

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Fakulta přírodovědecká

Katedra botaniky



Porovnání účinnosti vybraných prostředků biologické a chemické ochrany v české populaci padlí dýňovitých

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor práce:

Vladislava Valná

Studijní program:

B 1501 – Biologie

Studijní obor:

Biologie – Geografie

Forma studia:

Prezenční

Vedoucí práce:

RNDr. Božena Sedláková, Ph.D.

Olomouc 2019

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně v průběhu bakalářského studia dle pokynů vedoucí bakalářské práce. Veškeré literární zdroje a informace, které jsem použila ve své práci, jsou uvedeny v seznamu literatury.

V Olomouci dne

.....

Vladislava Valná

Ráda bych poděkovala RNDr. Boženě Sedlákové, Ph.D., za odborné vedení bakalářské práce, za čas a trpělivost věnovanou vedením mé práce, poskytnutí odborné literatury, pomoc a ochotu. Dále mé poděkování patří všem pracovníkům Katedry botaniky PŘF UP.

Získané experimentální výsledky této bakalářské práce byly řešeny v rámci projektu IGA PŘF 2019-004.

BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKACE

Jméno a příjmení:	Vladislava Valná
Název práce:	Porovnání účinnosti vybraných prostředků biologické a chemické ochrany v české populaci padlí dýňovitých
Typ práce:	Bakalářská
Pracoviště:	Katedra botaniky
Vedoucí práce:	RNDr. Božena Sedláková, Ph.D.
Rok obhajoby práce:	2019

Abstrakt

V teoretické části této práce byla vypracována literární rešerše, která se týká padlí dýňovitých (*Golovinomyces orontii* a *Podosphaera xanthii*). Popsána byla jejich taxonomie, morfologie, geografické rozšíření a hostitelský okruh. Podstatná část literární se věnuje fungicidním přípravkům a rezistenci padlí dýňovitých vůči nim.

V praktické části byla sledována účinnost vybraných prostředků biologické a chemické ochrany v české populaci padlí dýňovitých. Jednalo se o přípravky ATLAS 500 SC s účinnou látkou quinoxifen, TOPAS 100 EC (penconazole), BIOAN (lecitin a albumin + mléčný kasein), KUMULUS WG (síra) a ALGINURE (fosfonáty draselné). Tyto přípravky byly testovány pomocí modifikované metody listových disků. U přípravků Atlas 500 SC a Topas 100 EC byly testovány tři koncentrace, kdy prostřední koncentrace byla doporučena výrobcem. Přípravky Bioan, Kumulus WG a Alginure byly testovány v pěti koncentracích, kdy opět prostřední koncentrace byla určena výrobcem a dvě koncentrace byly stanoveny pod a nad tímto optimem. Celkem bylo testováno 24 izolátů *Podosphaera xanthii*, které pocházely ze sběrů realizovaných na území České republiky v roce 2017. Testované přípravky se lišily v efektivitě vůči testované populaci patogena. Zcela neúčinné byly přípravky Alginure a Bioan. Vůči Bioanu byly všechny testované izoláty padlí dýňovitých zcela rezistentní na všech testovaných koncentracích. Také Atlas 500 SC se ukázal jako málo efektivní. Přípravky Topas 500 EC a Kumulus WG vykazovaly sníženou účinnost. Avšak přípravek Kumulus WG se ukázal v populaci patogenu účinný při vyšších testovaných koncentracích, než byla doporučena, kdy bylo 75% testované populace patogenu kontrolováno koncentracemi vyššími než doporučená.

Klíčová slova: *Golovinomyces orontii*, *Podosphaera xanthii*, padlí dýňovitých, fosfonáty draselné, lecitin a albumin + mléčný kasein, penconazole, quinoxifen, síra, rezistence

Počet stran: 68

Počet příloh: 1

Jazyk: český

BIBLIOGRAPHICAL IDENTIFICATION

Author's first name and surname:	Vladislava Valná
Title:	Comparison of efficacy among selected biological and chemical products in Czech cucurbit powdery mildew population
Type of Thesis:	Bachelor
Department:	Department of Botany
Supervisor:	RNDr. Božena Sedláková, Ph.D.
The year of presentation:	2019

Abstract

In the theoretical part of this work, the literature review describing the cucurbit powdery mildews caused by *Golovinomyces orontii* and *Podosphaera xanthii*, their taxonomy, morphology, geographical distribution and host range., was elaborated. A substantial part of this section was devoted to fungicides and the resistance of cucurbit powdery mildews to them.

In the practical part, there was monitored efficacy of biological and chemical agents in Czech population of cucurbit powdery mildews. These five fungicides: The ATLAS 500SC (effective substance quinoxifen), TOPAS 100 EC (penconazole), BIOAN (lecithin and albumin + lactic casein), KUMULUS WG (sulphur) and ALGINURE (potassium phosphonates) have been tested. These fungicides were screened using a modified leaf disc method. There were tested three concentrations for Atlas 500SC and Topas 100 EC, when the middle concentration was recommended by the producer. For Bioan, Kumulus WG and Alginure, there screen five concentrations (one recommended by the producer – optimum, two above and two below the optimum). Altogether twenty-four cucurbit powdery mildew isolates originated from the collecting expeditions realized at the area of Czech Republic in the year 2017 were screened for resistance to fungicides. There were noted differences in efficacy among screened fungicides as well as in pathogen populations. Fungicides Alginure and Bioan were completely ineffective. At the case of Bioan, all tested isolates were resistant to all screened concentrations. Fungicides Atlas 500 SC showed also low efficacy. Topas 100 EC and Kumulus WG showed decreased effectiveness. However in the case of Kumulus WG, 75 % of pathogen population was controlled higher tested concentrations than recommended one.

Key words: cucurbit powdery mildew, *Golovinomyces orontii*, *Podosphaera xanthii*, lecithin and albumin + lactic casein, penconazole, potassium phosphonates, quinoxifen, sulphur, fungicide resistance

Number of pages: 68

Number of appendices: 1

Language: Czech

Obsah

BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKACE	4
1. ÚVOD.....	9
2. CÍLE PRÁCE	10
3. LITERÁRNÍ REŠERŠE	8
3.1. Charakteristika patogena – padlí dýňovitých	8
3.2. Ochrana dýňovitých rostlin vůči padlí.....	15
3.2.1. Chemická ochrana v boji proti padlí.....	15
3.2.2. Historie fungicidů.....	16
3.2.3. Rozdělení fungicidů podle místa účinku	18
3.2.4. Rezistence padlí vůči fungicidům	18
3.2.4.1. Rezistence padlí dýňovitých vůči fungicidům v České republice.....	24
3.3. Biologická ochrana v boji proti padlí.....	29
3.3.1. Metody založené na iniciaci obranných mechanismů (indukovaná rezistence)	31
3.3.2. Metody založené na parazitismu nebo antibióze.....	32
3.4. Charakteristika chemických skupin testovaných fungicidů	34
4. MATERIÁLY A METODY	38
4.1. Metoda listových disků	38
4.1.1. Rostlinný materiál.....	38
4.1.2. Původ, charakteristika a uchování izolátů padlí dýňovitých.....	38
4.1.3. Modifikovaná metoda listových disků a použité fungicidy	39
4.2. Charakteristika vybraných fungicidů.....	40
4.3. Hodnocení intenzity sporulace	42
5. VÝSLEDKY A DISKUZE	44
6. ZÁVĚR	58
7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	59
8. PŘÍLOHOVÁ ČÁST	69

1. ÚVOD

Na celém světě infikuje padlí více než 10 000 druhů rostlin a způsobuje ztráty výnosů až o 40 % u mnoha hospodářsky významných plodin (MICALI et al., 2011). Padlí dýňovitých je jedna z nejrozšířenějších a nejvýznamnějších chorob tykvovitě zeleniny a to nejen v České republice, ale i v evropském a celosvětovém měřítku (COHEN et al. 2004). Ve střední Evropě se vyskytují dva významní původci padlí dýňovitých a to *Golovinomyces orontii* a *Podosphaera xanthii*. Tyto druhy od sebe odlišíme na základě morfologie, geografického rozšíření a s tím souvisejícího hostitelského okruhu a ekologických podmínek (KŘÍSTKOVÁ et al. 2009; MCGRATH, 2001; SEDLÁKOVÁ a LEBEDA, 2008).

Právě skutečnost, že padlí způsobuje tak velké ztráty u hospodářsky významných plodin, dala vznik výzkumu zaměřeného na vývoj ochranných látek, které měly za úkol hubit parazitické organismy, nebo ještě lépe zcela předcházet jejich vývinu na hostitelských rostlinách (HOLLOMON a WHEELER, 2002). Avšak tento způsob ochrany výrazně zkomplikoval vznik rezistence padlí dýňovitých vůči celosvětově využívaným fungicidům (MCGRATH, 2001). Z těchto důvodů vznikla řada výzkumů, které se zabývají rezistencí padlí dýňovitých vůči různým skupinám fungicidů (LEBEDA et al., 2010; MCGRATH, 2001). Rovněž na Katedře botaniky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci se tým prof. Lebedy a Dr. Sedlákové touto problematikou systematicky zabývá již od roku 2001.

Toto téma řeší také tato bakalářská práce, která tak svými výsledky může přispět k detailnějšímu poznání stavu rezistence českých populací padlí dýňovitých a k efektivnějšímu boji s tímto patogenem s využitím prostředků chemické a biologické ochrany.

2. CÍLE PRÁCE

Teoretická část této bakalářské práce měla za cíl vypracování literární rešerše, která se týká porovnáním účinnosti vybraných prostředků biologické a chemické ochrany v české populaci padlí dýňovitých (*Golovinomyces orontii* a *Podosphaera xanthii*). Část této teoretické části byla zaměřena na obecnou charakteristiku těchto patogenů, zejména na jejich taxonomii, morfologii, rozšíření ve světě, ale také v České republice a jejich hostitelský okruh. Druhá část teorie je zaměřena na chemické a biologické prostředky v boji proti padlí dýňovitých, a také na rezistenci v populaci obou patogenů vůči těmto přípravkům.

V experimentální části této bakalářské práce byla porovnávána účinnost vybraných biologických a chemických přípravků v boji proti padlí dýňovitých. Jednalo se o pět přípravků, kterými jsou ATLAS 500 CS s účinnou látkou quinoxifenem, TOPAS 100 EC s účinnou látkou penconazolem, KUMULUS WG s účinnou látkou sírou, ALGINURE s účinnou látkou fosfonátem draselným a BIOAN s účinnou látkou lecitinem a albuminem + mléčným kaseinem. K testování bylo vybráno 24 izolátů padlí dýňovitých (*Podosphaera xanthii*), které pocházely ze vzorků listů se symptomy infekce tímto patogenem, získaných při sběrové expedici na území České republiky realizované v roce 2017. U přípravků ATLAS 500 CS a TOPAS 100 EC byly testovány tři koncentrace, jelikož byly tyto látky testovány již v minulých letech (SEDLÁKOVÁ et al., 2017). U přípravků KUMULUS WG, BIOAN A ALGINURE, které v minulosti nebyly týmem prof. Lebedy a Dr. Sedlákové testovány, bylo použito pět koncentrací s využitím modifikované metody listových disků (SEDLÁKOVÁ a LEBEDA, 2008).

3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1. Charakteristika patogena – padlí dýňovitých

Pod pojmem padlí (Erysiphales) známe vřeckovýtrusné houby (Ascomycota), jež parazitují na vyšších rostlinách. Padlí infikuje více než 10 000 druhů rostlin na celém světě a způsobuje ztráty výnosů až o 40 % u mnoha hospodářsky významných plodin. Tyto houby jsou obligátní biotrofové, kteří vyžadují ke svému růstu a reprodukci živé buňky (MICALI et al., 2011). Z tohoto důvodu není možné padlí pěstovat na živném médiu, což ztěžuje experimentální práci (LEBEDA et al., 2017). V podmínkách střední Evropy se první symptomy objevují v období od června do října.

Houby řádu Erysiphales mají unitunikátní vřecko, tj. vřecko s jednovrstevnou stěnou, kdy se obě vrstvy stěny otevírají současně. Typem askomatu je u tohoto řádu převážně chasmothecium (KALINA et al., 2005; BRAUN a COOK, 2012).

Systematické zařazení padlí dýňovitých (LEBEDA et al., 2017)

Říše: **FUNGI**

Oddělení: **ASCOMYCOTA**

Pododdělení: **PEZIZOMYCOTINA (syn. ASCOMYCOTINA)**

Třída: **LEOTIOMYCETES**

Řád: **ERYSIPHALES**

Čeleď: **ERYSIPHACEAE**

Rod: *Golovinomyces*

Podosphaera

Leveillula

Na okurce seté (*Cucumis sativus*), ale také na jiných tykvovitých rostlinách byly popsány tři druhy padlí. Podle současné taxonomie tyto druhy můžeme zařadit do tří rodů, kterými jsou *Golovinomyces*, *Podosphaera* a *Leveillula*. Za zcela běžné, a také významné považujeme druhy *Golovinomyces orontii* a *Podosphaera xanthii*, naopak endoparazitický druh *Leveillula taurica* není příliš častým původcem tohoto onemocnění, a nedosahuje takové významnosti ve srovnání s oběma výše zmiňovanými druhy (BRAUN a COOK, 2012).

Hostitelský okruh padlí dýňovitých

Druh *Golovinomyces orontii* má poměrně široký hostitelský okruh zahrnující velký počet čeledí (od Asteraceae až po Vitaceae). Kromě čeledí však tento okruh zahrnuje také desítky rodů a stovky druhů rostlin. Čeleď dýňovité (Cucurbitaceae) je velmi významnou hostitelskou skupinou. Na území České republiky pokrývá hostitelský okruh padlí téměř všechny hlavní pěstované druhy právě dýňovitých zelenin – okurka setá (*Cucumis sativus*), tykev obecná (*Cucurbita pepo*), tykev velkoplodá (*Cucurbita maxima*) a meloun cukrový (*Cucumis melo*). Vzácně bylo padlí pozorováno také na vodním melounu (*Citrullus lanatus*). Také pro *Podosphaera xanthii* platí, že má široký okruh hostitelských rostlin, který zahrnuje mnoho čeledí (od Asteraceae po Solanaceae a Verbenaceae). Jednou z nejvýznamnějších čeledí je právě Cucurbitaceae (BRAUN a COOK, 2012; PAULECH, 1995 in LEBEDA et al., 2017).

Největší frekvence výskytu padlí na dýňovitých rostlinách byla zjištěna na *Cucurbita maxima* a *Cucurbita pepo*, oproti tomu nízká frekvence výskytu byla zjištěna u okurek polních (LEBEDA a SEDLÁKOVÁ, 2004, 2008 a 2010; KŘÍSTKOVÁ a LEBEDA, 2000). U planě rostoucích dýňovitých rostlin nebyla infekce padlím dýňovitých pozorována. Z toho důvodu nemají planě rostoucí dýňovité rostliny na území České republiky větší epidemiologický význam (LEBEDA a SEDLÁKOVÁ, 2004).

Popis patogena

Oba druhy padlí (*Golovinomyces*, *Podosphaera*) nelze od sebe rozlišit symptomatologicky nebo za použití lupy, můžeme je však determinovat mikroskopicky pomocí konidií (LEBEDA, 1983 in LEBEDA et al., 2017).

Golovinomyces orontii má mycelium povrchní, rozšířené, pomíjivé nebo trvalé, bílé barvy. Hyfy mírně pružné, rozvětvené v pravých úhlech, zhruba 5-7 μm široké. Apresoria bradavkovitého tvaru, často špatně vyvinutá. Konidiofory vztyčené, vznikají laterálně nebo z horní části mateřské buňky. Konidiofory jsou umístěny téměř centrálně, směrem k jednomu konci nebo často v bazální polovině zakřivené. Velikost konidioforů se pohybuje v rozmezí 30-100 \times 10-14 μm a dále pokračují jednou až třemi kratšími (zřídka delšími) buňkami o velikosti 10-25 \times 11-14 μm . Konidie se vyskytují obvykle v krátkých řetzcích, mají elipsovité až cylindrický tvar. Velikost konidií je 25-40 \times (10-)15-23(-25) μm . Poměr délka/šířka činí většinou 2. Klíční vlákna se tvoří od konce, občas ze strany, obvykle jsou tak dlouhá jako konidia, nebo kratší. Klíční vlákna jsou často zkroucená, široce rozšířená, někdy rovná, ohnutá, zřídka rozvětvená, apikálně jemná s poněkud nabobtnalým apresoriem typu *Euoidium*. Plodnicemi u *Golovinomyces orontii* jsou chasmothecia. Buňky peridia mají průměrnou velikost 8-20(-25) μm , jsou početné, vyskytují se převážně ve spodní polovině plodnice, občas dosahují horní poloviny. Obecně jsou peridiové buňky nerozvětvené, vzácně nepravidelně rozvětvené, vzájemně jsou

prokládané s myceliem, které je 0,5-2 krát tak dlouhým než je chasmotheciální průměr. Šířka buněk je nepravidelná (3-)5-7,5(-10) μm . Stěna buněk je tenká, hladká až hrubá. Barva buněk je hnědá, směrem k vrcholu bledne. Vřecek uvnitř chasmothecia je 5-14. Velikost vřecka je 45-75 \times 25-40 μm . Askospory elipsovitého tvaru, o velikosti 16-25 \times 12-15 (-17) μm , bezbarvé až nažloutlé (BRAUN a COOK, 2012).

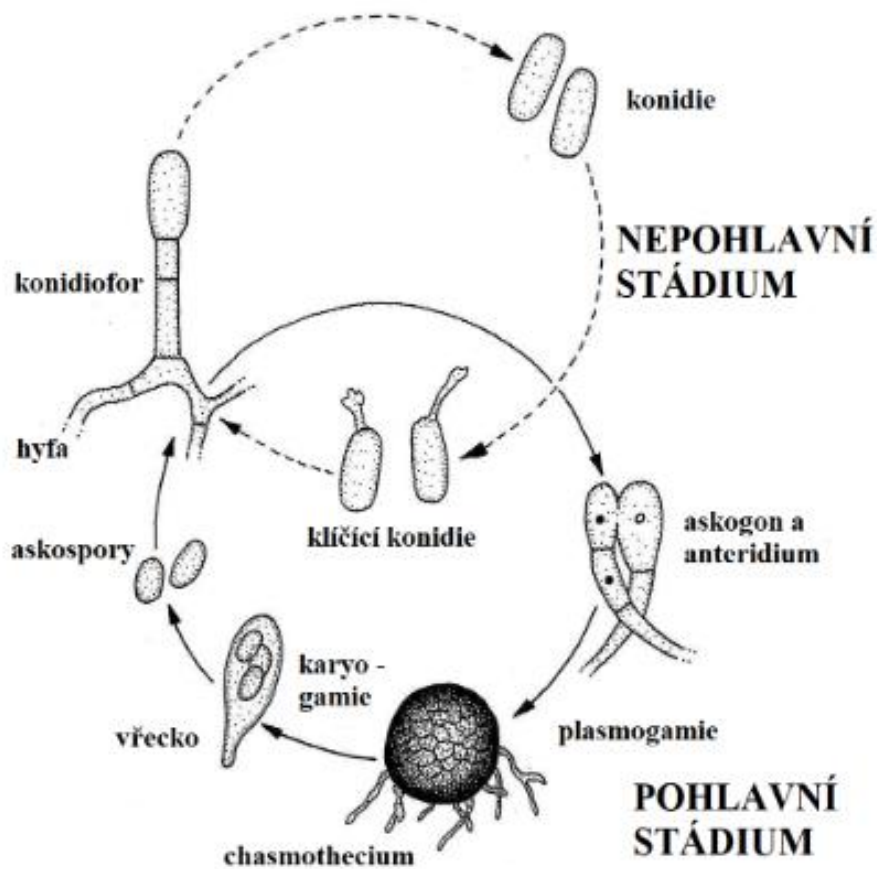
Podosphaera xanthii má mycelium stejně jako *Golovinomyces orontii* povrchní, tenkostěnné, bílé a vytváří husté povlaky. Na rozdíl od předchozího druhu, *Podosphaera xanthii* má hyfy hladké, (3-)5-8(-10) μm široké, apresoria na nich jsou vzácná a špatně rozlišitelná. Z horní části mateřské buňky se vyvíjejí konidiofory, bazální buňka má cylindrický tvar, velikost 30-100 \times 10-13 μm a dále pokračuje jednou až čtyřmi krátkými buňkami. Konidie jsou v dlouhých řetězcích, mají elipsovité až vejčité tvar, nebo jsou doliformní. Jejich velikost se pohybuje v rozmezí 20-40 \times 15-22 μm , poměr délka/šířka činí většinou 1,5 – 1,9 (PÉREZ-GARCÍA et al., 2009, BRAUN a COOK, 2012). Klíční vlákna se tvoří víceméně laterálně a jsou buď rovná, anebo se na koncích větví. Plodnicemi jsou stejně jako u *G. orontii* chasmothecia. Ta se vyskytují řídce nebo v malých skupinách. Velikost chasmothecia se pohybuje v rozmezí (70-)80-110 (-115) μm , tvar chasmothecií je nepravidelný (BRAUN a COOK, 2012). Uvnitř chasmothecia se nachází pouze jedno vřecko. Toto vřecko je buď přisedlé, nebo s velmi krátkou stopkou a obsahují 6-8 askospor. Askospory jsou bezbarvé, elipsovité-vejčité o průměrné velikosti 15-23 \times 12-17 μm (LEBEDA et al., 2017).

Symptomy napadení

Výskyt symptomů u obou druhů závisí především na geografické oblasti. V podmínkách střední Evropy se první příznaky objevují začátkem léta a vyskytují se až do začátku podzimu. Napadení rostliny padlím poznáme díky charakteristickému myceliu, které se vytváří na listech, méně pak na stoncích a plodech. Mycelium je přehrádkované s jednojadernými buňkami a vytváří se ve formě pustulí, což jsou okrouhlé kolonie, které se mohou spojovat do souvislých moučně vypadajících povlaků (viz příloha Obr. 1). Padlí přímo proniká do rostlinných epidermálních buněk pomocí apresorií a následně vytváří uvnitř živé buňky vakovitá nebo prstovitá haustoria (KŘÍSTKOVÁ a LEBEDA, 1999 a 2000 in LEBEDA et al., 2017; KALINA et al., 2005; MICALI et al., 2011). V některých případech může padlí časem šednout, či hnědnout. Padlí můžeme objevit na obou stranách listů, nebo běžněji jen na svrchní, či spodní straně. Při pokrytí listu myceliem dochází ke snížení asimilační plochy. V případě, že houba spotřebuje všechny živiny, dojde k nekrotizaci a následnému odumření listu (LEBEDA et al., 2017). Ačkoli je padlí snadno identifikovatelné pouhým okem, jeho pohlavní a nepohlavní stádia jsou pozorovatelná pouze pod mikroskopem (BINDSCHEDLER et al., 2016).

Vývojový a životní cyklus, epidemiologie

Oba dva výše zmiňované druhy padlí se liší poměrně svými ekologickými nároky. Ty ekologické pak významným způsobem ovlivňují jejich geografické rozšíření, ale i životní cyklus a epidemiologii. V životním cyklu padlí (Obr. 2) se střídá fáze teleomorfní (pohlavní/sexuální) a fáze anamorfní (nepohlavní/asexuální). Produktem nepohlavní fáze je mycelium a konidiofory s konidii, pohlavní fáze se vyznačuje vznikem chasmothecií s vřečky (LEBEDA et al., 2017; KALINA et al., 2005).



Obr. 2. Životní cyklus padlí (BRAUN a COOK, 2012), upraveno

Nepohlavní rozmnožování

Anamorfní stádium je charakterizováno vznikem pomocných rozmnožovacích útvarů. Oba druhy padlí (*Golovinomyces orontii*, *Podosphaera xanthii*) jsou obligátní ektoparazité, tudíž ke svému životu potřebují živou rostlinu. Na této hostitelské rostlině se vytvoří epifytické mycelium. Primární mycelium je obvykle tenkostěnné, bezjaderné a přehrádkované. Většina druhů padlí má mycelium bílé, některé druhy však mohou mít mycelium zbarvené do šeda, žluta či hněda. Na myceliu se vytváří

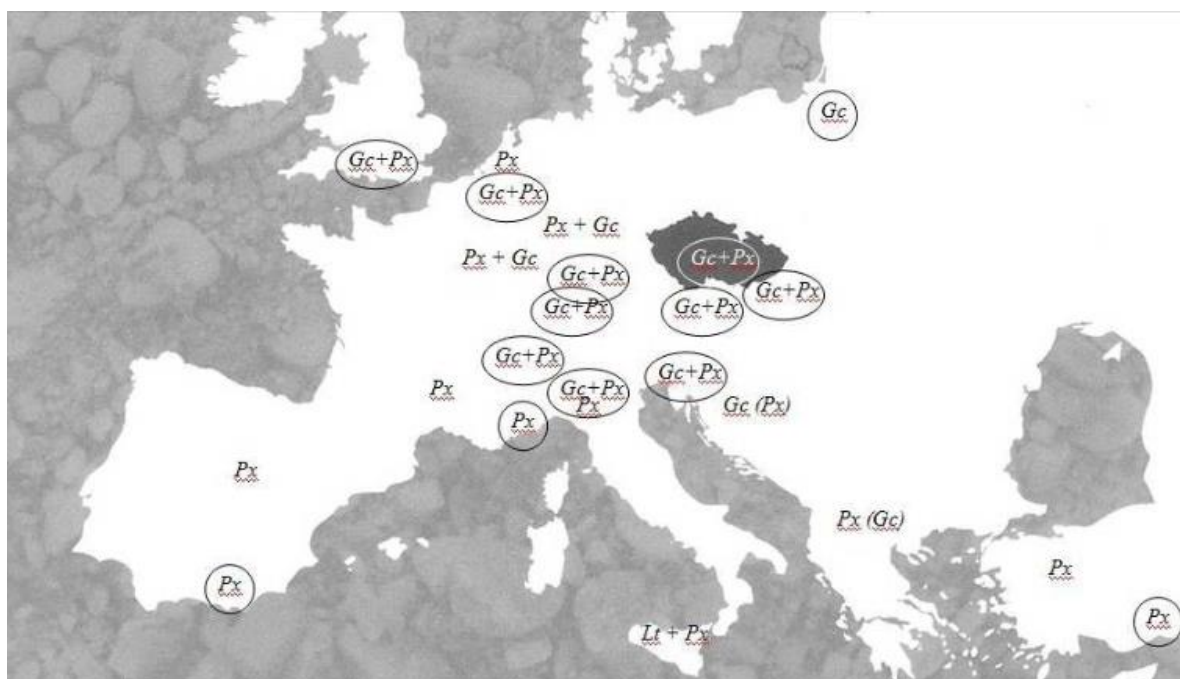
výběžky zvané apresoria. Tato apresoria tvoří struktury, které připojují mycelium k povrchu hostitelské rostliny a podněcují vznik haustoria. Apresoria se vyskytují v různých uskupeních. Mohou se vyskytovat na myceliu samostatně, nebo po dvou, či třech (až čtyřech) na jedné myceliální buňce (BRAUN a COOK, 2012). U zástupců rodu *Podosphaera* sect. *Sphaerotheca* (také pro *P. xanthii*) jsou apresoria nezřetelná, naopak u většiny jiných zástupců čeledi Erysiphaceae, např. rod *Golovinomyces* a rod *Podosphaera*, ne však *P. xanthii*, jsou apresoria zřetelná a mají bradavkovitý, laločnatý či korálovitý tvar. Dalšími orgány, které se vytvářejí na myceliu, jsou haustoria. Haustoria slouží k čerpání živin z buněk hostitelské rostliny. Mají především kulovitý tvar, výjimečně pak hruškovitý, či laločnatý (BRAUN et al., 2002, BRAUN a COOK, 2012). Z vegetativní hyfy vyrůstají konidiofory, výjimku tvoří konidiofory anamorfního stádia rodu *Leveillula*, které vyrůstají ze stomat. Dalším způsobem vzniku je mikrocyklická konidiogeneze, při které vznikají nové konidiofory přímo z konidie. Mikrocyklickou konidiogenezi můžeme pozorovat například u *Podosphaera xanthii*. První buňka konidioforu, která nasedá na vegetativní hyfu, se nazývá bazální buňka. Na buňku bazální nasedá jedna nebo dvě buňky generativní. Po generativní buňce následuje konidie. Podle toho, jak dozrávají konidie na konidioforu, rozlišujeme dva typy: Pseudoidium a Euoidium. Na Pseudoidiu dozrávají konidie postupně, na Euoidiu dozrávají konidie ve stejnou dobu a tvoří tzv. řetízky. Nejstarší buňka je pak taková, která se vyskytuje nejdále od buňky bazální. Konidie jsou jednobuněčné, jednojaderné, bezbarvé, vakuolizované, tenkostěnné nepohlavní spory obsahující olejové kapénky. Konidie mohou být různého tvaru i velikosti. Konidie mohou být tvaru válcovitého, eliptického, vejčitého, kopinatého, atd. Velikost konidií je závislá na proměnlivých faktorech (vlhkost, stáří listů hostitele, roční období) a pohybuje se v rozmezí od 5 do 110 μm (BRAUN a COOK, 2012). Důležitým taxonomickým znakem při určování padlí je délka a šířka konidií, ale také klíčení konidií. Sleduje se především umístění klíčícího vlákna, zda se na klíčícím vlákně vytvářejí apresoria a čas potřebný pro vyklíčení. Optimum pro klíčení konidií *G. orontii* se pohybuje v rozmezí 15-25° C při 90-95 % relativní vzdušné vlhkosti, naopak optimum pro *P. xanthii* je 25-30° C při relativní vzdušné vlhkosti 98-100 %. K plnému vývoji klíčícího vlákna dochází za vhodných podmínek u *G. orontii* během 2-4 hodin, u *P. xanthii* během 6-12 hodin. Penetrace nastává v rozmezí od 10 do 17 hodin u *G. orontii*, u *P. xanthii* nastává během 19 až 24 hodin. Za vhodných podmínek trvá infekční cyklus u *G. orontii* 120 hodin a u *P. xanthii* 144 hodin (ZLOCHOVÁ, 1990 in LEBEDA et al., 2017). Zdá se, že konidie nejsou schopny vyklíčit ještě na původní hostitelské rostlině a na rozdíl od jiných hub ke svému klíčení nepotřebují vodu (BRAUN 1987; BRAUN a COOK, 2012; GLAWE, 2008).

Pohlavní rozmnožování

Jak již bylo zmíněno výše, padlí patří mezi Ascomycota (houby vřeckovýtrusné), jsou tedy typická vytvářením vřecek. Vřecko (askus) je jediná diploidní buňka v procesu vývoje vřeckovýtrusných hub. Ve vřecku dochází ke karyogamii a následnou meiózou a mitózou dochází ke vzniku osmi haploidních askospor. Klíčením askospory vzniká haploidní mycelium, toto mycelium se rozrůstá, dochází k dělení jader, tvorbě přehrádek a případně dojde k nepohlavnímu rozmnožování. V určitém období se na myceliu vytvoří askogon (samičí gametangium) a antheridium (samčí gametangium). Samčí jádra přecházejí do askogonu, kde dochází k plazmogamii a vzájemnému promíchání jader. Tato jádra spolu nesplývají. Následně se jádra v askogonu začínají párovat a přesouvat na periferii. Poblíž nově vzniklých dvojic se začínají vytvářet výrůstky, do kterých dvojice jader přechází. Tyto výrůstky jsou základem pro askogenní hyfy. Terminální buňky askogenních hyf se následně meiosporangií přeměňují na vřecka (KALINA et al., 2005). Padlí může být jak homothalické, tak i heterothalické. Homothalické padlí je schopné sexuálního rozmnožování v rámci jednoho mycelia, které obsahuje jak samčí, tak samičí jádra. Naopak heterothalické padlí (*Golovinomyces orontii* a *Podosphaera xanthii*) je schopné pohlavního rozmnožování pouze při styku dvou fyziologicky různých stélek, v myceliu tedy obsahuje buď samčí, nebo jen samičí jádra (BRAUN, 1987). Askomata (plodnice) padlí se nazývají chasmothecia. Chasmothecia jsou uzavřená, bez ostiol, s vytrvalými vřečky. Velikost plodnic bez přívěsků se pohybuje v rozmezí od 50 µm do 450 µm (BRAUN a COOK, 2012). Chasmothecia jsou zpočátku světlá, postupem času hnědnou, až černají. Vřecka se z plodnic uvolňují tak, že bobtnají a tím protrhují peridii štěrbinou. Vnitřek peridie tvoří tenkostěnné bezbarvé buňky, povrch je tvořen více vrstvami buněk (GLAWE, 2008). Askomata můžeme rozlišit na několik vývojových typů. Prvním je sexuální typ, další je pseudosexuální vývojový typ a v neposlední řadě rozlišujeme vývojový typ asexuální (PETŘEKOVÁ, 2016). Chasmothecia jsou po obvodu nebo ze spodní strany opatřena apendixy (přívěsky). Délka i tvar přívěsků je druhově specifická. Přívěsky jsou buď jednoduché, nevětvené (např. *Podosphaera*), nepravidelně větvené (*Golovinomyces*), jednoduché s nafouknutými bázemi (*Phyllactinia*), nebo různě větvené (BRAUN et al., 2002). Vřecka (ascus) jsou považována za unitunikátní, ve skutečnosti jsou však bitunikátní. Stěny jsou obvykle tenké, avšak vyskytují se také výjimky s tlustými stěnami (např. *Erysiphe sambuci* var. *crassitunicatae*). Vřecka mohou mít tvar kyjovitý až sferoidní (BRAUN, 1987; BRAUN et al., 2002). V chasmotheciu se může vyskytovat jedno až 40 vřecek (BRAUN a COOK, 2012). Počet askospor ve vřecku se u každého druhu liší. Obvykle se počet askospor pohybuje v rozmezí mezi dvěma až osmi askosporami (BRAUN, 1987). Askospory jsou bezbarvé nebo nažloutlé, či slabě olivově zbarvené bez nápadných vakuol. Velikost askospor se pohybuje v rozmezí od 10 do 50 µm na délku a 8 až 30 µm na šířku. Askospory jsou převážně produkovány v konkrétním ročním období, a to před zimou (BRAUN a COOK, 2012).

Geografické rozšíření

Padlí jsou kosmopolitní organismy. Nejvíce druhů nalezneme v mírném pásmu na severní polokouli Země. Málo prozkoumané oblasti, co se týče výskytu padlí, jsou v Africe, Jižní i Severní Americe a Asii. Naopak v Evropě, především ve Francii, Německu, Itálii, Rumunsku, bývalých zemích SSSR a v asijském Japonsku bylo popsáno velké množství druhů, což může souviset především s kvalitou mykologických prací (WELTZIEN, 1978 in LEBEDA et al., 2017). Na zástupcích tykvovitých je v mírném pásmu častým druhem *G. orontii*. Naopak v suchých a teplých oblastech světa převládá *P. xanthii*. V přírodě lze však oba druhy nalézt na jedné rostlině, jelikož druhy ne mají přesně vymezený prostor výskytu. Kvůli změnám klimatu dochází ke změně geografického rozšíření a také ke změnám v četnosti zastoupení těchto druhů na hostitelích (LEBEDA et al., 2017). Rozšíření zmíněných druhů v Evropě (Obr. 3) je vyobrazeno na mapě níže.



Obr. 3. Rozšíření padlí tykvovitých v Evropě (*Gc* – *Golovinomyces cichoracearum*, *Lt* – *Leveillula taurica*, *Px* – *Podosphaera xanthii*) (KŘÍSTKOVÁ et al., 2009)

Informace o výskytu a škodách padlí dýňovitých na našem území existují již od začátku 20. století (LEBEDA a SEDLÁKOVÁ, 2004). První mikroskopická vyšetření vzorků padlí dýňovitých zpochybnila *Erysiphe polyphaga* jako často uváděného původce a potvrdila výskyt dvou druhů *Golovinomyces cichoracearum* (padlí čekankové) a *Podosphaera xanthii* (LEBEDA, 1983). Na konci 80. let 20. století převažoval na území bývalého Československa druh *Golovinomyces cichoracearum* (až 80 %), naopak druh *Podosphaera xanthii* se vyskytoval na 14 % zkoumaných lokalit, především na jižní Moravě a na jihu Slovenska (LEBEDA, 1983). Další studie prokázaly na území České republiky výskyt těchto druhů a

to buď samostatně, nebo společně. Také se ukázalo, že dlouhodobě převažuje *Golovinomyces cichoracearum* (nově *G. orontii*) a zastoupení druhu *Podosphaera xanthii* stále stoupá (KŘÍSTKOVÁ et al., 2009; LEBEDA, 1983; LEBEDA a SEDLÁKOVÁ, 2004).

3.2. Ochrana dýňovitých rostlin vůči padlí

Existují různé metody ochrany dýňovitých rostlin vůči padlí. První metodou je pěstování odolných odrůd. Bohužel je tato metoda dosud málo prostudována (JAHN et al., 2002). Dřívější pokusy ukázaly, že v rámci genofondu dýňovitých existuje velká proměnlivost, včetně řady velmi efektivních zdrojů rezistence (KŘÍSTKOVÁ a LEBEDA, 1999, 2000 in LEBEDA et al., 2017; LEBEDA, 1984 in LEBEDA et al., 2017; LEBEDA a KŘÍSTKOVÁ, 1994, 1996 in LEBEDA et al., 2017). Většinou se jedná o polní rezistenci, ale např. u *Cucumis melo* se může jednat také o rezistenci rasově specifickou (LEBEDA et al., 2011, 2016). Podrobnější znalost těchto interakcí se stala základem pro rozvoj šlechtění některých dýňovitých rostlin na rezistenci vůči *Golovinomyces orontii* i *Podosphaera xanthii*. Tento proces je však komplikovaný, jelikož je u obou druhů známa rozsáhlá variabilita virulence a velké množství ras (LEBEDA et al., 2011, 2016). Další metody ochrany budou probrány v následujících kapitolách. Jedná se o chemickou a biologickou ochranu vůči padlí.

3.2.1. Chemická ochrana v boji proti padlí

Chemická ochrana pomocí fungicidů je považována za dosud nejefektivnější a nejužívanější metodou v boji vůči tomuto patogenu vůbec. V posledních desetiletích (zhruba od 50. let 20. století) byly proti padlí používány fungicidy systematické a translaminární, a to proto, že poskytovaly odpovídající účinnost. Tyto fungicidy, jako je například benzimidazol, DMI, QoI a jiné mají tzv. „single-site“ účinnost. Nevýhodou těchto přípravků je vznik rezistentních kmenů, což bylo prokázáno u obou druhů (*P. xanthii*, *G. orontii*) (LEBEDA et al., 2010; MCGRATH, 2001, 2006; SEDLÁKOVÁ a LEBEDA, 2008). Výzkum z let 2001 až 2007 ukázal, že mezi účinné látky patřil fenarimol, naopak u dinocapu byla zjištěna snižující se účinnost. Naprosto neúčinné byly látky benomyl a thiophanatemethyl. Poměrně efektivní se ukázal také azoxystrobin, avšak jeho účinnost se postupně snižovala (LEBEDA et al., 2010).

Na trhu se vyskytuje celá řada chemických přípravků proti houbovým organismům řádu *Erysiphales*. Tyto fungicidy inhibují růst patogenu, nebo jej zcela usmrtí. Fungicidy aplikujeme na různá místa rostliny, nebo je můžeme aplikovat do půdy v místě, kde rostlina roste (WAARD et al., 1993). V případě nakažení rostliny padlím dochází k aplikaci fungicidů právě na místo, které je poškozené

(vytvoří se bílý povlak). V období, kdy dochází k největšímu vývoji rostliny a je největší pravděpodobnost napadení rostliny patogenem, je důležité, aby byl přípravek aplikován opakovaně (HANSEN, 2009).

3.2.2. Historie fungicidů

Již dávno předtím, než lidé začali rostliny účelně pěstovat a obdělávat, byly plané rostliny napadány různými chorobami. První zmínka o napadení rostliny houbovými organismy se nachází v řecké a římské literatuře. Právě Řekové a Římané používali jako ochranu proti padlí elementární síru (HOLLOMON a WHEELER, 2002). Na počátku 19. století byl často využíván polysulfid vápenatý, jde o jakousi vylepšenou formu síry.

První organické fungicidy byly objeveny teprve krátce před druhou světovou válkou, a to v roce 1934. Prvním organickým fungicidem se stal ziram, který je využíván i v dnešní době ve směsi s jinými fungicidními přípravky proti padlí vinné révy v USA (LEBEDA et al., 2017). Do 60. let 20. století měly v ochraně vůči padlí převahu především fungicidy kontaktní, tzv. „multi-site“ inhibitory (LEBEDA et al., 2017). V boji proti rostlinným chorobám ovšem následoval rychlý vývoj prostředků chemických. Prostředky, které obsahovaly síru, dithiokarbamáty a chinomethionáty, byly používány jen na určité spektrum plodin. Z důvodu vysokých dávek a cen na aplikaci bylo užívání těchto přípravků omezeno. Dalším důvodem mohla být také několikátýdenní prodleva mezi aplikací fungicidu a sklizní plodin (HOLLOMON a WHEELER, 2002).

V roce 1972 ve Spojených státech amerických byl na trh uveden první širokospektrální fungicid, benomyl, který vykazoval dobrý účinek proti padlí. Právě benomyl se stal nejpoužívanější účinnou látkou na světě v boji proti padlí (LEBEDA et al., 2017). Krátce poté byly na trh uvedeny další systémové fungicidy. V 80. letech 20. století byly na trh uvedeny tzv. DMI fungicidy (inhibitory demethylace sterolů), v 90. letech 20. století byly vyvinuty QoI strobilurinové fungicidy a anilinopyridiny. Vlivem intenzivního výzkumu jsou na trh uváděny stále nové a nové fungicidní přípravky s novými účinnými látkami. V současnosti je tak nabídka fungicidních přípravků velmi široká (HOLLOMON a WHEELER, 2002). Historie používání fungicidních přípravků ve světě vůči padlí je zobrazena v tabulce na následující straně (Tab. 1).

Tabulka 1. Historie používání fungicidních přípravků ve světě vůči padlí (podle Hollomon a Wheeler, 2002; Leadbeater a Gisi, 2009; Turner, 2015; převzato z LEBEDA et al., 2017).

Klasifikace podle FRAC		Rok/počet účinných látek vyvinutých v daném období					celkem
MoA*	FRAC kód**	Do 1960	1961-1970	1971-1980	1981-2000	2001 -	
A2	8	–	2	1	–	–	3
B1	1	–	2	2	–	–	4
B2	10	–	–	–	1	–	1
C2	7	–	–	–	–	3	3
C3	11	–	–	–	4	2	6
C5	29	–	–	–	–	1	1
D1	9	–	–	–	2	–	2
E1	13	–	–	–	1	1	2
F2	6	–	1	–	–	–	1
G1	3	–	1	11	16	1	29
G2	5	–	2	1	1	–	4
H4	19	–	1	–	–	–	1
Neznámý	U6	–	–	–	–	1	1
Neznámý***	U8	–	–	–	–	2	2
Neznámý	U13	–	–	–	–	1	1
Multi-site kontaktní****	M1	1	–	–	–	–	1
	M2	2	–	–	–	–	2
	M3	1	–	–	–	–	1
	M4	1	–	–	–	–	1
	M5	–	1	–	–	–	1
	M6	–	2	–	–	–	2

*MoA (Mode of Action) – mechanismus působení podle FRAC 2015

** FRAC Code List ©2015

***narušení aktinu (návrh označení podle FRAC 2015)

****vícepolohová (vícebodová, multi-site) kontaktní účinnost

– v daném časovém období nebyly vyvinuty žádné účinné látky z příslušné skupiny

3.2.3. Rozdělení fungicidů podle místa účinku

Kontaktní fungicidy

Kontaktní fungicidy jsou přípravky určeny k preventivnímu použití, popřípadě jako doplněk k fungicidům systémovým. Po nanesení kontaktního fungicidu na rostlinu působí přímo a inhibuje patogeny tak, aby se nedostaly do rostlinného pletiva. Kontaktní fungicidy bývají někdy označovány jako multi-site fungicidy, které působí na mnoha místech metabolismu patogenu (MCGRATH, 2001).

Systémové fungicidy

V porovnání s kontaktními fungicidy jsou ty systémové výhodnější, jelikož rostlina nemusí být tak důkladně ošetřena. Účinná látka systémového fungicidu poskytuje ochranu proti patogenu i v místě, kde rostlina nebyla zasažena přípravkem (např. spodní strana listu), děje se tak díky transportu účinné látky uvnitř rostliny. Potíží může být zvýšená pravděpodobnost mutace a s tím spojený vznik rezistence (MCGRATH, 2001). Systémové fungicidy bývají označovány jako single-site fungicidy. Tento typ fungicidu účinkuje jen v jednom konkrétním místě metabolické dráhy patogenu. K jejich šíření uvnitř rostlinného pletiva dochází apoplastickou, či symplastickou cestou (NEUMANN a JACOB, 1995).

3.2.4. Rezistence padlí vůči fungicidům

Podle Seznamu rizikových patogenních organismů klasifikace FRAC (FRAC Pathogen risk list 2014) lze rozdělit druhy patogenů do třech kategorií. Tyto kategorie jsou určeny stupněm rizika vzniku rezistence k fungicidům u patogenů z čeledi Erysiphales (padlí). Jednotlivé kategorie jsou v této klasifikaci rozlišeny na patogeny s nízkým rizikem, patogeny se středním rizikem a patogeny s vysokým rizikem (tab. 2). Také jednotlivé fungicidy můžeme na základě znalostí o výskytu rezistentních či tolerantních kmenů rozdělit do třech kategorií podle typu rizika (nízké, střední a vysoké riziko). Spojíme-li obě zmíněné kategorie (riziko fungicidu a riziko patogenu) do vzájemného vztahu, získáme tzv. kombinaci rizika (LEBEDA et al., 2017; BRENT a HOLLIMON, 2007).

Tabulka 2. Diagram ilustrující interakce mezi rizikem používaných fungicidů na padlí a rizikem vzniku rezistence vybraných patogenů z řádu Erysiphales k danému fungicidu (podle Brenta Hollomon, 2007; FRAC, 2014,2015; převzato z LEBEDA et al., 2017).

Riziko fungicidu Chemická skupina	MoA*	FRAC code**	Riziko fungicidu	Kombinace rizika*** (0,5-1,5 = nízké, 2-6 = střední, 9= vysoké)		
vysoké			Vysoké = 3	3	6	9
MBC-fungicidy	B1	1				
N-fenylkarbamáty	B2	10				
QoI-fungicidy	C3	11				
SDHI fungicidy	C2	7	Střední →vysoké			
střední			Střední = 2	2	4	6
Hydroxy-(2-amino)- pyrimidiny	A2	8				
AP-fungicidy (anilinpyrimidiny)	D1	9				
azanaftaleny	E1	13				
DMI-fungicidy (SBI: třída I)	G1	3				
fenylacetamidy	U	U6				
arylfenylketony	U	U8				
fosforothioláty	F2	6	střední→ nízké			
Aminy (SBI: třída II)	G2	5				
nízké			Nízké = 0,5 ^A	0,5	1	1,5
Multi-site kontaktní	M	M1-M6				
dinitrofenolkrotonáty	C5	29				
thiazolidiny	U	U13				
			Nízké = 1	Střední = 2	Vysoké = 3	
			Nízké <i>Podosphaera leucotricha</i>	Střední <i>Erysiphe necator</i> <i>Leveillula taurica</i> <i>Podosphaera aphanis</i> var. <i>aphanis</i>	Vysoké <i>Blumeria graminis</i> <i>Golovinomyces orontii</i> <i>Podosphaera xanthii</i>	

*MoA (Mode of Action) – mechanismus působení

** kód cílového místa účinku (Target Site Code) podle FRAC 2019

^Arezistence dosud není známa

*** barevně jsou zvýrazněny různé kombinace rizika, kdy jeho výsledná hodnota je dána součinem číselného kódu rizika fungicidu v příslušné kategorii (nízké, střední, vysoké) a daného číselného kódu rizika patogenu v dané kategorii (nízké, střední, vysoké)

**** příklady patogenů z řádu Erysiphales s různým stupněm rizika vzniku rezistence k fungicidům

Kvalitativní rezistence

O kvalitativní rezistenci mluvíme v případě, kdy při jejím vzniku dojde ke změně v jednom hlavním genu, což vede ke ztrátě kontroly nad chorobou. Této ztrátě nejde zamezit ani použitím větších dávek nebo častějším používáním fungicidu. Jedná se o rezistenci k MBC fungicidům (např. benomyl) (MCGRATH, 2001).

Kvantitativní rezistence

Vychází-li rezistence z více interagujících genů, projevuje patogen různou citlivost k fungicidu v závislosti na počtu genových změn (mutací). Proměnlivost v citlivosti je kontinuální či unimodální a selekce se objevuje v určitém směru. Z tohoto důvodu pak vznik rezistence narušuje možnost chemické kontroly konkrétní choroby. Choroba může být omezena, použijeme-li vyšší dávky fungicidu, nebo budeme-li fungicid častěji používat. K úplné ztrátě kontroly nad chorobou může dojít teprve po další selekci v genetické výbavě patogenu. Kvantitativní rezistence vzniká vůči multi-site fungicidům. Jedná se o rezistenci například k DMI fungicidům (inhibitory demethylace) (MCGRATH, 2001).

Křížová rezistence (Cross-rezistence)

Účinek různých fungicidů téže skupiny je velmi podobný, nebo stejný. Je-li patogenní populace rezistentní k jednomu fungicidu, bude s velkou pravděpodobností rezistentní i k jiným fungicidům z téže skupiny. Jakmile se vyvine rezistence vůči jednomu fungicidu, ostatní přípravky ze stejné skupiny začnou být méně účinné, či zcela neúčinné (BROWN, 2002; MCGRATH, 2001). Křížová rezistence je známá u DMI a QoI fungicidů (HOLLOMON a WHEELER, 2002).

Mnohonásobná rezistence

Při mnohonásobné rezistenci dochází ke vzniku rezistence k fungicidům více jak jedné skupiny. Dochází k ní díky intenzivnímu používání rizikových přípravků z různých chemických skupin, a pokud nejsou sledovány principy správné kontroly rezistence. Například v Japonsku byla objevena rezistence ke čtyřem skupinám fungicidů - QoI, benzimidazoly a DMI fungicidy (GALLIAN et al. 2002).

V tabulce (tab. 3) je zobrazen seznam patogenů z čeledi Erysiphaceae, kteří si vytvořili rezistenci k fungicidním látkám používaných proti nim. U patogenů jako je například původce padlí trav na obilovinách (*Blumeria graminis*) nebo padlí dýňovitých (*Golovinomyces orontii*, *Podosphaera xanthii*) je známa rezistence k řadě účinných látek z různých skupin (LEBEDA et al., 2017).

Tabulka 3. FRAC seznam patogenních organismů z čeledi Erysiphaceae rezistentních k účinným fungicidním látkám používaným v ochraně vůči nim (LEBEDA et al., 2017; upraveno podle FRAC 2018)

MoA kód*	FRAC kód	ZPŮSOB ÚČINKU			
		Cílové místo působení, název chemické skupiny			
Kód **		Patogen	plodina	Literatura***	Poznámky****
A		NUKLEOVÉ KYSELINY			
A2	8	Hydroxy-(2-amino)-pyrimidiny, adenosin-deamináza			
		<i>Erysiphe graminis</i> f.sp. <i>hordei</i>	ječmen	Hollomon (1978)	pole
		<i>Podosphaera xanthii</i>	Tykvovitá zelenina	Schepers (1984), O'Brien et al. (1988)	pole
B		MITÓZA A BUNĚČNÉ DĚLENÍ			
B1	1	Shlukování β-tubulinu při mitóze, MBC fungicidy = methyl benzimidazole carbamates			
		<i>Blumeria graminis</i>	obiloviny	Vargas (1973)	
		<i>Golovinomyces cichoracearum</i>	Tykvovitá zelenina	Abelintsev a Savchenko (1980)	Pole
		<i>Golovinomyces orontii</i> <i>Podosphaera xanthii</i>	Okurky	Sedláková a Lebeda (2008), Lebeda et al. (2010)	Laboratoř (ČR)
		<i>Erysiphe polygoni</i>	Vigna čínská	Rodriguez a Melendez (1984)	Pole
		<i>Erysiphe necator</i>	Vinná réva	Naegler et al. (1977), Pearson (1980), Pearson a Taschenberg (1980)	Pole
		<i>Euoidium violae</i>	Begónie		
		<i>Leveillula lappae</i>	artyčok		
		<i>Leveillula taurica</i>	rajče	Jones a Thomson (1982)	Pole
		<i>Podosphaera leucotricha</i>	Ovocné stromy	Suta a Radulescu (1986)	Laboratoř
		<i>Podosphaera xanthii</i>	Tykvovitá zelenina Vigna Vodní meloun	Schroeder a Providenti (1971), Naegler et al. (1977), Lebeda et al. (2010), Rodrigues a Melendez (1984), Keinath (2015)	Pole
		<i>Podosphaera macularis</i>	Okrasné květiny	lida (1975)	Pole
		<i>Podosphaera pannosa</i>	Růže/meruňka	Jarvis a Slingsby (1975)	pole
B2	10	Shlukování β-tubulinu při mitóze, N-fenylkarbamáty			
		<i>Podosphaera xanthii</i>	Meloun, okurka	FRAC (2007), Miyamoto et al. (2010a)	Pole (Japonsko, skleníky)
B6	47	Kyanoakryláty: Aktin/Myosin/Fimbrin/Funkce, Aryl-fenyl-ketony: Aktin/Myosin/Fimbrin/funkce			
		<i>Blumeria graminis</i>	pšenice	Top Agrar, (Dec.2009) Felsenstein et al. (2010)	Pole, Německo

Tabulka 3. (pokračování ze strany 21)

C		DÝCHÁNÍ			
C2	7	Komplex II: inhibitory sukcinátdehydrogenázy- SDHI fungicidy			
		<i>Podosphaera xanthii</i>	Tykvovitá zelenina Vodní meloun	Lebeda et al. (2010) Keinath (2015)	Pole
C3	11	Komplex III: cytochrom bc1 (ubichinoloxidáza v poloze Qo), analogy strobulurinu, QoI-fungicidy			
		<i>Blumeria graminis hordei</i>	ječmen	Heaney et al. (2000)	pole
		<i>Blumeria graminis tritici</i>	pšenice	Heaney et al. (2000) Sierotzki et al. (2000a)	Pole, mechanismus resistence
		<i>Erysiphe necator</i>	Vinná réva	Wilcox et al. (2010)	pole
		<i>Golovinomyces orontii</i> <i>Podosphaera xanthii</i>	okurka	Lebeda et al. (2010)	Laboratoř (ČR)
		<i>Podosphaera aphanis</i> var. <i>aphanis</i>	jahodník	Ishii (2008)	Pole
		<i>Podosphaera xanthii</i>	Okurka vodní meloun	Ishii et al. (2001), Heaney et al. (2000), Fernandez-Ortuno et al. (2006, 2008), Keinath (2015)	Pole Mechanismus resistence Pole
			Tykvovitá zelenina	McGrath a Shishkoff (2003a, 2003b), Lebeda et al. (2010)	Polní pokusy
C5	29	Rozpojovače oxidační fosforylace			
		<i>Golovinomyces orontii</i> <i>Podosphaera xanthii</i>	okurka	Sedláková a Lebeda (2008), Lebeda et al. (2010)	Laboratoř (ČR) Posun v citlivosti
E		TRANSDUKCE SIGNÁLU			
E1	13	Azanaftaleny. Transdukce signálu. Neznámý mechanismus působení			
		<i>Blumeria graminis hordei</i>	ječmen	Heaney et al. (2000)	Mutace
		<i>Blumeria graminis tritici</i> <i>Erysiphe necator</i>	Obiloviny Vinná réva	Genet a Jaworska (2009)	Studium křížové rezistence (nalezena u <i>E. necator</i> , nikoliv u <i>B. graminis</i>)
		<i>Podosphaera xanthii</i>	Tyk. zelenina		

Tabulka 3. (pokračování ze strany 22)

G		BIOSYNTÉZA STEROLU V MEMBRÁNÁCH (SBI fungicidy)			
G1	3	C14-demetyláza v biosyntéze sterolu (erg11/cyp51), inhibitory demethylace = DMI-fungicidy, SBI-třída I			
		<i>Blumeria graminis hordei</i>	ječmen	Fletcher a Wolfe (1981)	pole
		<i>Blumeria graminis tritici</i>	pšenice	De Waard et al. (1986)	Pole
		<i>Erysiphe necator</i>	Vinná réva	Steva et al. (1990), Reidi a Steinkellner (1996), Miller a Gubler (2003)	pole
		<i>Golovinomyces orontii</i> <i>Podosphaera xanthii</i>	okurka	Sedláková a Lebeda (2008); Lebeda et al. (2010)	Laboratoř (ČR) Posun v citlivosti
		<i>Podosphaera mors-uvae</i>	Černý rybíz	Goszcynski et al. (1988)	Pole
		<i>Podosphaera pannosa</i>	nektarinka	Reuveni (2001)	Pole
		<i>Podosphaera xanthii</i>	Okurka Tykvovitá zelenina Vodní meloun	Scheppers (1983, 1985a, 1985b), Lebeda et al. (2010), Keinath (2015)	pole
G2	5	Δ^{14}reduktáza a Δ^8-Δ^7 isomeráza v biosyntéze sterolu (erg24/erg2), aminy (morfoliny) – SBI třída II			
		<i>Blumeria graminis hordei</i>	ječmen	Napier et al. (2000)	Posun v citlivosti
		<i>Blumeria graminis tritici</i>	pšenice	Napier et al. (2000)	Posun v citlivosti
LÁTKY S NEZNÁMÝM ZPŮSOBEM ÚČINKU					
U	U6	<i>Podosphaera xanthii</i>	Okurka Tykvovitá zelenina	Hosokawa et al. (2006) Lebeda et al. (2010)	Skleníky (Japonsko) pole
Narušení aktinu (návrh označení)	U8	Arylfenylketony Benzofenony Benzoylpyrimidiny		FRAC (2013) FRAC (2015)	Posun v citlivosti
		<i>Blumeria graminis</i>	pšenice	Top Agrar, Dec. (2008) Felstein et al. (2010)	Pole (Německo)

*MoA (Mode of Action) – mechanismus působení

** kód cílového místa účinku (Target Site Code)

*** citace z www.frac.info, FRAC List of plant pathogenic organisms resistant to disease control agents (aktualizace: leden 2018); FRAC kód podle FRAC Code List ©2019

**** poznámky: laboratoř – laboratorní pokusy, pole – komerčně ošetřované pole, polní pokusy – pokusy na limitované ploše

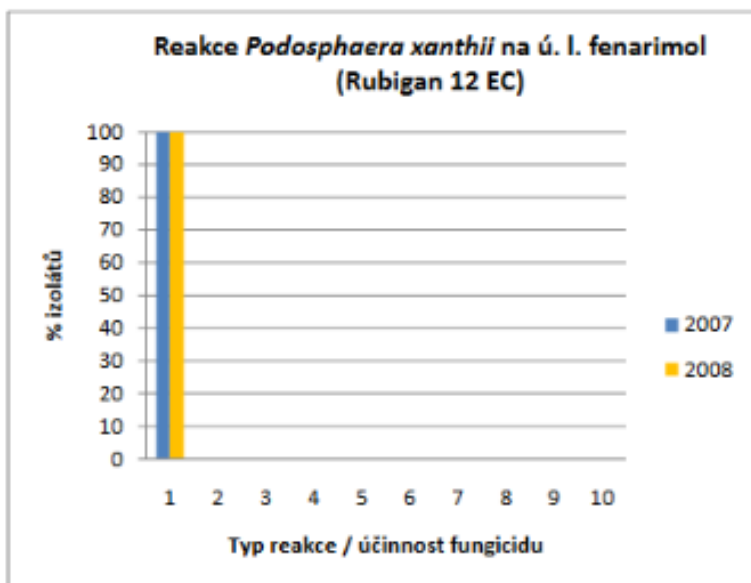
3.2.4.1. Rezistence padlí dýňovitých vůči fungicidům v České republice

Problematika rezistence padlí dýňovitých vůči fungicidům je v České republice studována již 18 let (od roku 2001) týmem pracovníků Katedry Botaniky PřF Univerzity Palackého v Olomouci pod vedením profesora Aleše Lebedy. Výzkum má za cíl především sledování české populace padlí dýňovitých z hlediska jejich rezistence k vybraným skupinám fungicidů. Na Katedře Botaniky PřF UP v Olomouci byla monitorována účinnost čtyř hlavních fungicidů. Jedná se o přípravky Rubigan 12 EC (účinná látka fenarimol), Karathane LC (účinná látka dinocap), Topsin M 70 WP (účinná látka thiophanate-methyl) a přípravek Ortiva (účinná látka azoxystrobin) (LEBEDA et al., 2010). Od roku 2012 je monitorována účinnost dalších čtyř fungicidů – Atlas 500 CS (účinná látka quinoxifen), Bumber 25 EC (účinná látka propiconazole), Topas 100 EC (účinná látka penconazole) a Corbel (účinná látka fenpropimorph) (SEDLÁKOVÁ et al., 2017).

Rubigan 12 EC (fenarimol)

V letech 2001-2011 se přípravek Rubigan 12 EC s účinnou látkou fenarimol jevil jako vysoce účinný. U zhruba 85 % testovaných izolátů byla účinnost velmi vysoká. Zbýlých 15 % izolátů vykazovalo rezistenci pouze při nejnižší koncentraci. Přípravek Rubigan se od samého počátku testování jevil jako vysoce účinný, ovšem v roce 2002 byla zaznamenán výskyt rezistence u izolátů *Golovinomyces orontii* na koncentraci 9,6 µg a 18 µg účinné látky. V následujících dvou letech se však obavy o vznik rezistence k tomuto přípravku nepotvrdily (SEDLÁKOVÁ a LEBEDA, 2008). V letech 2005-2008 byla účinnost Rubiganu opět velmi vysoká. Výjimkou je rok 2005, kdy byla u tohoto přípravku vyzorována snížená účinnost u obou druhů padlí dýňovitých, *Golovinomyces orontii* a *Podosphaera xanthii* (LEBEDA et al., 2010). Souhrnně však můžeme říci, že se sledovaná účinná látka jevila jako vysoce účinná v českých populacích padlí dýňovitých ve sledovaném období (Graf 1. a 2.)

Graf 1. a 2. Srovnání intenzity sporulace izolátů u přípravku Rubigan 12 EC v letech 2007 a 2008 (převzato z JEŘÁBKOVÁ, 2010).



Koncentrace fungicidu (%): Rubigan12 EC

I.- 0,008;

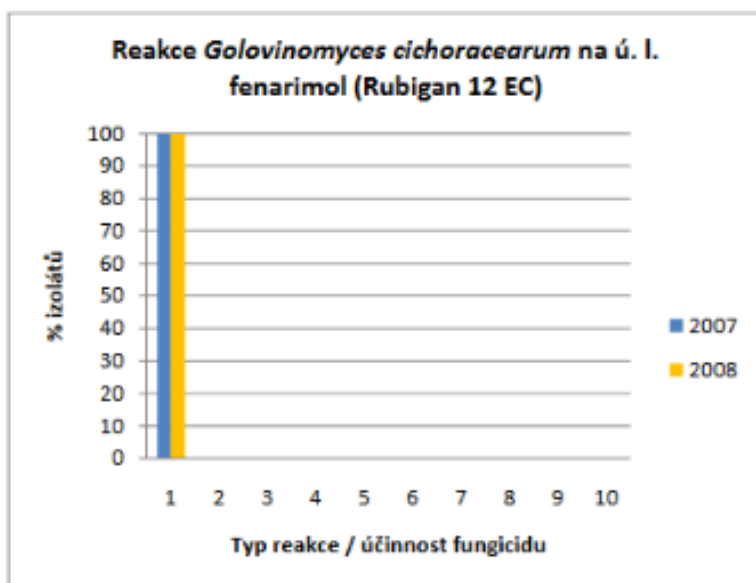
II. - 0,015;

III*.- 0,03;

IV. - 0,06,

V. - 0,12

*Koncentrace doporučená výrobcem



Typ reakce/ účinnost fungicidu (ú. I.)	Koncentrace fungicidu/reakce					
	K	I.	II.	III.*	IV.	V.
1	+	-	-	-	-	-
2	+	(-)	-	-	-	-
3	+	(-)	(-)	-	-	-
4	+	(-)	(-)	(-)	-	-
5	+	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
6	+	+	-	-	-	-
7	+	+	(-)	(-)	(-)	(-)
8	+	+	+	(-)	(-)	-
9	+	+	+	+	+	(-)
10	+	+	+	+	+	+

Karathane LC (dinocap)

Přípravek Karathane LC s účinnou látkou dinocap se jevil jako vysoce účinný proti padlí dýňovitých. V letech 2001-2004 až 70 % testovaných izolátů prokazovaly 100% účinnost. V tomto období se však objevily v populaci obou patogenů kmeny, které prokazovaly toleranci, či byly rezistentní k nejnižší (28 µg), ale také k o jednu vyšší (52,2 µg) koncentraci účinné látky (SEDLÁKOVÁ a LEBEDA, 2008). V letech 2005-2008 byla účinnost tohoto přípravku také vysoká, kdy pouze několik testovaných izolátů sporulovalo na nižších koncentracích, než je koncentrace doporučená výrobcem. Na doporučené koncentraci vykazovalo pár izolátů tolerantní reakci (JEŘÁBKOVÁ, 2010; SELDÁKOVÁ a LEBEDA, 2010; SELDÁKOVÁ et al., 2009). Můžeme říci, že v období od roku 2001 do roku 2013 byla účinnost přípravku Karathane LC vysoká.

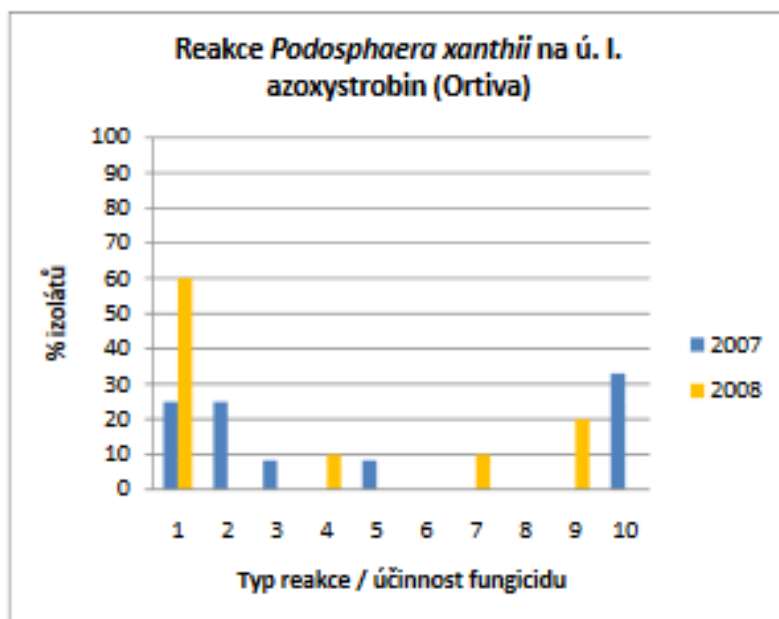
Topsin M 70 WP (thiophanate-methyl)

Přípravek Topsin M 70 WP s účinnou látkou thiophanate-methylem se během testovaného období (2005-2011) jevil jako neúčinný. Již prvním rokem testování (tj. rok 2005) vykazoval tento fungicid nízkou účinnost (LEBEDA et al., 2010). Do roku 2011 bylo 80 % všech testovaných izolátů vůči Topsinu rezistentních (JEŘÁBKOVÁ, 2010; SELDÁKOVÁ a LEBEDA, 2010; SELDÁKOVÁ et al., 2009).

Ortiva (azoxystrobin)

V testovaném období od roku 2007 do roku 2011 vykazoval přípravek Ortiva s účinnou látkou azoxystrobin nízkou účinnost proti padlí dýňovitých. Zvláštností je, že v české populaci padlí dýňovitých byly zastoupeny pouze kmeny senzitivní, nebo kmeny rezistentní vůči všem testovaným koncentracím azoxystrobinu. V jednotlivých letech se frekvence zastoupení těchto kmenů lišila. Od roku 2010 došlo ke zvýšení frekvence výskytu kmenů zcela rezistentních vůči všem testovaným koncentracím. V letech 2012-2013 přípravek potvrdil nízkou účinnost. Například v roce 2012 téměř 55 % testovaných izolátů prokázalo rezistenci vůči tomuto přípravku. Ze zjištěných výsledků můžeme vyvodit závěr, že v české populaci padlí dýňovitých došlo od roku 2007 ke zvýšení frekvence výskytu kmenů zcela rezistentních k této účinné látce (JEŘÁBKOVÁ, 2010; LEBEDA et al., 2010, 2012, 2015; LEBEDA a SELDÁKOVÁ, 2011; PAULÍK 2011, 2014; SELDÁKOVÁ a LEBEDA, 2010; SELDÁKOVÁ et al., 2009, 2017; ŠRAJBR, 2017) (Graf 3. a 4.).

Graf 3. a 4. Srovnání intenzity sporulace izolátů u přípravku Ortiva v letech 2007 a 2008 (převzato z JEŘÁBKOVÁ, 2010).



Koncentrace fungicidu

(%): Ortiva

I.- 0,05;

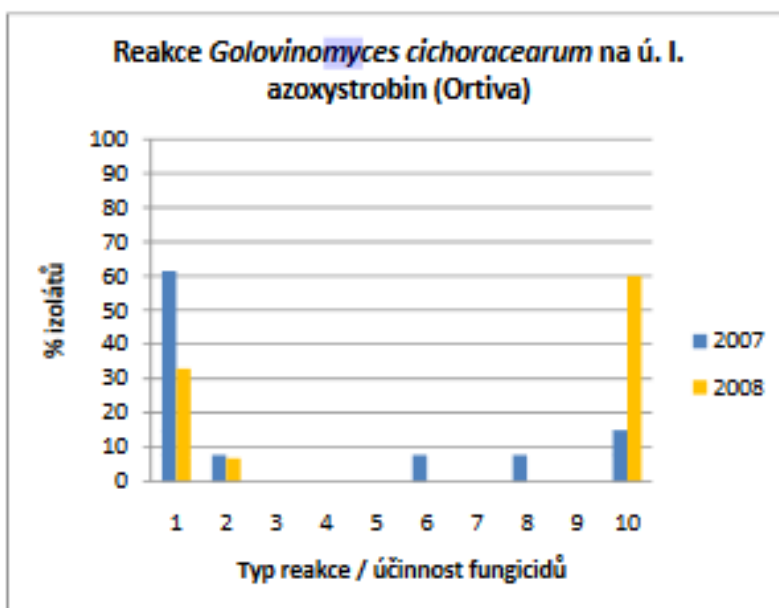
II. - 0,1;

III*.- 0,2;

IV. - 0,4,

V. - 0,8

*Koncentrace doporučená výrobcem



Typ reakce/ účinnost fungicidu (ú. I.)	Koncentrace fungicidu/reakce					
	K	I.	II.	III.*	IV.	V.
1	+	-	-	-	-	-
2	+	(-)	-	-	-	-
3	+	(-)	(-)	-	-	-
4	+	(-)	(-)	(-)	-	-
5	+	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
6	+	+	-	-	-	-
7	+	+	(-)	(-)	(-)	(-)
8	+	+	+	(-)	(-)	-
9	+	+	+	+	+	(-)
10	+	+	+	+	+	+

Atlas 500 CS (quinoxifen)

Přípravek Atlas 500 CS s účinnou látkou quinoxifen vykazoval v období 2012-2013 sníženou účinnost. V roce 2012 téměř 30 % testované populace padlí dýňovitých vykazovalo nízkou sporulaci i v nejvyšších koncentracích účinné látky. V roce 2015 vykazoval tento přípravek také mírně sníženou účinnost, kdy při doporučené koncentraci účinné látky výrobcem, byla u jednoho izolátu prokázána tolerance a při nejvyšší koncentraci dokonce jeden izolát sporuloval (LEBEDA et al., 2015; SEDLÁKOVÁ et al., 2017; ŠRAJBR, 2017).

Bumper 25 EC (propiconazole)

Fungicid Bumper 25 EC s účinnou látkou propiconazole se v letech 2012-2013 jevil jako vysoce účinný. V roce 2012 dokonce vykazoval 100% účinnost, což znamená, že na žádné z testovaných koncentrací nebyla prokázána sporulace. Obecně můžeme říci, že účinná látka propiconazole je vůči české populaci padlí dýňovitých velice účinná (LEBEDA et al., 2015; SEDLÁKOVÁ et al., 2017; ŠRAJBR, 2017).

Topas 100 EC (penconazole)

Přípravek Topas 100 EC s účinnou látkou penconazole vykazoval v letech 2012-2013 vysokou účinnost. V roce 2015 nevykazovalo žádné procento sporulace celých 52 % testovaných izolátů. Ovšem do roku 2016 přípravek projevoval účinnost sníženou, kdy zhruba 27 % testovaných izolátů padlí dýňovitých bylo vůči účinné látce rezistentních (SEDLÁKOVÁ et al., 2017; SEDLÁKOVÁ, osobní sdělení).

Corbel (fenpropimorph)

Fungicid Corbel s účinnou látkou fenpropimorph se jevil v letech 2012-2013 jako zcela účinný. V roce 2012, stejně jako u přípravku Bumper 25 EC, byla u tohoto přípravku prokázána 100% účinnost. Zároveň bylo prokázáno, že se na listových discích, které nebyly ošetřeny touto účinnou látkou, projevil fytotoxický efekt přípravku. Z tohoto důvodu musela být testována u každého izolátu ještě jedna kontrola. Tato kontrola byla umístěna samostatně, aby došlo k zajištění správnosti naočkování disků při testování. Celkově můžeme tento přípravek označit jako vysoce účinný, ačkoli je Corbel fytotoxický (LEBEDA et al., 2015; SEDLÁKOVÁ et al., 2017; ŠRAJBR, 2017).

3.3. Biologická ochrana v boji proti padlí

Chemické prostředky mají řadu nevýhod, jako je negativní dopad na životní prostředí, časová náročnost na aplikaci, zachování časového intervalu mezi aplikací fungicidu a sklizní plodů, či to, že si patogen vytvoří na chemický přípravek rezistenci a tak jej není možné dále účelně používat. Právě z důvodu těchto nevýhod se začala objevovat snaha o jiné řešení, nejvýznamnější se stala ochrana biologická. Pod pojmem biologická kontrola (zkr. biokontrola) se rozumí využití mikrobiálních antagonistů, kteří jsou schopni inhibovat aktivitu rostlinného patogenu. Může se také jednat o využití produktů extrahovaných či fermentovaných z různých přírodních zdrojů. (PAL a MCSPADDEN GARDENER, 2006).

Biologická kontrola dosahuje nejlepších výsledků ve sklenících. Právě prostředí skleníků je nejvhodnější, jelikož v nich lze snadno regulovat podmínky, jako je teplota a vlhkost. Ve sklenících se oproti vnějšímu prostředí vyskytuje menší množství parazitů, a tak není nutné aplikovat velké množství přirozených antagonistů (VAN LENTEREN a WOETS, 1988). Většina přirozených antagonistů je řazena mezi prostředky integrované ochrany proti škůdcům (IPM – integrated pest management). Jedná se o systém ochrany rostlin, kdy se využívají určité techniky ke snížení a kontrole jednotlivých parazitů (KOGAN, 1998).

Mezi výhody biologické ochrany můžeme zmínit skutečnost, že není prostředí nijak škodlivá. Další výhodou je, že se biologické přípravky nemusejí aplikovat opakovaně (BALE et al., 2008). Za zmínku také stojí, že nemusí být dodržen časový interval mezi aplikací prostředku a sklizní, jako je tomu u přípravků chemických (VAN LENTEREN a WOETS, 1988). Biologická kontrola má však také své nevýhody. Například inhibice aktivity parazitů trvá delší dobu, než při použití chemické kontroly (BALE et al., 2008). Biokontrola je také značně závislá na podmínkách prostředí, což může zapříčinit situaci, že nebude možné tyto přípravky v daných podmínkách použít (VAN LENTEREN a WOETS, 1988). Oproti chemickým jsou biologické přípravky považovány za méně spolehlivé a jejich účinky jsou méně předvídatelné (SIMBERLOFF a STILING, 1996).

Přehled látek biologické ochrany vůči patogenním organismům z čeledi Erysiphaceae je uveden v následující tabulce (Tab. 4). Prostředky používané v ochraně proti patogenům padlí můžeme rozdělit do dvou hlavních skupin (LEBEDA et al., 2017):

- a) látky nebo mikroorganismy chránící rostlinu vůči infekci padlím prostřednictvím iniciace obranných mechanismů rostliny (indukovaná rezistence)
- b) mikroorganismy, které jsou přirozenými nepřáteli padlí a napadají jejich různá vývojová stádia (parazitismus/antibióza)

Tabulka 4. Příklady látek přírodního a biologického původu a živých organismů používaných jako prostředky biologické kontroly vůči padlí (převzato z LEBEDA et al., 2017).

Účinná látka	Způsob účinku*	literatura
Anorganické produkty		
Hydrogenuhličitan draselný	F	Millig et al. (2012); Reuveni et al. (1995)
Hydrogenuhličitan sodný	F	Horst et al. (1992)
Křemík v rozpustné formě	IR	Bélanger et al. (2003); Datnoff et al. (2006)
^a Síran hlinitý tetradekahydrát + látky rostlinného/houbového původu	IR	Reuveni et al. (1995,1996)
Vápenné mléko nebo jíl	Fyzikální IR	Marco et al. (1994)
Vodný roztok draselných solí (K ₂ HPO ₄ , KHPO ₄ , KOH, KNO ₃) a sodných solí (NaHCO ₃)	IR	Reuveni et al. (1995, 1996)
Organické produkty (syntetické/přírodní)		
Parafínový olej	PR	Martín et al. (2005)
Detergenty	PR/F	Cohen et al. (1996)
Benzothiadiazol (BTH)	IR	Faoro et al. (2008); Luo et al. (2013); Salmeron et al. (2002)
Antitranspirant	PR	Clement et al. (1994)
Mléko		
Mléko a syrovátka	F/IR	Bettioli et al. (2008)
Oleje		
Azadirachtinový olej	F	Caldwell et al. (2013)
Pomerančový olej lisovaný za studena a bór (ethanolamin boritý/ 2% rozpustného bóru)	Vedlejší účinek přírodních terpenů pomerančového oleje - IR	www stránky společnosti BIOCONT LABORATORY, spol. s r. o.
Směs výtažků a olejů fenyklu	F	
Rostlinné extrakty		
Extrakt ze semen tropické rostliny <i>Azadirachta indica</i>	IR F	Pasini et al. (1997)
<i>Reynoutria sachalinensis</i>	IR	Konstantinidou-Doltsinis et al. (2006)
^a suchý přesličkový extrakt + suchý šalvějový extrakt + komplex dalších látek	IR	www stránky výrobce produktu; Kloutvorová et al. (2011)
Extrakty z kompostu		
Extrakt z vermikompostu kalifornských žížal (pomocný rostlinný prostředek)	IR	www stránky společnosti BIOCONT LABORATORY, spol. s r. o.
Živé organismy (biologické)		
Bakterie		
<i>Bacillus</i> spp. BS061	F	Young-Sook et al. (2013)
<i>Streptomyces lydicus</i>	F/P/PA/IR	Caldwell et al. (2013)
Houby		
<i>Acremonium</i> spp.	P?	Kiss (2003)
<i>Ampelomyces quisqualis</i>	p	Angeli et al. (2013)
<i>Cladosporium</i> spp.	P	Kiss (2003)

Tabulka 4. (pokračování ze strany 30)

Deaktivované sušené kvasnice + komplex dalších látek	IR	Kloutvorová et al. (2011)
<i>Pseudozyma aphidis</i> kmen L12	P/A	Gafni et al. (2015)
<i>Pseudozyma regulosa</i>	A	Verhaar et al. (1996)
<i>Pythium oligandrum</i> (oospory)	P/IR/RS	Meszka a Bielenin (2010)
<i>Tilletiopsis</i> spp.	A/PA ^b	Ng et al. (1997); ^b Urquharta Punja (2002)
<i>Trichoderma</i> spp.	P/A ^e /IR ^f	^e Elad et al. (1998); ^f Elad (2000); Lorito et al. (2010)
<i>Verticillium lecanii</i> (suspenze spor) s přidavkem arašídového oleje	P/A	Verhaar et al. (1999)
Členovci		
<i>Orthotydeus lambi</i>	P	English-Loeb et al. (2007)

*způsob účinku – A – antibiόza, F – fungicidní, IR – indukovaná rezistence, P – parazitismus, PA – produkce antibiotik, PR – protektivní, RS – růstový stimulátor

3.3.1. Metody založené na iniciaci obranných mechanismů (indukovaná rezistence)

Indukovaná rezistence je fyziologický stav vytvořený vnějšími stimuly, který znamená zvýšenou obranyschopnost rostliny, tzn. odolnost získanou po kontaktu se stresorem (GOZZO a FAORO, 2013 in LEBEDA et al., 2017). Indukovaná rezistence je jeden ze způsobů, jak lze aplikovat principy integrované ochrany rostlin vůči padlí bez použití fungicidů, nebo alespoň s jejich minimálním množstvím. Indukovaná rezistence je účinný nástroj boje s ranými vývojovými fázemi patogena, v pozdějších stádiích by ale měla být doplněna nebo nahrazena jinými prostředky, ať už biologickými, či chemickými. To platí především pro rostliny pěstované ve sklenících, kde jsou vhodné a stálé podmínky pro rychlý nárůst infekce padlím (ELAD et al., 1996). Rozlišujeme tři typy indukované rezistence proti rostlinným patogenům (EDREVA, 2004; SINGH, 2014):

Systémově získaná rezistence (SAR)

Jedná se o rezistenci, která je vyvolaná patogeny a je zprostředkována pomocí kyseliny salicylové. Tato kyselina je produkována krátce po začátku infekce a vede k aktivaci PR proteinů (RYALS et al., 1996). Mezi tyto proteiny můžeme zařadit například chitinázy, β -1,3-glukanázy, peroxidázy, ribonukleázy, atd. (DI FRANCESCO et al., 2016; VAN LOON a VAN STRIEN, 1999).

Indukovaná systémová rezistence (ISR)

Indukovaná systémová rezistence je takový typ rezistence, která je vyvolána účastí nepatogenních mikroorganismů rhizosféry. Tyto mikroorganismy se pak podílejí na biologické kontrole (KUČ, 2001). ISR je zprostředkována pomocí kyseliny jasmonové a ethylenu (SINGH, 2014).

Lokálně získaná rezistence (LAR)

Lokálně získaná rezistence se na rozdíl od předešlých dvou rezistencí vyskytuje pouze v místech, kde došlo k infekci patogenem (EDREVA, 2004).

Obranné mechanismy, které jsou výsledkem indukované rezistence, můžeme shrnout do několika skupin jako je tvorba papil, produkce hydrolytických enzymů (chitináz), hypersenzitivní reakce a produkce fytoalexinů (LEBEDA et al., 2017).

3.3.2. Metody založené na parazitismu nebo antibiόze

Rostliny i jejich patogeny jsou v průběhu svého života ve vztahu se spoustou dalších organismů. Všechny tyto interakce ovlivňují zdraví organismu a jeho biologickou kontrolu. Z pohledu biologické kontroly se často využívá parazitismus v podobě hyperparazitů. Hyperparazit je organismus, který parazituje na patogenech rostlin (PAL a MCSPADDEN GARDENER, 2006). Mezi významné hyperparazity napadající padlí řadíme houbové organismy *Ampelomyces* spp., *Cephalosporium* spp., *Cladosporium* spp., *Trichothecium* spp., *Acremonium* spp., *Trichoderma* spp. (KISS, 2003) a *Verticillium lecanii* (LEBEDA et al., 2017). Kromě hyperparazitů můžeme ke kontrole padlí využít také antibiόzu. Antibiόza je biologický proces, při kterém antagonisté produkují látky, díky kterým potlačují aktivitu rostlinného patogenu nebo jej zcela usmrtí (DI FRANCESCO et al., 2016). Tyto látky mohou produkovat jak bakterie, tak houby. Mezi bakterie můžeme zařadit například *Agrobacterium radiobacter* (WELLER, 1988), *Pseudomonas fluorescens* (THOMASHOW a WELLER, 1988) nebo rod *Bacillus* (JUNAID et al., 2013). Mezi houby pak můžeme zařadit dva rody *Pseudozyma* a *Tilletiopsis* (KISS, 2003). Rod *Pseudozyma* se využívá v boji proti padlí parazitujícím například na okurkách, pšenici nebo růžích (AVIS a BÉLANGER, 2002). Sněti rodu *Tilletiopsis* se řadí taktéž mezi významné antagonisty padlí podílejících se na jejich biologické kontrole. Primárním mechanismem rodu *Tilletiopsis* je produkce antibiotik, avšak vyskytuje se u něj také mechanismus hyperparazitismu (KISS, 2003).

Ampelomyces quisqualis

Ampelomyces quisqualis (viz příloha Obr. 4) je vřeckovýtrusá houba, která tvoří nepohlavní plodnice pyknidy. Jedná se o přirozeně se vyskytujícího intracelulárního mykoparazita padlí po celém světě (KISS, 2008). Jedná se o prvního popsaného hyperparazita padlí (YARWOOD, 1932b in LEBEDA et al., 2017). Kromě zástupců z řádu Erysiphales parazituje *Ampelomyces quisqualis* také na mnoha druzích jiných řádů, například Mucorales a Peronosporales (LINNEMANN, 1968 in LEBEDA et al., 2017; FALK et al., 1995; KISS, 1997). Hostitelský okruh tohoto hyperparazita tvoří řada druhů, které jsou významnými patogeny hospodářských plodin. Jedná se zejména o *Golovinomyces orontii*, *Podosphaera*

xanthii, *Erysiphe necator* a *Blumeria graminis* (ANGELI et al., 2009; KISS, 2003; SEDLÁKOVÁ et al., 2012 in LEBEDA et al., 2017). *Ampelomyces quisqualis* infikuje hyfy, chasmothecia a konidiofory s konidiiemi mnoha druhů padlí a uvnitř stélek vytvoří pyknidy (GAUTAM a AVASTHI, 2016). Výskyt tohoto hyperparazita má negativní vliv na vývoj mycelia, vznik konidií i tvorbu chasmothecií, což může vést k úplnému zničení kolonie padlí (JARVIS et al., 2002). Vlivem širokého hostitelského okruhu a tolerance k množství fungicidů je tento hyperparazit komerčně využíván jako biologický prostředek v boji vůči padlí, např. padlí révovému a oběma druhům padlí dýňovitých (*Golovinomyces orontii*, *Podosphaera xanthii*) (DICK et al., 1998; MCGRATH a SHISHKOFF, 1999,2002; ROMERO et al., 2003).

***Verticillium lecanii* (syn. *Lecanicillium lecanii*)**

Jedná se o houbu parazitující nejen na zástupcích řádu Erysiphales, ale také na rzích (Uredinales) a členovcích (SUNDHEIM a TRONSMO, 1988 in LEBEDA et al., 2017). *Verticillium lecanii* nejde považovat za parazita v přesném smyslu slova, jelikož tento patogen působí nejdříve jako antagonist, který svého hostitele oslabí, popřípadě rovnou usmrtí a až poté parazituje na jeho strukturách (BENHAMOU a BRODEUR, 2000 in LEBEDA et al., 2017). Ačkoliv je věnována velká pozornost výzkumu tohoto druhu, není na trhu žádný přípravek na bázi *Verticillium lecanii* vůči padlí. Výsledky výzkumu Askaryho et al. (1998) zabývající se účinky *V. lecanii* vůči *Podosphaera xanthii*, ukázaly, že kmen 198499 druhu *V. lecanii* byl v porovnání s *Pseudozyma flocculosa* stejně účinný (MILLER et al., 2004).

3.4. Charakteristika chemických skupin testovaných fungicidů

V této kapitole bude popsána charakteristika vybraných skupin fungicidů, ze kterých pocházejí účinné látky testovaných přípravků, které jsou testovány v experimentální části této bakalářské práce a to na souboru izolátů padlí dýňovitých, konkrétně druhu *Podosphaera xanthii*, získaných ze vzorků listů tykvovitých zelenin infikovaných padlím v roce 2017 na území České republiky. Rozdělení skupin vychází ze Seznamu FRAC (FRAC Code List © 2019) z roku 2019 (FRAC Code List, 2019). Charakteristika se bude týkat skupin E (transdukce signálu), G (biosyntéza sterolů v membránách), NC (not classified; neklasifikováno) a M (chemikálie s multi-site aktivitou) (Tab. 5).

Tabulka 5. Základní členění vybraných chemických skupin podle FRAC (FRAC Code List © 2019), ze kterých pocházely účinné látky přípravků testovaných v této bakalářské práci

MoA	TARGET SITE AND CODE	GROUP NAME	CHEMICAL OR BIOLOGICAL GROUP	COMMON NAME	FRAC CODE
E: signal transduction	E1 Signal transduction (mechanism unknow)	azanaphthalens	aryloxyquinoline	quinoxifen	13
G: Sterol biosynthesis in membranes	G1 C14-demethylase in sterol biosynthesis (erg11/cyp51)	DMI-fungicides (DeMethylation Inhibitors)	triazoles	penconazole	3
NC: Not classified	unknown	diverse	diverse	Mineral and organic oils, inorganic salts, material of biological origin	NC
M: Chemicals with multi-site activity	Multi-site contact activity	Inorganic (electrophiles)	inorganic	sulphur	M02

Charakteristika E-skupiny inhibitorů

Tato skupina je založena na transdukcí signálu. Transdukcí (přenos) je proces, při kterém signální molekuly přenášejí informace z vnějšku buňky přes membránu až do jejího nitra, kde vyvolávají příslušnou biologickou odpověď (ŠENOLDOVÁ a LOKAJ, 2008). E-skupinu inhibitorů můžeme rozdělit do tří skupin (E1 – E3) podle cílového místa účinku. Do podskupiny E1 řadíme inhibitory signálních transduktorů, do podskupin E2 a E3 pak řadíme inhibitory MAP/Histidinových kináz s osmotickou signální transdukcí genu *os-2* s protein-kinázou HOG1, nebo genu *os-1* s protein-kinázou Daf1. V E2 podskupině najdeme tzv. PP-fungicidy (PhenylPyrroles), fenylpyroly. V E3 podskupině se nalézají dikarbomixidy. Nejdůležitější pro tuto práci je však podskupina E1. Tato podskupina, ve které najdeme azanaftaleny se značí FRAC číselným kódem 13. Azanaftaleny můžeme rozdělit do dvou skupin: quinazolinony s účinnou látkou proquinazid a aryloxyquinoline s účinnou látkou quinoxifen (CORRAN, 2012, FRAC Code List ©2019). Účinná látka quinoxifen, která byla obsažena v přípravku ATLAS 500 SC, byla testována v praktické části této práce.

Quinoxifen

Quinoxifen je azanaftalenový fungicid, který se používá především na padlí obilovin (*Erysiphe graminis*), padlí na révě vinné (*Uncinula necator*) a jiných zemědělsky významných plodinách jako je chmel či cukrová řepa. Přesný název této látky je 5,7-dichloro-4-quinolyl 4-fluorofenyl éther. Rozvod tohoto signálu je zajišťován systémem vodivých pletiv a vypařováním. Při používání quinoxifenu nebyly prokázány žádné mutagenní, teratogenní či ontogenní vlastnosti, avšak bylo zjištěno, že působí škodlivě na sliznici, pokožku a oblast očí u savců. Postihnuty mohou být některé skupiny ptáků a ryb, bezobratlých živočichů a řas. Quinoxifen má minimální dopad na podzemní vodu a celkově je tato látka řazena mezi látky s minimálními následky. Kromě ATLASU, obsahují tuto látku také přípravky jako FORTRESS, LEGEND a QUINTEC (všechny Dow AgroScience) (TURNER, 2015).

Charakteristika G-skupiny inhibitorů

Tato skupina inhibitorů je zaměřena na biosyntézu sterolů i v buněčných membránách. Biosyntéza je proces, při kterém vznikají chemické sloučeniny z jednoduchých látek. Biosyntéza probíhá v prostředí živých organismů a její správný průběh je zajištěn enzymy, které celý proces katalyzují (KŘÍŽOVÁ a LOKAJ, 2009). Steroly mají v organismu různé funkce. Mezi ty nejdůležitější řadíme jejich výskyt v membránách. Narušení jejich tvorby způsobí zamezení tvorby dalších membrán, které jsou důležité pro přežití buňky (MERCER, 1984). Inhibitory spadající do G-skupiny dělíme podle FRAC Code List ©2019 do čtyř podskupin (G1 – G4). Pro tuto práci je důležitá zejména G1 skupina.

Podskupina G1: DMI-fungicidy (DeMethylation Inhibitors)

DMI-fungicidy označujeme FRACčíselným kódem 3. Látky spadající do této skupiny inhibují činnost enzymu C14-demetyláza (proto název DMI-fungicidy). Fungicidy G1 podskupiny dále dělíme na piperaziny, pyridiny, pyrimidiny, imidazoly a triazoly (FRAC Code List© 2019). V praktické části této bakalářské práce byl testován přípravek TOPAS 100 EC, jehož účinná látka penconazol spadá pod triazoly.

Penconazol

Přesný název penconazolu zní 1-(2,4-dichloro-βpropylfenethyl)-1H-1,2,4-triazol. Jedná se o fungicid, který působí jako inhibitor demethylace sterolů, potlačující průběh biosyntézy ergosterolů v membránách hub (TURNER, 2015). Ochrana rostlin je zajišťována vstřebáním účinné látky listy. Penconazol je využíván vůči padlí, strupovitosti jablem a mnoha dalším patogenům, jako jsou například patogeny na vinné révě, jádrovinách, peckovinách, okrasných rostlinách a zelenině. Stejně jako quinoxifen, také penconazol působí nepříznivě na sliznici, pokožku a oblast kolem očí u savců. Ani u penconazolu nebyly prokázány žádné mutagenní, teratogenní ani ontogenní vlastnosti. Penconazol má minimální dopad na životní prostředí. Kromě přípravku TOPAS, je penconazol obsažen také v přípravcích DALLAS (Rocca), INTERTRIZOLE (Jiangsu Inter-China Group Corporation) a PENTOS (Baocheng) (TURNER, 2015).

Charakteristika NC-skupiny inhibitorů (Not Classified)

FRAC kód této skupiny je stejný jako kód MoA, a to NC (Not Classified). Jak říká toto označení, jedná se o skupinu, která není nijak klasifikována. Cílové místo účinku těchto přípravků není známo. Do NC-skupiny spadají různé minerální a organické oleje, anorganické soli a materiály biologického původu. Řadíme zde testované přípravky BIOAN s účinnou látkou lecitin a albumin + mléčný kasein a ALGINURE s účinnou látkou fosfonátem draselným. Kromě těchto dvou testovaných přípravků se proti padlí používají přípravky PREV-B2 s účinnou látkou pomerančovým olejem a bórem a přípravek HF-MYCOL, jehož účinná látka je fenyklový olej (www.agromanual.cz).

Pomerančový olej

Pomerančový olej je přípravek s fungicidními a insekticidními účinky proti padlí, třásnokřídlym a molícím. Přesný název je (R)-4-isopropenyl-1-methylcyclohexene. Pomerančový olej se získává z citrusů (*Citrus aurantium*) pěstovaných na Floridě. Pomerančový olej poškozuje membrány buněk, a tak způsobuje vysychání buněk. Pomerančový olej dráždí pokožku a oblast kolem očí. Je prokázána

nízká akutní toxicita při vdechování, orálním či dermálním použití. Nejsou prokázány žádné mutagenní, karcinogenní či nefrotoxické vlastnosti (GWYNN, 2014).

Fenyklový olej

Fenyklový olej se používá jako fungicid proti padlí dýňovitých, k ochraně rajčat, lilku, malin, rybízu, jahod a révy. Přesný mechanismus aktivity není u fenyklového oleje znám, ale předpokládá se, že působí prostřednictvím narušování buněčných membrán hub. Žádné toxikologické vlastnosti nejsou k dispozici (GWYNN, 2014).

Charakteristika M-skupiny inhibitorů

Hovoříme-li o této skupině, pak máme na mysli chemické látky, které prokazují tzv. multi-site aktivitu. Jedná se o kontaktní fungicidy, které inhibují patogena tak, aby se nedostaly do rostlinného pletiva. Tyto fungicidy působí nespecificky na mnoha místech metabolismu patogenu (MCGRATH, 2001). M-skupina inhibitorů je podle FRAC Code List ©2019 rozdělena do 12 dalších skupin (M01 – M12). V této práci byl testován přípravek KUMULUS WG, jehož účinnou látkou je síra. Síra je značena FRAC kódem M02.

Síra

Jak již bylo zmíněno v historii fungicidů, elementární síra se využívá v boji proti rostlinným chorobám už od dob Starověkého Řecka a Říma. Síra je nespecifický thiolový reaktant, který inhibuje dýchání. Síra bývá redukována na sirovodík, který je aktivní formou síry. Síra se používá ke kontrole strupovitosti na jabloních, hrušních a broskvonicích, ke kontrole padlí na celé řadě plodin (ovoce, vinná réva, okurky, chmel, řepa, obiloviny), ale i na okrasných rostlinách. Síra je do určité míry fyto toxická. Síra sama není nijak jedovatá, zato tvoří řadu toxických sloučenin (TURNER, 2015).

4. MATERIÁLY A METODY

4.1. Metoda listových disků

4.1.1. Rostlinný materiál

Jelikož nemůže být padlí kultivováno na syntetických médiích, bylo potřeba pro testování rezistence vůči padlí dýňovitých použít listy okurky seté (*Cucumis sativus*), náchylné odrůdy Perseus F1.

Zpočátku byla do perlitu v plastových květináčích o průměru 7 cm vyseta semena této odrůdy. Po nárůstu děložních lístků byly sazenice přesazeny do květináčů naplněných substrátem pro balkónové rostliny 0018 FLORCOM SB od firmy BB com, s r. o. Takto vysazené rostliny byly pěstovány během letního období ve skleníku při teplotě 22-26° C a v zimním období ve fytotronu při teplotě 24/18° C (den/noc). Pro přípravu listových disků jsou nejvhodnější listy z rostliny, která je ve stádiu 3-6 pravého listu (zhruba šest až osm týdnů stará rostlina) (LEBEDA a SEDLÁKOVÁ, 2010).

4.1.2. Původ, charakteristika a uchovávání izolátů padlí dýňovitých

Hostitelskou rostlinou pro uchování jednotlivých izolátů padlí dýňovitých byly semenáčky okurky seté (*Cucumis sativus*), náchylné odrůdy Perseus F1. Tyto semenáčky byly před inokulací uchovávány v květináčích s perlitem ve fytotronu při teplotě 24/18° C (den/noc) a denně zalévány.

Kultury padlí dýňovitých byly udržovány na semenáčcích okurky seté (*C. sativus*) v plastových boudičkách ve fytotronu při teplotě 24° C ve dne a 18° C v noci a při 12 hodinové fotoperiodě. Přibližně po 14 dnech byly kultury přeočkovány na nové rostliny. Přeočkování kultur se děje pouhým přiložením listu s udržovanou kulturou padlí na děložní lístky nové rostliny (LEBEDA a SEDLÁKOVÁ, 2010).

Seznam použitých izolátů padlí dýňovitých pro testování rezistence k fungicidům získaných při sběrech na území České republiky v roce 2017 jsou zobrazeny v tabulce 6.

Tabulka 6. Seznam použitých izolátů padlí dýňovitých pro testování rezistence k fungicidům (viz příloha Obr. 7)

číslo izolátu	kraj	okres	lokalita	místo	Hostitelská rostlina	SN	datum sběru
4/17 Px	OL	Prostějov	Rozstání	zahrada	CM	1	8. 8. 2017
8/17 Px	JM	Blansko	Křtiny	zahrada	CP	1	8. 8. 2017
9/17 Px	JM	Blansko	Křtiny	zahrada	CS	1	8. 8. 2017
11/17 Px	JM	Brno-Venkov	Želešice	pole	CP	3	8. 8. 2017
13/17 Px	JM	Znojmo	Moravský Krumlov	zahrada	CM	1	8. 8. 2017
19/17 Px	JM	Znojmo	Prosiměřice	zahrada	CP	2	8. 8. 2017
24/17 Px	OL	Olomouc	Kožušany-Tážaly	zahrada	CM	2	9. 8. 2017
25/17 Px	OL	Olomouc	Kožušany-Tážaly	zahrada	CL	1	9. 8. 2017
27/17 Px	OL	Přerov	Tovačov-Annín	zahrada	CP	1	9. 8. 2017
31/17 Px	ZL	Kroměříž	Střížovice	zahrada	CM	1	9. 8. 2017
37/17 Px	JM	Hodonín	Vnorovy	zahrada	CP	1	9. 8. 2017
39/17 Px	JM	Hodonín	Mutěnice	pole	CP	1	9. 8. 2017
40/17 Px	JM	Hodonín	Čejč	pole	CP	4	9. 8. 2017
45/17 Px	OL	Olomouc	Olomouc-Holice	pole	CP	3	9. 8. 2017
49/17 Px	PR	Ústí nad Orlicí	Choceň	zahrada	CM	1	10. 8. 2017
54/17 Px	KH	Jičín	Konecchlumí	zahrada	CP	4	10. 8. 2017
55/17 Px	SČ	Mladá Boleslav	Dolní Bousov	zahrada	CM	1	10. 8. 2017
56/17 Px	SČ	Nymburk	Lysá nad Labem	zahrada	CS	1	10. 8. 2017
58/17 Px	OL	Olomouc	Olomouc-Holice	pole	CS	1	14. 8. 2017
59/17 Px	OL	Olomouc	Olomouc-Holice	pole	CL	1	14. 8. 2017
62/17 Px	MS	Nový Jičín	Nový Jičín-Kojetín	zahrada	CP	3	12. 8. 2017
65/17 Px	MS	Nový Jičín	Nový Jičín-Kojetín	zahrada	CS	1	19. 8. 2017
67/17 Px	MS	Nový Jičín	Starý Jičín-Jičina	zahrada	CP	4	9. 9. 2017
68/17 Px	MS	Nový Jičín	Nový Jičín-Kojetín	zahrada	Cmosch	1	16. 9. 2017

SN = stupeň napadení (0-4), podle Lebeda (1986)

OL – Olomoucký, JM – Jihomoravský, ZL – Zlínský, PR – Pardubický, KH – Královehradecký, SČ – Středočeský

CP – *Cucurbita pepo*, CM – *Cucurbita maxima*, CS – *Cucumis sativus*, CL – *Citrullus lanatus*, Cmosch – *Cucurbita moscha*, Px – *Podosphaera xanthii*

4.1.3. Modifikovaná metoda listových disků a použité fungicidy

Pro testování bylo vybráno pět fungicidních přípravků: Bioan, Kumulus WG, Topas 100 EC, Atlas 100 SC a Alginure. U přípravků Bioan, Kumulus a Alginure bylo testováno pět koncentrací, jelikož se jednalo o fungicidy, které se týmem prof. Lebedy a Dr. Sedlákové začaly testovat až od roku 2016 a vycházelo se tak z metodiky testování vytvořené při zahájení dlouhodobého studia této problematiky v roce 2001 (SEDLÁKOVÁ a LEBEDA, 2008). Naopak fungicidy Atlas a Topas byly testovány pouze ve třech koncentracích, což vycházelo ze situace od roku 2012, kdy se přistoupilo k redukci počtu testovaných

koncentrací vzhledem ke končícímu projektu (SEDLÁKOVÁ, osobní sdělení). Vždy jedna (prostřední) koncentrace byla doporučena výrobcem a jedna (Atlas a Topas), či dvě (Bioan, Kumulus a Alginure) koncentrace byly stanoveny nad a pod hranicí doporučené koncentrace (Tab. 7). Jako kontrola pak sloužila destilovaná voda.

Z listů okurky seté (*Cucumis sativus*) bylo korkovrtem o průměru 15 mm vyřezáno celkem 15 listových disků pro každou koncentraci určitého fungicidu. Pro přípravu listových disků byly vybírány především listy odrůdy Perseus F1 ve stádiu 3-6 pravého listu. Takto vytvořené listové disky byly ponořeny na 30 minut do roztoku daného fungicidu umístěného v plastových miskách. Po této době byl roztok fungicidu vylit. Do plastových boxů byla vložena buničitá vata a filtrační papír, které se navlhčily destilovanou vodou. Na vlhký filtrační papír byly pokládány listové disky do třech řad po pěti discích vždy svrchní stranou nahoru (viz příloha Obr. 5). Plastové boxy s listovými disky byly ponechány zhruba na hodinu otevřené, aby listové disky oschnuly. Po oschnutí byly disky inokulovány příslušnými izoláty *Podosphaera xanthii* (Px). Inokulace proběhla tak, že byl děložní lístek pokrytý sporulujícím myceliem přiložen k listovému disku. Inkubace listových disků probíhala za stejných podmínek jako uchovávání izolátů.

Tabulka 7. Testované koncentrace fungicidů (barevně vyznačena koncentrace doporučená výrobcem)

Fungicid	koncentrace fungicidu (%)				
	1	2	3	4	5
Bioan	0,25	0,5	0,75	1	1,25
Kumulus WG	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8
Alginure	0,4	0,6	0,8	1	1,2
Topas 100 EC	–	0,015	0,03	0,06	–
Atlas	–	0,033	0,066	0,132	–

4.2. Charakteristika vybraných fungicidů

Bioan

Výrobce: Antonín Veverka – AGRO+BIO, Česká republika

Účinná látka: lecitin 20 %, albumin a mléčný kasein 10 %

Bioan je biologický přípravek k podpoře faktorů omezujících výskyt padlí. Je určený ke zlepšení zdravotního stavu okurek a ostatní tykvovitě zeleniny, rajčat, angreštu, révy, růží a ostatních okrasných rostlin. Působí dotykově, napadené části rostlin je třeba dokonale smáčet aplikační kapalinou.

Přípravek používáme jako preventivní ochranu rostlin při ohrožení nebo při prvním výskytu chorob. Ošetření je třeba opakovat dle potřeby v intervalu 4 – 10 dní. Neošetřujeme za prudkého slunce a vysokých teplot. Bioan je vyroben výhradně z potravinářských surovin (www.agromanual.cz).

Kumulus WG

Výrobce: BASF AG, Agricultural Products, Německo

Účinná látka: síra – 800 g

Kumulus WG je postřikový sirný fungicid s protektivním kontaktním účinkem, rychlým nástupem účinnosti a reziduálním působením proti houbovým patogenům. Kumulus WG je používán především na ochranu proti padlí u jableň, broskvoní, okurek, tykvovité zeleniny, rajčat, mrkve, okrasných rostlin, atd. Dále jej můžeme používat proti braničnatkám, hálčivci a vlnovníku, moniliové spále, strupovitosti a houbovým chorobám (www.agromanual.cz).

Topas 100 EC

Výrobce: Syngenta Crop Protection AG, Švýcarsko

Účinná látka: Penconazol 100 g/l

Topas je systematicky působící fungicid s výrazným účinkem proti padlí. Používá se postřikem maximálně 2x za rok. Do rostliny proniká skrze listy do jednoho dne po aplikaci. Použití tohoto přípravku je jak preventivní, tak kurativní. Penconazol působí především na mycelium. Topas se užívá především jako ochrana proti padlí na okurkách, paprikách, rajčatech a tykvovité zelenině, dále na jahodníku, révě, angreštu, rybízu a na jadrovinách proti padlí a strupovitosti (www.agromanual.cz).

Alginure

Výrobce: Tilco – Alginure GmbH, Německo

Účinná látka: fosfonáty draselné

Přípravek Alginure aplikujeme postřikem, či rosením především na vinnou révu, můžeme jej použít také na ovoce a zeleninu. Ošetření plodin provádíme v období před květem až do ukončení kvetení v intervalu sedmi dní, maximálně 6x za sezónu. Užívá se především proti plísním révy a padlí na okurkách (www.agromanual.cz).

Atlas

Výrobce: Dow AgroSciences s.r.o., Česká republika

Účinná látka: quinoxifen

Prostředek Atlas působí proti padlí travnímu, je registrována k použití do ozimých i jarních obilnin. Atlas se vyznačuje především dlouhotrvající účinností, má schopnost zastavit padlí v místech primární infekce. Jeho účinná látka blokuje postup infekce směrem vzhůru, tudíž jsou nově dorůstající části plodiny čisté. Doprovodným efektem je také zlepšená zdravotní kondice ošetřených rostlin. Atlas by měl být použit ihned v počátku infekce (www.agromanual.cz).

4.3. Hodnocení intenzity sporulace

Intenzita sporulace na listových discích byla hodnocena vizuálně od 5. do 14. dne po inokulaci v intervalu 2–4 dny. Použita byla jak kvantitativní, tak kvalitativní metoda.

Kvantitativní metoda hodnocení

Ke kvantitativnímu hodnocení používáme pětibodovou (0–4) stupnici intenzity sporulace (viz příloha Obr. 6), která vyjadřuje kolik listové plochy je v procentech pokryto sporulujícím myceliem houby (LEBEDA a SEDLÁKOVÁ, 2010).

0 – bez příznaků

1 – < 25 % povrchu disku pokrytého myceliem

2 – 25-50 % povrchu disku pokrytého myceliem

3 – 50-75 % povrchu disku pokrytého myceliem

4 – > 75 % povrchu disku pokrytého myceliem

Podle Towsenda a Heubergera (1943) byl vyjádřen celkový stupeň infekce pro každý izolát v procentech:

$$P = \sum (n \times v) \times \frac{100 \times N}{x}$$

P = celkový stupeň napadení

n = počet disků v každé kategorii napadení

v = stupeň napadení

x = maximální stupeň napadení

N = celkový počet hodnocených disků

Kvalitativní metoda hodnocení

Ke kvalitativnímu hodnocení byla použita třibodová stupnice:

- ... senzitivní reakce, stupeň napadení = 0-10%

(-) ... tolerantní reakce, stupeň napadení = 10,1-34,9%

+ ... rezistentní reakce, stupeň napadení \geq 35%

5. VÝSLEDKY A DISKUZE

Atlas 500 SC

Přípravek Atlas 500 SC, jehož účinnou látkou je quinoxifen, vykazoval v roce 2017 velmi malou účinnost (Tab. 8a, 8b). Vůči koncentraci 0,033 %, tedy nižší koncentraci než byla koncentrace doporučená výrobcem (označena barevně), bylo více než 70 % testované Px populace rezistentní. Tolerantní reakci pak mělo 25 % izolátů a zbývajících necelých 5 % bylo senzitivních. Na doporučené koncentraci (0,066 %) převažovala v populaci patogenu tolerantní reakce (45,83 % izolátů), naopak senzitivní reakce byla zastoupena nejméně (12,5 % izolátů). Vůči koncentraci 0,132 %, tedy vyšší, než je doporučená, byla rezistentní celá třetina otestovaných izolátů, 41,66% izolátů vykazovalo tolerantní reakci a zbylých 25 % naopak senzitivní. Jak vidíme v tabulce 8a, při doporučené koncentraci účinné látky nespoulovaly pouze tři testované izoláty (27/17, 49/17 a 62/17 Px). Celkově lze tedy považovat Atlas 500 SC za velmi málo efektivní vůči testované populaci patogenu z roku 2017.

Tato skutečnost se shoduje pouze s výsledky z předchozího roku (2016) (SEDLÁKOVÁ, osobní sdělení), nikoliv s výsledky z let předchozích /2012-2015/ (SEDLÁKOVÁ et al., 2017; ŠRAJBR, 2017; SEDLÁKOVÁ, osobní sdělení), kdy efektivita tohoto přípravku byla v testované populaci patogenu vyšší. Avšak podobně jako v roce 2017, byl také v předchozích letech v populaci patogenu prokázán veliký počet různých typů reakcí ve srovnání s ostatními testovanými přípravky (SEDLÁKOVÁ et al., 2017; ŠRAJBR, 2017; SEDLÁKOVÁ, osobní sdělení).

Tabulka 8a: Celkový stupeň napadení listových disků (vyjádřený v %) izolátů *Podosphaera xanthii* z roku 2017 ošetřených přípravkem Atlas 500 SC (14. den po inokulaci)

intenzita sporulace (%)				
Číslo izolátu	koncentrace účinné látky (%)			
	K	0,033	0,066*	0,132
4/17 Px	100,00	71,66	40,00	25,00
8/17 Px	100,00	93,33	93,33	83,33
9/17 Px	88,33	45,00	60,00	45,00
11/17 Px	91,66	50,00	20,00	25,00
13/17 Px	98,33	36,66	15,00	18,33
19/17 Px	100,00	61,66	41,66	35,00
24/17 Px	98,33	90,00	66,66	78,33
25/17 Px	83,33	70,00	86,66	95,00
27/17 Px	95,00	10,00	6,66	10,00
31/17 Px	81,66	16,66	28,33	6,66
37/17 Px	100,00	36,66	20,00	20,00
39/17 Px	68,33	13,33	15,00	5,00
40/17 Px	100,00	43,33	21,66	13,33
45/17 Px	75,00	11,66	15,00	13,33
49/17 Px	100,00	11,66	1,66	1,66
54/17 Px	91,66	63,33	38,33	48,33
55/17 Px	96,66	40,00	48,33	56,66
56/17 Px	51,66	26,66	71,66	25,00
58/17 Px	98,33	35,00	18,33	26,66
59/17 Px	98,33	20,00	20,00	16,66
62/17 Px	100,00	30,00	5,00	5,00
65/17 Px	100,00	45,00	53,33	65,00
67/17 Px	88,33	48,33	20,00	11,66
68/17 Px	95,00	36,66	18,33	1,66

*koncentrace doporučená výrobcem (vyjádřena v %)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Px – *Podosphaera xanthii*

Tabulka 8b. Typ reakce izolátů *Podosphaera xanthii* z roku 2017 ošetřených přípravkem Atlas 500 SC (14. den po inokulaci).

Účinnost fungicidu / typ reakce				
číslo izolátu	Koncentrace fungicidů (%)			
	K	0,033	0,066*	0,132
27/17 Px	+	–	–	–
49/17 Px	+	(–)	–	–
62/17 Px	+	(–)	–	–
31/17 Px	+	(–)	(–)	–
39/17 Px	+	(–)	(–)	–
45/17 Px	+	(–)	(–)	(–)
59/17 Px	+	(–)	(–)	(–)
68/17 Px	+	+	(–)	–
67/17 Px	+	+	(–)	(–)
58/17 Px	+	+	(–)	(–)
37/17 Px	+	+	(–)	(–)
40/17 Px	+	+	(–)	(–)
11/17 Px	+	+	(–)	(–)
13/17 Px	+	+	(–)	(–)
4/17 Px	+	+	+	(–)
56/17 Px	+	+	+	(–)
8/17 Px	+	+	+	+
9/17 Px	+	+	+	+
19/17 Px	+	+	+	+
24/17 Px	+	+	+	+
25/17 Px	+	+	+	+
54/17 Px	+	+	+	+
55/17 Px	+	+	+	+
65/17 Px	+	+	+	+

– = senzitivní reakce (stupeň napadení SN 0-10 %);

(–) = tolerantní reakce (SN 10,1- 34,9 %);

+ = rezistentní reakce (SN ≥35 %);

* koncentrace doporučená výrobcem (vyjádřená v %)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Px – *Podosphaera xanthii*

Topas 100 EC

Přípravek Topas 100 EC s účinnou látkou penconazol, vykazoval v roce 2017 sníženou účinnost. Při vyšší koncentraci tohoto přípravku nedošlo ke sporulaci u 83,33 % testované populace. S výjimkou těchto tří izolátů (31/17, 49/17, 68/17 Px) měly všechny ostatní izoláty senzitivní reakci (Tab. 9a). Zmíněné tři izoláty byly k penconazolu tolerantní. Podíváme-li se na reakci testované populace patogenu při doporučeném dávkování účinné látky, uvidíme, že osm izolátů (33,33 %) vůbec nesporulovalo. Celkem 66,66 % bylo k testované látce senzitivní, dva izoláty (13/17 a 45/17 Px) vykazovaly tolerantní reakci a 25 % bylo vůči fungicidu rezistentní (Tab. 9b). Při nižší koncentraci byla více než polovina testovaných izolátů rezistentní, pouhých 20,8 % byla vůči fungicidu senzitivní. Celkově lze tedy říci, že tento přípravek měl v roce 2017 klesající účinnost, avšak 67% populace tohoto patogenu byla v roce 2017 doporučenou koncentrací kontrolována (resp. Vykazovala senzitivní reakci) a lze tedy tento přípravek považovat za efektivní vůči českým populacím padlí dýňovitých.

Tato skutečnost je také v souladu s výsledky z předchozích období, kdy se v letech 2012 až 2013 penconazol jevil jako vysoce efektivní fungicid (SEDLÁKOVÁ et al., 2017). Do roku 2016 pak vykazoval Topas 100 EC sníženou účinnost. Zhruba 36 % testovaných izolátů bylo vůči účinné látce senzitivní, stejně tomu tak bylo i u tolerantní reakce, rezistentních bylo zhruba 27 % testovaných izolátů (SEDLÁKOVÁ, osobní sdělení). 52 % všech testovaných izolátů nevykazovalo v roce 2015 žádnou sporulaci na testovaných koncentracích tohoto fungicidu. U nižší koncentrace se projevila u téměř poloviny testovaných izolátů tolerance až rezistence. Stejnou reakci vykazovala většina z nich také při doporučené koncentraci (ŠRAJBR, 2017).

Tabulka 9a. Celkový stupeň napadení listových disků (vyjádřený v %) izolátů *Podosphaera xanthii* z roku 2017 ošetřených přípravkem Topas 100 EC (14. den po inokulaci)

intenzita sporulace (%)				
Číslo izolátu	koncentrace účinné látky (%)			
	K	0,015	0,03*	0,06
4/17 Px	100,00	43,33	10,00	0,00
8/17 Px	100,00	50,00	0,00	0,00
9/17 Px	96,66	66,66	5,00	0,00
11/17 Px	91,66	8,22	1,66	0,00
13/17 Px	100,00	31,66	18,33	0,00
19/17 Px	100,00	50,00	1,66	0,00
24/17 Px	90,00	48,33	0,00	0,00
25/17 Px	98,33	56,66	5,00	0,00
27/17 Px	98,33	50,00	48,33	5,00
31/17 Px	100,00	51,66	35,00	11,66
37/17 Px	96,66	0,00	0,00	0,00
39/17 Px	90,00	53,33	55,00	0,00
40/17 Px	96,66	0,00	0,00	0,00
45/17 Px	63,33	13,33	11,66	0,00
49/17 Px	100,00	51,66	36,66	23,33
54/17 Px	88,33	68,33	0,00	0,00
55/17 Px	100,00	50,00	10,00	0,00
56/17 Px	80,00	53,33	3,33	0,00
58/17 Px	90,00	1,66	0,00	0,00
59/17 Px	93,33	0,00	0,00	0,00
62/17 Px	88,33	76,66	3,33	0,00
65/17 Px	100,00	58,33	35,00	0,00
67/17 Px	73,33	28,33	0,00	0,00
68/17 Px	98,33	35,00	38,33	11,66

*koncentrace doporučená výrobcem (vyjádřena v %)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Px – *Podosphaera xanthii*

Tabulka 9b. Typ reakce izolátů *Podosphaera xanthii* z roku 2017 ošetřených přípravkem Topas 100 EC (14. den po inokulaci).

Účinnost fungicidu / typ reakce				
číslo izolátu	Koncentrace fungicidů (%)			
	K	0,015	0,03*	0,06
11/17 Px	+	–	–	–
37/17 Px	+	–	–	–
40/17 Px	+	–	–	–
58/17 Px	+	–	–	–
59/17 Px	+	–	–	–
67/17 Px	+	(–)	–	–
4/17 Px	+	+	–	–
8/17 Px	+	+	–	–
9/17 Px	+	+	–	–
19/17 Px	+	+	–	–
24/17 Px	+	+	–	–
25/17 Px	+	+	–	–
54/17 Px	+	+	–	–
55/17 Px	+	+	–	–
56/17 Px	+	+	–	–
62/17 Px	+	+	–	–
13/17 Px	+	(–)	(–)	–
45/17 Px	+	(–)	(–)	–
31/17 Px	+	+	+	(–)
49/17 Px	+	+	+	(–)
68/17 Px	+	+	+	(–)
27/17 Px	+	+	+	–
39/17 Px	+	+	+	–
65/17 Px	+	+	+	–

– = senzitivní reakce (stupeň napadení SN 0-10 %);

(–) = tolerantní reakce (SN 10,1- 34,9 %);

+ = rezistentní reakce (SN ≥35 %);

* koncentrace doporučená výrobcem (vyjádřená v %)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Px – *Podosphaera xanthii*

Bioan

Přípravek Bioan (účinná látka lecitin a albumin+ mléčný kasein) byl v roce 2017 zcela neúčinný (Tab. 10a). Testované izoláty byly rezistentní ve všech testovaných koncentracích (Tab. 10b).

Získané výsledky z roku 2017 jsou ve shodě s výsledky testů tohoto přípravku vůči padlí salátu (BĚLICOVÁ, 2014), kdy se Bioan ukázal taktéž jako zcela neúčinný. Testovaný patogen byl zcela rezistentní vůči čtyřem koncentracím, pouze u nejvyšší koncentrace došlo k toleranční reakci (BĚLICOVÁ, 2014). K podobnému závěru došla také v roce 2016 Dr. Sedláková, kdy se ukázalo, že je tento přípravek zcela neefektivní vůči českým populacím padlí dýňovitých (SEDLÁKOVÁ, osobní sdělení).

Tabulka 10a. Celkový stupeň napadení listových disků (vyjádřený v %) izolátů *Podosphaera xanthii* z roku 2017 ošetřených přípravkem Bioan (14. den po inokulaci)

intenzita sporulace (%)						
Číslo izolátu	koncentrace účinné látky (%)					
	K	0,25	0,5	0,75*	1,0	1,25
4/17 Px	90,00	80,00	80,00	95,00	85,00	93,33
8/17 Px	95,00	96,66	93,33	91,66	91,66	90,00
9/17 Px	76,66	51,66	73,33	95,00	90,00	81,66
11/17 Px	91,66	93,33	98,33	95,00	91,66	96,66
13/17 Px	95,00	91,66	98,33	95,00	93,33	96,66
19/17 Px	98,33	96,66	83,33	80,00	86,66	58,33
24/17 Px	96,66	91,66	88,33	86,66	66,66	85,00
25/17 Px	100,00	96,66	98,33	95,00	88,33	78,33
27/17 Px	93,33	95,00	95,00	96,66	90,00	91,66
31/17 Px	80,00	85,00	96,66	93,33	90,00	81,66
37/17 Px	93,33	93,33	96,66	95,00	78,33	76,66
39/17 Px	100,00	96,66	85,00	83,33	91,66	48,33
40/17 Px	91,66	66,66	80,00	88,30	75,00	61,66
45/17 Px	56,66	56,66	65,00	36,66	71,66	35,00
49/17 Px	95,00	100,00	90,00	95,00	86,66	83,33
54/17 Px	90,00	95,00	81,66	90,00	78,33	86,66
55/17 Px	93,33	93,33	91,66	85,00	90,00	81,66
56/17 Px	58,33	46,66	46,66	36,66	55,00	70,00
58/17 Px	73,33	58,33	78,33	51,66	78,33	55,00
59/17 Px	90,00	60,00	61,66	71,66	61,66	40,00
62/17 Px	90,00	83,33	88,33	81,66	75,00	58,33
65/17 Px	90,00	90,00	96,66	48,33	88,33	81,66
67/17 Px	91,66	96,66	96,66	88,33	91,66	88,33
68/17 Px	90,00	91,66	75,00	70,00	78,33	65,00

*koncentrace doporučená výrobcem (vyjádřena v %)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Px – *Podosphaera xanthii*

Tabulka 10b. Typ reakce izolátů *Podosphaera xanthii* z roku 2017 ošetřených přípravkem Bioan (14. den po inokulaci).

Účinnost fungicidu / typ reakce						
Číslo izolátu	koncentrace fungicidu (%)					
	K	0,25	0,5	0,75*	1,0	1,25
4/17 Px	+	+	+	+	+	+
8/17 Px	+	+	+	+	+	+
9/17 Px	+	+	+	+	+	+
11/17 Px	+	+	+	+	+	+
13/17 Px	+	+	+	+	+	+
19/17 Px	+	+	+	+	+	+
24/17 Px	+	+	+	+	+	+
25/17 Px	+	+	+	+	+	+
27/17 Px	+	+	+	+	+	+
31/17 Px	+	+	+	+	+	+
37/17 Px	+	+	+	+	+	+
39/17 Px	+	+	+	+	+	+
40/17 Px	+	+	+	+	+	+
45/17 Px	+	+	+	+	+	+
49/17 Px	+	+	+	+	+	+
54/17 Px	+	+	+	+	+	+
55/17 Px	+	+	+	+	+	+
56/17 Px	+	+	+	+	+	+
58/17 Px	+	+	+	+	+	+
59/17 Px	+	+	+	+	+	+
62/17 Px	+	+	+	+	+	+
65/17 Px	+	+	+	+	+	+
67/17 Px	+	+	+	+	+	+
68/17 Px	+	+	+	+	+	+

– = senzitivní reakce (stupeň napadení SN 0-10 %);

(–) = tolerantní reakce (SN 10,1- 34,9 %);

+ = rezistentní reakce (SN ≥35 %);

* koncentrace doporučená výrobcem (vyjádřená v %)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Px – *Podosphaera xanthii*

Alginure

Přípravek Alginure, jehož účinnou látkou jsou fosfonáty draselné, byl v roce 2017 téměř neúčinný (Tab. 11a). Na všech testovaných koncentracích vykazovalo 92 % izolátů rezistentní reakci. Výjimku tvořily pouze dva izoláty: izolát 27/17 Px, který měl na čtyřech koncentracích tolerantní reakci a na nejvyšší koncentraci reagoval senzitivně. Izolát 49/17 Px byl kromě nejvyšší koncentrace, ve které reagoval tolerantně, rezistentní vůči všem ostatním testovaným koncentracím tohoto přípravku (Tab. 11b).

Získané výsledky se u tohoto přípravku částečně shodují s výsledky Dr. Sedlákové z roku 2016, kdy rovněž tento přípravek měl malou účinnost, kdy 50 % testované populace patogenu vykazovalo na doporučené koncentraci rezistentní reakci, 35 % tolerantní a 15 % reakci senzitivní. Na nejnižší testované koncentraci bylo rezistentních 75 %, a jeden izolát reagoval senzitivně. Naopak u nejvyšší koncentrace vykazovalo 70 % testovaných izolátů senzitivní reakci a pouze 5 % (tj. jeden izolát) reakci rezistentní (SEDLÁKOVÁ, osobní sdělení). V roce 2017 však na rozdíl od roku 2016, měly v populaci patogenu izoláty rezistentní vůči všem testovaným koncentracím výraznou převahu.

Tablka 11a. Celkový stupeň napadení listových disků (vyjádřený v %) izolátů *Podosphaera xanthii* z roku 2017 ošetřených přípravkem Alginure (14. den po inokulaci)

Číslo izolátu	intenzita sporulace (%)					
	koncentrace účinné látky (%)					
	K	0,4	0,6	0,8*	1,0	1,2
4/17 Px	100,00	100,00	100,00	100,00	91,66	66,66
8/17 Px	98,33	98,33	98,33	96,66	83,33	83,33
9/17 Px	100,00	98,33	96,66	66,66	95,00	53,33
11/17 Px	88,33	76,66	80,00	76,66	56,66	43,33
13/17 Px	78,33	73,33	58,33	41,66	60,00	60,00
19/17 Px	100,00	100,00	96,66	98,33	100,00	88,33
24/17 Px	98,33	95,00	93,33	96,66	85,00	71,66
25/17 Px	100,00	96,66	98,33	98,33	86,66	88,33
27/17 Px	36,66	25,00	30,00	30,00	21,66	5,00
31/17 Px	100,00	90,00	98,33	96,66	81,66	41,66
37/17 Px	100,00	93,33	91,66	80,00	86,66	93,33
39/17 Px	100,00	73,33	100,00	95,00	90,00	98,33
40/17 Px	91,66	85,00	73,33	70,00	61,66	71,66
45/17 Px	98,33	80,00	41,66	33,33	71,66	35,00
49/17 Px	95,00	45,00	73,33	55,00	58,33	26,66
54/17 Px	100,00	98,33	90,00	98,33	88,33	63,33
55/17 Px	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	90,00
56/17 Px	81,66	66,66	65,00	60,00	45,00	43,33
58/17 Px	100,00	88,33	70,00	48,33	76,66	55,00
59/17 Px	100,00	58,33	91,66	93,33	95,00	85,00
62/17 Px	100,00	98,33	96,66	96,66	95,00	86,66
65/17 Px	100,00	93,33	86,66	78,33	91,66	93,33
67/17 Px	100,00	96,66	98,33	96,66	93,33	76,66
68/17 Px	91,66	83,33	66,66	90,00	43,33	80,00

*koncentrace doporučená výrobcem (vyjádřena v %)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Px – *Podosphaera xanthii*

Tabulka 11b. Typ reakce izolátů *Podospaera xanthii* z roku 2017 ošetřených přípravkem Alginure (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu	Účinnost fungicidu / typ reakce					
	koncentrace fungicidu (%)					
	K	0,4	0,6	0,8*	1,0	1,2
27/17 Px	+	(-)	(-)	(-)	(-)	-
49/17 Px	+	+	+	+	+	(-)
4/17 Px	+	+	+	+	+	+
8/17 Px	+	+	+	+	+	+
9/17 Px	+	+	+	+	+	+
11/17 Px	+	+	+	+	+	+
13/17 Px	+	+	+	+	+	+
19/17 Px	+	+	+	+	+	+
24/17 Px	+	+	+	+	+	+
25/17 Px	+	+	+	+	+	+
31/17 Px	+	+	+	+	+	+
37/17 Px	+	+	+	+	+	+
39/17 Px	+	+	+	+	+	+
40/17 Px	+	+	+	+	+	+
45/17 Px	+	+	+	+	+	+
54/17 Px	+	+	+	+	+	+
55/17 Px	+	+	+	+	+	+
56/17 Px	+	+	+	+	+	+
58/17 Px	+	+	+	+	+	+
59/17 Px	+	+	+	+	+	+
62/17 Px	+	+	+	+	+	+
65/17 Px	+	+	+	+	+	+
67/17 Px	+	+	+	+	+	+
68/17 Px	+	+	+	+	+	+

- = senzitivní reakce (stupeň napadení SN 0-10 %);

(-) = tolerantní reakce (SN 10,1- 34,9 %);

+ = rezistentní reakce (SN \geq 35 %);

* koncentrace doporučena výrobcem (vyjádřena v %)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Px – *Podospaera xanthii*

Kumulus

Přípravek Kumulus WG, jehož účinná látka je síra, byl neúčinnější při vyšších koncentracích. Při doporučené dávce účinné látky zareagovalo 62,5 % testovaných izolátů senzitivně, tolerantní reakci vykazovalo 20,8 % izolátů a jako rezistentní se ukázalo pouhých 16,6 % testovaných izolátů. Necelých 30 % izolátů v této koncentraci neprokázalo žádnou sporulaci (Tab. 12a). Neúčinnější se ukázala nejvyšší koncentrace, kdy pouze jeden izolát (13/17 Px) zareagoval rezistentně, celých 75 % testovaných izolátů vykazovalo senzitivní reakci (Tab. 12b). Při nižších koncentracích účinné látky vykazovaly testované izoláty senzitivní/tolerantní reakci, zhruba 20 % bylo rezistentních. Přípravky Topas 100 EC a Kumulus WG vykazovaly sníženou účinnost. Z výsledků je tedy zřejmé, že se tento přípravek ukázal v roce 2017 v populaci patogenu účinný při vyšších testovaných koncentracích, než byla koncentrace doporučená výrobcem, kdy 75 % testované populace patogenu reagovalo senzitivně vůči těmto koncentracím.

K obdobným závěrům došla také Bělicová (2014) při testování rezistence tohoto přípravku vůči padlí salátu, kdy byl přípravek účinný pouze při použití nejvyšší koncentrace (BĚLICOVÁ, 2014). Avšak Sedláková v roce 2016 při testech rezistence padlí dýňovitých zaznamenala, na rozdíl od situace v roce 2017, vyšší četnost tolerantní či rezistentní reakce na doporučené koncentraci tohoto přípravku v testované populaci patogenu, a také na koncentraci 2x vyšší než doporučené byla zvažena četnost tolerantní reakce v populaci patogenu ve srovnání s rokem 2017 (SEDLÁKOVÁ, osobní sdělení).

Tabulka 12a. Celkový stupeň napadení listových disků (vyjádřený v %) izolátů *Podosphaera xanthii* z roku 2017 ošetřených přípravkem Kumulus WG (14. den po inokulaci)

Číslo izolátu	intenzita sporulace (%)					
	koncentrace účinné látky (%)					
	K	0,1	0,2	0,4*	0,6	0,8
4/17 Px	100,00	15,00	20,00	8,33	0,00	6,66
8/17 Px	98,33	30,00	8,33	6,66	5,00	1,66
9/17 Px	100,00	1,66	6,66	0,00	10,00	0,00
11/17 Px	100,00	75,00	68,33	53,33	58,33	31,66
13/17 Px	100,00	51,66	83,33	66,66	35,00	38,33
19/17 Px	100,00	31,66	31,66	33,33	11,66	18,33
24/17 Px	100,00	16,66	10,00	0,00	1,66	1,66
25/17 Px	96,66	5,00	10,00	8,33	5,00	5,00
27/17 Px	100,00	38,33	43,33	36,66	36,66	13,33
31/17 Px	100,00	1,66	3,33	3,33	3,33	6,66
37/17 Px	100,00	45,00	16,66	16,66	8,33	0,00
39/17 Px	100,00	5,00	0,00	0,00	8,33	5,00
40/17 Px	76,66	8,33	0,00	0,00	0,00	0,00
45/17 Px	58,33	1,66	1,66	0,00	5,00	0,00
49/17 Px	100,00	68,33	46,66	41,66	16,66	28,33
54/17 Px	98,33	15,00	3,33	3,33	5,00	0,00
55/17 Px	100,00	5,00	10,00	0,00	10,00	5,00
56/17 Px	98,33	11,66	20,00	11,66	8,30	0,00
58/17 Px	98,33	20,00	30,00	13,33	10,00	8,33
59/17 Px	90,00	25,00	8,33	1,66	0,00	0,00
62/17 Px	93,33	5,00	1,66	6,66	3,33	0,00
65/17 Px	100,00	3,33	6,66	0,00	5,00	5,00
67/17 Px	73,33	5,00	5,00	8,33	1,66	3,33
68/17 Px	90,00	33,33	16,66	16,66	11,66	11,66

*koncentrace doporučená výrobcem (vyjádřena v %)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Px – *Podosphaera xanthii*

Tabulka 12b. Typ reakce izolátů *Podospaera xanthii* z roku 2017 ošetřených přípravkem Kumulus WG (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu	Účinnost fungicidu / typ reakce					
	koncentrace fungicidu (%)					
	K	0,1	0,2	0,4*	0,6	0,8
9/17 Px	+	-	-	-	-	-
25/17 Px	+	-	-	-	-	-
39/17 Px	+	-	-	-	-	-
40/17 Px	+	-	-	-	-	-
45/17 Px	+	-	-	-	-	-
55/17 Px	+	-	-	-	-	-
62/17 Px	+	-	-	-	-	-
65/17 Px	+	-	-	-	-	-
8/17 Px	+	(-)	-	-	-	-
24/17 Px	+	(-)	-	-	-	-
54/17 Px	+	(-)	-	-	-	-
59/17 Px	+	(-)	-	-	-	-
4/17 Px	+	(-)	(-)	-	-	-
56/17 Px	+	(-)	(-)	(-)	-	-
58/17 Px	+	(-)	(-)	(-)	-	-
19/17 Px	+	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
68/17 Px	+	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
31/17 Px	+	-	-	-	-	-
67/17 Px	+	-	-	-	-	-
37/17 Px	+	+	(-)	(-)	-	-
49/17 Px	+	+	+	+	(-)	(-)
11/17 Px	+	+	+	+	+	(-)
27/17 Px	+	+	+	+	+	(-)
13/17 Px	+	+	+	+	+	+

- = senzitivní reakce (stupeň napadení SN 0-10 %);

(-) = tolerantní reakce (SN 10,1- 34,9 %);

+ = rezistentní reakce (SN \geq 35 %);

* koncentrace doporučená výrobcem (vyjádřená v %)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Px – *Podospaera xanthii*

6. ZÁVĚR

Tato bakalářská práce byla zaměřena na porovnání účinnosti vybraných prostředků biologické a chemické ochrany v české populaci padlí dýňovitých. Celkem bylo otestováno 24 izolátů *Podosphaera xanthii*, které pocházely z území České republiky z roku 2017. Pro testování byly vybrány tyto přípravky: ATLAS 500 SC s účinnou látkou quinoxifen, TOPAS 100 EC s účinnou látkou penconazole, BIOAN s účinnými látkami lecitin a albumin + mléčný kasein, KUMULUS s účinnou látkou sírou a ALGINURE, jehož účinné látky jsou fosfonáty draselné. Přípravky Atlas a Topas byly testovány již v minulých letech týmem prof. Lebedy a Dr. Sedlákovou, a tak byly testovány pouze ve třech koncentracích. Jedna koncentrace (prostřední) byla doporučena výrobcem jako optimální, dále se testovala jedna koncentrace pod tímto optimem a jedna koncentrace nad optimem. Přípravky Bioan, Kumulus a Alginure byly testovány v pěti koncentracích, kdy prostřední (optimální) byla opět doporučena výrobcem, dvě koncentrace byly pod optimem a dvě koncentrace nad tímto optimem. Vybrané fungicidy byly testovány pomocí modifikované metody listových disků.

Přípravek Atlas 500 SC (účinná látka quinoxifen) vykazoval velmi malou účinnost. Na doporučené koncentraci účinné látky (0,066 %) převažovala v populaci patogenu tolerantní reakce (45,83 % izolátů), naopak senzitivní reakce byla zastoupena nejméně (12,5 % izolátů).

Přípravek Topas 100 EC (účinná látka penconazole) vykazoval sníženou účinnost. Při doporučeném dávkování účinné látky 33,33 % izolátů (tj. osm izolátů) vůbec nesporulovalo. Celkem 66,66 % izolátů bylo k látce senzitivní, dva izoláty (13/17 a 45/17 Px) vykazovaly tolerantní reakci a 25 % bylo vůči fungicidu rezistentní.

Přípravek Bioan (účinná látka lecitin a albumin + mléčný kasein) byl zcela neúčinný. Testované izoláty byly rezistentní ve všech testovaných koncentracích.

Přípravek Alginure (účinné látky fosfonáty draselné) byl téměř neúčinný. Kromě dvou izolátů, vykazovaly všechny testované izoláty reakci rezistentní.

Přípravek Kumulus WG (účinná látka síra) byl nejúčinnější při vyšších koncentracích. Při doporučené dávce účinné látky vykazovalo 62,5 % izolátů senzitivní reakci, 20,8 % izolátů tolerantní reakci a 16,6 % izolátů reakci rezistentní.

7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ANGELI, D., PELLEGRINI E., a PERTOT, I. (2009): Occurrence of *Erysiphe necator* Chasmothecia and Their Natural Parasitism by *Ampelomyces quisqualis*. *Phytopathology* [online]. 2009, **99**(6), 704-710 [cit. 2019-07-24]. DOI: 10.1094/PHYTO-99-6-0704. ISSN 0031-949X. Dostupné z: <http://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PHYTO-99-6-0704>.

AVIS, T. J., a BÉLANGER, R. R. (2002): Mechanisms and means of detection of biocontrol activity of *Pseudozyma* yeasts against plant-pathogenic fungi. *FEMS yeast research*,2(1):5-8.

BALE, J. S., VAN LENTEREN, J. C., BIGLER, F. (2008): Biological control and sustainable food production. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*,363(1492):761-776.

BENHAMOU, N. a BRODEUR, J. (2000): Evidence for antibiosis and induced host defense reactions in the interactions between *Verticillium lecanii* and *Penicillium digitatum*, the casual agent of green mold. In: LEBEDA, A., MIESLEROVÁ B., HUSZÁR J. a 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: Agriprint. ISBN 978-80-87091-69-2.

BĚLICOVÁ, Iveta. *Studium účinků fungicidů vůči padlí čekankovému (Golovinomyces cichoracearum)*. Olomouc, 2014. Bakalářská. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Doc. RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.

BINDSCHEDLER, L., PANSTRUGA, R., SPANU, P. (2016): Mildew-Omics: How Global Analyses Aid the Understanding of Life and Evolution of Powdery Mildews. *Frontiers in Plant Science* 7: 123.

BRAUN, U. (1987): *A Monograph of the Erysiphales (Powdery Mildews)*. Stuttgart, Germany: E. Schweizerbart, Beiheft zur Nova Hedwigia vol. 89. ISBN 978-3-443-51011-4

BRAUN, U., COOK, R.T.A., INMANA, J., SHIN, H.D (2002): The taxonomy of the powdery mildew fungi. In: Bélanger, R., Bushnell, W. R., Dik, A. J., Carver, T. L. W. (EDS.): *The Powdery Mildews. A Comprehensive Treatise*. St. Paul, MN, USA. APS Press: 13-55.

- BRAUN, U., COOK, R.T.A. (2012): Taxonomic Manual of the Erysiphales (Powdery Mildews). In: LEBEDA, A., MIESLEROVÁ B., HUSZÁR J. a 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: Agriprint. ISBN 978-80-87091-69-2.
- BRENT, K. J. a HOLLOMON, D. W. (2007): Fungicide resistance: The assessment of risk. FRAC, Monograph No. 2, 2nd (revised) Edition, 52 pp.
- BROWN, M.K.J. (2002): Comparative genetics of avirulence and fungicide resistance in the powdery mildew fungi. In: BÉLANGÉER, R.R., BUSHNELL, R.W.; DIK, A.J. & CARVER, W.L.T. (Eds.): The Powdery Mildews. A Comprehensive Treatise. APS Press, St. Paul, MN, USA, pp. 55-65.
- COHEN, R., BURGER, Y. & KATZIR, N. (2004): Monitoring physiological races of *Podosphaera xanthii* (syn. *Sphaerotheca fuliginea*), the causal agent of powdery mildew in cucurbits: factors affecting race identification and the importance for research and commerce. *Phytoparasitica*, 32: 174-183.
- CORRAN, A. (2012): Fungicides Acting on Signal Transduction; Mode of Action. In: Krämer, W., Schirmer, U., Jeschke, P., Witschel, M. (Ed.) (2012): Modern Crop Protection Compounds, Second Edition. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, kap. 17.1, 715-721.
- DICK, A. J., VERHAAR, M. A., BÉLANGER, R. R. (1998): Comparison of three biological control agents against cucumber powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in semi-commercial-scale glass house trials. *European Journal of Plant Pathology* 104: 413-423.
- DI FRANCESCO, A., MARTINI, C., & MARI, M. (2016): Biological control of postharvest diseases by microbial antagonists: how many mechanisms of action?. *European Journal of Plant Pathology*, 145(4):711-717.
- EDREVA, A. (2004): A novel strategy for plant protection: Induced resistance. *Journal of Cell and Molecular Biology*, 3(2):61-69
- ELAD, Y., MALATHRAKIS, N. E. a DIK, A. J. (1996): Biological control of *Botrytis*-incited diseases and powdery mildews in greenhouse crops. *Crop Protection* 15: 229-240.
- FALK, S. F., GADOURY, D. M., CORTESI, P., PEARSON, R. C. (1995): Partial control of grape powdery mildew by the mycoparasite *Ampelomyces quisqualis*. *Plant Disease* 79: 483-490.
- GALLIAN, J.J., MILLER, J.S. & NOLTE, P. (2002): Managing fungicide resistance.

GAUTAM, A. K., a AVASTHI, S. (2016): *Ampelomyces quisqualis*-a remarkable mycoparasite on *Xanthium strumarium* powdery mildew from Himachal Pradesh India. *Journal on New Biological Reports*, 5(1): 1-6

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.

GOZZO, F. a FAORO, F. (2013): Systemic Acquired Resistance (50 Years after Discovery): Moving from the Lab to the Field. In: LEBEDA, A., MIESLEROVÁ B., HUSZÁR J. a 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: Agriprint. ISBN 978-80-87091-69-2.

GWYNN, Rome L. *The manual of biocontrol agents: a world compendium*. 5th ed. Alton: BCPC, 2014. ISBN 9781901396874.

HANSEN, M. A. (2009): *Powdery mildew of ornamental plants*. Powdery mildew of ornamental plants. Communications and Marketing, College of Agriculture and Life Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University.

HOLLOMON, D.W., WHEELER, I.E. (2002): Controlling powdery mildews with chemistry. In: BÉLANGER, R.R., BUSHNELL, R.W., DIK, A.J. & CARVER, W.L.T. (Eds.): *The Powdery Mildews. A Comprehensive Treatise*. APS Press, St. Paul, MN, USA, pp. 249-255.

JAHN, M., MUNGER, H. M., MCCREIGHT, J. D. (2002): Breeding cucurbit crops for powdery mildew resistance, pp 239-248. In BÉLANGER, R. R., BUSHNELL, W. R., DIK, A. J., CARVER, L. W. (Eds). *The Powdery Mildews. A Comprehensive Treatise*. APS Press, St. Paul, MN, Chapter 15.

JARVIS, W. R., GUBLER, W. D. a GROVE, G. G. (2002): Epidemiology of powdery mildews in agricultural pathosystems, pp. 169-199. In BÉLANGER, R. R., BUSHNELL, W. R., DIK, A. J., CARVER, L. W. (Eds). *The Powdery Mildews. A Comprehensive Treatise*. APS Press, St. Paul, MN, USA.

JEŘÁBKOVÁ, H. (2010): *Rezistence k fungicidům v populaci padlí tykvovitých v České republice*. Diplomová práce (Mgr.). PŘF UP, Olomouc, 84 pp..

JUNAID, J. M., DAR, N. A., BHAT, T. A., BHAT, A. H., & BHAT, M. A. (2013): Commercial biocontrol agents and their mechanism of action in the management of plant pathogens. *International Journal of Modern Plant & Animal Sciences*, 1(2):39-57

KALINA, T., VÁŇA, J. (2005): *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Praha: Karolinum. ISBN 80-246-1036-1.

KISS, L. (1997): A gramicolourous powdery mildew fungi as a new natural host of *Ampelomyces* parasites. *Canadian Journal of Botany* 75: 680-683.

KISS, L. (2003): A review of fungal antagonists of powdery mildews and their potential as biocontrol agents. *Pest Management Science*, 59(4):475-483.

KISS, L. (2008): Intracellular mycoparasites in action: interactions between powdery mildew fungi and *Ampelomyces*. In *British Mycological Society Symposia Series* (Vol. 27, pp. 37-52). Academic Press.

KOGAN, M. (1998): Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. *Annual Review of Entomology*, 43(1):243-270.

KŘÍSTKOVÁ, E., LEBEDA, A. (2000): *Citrullus lanatus* – a potential host of powdery mildew in the Czech republic. *Cucurbit Genetics Cooperative Report*, 23: 46-48.

KŘÍSTKOVÁ, E., LEBEDA, A. (1999): Searching of *Cucumis sativus* L. genetic resources for field resistance to powdery mildew of cucurbits. In: LEBEDA, A., MIESLEROVÁ B., HUSZÁR J. a 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: Agriprint. ISBN 978-80-87091-69-2.

KŘÍSTKOVÁ, E., LEBEDA, A. (2000): *Citrullus lanatus* – a potential host of powdery mildew in the Czech republic. In: LEBEDA, A., MIESLEROVÁ B., HUSZÁR J. a 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: Agriprint. ISBN 978-80-87091-69-2.

KŘÍSTKOVÁ, E., LEBEDA, A. a SEDLÁKOVÁ, B. (2009): Species spectra, distribution and host range of cucurbit powdery mildews in the Czech Republic, and in some other European and Middle Eastern countries. *Phytoparasitica*, 37: 337-350.

KŘÍŽOVÁ, P., LOKAJ, Z. (2009): Taháky z fytofarmakologie – mechanismus fungicidních účinných látek III.. *Rostlinolékař*, 1: 29-32.

LEBEDA, A. (1983): The genera and species spectrum of cucumber powdery mildew in Czechoslovakia. *Phytopathology*, 108: 71-79.

LEBEDA, A. (1984): Screening of wild *Cucumis* species for resistance to cucumber powdery mildew (*Erysiphe cichoracearum* and *Sphaerotheca fuliginea*). In: LEBEDA, A., MIESLEROVÁ B., HUSZÁR J. a 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: Agriprint. ISBN 978-80-87091-69-2.

LEBEDA, A. (1986): Padlí okurkové. *Erysiphe cichoracearum*, *Sphaerotheca fuliginea* (Cucumber powdery mildew. *Erysiphe cichoracearum*, *Sphaerotheca fuliginea*). In: A. LEBEDA (Ed.): Methods of Testing Vegetable Crops for Resistance to Plant Pathogens, VHI Sempra, Research Institute of Vegetable crops, Olomouc, p. 87-91.

LEBEDA, A. a KŘÍSTKOVÁ, E. (1994): Field resistance of *Cucurbita* species to powdery mildew (*Erysiphe cichoracearum*). In: LEBEDA, A., MIESLEROVÁ B., HUSZÁR J. a 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: Agriprint. ISBN 978-80-87091-69-2.

LEBEDA, A. a KŘÍSTKOVÁ, E. (1996): Genotypic variation in field resistance of *Cucurbita pepo* cultivars to powdery mildew (*Erysiphe cichoracearum*). In: LEBEDA, A., MIESLEROVÁ B., HUSZÁR J. a 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: Agriprint. ISBN 978-80-87091-69-2.

LEBEDA, A., KŘÍSTKOVÁ, E., SEDLÁKOVÁ, B., MCCREIGHT, J. D., COFFEY, M. D. (2011): Gaps and perspectives of pathotype and race determination in *Golovinomyces cichoracearum* and *Podosphaera xanthii*. *Mycoscience* 52: 159-164.

LEBEDA, A., KŘÍSTKOVÁ, E., SEDLÁKOVÁ, B., MCCREIGHT, J. D., COFFEY, M. D. (2016): Cucurbit powdery mildews: methodology for objective determination and denomination of races. *European Journal of Plant Pathology* 144: 399-410.

LEBEDA, A., MCGRATH, M. T., SEDLÁKOVÁ, B. (2010): Fungicide resistance in cucurbit powdery mildew fungi; Chapter 11, pp. 221-246. In: CARISSE, O. (Ed.). *Fungicides*. InTech Publishers, Vienna, Austria.

LEBEDA, A., MIESLEROVÁ B., HUSZÁR J. a 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: Agriprint. ISBN 978-80-87091-69-2.

LEBEDA, A., SEDLÁKOVÁ, B. (2004): Druhové spektrum, patogenní variabilita a rezistence vůči fungicidům u padlí tykvovitých. Rostlinolékař, 6: 15-19.

LEBEDA, A., SEDLÁKOVÁ, B. (2010): Screening for resistance to cucurbit powdery mildews (*Golovinomyces cichoracearum*, *Podosphaera xanthii*). In: Mass Screening Techniques for Selecting Crops Resistant to Diseases. International Atomic Energy Agency (IAEA), Vienna, Austria, Chapter 19, pp. 295-307.

LEBEDA, A., SEDLÁKOVÁ, B. (2011): Fungicide resistance in Czech cucurbit mildew populations. *Phytopathology* 101 (6), S99-S99.

LEBEDA, A., SEDLÁKOVÁ, B., JEŘÁBKOVÁ, H., PAULÍK, R., ŠRAJBR, M. (2015): Long-lasting study of fungicide efficacy against cucurbit powdery mildews in the Czech Republic. Sborník abstraktů z XX. české a slovenské konference o ochraně rostlin, Praha, 1.-3.září 2015, Abstrakt, 60 pp.

LEBEDA, A., SEDLÁKOVÁ, B., KŘÍSTKOVÁ, E., VAJDOVÁ, M., MCCREIGHT, J.D. (2012): Application of a new approach for characterization and denomination of races of cucurbit powdery mildews – a case study of Czech pathogen populations. In: Sari, N., Solmaz, I., Aras, V. (Eds.): Cucurbitaceae 2012, Proceedings of the Xth EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Cucurbitaceae. October 15-18th, 2012, Antalya, Turkey. Cukurova University, Adana, Turkey, 172-180. (ISBN:978-60563297-0-8).

LINNEMANN, G. (1968): *Ampelomyces quisqualis* Ces., ein Parasit auf Mucorineen. In: LEBEDA, A., MIESLEROVÁ B., HUSZÁR J. a 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: Agriprint. ISBN 978-80-87091-69-2.

MCGRATH, M. T. (2001): Fungicide resistance in cucurbit powdery mildew: Experiences and Challenges. *Plant Disease*, 85: 236-245.

MCGRATH, M. T. (2006): Occurrence of fungicide resistance in *Podosphaera xanthii* and impact on controlling cucurbit powdery mildew in New York, pp. 473-482. In HOLMES, G. J. (Ed.): Cucurbitaceae 2006. North Carolina State University, Raleigh, NC, USA.

MCGRATH, M. T., SHISHKOFF, N. (1999): Evaluation of biocompatible products for managing cucurbit powdery mildew. *Crop Protection* 18: 471-478.

MCGRATH, M. T., SHISHKOFF, N. (2002): AQ10 biofungicide combined with chemical fungicides or AddQ spray adjuvant for control of cucurbit powdery mildew in detached leaves. *Plant Disease* 86: 915-918.

MERCER, E.I. (1984) Pestic. Sci., 15, 33-155. In: Krämer, W., Schirmer, U., Jeschke, P., Witschel, M. (Ed.): Modern Crop Protection Compounds, Second Edition. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, kap. 19, 761-805.

MICALI, C.O., NEUMANN, U., GRUNEWALD, D., PANSTRUGA, R. & O'CONNELL, R. Biogenesis of a specialized plant-fungal interface during host cell internalization of *Golovinomyces orontii* haustoria. *Cellular Microbiology* [online]. 2011, **13**(2), 210-226 [cit. 2018-03-13]. DOI: 10.1111/j.1462-5822.2010.01530.x. ISSN 14625814. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1462-5822.2010.01530.x>

MILLER, T. C., GUBLER, W. D., LAEMMLEN, F. F., GENG, S., RIZZO, D. M. (2004): Potential for using *Lecanicillium lecanitii* for suppression of strawberry powdery mildew. *Biocontrol Science and Technology* 14: 215-220.

NEUMANN, S., JACOB, F. (1995): Principles of uptake and systemic transport of fungicides within plant. In: H. Lyr & P. Braun (Eds.): Modern selective fungicides: properties, applications, mechanisms of action, Jena; Stuttgart: Fischer, pp. 53-73

PAL, K. K., MCSPADDEN GARDENER, B. B. (2006): Biological control of plant pathogens. *The Plant Health Instructor*, 2:1117-1142.

PAULECH, C. (1995): Mycota, Ascomycetes, Erysiphales. IN: LEBEDA, A., MIESLEROVÁ B., HUSZÁR J. a 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: Agriprint. ISBN 978-80-87091-69-2.

PAULÍK, R. (2011): Porovnání účinnosti vybraných fungicidů vůči padlí tykvovitých (*Golovinomyces cichoracearum*, *Podosphaera xanthii*) v České republice. Bakalářská práce (Bc.). PŘF UP Olomouc, 82 pp..

PAULÍK, R. (2014): Výskyt kmenů s rezistencí vůči fungicidům v populacích padlí tykvovitých v České republice. Diplomová práce (Mgr.). PŘF UP Olomouc, 123 pp..

PÉREZ-GARCÍA, A., ROMERO, D., FERNÁNDEZ-ORTUÑO, D., LÓPEZ-RUIZ, F., DE VICENTE, A. & TORÉS, J.A.. The powdery mildew fungus *Podosphaera fusca* (synonym *Podosphaera xanthii*), a constant threat to cucurbits. *Molecular Plant Pathology* [online]. 2009, **10**(2), 153-160 [cit. 2018-03-13]. DOI: 10.1111/j.1364-3703.2008.00527.x. ISSN 14646722. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1364-3703.2008.00527.x>

PETŘEKOVÁ, V. *Přehled zástupců padlí (Erysiphales) na území České republiky*. Olomouc, 2016. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Doc. RNDr. Barbora Mieslerová, Ph.D.

ROMERO, D., RIVERA, M. E., CAZORLA, F. M., DE VINCENTE, A., PÉREZ-GARCÍA, A. (2003): Effect of mycoparasitic fungi on the development of *Sphaerotheca fusca* on melon leaves. *Mycological Research* 107: 64-71.

RYALS, J. A., NEUENSCHWANDER, U. H., WILLITS, M. G., MOLINA, A., STEINER, H. Y., & HUNT, M. D. (1996): Systemic acquired resistance. *The Plant Cell*, 8(10):1809

SEDLÁKOVÁ, B., LEBEDA, A. (2008): Fungicide resistance in Czech populations of cucurbit powdery mildews. *Phytoparasitica*, 36(3): 272-289.

SEDLÁKOVÁ, B., LEBEDA, A. (2010): Temporal population dynamics of cucurbit powdery mildews (*Golovinomyces cichoracearum* and *Podosphaera xanthii*) in the Czech Republic. In: Thies, J.A., Kousik, S., Levi, A., (Eds.): *Proceedings of Cucurbitaceae 2010*, Charleston, SC, USA, November 14-18, 2010, 244-247.

SEDLÁKOVÁ, B., LEBEDA, A., PEJCHAR, M., JEŘÁBKOVÁ, H. (2009): Výskyt kmenů rezistencí vůči fungicidům v české populaci padlí tykvovitých (Occurrence of the strains with resistance to fungicides in Czech cucurbit powdery mildew populations). In: Šafránková, I., Šefrová, H. (Eds.): *Proceeding of Abstracts of 18th Czech and Slovak Plant Protection Conference*. MZU Brno, 2.-4.září 2009, 119 pp..

SEDLÁKOVÁ, B., LEBEDA, A., ŠRAJBR, M. a JEŘÁBKOVÁ, H. (2017): Long-Lasting Study of Fungicide Efficacy against Czech Cucurbit Powdery Mildew Populations. In: Deising HB; Fraaije B; Mehl A; Oerke EC; Sierotzki H; Stammler G (Eds), „Modern Fungicides and Antifungal Compounds“, Vol. VIII, pp. 115- 116. ©2017 Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft, Braunschweig, ISBN: 978-3-941261-15-0.

SEDLÁKOVÁ, B., VAJDOVÁ, M. a LEBEDA, A. (2012): Výsledky dlouhodobého studia hyperparazitické houby *Ampelomyces quisqualis* na padlí tykvovitých (*Golovinomyces cichoracearum*, *Podosphaera xanthii*) v České republice / Results of long-lasting study of fungal hyperparasite *Ampelomyces quisqualis* occurrence on cucurbit powdery mildew (*Golovinomyces cichoracearum*, *Podosphaera xanthii*) in the Czech Republic. 13-20 pp. In: LEBEDA, A., MIESLEROVÁ B., HUSZÁR J. a 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: Agriprint. ISBN 978-80-87091-69-2.

SIMBERLOFF, D., STILING, P. (1996): Risks of species introduced for biological control. *Biological Conservation*,78(1):185-192.

SINGH, H. B. (2014): Management of plant pathogens with microorganisms. *Proceedings of the National Academy of Sciences*,80:443-454.

SUNDHEIM, L. a TRONSMO, A. (1988): Hyperparasites in biological control. In: LEBEDA, A., MIESLEROVÁ B., HUSZÁR J. a 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: Agripint. ISBN 978-80-87091-69-2.

ŠENOLDOVÁ, P., LOKAJ, Z. (2008): Taháky z fytofarmakologie – mechanismus fungicidních účinných látek II.. *Rostlinolékař*, 6: 31-33.

ŠRAJBR, Martin. *Porovnání účinnosti vybraných fungicidů vůči českým populacím padlí dýňovitých v letech 2014-2015*. Olomouc, 2017. Diplomová. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Prof. Ing. Aleš Lebeda, DrSc.

THOMASHOW, L. S., & WELLER, D. M. (1988): Role of a phenazine antibiotic from *Pseudomonas fluorescens* in biological control of *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*. *Journal of Bacteriology*,170(8): 3499-3508.

TURNER, J.A. (Eds.) (2015): *The Pesticide Manual: A World Compendium of Pesticides*. British Crop Protection Council. 17th edition, Hampshire, UK, 1357 s.

VAN LENTEREN, J. C., WOETS, J. V. (1988): Biological and integrated pest control in greenhouses. *Annual Review of Entomology*,33(1):239-269.

VAN LOON, L.C., & VAN STRIEN, E. A. (1999): The families of pathogenesis-related proteins, their activities, and comparative analysis of PR-1 type proteins. *Physiological and Molecular Plant Pathology*,55(2):85-97.

WAARD, M. A., GEORGOPOULOS, S. G., HOLLOMON, D. W., ISHII, H., LEROUX, P., RAGSDALE, N. N., & SCHWINN, F. J. (1993): Chemical control of plant diseases: problems and prospects. *Annual Review of Phytopathology*,31(1):403-421.

WELLER, D. M. (1988): Biological control of soilborne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. *Annual Review of Phytopathology*,26(1):379-407.

WELTZIEN, H. C. (1978): Geographical distribution of powdery mildews. IN: LEBEDA, A., MIESLEROVÁ B., HUSZÁR J. a 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: Agriprint. ISBN 978-80-87091-69-2.

YARWOOD, C. E. (1932b): *Ampelomyces quisqualis* on clover mildews. In: LEBEDA, A., MIESLEROVÁ B., HUSZÁR J. a 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: Agriprint. ISBN 978-80-87091-69-2

ZLOCHOVÁ, K. (1990): Autoreferát dizertácie k získanie vedeckej hodnosti kandidáta biologických vied. IN: LEBEDA, A., MIESLEROVÁ B., HUSZÁR J. a 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: Agriprint. ISBN 978-80-87091-69-2.

INTERNETOVÉ ZDROJE

<https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac-code-list-2019.pdf>

<http://old.botany.upol.cz/atlas/system/image.php?filename=ascomycetes%2Ferysiphales%2Fsphaerotheca-fuliginea--listy--sphaerotheca-fuliginea.jpg>

<http://old.botany.upol.cz/atlas/system/image.php?filename=ascomycetes%2FAmpelomyces-quisqualis--Cicinobolus-deuter.jpg>

<https://www.agromanual.cz/cz/pripravky/fungicidy>

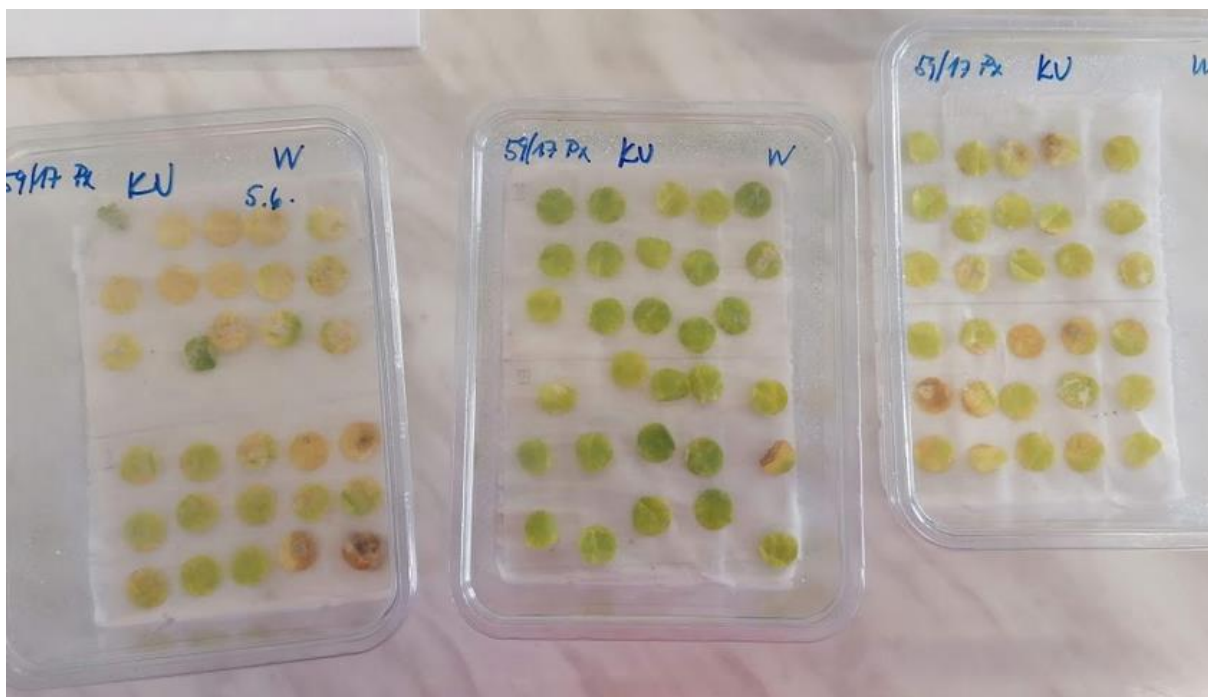
8. PŘÍLOHOVÁ ČÁST



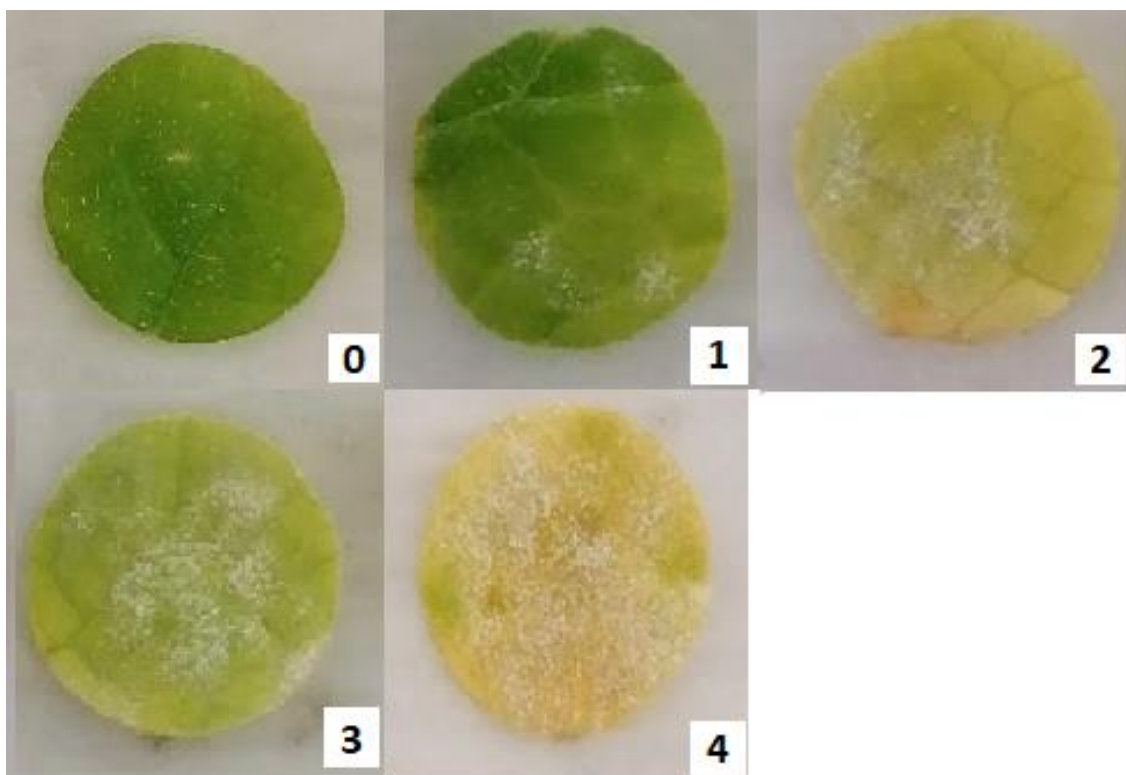
Obr. 1: Makroskopické příznaky padlí (*Podosphaera xanthii*) na semenáčku okurky seté, náchylné odrůdy Marketer 430 (SEDLÁŘOVÁ, 2004)



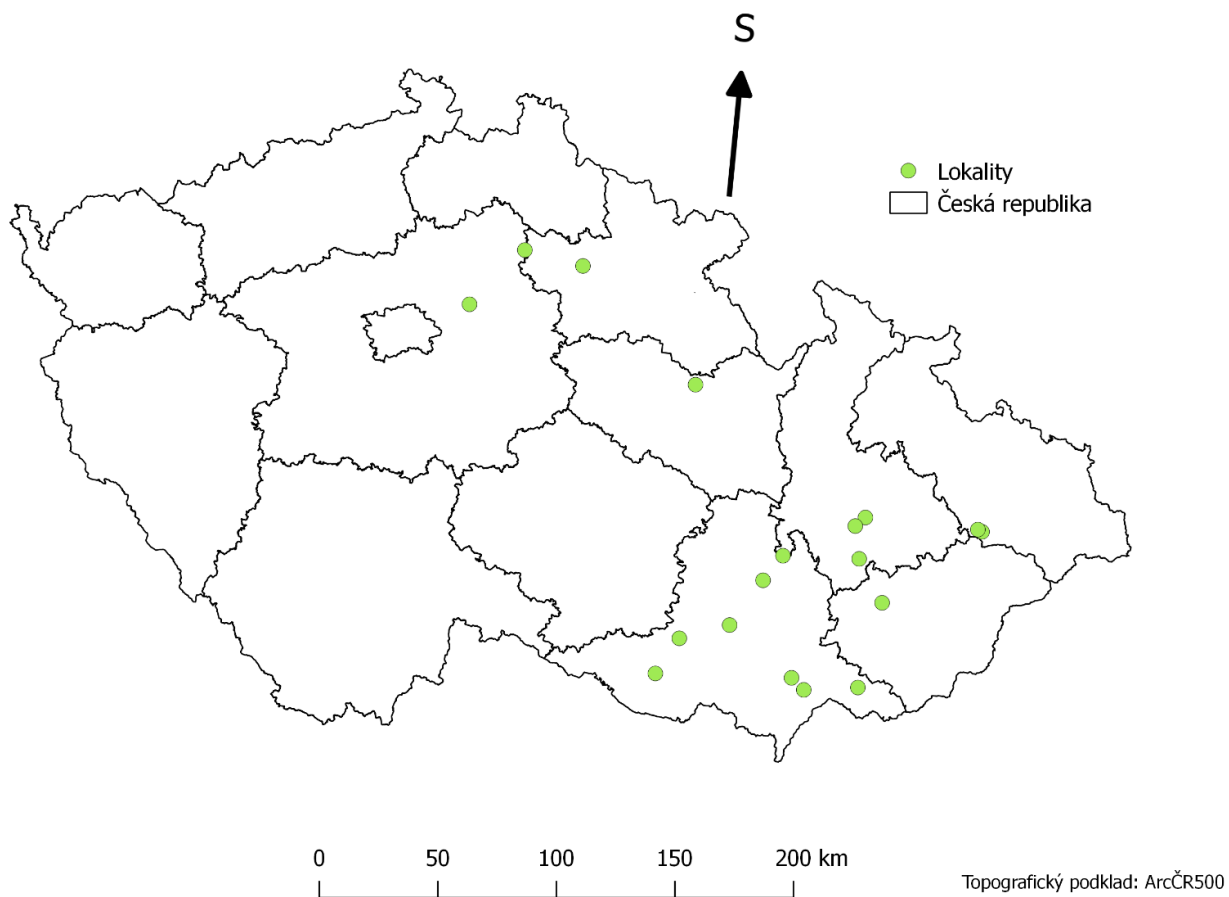
Obr. 4: *Ampelomyces quisqualis* – hyperparazit padlí, na konidioforu r. *Erysiphe* (SEDLÁŘOVÁ, 2007)



Obr. 5: Modifikovaná metoda listových disků používaná pro testování rezistence padlí dýňovitých vůči fungicidům (fungicid Kumulus WG, listové disky okurky seté, náchylné odrůdy Perseus F1 – desátý den od inokulace izolátem padlí dýňovitých 59/17 Px (VALNÁ, 2019)



Obr. 6: Kvalitativní metoda hodnocení intenzity napadení padlím dýňovitých na listových discích náchylné odrůdy okurky seté (*Cucumis sativus*) cv. Perseus F1 pomocí pětibodové stupnice; 1 (stupně podle Lebedy, 1984, foto: VALNÁ, 2019)



Obr. 7: Lokality sběru vzorků listů tykvovitých zelenin s příznaky infekce padlím z roku 2017, z nichž byly získány izoláty *Podosphaera xanthii* použité v testech rezistence vůči vybraným fungicidům

PRACOVNÍ LIST – BIOLOGIE HUB

ÚKOL č. 1: Zařaď padlí (Erysiphales) do systému

Říše: _____

Oddělení: _____

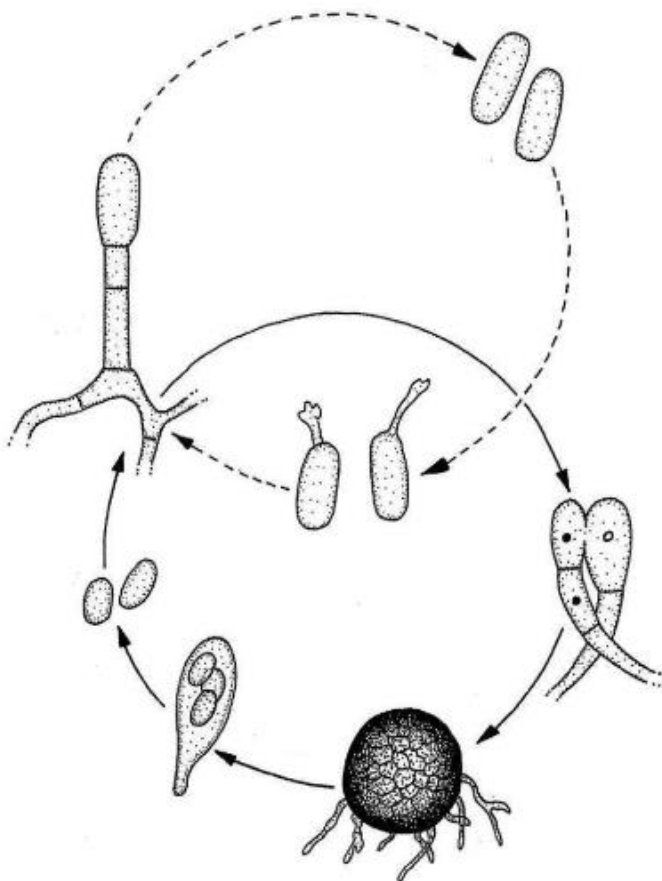
Pododdělení: _____

Třída: _____

Řád: _____

ÚKOL č. 2: Napiš dva původce padlí dýňovitých

ÚKOL č. 3: Popiš životní cyklus padlí



ÚKOL č. 4: Stručně popiš, jak bys poznal/a rostlinu napadenou padlím.

ÚKOL č. 5: Vysvětli pojmy:

Hyperparazit

Mycelium

Antibióza

Konidiofor

rezistence

ÚKOL č. 6: Napiš čtyři typy rezistence

ÚKOL č. 7: Napiš alespoň tři hostitelské rostliny padlí dýňovitých

PRACOVNÍ LIST – BIOLOGIE HUB

ÚKOL č. 1: Zařaď padlí (Erysiphales) do systému

Říše: *houby (Fungi)*

Oddělení: *vřeckovýtrusné (Ascomycota)*

Pododdělení: *Pezizomycotina*

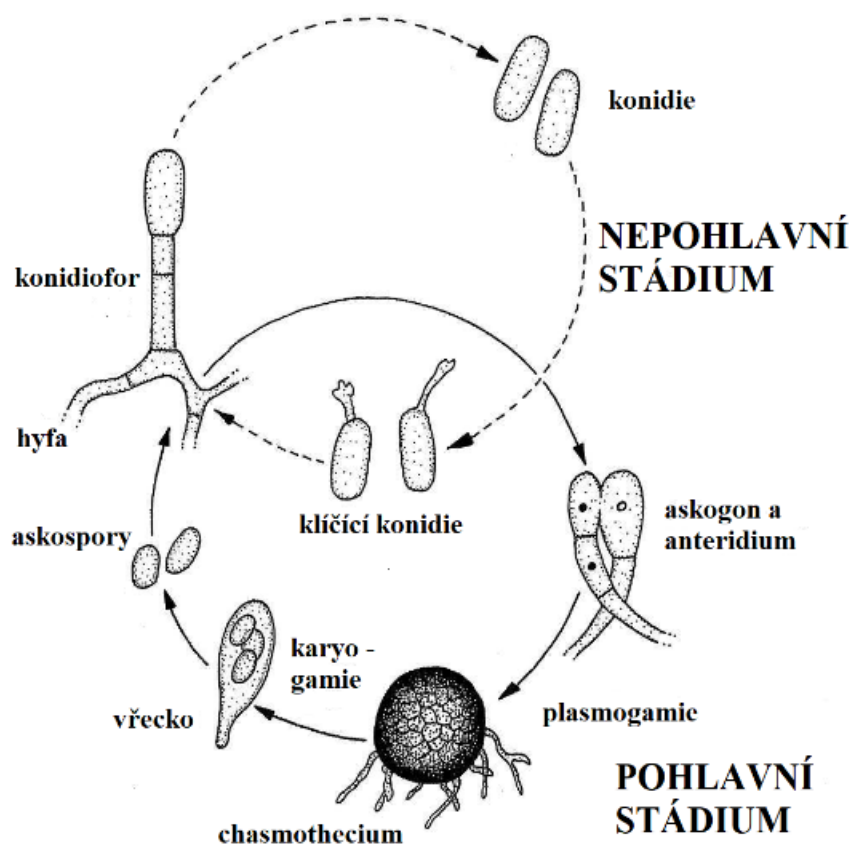
Třída: *Leotiomycetes*

Řád: *Erysiphales*

ÚKOL č. 2: Napiš dva původce padlí dýňovitých

Podosphaera xanthii, Golovinomyces orontii

ÚKOL č. 3: Popiš životní cyklus padlí



ÚKOL č. 4: Stručně popiš, jak bys poznal/a rostlinu napadenou padlím.

Napadenou rostlinu padlím poznám tak, že se na listech (někdy i na stonku nebo plodech) vytvoří bílý, jakoby pomoučený povlak.

ÚKOL č. 5: Vysvětli pojmy:

Hyperparazit – *organismus, který parazituje na patogenech rostlin*

Mycelium – *podhoubí; shluk vláken charakteristický pro houby*

Antibióza – *biologický proces, při kterém antagonisté produkují látky, díky kterým potlačují aktivitu rostlinného patogenu, nebo jej zcela usmrtí*

Konidiofor – *specializovaná hyfa vřecových hub, na které se tvoří konidie*

Rezistence – = *odolnost; např. schopnost odolávat působení fungicidů; odolnost organismu proti nepříznivým vlivům prostředí*

ÚKOL č. 6: Napiš čtyři typy rezistence

Kvalitativní, kvantitativní, křížová, mnohonásobná

ÚKOL č. 7: Napiš alespoň tři hostitelské rostliny padlí dýňovitých

Okurka setá (Cucumis sativus)

Tykev obecná (Cucurbita pepo)

Tykev velkoplodá (Cucurbita maxima)

Meloun cukrový (Cucumis melo)