

**UNIVERZITA PALACKÉHO
V OLOMOUCI**

Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky



**Vnitrodruhová variabilita padlí čekankového
(*Golovinomyces cichoracearum*)**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor:	Bc. Eva Křištofíková
Studijní program:	N1407/ Chemie
Studijní obor:	Učitelství chemie a biologie pro SŠ
Forma studia:	Prezenční
Vedoucí práce:	doc. RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.
Rok:	2019

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně s vyznačením všech použitých pramenů a spoluautorství. Souhlasím se zveřejněním diplomové práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, ve znění pozdějších předpisů. Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, ve znění pozdějších předpisů.

V Olomouci dne

.....

Poděkování

Mé vřelé a velké „díky“ patří doc. RNDr. Barboře Mieslerové, Ph.D., za její vstřícný, lidský a osobitý přístup, motivaci, velké množství cenných rad a odborné kritiky, které se mi dostávalo v průběhu psaní diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat fytopatologickému oddělení Katedry botaniky PřF za jejich nápomoc při provádění experimentální práce.

Tato práce byla podporována z grantu Univerzity Palackého v Olomouci IGA PrF- 2018-001 a PrF- 2019-004, za což také moc děkuji.

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora	Bc. Eva Křištofiková
Název práce	Vnitrodruhová variabilita padlí čekankového (<i>Golovinomyces cichoracearum</i>)
Typ práce	Diplomová
Pracoviště	Katedra botaniky
Vedoucí práce	doc. RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.
Rok obhajoby práce	2019

Abstrakt:

Teoretická část diplomové práce obsahuje literární rešerši vztahující se k obecné charakteristice padlí, patogenu *Golovinomyces cichoracearum* (nyní *Golovinomyces orontii*) a charakteristice dalších evropských zástupců padlí parazitujících na čeledi *Asteraceae*.

Experimentální část se zabývá testováním patogenní variability padlí čekankového (*Golovinomyces cichoracearum*/*G. orontii*) na souboru 13 genotypů rodu *Lactuca* spp. v laboratorních podmínkách. Dále také práce vyhodnocuje výskyt padlí v populacích planě rostoucí *Lactuca serriola* (locika kompasová) v letech 2007–2017 na území ČR (převážně na území Moravy), včetně vyhodnocení četnosti výskytu jednotlivých stupňů napadení *G. cichoracearum*/*G. orontii* ve sledovaných populacích.

Z analýzy sběrových protokolů je patrné, že četnost výskytu *G. cichoracearum*/*G. orontii* na planě rostoucím druhu *Lactuca serriola* byla v období let 2007–2017 na sledovaném území ČR kolísavá jak v lokalitách, tak v populacích. Z výsledků testování variability padlí *G. cichoracearum*/*G. orontii* na souboru genotypů rodu *Lactuca* spp. se vůči tomuto patogenu jeví jako nejvíce rezistentní genotyp *L. virosa* (LVIR/50) a *L. sativa* cv. Cobham Green. Získané výsledky by mohly v budoucnosti přispět k ochraně kulturních druhů salátu vůči padlí.

Klíčová slova	<i>Golovinomyces cichoracearum</i> , <i>Golovinomyces orontii</i> , <i>Asteraceae</i>
Počet stran	112
Počet příloh	4
Jazyk	Český

Bibliographical identification

Autor's first name and surname	Bc. Eva Křištofiková
Title	Intraspecific variability of lettuce powdery mildew (<i>Golovinomyces cichoraceum</i>)
Type of thesis	Master thesis
Department	Department of botany
Supervisor	doc. RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.
The year of presentation	2019

Abstract:

The theoretical part of the master thesis contains literary review related to the general characteristics of powdery mildews, lettuce powdery mildew (*Golovinomyces cichoraceum*; recently known as *Golovinomyces orontii*), and the characteristics of other European powdery mildews occurring on the family *Asteraceae*.

The experimental part deals with the testing of pathogenic variation of *Golovinomyces cichoraceum*/*G. orontii* on a set of 13 genotypes of the genus *Lactuca* spp. under laboratory conditions. In addition, the thesis evaluates the occurrence of powdery mildew in populations of *Lactuca serriola* (prickly lettuce) in the years 2007–2017 in the territory of the Czech Republic (predominantly in the territory of Moravia), including the evaluation of the frequency of occurrence of various infection degrees of *G. cichoraceum*/*G. orontii* in the monitored populations.

It is evident that the frequency of occurrence *G. cichoraceum*/*G. orontii* on wild-growing *Lactuca serriola* was, in the period 2007–2017, fluctuating in the monitored territory of the Czech Republic, both in localities and in the populations. From results of testing the pathogenic variation of *G. cichoraceum*/*G. orontii* on a set of genotypes of the genus *Lactuca* spp. is evident, that the most resistant genotype appears to be *L. virosa* (LVIR/50) and the *L. sativa* cv. Cobham Green. The obtained results could contribute to the protection of cultured lettuce against powdery mildew.

Keywords	<i>Golovinomyces cichoraceum</i> , <i>Golovinomyces orontii</i> , <i>Asteraceae</i>
Number of pages	112
Number of appendices	4
Language	Czech

OBSAH

1	ÚVOD	8
2	CÍLE PRÁCE	9
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE	10
3.1	Charakteristika padlí	10
3.2	Taxonomické zařazení padlí	10
3.3	Diverzita padlí.....	13
3.4	Symptomy napadení padlím	14
3.5	Životní cyklus	15
3.6	Morfologie padlí	16
3.7	Biologická specializace.....	19
3.8	Mechanismy rezistence hostitele	21
3.9	Obecná charakteristika padlí na <i>Asteraceae</i>	23
3.9.1	Charakteristika čeledi <i>Asteraceae</i>	23
3.9.2	Výskyt padlí na čeledi <i>Asteraceae</i>	24
3.10	Obecná charakteristika <i>G. cichoracearum</i> / <i>G. orontii</i>	32
3.11	Variabilita padlí <i>GC/GO</i> na rodu <i>Lactuca</i> spp.	34
4	MATERIÁL A METODY	36
4.1	Sběr a udržování izolátů <i>G. cichoracearum</i> / <i>G. orontii</i>	36
4.2	Souhrn použitého rostlinného materiálu	38
4.2.1	Metoda listových disků.....	39
4.2.2	Inokulace a inkubace padlí	40
4.2.3	Hodnocení intenzity napadení listových disků padlím.....	41
4.3	Sběrové protokoly.....	43
5	VÝSLEDKY	44
5.1	Testování patogenní variability	44

5.2	Hodnocení sběrových protokolů.....	48
6	DISKUZE	78
6.1	Patogenní variabilita padlí <i>GC/GO</i> na rodu <i>Lactuca</i> spp.	78
6.2	Rozšíření a výskyt <i>GC/GO</i> v populacích <i>L. serriola</i>	81
7	ZÁVĚR.....	84
8	DIDAKTICKÁ ČÁST	86
8.1	Vzdělávací dokumenty	86
8.2	Studované téma ve vztahu k RVP G.....	87
9	ZDROJE.....	89
10	SEZNAM TABULEK, GRAFŮ A OBRÁZKŮ	94
11	PŘÍLOHY	98

1 ÚVOD

Padlí, jež jsou zástupci řádu Erysiphales, patří do třídy Ascomycetes, mají kosmopolitní rozšíření. Jedná se o velmi početnou skupinu parazitických hub, která téměř čítá 820 druhů (nacházejících se na širokém spektru hostitelských rostlin).

Tito houboví parazité napadají převážně listy (méně často pak plody a stonky) vyšších rostlin, na jejichž povrchu vytvářejí charakteristické bílé mycelium. Silná infekce zpomaluje růst a vývoj rostliny, způsobuje nekrózu pletiv a předčasný opad listů, popřípadě může vést k úhynu hostitelské rostliny.

Celosvětově rozšířené padlí napadá jak planě rostoucí druhy, tak okrasné i kulturní plodiny, což je nežádoucí pro zemědělství, jelikož dochází ke snižování kvality i výnosu plodin.

Chránit rostliny před napadením padlím lze chemickou i biologickou cestou. Avšak jako daleko účinnější způsob ochrany se jeví pěstování odolných odrůd rostlin. Studium genetických zdrojů rezistence u planých příbuzných druhů rostlin či faktorů, které ovlivňují virulenci patogena, pak můžeme nalézt vhodnější způsoby ochrany před onemocněním, které padlí vyvolávají.

2 CÍLE PRÁCE

V teoretické části předložené diplomové práce bylo cílem zpracovat literární rešerši zabývající se obecnou charakteristikou padlí čekankového (*Golovinomyces cichoracearum*, nyní *G. orontii*) a charakteristikou druhů padlí (Erysiphales) nacházejících se na evropských druzích rostlin z čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*).

V rámci části experimentální bylo cílem práce laboratorně udržovat izoláty padlí čekankového (*G. cichoracearum*/*G. orontii*) na náchylném genotypu lociky kompasové (*Lactuca serriola*) a následné testování jejich patogenní variability na diferenciacním souboru genotypů rodu *Lactuca* spp. Dále bylo cílem také zpracování a zhodnocení sběrových protokolů pocházejících z let 2007–2017.

Samostatnou kapitolu tvoří část didaktická, jejímž cílem bylo zařazení studovaného tématu vzhledem ke vzdělávacím dokumentům a vytvoření pracovních listů, které by se využívaly ve výuce biologie na středních (i základních) školách.

3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 Charakteristika padlí

Padlí, v anglickém jazyce také označováno jako “powdery mildew“ je jednou z nejčastěji se vyskytujících skupin hub, která způsobuje choroby rostlin. Tyto parazity můžeme nalézt na zhruba 10 000 druzích krytosemenných rostlin, včetně mnoha kulturních plodin (obiloviny, ovoce, zelenina) i okrasných rostlin (Glawe, 2008; Braun a Cook, 2012).

Všechny druhy padlí jsou obligátními biotrofními parazity rostlin, tudíž jejich existence (tzn. růst, rozmnožování, životní procesy) je zcela závislá na příjmu živin ze svého hostitele (Matsuda a Takamatsu, 2003). Také je nemůžeme kultivovat na umělých médiích, nýbrž na celých rostlinách, či oddělených listech hostitelských rostlin (Glawe, 2008).

3.2 Taxonomické zařazení padlí

Současné taxonomické zařazení padlí je předhledně znázorněno v Tab. 1:

Tab. 1: Současné zařazení čeledi Erysiphaceae.

Doména:	Eukaryota
Říše:	Fungi
Podříše:	Dikarya
Oddělení:	Ascomycota
Pododdělení:	Pezizomycotina
Třída:	Leotiomycetes
Řád:	Erysiphales
Čeleď:	Erysiphaceae

První pokusy přesněji určit padlí, které uveřejnil Carl Linné (1753), pocházejí již z 18. století (*Mucor erysiphe* L.). Od té doby se padlím zabývalo velké množství vědců a jeho zařazení do systému nebylo vůbec jednoduché (Lebeda et al., 2017).

Jaczewskii (1927) vytvořil prvotní taxonomickou klasifikaci na úrovni druhů, ve které shrnul všechny doposud známé zástupce. Braunova (1987) taxonomická klasifikace čeledi Erysiphaceae vycházela z charakteristik teleomorfního (pohlavního) stádia, konkrétně chasmothecia a vřecek (Braun, 1995).

Braun (1987) provedl na základě morfologických znaků rozlišení na rody, triby a podčeledi. Na základě endoparazitismu či ektoparazitismu definoval dvě podčeledi Erysiphoideae a Phyllactinioideae. V rámci podčeledi Erysiphoideae vymezil dva triby na základě počtu vřecek v chasmotheciu - Erysipheae a Cystotheceae. Tribus Erysipheae pak dále rozlišil na základě tvaru appendixů do subtribů (Lebeda et al., 2017).

Studiem anamorfního (nepohlavního) stádia (zejména struktur konidií) za pomoci elektronového mikroskopu (Cook et al. 1997) a na základě výsledků molekulárních analýz, (Takamatsu et al., 1998, 1999; Seanz a Taylor, 1999; Mori et al., 2000a,b; Takamatsu, 2004) se tento taxonomický pohled vycházející pouze z morfologických znaků teleomorfy jevil jako nedostačující (Braun et al., 2002).

Využití nových metod a moderní techniky upřednostnilo v taxonomii využívání znaků anamorfního stádia před stádiem teleomorfním. Na základě výsledků analýz rDNA sekvencí (Braun et al., 2002; Braun a Takamatsu, 2000) byla pozměněna taxonomická klasifikace čeledi Erysiphaceae, která v současnosti zahrnuje pět hlavních tribů: Erysipheae, Golovinomyceteae, Cystotheceae, Phyllactinieae a Blumerieae (Braun et al., 2002).

Následující Tab. 2 přehledně znázorňuje současnou klasifikaci čeledi Erysiphaceae a Tab. 3 je přehledem anamorfních a teleomorfních rodů padlí.

Tab. 2: Současná klasifikace čeledi Erysiphaceae (na základě holomorf) a přehled odpovídajících anamorfních rodů (Braun a Cook, 2012). Převzato z Lebeda et al., 2017.

ERYSIPHACEAE Tul. & C. Tul.

1. **Tribus Erysipheae** [jeden rod: *Erysiphe* emend. (zahrnující dřívější rody *Bulbomicrosphaera*, *Bulbouncinula*, *Furcouncinula*, *Medusosphaera*, *Microsphaera*, *Setoerysiphe*, *Typhulochaeta*, *Uncinula*, *Uncinuliella*)]. Odpovídá anamorfnímu rodu *Pseudoidium*.
2. **Tribus Golovinomyceteae** (U. Braun) U. Braun & S. Takam. (Braun a Takamatsu, 2000)
 - Subtribus Neoerysiphinae** (U. Braun) U. Braun & S Takam. (Braun a Takamatsu, 2000) [jeden rod: *Neoerysiphe*]. Odpovídá anamorfnímu rodu *Striatoidium*.
 - Subtribus Golovinomycetinae** [jeden rod: *Golovinomyces*]. Odpovídá anamorfnímu rodu *Euoidium*.
 - Subtribus Arthrocladiellinae** (R. T. A. Cook et al.) U. Braun & S Takam. (Braun a Takamatsu, 2000) [jeden rod: *Arthrocladiella*]. Odpovídá anamorfnímu rodu *Graciloidium*.
3. **Tribus Cystothecaeae** (Katamoto) U. Braun (Braun, 1987)
 - Subtribus Cystothecinae** [dva rody: *Cystotheca*, *Podosphaera* emend. (incl. *Sphaerotheca*)]. Odpovídá anamorfnímu rodu *Setoidium* (rod *Cystotheca*), *Fibroidium* (rod *Podosphaera*).
 - Subtribus Sawadaeinae** (U. Braun) U. Braun & S. Takam. (Braun a Takamatsu, 2000) [jeden rod: *Sawadaea*]. Odpovídá anamorfnímu rodu *Octagoidium*.
4. **Tribus Phyllactinieae** (Palla) R. T. A. Cook et al. (Braun, 1999) [čtyři rody: *Leveillula*, *Phyllactinia*, *Pleochaeta*, *Queirozia*]. Odpovídá anamorfnímu rodu *Oidiopsis* (rod *Leveillula*), *Ovulariopsis* (rod *Phyllactinia*), *Ovulariopsis* (rod *Pleochaeta*, unnamed (*Queirozia*)).
5. **Tribus Blumerieae** R. T. A. Cook et al. (Cook et al., 1997) [jeden rod: *Blumeria*]. Odpovídá anamorfnímu rodu *Oidium* subg. *Oidium*.

Tribus Unnamed zahrnující anamorfní rod *Microidium* (To-anun et al., 2005)

Tab. 3: Anamorfní a teleomorfní rody padlí. Podle Braun a Cook, 2012.

Teleomorfní rody padlí:

Arthrocladiella, *Brasiliomyces*, *Blumeria*, *Caespitotheca*, *Cystotheca*, *Erysiphe*,
Golovinomyces, *Leveillula*, *Neoerysiphe*, *Parauncinulla*, *Phyllactinia*, *Pleochaeta*,
Podosphaera, *Queirosia*, *Sawadaea*

Anamorfní rody padlí:

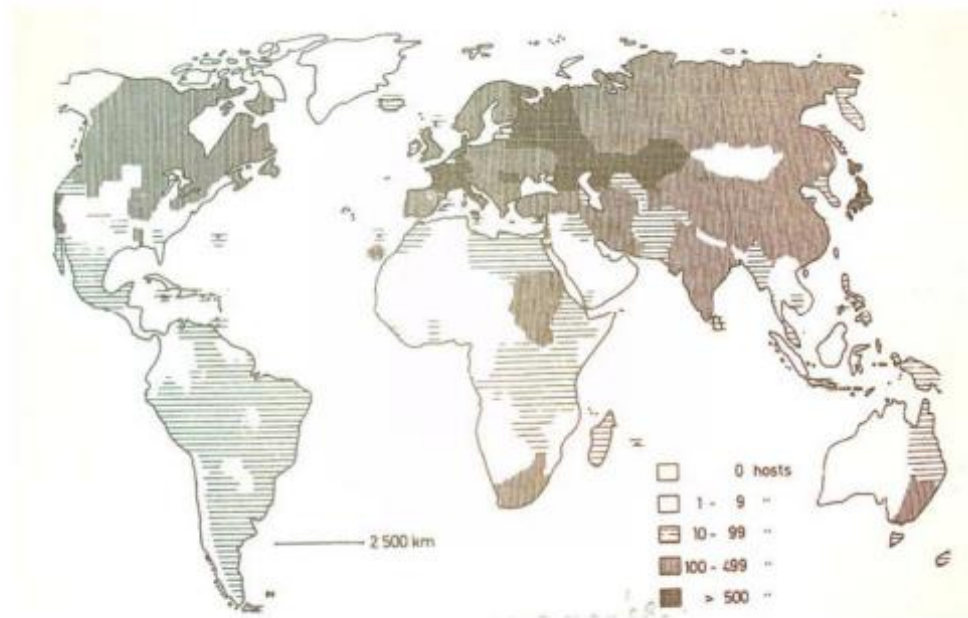
Euoidium, *Fibroidium*, *Graciloidium*, *Microidium*, *Octagoidium*, *Oidium*, *Oidiopsis*,
Ovulariopsis, *Pseudoidium*, *Setoidium*, *Striatoidium*

3.3 Diverzita padlí

Zástupce padlí v současnosti zařazujeme do čeledi Erysiphaceae, která čítá celosvětově téměř 820 druhů a přibližně 15 rodů (Braun a Cook, 2012).

Čeď Erysiphaceae je monofyletickou skupinou, která se skládá z pěti základních tribů a dvou bazálních rodů. Zástupci padlí tří tribů z pěti jsou parazité jak dřevin, tak bylin. Zástupci, kteří využívají jako svého hostitele dřeviny, jsou ve fylogenetickém stromu umístěni v bazálních pozicích, od nichž jsou odvozeni parazité bylin. Na základě těchto fylogenetických vztahů lze usuzovat, že původní druhy padlí byli parazité dřevin, kteří postupně rozšiřovali svůj hostitelský okruh na byliny. Avšak některé rody z čeledi Erysiphaceae mají pouze bylinný hostitelský okruh s několika výjimkami (např: *Blumeria*, *Golovinomyces*, *Leveillula*, *Neoerysiphe*) (Takamatsu et al., 2013).

Padlí je téměř kosmopolitně rozšířeno (Glawe, 2008). Významněji je však zastoupeno v oblasti mírného pásu severní polokoule (Obr. 1). Mezi centra s nejvyšším výskytem padlí v Evropě patří Francie, Německo, Itálie, Rumunsko, a země bývalého Sovětského svazu. Poměrně málo jsou prozkoumány oblasti, jako je Afrika, Jižní, popř. Severní Amerika (Braun et al., 2002; Weltzien, 1978 in Lebeda et al., 2017).



Obr. 1: Celosvětové rozšíření padlí (Weltzien, 1978).

3.4 Symptomy napadení padlím

Napadení hostitelské rostliny padlím je okem velmi dobře rozpoznatelné (Obr. 2), neboť padlí vytváří bílé povrchové mycelium, které primárně napadá nejstarší listy (jak svrchní, tak spodní stranu), popřípadě stonky, řapíky či květní lůžka postižených rostlin (Dixon, 1981 in Lebeda et al., 2017, Blancard et al., 2006). Méně často pak napadá květy či plody. U některých druhů toto bělavé mycelium může tmavnout (např.: *Podosphaera mors-uvae*) (Lebeda et al., 2017; Braun a Cook, 2012).

Napadení rostliny bývá doprovázeno chlorózou a infekce může způsobovat deformaci listů, nekrózu, opad i smrt (Lebeda et al., 2017).

Symptomy napadení se projevují na rostlinách od jara do podzimu, v závislosti na druhu padlí a také teplotních podmínkách.



Obr. 2: Makrofotografie napadení rostlin padlím - vlevo na *Chelidonium majus* a vpravo na *Ranunculus acris* L. Foto: Křištofiková, E.

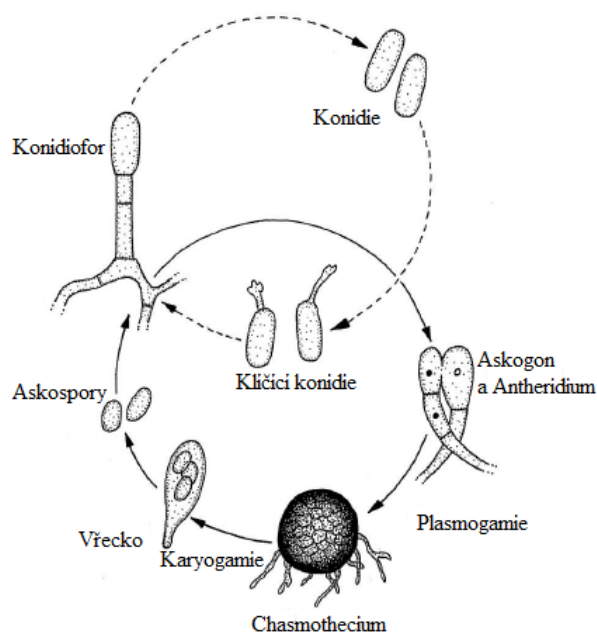
3.5 Životní cyklus

Celý životní cyklus padlí zahrnuje jak nepohlavní, tak pohlavní reprodukci, který je graficky znázorněn na Obr. 3.

Nepohlavní rozmnožování probíhá za pomoci konidií, které se odškrcují z konidioforů. Klíční vlákno vzniká zhruba po 8–10 hodinách, po této době můžeme také rozlišit apresorium. Následně dochází k penetraci (průchod penetračního vlákna přes epidermis listu), která trvá zhruba 10–17 hodin. Po úspěšné penetraci dochází k vytvoření haustoria a jeho průniku do hostitele, po vytvoření povrchového mycelia se tvoří konidiofory. Celý tento nepohlavní cyklus trvá zhruba 120 hodin (Lebeda et al., 2017).

Pohlavní rozmnožování probíhá za pomoci splynutí samčího gametangia (antheridia) se samičím gametangiem (askogonem). Haploidní jádro z antheridia přechází do askogonu za vzniku chasmothecií. Tento proces je doprovázen dikaryofází a plasmogamií, za vzniku mladého askokarpu, který se dále vyvíjí. V plně vyvinutém askokarpu (již chasmothecií) se nachází krátce stopkatá vřečka (jedno nebo mnoho). V každém vřecku se meiotickým dělením tvoří askospory (od 2 do 8 - podle druhu padlí), které v příznivých podmínkách klíčí (Braun, 1995; Lebeda et al., 2017).

Některé druhy padlí mohou být homothalické, kdy ke kopulaci postačuje pouze jedno mycelium. U jiných druhů byl zjištěn heterothalický způsob rozmnožování, kdy ke kopulaci je zapotřebí dvou rozdílných fyziologických mycelií (Braun, 1995; Lebeda et al., 2017).



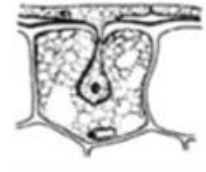
Obr. 3: Životní cyklus padlí. Převzato a upraveno z Braun a Cook, 2012.

3.6 Morfologie padlí

Základním znakem nepohlavního (anamorfního) stádia čeledi Erysiphaceae je mycelium (Obr. 4), které pokrývá listy a stonky svého hostitele. Toto mycelium je tvořeno prvotně průhlednými hyfami, které v průběhu zrání tmavnou. Zpravidla bývá u všech rodů epifytické (povrchové), avšak hyfy některých rodů (př.: *Leveillula*) rostou uvnitř pletiv hostitele (endofytické mycelium) nebo jen částečně (hemiendofytické mycelium) (Braun et al., 2002; Braun a Cook, 2012).

Rody s ektofytickým myceliem - ektoparazité

Arthrocladiella, Brasiliomyces, Blumeria, Caespitotheca, Cystotheca, Erysiphe, Golovinomyces, Neoerysiphe, Parauncinulla, Podosphaera, Sawadaea



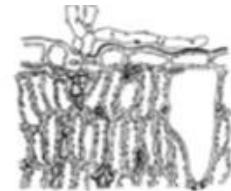
Rody s částečně endofytickým myceliem - částeční endoparazité

Phyllactinia, Pleochaeta, Queirosia



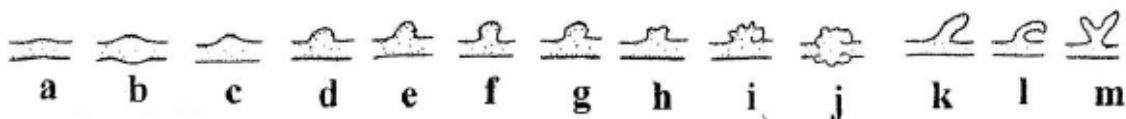
Rody s endofytickým myceliem - endoparazité

Leveillula



Obr. 4: Skupiny rodů padlí na základě parazitismu dle mycelia (podle Takamatsu, 2013). Převzato a upraveno z Lebeda et al., 2017.

Apresoria, která se nacházejí na konci hyf, jsou bradavkovitého tvaru a mohou být dále různě tvarovaná (ve tvaru přísavky, laločnatá, korálová, protáhlá, jak demonstruje Obr. 5). Jedná se o struktury, jejímž úkolem je přichycení mycelia k povrchu hostitele. Zároveň také iniciují tvorbu haustorií, které slouží patogenu k získávání živin (Lebeda et al., 2017).



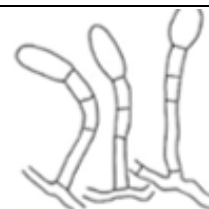
a - nezřetelná; b,c - lehce bradavkovitá; d,e,f - bradavkovitá; g - bradavkovitá se zoubkovaným povrchem; h - lehce laločnatá; i - laločnatá; j - laločnatá v protlehlých párech; k - prodloužená l - prodloužená zahnutá; m - vidličnatá

Obr. 5: Typy aporesorií. Převzato a upraveno z Braun a Cook, 2012.

Z vegetativních hyf vyrůstají konidiofory. První buňka konidioforu, tzv. bazální buňka bývá proměnlivé délky. Za ni následují jedna či více dalších buněk označovaných, jako buňky distální. Na konidioforech se vytvářejí konidie, což jsou bezbarvé, jednojaderné, jednobuněčné, tenkostěnné struktury, které mohou být různých tvarů. V závislosti na druhu pak konidie mohou (druh *Golovinomyces*) či nemusí (druh *Podosphaera*) obsahovat fibrosinová tělíska. Konidie dozrávají buďto jednotlivě (typ *Pseudoidium*) nebo ve skupinkách, které se odškrucují z konidioforů a vytvářejí řetězky - ty jsou typické pro typ padlí *Euoidium* (Obr.6) (Braun et al., 2002).

Rody s anamorfou typu *Pseudoidium*

Erysiphe, *Leveillula*, *Phyllactinia*, *Pleochaeta*, *Queirosia*



Rody s anamorfou typu *Euoidium*

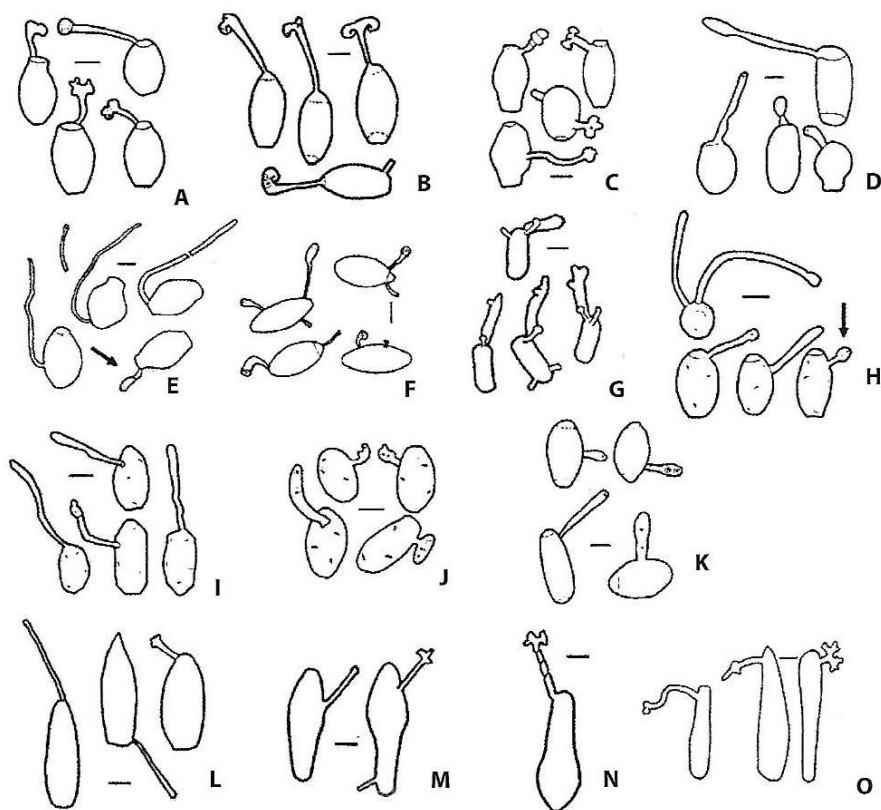
Arthrocladiella, *Blumeria*, *Caesporitheca*,
Cystotheca, *Golovinomyces*, *Neoerysiphe*, *Podosphaera*,
Sawadaea



Obr. 6: Skupiny rodů padlí na základě anamorf (podle Takamatsu, 2013). Převzato a upraveno z Lebeda et al., 2017.

Konidie slouží k nepohlavnímu rozmnožování. Vzhledem k tomu, že obsahují velké množství vody, jsou pak schopny klíčit i za nepřítomnosti volné vody (Schnathorst, 1965; Yarwood, 1957 in Lebeda et al., 2017).

Padlí tvoří velké množství konidií, proto způsob jakým konidie klíčí, je taxonomicky velmi důležitý, např. z jakého konce konidie klíčí, či doba tvorby klíčního vlákna (Braun et al., 2002; Cook a Braun, 2009). Hirata rozlišil čtyři způsoby tvorby klíčního vlákna: *polygona*, *cichoracearum*, *pannosa* a *fuliginea* (Hirata, 1955 in Lebeda et al., 2017). Cook a Braun (2009) toto členění pozměnili a rozlišili na sedm typů klíčení, které velice dopodrobna popsali: *Pseudoidium*, *Striatoidium*, *Ovulariopsis*, *Euoidium*, *Blumeria*, *Microidium* a *Fibroidium* (Obr.7) (Braun a Cook, 2012).



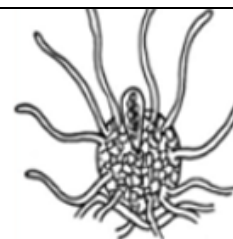
Typy klíčení konidií jednotlivých rodů: A – typ *Pseudoidium* (*Erysiphe howeana*), B – typ *Pseudoidium* (*Erysiphe trifoliorum*), C – typ *Striatoidium* (*Neoerysiphe galeopsidis*), D – typ *Euoidium* (*Golovinomyces sordidus*), E – typ *Euoidium* subtyp *longitubus* (*Golovinomyces depressus*), F – typ *Blumeria* (*Blumeria graminis*), G – typ *Microidium* (*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*) (podle Cook a Braun, 2009).

Obr. 7: Typy klíčení (podle Cook a Braun, 2009). Převzato z Lebeda et al., 2017.

Pro pohlavní (teleomorfní) stádium jsou typické pohlavní plodnice, tzv. askokarpy - chasmothecia (Obr. 8) (Braun et al., 2002). Tyto askokarpy, které jsou převážně kulovitého tvaru, někdy mohou být zploštělé a dorziventrální. Dozralé askokarpy mají tmavě hnědou až černou barvu. Buďto se zcela oddělují od mycelia nebo zůstávají na myceliu původního hostitele přichycena za pomoci apendixů. Apendixy plodnic jsou v závislosti na druhu padlí různé (Braun, 1987).

Rody s chasmothecii s jedním vřeckem

Cystotheca, Podosphaera, Erysiphe,



Rody s chasmothecii s více vřecky

Arthrocladiella, Blumeria, Brasiliomyces,

Caespitotheca, Erysiphe, Golovinomyces,

Leveillula, Neoerysiphe, Parauncinula,

Phyllactinia, Pleochaeta, Sawadaea, Typhulochaeta



Obr. 8: Chasmothecia rodů padlí (podle Takamatsu, 2013). Převzato a upraveno dle Lebeda et al., 2017.

Vřecka mohou být různých tvarů v závislosti na druhu padlí. Jejich počet bývá také různý - některé rody mají například pouze jedno vřecko (*Podosphaera*), některé jich naopak můžou mít kolem čtyřiceti (*Leveillula*). Počet askospor ve vřecku může být různý, opět to závisí na druhu padlí. Askospory jsou jednobuněčné struktury převážně vejčitého tvaru, buďto průhledné či bezbarvé. Jsou důležitou součástí při pohlavním rozmnožování (Braun et al., 2002).

3.7 Biologická specializace

Pro mnoho zástupců řádu Erysiphales je typická jejich úzká biologická specializace, kdy některé druhy padlí jsou přítomny pouze na rostlinách konkrétních čeledí, rodů, eventuálně druhů, či odrůd. Podle hostitelského okruhu pak rozlišujeme druhy padlí na monofágní, oligofágní a polyfágní druhy (Lebeda et al., 2017).

Mezi monofágní druhy řadíme zástupce padlí, kteří se vyskytují pouze na jednom jediném druhu hostitelské rostliny, bez ohledu na to, zda je tento druh hostitelské rostliny rozšířen celosvětově či se jedná o endemitický druh. Za oligofágní druhy považujeme takové zástupce padlí, kteří parazitují na různých rodech či družích v rámci jedné čeledi, polyfágní druhy potom parazitují na rodech či družích v rámci několika různých čeledí (Lebeda et al., 2017).

Následující Tab. 4 uvádí příklady jednotlivých druhů padlí s jejich hostitelskou specializací.

Tab. 4: Příklady biologické specializace vybraných zástupců řádu Erysiphales. Převzato a upraveno z Lebeda et al., 2017; Braun a Cook, 2012.

Biologická specializace	Název druhu padlí	Hostitelský okruh
Monofágní druhy	<i>Erysiphe catalpae</i> <i>Erysiphe intermedia</i> <i>Golovinomyces fischeri</i>	<i>Catalpa</i> spp. (4 druhy) <i>Lupinus</i> (5 druhů) <i>Senecio</i> spp. (4 druhy)
Oligofágní druhy	<i>Blumeria graminis</i> <i>Leveillula lactucarum</i> <i>Podosphaera helianthemi</i>	<i>Poaceae</i> (113 rodů) <i>Asteraceae</i> (2 rody - <i>Chondrilla</i> , <i>Lactuca</i>) <i>Cistaceae</i> (2 rody - <i>Helianthemum</i> spp., <i>Tuberaria guttata</i>)
Polyfágní druhy	<i>Golovinomyces orontii</i>	cca 40 čeledí - např.: <i>Acanthaceae</i> , <i>Asteraceae</i> , <i>Campanulaceae</i> , <i>Cucurbitaceae</i> , <i>Papaveraceae</i> , <i>Rosaceae</i> , <i>Solanaceae</i> , ...

Biologická specializace zaměřena na hostitelské rostliny není u řádu Erysiphales jediná. Za nižší úroveň této specializace považujeme také tzv. formu specialis a dalšími podskupinami jsou patotyp a rasa. Rozdíl mezi těmito kategoriemi spočívá v tom, že forma specialis se u jednotlivých druhů padlí liší fyziologicky (adaptací na různé rody, popř. druhy svých hostitelských rostlin), kdežto patotyp a rasa jsou pouze fytopatologické projevy, které vyjadřují stupeň patogení specializace a variability konkrétní populace (izolátů) určitého druhu padlí (Lebeda et al., 2017).

Za pomoci tzv. „křížových testů“ můžeme také rozlišit formu specialis u konkrétních druhů, kdy inokulujeme určitým izolátem jeho široký hostitelský okruh, ze kterého tento patogen/izolát pochází. Forma specialis je označována jako vnitrodruhová taxonomická jednotka (Lebeda et al., 2017). Příkladem může být druh padlí *Erysiphe pisi*, který má čtyři formy specialis na tři různé rody hostitelů v rámci čeledi bobovitých (*Fabaceae*) (Lebeda et al. 2017).

Patotyp je pouze fytopatologická kategorie, nikoliv taxonomická jednotka. Jednotlivé patotypy konkrétního druhu patogena se od sebe liší hostitelskou specifitou v rámci rodů, druhů či variet hostitelské čeledi patogena (Lebeda et al., 2017). Na základě morfologických znaků patotypy nelze rozlišit, ale můžeme je určit na souboru diferenciacních genotypů, který je složen z různých rodů a druhů rostlin jedné hostitelské čeledi (Lebeda et al., 2017). Příkladem může být padlí dýňovitých *Golovinomyces orontii*, parazitující na čeledi *Cucurbitaceae*, u něhož bylo determinováno 12 patotypů z ČR + 1 z Francie (Lebeda et al., 2017).

Fyziologická rasa popisuje nejpodrobnější diferenciaci virulence konkrétního patogena. Rasy se liší různou virulencí na odrůdách, genotypech či liniích. K popisu ras využíváme tzv. v –fenotypu, který je faktorem virulence a v případě přítomnosti patogena je patrný jeho fenotypový projev (Lebeda et al., 2017). Příkladem může být padlí *Podosphaera xanthii*, jehož determinovaný počet ras byl v roce 2007 a 2010 stanoven na 57, a to pouze na území ČR (Lebeda et al., 2017).

3.8 Mechanismy rezistence hostitele

Z morfologického hlediska patří mezi prvotní obranné mechanismy rostlin před patogenem systém krycích pletiv - konkrétně epidermis a tvorba kutikuly, která zabraňuje klíčení spor patogenu a chrání tak vnitřní rostlinná pletiva před jeho průnikem, dále také může jít i o impregnaci buněčné stěny. Při patogenezí dochází k narušení těchto obranných bariér, které se nacházejí na povrchu rostliny a mohou vyvolat buďto histopatologické změny okamžitě, či posléze, kdy je rostlina patogenem již infikována (Sedlářová a Vinter, 2007).

Další obranné mechanismy rostlin mohou být pak výsledkem indukované rezistence. Ty se mohou lišit podle jednotlivého vývojového stádia patogenu. Jedním z těchto indukovaných mechanismů je i tvorba papil, která je řazena mezi nespecifickou rezistenci rostlin. Jedná se o ztluštěninu, která se nachází cíleně na vnitřním povrchu epidermální buněčné stěny přímo v místě, kde pronikl patogen a vytváří tak bariéru před penetrací jeho hyf. Nicméně, tento typ rezistence je běžnější u jednoděložných rostlin (Lebeda et al., 2017).

Mezi účinné indukované obranné mechanismy rostlin patří i hypersenzitivní reakce, která má za následek nekrózu pletiv v okolí místa, kde patogen úspěšně vnikl. Při této reakci dochází ke změnám permeability buněčné membrány, která je spjata se ztrátou turgoru buňky. Patogen je pak odloučen od dalších živých částí rostliny, které by mohl napadnout (Smutná, 2013). Tato hypersenzitivní reakce je velice úzce spojena se získanou systémovou rezistencí (SAR, Systemic acquired resistance), která aktivuje různé biochemické složky (enzymy, proteiny, polysacharidy apod.), které se stávají účinnou bariérou před následnou infekcí patogenem (Lebeda et al., 2017; Řepková, 2013).

K dalším mechanismům rezistence náleží produkce fytoalexinů či hydrolytických enzymů, které mohou způsobovat např. inhibici růstu či lýzi buněk (Lebeda et al., 2017). Prozatím studiu mechanismů nebyla věnována tak velká pozornost.

3.9 Obecná charakteristika padlí na *Asteraceae*

3.9.1 Charakteristika čeledi *Asteraceae*

Čeď hvězdnicovité (*Asteraceae*) je jednou z nejpočetnějších čeledí vyšších dvouděložných rostlin. Zahrnuje více jak 23 000 druhů s velmi rozmanitou morfológickou diverzitou - od malých bylinek pár centimetrů velkých až k mohutným stromům (Bohm a Stuessy, 2001).

Mezi nejznámější plané druhy patří např.: pampeliška lékařská (*Taraxacum officinale*), kopretina bílá (*Leucanthemum vulgare*) či sedmikráska obecná (*Bellis perennis*). K významným užitkovým druhům patří locika setá (*Lactuca sativa*), slunečnice roční (*Helianthus annuus*) či heřmánek pravý (*Matricaria chamomilla*), který je sbíraný pro své léčivé účinky.

Nápadným znakem této čeledi jsou drobné květy uspořádané do květenství - úboru, která jsou podepřena zákrovem z listenů. Vzhledem k velké variabilitě této čeledi mohou být některé úbory složeny pouze z květů s jazykovitými korunami (např. čekanka obecná - *Cichorium intybus*) nebo květy trubkovitými (např. hvězdnice zlatovlásek - *Aster linosyris*). Ze spodního semeníku vzniká víceplodová nažka, která bývá zpravidla opatřena chmýrem. Dalším typickým znakem této čeledi je asimilační produkt inulin, namísto obvyklého škrobu (Krejča, 2004).

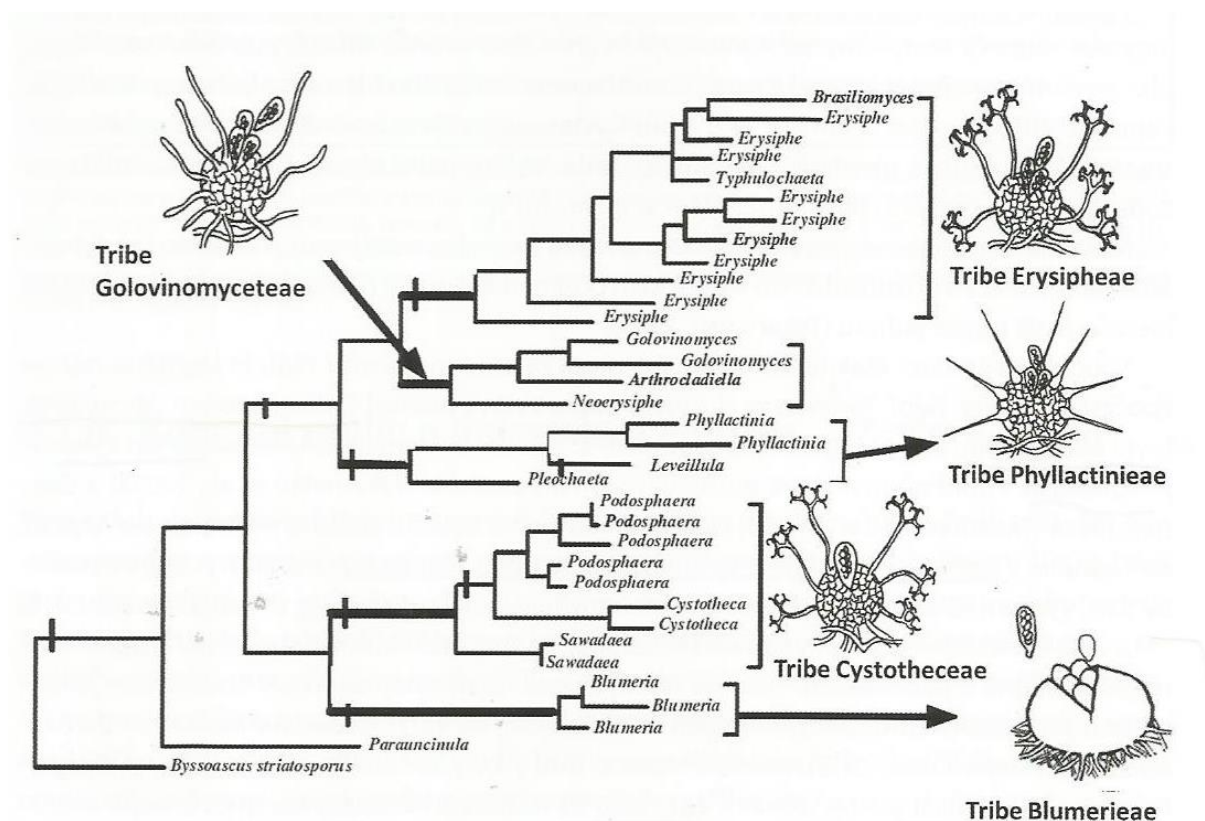
Zástupci čeledi *Asteraceae* pocházejí z centrální a jižní části Ameriky. Mají mimořádnou schopnost osídlvat nové biotopy, i proto je jejich výskyt celosvětový - např. triby *Eupatoreiae*, *Heliantheae*, *Helenieae* mají centra ve střední a Severní Americe, *Mutisieae* v Jižní Americe, *Inuleae* se úspěšně diverzifikovaly v Jižní Africe i Austrálii, *Anthemideae* zase preferovaly podmínky mediteránní oblasti, *Veronieae* se hojně vyskytují jak v Novém, tak Starém světě i v tropických oblastech Afriky a Asie, *Lactuceae* jsou zase koncentrovány v části severní polokoule (Bohm a Stuessy, 2001).

Bremer (1994) vytvořil první kompletní kladistickou analýzu čeledi *Asteraceae* a vymezil tři podčeledi: *Asteroideae* (s deseti triby), *Barnadesioideae* a *Cichorioideae* (s šesti triby). Klasifikaci pak v průběhu dalších let měnil - např. trib *Cardueae* změnil na čtvrtou podčeď *Carduoideae* Cass. Ex. Sweer (Bohm a Stuessy, 2001). V současné době čeď *Asteraceae* zahrnuje zhruba 1911 rodů a 33 000 taxonů vyskytujících se na všech kontinentech, s výjimkou Antarktidy (Botany.cz, 2016).

3.9.2 Výskyt padlí na čeledi *Asteraceae*

V současném taxonomickém systému jsou zástupci čeledi Erysiphaceae členěni do pěti tribů: Golovinomyceteae, Erysipheae, Phyllactinieae, Cystotheceae a Blumerieae (Obr. 9). Parazité hostitelské čeledi *Asteraceae* se nacházejí ve čtyřech těchto tribech. Jediný trib Blumerieae nemá zástupce, který by na této čeledi parazitoval (jedná se o parazita čeledi *Poaceae*).

Z šestnácti rodů, které se nacházejí v čeledi Erysiphaceae jsou pouze čtyři rody, jejichž hostitelský okruh zahrnuje zástupce čeledi *Asteraceae*. Jedná se o rod: *Erysiphe*, *Golovinomyces*, *Leveillula* a *Podosphaera*.



Obr. 9: Fylogenetické vztahy jednotlivých tribů (upraveno podle Takamatsu, 2013). Převzato z Lebeda et al., 2017.

V rámci nejpočetnějšího rodu *Erysiphe*, který čítá 377 druhů (Braun a Cook, 2012) se vyskytují dva parazitní druhy s hostitelským okruhem na čeledi *Asteraceae*. Mezi tyto druhy patří *Erysiphe mayorii* var. *mayorii*, jehož hostitelským okruhem je rod *Cirsium* (*arvense*, *erisithales*, *heleionides*, *oleracum*, *palustre*, *rivulare*, *vulgare* sp.).

Dalším zástupcem tohoto rodu je *Erysiphe mayorii* var. *cicerbitae*, který parazituje na rodu *Cicerbita* (*alpina*, *macrophylla*, *plumieri*), jak uvádí Tab. 5.

Dle Petřekové (2016) mají oba dva druhy padlí – *Erysiphe mayorii* var. *mayorii* i var. *cicerbitae* doložený výskyt v České republice.

Tab. 5: Výskyt padlí rodu *Erysiphe* v Evropě na čeledi *Asteraceae*. Podle Braun a Cook, 2012.

Druh padlí	Hostitelský okruh	Výskyt
<i>Erysiphe mayorii</i> var. <i>mayorii</i>	<i>Cirsium</i> (<i>arvense</i> , <i>erisithales</i> , <i>heleionides</i> , <i>oleracearum</i> , <i>palustre</i> , <i>rivulare</i> , <i>vulgare</i> , sp.)	Bulharsko, Česká republika, Dánsko, Estonsko, Finsko, Francie, Německo, Maďarsko, Itálie, Litva, Polsko, Portugalsko, Rumunsko, evropská část Ruska, Slovensko, Španělsko, Švédsko, Švýcarsko
<i>Erysiphe mayorii</i> var. <i>cicerbitae</i>	<i>Cicerbita</i> (<i>alpina</i> , <i>macrophylla</i> , <i>plumieri</i>)	Česká republika, Francie, Německo, Polsko, Rumunsko, evropská část Ruska, Slovensko, Španělsko, Švýcarsko

Pro poměrně početný rod *Leveillula* (40 druhů; Braun a Cook, 2012) je typické endofytické mycelium a anamorfa typu *Pseudoidium*. V rámci tohoto rodu je šest druhů, kteří parazitují na okruhu čeledi *Asteraceae*. Jedná se o druhy *Leveillula picridis*, *L. sachaarum* (k jejímž jedním z hostitelů patří i rod *Lactuca*), *L. helichrysi*, *L. asterisci*, *L. osteospermi* a *L. lappae*.

Tab. 6: Výskyt padlí rodu *Leveillula* v Evropě na čeledi *Asteraceae*. Podle Braun a Cook, 2012.

Druh padlí	Hostitelský okruh	Výskyt
<i>Leveillula</i> <i>picridis</i>	<i>Achillea</i> , <i>Acroptilon</i> , <i>Anthemis</i> , <i>Artemisia</i> , <i>Centaurea</i> , <i>Galatella</i> , <i>Gaillardia</i> , <i>Helianthus</i> , <i>Inula</i> , <i>Launaea</i> , <i>Picnomon</i> , <i>Picris</i> , <i>Scaniola</i> , <i>Scorzonera</i> , <i>Tanacetum</i> , <i>Tolpis</i>	Bulharsko, Francie, Itálie, Rumunsko, evropská část Ruska, Španělsko, Švýcarsko, Ukrajina, bývalá Jugoslávie

Pokračování Tab. 6: Výskyt padlí rodu *Leveillula* v Evropě na čeledi *Asteraceae*. Podle Braun a Cook, 2012.

Druh padlí	Hostitelský okruh	Výskyt
<i>Leveillula lactucarum</i>	<i>Chondrilla (ambigua, juncea, pleiosperma, sp.)</i>	Bulharsko, Česká republika, Francie, Německo, Řecko, Maďarsko, Makedonie, Portugalsko, Rumunsko, Španělsko, Ukrajina
<i>Leveillula helichrysi</i>	<i>Helechrysum arenarium</i>	Bělorusko, Francie, Německo, Polsko, Rusko, Ukrajina
<i>Leveillula asterisci</i>	<i>Odontospermum aquaticum</i>	Španělsko
<i>Leveillula osteospermi</i>	<i>Osteospermum</i>	Izrael (Haifa, pohoří Karmel)
<i>Leveillula lappae</i>	<i>Ajania, Anthemis, Arcticum, Artemisia, Carduus, Carthamus, Centaurea, Cirsium, Cousinia, Crepis, Crupina, Cynara, Echinops, Gaillardia, Gazania, Gundelia, Helenium, Helianthus, Inula, Juriena, Onoropodum, Saussurea</i>	Bulharsko, Francie, Německo, Řecko, Itálie, Malta, Portugalsko, Rumunsko, evropská část Ruska, Španělsko, Ukrajina, bývalá Jugoslávie

Rod *Podosphaera* zahrnuje 94 druhů (Braun a Cook, 2012) a má čtyři zástupce, jejichž hostitelé jsou rostliny čeledi *Asteraceae*. Jedná se o druhy *Podosphaera fusca*, *P. senancionis* a *P. xanthii* a *P. erigerontis – canadensis*.

Tab. 7: Výskyt padlí rodu *Podosphaera* v Evropě na čeledi *Asteraceae*. Podle Braun a Cook, 2012.

Druh padlí	Hostitelský okruh	Výskyt
<i>Podosphaera senecionis</i>	<i>Ligularia (fischeri, sichotensis, sibirica), Senecio resedifolius, Senecio s. lat. (argunensis, aquaticus, borysthenticus, cannabifolius, cineraria, cordatus, dubitabilis, erucifolius, erraticus, fluviatilis, germanicus, glutinosus, helenites, hercynicus, hydrophilus, integerrimus, integrifolius, jacobaea, laetus, lautus, lugens, lyratifolius, nebrodensis, nemorensis, octoglossus, ovatus, ovirensis, paludosus, papposus, pojarkovae, propinquus, pubescens, rivularis, sarracenicus, sibiricus)</i>	celá Evropa

Pokračování Tab. 7: Výskyt padlí rodu *Podosphaera* v Evropě na čeledi *Asteraceae*. Podle Braun a Cook, 2012.

Druh padlí	Hostitelský okruh	Výskyt
<i>Podosphaera senecionis</i>	<i>Senecio s. lat.</i> (<i>spartioides, squalidus, subalpinus, sylvaticus, tataricus, triangularis, umbrosus, vernalis, vulgaris</i>), <i>Tephrosieris (praticola, pierotii)</i>	celá Evropa
<i>Podosphaera xanthii</i> **	<i>Adenostyles, Arcticum, Arnica, Aster, Bidens, Cacalia, Calendula, Cirsium, Coreopsis, Cosmos, Erechites, Helianthus, Lactuca (včetně Pteroscypsel), Microseris, Prenanthes, Sanvitalia, Siegesbeckia, Youngia, Xanthium</i>	celá Evropa
<i>Podosphaera erigerontis – canadensis</i>	<i>Adenostyles, Arnica montana, Conyza, Crepis, Erigeron, Lapsana communis, Leontodon, Matricaria, Paraprenanthes sororia, Picnomon sp., Pulicaria dysenterica, Saussurea japonica, Taraxacum</i>	celá Evropa
<i>Podosphaera fusca</i>	<i>Doronicum (altaicum, atlanticum, austriacum, carpaticum, cataractarum, clusii, columnae, grandiflorum, hungaricum, oblongifolium, orientale, pardalianches, plantagineum, turkestanicum), Senecioneae</i>	celá Evropa

** *P. xanthii* napadá široký okruh hostitelů - jeho výskyt je doložen také na čeledích: *Balsaminaceae, Caricaceae, Cucurbitaceae, Fabaceae, Gesneriaceae, Malvaceae, Medusagynaceae, Polemoniaceae, Scrophulariaceae, Solanaceae, Verbenaceae*.

Nejvíce probádaným rodem je *Golovinomyces* (46 druhů; Braun a Cook, 2012). Jeho druhoví zástupci jsou nejpočetnější skupinou parazitů z čeledi *Erysiphaceae*, jejichž hostitelský okruh zahrnuje, vyjma dalších čeledí, i čeleď *Asteraceae*.

Mezi patogeny rodu *Golovinomyces* parazitující na čeledi *Asteraceae* řadíme: *Golovinomyces ambrosiae, G. depressus, G. echinopis, G. artemisiae, G. orontii, G. fischeri, G. sonchicola, G. cichoracearum, G. circumfusus, G. asterum* var. *asterum* (Takamatsu et al., 2013), *G. asterum* var. *Moroczkovskii* (dle Braun a Cook, 2012), *G. asterum* var. *solidaginis, G. inulae, G. montagnei, G. senecionis* (dle Braun a Cook, 2012), *G. spadiceus* a *G. macrocarpus*.

Publikace Braun a Cook (2012) uvádí celou řadu patogenů, které parazitují na čeledi *Asteraceae*, zatímco novější studie Takamatsu et al. (2013) potvrzují jejich výskyt na omezeném množství vzorků. Např. u patogena *Golovinomyces cichoracearum* dle Brauna a Cooka (2012) hostitelský okruh zahrnuje jedenáct druhů z podčeledi *Cichoroideae*, ale Takamatsu et al. (2013) upřesňuje *G. cichoracearum* na užší

hostitelský okruh a potvrzuje pouze dva rody jako hostitele. Přehled padlí rodu *Golovinomyces* se nachází v Tab. 8. Potvrzený výskyt padlí na hostiteli dle fylogenetické molekulární analýzy z Takamatsu et al. (2013) jsou v Tab. 8 znázorněny (*).

Tab. 8: Výskyt padlí rodu *Golovinomyces* v Evropě na čeledi *Asteraceae*. Podle Braun a Cook, 2012; Takamatsu et al., 2013*.

Druh padlí	Hostitelský okruh	Výskyt
<i>Golovinomyces ambrosiae</i>	Artemisiinae: <i>Chrysanthemum</i> *; Astereae: <i>Aster</i> *; Eupatorieae: <i>Eupatorium</i> *; Heliantheae: <i>Helianthus</i> *, <i>Rudbeckia</i> *, <i>Zinnia</i> *, <i>Ambrosia</i> *, <i>Xanthium</i> *; Coreopsideae: <i>Coreopsis</i> *, <i>Dahlia</i> *; Millerieae: <i>Melampodium</i> *; Inuleae: <i>Telekia</i> *; Mutisioideae: <i>Gerbera</i> *; Crotalarieae: <i>Crotalaria</i> *	Evropa, ČR
<i>Golovinomyces depressus</i>	Cardueae: <i>Arctium</i> *; Cardueae: <i>Centaurea</i> ; Cynareae: <i>Onopordum</i>	celá Evropa
<i>Golovinomyces echinopsis</i>	Cardueae: <i>Echinops exaltatus</i> *	Bulharsko, ČR, Estonsko, Německo, Francie, Maďarsko, Itálie, Švýcarsko, bývalá Jugoslávie, Rusko, Velká Británie, Ukrajina
<i>Golovinomyces artemisiae</i>	Anthemideae: <i>Artemisia</i> *, <i>Chrysanthemum</i> *	celá Evropa, ČR
<i>Golovinomyces orontii</i> **	Heliantheae: <i>Helianthus</i> ; Anthemideae: <i>Matricaria</i> , <i>Chrysanthemum</i> ; Inuleae: <i>Inula (helenium)</i> *; Cichorieae: <i>Cichorium</i> (sp.*, <i>intybus</i> *), <i>Lactuca (serriola</i>*, <i>sativa</i>*) , <i>Mycelis (muralis)</i> *, <i>Picris (hieracioides)</i> *, <i>Taraxacum (officinale)</i> *, <i>Scorzonera</i> *; Coreopsideae: <i>Dahlia (pinnata)</i> *	celosvětově
<i>Golovinomyces fischeri</i>	Senecioneae: <i>Senecio (doronicum</i> *, <i>vulgaris</i> *)	celá Evropa

Pokračování Tab. 8: Výskyt padlí rodu *Golovinomyces* v Evropě na čeledi *Asteraceae*. Podle Braun a Cook, 2012; Takamatsu et al., 2013*.

Druh padlí	Hostitelský okruh	Výskyt
<i>Golovinomyces prenanthis</i>	Cichorieae: <i>Cichoroideae</i> , <i>Prenanthes</i>	Rakousko, Bulharsko, Česká republika, Francie, Německo, Polsko, Rumunsko, Slovensko, Švýcarsko, bývalá Jugoslávie celá Evropa
<i>Golovinomyces sonchicola</i>	Cichorieae: <i>Sonchus (oleraceus*</i> , <i>arvensis*</i>)	celá Evropa, ČR
<i>Golovinomyces cichoracearum</i>	Cichorieae: <i>Aetheorhiza</i> , <i>Aposeris</i> , <i>Arnosseris</i> , <i>Calycocorsus</i> , <i>Chondrilla</i> , <i>Cicerbita</i> , <i>Cichorium</i> , <i>Crepis</i> spp., <i>Dendroseris</i> , <i>Hedypnois</i> , <i>Hieracium</i> spp., <i>Tragopogon (pratensis*</i>), <i>Scorzonera (hispanica*</i>)	celá Evropa
<i>Golovinomyces circumfusus</i>	Asteroideae: <i>Chrysanthemum*</i> ; Astereae: <i>Aster*</i> ; Eupatorieae: <i>Eupatorium*</i> ; Heliantheae: <i>Helianthus*</i> , <i>Ambrosia*</i> ; <i>Xanthium*</i> ; Coreopsideae: <i>Coreopsis*</i> , <i>Dahlia*</i> ; Millerieae: <i>Melampodium*</i> ; Inuleae: <i>Telekia*</i> ; Mutisioideae: <i>Gerbera*</i> ; Crotalarieae: <i>Crotalaria*</i> , <i>Zinnia*</i> , <i>Rudbeckia*</i>	celá Evropa
<i>Golovinomyces astrum</i> var. <i>asterum</i>	Astereae: <i>Aster</i> sp.*	Evropa
<i>Golovinomyces</i> var. <i>solidaginis</i>	Astereae: <i>Solidago</i> sp.*	celá Evropa
<i>Golovinomyces astrum</i> var. <i>Moroczkovskii</i>	Astereae: <i>Galatella</i> , <i>Symphyotrichum</i>	Evropa
<i>Golovinomyces inulae</i>	Inuleae: <i>Inula (britannica*</i> , <i>salicina*</i>); Heliantheae: <i>Pulicaria</i>	celá Evropa, ČR

Pokračování Tab. 8: Výskyt padlí rodu *Golovinomyces* v Evropě na čeledi *Asteraceae*. Podle Braun a Cook, 2012; Takamatsu et al., 2013*.

Druh padlí	Hostitelský okruh	Výskyt
<i>Golovinomyces montagnei</i>	Cardueae: <i>Saussurea</i> *, <i>Serratula</i> *, <i>Cirsium</i> *, <i>Carduus</i> , <i>Carlina</i> , <i>Carlina</i> , <i>Carthamus</i> , <i>Centaurea</i> , <i>Cnicus</i> , <i>Cousinia</i> , <i>Crupina</i> , <i>Cynara</i> , <i>Notobasis</i> , <i>Saussurea</i> , <i>Serratula</i> , <i>Silybum</i> , <i>Stemmacantha</i> , <i>Synurus</i> ; Cynareae: <i>Xeranthemum</i>	celá Evropa, ČR
<i>Golovinomyces senecionis</i>	Senecioneae: <i>Adenostyles</i> , <i>Erechtites</i> , <i>Senecio</i> , <i>Tussilago</i>	Bulharsko, ČR, Francie, Itálie, Německo, Polsko, Rakousko, Rumunsko, Rusko, Švýcarsko, Ukrajina, bývalá Jugoslávie
<i>Golovinomyces spadiceus</i>	Anthemideae: <i>Chrysanthemum</i> *; Astereae: <i>Aster</i> *; Eupatorieae: <i>Eupatorium</i> *; Heliantheae: <i>Helianthus</i> *, <i>Ambrosia</i> *; <i>Xanthium</i> *; Coreopsideae: <i>Coreopsis</i> *, <i>Dahlia</i> *; Millerieae: <i>Melampodium</i> *; Inuleae: <i>Telekia</i> *; Mutisioideae: <i>Gerbera</i> *; Crotalarieae: <i>Crotalaria</i> *, <i>Zinnia</i> *, <i>Rudbeckia</i> *	celá Evropa, ČR
<i>Golovinomyces macrocarpus</i>	Matricariinae: <i>Achillea (millefolium)</i> *, <i>Matricaria (chamomilla)</i> *; Anthemideae: <i>Tanacetum</i> (sp.*, <i>vulgare</i> *), <i>Anthemis</i> , <i>Tripleurospermum</i> , <i>Mauranthemum</i> , <i>Leucanthemum</i> , <i>Argyranthemum</i> ; Glebionidinae: <i>Glebionis</i> , <i>Ismelia</i>	celá Evropa, ČR

** *G. orontii* je polyfágním druhem padlí, jehož výskyt byl doložen (dle Takamatsu et al., 2013) také na čeledích: *Brassicaceae*, *Bignoniaceae*, *Campanulaceae*, *Cucurbitaceae*, *Lamiaceae*, *Papaveraceae*, *Plantaginaceae*, *Scrophulariaceae*, *Solanaceae*, *Verbanaceae*.

Takamatsu et al. (2013) zkoumali koevoluční vztahy mezi druhy rodu *Golovinomyces* a jejich hostitelskými rostlinami. Na základě komplexní molekulární fylogenetické analýzy tohoto rodu (studiem ITS a sekvencí 28S rDNA), potvrdili spekulaci o blízkém fylogenetickém vztahu rodu *Golovinomyces* s čeledí *Asteraceae*. Zároveň se ukázalo, že rod *Golovinomyces* během svého evolučního vývoje rozšířil

svůj hostitelský okruh i na jiné čeledi, např.: *Rubiaceae* (*G. reidlianus*), *Lamiaceae* (*G. biocellatus*) a *Solanaceae* (*G. magnicellulatus*) (Takamatsu et al., 2013).

Vzhledem k tomu, že z čeledi *Asteraceae* pochází více jak polovina hostitelských rostlin rodu *Golovinomyces*, pak autoři předpokládají, že původní čeledí, na které tyto patogeny parazitovali, byla právě čeleď *Asteraceae* a teprve poté došlo k přesunu na další čeledi (Takamatsu et al., 2013).

Mezi druhy rodu *Golovinomyces*, které byly potvrzeny na území ČR Petřekovou (2016) patří: *Golovinomyces ambrosiae*, *Golovinomyces artemisiae*, *Golovinomyces cichoracearum*, *Golovinomyces depressus*, *Golovinomyces echinopis*, *Golovinomyces inulae*, *Golovinomyces macrocarpus*, *Golovinomyces montagnei* a *Golovinomyces spadiceus*.



Obr. 10: Makrofotografie padlí na *Taraxacum officinale*. Křištofiková, E.

3.10 Obecná charakteristika *G. cichoracearum*/*G. orontii*

Golovinomyces cichoracearum (dříve nazýváno *Erysiphe cichoracearum*) je obligátním biotrofním parazitem, který je kosmopolitně rozšířen.

Na základě molekulárních analýz rDNA sekvencí byl vymezen jeho původ na oblast severní polokoule, odkud se dále rozšířil (Takamatsu et al., 2006).

Původně název *G. cichoracearum* (Braun, 1987) byl používán v širším slova smyslu. Na základě molekulární fylogenetické analýzy (Matsuda a Takamatsu, 2003), která byla zaměřena na zjišťování hostitelských okruhů a fylogenezi hostitelů, bylo *G. cichoracearum* rozděleno do mnoha menších skupin nových druhů. *G. cichoracearum* s. str. má velmi omezený hostitelský okruh vztahující se k čeledi *Asteraceae*, konkrétně tribu *Cichoroideae*. Zatímco *G. cichoracearum* s. lat. zahrnuje komplex mnoha forem specialis a neznámé druhy (Braun a Cook, 2012).

Základní morfologické znaky *G. cichoracearum* jsou následující: mycelium je epifytické - pokrývá listy a stonky (buďto je volně rozprostřené nebo v ohraničených oblastech). Hyfy mycelia mohou být rovné až zakřivené, 30–90 × 3–8 μm, apresoria, 4–10 μm velká se nacházející na konci hyf a jsou bradavkovitého tvaru, někdy středně laločnatá. Konidiofory jsou vzpřímené, 40–80 μm dlouhé, 10–15 μm široké, bazální buňky rovné (občas ohnuté, cylindrické). Konidie dozrávají ve skupinkách řetízkovitě (typ klíčení *Euodium*), 25–42 × 14–23 μm. Chasmothecia, 85–130 μm v průměru, jsou rozptýlená až shlukovitá, kulovitého tvaru, na spodní straně nesoucí početné apendixy. Vřečka v počtu 5–25, elipsovité vejčité, obsahují 2 askospory, které jsou elipsovité vejčité až kulovité, 18–30 × 11–20 μm, bezbarvé (Braun a Cook, 2012).

Standardně je *G. cichoracearum* charakterizováno mnoha chasmothecii s apendixy různé délky, apresoria bradavkovitá, mírně laločnatá a konidiofory s mnoha zakřivenými bazálními buňkami. Avšak tyto morfologické charakteristiky se liší u hostitelů různých druhů. Zatímco na rodu *Lactuca*, *Scorzonera* a *Tragopogon* byla apresoria laločnatá a konidiofory se zakřivenými bazálními buňkami, u rodu *Hieracium* a *Picris* byla apresoria bradavkovitá a konidiofory s rovnými bazálními buňkami (Braun a Cook, 2012).

Nesrovnalosti mezi morfologickými znaky tohoto druhu byly objasněny kompletní molekulární fylogenetickou analýzou rodu *Golovinomyces* a studiem hostitelských okruhů jeho druhů (Takamatsu et al., 2013). Fylogenetické postavení padlí parazitující na rodech *Tragopogn* a *Scorzonera* zůstalo zachováno jako *G. cichoracearum*. Padlí parazitující na rodech *Lactuca*, *Cichorium*, *Mycelis*, *Picris* a *Taraxacum* bylo z původního kladu *G. cichoracearum* s. lat. určeno jako *Golovinomyces orontii* (klad 3), neboť jejich hostitelský okruh se nevztahuje pouze na čeleď *Asteraceae*, ale na devět dalších, které se v tomto kladu nachází: *Scrophulariaceae*, *Papaveraceae*, *Cucurbitaceae*, *Lamiaceae*, *Brassicaceae*, *Campanulaceae*, *Bignoniaceae*, *Solanaceae* a *Verbenaceae* (Takamatsu et al., 2013). Druh *G. orontii* má tedy velmi široký hostitelský okruh zahrnující mnoho čeledí. Izoláty tohoto druhu byly předběžně rozděleny do třech kladů, protože stále není jasné, který je původní (Takamatsu et al., 2013).

V období zkoumání patogenní variability padlí čekankového na locice kompasové (trib *Lactuceae*) se používal platný latinský název - nejprve *Golovinomyces cichoracearum*, poté *G. cichoracearum sensu lato*. Matsuda a Takamatsu (Takamatsu et al., 2003; 2013), kteří studovali fylogenetické vztahy a hostitelské okruhy jednotlivých zástupců rodu *Golovinomyces*, na základě výsledků molekulární fylogenetické analýzy přejmenovali patogena tribu *Lactuceae* na *G. orontii*. V současné době je zřejmé, že jak kulturní (*L. sativa*), tak i plané formy (*L. serriola*) lociky jsou hostitelskými druhy patogena *Golovinomyces orontii*.

Padlí *G. orontii* je svou morfologií i genetikou velice příbuzný druhům, které se vyvíjeli v rámci *G. cichoracearum* - např. druhy, které jsou svým hostitelským okruhem vázány na trib *Cichorioideae*. Avšak od těchto druhů se liší svou charakteristickou biologickou specializací - je to polyfágní druh napadající různé druhy a rody různých čeledí a určitými morfologickými odlišnostmi v anamorfním stavu (Braun a Cook, 2012).

Mycelium *G. orontii* je taktéž epifytické - vytváří se na listech či stoncích rozprostřeně (popř. v kulovitých lézích), bílé přetrvávající či s krátkou životností. Hyfy mycelia jsou mírně ohebné a větvené v pravých úhlech, cca 5–7 µm široké. Apresoria jsou bradavkovitého tvaru, často málo vyvinutá. Konidiofory jsou vzpřímené, bazální buňky rovné nebo často zakřivené, v počtu 30–100 × 10–14 µm.

Konidie jsou produkovány v krátkých řetězcích (typ klíčení *Euodium*), elipsovité vejčité, 25–40 × 15–23 μm. Chasmothecia nebývají často vytvořena, pokud ano, velmi se podobají *G. cichoracearum* s. str., 80–140 μm v průměru. Vřecka se tvoří v počtu 5–14, obsahují 2–4 askospory, které jsou elipsovité vejčité, 16–25 × 12–17 μm, buďto bezbarvé či nažloutlé (Braun a Cook, 2012).

3.11 Variabilita padlí *G. cichoracearum*/*G. orontii* na rodu *Lactuca* spp.

Studiem interakcí kulturního salátu (*L. sativa*) a padlí čekankového (*G. orontii*, dříve *G. cichoracearum*) se zabývalo velké množství vědců, jejichž závěry se víceméně shodovaly - většina genotypů kulturních salátů byla vůči padlí náchylná a jako rezistentní se jevílo pouze omezené množství genotypů *L. sativa* (př.: Amanda Plus, Bremix (Lebeda, 1985); Cindy, Sabine, Soraya a Suzan (Knight et al., 1986). Protože těchto rezistentních odrůd je pouze malé množství, zaměřily se studie na testování rezistentních genotypů planě rostoucích druhů rodu *Lactuca*, jejichž výsledky by byly přínosné pro šlechtitelství a tím pádem i pěstování kulturních odrůd salátů (Lebeda a Mieslerová, 2011).

Podrobnými interakcemi mezi *G. cichoracearum*/*G. orontii* a planě rostoucími druhy *Lactuca* spp. se zabýval Lebeda a jeho spolupracovníci (Lebeda, 1985, 1994; Mieslerová et al. 2007, 2009; Lebeda a Mieslerová, 2011. Testováním (Lebeda, 1985) náchylnosti 29 genotypů pěti planých zástupců rodu *Lactuca* vůči *G. cichoracearum*/*G. orontii* bylo zjištěno, že nejvíce náchylné byly genotypy *L. serriola*. Rezistence byla zaznamenána pouze na několika genotypech (*L. serriola* (PI 255665), *L. saligna*, *L. virosa*, *L. aculeta* a *L. dentata*).

Následující, již podrobnější, studie (Lebeda, 1994) s 99 genotypy pocházejícími ze sedmi planých zástupců rodu *Lactuca*, opětovně potvrdily vysokou náchylnost genotypů druhu *L. serriola* k patogenu. Naproti tomu genotypy druhu *L. saligna* vykazovaly vysokou variabilitu reakcí vůči *G. cichoracearum*/*G. orontii* a z výsledků studie lze usuzovat, že tento genotyp má rasově specifickou rezistenci vůči patogenu *G. cichoracearum*/*G. orontii*. Ostatní genotypy nevykazovaly známky vyššího stupně napadení patogenem.

V období let 2005–2008 bylo v rámci výzkumu patogenní variability *G. cichoracearum*/*G. orontii* cílem sestavit diferenciační soubor rodu *Lactuca* spp., na kterém by se lépe zkoumala intraspecifická variabilita patogenu *G. cichoracearum*/*G. orontii*. Tento diferenciační soubor v současnosti zahrnuje 13 genotypů 4 druhů rodu *Lactuca* (2 genotypy *L. serriola*, 6 kultivarů *L. sativa*, 2 genotypy *L. saligna*, 2 genotypy *L. virosa* a jeden hybrid *L. serriola* × *L. sativa*) (Lebeda et al., 2012). Zároveň během let 2005–2016 byly sbírány, udržovány a testovány (na výše uvedeném diferenciačním souboru) izoláty *G. cichoracearum*/*G. orontii* pocházející z planých populací *L. serriola* (zejména z Moravy a východních Čech) (Lebeda et al., 2008).

V následujících letech byl při testování využíván genotyp *L. serriola* (LSE/57/15) jako náchylná kontrola. Výsledky testování poukázaly na to, že nejvíce zastoupenou reakcí patogenu na diferenciační soubor byla reakce kompatibilní (virulentní). Ta se projevovala zejména u genotypu náchylné kontroly *L. serriola* (LSE/57/15), ale také na kultivarech *L. saligna* (Argeles, Capitan, Sabine, Cobham Green a UCDM2) a hybridu *L. serriola* × *L. sativa*. Nekompatibilní (avirulentní) reakce byly zaznamenány zejména na genotypch *L. virosa* (LVIR/50) a *L. serriola* (PI 273617), *L. saligna* (09-H58-1013) a *L. sativa* cv. Colorado, které tak lze považovat za nejvíce rezistentní genotypy. Žádný z testovaných genotypů nejevil 100% rezistenci, to znamená, že nebyl odolný vůči všem studovaným izolátům padlí. Rozdílné reakce jednotlivých genotypů diferenciačního souboru *Lactuca* spp. na jednotlivé izoláty *G. cichoracearum*/*G. orontii* nejprve dokázaly a následným testováním poté i potvrdily rasovou specifitu tohoto patosystému. Vysoká virulence izolátů k testovaným genotypům vedla autory k závěru, že populace plané *L. serriola* nejsou adaptovány k místním rasám patogenu *G. cichoracearum*/*G. orontii*, kvůli jejich rychlému evolučnímu vývoji. Poměrně malá variabilita a vysoká virulence studovaných izolátů (výjimkou kultivaru Colorado) dokládá existenci genetického toku mezi *G. cichoracearum*/*G. orontii* parazitujícím na planě rostoucích druzích (*L. serriola* – *G. cichoracearum*/*G. orontii*) a kulturním patosystémem (*L. sativa* – *G. cichoracearum*/*G. orontii*) (Lebeda et al., 2013; Lebeda et al., 2016).

4 MATERIÁL A METODY

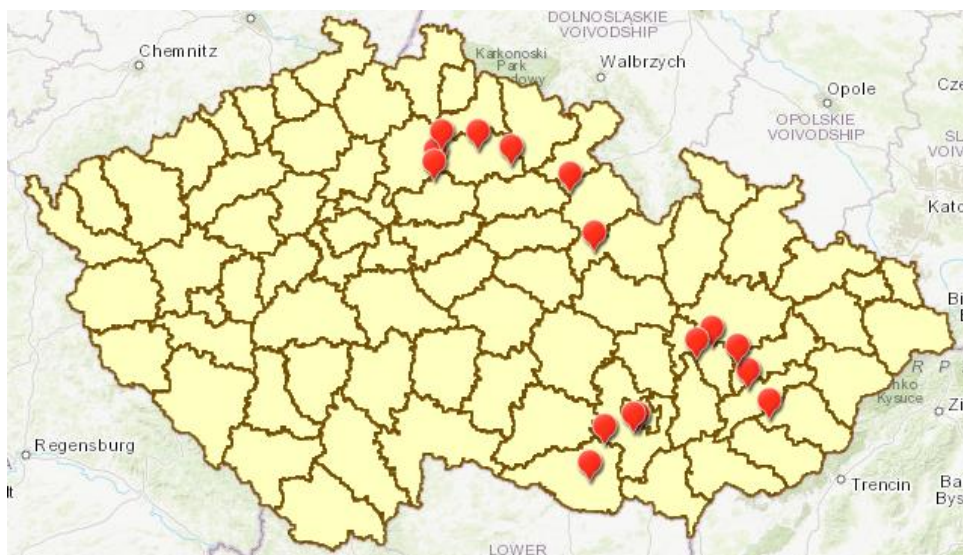
V rámci experimentální části této diplomové práce byly laboratorně udržovány izoláty padlí čekankového (*Golovinomyces cichoracearum*/*G. orontii*), které byly následně využity pro testování patogenní variability na souboru genotypů rodu locika (*Lactuca* spp.).

4.1 Sběr a udržování izolátů *G. cichoracearum*/*G. orontii*

Sběry infikovaného rostlinného materiálu - listy lociky kompasové (*Lactuca serriola*) napadené padlím čekankovým (*G. cichoracearum*/*G. orontii*) byly prováděny v rámci sběrových expedic pořádaných Katedrou botaniky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci roku 2016. Seznam lokalit sběru jednotlivých izolátů padlí čekankového je uveden v Tab. 9. Při sběru materiálu se využívala technika „on planta“, kdy byly sbírány viditelně napadené rostlinné orgány (Lebeda et al., 2017). Odebrané napadené části rostlin byly ukládány do řádně popsanych Petriho či plastových misek vyplněných mírně ovlhčeným filtračním papírem.

Tyto úložné misky by měly být částečně prodyšné (ne zcela uzavřené víko), z důvodu ochrany před znehodnocením materiálu. Vlivem vyšší teploty a nepřístupu vzduchu může snadno dojít k zapaření infikovaného materiálu. Konidie padlí pak nejsou schopny podnítit následnou infekci, a proto by byl odebraný materiál ve studii zcela bezvýznamný. Rostlinné orgány napadené konidiami padlí ukládáme do misek sporulující stranou směrem nahoru, aby nedošlo k jejich smytí (Lebeda et al., 2017).

V následující mapě (Obr. 11) jsou červenými body znázorněna místa sběru jednotlivých izolátů *G. cichoracearum*/*G. orontii*, které byly v rámci experimentální části této diplomové práce použity k testování.



Obr. 11: Mapa ČR zaznamenávající místa sběru izolátů *G. cichoracearum*/*G. orontii* v roce 2016.

Tab. 9: Seznam lokalit sběru izolátů *G. cichoracearum*/*G. orontii* na ločice kompasové (*L. serriola*) v roce 2016.

Číslo izolátu	Lokalita	Okres	Datum sběru
<i>G. cichoracearum</i> / <i>G. orontii</i>			
1/16	Čelechovice	Prostějov	09.08.2016
2/16	Žárovice	Prostějov	09.08.2016
4/16	Hajany	Brno-venkov	09.08.2016
6/16	Ořechov	Brno-venkov	09.08.2016
7/16	Moravský Krumlov	Znojmo	10.08.2016
8/16	Práče	Znojmo	10.08.2016
9/16	Napajedla	Zlín	10.08.2016
11/16	Postupky	Kroměříž	10.08.2016
12/16	Tovačov	Přerov	10.08.2016
14/16	Zálší	Ústí nad Orlicí	11.08.2016
15/16	Ledce	Mladá Boleslav	11.08.2016
16/16	Očelice	Rychnov nad Kněžnou	11.08.2016
17/16	Hořice	Jičín	11.08.2016
19/16	Robousy	Jičín	11.08.2016
20/16	Dolní Bousov	Mladá Boleslav	11.08.2016
21/16	Mcely	Nymburk	11.08.2016
22/16	Lysá nad Labem	Nymburk	11.08.2016

K namnožení izolátů *G. cichoracearum*/*G. orontii* byly použity rostliny *Lactuca serriola* (LSE/57/15). Tento genotyp rodu *Lactuca* je velice náchylný k napadení padlím, a proto slouží jako náchylná kontrola k infekci.

Na čisté 8–10 týdnů staré rostliny *L. serriola* (LSE/57/15) se přenos padlí prováděl otiskem plně nasporulovaného mycelia. Při plně vyvinutém sporulujícím myceliu dochází k tomu, že padlí „práší“, a tak je pokryv čerstvých konidií na semenáčku viditelný pouhým okem (Lebeda et al., 2017). Následně byly infikované rostliny uloženy pod plastové kryty, aby nedocházelo k samovolnému přenosu konidií a přemístěny do fytotronu s dvanáctihodinovou periodou o teplotě 20/18 °C (den/noc) při intenzitě světla: 121 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Stav izolátů byl pravidelně kontrolován a v intervalu 2–3 týdny byly izoláty přenášeny na nové rostliny.

4.2 Souhrn použitého rostlinného materiálu

Pro testování patogenní variability *G. cichoracearum*/*G. orontii* byl použit diferenční soubor 13 genotypů rodu *Lactuca* (Tab. 10). Oddělení fytopatologie Katedry botaniky PřF UP má ve své sbírce semena těchto genotypů. Semena byla vyseta do plastových květináčů o průměru 7 cm, které byly naplněny vlhkým perlitem (Lebeda et al., 2008). Následně byly květináče umístěny do fytotronu, kde docházelo ke klíčení při teplotě 25°C/20°C (den/noc) a fotoperiodě 12h/12h den/noc a intenzitě světla 121 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Jakmile děložní lístky semenáčků byly přijatelně vyvinuté, pak byly rostlinky přesazeny do květináčů naplněných zahradní zeminou mísenou se zahradním substrátem v poměru 2:1. Podmínky pro následný růst byly shodné jako pro klíčení. K testování patogenní variability padlí u rodu *Lactuca* je zapotřebí používat vzrostlejší rostliny staré zhruba osm týdnů, neboť mladší rostlinky mají velmi citlivá rostlinná pletiva.

Tab. 10: Diferenciační soubor genotypů rodu *Lactuca*.

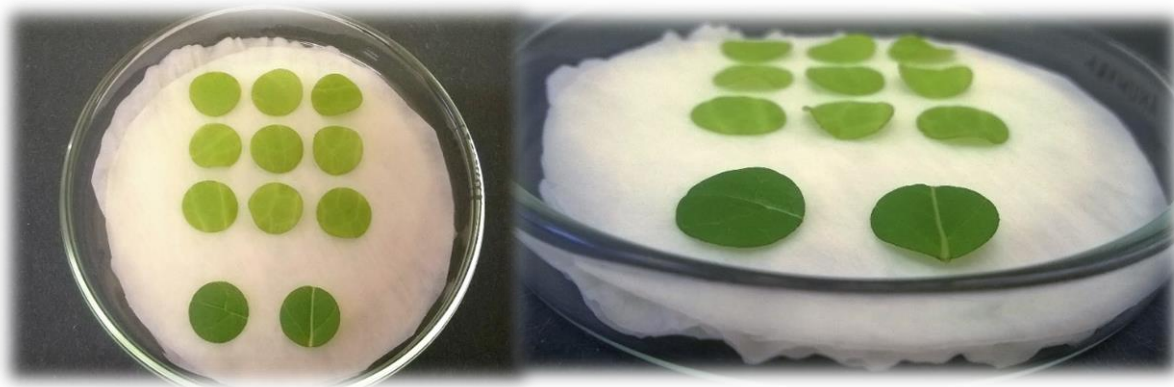
Genotyp rodu <i>Lactuca</i> spp.
<i>Lactuca serriola</i> (LSE/57/15)
<i>Lactuca serriola</i> (PI 273617)
<i>Lactuca sativa</i> cv. Hilde x <i>Lactuca serriola</i>
<i>Lactuca sativa</i> cv. Capitan
<i>Lactuca sativa</i> cv. Colorado
<i>Lactuca sativa</i> cv. Argeles
<i>Lactuca sativa</i> cv. Sabine
<i>Lactuca sativa</i> cv. UCDM2
<i>Lactuca sativa</i> cv. Cobham Green
<i>Lactuca saligna</i> (09-H58-1013)
<i>Lactuca saligna</i> (09-H58-1010)
<i>Lactuca virosa</i> (LVIR/50)
<i>Lactuca virosa</i> (09-H58-998)

4.2.1 Metoda listových disků

Samotné testování patogenní variability *G. cichoracearum*/*G. orontii* bylo prováděno tzv. metodou listových disků (Obr. 12).

Testovaný genotyp rodu *Lactuca* se sestával ze tří rostlin téhož druhu. Z každé rostliny byly odebrány listy a za pomoci korkovrtu o průměru 12 cm z nich byly vyříznuty tři disky. Z jednoho genotypu bylo použito devět listových disků. Jako kontrolní vzorek byly použity dva listové disky totožného průměru pocházející ze dvou rostlin vysoce náchylného genotypu *Lactuca serriola* (LSE/57/15). Úhrnem bylo použito jedenáct listových disků.

Těchto jedenáct listových disků bylo svou spodní stranou umístěno na předem připravené Petriho misky. Petriho misky byly vyloženy vrstvou buničité vaty a překryté vrstvou filtračního papíru, dále byly všechny vrstvy mírně ovlhčeny destilovanou vodou.



Obr. 12: Příprava experimentu metodou listových disků. Křištofiková, E.

4.2.2 Inokulace a inkubace padlí

Inokulace byla prováděna vždy za pomoci sterilní laboratorní pinzety, a to otištěním konidií silně sporulujícího mycelia daného izolátu *G. cichoracearum*/*G. orontii* z hostitelské rostliny *L. serriola* (LSE/57/15) na svrchní stranu testovaného listového disku. Takto připravené Petriho misky s inokulovanými listovými disky daným izolátem padlí byly pečlivě popsány a umístěny do fytostronu, kde probíhala jejich inkubace při stejné fotoperiodě a teplotě, jako v případě udržování samotných izolátů *G. cichoracearum*/*G. orontii*.



Obr. 13: Nainokulované listové disky studovaného a kontrolního genotypu r. *Lactuca* padlím *G. cichoracearum*/*G. orontii*. Křištofiková, E.

4.2.3 Hodnocení intenzity napadení listových disků padlím

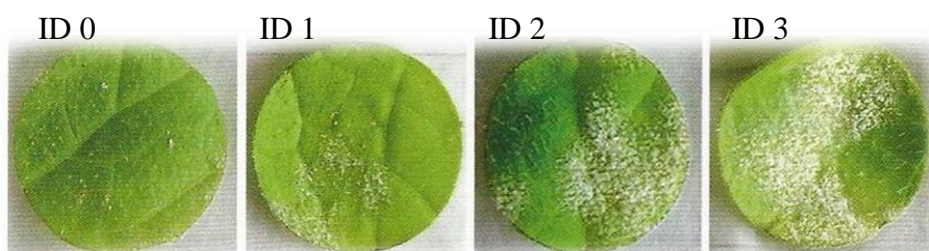
Hodnocení intenzity napadení listových disků padlím bylo prováděno metodou přímou, a to na základě viditelného fenotypového projevu (Lebeda et al., 2017).

Základem této přímé kvantitativní metody bylo stanovení stupně napadení (Infection Degree, ID) patogena na listových discích, tj. plocha rostlinného pletiva, která byla pokrytá patogenem.

První hodnocení napadení listových disků padlím bylo prováděno 7. den po inokulaci, poslední pak 14. den po inokulaci. Pro stanovení výskytu patogena nacházejícího se na listových discích rostlin byla použita stupnice (Tab. 11) dle Lebedy et al. (Lebeda et al., 2012), kdy ke zpracování výsledků byla použita data ze 14. dne po inokulaci.

Tab. 11: Stupnice pro hodnocení intenzity napadení listových disků padlím (*G. cichoracearum*/*G. orontii*) (Lebeda et al., 2012, 2013).

Hodnota ID	Výskyt patogena na listovém disku rostliny
0	disky bez symptomu napadení
1	izolované léze padlí na povrchu disku
2	≤ 50 % povrchu disku pokryto sporulujícím myceliem
3	≥ 50 % povrchu disku pokryto sporulujícím myceliem



Obr. 14: Detail listových disků s různým stupněm napadení (převzato z Lebeda et al., 2017).

Procentuální maximální stupeň intenzity napadení (%maxID) pro každý testovaný genotyp byl pak určen na základně vzorce podle Townsenda a Heubergera (Townsend et Heuberger, 1943).

$$\%maxID = \Sigma \frac{(n \times v) \times 100}{x \times N},$$

kde:

%maxID = celkový stupeň napadení (tj. ID v %)

n = počet listových disků v každém stupni napadení (tj. 0–3)

v = stupeň napadení

x = počet stupňů napadení (tj. 3)

N = celkový počet hodnocených listových disků.

Na základě vypočtených hodnot %maxID pro každou interakci genotypu rodu *Lactuca* s jednotlivými izoláty *G. cichoracearum*/*G. orontii* byly stanoveny následující kategorie (Tab. 12):

Tab. 12: Stupnice pro hodnocení virulence patogena *G. cichoracearum*/*G. orontii*. (Lebeda et al., 2013).

Stupeň virulence	Celkový stupeň napadení %maxID
A (Avirulent) avirulentní	%maxID ≤ 30 %
MV (Moderately Virulent) středně virulentní	30 % ≤ %maxID ≤ 60 %
V (Virulent) virulentní	60 % ≤ %maxID ≤ 100 %

Reakce všech genotypů rodu *Lactuca* k jednotlivým izolátům *G. cichoracearum*/*G. orontii* na základě výsledných hodnot %maxID pak byly kategorizovány následujícím způsobem (Tab. 13) (Lebeda et al., 2012):

Tab. 13 : Stupnice pro hodnocení rezistence genotypů rodu *Lactuca*. (Lebeda et al., 2013).

Reakce genotypů	Celkový stupeň napadení DS
R (Resistant) rezistentní	%maxID ≤ 30 %
MR (Moderately Resistant) středně rezistentní	30 % ≤ %maxID ≤ 60 %
S (Susceptible) náchylný	60 ≤ %maxID ≤ 100 %

4.3 Sběrové protokoly

Na Katedře botaniky PřF UP v Olomouci již dlouhodobě probíhá vědecký výzkum zaměřený na studium planých populací lociky kompasové (*Lactuca serriola*). Nedílnou součástí tohoto výzkumu jsou sběrové expedice, jejichž cílem je zaznamenávat výskyt a rozšíření dvou hlavních patogenů *L. serriola*: *Golovinomyces cichoracearum*/*G. orontii* a *Bremia lactucae*. Výsledkem těchto každoročních expedic jsou sběrové protokoly zaznamenávající lokaci a populaci *L. serriola*, výskyt konkrétního patogena v populaci *L. serriola* společně s jeho stupněm napadení. Pro hodnocení jednotlivého stupně napadení (DI) na rostlině byla použita následující stupnice (Tab. 14):

Tab. 14: Stupnice pro hodnocení napadení rostliny patogenem. (Lebeda, 1994).

DI 0	sledované rostliny bez viditelných příznaků napadení
DI 1	sporadický výskyt pustulí padlí na listech, slabší růst mycelia, slabá sporulace, velikost napadené listové plochy max. 25 %
DI 2	vyšší výskyt pustulí padlí na listech, silný růst mycelia, středně silná sporulace, velikost napadené listové plochy 25–50 %
DI 3	větší souvislé povlaky sporulujícího mycelia, velikost napadené listové plochy 50–75 %
DI 4	velké plochy listu pokryté sporulujícím myceliem

Z infikovaných listů napadených populací *L. serriola* byly odebírány vzorky, které sloužily jako izoláty k následnému laboratornímu testování patogenní variability padlí nebo byly herbalizovány a uloženy.

Tyto sběrové expedice se konají v letních měsících (z dostupných dat převážně v měsíci srpen) na území ČR, nejčastěji však na střední a jižní Moravě a ve východních Čechách. Sběrové protokoly z let 2007–2017 byly poskytnuty oddělením fytopatologie a mikrobiologie Katedry botaniky PřF UP. Na základě těchto sběrových protokolů byl studován výskyt a četnost napadení planě rostoucích zástupců *L. serriola* padlím *G. cichoracearum*/*G. orontii*. Jejich sumární analýza je zaznamenána v kapitole výsledky. Veškeré mapy byly vytvořeny z volně dostupného nosiče - programu ArcGIS.

5 VÝSLEDKY

5.1 Testování patogenní variability

V roce 2016 byla testována patogenní variabilita celkem 16 izolátů *G. cichoracearum*/*G. orontii* na diferenciačním souboru 13 genotypů rodu *Lactuca* spp. (*L. serriola*, kultivary *L. sativa*, *L. virosa*, *L. saligna* a hybrid *L. sativa* Hilde × *L. serriola*).

Na základě vypočítaných hodnot %maxID pro každou interakci patosystému, byl stanoven stupeň virulence patogena. Z celkového počtu 177 interakcí byla nejvíce zastoupena kategorie V- virulentní: 68,36 %, která se nejvíce projevovala na kontrolní *L. serriola* (LSE/57/15), kultivarech *L. sativa* cv. UCDM2, *L. sativa* cv. Argeles, *L. sativa* cv. Sabine a na *L. virosa* (LVIR/09-H58-998).

V menším zastoupení byla reakce charakterizovaná stupněm virulence patogena MV- středně virulentní: 23,73 %, která se projevovala na: *L. saligna* (09-H58-1010), kultivaru *L. sativa* cv. Capitan, *L. serriola* (PI/273617) i hybridu *L. sativa* Hilde × *L. serriola*.

Nejméně zastoupenou interakcí byla kategorie A- avirulentní: 7,91 %. Tato reakce byla zaznamenána nejvíce na: *L. virosa* (LVIR/50) a kultivaru *L. sativa* cv. Colorado, která se vyskytovala i v hojném zastoupení v kategorii MV.

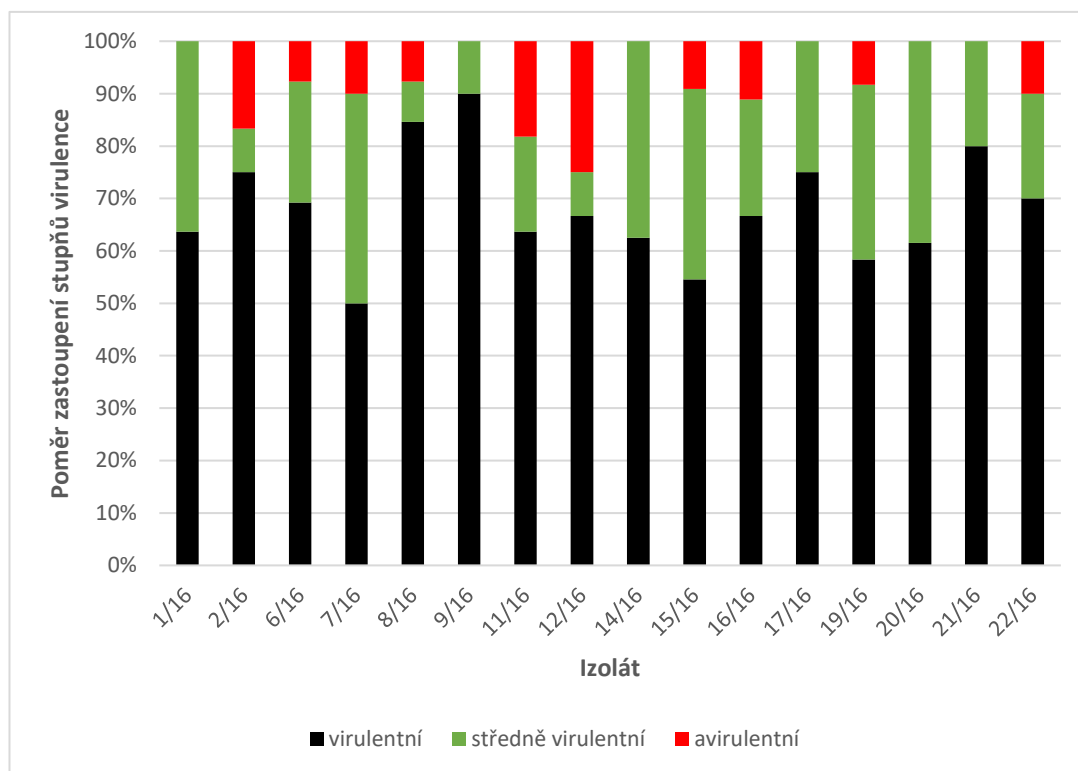
Výsledky analýzy virulence izolátů *G. cichoracearum* jsou zaznamenány v Tab. 15. Jednotlivé reakce genotypů *Lactuca* spp. na izoláty *G. cichoracearum*/*G. orontii* jsou znázorněny v Grafu 1.

Nejvíce virulentní izolát *G. cichoracearum*/*G. orontii* byl 9/16 a 8/16. Žádný z testovaných izolátů nevykazoval 100% virulenci k celému diferenciačnímu souboru *Lactuca* spp. Jako vysoce virulentní se jevíly izoláty: 1/16, 9/16, 14/16, 17/16, 20/16 a 21/16, z nichž ani jeden neposkytl avirulentní reakci. Každý z testovaných izolátů poskytl minimálně jednu středně virulentní reakci, přičemž nejvíce zastoupených MV stupňů bylo u izolátů: 7/16 a 20/16. Nejméně virulentními izoláty byly 11/16 a 12/16, které poskytl nejvíce avirulentních interakcí.

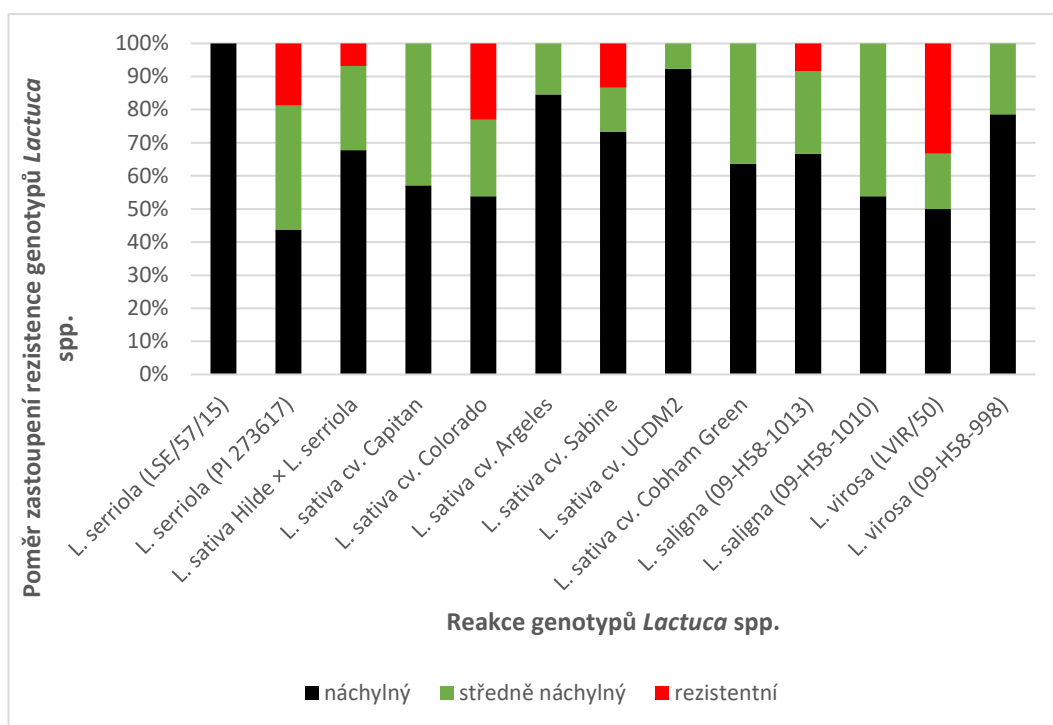
Při testování genotypů rodu *Lactuca* spp. se jako rezistentní jevily genotypy *L. virosa* (LVIR/50) a *L. sativa* cv. Colorado. Náchylné reakce vůči testovaným izolátům vykazoval genotyp *L. virosa* (LVIR/09-H58-998) a další tři kultivary genotypu *L. sativa*: Argeles, Sabine a UCDM2. Středně rezistentní reakce vůči testovaným izolátům byla zaznamenána u genotypů: *L. serriola* (PI/273617), *L. sativa* cv. Capitan a *L. saligna* (09-H58-1010).

Všechny výsledky reakcí jednotlivých genotypů rodu *Lactuca* spp. na izoláty *G. cichoracearum*/*G. orontii* jsou zaznamenány v Grafu 2.

Graf 1: Virulence/avirulence izolátů *G. cichoracearum*/*G. orontii* zjištěné na diferenciačním souboru *Lactuca* spp.



Graf 2: Reakce genotypů *Lactuca* spp. na inokulaci izoláty *G. cichoracearum*/*G. orontii*.



Tab. 15: Reakce *G. cichoracearum*/*G. orontii* na testovaných genotypech rodu *Lactuca* (rok 2016).

Legenda: V - virulentní; MV - středně virulentní; A - avirulentní

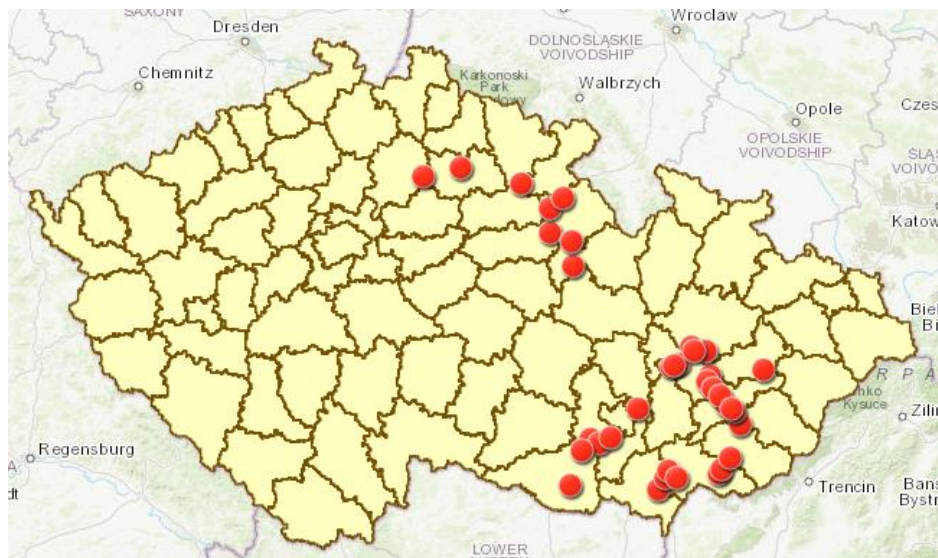
Genotyp <i>Lactuca</i> spp.	Izolát <i>Golovinomyces cichoracearum</i> / <i>G. orontii</i> / reakce															
	1/16	2/16	6/16	7/16	8/16	9/16	11/16	12/16	14/16	15/16	16/16	17/16	19/16	20/16	21/16	22/16
<i>L. serriola</i> (LSE/57/15)	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
<i>L. serriola</i> (PI 273617)	MV	V	V	V	V	V	A	A	MV	MV	V	V	MV	MV	MV	A
<i>L. sativa</i> Hilde × <i>L. serriola</i>	MV	V	V	MV	V	V	V	MV	V	V	A	V	-	V	V	MV
<i>L. sativa</i> cv. Capitan	MV	V	V	MV	V	-	MV	V	MV	V	V	-	V	MV	MV	V
<i>L. sativa</i> cv. Colorado	-	A	A	A	V	V	V	V	-	V	MV	MV	MV	V	-	V
<i>L. sativa</i> cv. Argeles	V	V	V	V	MV	V	V	V	-	MV	V	V	V	V	-	-
<i>L. sativa</i> cv. Sabine	V	A	MV	V	A	V	V	V	V	V	V	V	V	MV	V	-
<i>L. sativa</i> (UCDM2)	V	V	V	-	V	V	-	V	V	MV	V	V	V	V	V	-
<i>L. sativa</i> cv. Cobham Green	-	V	MV	MV	V	-	V	V	V	-	-	V	MV	V	-	MV
<i>L. saligna</i> (09-H58-1013)	V	MV	V	-	V	-	-	A	-	V	MV	MV	V	V	V	V
<i>L. saligna</i> (09-H58-1010)	V	V	V	V	V	MV	MV	-	-	MV	-	MV	MV	MV	V	V
<i>L. virosa</i> (LVIR/50)	MV	-	MV	-	V	V	A	A	-	A	-	V	A	V	V	V
<i>L. virosa</i> (09-H58-998)	V	V	V	MV	V	V	V	V	MV	-	-	V	V	MV	V	V

5.2 Hodnocení sběrových protokolů

Analýza rozšíření a výskytu *G. cichoracearum*/*G. orontii* na populacích *L. serriola* byla prováděna z dostupných sběrových protokolů z let 2007–2017. Popis výskytu populací *L. serriola* byl segmentován do šesti kategorií – zahrada, trávník, sad, příkop, okraj pole a rumiště.

Rok 2007:

V roce 2007 byl prováděn sběr vzorků i hodnocení výskytu *G. cichoracearum*/*G. orontii* v populacích *L. serriola*. Tento sběr se uskutečnil na celkem 86 lokalitách v 7 krajích (Jihomoravském, Královohradeckém, Moravskoslezském, Olomouckém, Pardubickém, Středočeském a Zlínském).



Obr. 15: Mapa všech navštívených lokalit s výskytem druhu *L. serriola* v roce 2007 na území ČR.

Četnost výskytu napadení padlím *G. cichoracearum*/*G. orontii* na *L. serriola* v těchto lokalitách byla 81,4 %. Celkem bylo hodnoceno 103 populací *L. serriola*, přičemž četnost výskytu napadení padlím *L. serriola* byla zjištěna 74,8 %.

Nejvíce zastoupeným stupněm napadení na těchto populacích byl stupeň DI 1, který byl zaznamenán na 57,1 % populací. Druhým nejčastějším stupněm napadení byl stupeň DI 2, jehož hodnota dosáhla 29,9 % populací. Stupeň DI 3 a DI 4 byl zastoupen stejně – na 6,5 % populací.

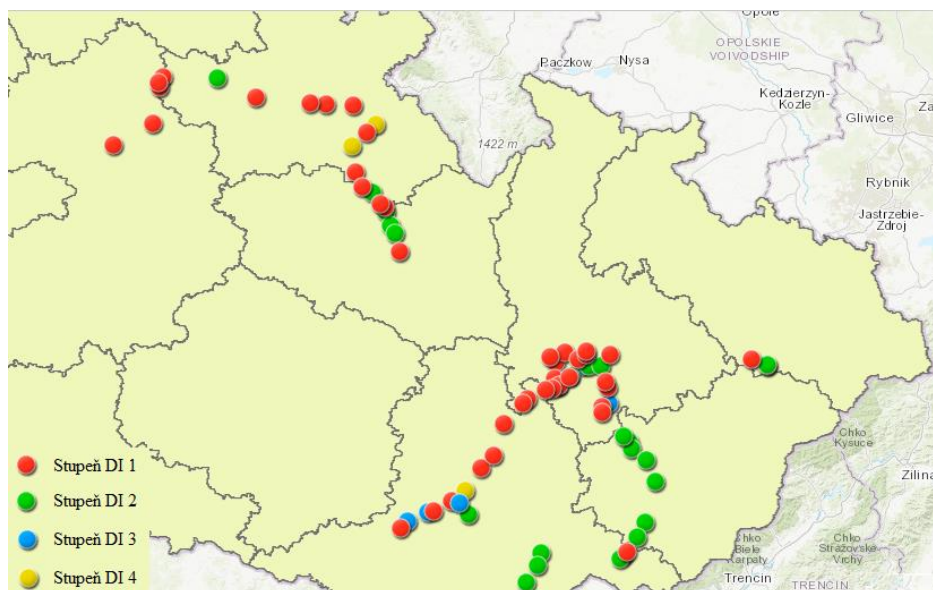
Nejvíce padlím napadenou populací *L. serriola* byly populace nacházející se na okraji pole (32,5 %), dále v příkopě (28,6 %), rumišti (18,1 %), trávníku (10,4 %) a v zahradách (10,4 %). Populace napadená padlím v sadě nebyla zaznamenána.

V rámci analýzy okresů, z výsledků vyplývá, že stupeň napadení DI 1 převažoval v okrese Prostějov, naopak např. v okrese Hodonín, Kroměříž převažoval stupeň napadení DI 2. Detailnější rozbor zjištěných výsledků znázorňuje Tab. 16.

Tab. 16: Výskyt GC/GO v populacích *L. serriola* v jednotlivých okresech roku 2007.

Okres / počet populací <i>L. serriola</i> s danými stupni napadení	DI 1	DI 2	DI 3	DI 4
Blansko	2	0	0	0
Brno-město	1	0	0	0
Brno-venkov	3	1	2	1
Břeclav	0	1	0	0
Hodonín	1	4	0	0
Jičín	1	1	0	0
Kroměříž	0	4	0	0
Mladá Boleslav	3	1	0	0
Náchod	3	0	0	0
Nový Jičín	1	1	0	1
Nymburk	2	0	0	0
Olomouc	8	2	0	0
Prostějov	10	1	1	1
Přerov	2	0	1	0
Rychnov nad Kněžnou	3	1	0	2
Svitavy	1	0	0	0
Uherské Hradiště	0	2	0	0
Ústí nad Orlicí	2	3	0	0
Zlín	0	1	0	0
Znojmo	1	0	1	0

Pozitivní nález *G. cichoracearum*/*G. orontii* byl zaznamenán ve všech krajích, na kterých byl prováděn sběr vzorků *L. serriola*. Mapa ČR s vyznačenými krají (Obr. 16) demonstruje jednotlivé stupně napadení parazita ve sledovaných lokalitách. Společně s výsledky z Tab. 17, která se zabývá analýzou okresů, pak jednoznačně vyplývá, že největší množství nálezů patogenu *GC/GO* na *L. serriola* bylo v Olomouckém kraji se stupněm napadení DI 1. Zároveň se také v tomto kraji vyskytovaly vzorky druhu *L. serriola* se všemi stupni napadení.

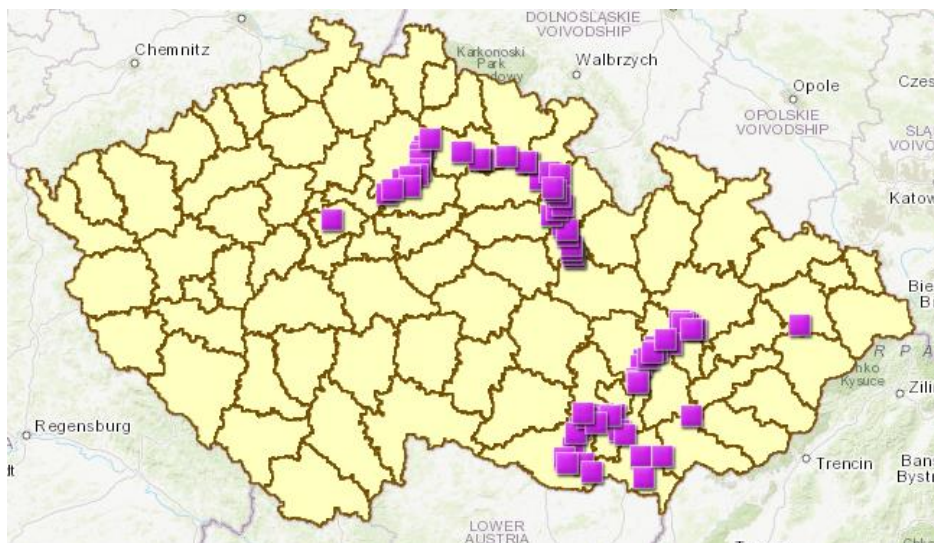


Obr. 16: Výskyt jednotlivých stupňů napadení na *L. serriola* patogenem *GC/GO* v lokalitách v roce 2007.

Rok 2008:

V roce 2008 byl prováděn sběr vzorků a hodnocení výskytu *G. cichoracearum*/*G. orontii* v populacích *L. serriola* celkem na 82 lokalitách opět v 7 krajích (Jihomoravském, Královohradeckém, Moravskoslezském, Olomouckém, Pardubickém, Středočeském a Zlínském), avšak v Moravskoslezském a Zlínském kraji bylo sesbíráno po jednom vzorku. Obr. 17 znázorňuje všechny navštívené lokality s výskytem *L. serriola* v tomto roce.

Obr. 17: Mapa všech navštívených lokalit s výskytem druhu *L. serriola* v roce 2008 na území ČR.



Četnost výskytu napadení padlím na *L. serriola* v těchto lokalitách byla 47,6 %. Dohromady bylo hodnoceno 94 populací *L. serriola*, kde četnost výskytu napadení padlím v populacích *L. serriola* byla zjištěna 47,9 %.

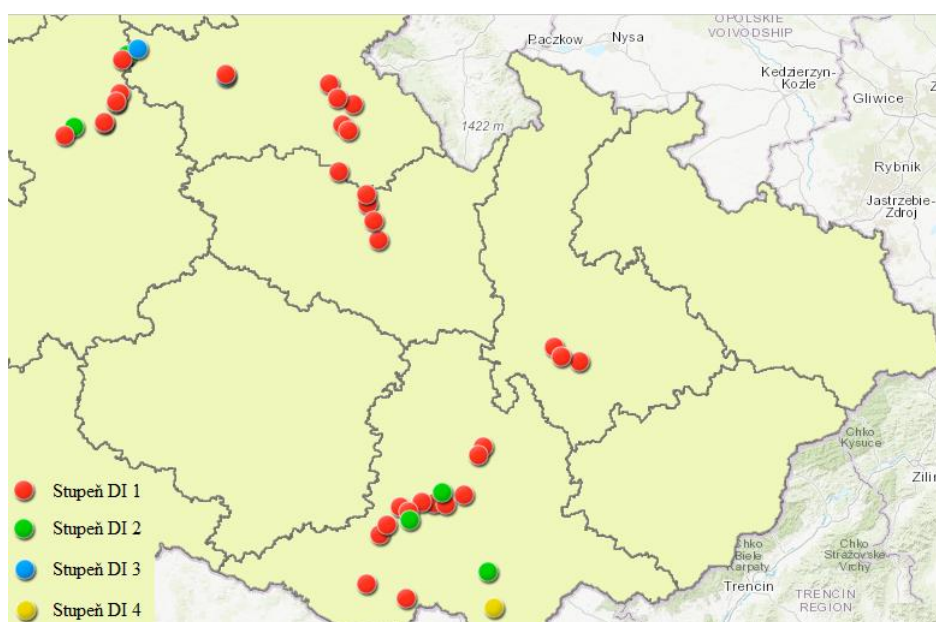
Téměř většina výskytu napadení na těchto populacích byla zastoupena stupněm DI 1. Tento stupeň byl zaznamenán na 80,1 % populací. Druhým nejčastějším stupněm výskytu byl stupeň DI 2, jehož hodnota dosáhla 13,3 % populací. Stupeň DI 3 byl zaznamenán na 4,4 % populací a stupeň DI 4 byl zastoupen na 2,2 % populací.

Nejvíce padlím napadenou populací *L. serriola* byly opět populace nacházející se na okraji pole (31,2 %) a trávníku (28,9 %). Méně pak v příkopě, rumišti a zahradě (13,3 %). Populace napadená padlím v sadě nebyla žádná.

Z analýzy okresů vyplývá, že stupeň napadení DI 1 převažoval v okrese Brno-venkov, Znojmo, Rychnov nad Kněžnou. Zároveň v žádném z okresů nebyly současně zastoupeny všechny čtyři stupně napadení. Podrobnější rozbor zjištěných výsledků představuje Tab 17.

Tab. 17: Výskyt *GC/GO* v populacích *L. serriola* v jednotlivých okresech roku 2008.

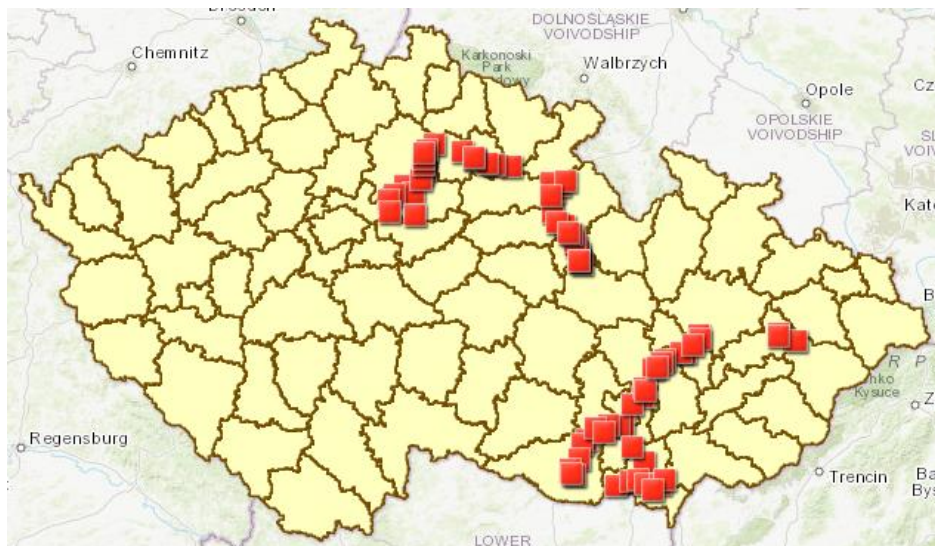
Okres / počet populací <i>L. serriola</i> s danými stupni napadení	DI 1	DI 2	DI 3	DI 4
Brno-venkov	10	2	0	0
Břeclav	0	1	0	1
Hodonín	0	0	0	0
Jičín	1	0	2	0
Kroměříž	0	0	0	0
Mladá Boleslav	0	1	0	0
Náchod	2	0	0	0
Nový Jičín	0	0	0	0
Nymburk	5	2	0	0
Olomouc	3	0	0	0
Prostějov	0	0	0	0
Rychnov nad Kněžnou	5	0	0	0
Svitavy	1	0	0	0
Trutnov	0	0	0	0
Ústí nad Orlicí	3	0	0	0
Znojmo	6	0	0	0



Obr. 18: Výskyt jednotlivých stupňů napadení na *L. serriola* patogenem *GC/GO* v lokalitách v roce 2008.

Rok 2009:

V roce 2009 byl prováděn sběr vzorků i hodnocení výskytu *G. cichoracearum*/*G. orontii* na populacích *L. serriola* celkem na 83 lokalitách v 5 krajích (Jihomoravském, Královohradeckém, Olomouckém, Pardubickém a Středočeském).



Obr. 19: Mapa všech navštívených lokalit s výskytem druhu *L. serriola* v roce 2009 na území ČR.

Četnost výskytu napadení padlím na *L. serriola* v těchto lokalitách byla výrazně nižší než v předešlém roce (38,6 %). Celkem bylo hodnoceno 109 populací, kde četnost výskytu napadení padlím *G. cichoracearum*/*G. orontii* byla 33 %.

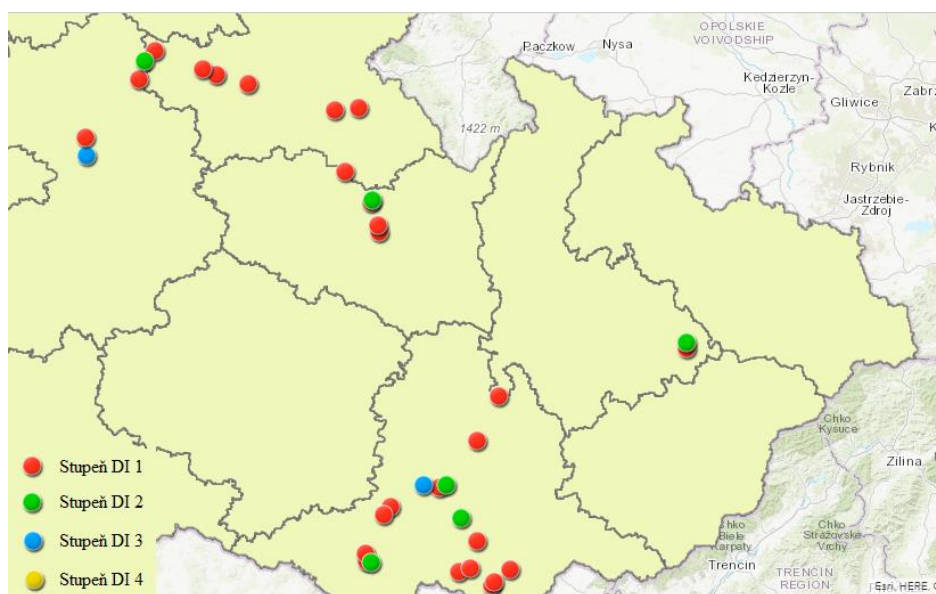
Stejně jako v předcházejících letech byl nejvíce zastoupeným stupněm napadení stupeň DI 1. Tento stupeň byl zaznamenán na 77,8 % populací. Druhým nejvíce zastoupeným stupněm výskytu byl stupeň DI 2, na 16,7 % populací. Stupeň DI 3 byl zastoupen na 5,5 % populací a stupeň DI 4 nebyl zastoupen vůbec.

Nejvíce napadenou populací *L. serriola* padlím byly populace nacházející se na okrajích polí (36,1 %), dále v příkopech (22,2 %), rumišťích (22,2 %) a trávnicích (11,1 %). Nejméně pak v sadech (5,6 %) a zahradách (2,8 %).

V rámci rozboru okresů (Tab. 18), z výsledků plyne, že stupeň DI 1 byl opět nejčetnějším stupněm napadení, který převažoval hlavně v okrese Břeclav. Pouze v okrese Brno-venkov byly zaznamenány všechny tři stupně napadení padlím.

Tab. 18: Výskyt GC/GO v populacích *L. serriola* v jednotlivých okresech roku 2009.

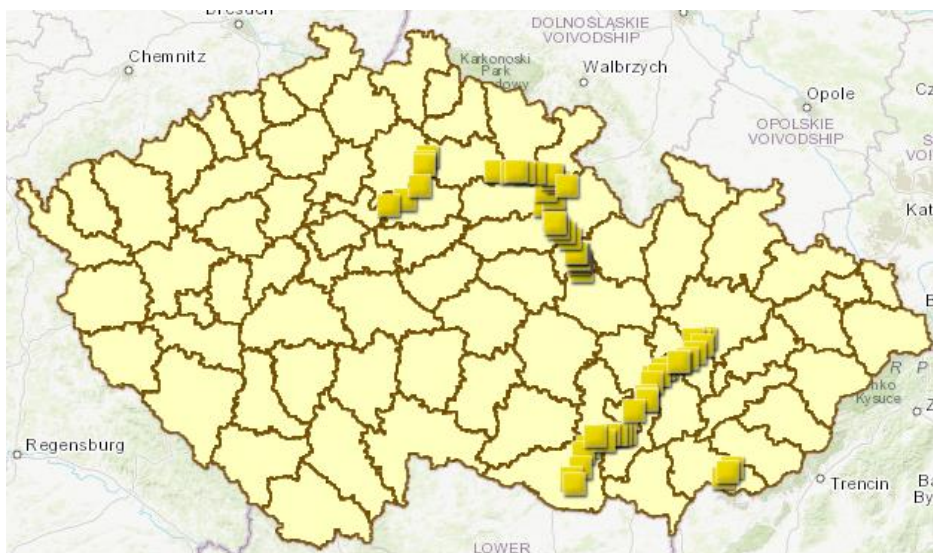
Okres / počet populací <i>L. serriola</i> s danými stupni napadení	DI 1	DI 2	DI 3	DI 4
Blansko	0	0	0	0
Brno-město	0	0	0	0
Brno-venkov	2	2	1	0
Břeclav	8	0	0	0
Hradec Králové	0	0	0	0
Jičín	3	0	0	0
Mladá Boleslav	1	1	0	0
Náchod	1	0	0	0
Nymburk	1	0	1	0
Olomouc	0	0	0	0
Prostějov	2	0	0	0
Přerov	0	1	0	0
Rychnov nad Kněžnou	3	0	0	0
Svitavy	0	0	0	0
Trutnov	0	0	0	0
Ústí nad Orlicí	3	1	0	0
Znojmo	4	1	0	0



Obr. 20: Výskyt jednotlivých stupňů napadení na *L. serriola* patogenem GC/GO v lokalitách v roce 2009.

Rok 2010:

V roce 2010 byl prováděn sběr vzorků i hodnocení výskytu *G. cichoracearum*/*G. orontii* na populacích *L. serriola*. Tento sběr i hodnocení se uskutečnil na 72 lokalitách v 5 krajích (Jihomoravském, Královohradeckém, Olomouckém, Pardubickém a Středočeském).



Obr. 21: Mapa všech navštívených lokalit s výskytem druhu *L. serriola* v roce 2010 na území ČR.

Četnost výskytu napadení padlím *G. cichoracearum*/*G. orontii* na *L. serriola* v těchto lokalitách byla obdobná jako v minulém roce – 44,4 %. Celkem bylo hodnoceno 107 populací *L. serriola*, kde četnost výskytu napadení padlím *L. serriola* byla 34,6 %.

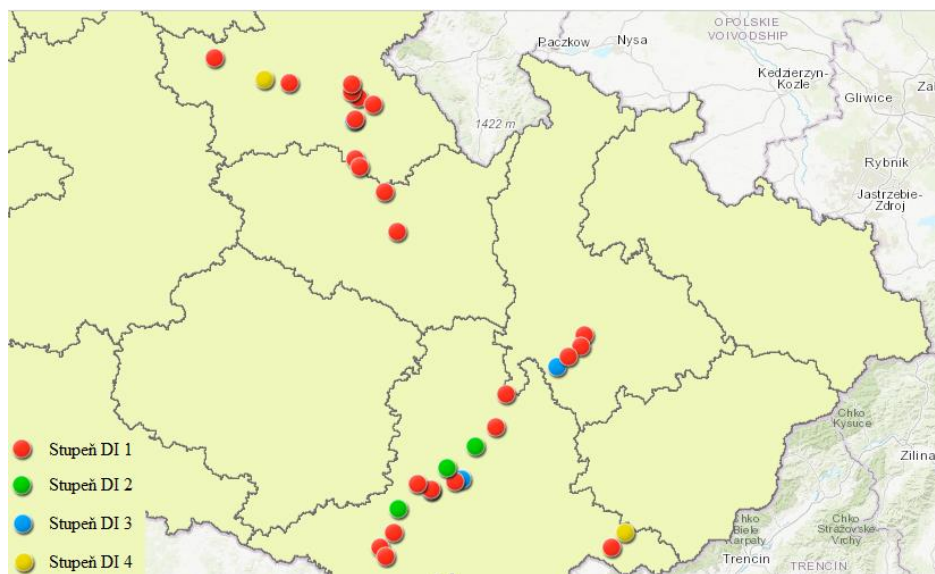
Stejně jako v předcházejících letech byl nejvíce zastoupeným stupněm napadení stupeň DI 1. Tento stupeň byl zaznamenán na 73 % populací. Výjimku proti předešlým rokům je druhý nejčastější stupeň výskytu DI 3 – na 10,8 % populací. Stupeň výskytu DI 2 společně se stupněm DI 4 byl zastoupen na 8,1 % populací.

Více jak polovina populací *L. serriola* napadena padlím se nacházela na okraji pole (56,8 %). Méně často pak byly padlím napadené populace vyskytující se na trávníku (18,9 %), příkopu (13,5 %) a rumišti (10,8 %). Populace napadené padlím v sadě a zahradách nebyly žádné.

Z výsledků analýzy okresů (Tab. 19) vyplývá, že stupeň napadení DI 1 převažoval v okrese Rychnov nad Kněžnou, Náchod.

Tab. 19: Výskyt GC/GO v populacích *L. serriola* v jednotlivých okresech roku 2010.

Okres / počet populací <i>L. serriola</i> s danými stupni napadení	DI 1	DI 2	DI 3	DI 4
Blansko	1	0	0	0
Brno-město	0	1	0	0
Brno-venkov	4	1	2	0
Hodonín	1	0	0	2
Hradec Králové	0	0	0	0
Jičín	1	0	0	1
Mladá Boleslav	0	0	0	0
Náchod	4	0	0	0
Nymburk	0	0	0	0
Olomouc	1	0	0	0
Prostějov	2	0	1	0
Rychnov nad Kněžnou	5	0	1	0
Svitavy	1	0	0	0
Trutnov	1	0	0	0
Ústí nad Orlicí	3	0	0	0
Znojmo	3	1	0	0

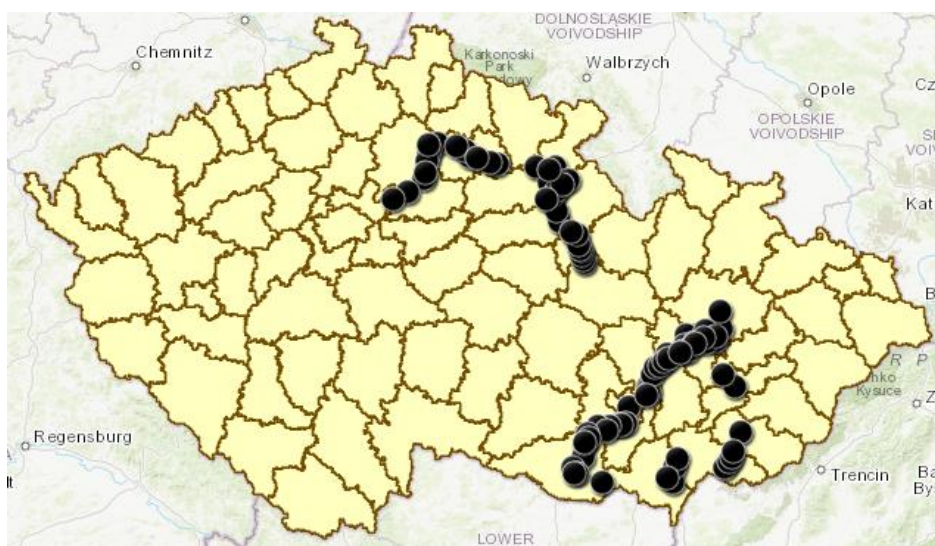


Obr. 22: Výskyt jednotlivých stupňů napadení na *L. serriola* patogenem GC/GO v lokalitách v roce 2010.

Rok 2011:

V roce 2011 byl prováděn sběr vzorků i hodnocení výsledků *G. cichoracearum*/*G. orontii* na populacích *L. serriola* celkem na 92 lokalitách v 6 krajích (Jihomoravském, Královohradeckém, Olomouckém, Pardubickém, Středočeském a Zlínském).

Četnost výskytu napadení padlím *G. cichoracearum*/*G. oronti* na *L. serriola* v těchto lokalitách byla 51,1 %. V tomto roce bylo hodnoceno nejvíce populací ze všech analyzovaných deseti let - souhrnně 125 populací *L. serriola*, přičemž četnost výskytu napadení padlím v populacích *L. serriola* byla 40,8 %.



Obr. 23: Mapa všech navštívených lokalit s výskytem druhu *L. serriola* v roce 2011 na území ČR.

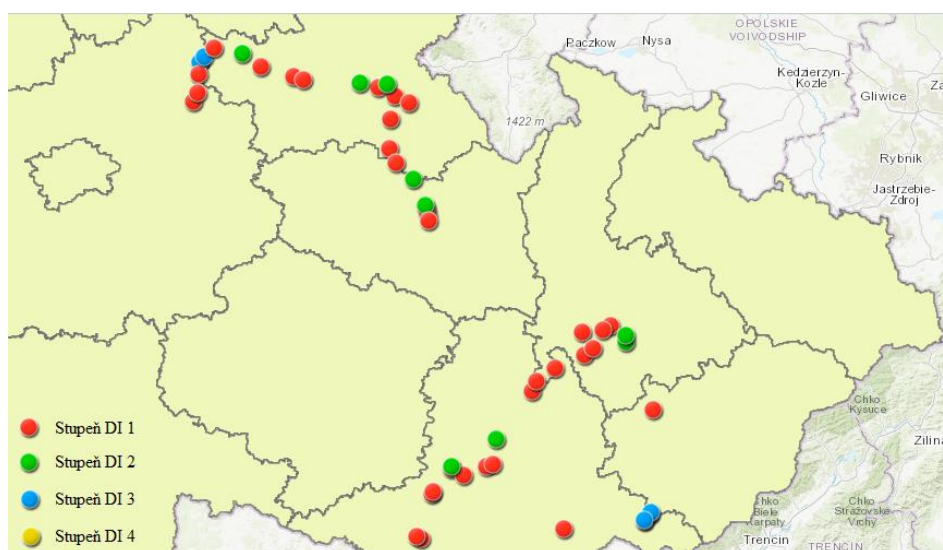
Jako ve všech předcházejících letech, i v tomto roce, byl nejvíce zastoupen stupeň napadení DI 1, který byl zaznamenán na 74,5 % populací. Druhým nejčastějším stupněm výskytu na *L. serriola* byl stupeň napadení DI 2, jehož hodnota činila 17,6 %. Stupeň napadení DI 3 byl zastoupen na 7,9 % populací. Stupeň napadení DI 4 nebyl zastoupen vůbec, stejně jako v roce 2009.

Nejvíce padlím napadenou populací *L. serriola* byly populace nacházející se na okraji pole (37,3 %) a trávníku (27,5 %). Následovaly populace napadené padlím v příkopě (17,6 %) a rumišti (13,7 %), nejméně pak v zahradě (3,9 %). Stejně s předcházejícím rokem - populace napadená padlím v sadě nebyla žádná.

Z výsledků analýzy okresů (Tab. 20) vyplývá, že stupeň napadení DI 1, totožně jako ve všech předcházejících letech, převažoval - nyní však nejvýrazněji v okrese Jičín.

Tab. 20: Výskyt GC/GO v populacích *L. serriola* v jednotlivých okresech roku 2011.

Okres / počet populací <i>L. serriola</i> s danými stupni napadení	DI 1	DI 2	DI 3	DI 4
Blansko	1	0	0	0
Brno-město	0	1	0	0
Brno-venkov	2	1	0	0
Břeclav	0	0	0	0
Hodonín	2	0	1	0
Hradec Králové	0	0	0	0
Jičín	4	1	0	0
Kroměříž	1	0	0	0
Mladá Boleslav	1	0	1	0
Náchod	1	1	0	0
Nymburk	2	0	0	0
Olomouc	1	1	0	0
Prostějov	1	0	0	0
Rychnov nad Kněžnou	2	0	0	0
Svitavy	1	0	0	0
Ústí nad Orlicí	2	1	0	0
Znojmo	2	0	0	0



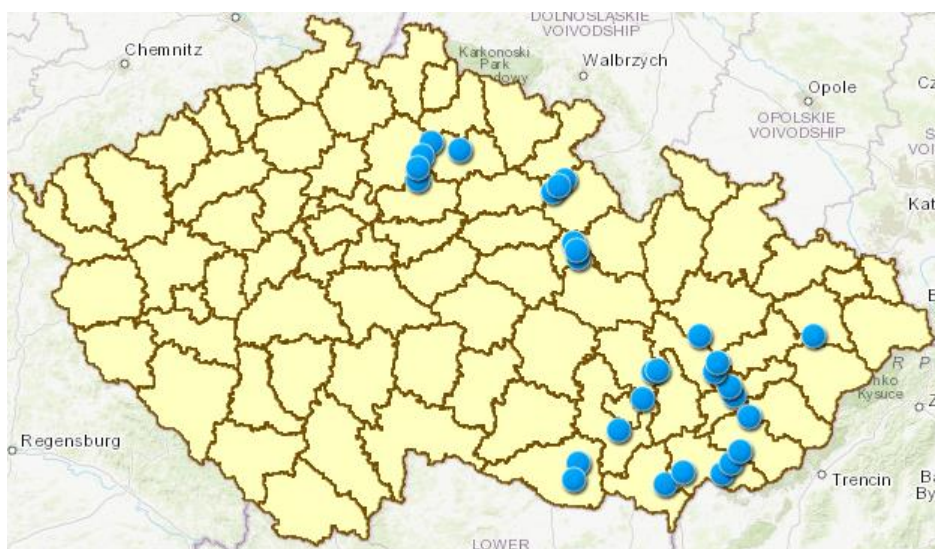
Obr. 24: Výskyt jednotlivých stupňů napadení na *L. serriola* patogenem GC/GO v lokalitách v roce 2011.

Rok 2012:

V roce 2012 byl prováděn sběr vzorků i hodnocení výskytu *G. cichoracearum*/*G. orontii* na populacích *L. serriola*, celkem na 29 lokalitách v 7 krajích (Jihomoravském, Královohradeckém, Moravskoslezském, Olomouckém, Pardubickém, Středočeském a Zlínském), avšak v Moravskoslezském kraji byl sesbíráán pouze jediný vzorek.

Četnost výskytu *G. cichoracearum*/*G. orontii* na *L. serriola* dosahovala v těchto lokalitách 27,6 %. Souhrnně bylo hodnoceno 31 populací *L. serriola*, přičemž četnost výskytu napadení padlím činila 29 %.

Počet hodnocených populací *L. serriola* byl stejný jako v roce 2016 - celkem 31 populací. Avšak hodnoty četnosti výskytu napadení *G. cichoracearum*/*G. orontii* v těchto populacích se výrazně lišila - v roce 2012 byla nejmenší ze všech analyzovaných deseti let. V porovnání s rokem 2016 pak tato hodnota četnosti výskytu napadení *GC/GO* v populacích byla o téměř 45 % menší.



Obr. 25: Mapa všech navštívených lokalit s výskytem druhu *L. serriola* v roce 2012 na území ČR.

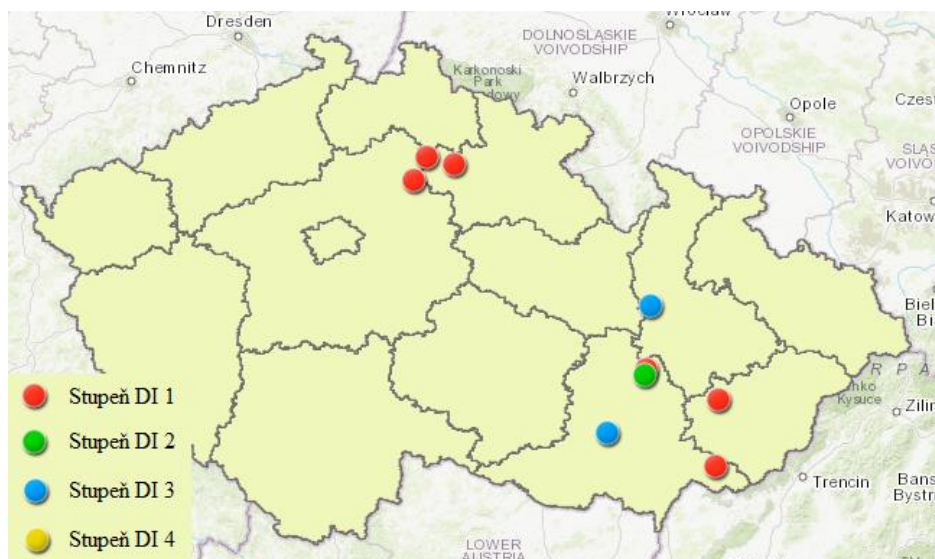
Nejvíce zastoupeným stupněm výskytu napadení na těchto populacích byl stupeň DI 1, který byl zaznamenán na 66,7 % populací. Druhým nejčastějším stupněm výskytu byl stupeň DI 3, jehož hodnota dosáhla 22,2 % populací. Stupeň DI 2 byl zaznamenán pouze jednou a jeho hodnota činila 11,1 %. Stupeň DI 4 nebyl zaznamenán na žádné populaci.

Nejvíce padlím napadené populace *L. serriola* byly populace nacházející se v rumišťích (44,5 %), což je proti předcházejícím rokům výjimka. Dále byly padlím napadeny populace na okrajích polí (22,2 %), populace napadené v příkopech (11,1 %) byly souhlasné s populacemi napadených v zahradách (11,1 %) a trávnicích (11,1 %). Populace napadené padlím v sadech nebyly zaznamenány.

V rámci analýzy okresů, z výsledků vyplývá, že stupeň napadení DI 1 převažoval opět v okrese Jičín – stejně tak, jako předcházející rok. Detailnější rozbor zjištěných výsledků demonstruje Tab. 21.

Tab. 21: Výskyt GC/GO v populacích *L. serriola* v jednotlivých okresech roku 2012.

Okres / počet populací <i>L. serriola</i> s danými stupni napadení	DI 1	DI 2	DI 3	DI 4
Blansko	0	0	0	0
Brno-venkov	0	0	1	0
Břeclav	0	0	0	0
Hodonín	1	0	0	0
Jičín	2	0	0	0
Kroměříž	1	0	0	0
Mladá Boleslav	1	0	0	0
Nový Jičín	0	0	0	0
Nymburk	0	0	0	0
Olomouc	0	0	0	0
Prostějov	1	1	0	0
Přerov	0	0	0	0
Rychnov nad Kněžnou	0	0	0	0
Uherské Hradiště	0	0	0	0
Ústí nad Orlicí	0	0	0	0
Zlín	0	0	0	0
Znojmo	0	0	1	0

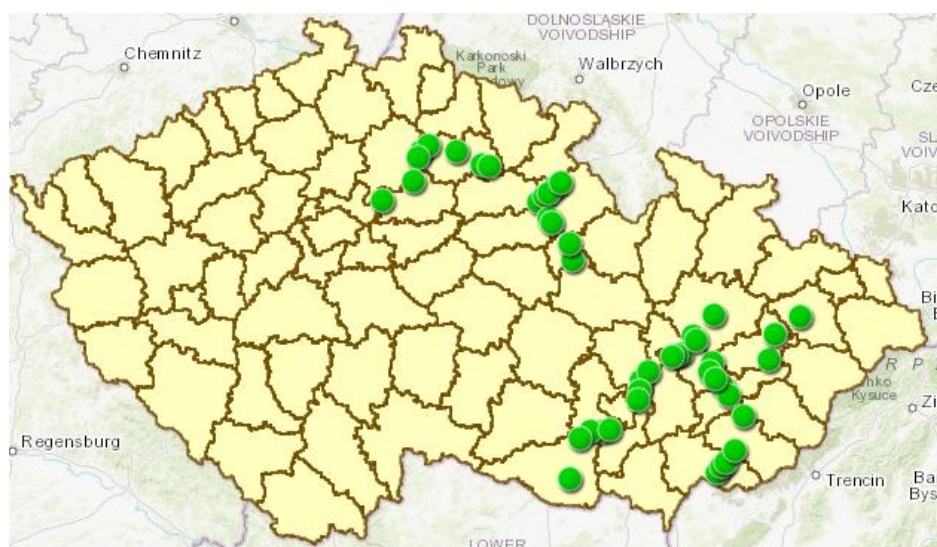


Obr. 26: Výskyt jednotlivých stupňů napadení na *L. serriola* patogenem *GC/GO* v lokalitách v roce 2012.

Rok 2013:

V roce 2013 byl prováděn sběr vzorků i hodnocení výskytu *G. cichoracearum*/*G. orontii* na populacích *L. serriola*, celkem na 46 lokalitách opět v 7 krajích (Jihomoravském, Královohradeckém, Moravskoslezském, Olomouckém, Pardubickém, Středočeském a Zlínském), přičemž v kraji Moravskoslezském a Pardubickém bylo sesbíráno po jednom vzorku.

Četnost výskytu napadení padlím na *L. serriola* v těchto lokalitách byla vyšší než v přecházejícím roce - 52,2 %. Dohromady bylo hodnoceno 50 populací *L. serriola*, kde četnost výskytu napadení padlím *L. serriola* byla zjištěna 54 %.



Obr. 27: Mapa všech navštívených lokalit s výskytem druhu *L. serriola* v roce 2013 na území ČR.

Více jak polovina výskytu napadení na těchto populacích byla zastoupena stupněm DI 1, který byl zaznamenán na 66,7 % populací. Méně častým stupněm výskytu byl stupeň DI 2 – na 18,5 % populací. Stupeň výskytu DI 3 byl zaznamenán na 11,1 % populací a stupeň výskytu DI 4 pouze na 3,7 % populací.

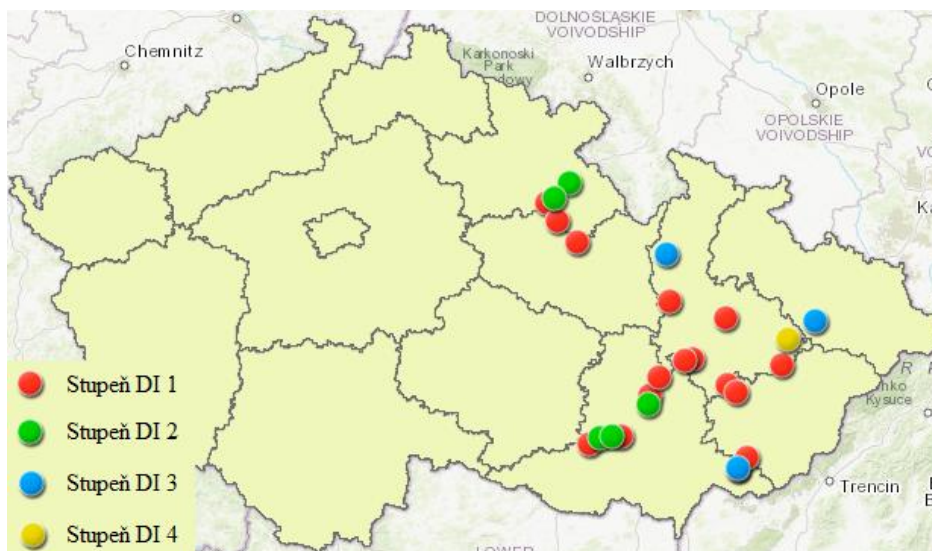
Stejně tak, jako ve všech předcházejících letech byly padlím nejvíce napadeny populace *L. serriola* nacházející se na okraji pole (59,3 %). Následovaly populace napadené padlím na rumišti (18,5 %), trávníku (14,8 %) a v příkopě (7,4 %). Populace napadené padlím v sadě a zahradě nebyly žádné.

Z výsledků analýzy okresů (Tab. 22) vyplývá, že v okrese Kroměříž převažoval stupeň napadení DI 1 nad všemi zkoumanými okresy. Okres Brno-venkov pak převažoval počtem lokalit se stupněm DI 2.

Tab. 22: Výskyt *GC/GO* v populacích *L. serriola* v jednotlivých okresech roku 2013.

Okres / počet populací <i>L. serriola</i> s danými stupni napadení	DI 1	DI 2	DI 3	DI 4
Blansko	2	0	0	0
Brno-venkov	1	3	0	0
Hodonín	1	0	1	0
Hradec Králové	1	1	0	0
Jičín	0	0	0	0
Kroměříž	3	0	0	0
Mladá Boleslav	0	0	0	0
Nový Jičín	0	0	1	0
Nymburk	0	0	0	0
Olomouc	1	0	0	0
Prostějov	2	0	0	0
Přerov	2	0	0	1
Rychnov nad Kněžnou	1	1	0	0
Svitavy	0	0	0	0
Šumperk	0	0	1	0
Uherské Hradiště	1	0	0	0
Ústí nad Orlicí	1	0	0	0
Zlín	0	0	0	0
Znojmo	2	0	0	0

Doposud byl výskyt stupně napadení DI 2 a výše na *L. serriola* v lokalitách rozprostřen zhruba na území Jižní Moravy. V tomto roce jsou ale tyto stupně výskytu více rozprostřeny a zasahují i na území severní a střední Moravy až do východních Čech.

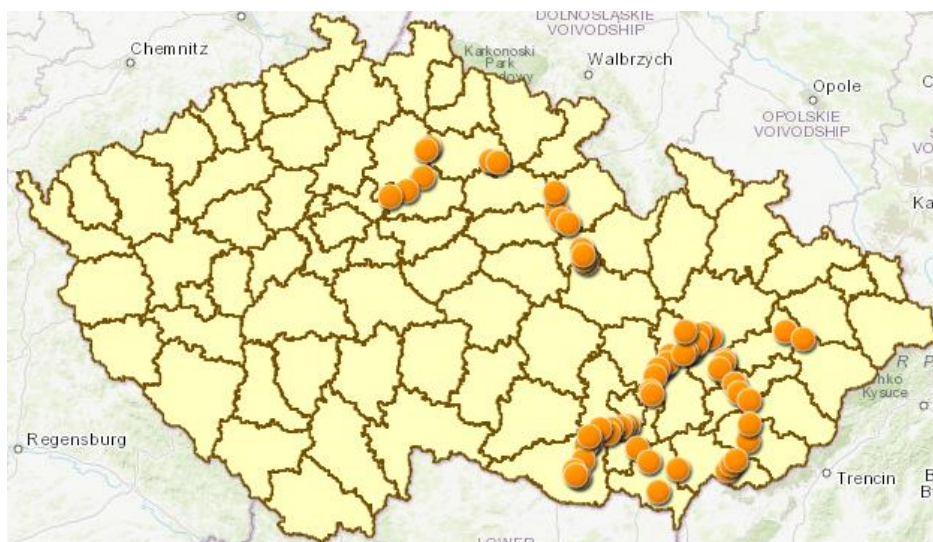


Obr. 28: Výskyt jednotlivých stupňů napadení na *L. serriola* patogenem *GC/GO* v lokalitách v roce 2013.

Rok 2014:

V roce 2014 byl prováděn sběr vzorků a hodnocení výskytu *G. cichoracearum*/*G. orontii* na populacích *L. serriola*. Tento sběr byl prováděn na celkem 59 lokalitách v 6 krajích (Jihomoravském, Královohradeckém, Olomouckém, Pardubickém, Středočeském a Zlínském).

Četnost výskytu napadení padlím *G. cichoracearum*/*G. orontii* na *L. serriola* v těchto lokalitách činila 78 %. Celkem bylo hodnoceno 66 populací *L. serriola*, kde četnost výskytu napadení padlím v populacích byla vyšší než v minulém roce – 74,2 %.



Obr. 29: Mapa všech navštívených lokalit s výskytem druhu *L. serriola* v roce 2014 na území ČR.

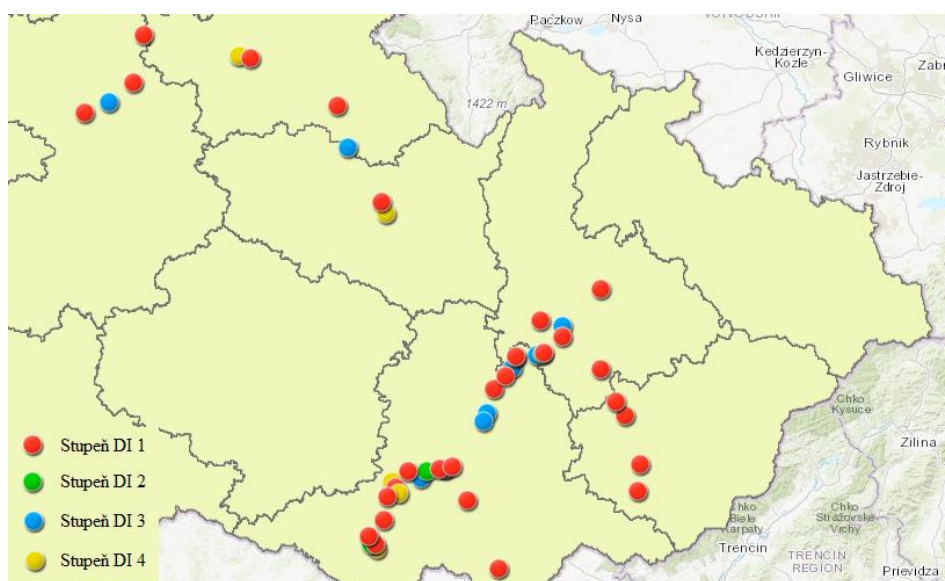
Podobně jako v předcházejících letech byl nejvíce zastoupen stupeň napadení DI 1, který byl zaznamenán na 65,3 % populací. Obdobně, jako v roce 2010, byl druhým nejvíce zastoupeným stupněm napadení padlím stupeň DI 3, na 18,4 % populací. Stupeň DI 4 byl zastoupen na 10,2 % populací. Nejméně byl zastoupen stupeň DI 2, a to na 6,1 % populací.

Ve srovnání s předcházejícími léty jsou v tomto roce poprvé nejvíce padlím napadené populace *L. serriola* ty, které se nacházely na trávníku (44,9 %). Následovaly populace, které se nacházely na okrajích polí (26,5 %) a na rumišťích (16,3 %), dále v zahradách (8,2 %) a příkopech (4,1 %). Populace napadené padlím v sadech nebyly žádné.

Z podrobné analýzy okresů (Tab. 23) je zřejmé, že stupeň napadení DI 1 převažoval v okrese Prostějov. Avšak jako nejvíce rozmanitý okres se jeví Brno-venkov, v němž, byly zaznamenány všechny 4 stupně napadení. Také hodnoty napadení padlím v okrese Brno-venkov jsou srovnatelné s hodnotami napadení padlím v okrese Prostějov. Dalším okresem, v němž byly zaznamenány všechny stupně napadení, je Znojmo a jeho hodnoty napadení jsou podobné jako u předcházejících dvou okresů.

Tab. 23: Výskyt *GC/GO* v populacích *L. serriola* v jednotlivých okresech roku 2014.

Okres / počet populací <i>L. serriola</i> s danými stupni napadení	DI 1	DI 2	DI 3	DI 4
Blansko	2	0	0	0
Brno-venkov	5	1	3	1
Břeclav	2	0	0	0
Hodonín	0	0	0	0
Hradec Králové	1	0	0	0
Jičín	1	0	0	1
Kroměříž	2	0	0	0
Mladá Boleslav	1	0	0	0
Nymburk	2	0	1	0
Olomouc	0	0	1	0
Prostějov	6	1	2	0
Přerov	1	0	0	0
Rychnov nad Kněžnou	0	0	1	0
Svitavy	1	0	0	1
Uherské Hradiště	2	0	0	0
Ústí nad Orlicí	1	0	0	0
Znojmo	5	1	1	2

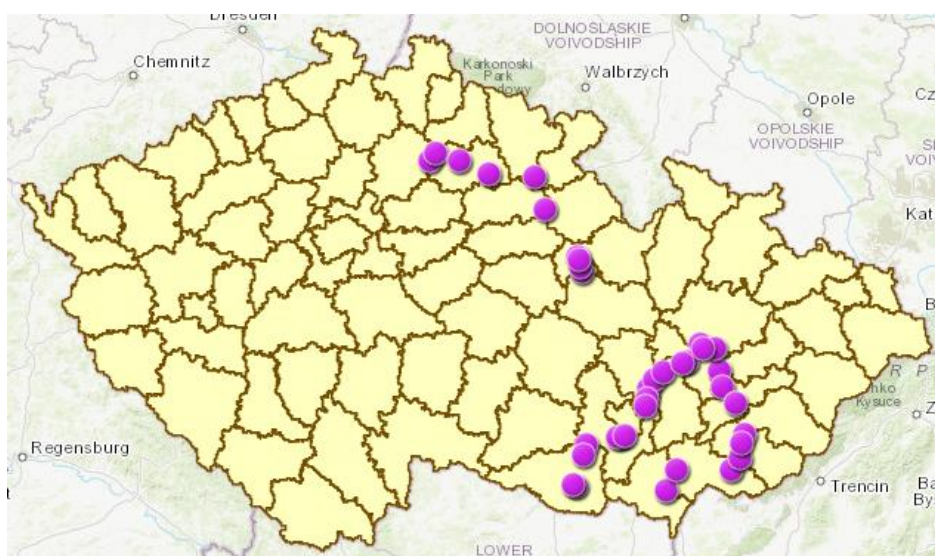


Obr. 30: Výskyt jednotlivých stupňů napadení na *L. serriola* patogenem *GC/GO* v lokalitách v roce 2014.

Rok 2015:

V roce 2015 byl prováděn sběr vzorků i hodnocení výskytu *G. cichoracearum*/*G. oronii* na populacích *L. serriola* celkem na 37 lokalitách v 6 krajích (Jihomoravském, Královohradeckém, Olomouckém, Pardubickém, Středočeském a Zlínském), nicméně ve Středočeském kraji byl sesbírán pouze jeden vzorek z populace *L. serriola*.

Četnost výskytu napadení padlím *G. cichoracearum*/*G. orontii* na *L. serriola* v těchto lokalitách byla 45,9 %. Celkem bylo hodnoceno 41 populací, kde četnost výskytu napadení padlím v populacích *L. serriola* byla 51,2 %.



Obr. 31: Mapa všech navštívených lokalit s výskytem druhu *L. serriola* v roce 2015 na území ČR.

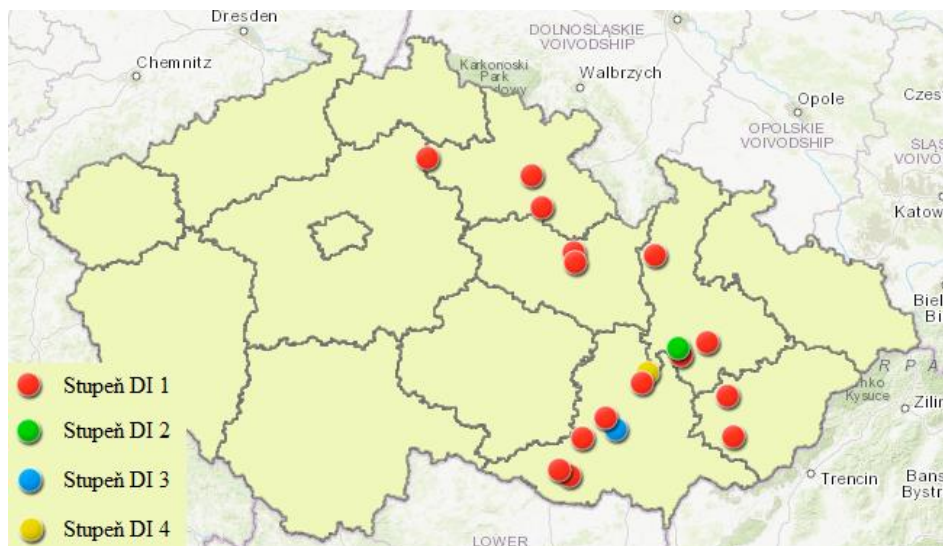
Většina výskytu padlím byla ohodnocena stupněm napadení DI 1, který byl zaznamenán na 81 % populací. Druhým nejvíce zastoupeným stupněm napadení byl stupeň DI 2, na 9,4 % populací. Stupeň DI 3 a DI 4 byl zastoupen souhlasně a to na 4,8 % populací.

Nejvíce padlím napadené populace *L. serriola* byly populace nacházející se podobně jako ve většině předešlých letech, na okraji pole (47,6 %). Následovaly populace nacházející se na rumištích (28,6 %), poté na trávníku (14,3 %) a v zahradách (9,5 %). V sadech a příkopech nebyla sesbírána ani jedna populace.

Z analýzy okresů (Tab. 24) je zřejmé, že tento rok byl na sběr vzorků *L. serriola* napadených padlím slabší. Ze 17 navštívených okresů, nebyl na 5 z nich sesbírán ani jeden vzorek. Z celkového počtu navštívených okresů pak převažoval stupeň napadení DI 1 v okrese Znojmo. Jeden vzorek byl sesbírán v okrese Blansko se stupněm napadení DI 4 a se stupněm DI 3 v okrese Brno-venkov. Dva vzorky se stupněm napadení DI 2 byly sesbírány pouze v okrese Prostějov.

Tab. 24: Výskyt GC/GO v populacích *L. serriola* v jednotlivých okresech roku 2015.

Okres / počet populací <i>L. serriola</i> s danými stupni napadení	DI 1	DI 2	DI 3	DI 4
Blansko	1	0	0	1
Brno-venkov	1	0	1	0
Břeclav	0	0	0	0
Hodonín	0	0	0	0
Hradec Králové	1	0	0	0
Jičín	0	0	0	0
Kroměříž	1	0	0	0
Mladá Boleslav	1	0	0	0
Náchod	1	0	0	0
Olomouc	1	0	0	0
Prostějov	2	2	0	0
Přerov	0	0	0	0
Svitavy	0	0	0	0
Šumperk	2	0	0	0
Uherské Hradiště	1	0	0	0
Ústí nad Orlicí	2	0	0	0
Znojmo	3	0	0	0

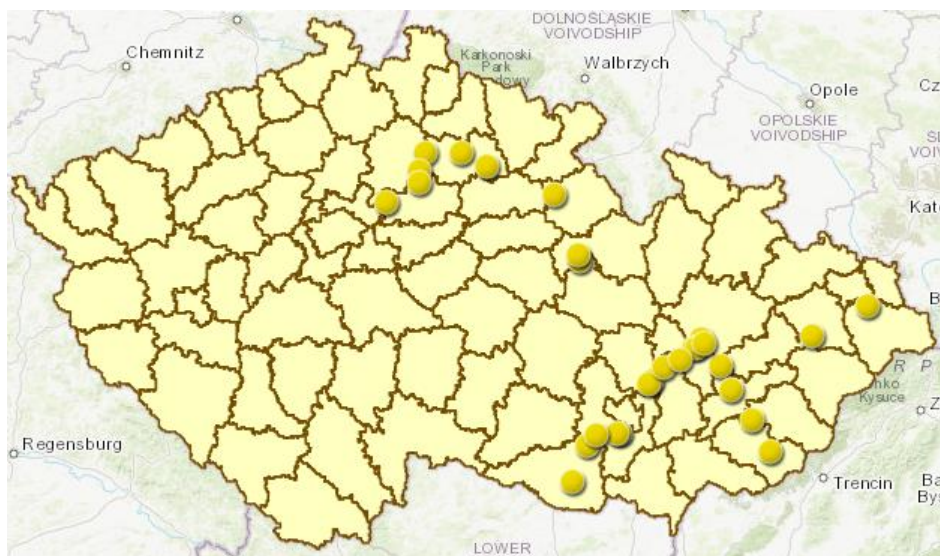


Obr. 32: Výskyt jednotlivých stupňů napadení na *L. serriola* patogenem *GC/GO* v lokalitách v roce 2015.

Rok 2016:

V roce 2016 byl prováděn sběr vzorků i hodnocení výskytu *G. cichoracearum/ G. orontii* na populacích *L. serriola*. Sběr byl prováděn na 28 lokalitách v 7 krajích (Jihomoravském, Královohradeckém, Moravskoslezském, Olomouckém, Pardubickém, Středočeském a Zlínském), přičemž v Moravskoslezském kraji byl sesbíráán pouze jeden vzorek z populace *L. serriola* a po dvou vzorcích v Pardubickém kraji.

Četnost výskytu napadení padlím *G. cichoracearum/ G. orontii* na *L. serriola* v těchto lokalitách byla 71,4 %. Dohromady bylo hodnoceno 31 populací, přičemž četnost výskytu napadení padlím *L. serriola* byla zjištěna 74,2 %.



Obr. 33: Mapa všech navštívených lokalit s výskytem druhu *L. serriola* v roce 2016 na území ČR.

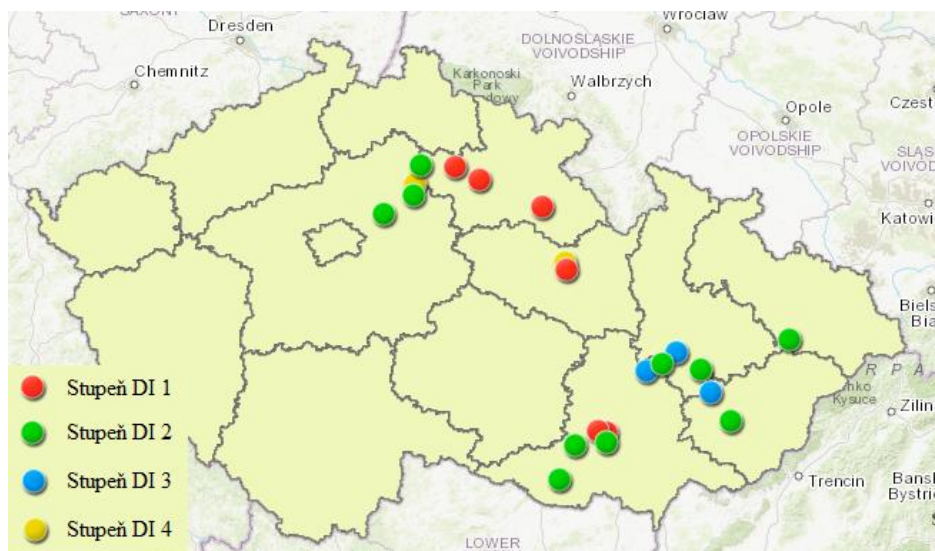
Rok 2016 je odlišný od všech analyzovaných let - jako jediný rok, kde byl nejvíce zastoupen stupeň napadení DI 2. Tento stupeň byl zaznamenán na 43,5 % populací. Druhým nejčastějším stupněm výskytu byl stupeň DI 1, na 9,5 % populací. Stupeň DI 3 byl zaznamenán na 17,4 % populací a stupeň DI 4 byl zastoupen na 8,7 % populací.

Více jak polovina napadených populací *L. serriola* padlím, byly populace nacházející se na okraji pole (56,6 %). Další se nacházely na rumišti (17,4 %), trávníku (17,4 %), v příkopě (4,3 %) i na zahradě (4,3 %). V sadech nebyla sesbírána ani jedna populace.

Z detailnější analýzy okresů (Tab. 25) vyplývá, že stupeň napadení DI 1, obdobně jako v roce 2008, převažoval v okrese Brno-venkov.

Tab. 25: Výskyt GC/GO v populacích *L. serriola* v jednotlivých okresech roku 2016.

Okres / počet populací <i>L. serriola</i> s danými stupni napadení	DI 1	DI 2	DI 3	DI 4
Blansko	0	0	0	0
Brno-venkov	3	1	0	0
Frýdek-Místek	0	0	0	0
Jičín	2	0	0	0
Kroměříž	0	0	2	0
Mladá Boleslav	0	1	0	1
Nový Jičín	0	1	0	0
Nymburk	0	2	0	0
Olomouc	0	0	0	0
Prostějov	0	1	2	0
Přerov	0	1	0	0
Rychnov nad Kněžnou	1	0	0	0
Uherské Hradiště	0	0	0	0
Ústí nad Orlicí	1	0	0	1
Zlín	0	1	0	0
Znojmo	0	2	0	0

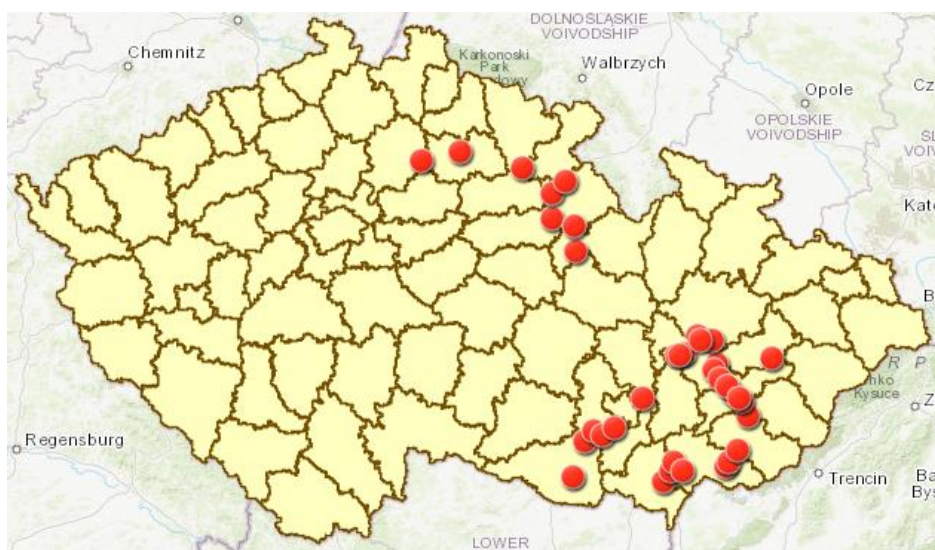


Obr. 34: Výskyt jednotlivých stupňů napadení na *L. serriola* patogenem *GC/GO* v lokalitách v roce 2016.

Rok 2017:

V roce 2017 byl prováděn sběr vzorků i hodnocení výskytu *G. cichoracearum*/*G. orontii* na populacích *L. serriola*. Sběr byl prováděn celkem na 36 lokalitách v 6 krajích (Jihomoravském, Královohradeckém, Olomouckém, Pardubickém a Středočeském a Zlínském). Avšak ve Středočeském a Pardubickém kraji bylo odebráno po jednom vzorku *L. serriola*.

Četnost výskytu napadení padlím *G. cichoracearum*/*G. orontii* na *L. serriola* v těchto lokalitách byla 55,6 %. Dohromady bylo hodnoceno 38 populací *L. serriola*, kde četnost výskytu napadení padlím v populacích *L. serriola* byla zjištěna 52,6 %.



Obr. 35: Mapa všech navštívených lokalit s výskytem druhu *L. serriola* v roce 2017 na území ČR.

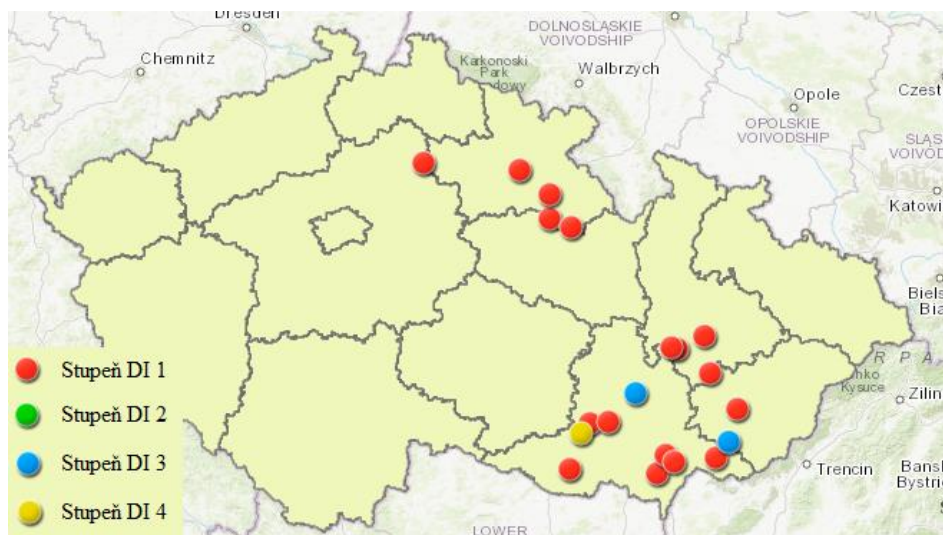
Téměř většina výskytu napadení padlím na těchto populacích byla zastoupena stupeň DI 1, který byl zaznamenán na 85 % populací. Druhým nejčastěji zastoupeným stupněm výskytu byl stupeň DI 3 na 10 % populací. Stupeň napadení DI 4 byl zaznamenán na 5 % populací, zatímco stupeň napadení DI 2 nebyl zaznamenán vůbec.

Téměř většina populací napadená *L. serriola* padlím se nacházela na okraji pole (55 %), méně často tomu bylo na zahradách (25 %), trávníku (10 %), v příkopě (5 %) a rumišti (5 %). Napadená populace padlím v sadě nebyla žádná.

V rámci analýzy okresů (Tab. 26), z výsledků vyplývá, že stupeň napadení DI 1 byl poměrně častý - z celkově 16 navštívených okresů se vykytoval na 11 z nich. Tento stupeň výskytu převažoval ve dvou okresech - Hodoníně a Rychnově nad Kněžnou. Naproti tomu stupeň napadení DI 2 se nevyskytoval v žádném okrese a stupeň napadení DI 4 byl zaznamenán pouze v okrese Znojmo.

Tab. 26: Výskyt *GC/GO* v populacích *L. serriola* v jednotlivých okresech roku 2017.

Okres / počet populací <i>L. serriola</i> s danými stupni napadení	DI 1	DI 2	DI 3	DI 4
Brno-venkov	2	0	1	0
Břeclav	1	0	0	0
Hodonín	3	0	0	0
Jičín	0	0	0	0
Kroměříž	0	0	0	0
Mladá Boleslav	1	0	0	0
Náchod	1	0	0	0
Olomouc	1	0	0	0
Prostějov	2	0	0	0
Přerov	1	0	0	0
Rychnov nad Kněžnou	3	0	0	0
Šumperk	0	0	0	0
Uherské Hradiště	0	0	1	0
Ústí nad Orlicí	0	0	0	0
Zlín	1	0	0	0
Znojmo	1	0	0	1



Obr. 36: Výskyt jednotlivých stupňů napadení na *L. serriola* patogenem *GC/GO* v lokalitách v roce 2017.

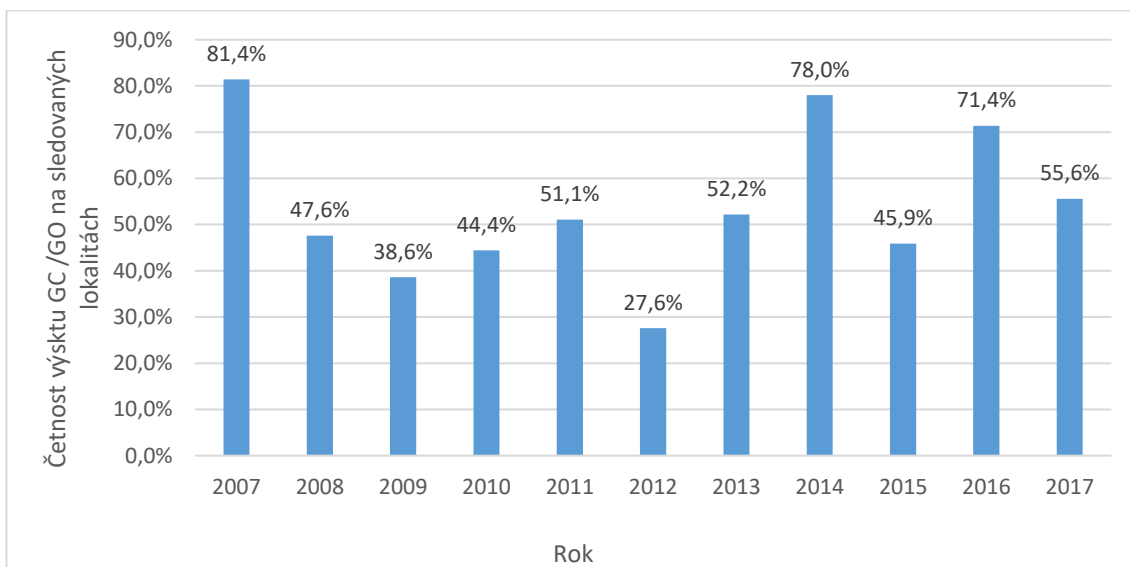
Souhrnná tabulka četnosti výskytu napadení patogena *G. cichoracerum/G. orontii* na planých populacích *L. serriola* je zaznamenána v Tab. 27.

Tab. 27: Četnost výskytu napadení *G. cichoracearum/G. orontii* na *L. serriola* v letech 2007–2017.

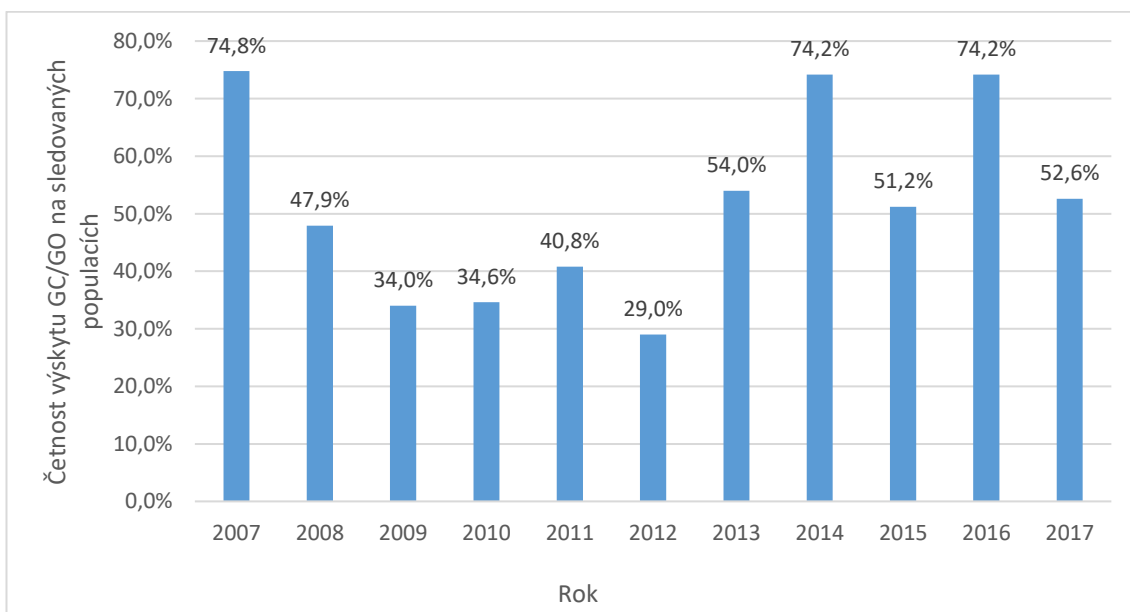
Sledovaný údaj/rok	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Počet sledovaných lokalit s výskytem <i>L. serriola</i>	86	82	83	72	92	29	46	59	37	28	36
Počet sled. lokalit s výskytem <i>G. cichoracearum/G. orontii</i> na <i>L. serriola</i>	70	39	32	32	47	8	24	46	17	20	20
Četnost výskytu napadení <i>G. cichoracearum/G. orontii</i> na sled. lokalitách (%)	81,4	47,6	38,6	44,4	51,1	27,6	52,2	78	45,9	71,4	55,6
Počet hodnocených populací <i>L. serriola</i>	103	94	109	107	125	31	50	66	41	31	38
Počet populací s výskytem <i>G. cichoracearum/G. orontii</i> na <i>L. serriola</i>	77	45	36	37	51	9	27	49	21	23	20
Četnost výskytu napadení <i>G. cichoracearum/G. orontii</i> v populacích <i>L. serriola</i> (%)	74,8	47,9	33	34,6	40,8	29	54	74,2	51,2	74,2	52,6
% výskyt populací <i>L. serriola</i> napadené padlím se stupněm DI 1	57,1	80,1	77,8	73	74,5	66,7	66,7	65,3	81	30,4	85
% výskyt populací <i>L. serriola</i> napadené padlím se stupněm DI 2	29,9	13,3	16,7	8,1	17,6	11,1	18,5	6,1	9,4	43,5	0
% výskyt populací <i>L. serriola</i> napadené padlím se stupněm DI 3	6,5	4,4	5,5	10,8	7,9	22,2	11,1	18,4	4,8	17,4	10
% výskyt populací <i>L. serriola</i> napadené padlím se stupněm DI 4	6,5	2,2	0	8,1	0	0	3,7	10,2	4,8	8,7	5

Následující Graf 3 znázorňuje procentuální výskyt *G. cichoracearum*/*G. orontii* na *L. serriola* na navštívených lokalitách za jednotlivé roky. Můžeme si povšimnout, že trendence výskytu je kolísavá, což může mít spojitost s extrémními teplotními či srážkovými výkyvy. Graf 4 pak znázorňuje výskyt patogena na hostitelské rostlině v jednotlivých populacích za období 2007–2017.

Graf 3: Výskyt *G. cichoracearum*/*G. orontii* na *L. serriola* na sledovaných lokalitách v letech 2007–2017.

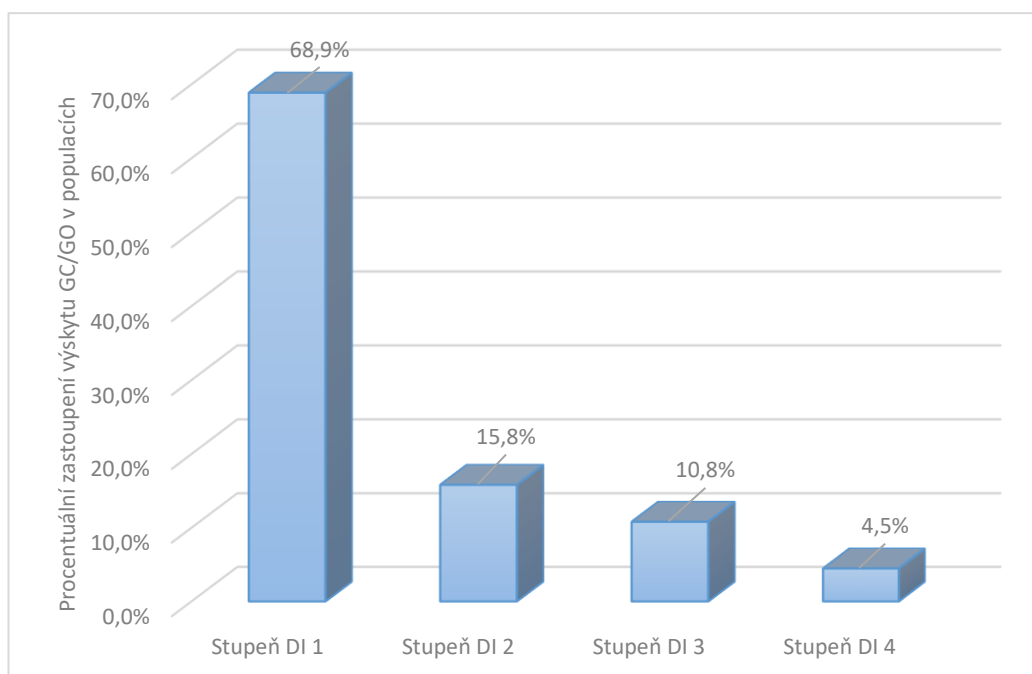


Graf 4: Četnost výskytu *G. cichoracearum*/*G. orontii* na populacích *L. serriola* v letech 2007–2017.



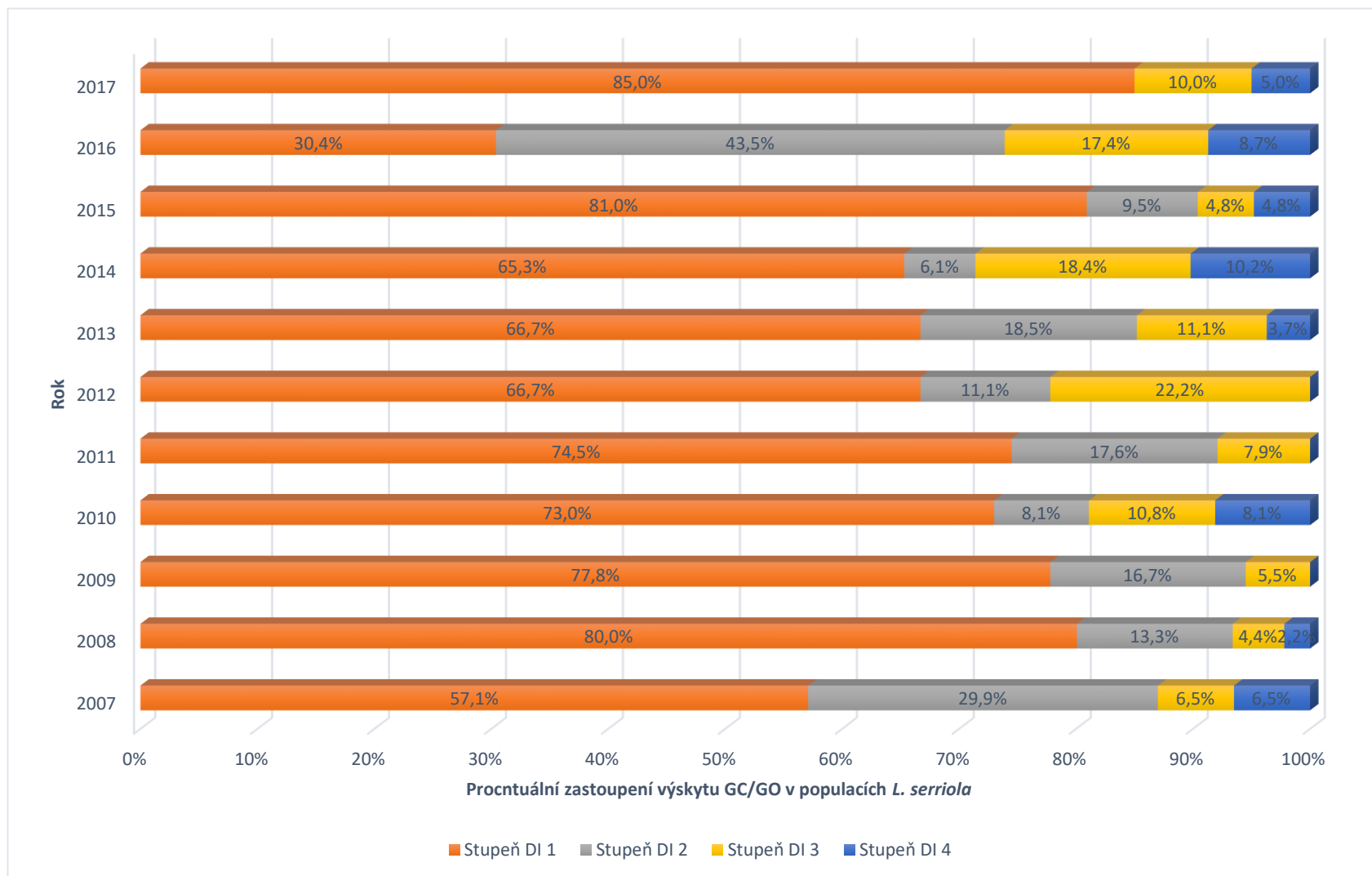
Graf 5 vyjadřuje procentuální zastoupení výskytu jednotlivých stupňů napadení padlím *G. cichoracearum*/*G. orontii* v populacích *L. serriola* v období analyzovaných let 2007–2017.

Graf 5: Jednotlivé stupně napadení parazita *GC/GO* v populacích *L. serriola* v letech 2007–2017.



Následující Graf 6 je sumarizací/souhrnem jednotlivých stupňů napadení *G. cichoracearum*/*G. orontii*, které se vyskytovaly v populaci *L. serriola* v průběhu sledovaných deseti let. Z grafu je patrné, že každým rokem převládal stupeň napadení DI 1, výjimkou je však rok 2016, kdy většinu napadených populací tvořil stupeň napadení DI 2.

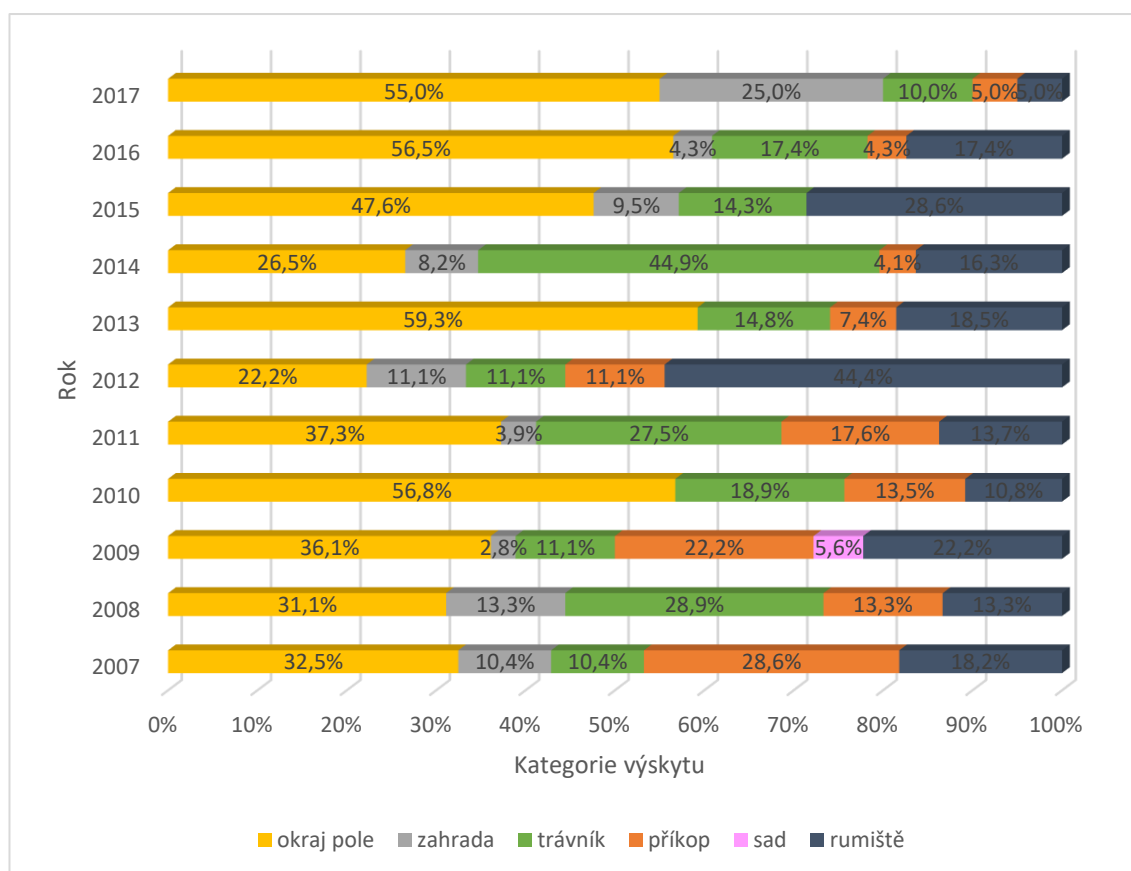
Graf 6: Zastoupení jednotlivých stupňů napadení GC/GO v populaci *L. serriola* v letech 2007–2017.



Rozčlenění populací na jednotlivé kategorie míst výskytu (stanoviště) bylo provedeno na základě popisů archivovaných sběrových protokolů.

Z analýzy plyne (Graf 7), že nejvíce pozitivních výskytů patogenu *GC/GO* na populacích *L. serriola* se nacházelo ve většině případů na okraji pole (především pak v roce 2013). Populace *L. serriola* napadené *GC/GO* na trávníku (travnatá plocha podél plotu i cest, v blízkosti autobusové zastávky, apod.) převažovaly pouze v roce 2014, a to zejména v Jihomoravském kraji. Napadené populace v rumištích se vyskytovaly, stejně tak jako na travnatých plochách a okolí polí, v každém sledovaném období - nejvíce však v roce 2012. I přes to, že se kategorie „sad“ vyskytovala pouze v jediném roce (2009), tak byla třetí nejhojněji zastoupenou populací ze všech šesti kategorií tohoto roku. Populace *L. serriola* napadené patogenem *GC/GO* v zahradách a příkopech byly nalezeny téměř v každém sledovaném roce a nejevily (nijak zvlášť) větší procento zastoupení (výjimkou je rok 2007, kde četnost výskytu dosahovala 28,6 %).

Graf 7: Zastoupení jednotlivých stanovišť výskytu v populacích *L. serriola* napadených padlím mezi lety 2007–2017.



6 DISKUZE

Experimentální část diplomové práce byla zaměřena na testování patogenní variability padlí čekankového *Golovinomyces cichoracearum*, dnes již známé jako *Golovinomyces orontii* a dále na zjišťování výskytu a rozšíření tohoto patogenu v populacích planě rostoucí lociky kompasové (*L. serriola*) v letech 2007–2017.

6.1 Patogenní variabilita padlí *G. cichoracearum*/*G. orontii* na r. *Lactuca* spp.

V roce 2016 byly zkoumány interakce mezi patogenem *G. cichoracearum*/*G. orontii* a sestaveným diferenciacním souborem 13 genotypů rodu *Lactuca* spp. (Tab. 10). Celkem bylo testováno 16 izolátů padlí, které byly sesbírány z planých populací *L. serriola* v srpnu roku 2016, a to zejména na území jižní Moravy a východních Čech. Všechny z testovaných izolátů vykazovaly v 50 a více % případů virulentní reakci k diferenciacnímu souboru *L. serriola*. Soubor genotypů, který by vykazoval variabilní reakce rostlin vůči *G. cichoracearum*/*G. orontii* byl sestavován 4 roky a finální podobu tohoto diferenciacního souboru *Lactuca* spp. se podařilo vytvořit v roce 2008 (Lebeda et al., 2012b). Testování patogenní variability padlí, pak probíhalo od tohoto roku každoročně, až do roku 2014. Srovnáním výsledků komplexní analýzy Lebedy et al. (2016) z období 2008–2014 bylo zjištěno, že také ve většině (50 % a více) případů, byly reakce testovaných izolátů padlí *G. cichoracearum*/*G. orontii* k diferenciacnímu souboru *Lactuca* spp. virulentní.

V průběhu sledování variability *G. cichoracearum*/*G. orontii* jsou jednotlivé interakce patosystému vyhodnocovány a kategorizovány do třech stupňů virulence patogena. Při testování variability padlí v roce 2016 byla kategorie - virulentní, nejvíce zastoupenou (68,36 %). Vzhledem k tomu, že každý z izolátů poskytl alespoň jednu středně virulentní reakci, pak kategorie - středně virulentní, byla zastoupena v menším poměru (23,73 %). Nejméně zastoupenou kategorií byla - avirulentní (7,91 %), neboť některé izoláty padlí (celkem 6) neposkytly ani jednu avirulentní reakci. Hodnoty výsledků jednotlivých kategorií roku 2016 jsou dle výsledků komplexní analýzy Lebedy et al. (2016) velice blízké hodnotám testování z roku 2012. Na základě těchto výsledků (Lebeda et al., 2016) také můžeme říci, že v období zkoumaných let 2008–2014 bylo zastoupení jednotlivých kategorií virulence patogena poměrně proměnné. V roce 2010 bylo zaznamenáno nejvíce

virulentních reakcí patosystému (78,5%), naproti tomu v roce 2009 bylo těchto virulentních reakcí nejméně a největší zastoupení tedy měla kategorie středně virulentní (30,7 %). Nejvíce avirulentních reakcí bylo zaznamenáno v roce 2008 (12,2 %). Z těchto proměnných výsledků můžeme usuzovat na to, že i když jsou izoláty sesbírány z podobné zeměpisné oblasti a v podobnou dobu (převážně v srpnu, kdy je výskyt patogenu *G. cichoracearum*/*G. orontii* nejčastější), pak mohou vykazovat poměrně velkou patogenní variabilitu v jednotlivých letech.

Žádný z testovaných izolátů v roce 2016 nejevil 100% virulenci k celému diferenciacnímu souboru *Lactuca* spp. Ke stejným závěrům došla i Michalcová (2015), která studovala patogenní variabilitu padlí v roce 2013 a 2014. Nicméně Lebeda et al. (2012b) v roce 2008 a 2010 objevili souhrnně 3 izoláty, které vykazovaly virulentní reakce k celému diferenciacnímu souboru. Zde se opět potvrdila existence variability virulence izolátů, které byly sesbírány v různých letech.

Na základě srovnání reakcí všech testovaných genotypů z diferenciacního souboru *Lactuca* spp. a všech izolátů *G. cichoracearum*/*G. orontii* v roce 2016 byly vyhodnoceny jako zdroje rezistence genotypy: *L. virosa* (LVIR / 50) a *L. sativa* cv. Colorado. Tyto závěry se shodují s výsledky komplexní analýzy Lebedy et al. (2016), avšak genotypy, které byly určeny jako nejčastější zdroje rezistence souboru *Lactuca* spp. jsou doplněny o 2 genotypy: *L. saligna* (09-H58-1013) a *L. serriola* (PI 273617). Ke stejnému závěru jako Lebeda et al. (2016) dospěla i Česneková (2008), která testovala stejné genotypy rodu *Lactuca* v letech 2005–2007, kdy nebyl sestaven konečný diferenciacní soubor *Lactuca* spp. Genotyp *L. saligna* (09-H58-1013) při testování izoláty *G. cichoracearum*/*G. orontii* v roce 2016 vykazoval ve většině případů náchylné reakce (66,7 %), méně bylo reakcí středně rezistentních (25 %) a nejméně bylo rezistentních reakcí (8,3 %). Genotyp *L. serriola* (PI 273617) v testovaném roce 2016 vykazoval převážně rezistentní reakce. Michalcová (2015), která testovala genotyp *L. saligna* (09-H58-1013) v letech 2013 a 2014 dospěla k podobným výsledkům; genotyp *L. saligna* (09-H58-1013) vykazoval v letech 2013–2016 značnou variabilitu a tak byl v její práci zařazen do kategorie středně rezistentních genotypů, i když standardně (dle výsledků komplexní analýzy Lebedy et al., 2016 z let 2008–2014) se řadí spíše mezi genotypy rezistentní.

V rámci testování genotypů souboru *Lactuca* spp. jednotlivými izoláty v roce 2016, vykazoval hybridní genotyp *L. sativa* Hilde × *L. serriola* velmi podobné reakce, jako genotyp *L. saligna* (09-H58-1013). Z tohoto důvodu, byl zařazen do kategorie středně rezistentních genotypů. Česneková (2008) zjistila, že tento genotyp v roce 2005 vykazoval známky rezistence vůči některým izolátům, avšak při testování o rok později (2006) jevil téměř ve všech případech známky napadení. Michalcová (2015) se roku 2013 z důvodu nekrózy listových disků nepodařilo získat dostatečné množství reakcí, avšak v roce 2014 tento genotyp při jejím testování vykazoval ve většině reakcích náchylnost vůči izolátům. Dle Lebedy et al. (2012b; 2016) se genotyp *L. sativa* Hilde × *L. serriola* řadí mezi náchylné genotypy, neboť více jak 80 % všech reakcí, které byly prováděny v letech 2008–2014, byly reakce náchylné.

Jako středně rezistentní se v roce 2016 jeví genotypy *L. sativa* cv. Capitan a *L. saligna* (09-H58-1010). Tyto výsledky se liší od závěrů Česnekové (2008), která oba dva genotypy v roce 2007 řadí mezi náchylné. Michalcová (2015) dospěla v roce 2013 a 2014 také k těmto závěrům - oba dva genotypy jsou dle ní řazeny do kategorie náchylné. Avšak z výsledků komplexní analýzy testování za období 2008–2014 dle Lebedy et al. (2016) je zřejmé, že se jedná o genotypy středně rezistentní.

Na základě pozorování z roku 2016 byly mezi náchylné genotypy diferenciačního souboru *Lactuca* spp. zařazeny kultivary *Lactuca sativa*: cv. Argeles, cv. Cobham Green, cv. Sabine a UCDM2. Tyto výsledky se velmi dobře shodují s předcházejícími studii (Česneková, 2008; Lebeda et al., 2012b; Lebeda et al., 2016; Michalcová, 2015). Drobné odchylky se vyskytují u genotypu *L. sativa* cv. Sabine, kdy Česneková (2008) v roce 2006 i 2007 a Michalcová (2015) v roce 2013 a 2014 zaznamenaly více středně rezistentních a rezistentních reakcí. Nicméně komplexní analýza Lebedy et al. (2016), která shrnuje výsledky testování z let 2008–2014, jasně dokládá, že se jedná o genotyp náchylný, u kterého se místy vyskytují středně rezistentní a méně často rezistentní reakce. Podle výsledků z roku 2016 byl také zařazen mezi náchylné rostliny genotyp *L. virosa* (LVIR/09-H58-998). Ten vykazoval téměř v 80 % reakce náchylné a méně pak reakce středně rezistentní. Podobných výsledků bylo dosaženo

v průběhu hodnocených let 2008–2014, které vycházejí z komplexní analýzy Lebedy et al. (2016).

V průběhu pozorování variability *G. cichoracearum/G. orontii* na souboru *Lactuca* spp. byla potvrzena rasová specifita izolátů *G. cichoracearum/G. orontii* k jednotlivým genotypům. Avšak pozadí těchto dějů však zatím není pochopeno (Lebeda et al., 2012b; Lebeda et al., 2013).

6.2 Rozšíření a výskyt *G. cichoracearum/G. orontii* v populacích *L. serriola*

Na základě sběrových protokolů, které byly vytvořeny pracovníky oddělení fytopatologie Katedry botaniky PřF UP, byla provedena komplexní analýza rozšíření a výskytu padlí čekankového (*G. cichoracearum/ G. orontii*) na planě rostoucích zástupcích lociky kompasové (*L. serriola*) v letech 2007–2017.

Četnost výskytu *G. cichoracearum/ G. orontii* na lokalitách i v populacích *L. serriola* za sledované desetileté období byla kolísavá. Tyto meziroční výkyvy mohou být způsobeny odlišnými klimatickými podmínkami, které panovaly v jednotlivých letech.

Výskyt padlí *G. cichoracearum/G. orontii* a plísně salátové (*Bremia lactucae*) na planě rostoucích populacích *L. serriola* je monitorován již od roku 1998, a výsledky jsou shrnuty v mnoha pracích (Česneková, 2008; Lebeda a Mieslerová, 2003; Mieslerová et al., 2007; Mieslerová et al., 2013; Lebeda et al., 2016). Na základě jejich výsledků byl potvrzen vztah mezi klimatickými podmínkami a intenzitou napadení rostlin oběma patogeny. Z jejich závěrů vyplývá, že teplé počasí bez větších srážek podporuje výskyt padlí *G. cichoracearum/ G. orontii*, zatímco chladnější počasí s častějšími dešťovými srážkami podporuje nárůst plísně salátové *B. lactucae*.

Česneková (2008) uvádí, že srážkově podprůměrné a teplotně nadprůměrné letní měsíce mohou být příčinou zvýšené intenzity napadení populací *L. serriola* padlím. Zároveň také doplňuje, že uvedené důvody mohou být příčinou zvýšeného výskytu stupně napadení DI 2 v populacích *L. serriola*.

Česneková (2008), která prováděla analýzu v letech 2005–2007, zjistila, že četnost napadení *G. cichoracearum*/*G. orontii* na sledovaných lokalitách dosahovala 50 a více % ve všech letech, přičemž nejčastějším stupněm napadení byl stupeň DI 1. Ve sledovaném období 2007–2017 se majorita stupně napadení DI 1 dobře shoduje s výsledky Česnekové (2008), avšak výjimkou je rok 2016, kdy převažoval stupeň napadení DI 2, s největší pravděpodobností z důvodu podprůměrných teplot a nadprůměrných srážek.

Z výsledků provedené analýzy bylo zjištěno, že největší četnost výskytu napadení *G. cichoracearum*/*G. orontii* na sledovaných lokalitách *L. serriola* byla v roce 2007. V tomto roce byl také počet sledovaných lokalit s výskytem *L. serriola* největší (celkem 86 lokalit). Nejmenší četnost výskytu napadení *G. cichoracearum*/*G. orontii* na sledovaných lokalitách *L. serriola* byla v roce 2012, kdy bylo sledováno velmi malé množství lokalit s výskytem *L. serriola* (celkem 29 lokalit). Na základě těchto výsledků by se mohlo zdát, že počet navštívených lokalit souvisí s četností výskytu napadení patogenem. To ovšem vyvrací hodnoty analýzy z roku 2016, kdy četnost výskytu napadení *G. cichoracearum*/*G. orontii* na sledovaných lokalitách v tomto roce dosahovala na 71,4 %, ale počet sledovaných lokalit s výskytem *L. serriola* byl nejmenší za celé zkoumané desetileté období (celkem 28 lokalit).

Detailní rozbor výskytu patogenu *G. cichoracearum*/*G. orontii* v populacích *L. serriola* na jednotlivých typech stanovišť byl vypracován vůbec poprvé. Na základě hodnocení sběrových protokolů bylo vybráno 6 nejčastěji se opakujících stanovišť (zahrada, trávník, sad, příkop, okraj pole a rumiště). Z výsledků této analýzy vyplývá, že nejvíce populací, které byly napadeny padlím *G. cichoracearum*/*G. orontii* bylo na okraji pole a poté na travnatých plochách. Tato skutečnost může být způsobena vhodnými povětrnostními podmínkami, které se na tomto typu stanoviště vyskytují a pro rozmnožování padlí jsou nezbytná, neboť konidie padlí jsou unášeny převážně větrem.

Provádění sběrových expedic a jejich následná analýza je nezbytná pro výzkum studia rozšíření a výskytu padlí *G. cichoracearum*/*G. orontii*, jak v planě rostoucích populacích rodu *Lactuca*, tak také v případě kulturních salátů. Získané údaje jsou cennými informacemi, které doplňují studium testování patogenní variability padlí *G. cichoracearum*/*G. orontii* na těchto rostlinách. Zjištěné výsledky by mohly do budoucna přispět k nalezení rezistentních kultivarů či genotypů vůči padlí, které by pak mohly zvýšit hospodářskou výnosnost plodin při pěstování salátů. Zároveň, v současné době, kdy je ve společnosti kladen velký důraz na potraviny s „bio-kvalitou“, by se postupně mohlo upustit od chemické ochrany salátů, bez které se dnešní pěstitelé neobejdou. Tyto vyhlídky jsou ale zatím v nedohlednu a proto je potřeba, aby studium v hledání odolných druhů salátu nadále pokračovalo, minimálně pro šlechtitelské účely.

7 ZÁVĚR

Předložená diplomová práce se komplexně zabývá celosvětově se vyskytujícími parazitem rodu *Lactuca*, padlím čekankovým *Golovinomyces cichoracearum*, které je nyní známo jako *Golovinomyces orontii*.

První část literární rešerše byla zaměřena na obecnou charakteristiku padlí. Nalezneme zde informace o současném taxonomickém zařazení s jejich morfologickým popisem, životním cyklem i biologickými specializacemi. Druhá část literární rešerše se zabývala konkrétními rody padlí, jejichž hostitelským okruhem jsou zástupci čeledi *Asteraceae*. Z dostupných zdrojů bylo zjištěno, že na území Evropy se vyskytují pouze čtyři rody, které jsou patogeny této čeledi (*Erysiphe*, *Golovinomyces*, *Leveillula* a *Podosphaera*). Poslední dvě kapitoly byly věnovány obecné charakteristice padlí *G. cichoracearum*/*G. orontii* a jeho variabilitou na rodu *Lactuca* spp.

Experimentální část diplomové práce byla zaměřena na udržování izolátů padlí čekankového *G. cichoracearum*/*G. orontii* na náchylném genotypu lociky kompasové *L. serriola* v laboratorních podmínkách a také studiem interakcí jejich patogenní variability na souboru genotypů rodu locika *Lactuca* spp.

- Celkově bylo laboratorně udržováno 16 izolátů padlí čekankového *G. cichoracearum*/*G. orontii*, které byly sesbírány v srpnu roku 2016, převážně na území Moravy a východních Čech z planě rostoucích zástupců rodu *Lactuca*.
- Při studiu patogenní variability patosystému *G. cichoracearum*/*G. orontii* – *Lactuca* spp. byla využita metoda listových disků, přičemž bylo testováno celkem 13 genotypů rostlin rodu *Lactuca*.
- Při testování patogenní variability padlí nejevil žádný ze zkoumaných izolátů 100% virulenci ke všem rostlinám z diferenciačního souboru (výjimkou je genotyp *L. serriola* (LSE/57/15), který je vysoce náchylný a využívá se proto jako kontrolní vzorek). Současně také nebyl pozorován ani jeden genotyp z diferenciačního souboru, který by byl rezistentní vůči všem testovaným izolátům.
- Jako rezistentní genotyp se při testování vůči izolátům padlí jevil *L. serriola* (PI 273617), středně rezistentním genotypem pak *L. saligna* (09-H58-1013). Tyto druhy mohou být do budoucna využívány jako

zdroje rezistence vůči padlí při šlechtění kulturního salátu (*Lactuca sativa*). Zároveň však u izolátů padlí byla pozorována rasová specifita k jednotlivým genotypům, která toto budoucí využívání mírně komplikuje.

Další oddíl praktické části předkládá souhrnnou analýzu o rozšíření a výskytu *G. cichoracearum*/*G. orontii* na sledovaných lokalitách a populacích *L. serriola* v období let 2007-2017.

- Za sledované desetileté období byla četnost výskytu napadení *G. cichoracearum*/*G. orontii* jak na lokalitách, tak v populacích velmi kolísavá, což může být důsledkem teplotních a srážkových výkyvů.
- Největší četnost výskytu napadení padlím *G. cichoracearum*/*G. orontii* na sledovaných lokalitách byla v roce 2007. Tento rok měl teplotně nadprůměrné a srážkově podprůměrné letní měsíce. Stejně tomu bylo i v případě četností na sledovaných populacích.
- Nejvíce zastoupeným stupněm napadení za analyzované období byl stupeň napadení DI 1, který se vyskytoval prakticky každým rokem, výjimkou je však rok 2016, kdy převládal stupeň napadení DI 2 - v tomto roce byly hodnoty teploty podprůměrné a hodnoty srážek nadprůměrné.
- Na základě analýzy bylo zjištěno, že největší výskyt v populacích *L. serriola* napadených padlím bylo na okraji pole.

V didaktické části, která tvoří samostatnou kapitolu, bylo zařazeno studované téma do rámcově vzdělávacího programu, který vychází ze současných vzdělávacích dokumentů. Jako příloha didaktické části byl vytvořen pracovní list, který má sloužit jako metodická podpora pro výuku biologie na středních školách, popřípadě ve vyšších ročnících na školách základních. Tento pracovní list si klade za cíl zlepšit kvalitu výuky, zvýšit motivaci žáků a poutavou formou jim rozšířit vědomosti z oblasti říše rostlin a hub.

8 DIDAKTICKÁ ČÁST

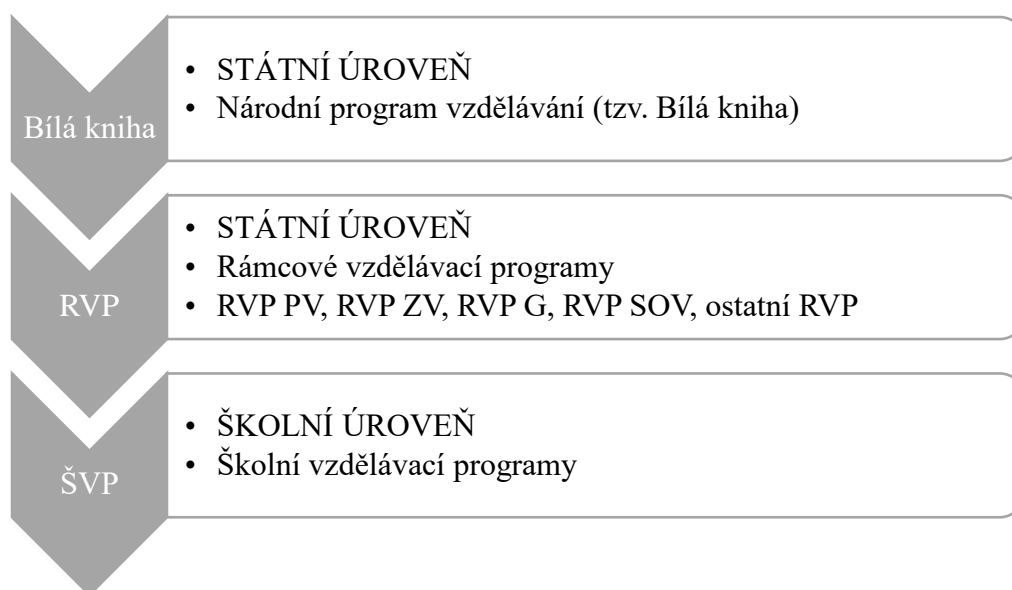
8.1 Vzdělávací dokumenty

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy (MŠMT) zpracovává Národní program vzdělávání, který dále rozpracovává cíle vzdělávání stanovené zákonem a vymezuje hlavní oblasti vzdělávání a prostředky, kterými dosáhne těchto cílů.

Pro každý obor vzdělávání, jak v základním, středním, předškolním, základním uměleckém, tak i jazykovém vzdělávání jsou vydávány rámcové vzdělávací programy (RVP). Ty vymezují povinný obsah, rozsah a podmínky vzdělávání. Stanovují zejména konkrétní cíle, formy, délku a obsah, profesní profil, podmínky průběhu a ukončení vzdělávání a také podmínky pro vzdělávání žáků se speciálními vzdělávacími potřebami.

Vzdělávání na konkrétní škole a školském zařízení se uskutečňuje podle školních vzdělávacích programů (ŠVP), který si každá škola tvoří sama.

Graf 8: Systém kurikulárních dokumentů. Pozn.: RVP PV (předškolní vzdělávání), ZV (základní), G (gymnaziální), SOV (střední odborné vzdělávání).

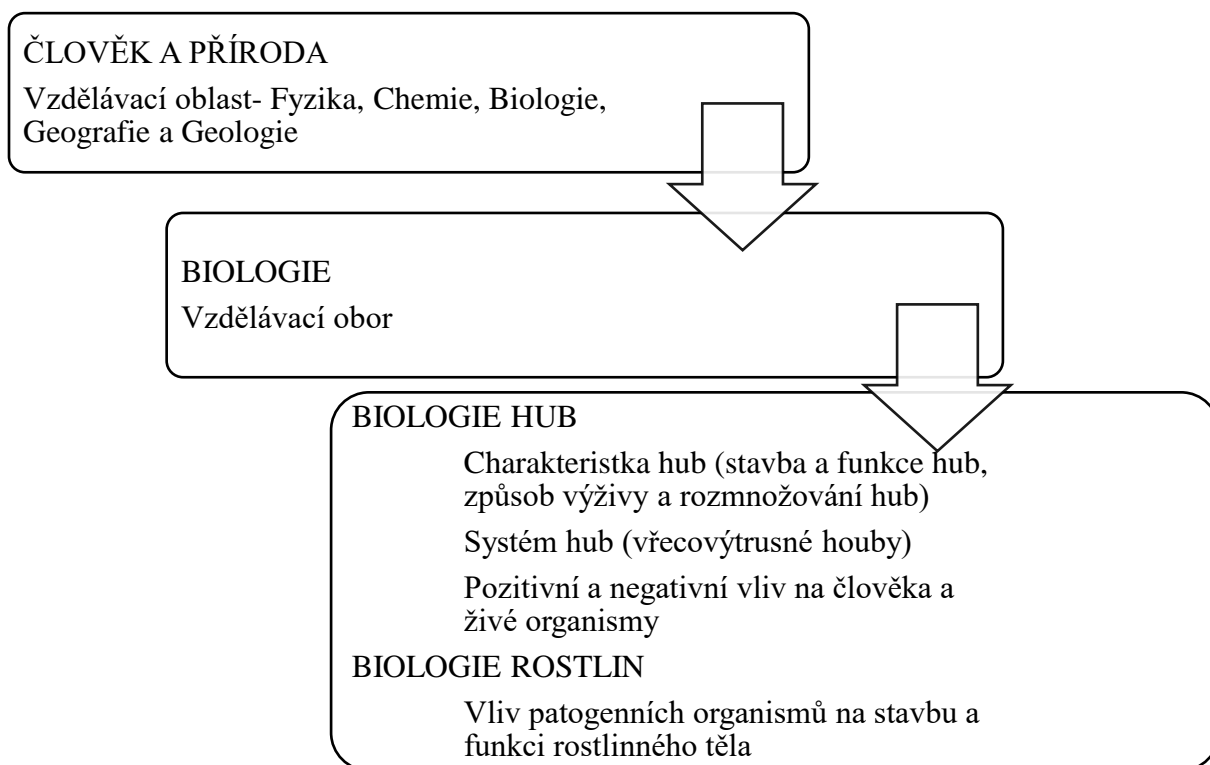


8.2 Studované téma ve vztahu k RVP G

Vzdělávání ve čtyřletých a víceletých gymnáziích probíhá podle Rámcového vzdělávacího programu pro gymnaziální vzdělávání, který je platný od 1. 9. 2007 s aktualizovaným textem RVP G s účinností od 1. 9. 2016.

Následující Graf 9 znázorňuje konkrétní zařazení studovaného patosystému *Lactuca spp. – G. cichoracearum* do RVP G (části C). Jednotlivé složky tohoto patosystému mohou být souhlasně zařazeny jak do vzdělávací oblasti, tak do vzdělávacího oboru. Poslední část grafu - kategorie hub a kategorie biologie rostlin jsou pro obě složky patosystému rozdílné, ikdyž se vzájemně prolínají. Originální verze RVP G (část C), kterou zveřejňuje Národní ústav pro vzdělávání (NUV) je přiložena jako Příloha 1.

Graf 9: Zařazení studovaného tématu do RVP G.



Vzhledem k tomu, že si každá škola zpracovává ŠVP samostatně, nelze zaručit, že bude toto téma na víceletých gymnáziích vyučováno. Zpracované didaktické materiály (Příloha 2 a 3) vycházejí přímo z předložené diplomové práce, a to konkrétně studovaného patosystému, který obsahuje složku rostlinnou - planí zástupci rodu *Lactuca*, (vnímání jako důležití progenitoři různých vlastností pro kulturní plodiny), a složku houbovou - padlí čekankové (významný parazit, který napadá jak kulturní, tak planě rostoucí plodiny). Tématem didaktického materiálu jsou kulturní plodiny a jejich plané příbuzné druhy, neboť plané druhy jsou významným zdrojem odolnosti vůči chorobám kulturních rostlin.

Pracovní list je koncipován nejen pro žáky gymnaziálního vzdělávání, ale také může být použit pro žáky vyšších ročníků základních škol. Tento pracovní list si klade za cíl rozšířit vědomosti z oblasti biologie rostlin zábavnou a poutavou formou. Svým obsahem pak nemusí být předkládán pouze ve výuce biologie, ale splňuje také požadavky mezipředmětových vztahů ve výuce zeměpisu (v případě základních škol pak i pracovní výchově). V rámci průřezových témat, které se zabývají aktuálními problémy současného světa, pak jako téma environmentální výchovy, mediální výchovy, ale také výchovy k myšlení v evropských a globálních souvislostech.

9 ZDROJE

- Balada J. (2007): Rámcový vzdělávací program pro gymnázia: RVP G. Výzkumný ústav pedagogický v Praze, Praha: 1–100.
- Belz H., Siegrist M. (2015): Klíčové kompetence a jejich rozvíjení: východiska, metody, cvičení a hry. Portál, Praha: 1–376.
- Bohm B. A., Stuessy T. F. (2001): Flavonoids of the Sunflower Family (*Asteraceae*). Springer-Verlag Wien, New York: 1–840.
- Braun U. (1987): A monograph of the Erysiphales (powdery mildews). Beihefte zur Nova Hedwigia 89: 1–700.
- Braun U. (1995): The Powdery Mildews (Erysiphales) of Europe. Stuttgart, Germany, Gustav Fischer: 1–337.
- Braun U. (1999): Some critical notes on the classification and the generic concept of the Erysiphaceae. Schlechtendalia 3: 48–54.
- Braun U., Takamatsu S. (2000): Phylogeny of *Erysiphe*, *Microsphaera*, *Uncinula* (Erysipheae) and *Cystotheca*, *Podosphaera*, *Sphaerotheca* (Cystothecaceae) inferred from rDNA ITS sequences - some taxonomic consequences. Schlechtendalia 4: 1–33.
- Braun U., Cook R.T.A., Inman A.J., Shin H.D. (2002): The taxonomy of the powdery mildew fungi. In: Bélanger 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, 13–54.
- Braun, U., Cook, R.T.A. (2012): Taxonomic Manual of the Erysiphales (Powdery Mildews). CBS Biodiversity Series No. 11: 1–707.
- Bremer K. (1994): Ancestral areas: a cladistic reinterpretation of the center of origin concept. Systematic Biology 41/4: 436–445.
- 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.
- Cook R.T.A., Braun U. (2009): Conidial germination patterns in powdery mildews. Mycological Research. 113: 616–636.
- Česneková E. (2008): Variabilita interakcí mezi zástupci rodu *Lactuca* spp. a padlím čekankovým (*Golovinomyces cichoracearum*). Diplomová práce. PřF Univerzita Palackého v Olomouci.
- Dixon G.R. (1978): Powdery mildews of vegetable and allied crops. In: Spencer, D.M. (Eds.): The powdery mildews. Academic Press, London and New York. 495–524.
- Doležalová I., Lebeda A., Křístková E. (2001). Původ a variabilita kulturních forem salátu. Živa 1: 20–22.
- Filová D. (2012): Studium vývoje padlí (*Golovinomyces cichoracearum*) na vybraných zástupcích rodu *Lactuca* a čeledi *Asteraceae*. Diplomová práce. PřF Univerzita Palackého v Olomouci.
- 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.

Hausenblas O., Košťálová H., Miková Š., Palečková J., Slejšková L., Stang J., Straková J., Věříšová I. (2008): Klíčové kompetence na gymnáziu. Výzkumný ústav pedagogický v Praze, Praha: 1–129.

Hesová A., Kitzbergerová L., Kocourková Š., Koubek P., Maršák J., Pastorová M., Svatošová S., Svobodová J., Šobrová L., Štaffová M., Tupý J., Vykypělová V., Zelendová E. (2011): Klíčové kompetence ve výuce na základní škole a gymnáziu. Národní ústav pro vzdělávání, školské poradenské zařízení a zařízení pro další vzdělávání pedagogických pracovníků (NÚV), divize (VÚP), Praha: 1–153.

Hirata K. (1955): On the shape of the germ tubes of *Erysipheae* (II). Bulletin of the Faculty Agriculture, Niigata University 7: 24 – 36.

Hučínová L., Jeřábek J., Krčková S., Lisnerová R., Tupý J., Bělecký Z., Hausenblas O., Kabeláčová I., Kargerová J., Košťálová H., Krejčířiková I., Miková Š., Palečková J., Procházková I., Stang J., Straková J. (2007): Klíčové kompetence v základním vzdělávání. Výzkumný ústav pedagogický v Praze, Praha: 1–75.

Jaczewski A. L. A. (1927): Karmannyj opredelitel'gribov, II. Mučnisto-rosjanye griby. Leningard: 1–491.

Krejča, J. (2007): Velká kniha rostlin, hornin, minerálů a zkamenělin. Vydavatel'stvo Příroda, s.r.o: 1–384.

Lebeda A. (1985): Differences in resistance of wild *Lactuca* species to natural infection of lettuce powdery mildew (*Erysiphe cichoracearum*). Euphytica 34: 521–523.

Lebeda A. (1994): Evaluation of wild *Lactuca* species for resistance of natural infection of a powdery mildew (*Erysiphe cichoracearum*). Genetic Resources and Crop Evolution 41: 55–57.

Lebeda, A., Mieslerová, B. (2003). Lettuce powdery mildew - an unknown disease of lettuce. In: Hintum Th.J.L. van, Lebeda A., Pink D.A., Schut J.W. (Eds.): Eucarpia Leafy Vegetables 2003, Proceedings of the Eucarpia Meeting on Leafy Vegetables Genetics and Breeding. Noordwijkerhout, The Netherlands, 19–21 March 2003. Centre for Genetic Resources, The Netherlands (CGN), Wageningen, The Netherlands: 164

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: taxonomie, biologie, ekologie a epidemiologie, mechanismy rezistence, šlechtění na odolnost, metody experimentální práce, diagnostika a ochrana rostlin. Olomouc: 1–358.

Lebeda A., Mieslerová B., Petrželová I., Korbelová P. (2012a): Host specificity and virulence variation in populations of lettuce powdery mildew pathogen (*Golovinomyces cichoracearum s. str.*) from prickly lettuce (*Lactuca serriola*). Mycological Progress 12/3: 533–545.

Lebeda A., Mieslerová B., Petrželová I., Korbelová P., Česneková E. (2012b): Patterns of virulence variation in the interaction between *Lactuca* spp. and lettuce powdery mildew (*Golovinomyces cichoracearum*). Fungal Ecology 5/6: 670–682.

Lebeda A., Mieslerová B., Petrželová I., Korbelová P. (2013): Host specificity and virulence variation in populations of lettuce powdery mildew pathogen (*Golovinomyces cichoracearum s. str.*) from prickly lettuce (*Lactuca serriola*). Mycological Progress 12: 533–545.

- Lebeda A., Křístková E., Kitner M., Mieslerová B., Jemelková M., Pink D.A.C. (2014): Wild *Lactuca* species, their genetic diversity, resistance to diseases and pests, and exploitation in lettuce breeding. *European Journal of Plant Pathology* 138/3, SI: 597–640.
- Lebeda A., Petrželová I., Maryška Z. (2008): Structure and variation in the wild-plant pathosystem: *Lactuca serriola*–*Bremia lactucae*. *European Journal of Plant Pathology* 122: 127–46.
- Lebeda A., Mieslerová B., Petrželová I., Křístková E. (2016): Interactions between wild *Lactuca* species and *Golovinomyces cichoracearum* – complex view. 2nd Conference Wild Plant Pathosystems, Book of Abstracts, 29-31 August 2016, Helsinki, Finland: 33.
- Linnaeus C. (1753): *Species plantarum*. Tomus I. Impensis Laurentii Salvii, Holmiae.
- Matsuda S., Takamatsu S. (2003): Evolution of host–parasite relationship of *Golovinomyces* (Ascomycete: Erysiphales) inferred from nuclear rDNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 27: 314–27.
- Michalcová K. (2015): Studium variability padlí na salátu (*Golovinomyces cichoracearum*). Bakalářská práce. PřF Univerzita Palackého v Olomouci.
- Mieslerová B., Lebeda A., Česneková E., Petrželová I. (2007): Interactions between wild *Lactuca* spp. and lettuce powdery mildew (*Golovinomyces cichoracearum*). In: EUCARPIA Leafy Vegetables 2007, Conference Abstracts, 18–20 April 2007, Warwick, UK: 19.
- Mieslerová B., Lebeda A., Česneková E. (2009): Study of interactions of *Lactuca* spp. (lettuce) and lettuce powdery mildew (*Golovinomyces cichoracearum*). In: Šafránková, I., Šefrová, H. (eds.): XVIII. Czech and Slovak Plant Protection Conference, Brno, 2–4 September 2009: 98.
- Mieslerová B., Lebeda A., Petrželová I., Korbelová P. (2013): Occurrence of lettuce downy mildew (*Bremia lactucae*) and powdery mildew (*Golovinomyces cichoracearum*) in natural populations of prickly lettuce (*Lactuca serriola*). *Plant Protection Science*: 24–32.
- Mori Y., Sato Y., Takamatsu S. (2000a): Molecular phylogeny and radiation time of Erysiphales inferred from the nuclear ribosomal DNA sequences. *Mycoscience* 41:437–447.
- Mori Y., Sato Y., Takamatsu S. (2000b): Evolutionary analysis of the powdery mildew fungi using nucleotide sequences of the nuclear ribosomal DNA. *Mycologia* 92: 74–93.
- Mørk E.K. (2011): Disease resistance in ornamental plants: Transformation of *Symphytotrichum novi-belgii* with powdery mildew resistance genes. PhD Thesis, Department of Food Science, Aarhus University, Denmark.
- Petřeková V. (2016): Přehled zástupců padlí (Erysiphales) na území České republiky. Diplomová práce. PřF Univerzita Palackého v Olomouci.
- Portmannová R. (2004): Hry pro tvořivé myšlení. Portál, Praha: 1–120.
- Pulkrábek J., Capouchová I., Hamouz K. (2003): Speciální fyto technika. Praha: Česká zemědělská univerzita, Katedra rostlinné výroby: 1–188.
- Rušíková E. (2018): Patogenní variabilita padlí dýňovitých v České republice v letech 2013–2016. Diplomová práce. PřF Univerzita Palackého v Olomouci.
- Saenz G.S., Taylor J.W. (1999): Phylogeny of the Erysiphales (powdery mildews) inferred from internal transcribed spacer (ITS) ribosomal DNA sequences. *Canadian Journal of Botany* 77: 150–169.

- Sánchez-Martín J., Rubiales D., Prats E. (2011): Resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis* f.sp. *avenae*) in oat seedlings and adult plants. *Plant Pathol.* 60: 846–856.
- Sedlářová M., Vinter V. (2007): Rostlinná pletiva pod vlivem houbových chorob. *Živa* 6: 250–253.
- Schnathorst W.C. (1959): Spread and life cycle of the lettuce powdery mildew fungus. *Phytopathology* 49: 464–468.
- Schnathorst W.C. (1965). Environmental relationships in the powdery mildews. *Annual Review of Phytopathology* 3: 343–366.
- Smykal P. (2009): Domestikace rostlin z pohledu současné genetiky. *Živa* 1: 6–9.
- Sogelová I. (2007): Studium teplotních nároků padlí (hub řádu Erysiphales). Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta.
- Sokol J., Kovařovic J., Sural J., Bernard Z., Koucký J., Cink P., Jeřábek J., Janyš B., Rýdl K., Byčkovský P., Kalábová M., Zieleniecová P., Šobrová J., Kovařovic J., Hrubá J., Hausenblas O., Walterová E., Vašutová J., Švec V., Švecová J., Helus Z., Kotásek J., Smolíková K., Tupý J., Spilková V., Petrovič P., Janyš B., Rymešová J., Kofroňová O., Pajkrť P., Vrzáček P., Vondráková E., Pilař J. (2001): Národní program rozvoje vzdělávání v České republice: bílá kniha. Tauris, Praha: 1–98.
- Šimoník, O. (2005): Úvod do didaktiky základní školy. MSD, Brno: 1–141.
- 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. (2013a): Origin and evolution of the powdery mildews (Ascomycota, Erysiphales). *Mycoscience* 54: 75–86.
- Takamatsu S. (2013b): Molecular phylogeny reveals phenotypic evolution of powdery mildew (Erysiphales, Ascomycota). *Journal of General Plant Pathology* 79: 218–226.
- Takamatsu S., Hirata T., Sato Y. (1998): Phylogenetic analysis and predicted secondary structures of the rDNA internal transcribed spacers of the powdery mildew fungi (Erysiphaceae). *Mycoscience* 39: 441–453.
- Takamatsu S., Hirata T., Sato Y., Nomura Y. (1999): Phylogenetic relationships of *Microsphaera* and *Erysiphe* section *Erysiphe* (powdery mildews) inferred from the rDNA ITS sequence. *Mycoscience* 40: 259–68.
- 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* 105/5: 1135–1152.
- Takamatsu S., Matsuda S., Ninomi S., Havrylenko M. (2006): Molecular phylogeny supports a Northern Hemisphere origin of *Golovinomyces* (Ascomycota, Erysiphales). *Mycological Research* 110: 1093–101.
- Townsend G.R., Heuberger J.V. (1943): Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Disease Report* 27(17): 340–343.
- Weltzein H. C. (1978): Geographical distribution of powdery mildews. In: SPENCER, D. M: The powdery mildews. Academic press, London: 39–48.
- Yarwood C.E. (1957): Powdery mildews. *Botanical Review* 23: 235–301.

INTERNETOVÉ ODKAZY:

Blancard D. Ephytia. *INRA: SCIENCE & IMPACT* [online]. 2013 [cit. 2018-12-06]. Dostupné z: <http://ephytia.inra.fr/en/C/10961/Tobacco-Biology-and-Epidemiology>

Řepková J. *Genetika rostlin: Odolnost rostlin k patogenům* [online]. In: 2013 [cit. 2018-12-26]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/prif/js13/genetika/web/pages/07-rezistence-k-patogenum.html>

Smutná P. Obranné mechanismy rostlin. In: *Šlechtění rostlin na rezistenci vůči biotickým a abiotickým faktorům* [online]. 2013 [cit. 2017-11-07]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=1847

Metodický list: Kulturní rostliny [online]. Občanské sdružení Ametyst, 2010 (3) [cit. 2017-11-11]. Dostupné z: http://www.ametyst21.cz/media/content/download/142_metodicky-list-kulturni-plodiny.pdf

Asteraceae Brecht. et J. Presl- hvězdnicovité. In: *Botany.cz* [online]. 3.7.2016 [cit. 2018-10-18]. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/Asteraceae/>

II. Rozvoj klíčových kompetencí: Kompetence komunikativní [online]. [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: <http://www.gymkh.cz/Portals/0/Docs/svp/kompetence.pdf>

10 SEZNAM TABULEK, GRAFŮ A OBRÁZKŮ

SEZNAM TABULEK:

Tab. 1: Současné zařazení čeledi Erysiphaceae.

Tab. 2: Současná klasifikace čeledi Erysiphaceae (na základě holomorf) a přehled odpovídajících anamorfních rodů.

Tab. 3: Anamorfní a teleomorfní rody padlí.

Tab. 4: Příklady biologické specializace vybraných zástupců řádu Erysiphales.

Tab. 5: Výskyt padlí rodu *Erysiphe* v Evropě na čeledi *Asteraceae*.

Tab. 6: Výskyt padlí rodu *Leveillula* v Evropě na čeledi *Asteraceae*.

Tab. 7: Výskyt padlí rodu *Podosphaera* v Evropě na čeledi *Asteraceae*.

Tab. 8: Výskyt padlí rodu *Golovinomyces* v Evropě na čeledi *Asteraceae*.

Tab. 9: Seznam lokalit sběru izolátů *G. cichoracearum*/*G. orontii* na locice kompasové (*L. serriola*) v roce 2016.

Tab. 10: Diferenciační soubor genotypů rodu *Lactuca*.

Tab. 11: Stupnice pro hodnocení intenzity napadení listových disků padlím (*G. cichoracearum*/*G. orontii*).

Tab. 12: Stupnice pro hodnocení virulence patogena *G. cichoracearum*/*G. orontii*.

Tab. 13 : Stupnice pro hodnocení rezistence genotypů rodu *Lactuca*.

Tab. 14: Stupnice pro hodnocení napadení rostliny patogenem.

Tab. 15: Reakce *G. cichoracearum*/*G. orontii* na testovaných genotypech rodu *Lactuca* (rok 2016).

Tab. 16: Výskyt *GC/GO* v populacích *L. serriola* v jednotlivých okresech roku 2007.

Tab. 17: Výskyt *GC/GO* v populacích *L. serriola* v jednotlivých okresech roku 2008.

Tab. 18: Výskyt *GC/GO* v populacích *L. serriola* v jednotlivých okresech roku 2009.

Tab. 19: Výskyt *GC/GO* v populacích *L. serriola* v jednotlivých okresech roku 2010.

Tab. 20: Výskyt *GC/GO* v populacích *L. serriola* v jednotlivých okresech roku 2011.

Tab. 21: Výskyt *GC/GO* v populacích *L. serriola* v jednotlivých okresech roku 2012.

Tab. 22: Výskyt *GC/GO* v populacích *L. serriola* v jednotlivých okresech roku 2013.

Tab. 23: Výskyt *GC/GO* v populacích *L. serriola* v jednotlivých okresech roku 2014.

Tab. 24: Výskyt *GC/GO* v populacích *L. serriola* v jednotlivých okresech roku 2015.

Tab. 25: Výskyt *GC/GO* v populacích *L. serriola* v jednotlivých okresech roku 2016.

Tab. 26: Výskyt *GC/GO* v populacích *L. serriola* v jednotlivých okresech roku 2017.

Tab. 27: Četnost výskytu napadení *G. cichoracearum*/*G. orontii* na *L. serriola* v letech 2007-2017.

SEZNAM GRAFŮ:

Graf 1: Virulence/avirulence izolátů *G. cichoracearum*/*G. orontii* zjištěné na diferenčním souboru *Lactuca* spp.

Graf 2: Reakce genotypů *Lactuca* spp. na inokulaci izoláty *G. cichoracearum*/*G. orontii*.

Graf 3: Výskyt *G. cichoracearum*/*G. orontii* na *L. serriola* na sledovaných lokalitách v letech 2007–2017.

Graf 4: Četnost výskytu *G. cichoracearum*/*G. orontii* na populacích *L. serriola* v letech 2007–2017.

Graf 5: Jednotlivé stupně napadení parazita *GC/GO* v populacích *L. serriola* v letech 2007–2017.

Graf 6: Zastoupení jednotlivých stupňů napadení *GC/GO* v populaci *L. serriola* v letech 2007–2017.

Graf 7: Zastoupení jednotlivých stanovišť výskytu v populacích *L. serriola* napadených padlím mezi lety 2007–2017.

Graf 8: Systém kurikulárních dokumentů.

Graf 9: Zařazení studovaného tématu do RVP G.

SEZNAM OBRÁZKŮ:

Obr. 1: Celosvětové rozšíření padlí.

Obr. 2: Makrofotografie napadení rostlin padlím.

Obr. 3: Životní cyklus padlí.

Obr. 4: Skupiny rodů padlí na základě parazitismu dle mycelia.

Obr. 5: Typy apresorií padlí.

Obr. 6: Skupiny rodu padlí na základě anamorfy.

Obr. 7: Typy klíčení padlí.

Obr. 8: Chasmothecia rodů padlí.

Obr. 9: Fylogenetické vztahy jednotlivých tribů padlí.

Obr. 10: Makrofotografie padlí na *Taraxacum officinale*.

Obr. 11: Mapa ČR zaznamenávající místa sběru izolátů *G. cichoracearum* v roce 2016.

Obr. 12: Příprava experimentu metodou listových disků.

Obr. 13: Nainokulované listové disky studovaného a kontrolního genotypu r. *Lactuca* padlím *G. cichoracearum*/*G. orontii*.

Obr. 14: Detail listových disků s různým stupněm napadení.

Obr. 15: Mapa všech navštívených lokalit s výskytem druhu *L. serriola* v roce 2007 na území ČR.

Obr. 16: Výskyt jednotlivých stupňů napadení na *L. serriola* patogenem *GC/GO* v lokalitách v roce 2007.

Obr. 17: Mapa všech navštívených lokalit s výskytem druhu *L. serriola* v roce 2008 na území ČR.

- Obr. 18: Výskyt jednotlivých stupňů napadení na *L. serriola* patogenem GC/GO v lokalitách v roce 2008.
- Obr. 19: Mapa všech navštívených lokalit s výskytem druhu *L. serriola* v roce 2009 na území ČR.
- Obr. 20: Výskyt jednotlivých stupňů napadení na *L. serriola* patogenem GC/GO v lokalitách v roce 2009.
- Obr. 21: Mapa všech navštívených lokalit s výskytem druhu *L. serriola* v roce 2010 na území ČR.
- Obr. 22: Výskyt jednotlivých stupňů napadení na *L. serriola* patogenem GC/GO v lokalitách v roce 2010.
- Obr. 23: Mapa všech navštívených lokalit s výskytem druhu *L. serriola* v roce 2011 na území ČR.
- Obr. 24: Výskyt jednotlivých stupňů napadení na *L. serriola* patogenem GC/GO v lokalitách v roce 2011.
- Obr. 25: Mapa všech navštívených lokalit s výskytem druhu *L. serriola* v roce 2012 na území ČR.
- Obr. 26: Výskyt jednotlivých stupňů napadení na *L. serriola* patogenem GC/GO v lokalitách v roce 2012.
- Obr. 27: Mapa všech navštívených lokalit s výskytem druhu *L. serriola* v roce 2013 na území ČR.
- Obr. 28: Výskyt jednotlivých stupňů napadení na *L. serriola* patogenem GC/GO v lokalitách v roce 2013.
- Obr. 29: Mapa všech navštívených lokalit s výskytem druhu *L. serriola* v roce 2014 na území ČR.
- Obr. 30: Výskyt jednotlivých stupňů napadení na *L. serriola* patogenem GC/GO v lokalitách v roce 2014.
- Obr. 31: Mapa všech navštívených lokalit s výskytem druhu *L. serriola* v roce 2015 na území ČR.
- Obr. 32: Výskyt jednotlivých stupňů napadení na *L. serriola* patogenem GC/GO v lokalitách v roce 2015.
- Obr. 33: Mapa všech navštívených lokalit s výskytem druhu *L. serriola* v roce 2016 na území ČR.
- Obr. 34: Výskyt jednotlivých stupňů napadení na *L. serriola* patogenem GC/GO v lokalitách v roce 2016.
- Obr. 35: Mapa všech navštívených lokalit s výskytem druhu *L. serriola* v roce 2017 na území ČR.
- Obr. 36: Výskyt jednotlivých stupňů napadení na *L. serriola* patogenem GC/GO v lokalitách v roce 2017.
- Obr. 37: Genotyp *Lactuca serriola* (LSE/57/15).
- Obr. 38: Genotyp *Lactuca serriola* (PI 273617).
- Obr. 39: Genotyp *Lactuca sativa* cv. Capitan.
- Obr. 40: Genotyp *Lactuca sativa* cv. Colorado.
- Obr. 41: Genotyp *Lactuca sativa* cv. Argeles.
- Obr. 42: Genotyp *Lactuca sativa* cv. Sabine.
- Obr. 43: Genotyp *Lactuca sativa* cv. UCDM2.
- Obr. 44: Genotyp *Lactuca sativa* cv. Cobham Green.
- Obr. 45: Genotyp *Lactuca saligna* (09-H58-1013).

Obr. 46: Genotyp *Lactuca saligna* (09-H58-1010).

Obr. 47: Genotyp *Lactuca virosa* (LVIR/50).

Obr. 48: Genotyp *Lactuca virosa* (09-H58-998).

Obr. 49: Uchovávání genotypů rodu *Lactuca* ve skleníku při konstatní teplotě 25°C/20°C den/noc.

Obr. 50: Petriho miska s napadenými listovými disky genotypu *L. sativa* cv. Sabine.

11 PŘÍLOHY

1. RVP pro gymnaziální vzdělávání - Biologie.
2. Zadání pracovního listu.
3. Autorské řešení pracovního listu.
4. Makrofotografie z průběhu testování souboru *Lactuca* spp. vůči padlí *G. cichoracearum*/*G. orontii*

BIOLOGIE HUB

Očekávané výstupy

žák

- ▶ pozná a pojmenuje (s možným využitím různých informačních zdrojů) významné zástupce hub a lišejníků
- ▶ posoudí ekologický, zdravotnický a hospodářský význam hub a lišejníků

Učivo

- stavba a funkce hub
- stavba a funkce lišejníků

BIOLOGIE ROSTLIN

Očekávané výstupy

žák

- ▶ popíše stavbu těl rostlin, stavbu a funkci rostlinných orgánů
- ▶ objasní princip životních cyklů a způsoby rozmnožování rostlin
- ▶ porovná společné a rozdílné vlastnosti stélkatých a cévnatých rostlin
- ▶ pozná a pojmenuje (s možným využitím různých informačních zdrojů) významné rostlinné druhy a uvede jejich ekologické nároky
- ▶ zhodnotí rostliny jako primární producenty biomasy a možnosti využití rostlin v různých odvětvích lidské činnosti
- ▶ posoudí vliv životních podmínek na stavbu a funkci rostlinného těla
- ▶ zhodnotí problematiku ohrožených rostlinných druhů a možnosti jejich ochrany

Učivo

- morfologie a anatomie rostlin
- fyziologie rostlin
- systém a evoluce rostlin
- rostliny a prostředí

KULTURNÍ PLODINY



Zhruba před 10 tisíci lety dal člověk základy dnešnímu zemědělství a postaral se o rozvoj moderní kultury tak, jak ji známe dnes. Nejprve člověk sbíral plodiny, které rostly volně v přírodě. Postupně si z nich vybíral pouze ty nejlepší kusy, o které se dále staral. Snažil si plodiny sám pěstovat a co nejlépe o ně pečovat. S tímto procesem je spjat vývoj člověka jako zemědělce, neboť ustupoval od kočovného života a přecházel k životu na jednom místě – v blízkosti využívaných plodin. Tak postupně ovlivňoval krajinu a vznikala první pole, vesnice, města, státy apod.

Dlouhodobou péčí o plodiny, jako je obdělávání polí, sklizení, dosévání, odstraňování škůdců a konkurenčních rostlin, která byla předávána z generace na generaci, člověk postupně měnil vlastnosti těchto volně rostoucích druhů (např. hromadné zrání a zvětšování plodů, lepší odolnost vůči nepříznivým podmínkám). Vznikaly tak první polokultury. Za kulturní rostliny se považují rostliny, které člověk takto zušlechťuje. Mezi ně patří nejen ovoce a zelenina, ale také luskoviny, okopaniny, olejní, textilní, okrasné a léčivé rostliny.

Vylušti následující osmisměrku a zjisti, jak se říká těmto původním-nezměněným plodinám = _____

- | | |
|----------|---------|
| AMARANT | MANIOK |
| BOB | MATÉ |
| BRAMBORY | MELOUN |
| ČAJ | OKURKA |
| ČIROK | OVES |
| GOJA | PROSO |
| CHMEL | PŠENICE |
| JEČMEN | RAJČE |
| KONOPI | RÝŽE |
| KUKUŘICE | ŘEPA |
| KULTURY | SÓJA |
| LEN | TABÁK |
| LILEK | VIGNA |
| LOCIKA | ŽITO |
| MÁK | |

Ř	P	N	E	M	Č	E	J	L	A	L
E	K	P	Š	E	N	I	C	E	K	P
P	U	L	I	L	E	K	R	N	R	S
A	K	I	C	O	L	A	N	O	U	Ó
K	U	L	T	U	R	Y	S	Ý	K	J
O	Ř	M	A	N	I	O	K	G	O	A
N	I	CH	B	R	A	M	B	O	R	Y
O	C	M	Á	K	N	R	A	J	Č	E
P	E	E	K	D	G	Ý	A	A	A	B
Í	R	L	O	T	I	Ž	U	M	J	O
Ě	T	A	M	O	V	E	S	H	A	B



Věděli jste, že původní planý druh vinné révy měl bobule velikosti hrášku? V průběhu několika tisíců let si člověk vybíral jen rostliny s nejlepšími hroznými, až došlo k přeměně planého druhu na kulturní plodinu. V dnešní době máme mnoho odrůd vinné révy, z nichž některé hroznové bobule mohou být stejně velké jako švestky. Vinná réva původně pochází ze Střední Asie, kde ji lidé znají již 7 000 let. Římané později rozšířili pěstování a výrobu vína na celou svou říši. Dnes patří Itálie mezi jednu z nejvýznamnějších oblastí ve světové produkci hroznů. Kromě ní je také významná Francie, USA, Španělsko, Turecko a výhledově i Čína. Sušené bobule vinné révy se nazývají rozinky a jejich světová produkce činí přes 1 milionů tun ročně.

KRIS-KROS KŘÍŽOVKA

Na základě nápovědy doplň do kris-kros křížovky názvy kulturních plodin.

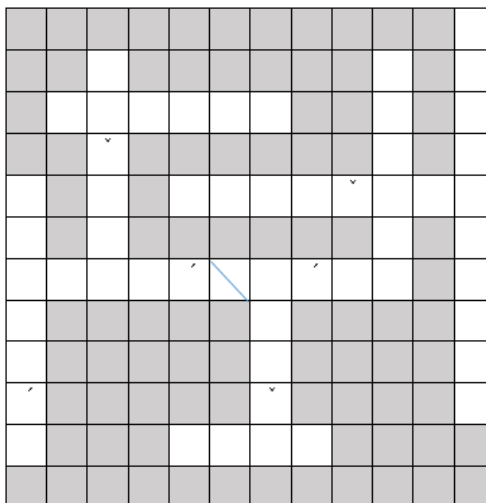
VODOROVNĚ: →

- Rostlina z čeledi lipnicovitých, která má žluté klasy.
- Tykvovitá zelenina, která bývá někdy mylně považována za ovoce.
- Rostlina, jejíž bobule se používají k výrobě alkoholických nápojů.
- Konopovitá rostlina, která se používá v procesu při výrobě piva.

SVISLE:



- Lilkovitá rostlina známá také jako „rajské jablko“.
- Bobovitá rostlina, jejímž semenům se říká „arašídy“ nebo „buráky“.
- Jednoletá obilnina v ČR hojně využívána jako krmivo pro zvěř.
- Keřovitá rostlina, jejíž vlákna ze semen se využívají k výrobě textilu
- Listová zelenina hojně využívána k přípravě salátových pokrmů.



PROJEKT

Vyber si jednu kulturní plodinu a vypracuj o této plodině referát. Z dostupných zdrojů zjistiti základní informace a zajímavosti- např. její historii, význam, ve kterých oblastech se nejvíce pěstuje a ve kterých zase nejvíce spotřeboává, nebo jaký je dopad pěstování této plodiny na životní prostředí.

Využij k referátu slepou mapu, do které zakresli původní centrum této kulturní plodiny a šipkami znázorni její rozšíření do ostatních světových oblastí.

Vlastní referát odprezentuj svým spolužákům a společně zhodnoťte, která z představených kulturních plodin je nejvíce zajímavá.



Obr. 1: Centra původu

kulturních rostlin

POZNÁVAČKA

Poznej kulturní plodiny na obrázku a vyplň tabulku za pomoci internetu.



NÁZEV PLODINY	NÁZEV ROSTLINY	PŮVODNÍ OBLAST	OBLAST PĚSTOVÁNÍ
káva	kávovník	Etiopie	Afrika, Madagaskar, J a střední Amerika

Obr. 1: HENDRYCH, Radovan. Fytogeografie. 1. vyd. Praha: SPN, 1984. 220 s. Učebnice pro vys. školy.
 Ostatní obrázky nacházející se v tomto pracovním listu byly použity z webových stránek: [www. openclipart.org](http://www.openclipart.org)

<https://kids.britannica.com/students/article/sugar/277948/210761-toc>

Vector Design by Vecteezy!

<https://openclipart.org/detail/209657/food-proper-rice> autor: glitch

<https://image.shutterstock.com/image-vector/plant-growing-seed-lemon-tree-260nw-566199892.jpg> autor: Kazakova Maryia

https://t4.ftcdn.net/jpg/01/76/34/97/240_F_176349714_3kNIX6h1R9BNQodeYOCRgDBjd4xLMikF.jpg

<https://openclipart.org/detail/300008/poppy> autor: Firkin

<https://openclipart.org/detail/276939/wheat> autor: Firkin

<https://openclipart.org/detail/7355/poppy-heads> autor: johnny_automatic

<https://openclipart.org/detail/20794/pea-pod-color> autor: johnny automatic

<http://obrazky.superia.cz/1280/kavovnik.png>

<http://sweetclipart.com/coffee-beans-clip-art-155>

<https://openclipart.org/detail/25049/grapevine-1>

<https://openclipart.org/detail/236198/corn>



<https://openclipart.org/detail/236198/corn>

KULTURNÍ PLODINY

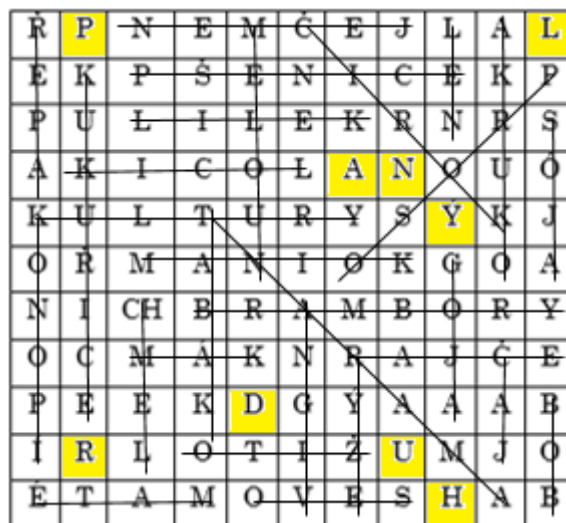


Zhruba před 10 tisíci lety dal člověk základy dnešnímu zemědělství a postaral se o rozvoj moderní kultury tak, jak ji známe dnes. Nejprve člověk sbíral plodiny, které rostly volně v přírodě. Postupně si z nich vybíral pouze ty nejlepší kusy, o které se dále staral. Snažil si plodiny sám pěstovat a co nejlépe o ně pečovat. S tímto procesem je spjat vývoj člověka jako zemědělce, neboť ustupoval od kočovného života a přecházel k životu na jednom místě – v blízkosti využívaných plodin. Tak postupně ovlivňoval krajinu a vznikala první pole, vesnice, města, státy apod.

Dlouhodobou péčí o plodiny, jako je obdělávání polí, sklizení, dosévání, odstraňování škůdců a konkurenčních rostlin, která byla předávána z generace na generaci, člověk postupně měnil vlastnosti těchto volně rostoucích druhů (např. hromadné zrání a zvětšování plodů, lepší odolnost vůči nepříznivým podmínkám). Vznikaly tak první polokultury. Za kulturní rostliny se považují rostliny, které člověk takto zušlechťuje. Mezi ně patří nejen ovoce a zelenina, ale také luskoviny, okopaniny, olejní, textilní, okrasné a léčivé rostliny.

Vylušti následující osmisměrku a zjisti, jak se říká těmto původním-nezměněným plodinám = PLANÝ DRUH

- | | |
|----------|---------|
| AMARANT | MANIOK |
| BOB | MATÉ |
| BRAMBORY | MELOUN |
| ČAJ | OKURKA |
| ČIROK | OVES |
| GOJA | PROSO |
| CHMEL | PŠENICE |
| JEČMEN | RAJČE |
| KONOPI | RÝŽE |
| KUKUŘICE | ŘEPA |
| KULTURY | SÓJA |
| LEN | TABÁK |
| LILEK | VIGNA |
| LOCIKA | ŽITO |
| MÁK | |



Věděli jste, že původní planý druh vinné révy měl bobule velikosti hrášku? V průběhu několika tisíců let si člověk vybíral jen rostliny s nejlepšími hrozny, až došlo k přeměně planého druhu na kulturní plodinu. V dnešní době máme mnoho odrůd vinné révy, z nichž některé hrozny bobulí mohou být stejně velké jako švestky. Vinná réva původně pochází ze Střední Asie, kde ji lidé znají již 7 000 let. Římané později rozšířili pěstování a výrobu vína na celou svou říši. Dnes patří Itálie mezi jednu z nejvýznamnějších oblastí ve světové produkci hroznů. Kromě ní je také významná Francie, USA, Španělsko, Turecko a výhledově i Čína. Sušené bobule vinné révy se nazývají rozinky a jejich světová produkce činí přes 1 milionů tun ročně.

KRIS-KROS KŘÍŽOVKA

Na základě nápovědy doplň do kris-kros křížovky názvy kulturních plodin.

VODOROVNĚ: →

- Rostlina z čeledi lipnicovitých, která má žluté klasy.
- Tykvovitá zelenina, která bývá někdy mylně považována za ovoce.
- Rostlina, jejíž bobule se používají k výrobě alkoholických nápojů.
- Konopovitá rostlina, která se používá v procesu při výrobě piva.
-

SVISLE:



- Lilkovitá rostlina známá také jako „rajské jablko“.
- Bobovitá rostlina, jejímž semenům se říká „arašídy“ nebo „buráky“.
- Jednoletá obilnina v ČR hojně využívána jako krmivo pro zvěř.
- Keřovitá rostlina, jejíž vlákna ze semen se využívají k výrobě textilu.
- Listová zelenina hojně využívána k přípravě salátových pokrmů.

																			P			
			J															L		O		
		M	E	L	O	U	N											O		D		
				Č															C		Z	
B			M			K	U	K	U	Ř	I	C	E									
A			E																	K		M
V	I	N	N	A						R	E	V	A									N
L										A												I
N										J												C
Í										Č												E
K						CH	M	E	L													

• **PROJEKT**

- Vyber si jednu kulturní plodinu a vypracuj o této plodině referát. Z dostupných zdrojů zjistiti základní informace a zajímavosti- např. její historii, význam, ve kterých oblastech se nejvíce pěstuje a ve kterých zase nejvíce spotřebovává, nebo jaký je dopad pěstování této plodiny na životní prostředí.
- Využij k referátu slepou mapu, do které zakresli původní centrum této kulturní plodiny a šipkami znázorni její rozšíření do ostatních světových oblastí.
- Vlastní referát odprezentuj svým spolužákům a společně zhodnoťte, která z představených kulturních plodin je nejvíce zajímavá.

• POZNÁVAČKA

- Poznej kulturní plodiny na obrázku a vyplň tabulku za pomoci internetu.



NÁZEV PLODINY	NÁZEV ROSTLINY	PŮVODNÍ OBLAST	OBLAST PĚSTOVÁNÍ
káva	kávovník	Etiopie	Afrika, Madagaskar, J a střední Amerika
řepa	řepa cukrovka	Středozeví	Francie, USA, Německo, Turecko, Ukrajina, Polsko, Čína
	hrách setý	Malá Asie, Blízky východ	Kanada, Francie, Rusko, Čína
rýže	rýže setá	Indie, Čína	Indie, Malajsie, Čína, USA, Brazílie
mák	mák setý	Malá Asie a Blízky východ	Turecko, Francie, Ukrajina
citrón	citroník pravý	Čína	Mexiko, Argentina, Indie, Španělsko, Írán
mrkev	mrkev obecná	Střední Asie	Čína, USA, Rusko, Polsko
pšenice	pšenice setá	Malá a Střední Asie, Blízky východ, Středozeví	Čína, USA, Rusko

Obr. 1: HENDRYCH, Radovan. Fytogeografie. 1. vyd. Praha: SPN, 1984. 220 s. Učebnice pro vys. školy.

Ostatní obrázky nacházející se v tomto pracovním listu byly použity z webových stránek: www.openclipart.org

<https://kids.britannica.com/students/article/sugar/277948/210761-toc>

Vector Design by Vecteezy!

<https://openclipart.org/detail/209657/food-proper-rice> autor: glitch

<https://image.shutterstock.com/image-vector/plant-growing-seed-lemon-tree-260nw-566199892.jpg> autor: Kazakova Maryia

https://t4.ftcdn.net/jpg/01/76/34/97/240_F_176349714_3kNIX6h1R9BNOodeYOCRgDBjd4xLMkE.jpg

<https://openclipart.org/detail/300008/poppy> autor: Firkin

<https://openclipart.org/detail/276939/wheat> autor: Firkin

<https://openclipart.org/detail/7355/poppy-heads> autor: johnny_automatic

<https://openclipart.org/detail/20794/pea-pod-color> autor: johnny automatic

<http://obrazky.superia.cz/1280/kavovnik.png>

<http://sweetclipart.com/coffee-beans-clip-art-155>

<https://openclipart.org/detail/25049/grapevine-1>

<https://openclipart.org/detail/236198/corn> <https://openclipart.org/detail/236198/corn>





Obr. 36: Genotyp *Lactuca serriola* (LSE/57/15). Křištofiková, E.



Obr. 37: Genotyp *Lactuca serriola* (PI 273617). Křištofiková, E.



Obr. 38: Genotyp *Lactuca sativa* cv. Capitan. Krištofiková, E.



Obr. 39: Genotyp *Lactuca sativa* cv. Colorado. Krištofiková, E.



Obr. 40: Genotyp *Lactuca sativa* cv. Argeles. Krištofiková, E.



Obr. 41: Genotyp *Lactuca sativa* cv. Sabine. Krištofiková, E.



Obr. 42: Genotyp *Lactuca sativa* cv. UCDM2. Krištofiková, E.



Obr. 43: Genotyp *Lactuca sativa* cv. Cobham Green. Krištofiková, E.



Obr. 44: Genotyp *Lactuca saligna* (09-H58-1013). Krištofiková, E.



Obr. 45: Genotyp *Lactuca saligna* (09-H58-1010). Krištofiková, E.



Obr. 46: Genotyp *Lactuca virosa* (LVIR/50). Křištofiková, E.



Obr. 47: Genotyp *Lactuca virosa* (09-H58-998). Křištofiková, E.



Obr. 48: Uchovávání genotypů rodu *Lactuca* ve skleníku při konstantní teplotě 25°C/20°C den/noc. Křištofiková, E.



Obr. 49: Petriho miska s napadenými listovými disky genotypu *L. sativa* cv. Sabine.