

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

KATEDRA BOTANIKY



**Porovnání účinnosti vybraných fungicidů
vůči českým populacím padlí dýňovitých
v letech 2014-2015**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor:

Bc. Martin Šrajbr

Studijní program:

N1407 / Chemie

Studijní obor:

Učitelství chemie a biologie pro SŠ

Forma studia:

Prezenční

Vedoucí diplomové práce:

Prof. Ing. Aleš Lebeda, DrSc.

Olomouc 2017

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem předloženou diplomovou prací vypracoval samostatně, podle metodických pokynů vedoucího diplomové práce a za použití uvedené literatury.

V Olomouci dne

.....

Poděkování:

Děkuji RNDr. Boženě Sedlákové Ph.D. a Prof. Ing. Aleši Lebedovi, DrSc. za odborné vedení, cenné rady a trpělivost při tvorbě diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat paní Věře Zoubkové za pomoc a pěstování pokusných rostlin.

Získané experimentální výsledky této diplomové práce byly řešeny v rámci projektů IGA PřF 2016-001 a IGA PřF 2017-001.

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora:	Bc. Martin Šrajbr
Název práce:	Porovnání účinnosti vybraných fungicidů vůči českým populacím padlí dýňovitých v letech 2014-2015
Typ práce:	Diplomová práce
Pracoviště:	Katedra botaniky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, Šlechtitelů 27 783 71, Olomouc-Holice
Vedoucí diplomové práce:	Prof. Ing. Aleš Lebeda, DrSc.
Rok obhajoby práce:	2017

Abstrakt:

V teoretické části byla vypracována literární rešerše obsahující stručnou charakteristiku padlí dýňovitých, dále pak vybraných skupin fungicidů používaných v ochraně vůči padlí dýňovitých (druhů: *Golovinomyces orontii* /Go/ a *Podosphaera xanthii* /Px/), přehled metod k detekci rezistence k fungicidům a aktualizaci doložených rezistencí ze světa vůči fungicidům používaným na padlí dýňovitých a poznatků o rezistenci padlí dýňovitých k fungicidům v České republice (ČR) v letech 2001-2013.

V praktické části byla sledována účinnost těchto šesti fungicidů: ATLAS 500 SC (účinná látka: quinoxifen), BUMPER 25 EC (propiconazol), CORBEL (fenpropimorph), KARATHANE LC (dinocap), ORTIVA (azoxystrobin) a TOPAS 100 EC (penconazol). Celkem 50 izolátů padlí dýňovitých (18 Go, 32 Px) pocházejících ze sběrů realizovaných na území ČR v letech 2014-2015 bylo testováno třemi různými koncentracemi ve třech opakováních u každého fungicidu s využitím modifikované metody listových disků. Přípravky na bázi propiconazolu a fenpropimorphu byly 100% účinné. Fenpropimorph navíc vykazoval fytoxicitu k listovým diskům *C. sativus* 'Stela F₁'. Dinocap měl vysokou účinnost, ale byla u něho ojediněle pozorována také tolerance vůči nejnižším testovaným koncentracím. Quinoxifen ukázal klesající účinnost, obzvláště u izolátů z roku 2014. Penconazol měl sníženou účinnost a byly pozorovány rozdíly mezi oběma druhy patogenů. Azoxystrobin nebyl téměř vůbec účinný, což koresponduje se situací v české populaci padlí dýňovitých v předchozích studovaných letech.

Klíčová slova: azoxystrobin, dinocap, fenpropimorph, *Golovinomyces orontii*, padlí dýňovitých, padlí tykvovitých, penconazol, *Podosphaera xanthii*, propiconazol, quinoxifen, rezistence k fungicidům.

Počet stran: 115

Počet příloh: 20

Jazyk: Český

Bibliographic identification

Author's name and surname: Bc. Martin Šrajbr
Title of thesis: Comparison of efficacy of selected fungicides to the Czech powdery mildew populations during the years 2014-2015
Type of thesis: Master
Department: Department of Botany, Faculty of Science, Palacky University in Olomouc, Šlechtitelů 27, 783 71, Olomouc-Holice
Supervisor: Prof. Ing. Aleš Lebeda, DrSc.
The year of presentation: 2017

Abstract:

The theoretical part of the thesis contains of short survey of cucurbit powdery mildew as well as the selected groups of fungicides, overview of methods used for detection of fungicide resistance, updating of resistance to worldwide used fungicides in cucurbit plants against cucurbit powdery mildew /CPM/ (causal agents: *Golovinomyces orontii* /Go/ and *Podosphaera xanthii* /Px/ and knowledge about fungicide resistance in CPM populations in the Czech Republic (CR) inform 2001 to 2013.

In the practical part, the efficacy of these six fungicides was screened: ATLAS 500 SC (active ingredient: quinoxyfen), BUMPER 25 EC (propiconazole), CORBEL (fenprophimorph), KARATHANE LC (dinocap), ORTIVA (azoxystrobin) and TOPAS 100 EC (penconazole). Altogether 50 CPM Czech isolates (18 *Go*, 32 *Px*) originated from the collecting expeditions at the area of CR from 2014 to 2015 were screened using a modified leaf-disc bioassay with three different concentrations of each fungicide in three replicates. Propiconazole and fenprophimorph were 100% effective. In addition fenprophimorph showed phytotoxicity to *C. sativus* 'Stela F₁' leaf discs. Dinocap expressed highly efficacy but there were noted rarely also moderate resistance on low concentrations. Quinoxyfen showed declining efficacy, especially at isolates from 2014. Penconazole have decreased efficacy and there were observed differences in reaction between both CPM species. Azoxystrobin was almost ineffective that corresponds to previous years of study.

Keywords: azoxystrobin, cucurbit powdery mildew, dinocap, fenprophimorph, fungicide resistance, *Golovinomyces orontii*, penconazol, *Podosphaera xanthii*, propiconazol, quinoxyfen.

Number of pages: 115

Number of appendices: 20

Language: Czech

Obsah

Úvod	8
Cíl práce.....	9
1. Literární přehled	10
1.1. Zařazení a charakteristika patogenu.....	10
1.2. Původ, rozvoj fungicidů a studium rezistence	12
1.3. Charakteristika čeledi dýňovité (tykvovité)	14
1.4. Přípravky registrované proti padlí dýňovitých ve světě	19
1.5. Charakteristika skupin a zařazení vybraných fungicidů	25
1.6. C-skupina inhibitorů.....	25
1.6.1. Charakteristika hlavní skupiny	25
1.6.2. C3: Komplex III – cytochrom bc1 (ubichinol oxidáza) v Qo cyklu.....	26
1.6.3. C5: Rozpojovače oxidativní fosforylace	27
1.7. E-skupina inhibitorů	29
1.7.1. Charakteristika hlavní skupiny	29
1.8. G-skupina inhibitorů	31
1.8.1. Charakteristika hlavní skupiny	31
1.8.2. Podskupina G1: DMI-fungicidy	31
1.8.3. Podskupina G2: SBI-fungicidy II.třídy	34
1.9. Charakteristika rezistence	36
1.10. Metody detekce rezistence k fungicidům	40
1.10.1. Metody <i>IN VIVO</i>	41
1.10.2. Molekulární metody	43
1.11. Seznam celosvětových přípravků se známou rezistencí.....	44
1.12. Přípravky registrované v ČR proti padlí dýňovitých.....	48
1.13. Rezistence padlí dýňovitých vůči fungicidům v ČR	49
2. Materiál a metody	55
2.1. Metoda listových disků	55
2.1.1. Rostlinný materiál	55
2.1.2. Původ, charakteristika a uchovávání izolátů padlí dýňovitých	55
2.1.3. Modifikovaná metoda listových disků a použité fungicidy	59
2.1.4. Charakteristika testovaných fungicidů	60
2.1.5. Hodnocení intenzity sporulace	62

3.	Výsledky	64
3.1.	<i>Testované izoláty padlí dýňovitých z roku 2014</i>	64
3.1.1.	ATLAS 500 CS (quinoxifen)	64
3.1.2.	BUMPER 25 EC (propiconazol)	65
3.1.3.	CORBEL (fenpropimorph)	65
3.1.4.	KARATHANE LC (dinocap)	65
3.1.5.	ORTIVA (azoxystrobin)	66
3.1.6.	TOPAS 100 EC (penconazol)	66
3.2.	<i>Testované izoláty padlí dýňovitých z roku 2015</i>	79
3.2.1.	ATLAS 500 CS (quinoxifen)	79
3.2.2.	BUMPER 25 EC (propiconazol)	79
3.2.3.	CORBEL (fenpropimorph)	79
3.2.4.	KARATHANE LC (dinocap)	80
3.2.5.	ORTIVA (azoxystrobin)	80
3.2.6.	TOPAS 100 EC (penconazol)	81
4.	Diskuze	94
5.	Závěr	98
6.	Didaktická analýza odborného tématu	101
7.	Použitá literatura	105
8.	Přílohy	116

Úvod

Padlí jako původci rostlin způsobují celosvětově závažná onemocnění mnoha rostlin, nejen zemědělsky významných, ale rovněž i okrasných a planě rostoucích (Brown, 2002; Vela-Corcía et al., 2014). A právě padlí tvoří pravděpodobně nejpočetnější skupinu rostlinných patogenů vůbec (Vela-Corcía et al., 2014). Ačkoliv mnohé druhy zelenin jsou k patogenům padlí velmi citlivé, zástupci rostlinné čeledi dýňovité (tykvovité) bývají bezesporu nejčastěji infikovány velmi silně (Pérez-García et al., 2009). V řadě literárních pramenů se uvádí, že hlavní příčinou množství produkčních ztrát v čeledi dýňovité (*Cucurbitaceae*), kterou podle Zittera a kol. z roku 1996 napadá i přes 200 různých druhů původců různých chorob, je z celosvětového měřítka právě padlí dýňovitých (Cohen et al., 2004; Křístková et al., 2009a; McGrath, 2006). Původcem tohoto onemocnění jsou v mírném pásmu tyto dva biotrofní ektoparazitické druhy čeledi *Erysiphaceae*, které jsou podle monografie Brauna a Cooka z roku 2012 nazývány takto: *Golovinomyces orontii* (Go) a *Podosphaera xanthii* (Px) (Křístková et al., 2009a).

Právě tato skutečnost v minulosti předznamenala intenzivní výzkum zaměřený na vývoj obranných a ochranných látek, jež měly za úkol ničit především parazitické organizmy nebo vůbec předcházet jejich samotnému vývinu na hostitelských organizmech (Hollomon a Wheeler, 2002). Avšak vznik rezistence padlí dýňovitých k mnoha celosvětově užívaným fungicidním přípravkům (McGrath, 2001) tuto strategii na ochranu rostlin s čeledi dýňovité (tykvovité) výrazně zkomplikovala. Z těchto důvodů došlo ke vzniku řady výzkumů mající za cíl studium rezistence vůči padlí dýňovitých. Také v České Republice byl v posledních letech zaměřen výzkum na tuto problematiku, přičemž hlavním cílem je stanovení účinnosti vybraných fungicidních přípravků vůči padlí dýňovitých (Sedláková a Lebeda, 2008).

Právě tuto problematiku řeší i tato diplomová práce, která sleduje účinnost několika vybraných fungicidů a jejich účinných látek vůči původcům padlí dýňovitých, druhů *Golovinomyces orontii* (Go) a *Podosphaera xanthii* (Px). Tímto zároveň navazuje na kvalifikační práce Hany Jeřábkové (2010) a Romana Paulíka (2009, 2014), a především pak na mou bakalářskou práci (2015).

Cíl práce

Teoretická část této diplomové práce (DP) měla za cíl vypracování literární rešerše se stručnou charakteristikou vybraných skupin fungicidů, ze kterých pocházejí účinné látky testované v praktické části této DP, a s přehledem metod používaných k detekci rezistence k fungicidům. Dalším cílem byla aktualizace zjištěných rezistencí v populacích padlí dýňovitých vůči fungicidům ve světě a se zaměřením především na situaci v České Republice (ČR).

Experimentální část sleduje účinnost šesti vybraných fungicidů a jejich účinných látek v chemické ochraně vůči padlí dýňovitých. Jedná se o fungicidní přípravky: ATLAS 500 SC (účinná látka: quinoxifen), BUMPER 25 EC (propiconazol), CORBEL (fenpropimorf), TOPAS 100 EC (penconazol), KARATHANE LC (dinocap) a ORTIVA (azoxystrobin). K testování bylo vybráno celkem 50 izolátů padlí dýňovitých (18 *Golovinomyces orontii* /Go/ a 32 *Podosphaera xanthii* /Px/), které byly získány ze vzorků listů se symptomy infekce padlí dýňovitých pocházejících ze sběrových expedic realizovaných pracovníky Fytopatologické laboratoře Katedry botaniky PřF UP v Olomouci na území ČR v roce 2014 a 2015. Veškeré testy probíhaly s využitím modifikované metody listových disků, která byla pro účely screeningu rezistence vůči fungicidům v populacích padlí dýňovitých již v minulosti vytvořena (Lebeda a Sedláková, 2010; Sedláková a Lebeda, 2008).

Získané experimentální výsledky zpracované v této diplomové práci mají především přispět výzkumu této problematiky, která je již dlouhodobě řešena týmem prof. Lebedy a Dr. Sedlákové z Fytopatologické laboratoře Katedry botaniky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, a byly v minulosti nebo jsou v současnosti řešeny v rámci několika grantů (QH 71229; MSM 6198959215; PřF 2011-003; PřF 2012-001; PřF 2013-003; IGA PřF 2014-001; IGA PřF 2014-001, IGA PřF 2015-001, IGA PřF 2016-001, IGA PřF 2017-001).

1. Literární přehled

1.1. Zařazení a charakteristika patogenu

Systematicky řadíme původce padlí dýňovitých do říše *Fungi*, oddělení *Ascomycota*, pododdělení *Pezizomycotina*, třídy *Leotiomycetes*, řádu *Erysiphales* a čeledi *Erysiphaceae* (Wang et al., 2006; Braun & Cook, 2012). Oba patogeny (*Golovinomyces orontii*, *Podosphaera xanthii*) napadají hostitelské druhy nejčastěji pomocí konidií (v anamorfním stádiu) nebo vzácně askospor (v teleomorfním stádiu), které vyklíčením pronikají přes epidermální či stomatární buňky do hostitele (Jarvis et al., 2002). Choroba postihuje nejčastěji listovou čepel na adaxiální, v pokročilém stadiu infekce zasahuje i na abaxiální stranu, případně ve vhodných podmínkách a silné infekci i stonek a řapíky listů (podle Pérez-Garcíi a kol. (2009) i Lebeda a kol. (2017) se choroba výjimečně dostává také na rostlinné plody). Na postižených místech se vytvářejí kruhové, postupně se zvětšující, bílé až šedobílé skvrny splývající nakonec až v souvislou vrstvu mycelia, které produkuje především nepohlavní útvary, konidie (Jahn et al., 2002). Postupným pokrytím většiny povrchu hostitelské rostliny dochází k stále většímu zastíňování aktivní plochy, a tím stupňovitému snižování průběhu fotosyntézy a tvorby asimilátů, jež nakonec může vést k poklesu kvality a kvantity výsledných produktů zemědělských plodin (Pérez-García et al., 2009).

V případě obou hlavních původců padlí dýňovitých pozorujeme na infikovaných jedincích stejné příznaky (Pérez-García et al., 2009). Oba druhy mohou být od sebe rozlišeny pouze analýzou morfologických struktur anamorfního či telomorfního stádia (Pirondi et al., 2015a).

V anamorfním, nepohlavním stádiu dochází k vývoji konidioforových vláken, tedy jakýchsi nosičů, na kterých postupným zaškrcováním vlákna vznikají malé nepohlavní útvary zvané konidie. Tyto útvary se následně oddělují od svého konidioforu a stávají se zárodky další nové generace. Na základě pozorování těchto konidií můžeme rozlišit oba druhy padlí dýňovitých. Konidie druhu Px se vyznačují eliptickým nebo kulovitým tvarem měří 25-37 x 14-25 μm a při klíčení dochází k vzniku vidličnatě větveného vlákna, které vyrůstá z postranní části spory (Lebeda, 1983). Na druhou stranu konidie druhu Go mají tvar oválný až cylindrický s rozměry 25-45 x 14-26 μm a při klíčení si vlákna nevětveného jednoduchého typu proráží cestu ze spory v apikální části obalu (Lebeda, 1983). Navíc bylo dále zjištěno, že konidie druhu Px obsahují fibrosinová tělíška, která při pozorování

konidií v 3% roztoku KOH lámou paprsek světelného mikroskopu (Kable a Ballantyne, 1963). (Brown et al., 2012)

Pohlavní, telomorfní stádium je charakteristické setkáním dvou houbových vláken (hyf) odlišného pohlavního typu, jež splývají a vytváří plodnice, které v případě druhu padlí nazýváme chazmothecium. Takto vzniklé útvary vytvářejí a posléze uvnitř uchovávají tzv. vřecka (aska) obsahující askospory, zárodky další dceřiné generace. Na základě pozorování chazmothecií, případně ask a askospor, můžeme rozlišit oba studované druhy padlí dýňovitých. Zatímco chazmothecia druhu Px dosahují velikosti 65-98 μm a obsahují pouze jedno vřecko s 8 askosporami, druh Go vytváří útvary velikosti 80-140 μm s 10-15 vřecky se 2-3 askosporami nejčastěji v každém z nich (Braun a Cook, 2012; Lebeda, 1983). (Braun et al., 2012)

Mezi důležité rozdíly mezi oběma druhy patří dále jejich ekologické nároky a požadavky. Například z hlediska teploty můžeme pozorovat, že druh Go má sice větší teplotní rozmezí klíčivosti (10-30°C) oproti Px (20-30°C), avšak jeho teplotní optimum se nachází v 25°C, což je o 3°C výše než Px (Nagy, 1976). Také byla zaznamenána tolerance Px k vyšším hodnotám vlhkosti, které panují během infekčního procesu (Nagy, 1976).

V neposlední řadě lze pozorovat také i výrazné odlišnosti v geografickém rozšíření obou hlavních druhů padlí dýňovitých, což však může odrážet právě výše zmíněné ekologické požadavky. *G.orontii* se stabilně vyskytuje v Evropě, Severní a Jižní Americe, Africe, Asii a Novém Zélandu. Jedná se tedy o patogena s globálním rozšířením, které převažuje v chladnějším klimatu. Ve střední a severní Evropě Go na dýňovitých (tykvovitých) rostlinách převažuje (Křístková et al., 2009a). Rovněž *P.xanthii* patří ke globálně rozšířeným druhům, avšak s jeho preferencí teplejšího a vlhčího klimatu se většinou vyskytuje na dýňovitých (tykvovitých) rostlinách v jižní Evropě, Kalifornii, Izraeli a řadě asijských zemí (Křístková et al., 2009a).

U obou druhů padlí dýňovitých je známa vysoká variabilita v jejich patogenitě a virulenci, a to nejen na úrovni patotypů, ale také i ras konkrétního druhu (Lebeda et al., 2011). Patotyp vyjadřuje variabilitu daného patogenu na úrovni jeho hostitelského okruhu, v případě padlí dýňovitých tedy čeledi *Cucurbitaceae* (Bardin et al., 1997). Rasa pak vyjadřuje variabilitu na úrovni jednoho určitého hostitelského druhu (v současnosti pouze *Cucumis melo*) (Bardin et al., 1997). Ve světě (především u *P.xanthii*), ale i v České republice (u obou patogenů) bylo popsáno velké množství patotypů a ras (Jahn et al., 2002; Lebeda & Sedláková, 2006; McGrath, 2006; Sedláková et al. 2016).

1.2. *Původ, rozvoj fungicidů a studium rezistence*

Ještě o mnoho dříve než vůbec došlo k domestikaci předchůdců zemědělských plodin, planých rostlin, nepochybně již existovaly choroby na rostlinách. Již velmi staré literární prameny obsahují první zmínky o výskytu nejrůznějších „plísni“, proti kterým měl tehdejší lid vyzkoušenou účinnou zbraň v podobě elementární síry, která patří dodnes mezi základní složky nejrůznějších obranných látek. Avšak z daných pramenů není patrné, zda mezi tyto nemoci patřilo už i samotné padlí. Významným krokem, po nastolené „vápno-sírové“ obranně na počátku 19.století, se stalo zavedení nových chemických metod, které v roce 1934 vyvrcholily objevem prvních organických fungicidů. Podobně tomu bylo i při vývoji antibiotik, které však, i přes svou účinnost vzhledem k padlí a především pak jeho dobré kontrole, v zemědělství opravdové uplatnění nikdy nezaznamenaly. Těmito událostmi odstartoval intenzivní výzkum zaměřený na vývoj obranných a ochranných látek, jež měly za úkol ničit především parazitické organizmy nebo vůbec předcházet jejich samotnému vývinu na hostitelských organizmech. (Hollomon a Wheeler, 2002)

Jak již bylo výše zmíněno, padlí je pravděpodobně nejrozsáhlejší skupinou rostlinných patogenů vůbec (Vela-Corcía et al., 2014). Avšak právě padlí zůstává z velké části necharakterizované, nebo lépe řečeno nedostatečně popsané, ať již z hlediska genetického či molekulárního (Vela-Corcía et al., 2014). Za hlavní příčinu této skutečnosti lze považovat samotnou povahu padlí, tedy obligátně biotrofního parazita, z čehož vyplývá jeho neschopnost růstu na kultivačních médiích, což výrazně omezuje intenzivní výzkum padlí (Fernández-Ortuño et al., 2007). Postupné zavádění nových technologií a postupů však dnes již naštěstí přispívá k stále většímu povědomí o modelových organizmech z této skupiny, jako např. *Blumeria graminis* (Zhang et al., 2005). Právě nově zaváděným metodám výzkumu rezistence, které zlepšují manipulaci s patogeny, zkvalitňují výsledky a obecně urychlují celý postup výzkumu tolerance, bude věnovaná i jedna z kapitol této diplomové práce.

Ucelené studie, ať již zaměřené na padlí či přímo se týkající padlí dýňovitých, se dnes opírají o dosažené ekologické a morfologické znalosti a experimentální data, která komplexně sdružují a vyvozují z nich určité závěry. Porozumění epidemiologii a sezónní dynamice obou hlavních druhů padlí dýňovitých může být velmi užitečným a důležitým nástrojem v plánování účinných postupů jejich kontroly, obzvláště pokud uvážíme lišící se citlivost obou druhů k jednotlivým fungicidům (Bertrand et al., 1992; Lebeda et al.,

2010b; Sedláková et al., 2017; Sedláková a Lebeda, 2008). Podobně na toto téma píše ve svém článku i Pirondi a kol. (2015c), který zmiňuje *P.xanthii* jako organizmus schopný přizpůsobovat se nejen různým podmínkám životního prostředí, ale také rozmanitým kontrolním strategiím. Samozřejmě nelze opomenout, že v posledních letech probíhají mnohé pokusy o šlechtění rostlin odolných vůči padlí; avšak dosud neúspěšné (McGrath, 2001; Pérez-García et al., 2009).

1.3. Charakteristika čeledi dýňovité (tykvovité)

Čeď dýňovité (tykvovité) obsahuje kolem 1000 rostlinných druhů v 96 rodech (Renner & Schaefer, 2016). Systematicky čeď patří do říše *Plantae* (rostliny), oddělení *Magnoliophyta* (krytosemenné), třídy *Rosopsida* (vyšší dvouděložné) a řádu *Cucurbitales* (dýňotvaré/tykvotvaré) (Biolib.cz). Původem spadá klád *Cucurbitaceae* na pevninu jihovýchodní Asie, kde se v pozdní křídě vyvinul (Renner & Schaefer, 2016). Rozšíření této čeledi má dnes těžiště v tropech a subtropích, kde se nachází většina jeho druhů, přičemž částečně a spíše vzácněji zasahuje až do mírného pásma. V Evropě samotné se nacházejí pouze 2 rody, jejichž rozšíření je tu původní. Mnoho druhů patří také k velmi starým kulturním rostlinám, které se stali hojně pěstovanými v teplejších geografických oblastech, a které v některých případech postupem času zplaněly. (Hejný a Slavík, 1990)

Čeď dýňovité (tykvovité) dosahuje poměrně vysoké pestrosti a různorodosti ve stavbě a fyziologii jednotlivých svých zástupců, což je částečně dáno velkým počtem rodů, které obsahuje. Jsou to jednoleté až vytrvalé byliny, jednodomé i dvoudomé. Kořeny mají větvené, tenké až v některých případech hlízovité ztloustlé. Jejich lodyhy jsou plazivé, případně popínavé, jejichž povrch je měkce až pichlavě chlupatý. Listy vyrůstají na lodyze střídavě, jsou řapíkaté a bez palistů. Listové čepele mají různé tvary od celistvých až po výrazně členěné, čemuž odpovídá i jejich dlanitá nebo zpeřená žilnatina. Mezi typický znak čeledi dýňovité (tykvovité) patří úponky, které se vytvářejí částečně z listových a částečně lodyžních buněk a mají tedy dvojí původ. Tyto úponky se tvoří nevětvené i větvené a vyrůstají po straně v paždí listů. U některých zástupců však zcela chybějí. Květy mohou být shlukovány do hroznovitých či vrcholičnatých květenství. Jednotlivé kvítky mají pravidelný tvar a obsahují pouze jednopohlavní rostlinné orgány, tedy tyčinky nebo pestíky. U dýňovitých (tykvovitých) rozlišujeme květní obaly na kalich a korunu, přičemž můžeme pozorovat i jejich částečný srůst na bázi, což vytváří kalíškovitou, či zvonkovitou češuli. Kalich se skládá z 5-7 lístků vzájemně (do určité míry) srostlých, koruna má také 5-7 lístkovou strukturu, přičemž zde v ojedinělých případech můžeme narazit i na volné uskupení až bázi. Uvnitř jednopohlavních květů se nacházejí tyčinky nebo pestíky. V samčích květech se tvoří 2-5 tyčinek, jejichž nitky mohou být volné, nebo srostlé. Nitky mohou být srostlé po dvou a poslední nitkou volnou, nebo mohou splývat všechny dohromady za vytvoření útvaru zvaného synandrium. Podobně se i prašníky mohou různě spojovat či srůstat, případně být rozličně zprohýbané.

Pyl dýňovitých (tykvovitých) rostlin je 3-4 kolpátní, tedy až se čtyřmi aperturami. Gyneceum, soubor plodolistů, se skládá ze 3-6 částí, dohromady vytvářející spodní semeník s 2ma integumenty a velkým nucelem. Čnělka je přímá s bliznou tvořenou až 5-ti laloky. Placentaci semeníku označujeme jako nástěnnou, a uvnitř obvykle čítáme velké množství vajíček (výjimečně pak pouze jedno). Výsledným plodem je dužnatá, masitá bobule, u které se vytváří někdy až velmi silné oplodí. Uvnitř bobule se nachází neuspořádaně umístěné velké množství semen, jež nemají endosperm. (Hejný a Slavík, 1990)

S řadou hospodářsky významných druhů z čeledi dýňovité (tykvovité) se můžeme na území České Republiky setkat na zahrádkách nebo na polích. Jedná se o zástupce patřící do těchto rodů: *Cucumis*, *Cucurbita* a *Citrullus*. Ojediněle můžeme v naší květeně také spatřit některé planě rostoucí druhy nebo jsou některé z nich pěstovány jako okrasné rostliny. Jedná se o druhy z těchto rodů: *Thlandiantha*, *Ecballium*, *Bryonia* a *Echinocystis*. V následujících několika odstavcích bude shrnuta stručná charakteristika všech výše zmiňovaných rodů včetně uvedení nejdůležitějších zástupců v rámci jednotlivých rodů. (Hejný a Slavík, 1990)

Rod loubenka (*Thlandiantha*) zahrnuje vytrvalé dvoudomé byliny s dlouhými kořeny, jejichž součástí jsou i hlízy. Popínavé lodyhy s větvenými či jednoduchými úponky, pomocí kterých se zachytávají při postupu za světlem, nesou srdčité listy. Samčí květy vyrůstají v dlouze stopkatých vrcholcích nebo jednotlivě. Kalich, tvořený 5-ti srostlými nazpět ohnutými lístky, je zvonkovitý, koruna se skládá z 5 volných nestejných lístků. Samčí květy obsahují 5 volných tyčinek. Samičí se nacházejí jednotlivě, nebo ve dvojicích a obsahují semeník s mnoha vajíčky a 5ti nitkovitými bliznami. Bobule mají tuhé vnější oplodí s vnitřním masitým, které obsahuje mnoho semen. Tento rod zahrnuje 10 druhů rozšířených ve východní Asii. Zástupcem tohoto rodu je například loubenka pochybná (*Thlandiantha dubia*), jež je vzácně pěstována jako okrasná popínavá rostlina a kterou v ojedinělých případech můžeme nalézt i planě rostoucí v ČR, a to v oblastech termofytika (viz. **Přílohy: Obrázek č.2**). (Hejný a Slavík, 1990)

Rod tykvice (*Ecballium*) je monotypním rodem, tedy obsahujícím pouze jediný druh. Tímto druhem je tykvice stříkavá (*Ecballium elaterium*), vytrvalá jednodomá bylina šedozelené barvy s drsně chlupatým až štětinatým povrchem. Hlízovité kořeny přecházejí v dlouhé poléhavé lodyhy bez úponků, které nesou dlouze řapíkaté (postupně se zkracující) větší srdčité až vejčité listy. Listové okraje nabývají nejrůznějších tvarů podle

pozice na rostlinném stonku, od zvlňených a celokrajných až k zubatým či mělce laločnatým. Žluté jednopohlavní květy podle pohlaví vyrůstají v různém počtu a na odlišných částech rostliny. Samčí se tvoří v úžlabních hroznech a jsou tvořeny z 5-ti srostlých kališních lístků a z 5-ti kolovitě srostlých lístků korunních. Obsahují 5 tyčinek, které srůstají po dvou. Samičí květy vyrůstají jednotlivě na dlouhých stopkách a obsahují 5 staminodií, tedy zakrnělých tyčinek (patyčinek), po dvou spojených a s jednou volnou. Semeník tvoří 3 plodolisty s mnoha vajíčky. Vejčité až podlouhlé, drsně chlupaté bobule ve zralosti opadávají a vystřikují semena. Tento druh se vzácně pěstuje jako okrasná rostlina a výjimečně u nás v teplejších oblastech přechodně zplaňuje. Původní domovinou je jižní Evropa, severní Afrika a západní Asie. (Hejný a Slavík, 1990)

Rod posed (*Bryonia*) zahrnuje vytrvalé jednodomé a dvoudomé byliny, které jsou na povrchu drsné chlupaté. Posed má mohutné řepovité, větvené kořeny přecházející v popínavé lodyhy s jednoduchými úponky. Krátce řapíkaté listy dosahují dlanitolaločnatého až dlanitosečného tvaru. Z paždí vyrůstají květenství s 5-7 četnými květy s na bázi srostlým kalichem a korunou. Samčí květy vyrůstají na dlouze stopkatých vrcholcích, ze kterých snadno opadávají, a obsahují 5 tyčinek s krátkými nitkami srůstajícími po dvou. Samičí květy se naopak tvoří v krátce stopkatých hroznech a zahrnují 3-5 staminodií, semeník srostlý ze 3 plodolistů a 3 čnělky s laločnatou bliznou. Plody s 2-5 semeny mají tenké vnější oplodí. Tento rod zahrnuje asi 12 druhů převážně se vyskytujících v jižní Evropě, severní Africe a jihozápadní Asii. Mezi typické druhy můžeme jmenovat například jedovatý posed bílý (*Bryonia alba*), jež byl vzácně pěstovaný jako okrasná a léčivá rostlina, nebo posed dvoudomý (*Bryonia dioica*), který je takéž jedovatý, ale v lidovém léčitelství se používal jako náhražka mandragory (viz. **Přílohy: Obrázek č.3**). Oba druhy můžeme nalézt v teplejších oblastech ČR ve zplanělé formě, přičemž posed bílý se už dokonce rozšířil i do chladnějších oblastí naší země. (Hejný a Slavík, 1990)

Rod lubenice (*Citrullus*) zahrnuje jednoleté jednodomé byliny s poléhavými nebo popínavými lodyhami. Stonky nesou peřenodílné až peřenosečné listy a větvené úponky. Široce zvonkovité květy vyrůstají v úžlabí listů po 1-2, s obvejčitými listeny a srostlými kalichem a korunou. Samčí květy obsahují 5 tyčinek, po dvou srostlých, a pistiloidy tvořící terčovitý val. Samičí zahrnují 3 krátká staminoidia, semeník srostlý ze 3-6 plodolistů se sloupkovitou čnělkou zakončenou 3-mi bliznami. Plod, krytý vnějším tuhým oplodím, je tvořen vnitřním dužnatým, šťavnatým nitrem obsahujícím mnoho semen. Tento rod zahrnuje asi 5 druhů vyskytujících se v savanách a pouštích tropické a jižní

Afriky a 1 druh ze severní Afriky a Indie. Zástupcem tohoto rodu je například lubenice obecná (*Citrullus lanatus*), neboli "vodní meloun", která bývá pěstována pouze v nejteplejších oblastech ČR a velmi výjimečně zplaňuje (viz. **Přílohy: Obrázek č.1**). (Hejný a Slavík, 1990)

Rody okurka a meloun (*Cucumis*) jsou jednoleté jednodomé byliny s hranatými poléhavými, nebo popínavými lodyhami, na kterých vyrůstají jednoduché úponky. Stonky nesou listy 5-7úhelníkovitého obrysu, až mělce laločnaté. Pětičetné květy, rozlišené na kalich a korunu, vyrůstají jednotlivě nebo v chudokvětných svazečcích v úžlabí listů. Samčí květy obsahují 5 tyčinek srostlých po dvou s esovitě prohnutými prašníky taktéž spojenými po dvou. Samicí květy se vyjma obalů dále skládají z kartáčovitých, nebo jazykovitých staminoidií, semeníku srostlého ze 3-5 plodolistů a krátké čnělky s 3-5 podkovovitými bliznami. Plody s neuspořádanými semeny mají tuhé až kožovité vnější obaly s vnitřním dužnatým obsahem. Oba rody čítají asi 30 druhů vyskytujících se většinou v Africe a tropické jižní Asii a 1 druh ze Střední a Jižní Ameriky. Mezi typické druhy můžeme jmenovat například okurku setou (*Cucumis sativus*) hojně pěstovanou a vzácně přechodně zplaňující plodinou, která má původ ve východní Indii a jiných částí tropické jižní Asie, a meloun cukrový (*Cucumis melo*) pěstovaný pouze v nejteplejších oblastech ČR, jež má původ v tropické a subtropické Africe (viz. **Přílohy: Obrázek č.4**). (Hejný a Slavík, 1990)

Rod dýně (*Cucurbita*) shromažďuje jednoleté jednodomé byliny s poléhavými, nebo popínavými lodyhami, které nesou dlouze řapíkaté, dlanitě 5-7úhelníkovité až dlanitolaločné listy. Zároveň na stoncích vyrůstají větvené úponky, které však u některých druhů zcela chybějí. Samostatné květy se vytvářejí v úžlabí listů a mají srostlý 5-7četný kalich a korunu. Samčí květy obsahují 5 tyčinek (po dvou srostlých) s esovitě zakřivenými prašníky, které spolu srůstají a vytvářejí střední sloupek. Samicí květy se skládají z trojhranných až laločnatých staminoidií, semeníku tvořeného 3-5 plodolisty a krátkou čnělkou zakončenou 3-5 dvoulaločnými bliznami. Plody mají vnější tuhé, kožovité až dřevnaté oplodí a dužnaté vnitřní oplodí. Tento rod zahrnuje asi 25 druhů pocházejících z teplých oblastí "nového světa" a severní Afriky, přičemž mnohé patří mezi staré kulturní plodiny pěstované odedávna po celém světě. Mezi typické druhy můžeme jmenovat například dýni obecnou (*Cucurbita pepo*), hojně pěstovanou plodinu, která má bohatou dužinu a vysoce olejnatá semena, a dýni obrovskou (*Cucurbita maxima*) pěstovanou pouze v nejteplejších oblastech jako zelenina či krmivo domácích zvířat (viz. **Přílohy: Obrázek č.5 a 6**). (Hejný a Slavík, 1990)

Rod štětinec (*Echinocystis*) zahrnuje jednoleté jednodomé byliny s dlouhými popínavými lodyhami, nesoucí dlanitolaločné listy a větvené úponky. Květy jsou 6-ti čtné se srostlým kalichem a korunou, které vyrůstají v mnohokvětých dlouhých latách. Samčí květy obsahují 3 tyčinky srostlé v hlavicovitý sloupek (synandrium) s esovitě prohnutými prašníky. Samičí květy jsou jednotlivé a vyrůstají v úžlabí téhož listu jako samčí květenství. Obsahují 3 staminodia, semeník vytvořený z 2-3 plodolistů s dvěma vajíčky a 2 široké blizny. Plody mají houbovitou konzistenci, dlouze štětinatě chlupatý povrch a nepravidelně se otvírají na vrcholech. Jedná se o monotypní rod, jehož jediným zástupcem je štětinec laločnatý (*Echinocystis lobata*), který se v posledních letech v ČR hojně pěstuje jako okrasná rostlina a zplaňuje, přičemž v současnosti se již šíří po celém území (viz. **Přílohy: Obrázek č.2**). (Hejný a Slavík, 1990)

Rod libenka (*Sicyos*) pojímá jednoleté jednodomé byliny s popínavými lodyhami, krátce řapíkatými listy 3-5úhelníkovitého, případně dlanitolaločného tvaru. Na stoncích vyrůstají větvené úponky s 2-4 rameny. Květy jsou 5-ti čtné se srostlým kalichem a korunou. Samčí květy se tvoří v dlouze stopkatých mnohokvětých vrcholcích a obsahují 1-5 tyčinek srůstajících ve střední sloupek (synandrium) s hlavovitě nahloučenými, esovitě prohnutými prašníky. Samičí květy vyrůstají ve stopkatých hlávkách s 3-10 květy v úžlabí téhož listu jako samčí květenství. Staminodia zcela chybějí. Jednoupouzdry semeník s jedním vajíčkem má lahvicovitý tvar a navazuje na něj dlouhá čnělka. Plody jsou suché, štětinaté a chlupaté s jedním semenem. Existuje asi 35 druhů s převážným výskytem v Americe, částečně pak i v Tichomoří a Austrálii. Zástupcem tohoto rodu je například libenka hranatá (*Sicyos angulata*), která se vzácně pěstuje jako okrasná rostlina a v teplejších oblastech ČR zplaňuje (viz. **Přílohy: Obrázek č.2**). (Hejný a Slavík, 1990)

1.4. Přípravky registrované proti padlí dýňovitých ve světě

Padlí dýňovitých (ve starší odborné literatuře nazývané jako padlí tykvovitých) představuje svým téměř kosmopolitním rozšířením celosvětový problém při řešení chorob na zemědělských plodinách. Proti této chorobě již bylo vyvinuto mnoho fungicidních přípravků, ve snaze zmírnit ekonomické ztráty na pěstovaných druzích dýňovitých (tykvovitých) zelenin, zejména pak na porostech dýně obecné (*Cucurbita pepo*), jež bývají často infekcí zcela zasaženy. V **tabulce číslo 1** je zobrazen přehled fungicidů používaných celosvětově v boji proti padlí dýňovitých. Základem pro tvorbu této shrnující tabulky byly práce McGrath (2001), (2012); McGrath et al. (2013); Lebedy et al. (2012), ve kterých v podstatě jako jediných byly shrnuty poznatky k této problematice ve vztahu k padlí dýňovitých ze světa. Základ této tabulky tvoří shrnující tabulka z mojí bakalářské práce (Šrajbr, 2015), která byla doplněna o aktuální poznatky k danému tématu.

Prvními fungicidy, které se staly účinnými na padlí dýňovitých, byly přípravky ze skupiny MBC fungicidů, někdy též zvané benzimidazoly. Tuto skupinu látek lze ve FRAC najít pod číselným kódem 1, z čehož můžeme také vyčíst, že se jedná o první vyvinuté přípravky vůbec. Prvním zástupcem této skupiny se stal benomyl, u něhož se však již během prvního roku intenzivního využívání v zemědělské praxi (v roce 1967) vytvořila v populacích patogenů (především *P.xanthii*) rezistence. Právě z toho důvodu byl dále hledán další, který by ho mohl nahradit. Účinným nástupcem v rámci této benzimidazolové skupiny se stala látka thiophanate-methyl. Avšak, i přes její méně intenzivní využívání v praxi v porovnání s benomylem, vůči ní došlo v patogenních populacích k vytvoření nežádoucí rezistence. Dnes, právě důsledkem této skutečnosti, se již thiophanate-methyl nedoporučuje používat proti padlí dýňovitých. U přípravků s účinnými látkami spadajícími do této skupiny je známa tzv. "cross-rezistence", což znamená, že pokud byla vytvořena rezistence k jedné účinné látce z dané skupiny, je velmi velká pravděpodobnost, že může existovat také k dalším látkám z téže skupiny, anebo by se při jejich používání velmi rychle mohla vytvořit. Právě takové riziko se týká pro již zmiňované účinné látky: benomyl a thiophanate-methyl. (McGrath, 2012)

Druhou chemickou skupinou využívanou v boji proti padlí dýňovitých je skupina DMI-fungicidů (demethylation inhibitors), kterou lze ve FRAC nalézt pod číselným kódem 3. První objevenou účinnou látkou této skupiny se stal triadimefon, jenž byl registrován v roce 1984 v USA. Bohužel 2 roky poté došlo v populacích patogenu

k vytvoření rezistence. Dalšími výzkumy došlo k objevu nových účinných látek, například myclobutanilu, který při výzkumu prováděném na amerických univerzitách vykazoval nadějně výsledky u triadimefon-rezistentních kmenů patogenů, a posléze i triflumizolu jevícím podobné vlastnosti. Obě účinné látky až do roku 2009 poskytovaly velice účinnou ochranu vůči padlí dýňovitých. Navíc v posledních letech došlo v rámci skupiny k vyvinutí dalších nových účinných látek, například difenoconazolu, tebuconazolu, metconazolu. Bohužel žádná z nich již nedosahovala takové účinnosti jako látky jim předcházející. (McGrath, 2012)

QoI-fungicidy (Quinone outside inhibitor), značené ve FRAC číselným kódem 11, byly již třetí skupinou zapojenou do boje proti padlí dýňovitých. V roce 1999 došlo k registraci azoxystrobinu a následně ještě téhož roku také trifloxystrobinu. Dále se navíc v roce 2002 k vytvořené dvojici nově připojila účinná látka pyraclostrobin. Fungicidy této skupiny dosáhly v prvních letech od jejich uvedení na trh vysoké účinnosti, avšak již v roce 2002 se opět objevily první náznaky rezistence v populacích patogenu. Z tohoto důvodu se v současnosti nedoporučuje QoI-fungicidy používat pro určitou lokalitu pravidelně, ale pouze ve směsích s přípravky z jiných chemických skupin, které je potřeba obměňovat. V současnosti se v USA používá v boji proti padlí dýňovitých pouze jediný fungicid obsahující strobilurinový fungicid, jde však o vícesložkový přípravek, jehož součástí je též boscalid, nová účinná látka ze cílové skupiny C2 (skupiny 7 ve FRAC). (McGrath, 2012)

Čtvrtou účinnou chemickou skupinou fungicidů v boji proti padlí dýňovitých jsou karboxamidy (FRAC skupina 7). Jedná se však o systémové fungicidy, u nichž je riziko vzniku rezistence mnohem vyšší v porovnání s kontaktními přípravky. První přípravek obsahující účinnou látku z této skupiny byl vyroben už v roce 2003 a jednalo se o vícesložkový přípravek, který obsahoval látky boscalid a pyraclostrobin. Nicméně až v roce 2008 se objevily v populaci *P.xanthii* plně rezistentní kmeny. I přesto se však s touto skupinou, u níž dochází k velice snadnému vzniku stabilní rezistence, počítá i do budoucna. (McGrath, 2012)

Poslední skupinou účinných látek vstupujících do boje proti padlí dýňovitých jsou quinoliny, ve FRAC se nacházejí pod číselným kódem 13. Tato nejnovější skupina obsahuje velice účinnou látku quinoxifen, která v roce 2007 vykazovala vysokou účinnost u melounů (*C. melo*) a v roce 2009 také u dýní (*C. pepo*) vůči padlí dýňovitých. (McGrath, 2012)

V neposlední řadě lze jmenovat i některé nové účinné látky, které se v současnosti objevují na trhu s fungicidními přípravky, avšak nemají dosud jasné zařazení. Tyto látky byly vyvinuty jako pojistka v případě zjištění rezistence k některým stabilním skupinám fungicidů, např. DMI, SBI a dalším. Mezi příklady můžeme jmenovat cyflufenamid, benzamidoximovou účinnou látku, která vykazuje ochrannou a léčebnou aktivitu vůči padlí na obilninách a dalších plodinách. Navíc má dobrou reziduální aktivitu a pohyblivost v cévních svazcích. Zároveň u ní nebyla dosud pozorována žádná cross-rezistence s fungicidy ze skupin DMI, QoI, benzimidazolů, morfolinů či quinoxifenu. Dalším příkladem účinné látky je také flutianil, který má prozatím rovněž nejisté zařazení ve FRAC. (Dietz, 2012)

Tabulka č.1: Seznam přípravků registrovaných ve světě vůči padlí dýňovitých (upraveno podle McGrath, 2001, McGrath et al., 2013 a seřazeno podle FRAC Code Listu © 2017)

MOA	TARGET SITE AND CODE	GROUP NAME	CHEMICAL GROUP	COMMON NAME	COMMENTS	CODE
A:Nucleic acids	A2: adenosin-deaminase	hydroxy-(2-amino-) pyrimidines	hydroxy-(2-amino) pyrimidines	bupirimate	Medium risk	8
				dimethirimol**		
				ethirimol**		
B:Mitosis and cell	B1: β -tubuline assembly in mitosis	MBC-fungicides (Methyl Benzimidazole Carbamate)	benzimidazoles	benomyl	High risk	1
			thiophanates	thiophanate-methyl		
	B2: β -tubulin assembly in mitosis	N-phenyl carbamates	N-phenyl carbamates	diethofencarb	High risk	10
C:Respiration	C2:complex II: succinate-dehydrogenase	SDHI (Succinate dehydrogenase inhibitors)	pyridiny-ethyl-benzimidazoles	fluopyram	Medium to high risk	7
			pyrazole-4-carboxamides	benzovindiflupyr		
				fluxapyroxad		
				isopyrazam*		
				penthiopyrad		
	pyridine-carboxamides	boscalid				
	C3:complex III: cytochrome bc1 (ubiquinol oxidase) at Qo site (cyt b gene)	QoI-fungicides (Quinone outside Inhibitors)	dihydro-dioxazines	fluoxastrobin	High risk	11
			imidazolinones	fenamidone*		
			methoxy-acrylates	azoxystrobin		
				enoxastrobin		
			methoxy-carbamates	pyraclostrobin		
oximino-acetates			kresoxim-methyl trifloxystrobin			
C5:uncouplers of oxidative phosphorylation		dinitrophenyl crotonates	dinobuton	Resistance not known	29	
			dinocap			
D: Amino acids and protein	D1: methionine biosynthesis (proposed) (cgs gene)	AP-fungicides (Anilino-Pyrimidines)	anilino-pyrimidines	cyprodinil	Medium risk	9
				mepanypyrim		
E: signal transduction	E1: Signal transduction (mechanism unknown)	azanaphthalenes	quinolines	quinoxifen	Medium risk	13

Tabulka č.1: pokračování ze strany 22

F: Lipids and membran	F2: phospholipid biosynthesis, methyl-transferase	phosphorothiolates	phosphoro-thiolates	pyrazophos	Low to medium risk	6						
G: Sterol biosynthesis in membranes	G1: C14-demethylase in sterol biosynthesis (erg11/cyp51)	DMI-fungicides (DeMethylation Inhibitors) (SBI: Class I)	piperazines	triforine	Medium risk	3						
			pyrimidines	fenarimol nuarimol**								
			imidazoles	imazalil prochloraz**								
				triflumizole bitertanol*								
			triazoles	bromuconazole** cyproconazole difenconazole diniconazole fenbuconazole hexaconazole imibenconazole myclobutanil penconazole propiconazole tebuconazole tetraconazole triadimefon triadimenol								
				G2: Δ 14-reductase and Δ 8 \rightarrow Δ 7-isomerase in sterol biosynthesis (erg24, erg2)			Amines ("Morpholines") (SBI: Class II)	morpholines	tridemorph**	Low to medium risk	5	
				H: cell wall biosynthesis			H4: chitin synthase	polyoxins	peptidyl pyrimidine nucleoside	polyoxin	Medium risk	19
				Multi-site contact activity			Multi-site contact activity	inorganic	inorganic	copper (diff.salts)	Low risk	M1
								inorganic	inorganic	sulphur		M2
								phthalimides	phthalimides	folpet		M4
								chloronitriles (phthalonitriles)	chloronitriles (phthalonitriles)	chlorothalonil		M5

Tabulka č.1: pokračování ze strany 23

Multi-site contact activity	Multi-site contact activity	sulfamides	sulfamides	dichlofluanid tolylfluanid*	Low risk	M6
				ditalimfos**		M10
		quinoxalines	quinoxalines	quinomethyonat**		
Unknown mode of action	Unknown	phenyl-acetamide	phenyl-acetamide	cyflufenamid	Resistance management required	U6
		thiazolidine	cyano-methylene-thiazolidines	Flutianil*	Resistance not known	U13
Not-classified	Unknown	diverse	diverse	mineral oils	Resistance not known	NC
				nitrothal-isopropyl		
				organic oils		
				potassium bicarbonate		
				material of biological origin		

MOA: Je kód sloužící k odlišení jednotlivých fungicidních skupin podle jejich biochemického účinku, značí se písmeny A až I s číslicí.

TARGET SITE AND CODE (cílové místo a kód): Jsou k dispozici pro upřesnění, v mnoha případech ovšem není cílové místo známo.

FRAC CODE: Je kód značen písmeny a čísly, rozlišuje fungicidy do skupin dle chování při cross-rezistenci.

Číslo byla přidělena podle uvádění výrobku na trh (poslední aktualizace 2017).

* účinné látky prokázané pouze na různých druzích zeleniny

** účinné látky z "The Pesticide Manual" (Tomlin, 2003)

1.5. Charakteristika skupin a zařazení vybraných fungicidů

Následující kapitola bude zaměřena na stručnou charakteristiku vybraných skupin fungicidů, ze kterých pocházejí účinné látky, jejichž účinnost je testována v praktické části této DP, a to na souboru izolátů padlí dýňovitých z let 2014 a 2015. U chemických skupin se vycházelo z jejich rozdělení podle Seznamu FRAC (FRAC Code List) z roku 2017 (FRAC Code List, 2017). Charakterizovány zde budou skupiny: C (zaměřená na dýchací řetězec), E (na signalizační procesy) a G (na sterolovou biosyntézu). (**Tabulka č.2**)

Tabulka č.2: Ilustrační tabulka základního členění vybraných chemických skupin podle FRAC, z nichž pocházely účinné látky fungicidních přípravků testovaných v této DP.

MOA	TARGET SITE AND CODE	GROUP NAME	CHEMICAL GROUP	COMMON NAME	FRAC CODE
C: Respiration	C3:complex III: cytochrome bc1	QoI-fungicides	methoxy-acrylates	azoxystrobin	11
	C5:uncouplers of oxidative phosphorylation	-----	dinitrophenyl crotonates	dinocap	29
G: Sterol biosynthesis	G1: C14-demethylase	DMI-fungicides	triazoles	penconazole propiconazole	3
	G2: Δ 14-reductase and Δ 8 \rightarrow Δ 7-isomerase	Amines ("Morpholines")	morpholines	fenpropimorf	5
E: signal transduction	E1: Transduction (mechanism unknow)	azanaphthalenes	quinolines	quinoxifen	13

1.6. C-skupina inhibitorů

1.6.1. Charakteristika hlavní skupiny

Všechny eukaryotické buňky rozkládají cukry, tuky a bílkoviny procházející oxidačními procesy. Při těchto rozkladných procesech se uvolňuje energie, která je dále uskladňována v podobě ATP. Uskladněná energie se dále využívá k fungování celé buňky, jejíž existence především závisí na jednotlivých kinetických, biochemických a především rovnováhu udržujících procesech. Oxidace probíhá prostřednictvím 2 koenzymů: nikotinamidadenin dinukleotid (NAD) a flavinadenin dinukleotid (FAD). Redukcí těchto dehydrogenáz vzniká NADH a FADH₂, které tvoří důležitou součást procesů nejen k výrobě ATP. Při jejich reoxidaci, při které je nezbytná přítomnost O₂, se uvolňují elektrony, jež jsou dále složitým systémem přenášeny přes vnitřní mitochondriální membránu. Během elektronového přenosu dochází i k transportu protonových iontů, které

vytváří ideální prostředí pro aktivní činnost ATP-syntázy, související s již zmíněnou tvorbou ATP. Tomuto procesu se obecně říká dýchání (nebo-li také elektronový transportní řetězec či cytochromová oxidace). (Earley, 2012)

Dýchání je pro každý živý organismus nezbytné. Proto se vědci a výzkumníci zaměřili při vývoji obranné taktiky primárně na tento proces. V této skupině inhibitorů existují 3 třídy: inhibitory elektronového transportu, oxidativní fosforylace a tzv. "rozpojovače".

Obecně lze všechny třídy definovat jako látky, které ovlivňují míru využitého vzdušného kyslíku v buňce. Avšak u inhibitorů elektronového transportu byly rozpoznány schopnosti tlumit oxidaci substrátů, což má zásadní efekt na redukci či reoxidaci cytochromů v membráně. Naopak přesná definice rozpojovačů a inhibitorů fosforylace není snadná a vyžaduje použití nedotčených preparátů, u kterých můžeme oxidativní fosforylaci sledovat a tím i určit množství spotřebovaného kyslíku v předem daných podmínkách. (Earley, 2012)

1.6.2. C3: Komplex III – cytochrom bc1 (ubichinol oxidáza) v Qo cyklu

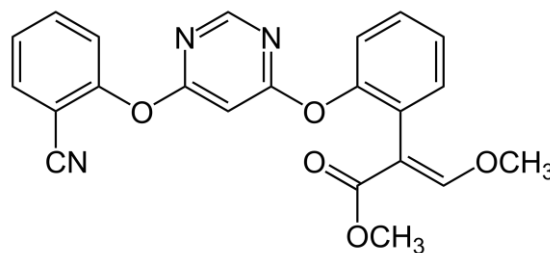
Přípravky z podskupiny C3, označené FRAC kódem 11, se zaměřují na dýchací komplex III, a to na konkrétní místo mezi cytochromy b a c_1 , cyklus Qo. Nejvýznamnějšími inhibitory tohoto oddělení jsou hlavně strobiluriny. Dále se zde však nacházejí také některé další účinné látky, jako například famoxadon, fenamidon, cyazofamid, amisulbrom a ametocradin. (Sauter, 2012)

Strobiluriny se dostaly v průmyslovém odvětví mezi nejvýznamnější třídu přípravků, která je využívána k ochraně rostlin vůči patogenům. V současnosti se dokonce na trhu s fungicidy propracovaly na nejvyšší příčku a tvoří čtvrtinu celkového celosvětového obchodu s fungicidy. Vystřídaly zde dosud převažující skupinu triazolů. (Sauter, 2012)

V rámci C3 skupiny se podle FRAC (2017) rozlišuje celkem 9 různých chemických podskupin, které zprostředkovávají vazbu mezi ošetřující látkou a místem účinku. Účinné látky těchto skupin prošly řadou úspěšných testů, než se dostaly do obchodních řetězců. V přípravku ORTIVA, jehož účinnost byla sledována v praktické části této DP, se nachází účinná látka azoxystrobin, která patří do methoxy-akrylátů.

1.6.2.1. Azoxystrobin

Azoxystrobin je syntetický analog přírodně se vyskytujících houbových produktů strobilurinů a oudemansinů. Jeho přesné jméno je methyl-(E)-2-{2-[6-(2-cyanofenoxy)pyrimidin-4-yloxy]fenyl}-3-methoxyakrylát. Poprvé byl objeven týmem J.R.Godwina v roce 1992 a o 4 roky později ho již firma Zeneca Agrochemicals (dnešní Syngenta) uvedla na trh. Přípravek blokuje elektronový transport mezi cytochromy b a c₁, a tím potlačuje Qo cyklus mitochondriálního dýchání. Dále tímto svým účinkem nahrazuje například přípravky ze skupin fenylamidů, dikarboxamidů či benzimidazolů, vůči kterým si již patogeny vytvořily rezistenci. (Tomlin, 2003; Turner, 2015)



Použitím tohoto fungicidu se plodinám dostává kurativní a ochranné péče, která je mimo jiné zajištěna jeho translaminárními a systémovými vlastnostmi. Látka může být použita u celé řady zemědělských plodin, jako například u obilnin, rýže, dýňovité (tykvovité) zeleniny, kde poskytuje ochranu vůči mnoha patogenům včetně padlí. Při toxikologických testech bylo zjištěno, že dochází k ohrožení sliznice či pokožky savců, avšak bez genotoxických, karcinogenních či neurotoxických dopadů. Dále mohou být zatíženy i některé živočišné skupiny ptáků a ryb, bezobratlé hrotnatky, včely a červi, a v neposlední řadě také řasy. Zamoření těchto látek nebo jejich produktů v půdě se podařilo prokázat maximálně do hloubky patnácti centimetrů. (Tomlin, 2003; Turner, 2015)

Setkat se s touto účinnou látkou můžeme také u dalších fungicidů jako je například Amistar (Syngenta), Heritage (Syngenta) nebo ZX (Barclay) (Tomlin, 2003), a také např. i Saphyr (Aako) (Turner, 2015). Dále bývá někdy také součástí vícesložkových fungicidů, kde kromě účinné látky azoxystrobin bývá ještě další jedna i více účinných látek z jiných chemických skupin, jako například u fungicidu Elatus (Syngenta), Quadris (Syngenta) s látkou folpet a Reflect Xtra (Syngenta) s isopyrazamem.

1.6.3. C5: Rozpojovače oxidativní fosforylace

Další podskupinou v rámci skupiny C jsou tzv. rozpojovače, označené ve FRAC číselným kódem 29, které jsou podle účinku zařazeny do podskupiny C5. „Rozpojovače“ působí jako narušitelé některých komplexů mitochondriálního elektronového řetězce. Snad nejvýstižnější se zdá definice, která je charakterizuje jako narušitele spojení mezi funkčním elektronovým řetězcem a ATP syntázou. Inhibitorové „rozpojovače“ se

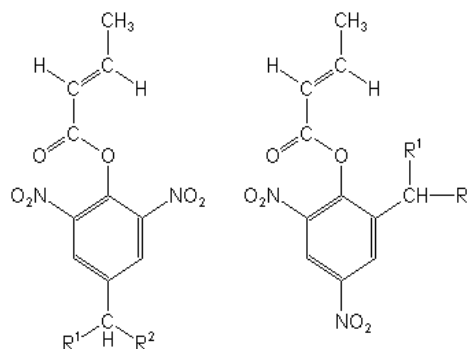
rozdělují do několika podskupin na základě části chemické struktury, která zprostředkovává vazbu mezi ošetřující látkou a místem působení. Takovýchto podskupin existuje mnoho, avšak nejdůležitější jsou především dinitrofenoly, arylhydrazony a diarylaminy. (Whittingham, 2012)

U přípravku KARATHANE, jehož efektivita byla testována v praktické části této DP, figuruje účinná látka dinocap, který se řadí do skupiny dinitrofenolů.

Dinitrofenoly byly první uveřejněnou podskupinou C5-inhibitorů. Na trhu našly své místo jako herbicidy, insekticidy (i akaricidy) a fungicidy. V posledních letech však bývají pro svou vysokou toxicitu či nedostatečnou selektivitu nahrazovány jinými chemickými třídami. V této podskupině se můžeme setkat především s účinnou látkou dinocap a jeho účinnější formou meptyldinocap. Dále sem spadají například i dinobuton a binapacryl, avšak v porovnání s již zmíněným dinocapem nedosahují takové účinnosti vůči cílovým skupinám. (Whittingham, 2012)

1.6.3.1. Dinocap

Dinocap je účinná látka vyskytující se ve dvou izomerech. Jeho přesný název zní 2,6-dinitro-4-octylfenyl krotonát, nebo 2,4-dinitro-6-octylfenyl krotonát, kde octyl vystupuje jako 1-methylheptyl,



1-ethylhexyl, nebo 1-propylpentyl skupina. Dnes se v přípravcích vyskytuje v poměru 2(2,5):1 s převažující formou 6-octyl izomeru. Poprvé byl představen společností Rohm & Haas, dnes známé jako Dow AgroSciences. Přípravek působí jako rozpojovač mitochondriální oxidativní fosforylace. (Tomlin, 2003; Turner, 2015)

Použitím tohoto kontaktního fungicidu je poskytnuta plodinám kurativní a ochranná péče, sekundárně doprovázená nesystémovými akaricidními účinky. Látka je především využívána na kontrolu zástupců řádu *Erysiphales*, tedy různých druhů padlí na zemědělských plodinách, včetně jabloní, peckovin, citrusů, dýňovitých (tykvovitých) rostlin, zeleniny, chmelu a okrasných rostlin. Dále také působí proti některým roztočům a v poslední letech též proti molcím (Hadar, 2005). Při testovacích pokusech nebyla, s výjimkou skleníkových růží, zjištěna žádná fytotoxicita, avšak riziko může narůstat se vzrůstající teplotou. Při toxikologických testech v případě savců nepříznivě působil na sliznici, pokožku a oblast očí. Nedošlo k zaznamenání žádných karcinogenních účinků, s výjimkou nepatrných účinků teratogenních. Dále mohou být zatíženy i některé živočišné skupiny ptáků a ryb, bezobratlé hrotnatky, včely a červi, a v neposlední řadě také řasy.

Přímé dopady této chemické látky na organizmy jsou minimální, jelikož dochází k jejímu okamžitému rozkladu a vylučování z těla. Dále nebyly zjištěny ani žádné dopady na zásoby podzemní vody. Za zmínku však stojí informace, že produktem rozkladu dinocapu (v těle, půdě, vzduchu i vodě), je dinitrofenol, vysoce toxická látka. (Tomlin, 2003; Turner, 2015)

S touto účinnou látkou se dále můžeme setkat již pouze u fungicidu Sialite (Siapa) (Tomlin, 2003), a v novém vydání Manuálu Pesticidů editovaném Turnerem vydaném v roce 2015 není zmiňován v současnosti žádný registrovaný produkt, pouze je na několika místech v textu zmiňována společnost DowAgroSciences, která se v současnosti pravděpodobně intenzivně věnuje výzkumu této účinné látky.

1.7. E-skupina inhibitorů

1.7.1. Charakteristika hlavní skupiny

Souhrnně lze mnohobuněčné organizmy vystihnout jako soustavy jednotek, tvořených buňkami. Mezi jednotlivými buňkami probíhá vzájemná komunikace, čímž o sobě jednotlivé části dostávají informace. Tento fakt má za následek vzájemnou kooperaci buněk. Komunikace však nemusí být jenom mezibuněčná, ale ovšem dochází i ke komunikaci vnitrobuněčné. Ta navazuje na vnější a zprostředkovává dorozumívání jednotlivých organel a jejich systémů v buňce. Spojení buněk jsou celkově tvořena jednotlivými signály, ať již přijatými nebo poskytnutými. Signálem v molekulární biologii mnohobuněčných organizmů chápeme informaci vysílanou od jedné buňky ke druhé (hormony, neurotransmitery) (Šenoldová a Lokaj, 2008). Zachycená komunikace a posléze její zpracování určitou buňkou vnitrobuněčnými signály se nazývá transdukcce. Pojem transdukcce (přenos nebo převod) signálu se užívá pro sekvenci událostí, kterou buňka tento signál zachycuje, zesiluje a poté na ni fyziologicky reaguje buněčnou odpovědí (Šenoldová a Lokaj, 2008).

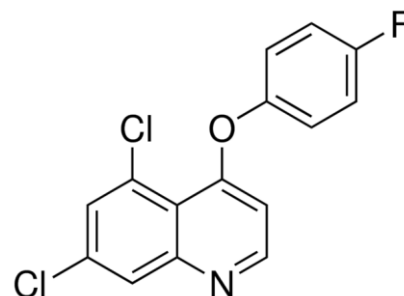
Vzhledem k jednotlivým systémům a mnoha signalizačním látkám existuje obrovské spektrum míst, která se nabízejí k fungicidní inhibici. Skupina E rozlišujeme na další podskupiny (E1-3). Řadíme sem inhibitory signálních transduktorů a inhibitory MAP/Histidinových kináz s osmotickou signální transdukcí genu *os-2* s protein-kinázou HOG1 nebo genu *os-1* s protein-kinázou *Daf1*. Vedlejší podskupiny poté formují také přípravky, jež se vůči nim používají. V podskupině E2 se nalézají tzv. PP-fungicidy (PhenylPyrroles) fenylypyrolové struktury a v podskupině E3 nalezneme inhibitory

dikarboximidy. Nicméně pro tuto diplomovou práci je nejdůležitější podskupina E1 značená ve FRAC číselným kódem 13, která zahrnuje 2 skupinky azanaftalenů, a to aryloxyquinoliny a quinazolinony. (Corran, 2012)

Právě u přípravku ATLAS, jehož účinnost byla testována v praktické části této DP, se nachází účinná látka quinoxifen, který svou strukturou spadá do skupiny aryloxyquinolinů.

1.7.1.1. Quinoxifen

Quinoxifen je přípravek, patřící do nové chemické třídy fungicidů zvané fenoxiquinoliny, které vynikají specifickou aktivitou vůči padlí (Knauf-Beiter



et al., 2012). Jeho přesný název zní 5,7-dichloro-4-quinolyl 4-fluorofenyl éther. Poprvé byl oznámen vědeckým týmem vedeným C.Longhurstem v roce 1996 a následně uveden na trh společností DowElanco, dnes známé jako Dow AgroSciences. Ve stejném roce také došlo v Evropě k jeho první dočasné registraci. Přípravek je používán jako narušitel růstových signálů. (Tomlin, 2003; Turner, 2015)

Použitím tohoto fungicidu poskytujeme plodinám ochrannou péči, která potlačuje rozvoj houbových „prvobuněk“ infikujících rostlinného hostitele. Rozvod je zajišťován systémem vodivých pletiv v obou směrech, i vypařováním. Avšak tato látka nemá eradikativní efekt, neusmrcuje patogeny. Přípravky s touto účinnou látkou se používají především na kontrolu padlí na obilninách (původce: *Erysiphe graminis*), nově i padlí na vinné révě (*Uncinula necator*) a dalších vybraných zemědělských plodinách, jako například chmelu a cukrové řepě. Při toxikologických testech působil quinoxifen v případě savců nepříznivě na sliznici, pokožku a oblast očí, avšak nebyly prokázány žádné mutagenní, teratogenní, ani ontogenní vlastnosti. Dále mohou být zatíženy i některé živočišné skupiny ptáků a ryb, bezobratlé hrotnatky, včely a červi, a v neposlední řadě také řasy. Laboratorní testy dále prokázaly neškodnost vůči většině necílových organismů skupiny šestinohých, a také minimální efekty na polní či obecně půdní mikroorganismy. Ačkoliv uvnitř rostlin, živočichů nebo v půdě dochází k velice pomalému rozkladu, z pohledu dopadů na životní prostředí má quinoxifen nebo jeho produkty minimální účinky na podzemní vodu či na další nepostradatelné zdroje. Samotná účinná látka je řazena mezi látky se zanedbatelnými následky. (Tomlin, 2003; Turner, 2015)

S touto účinnou látkou se dále můžeme setkat u dalších fungicidů jako například Fortress (Dow AgroScience) a Quintec (Dow AgroScience) (Tomlin, 2003) a dále také Legend (Dow AgroScience) (Turner, 2015).

1.8. G-skupina inhibitorů

1.8.1. Charakteristika hlavní skupiny

Nedílnou součástí živého organismu je biosyntéza tvořící velice důležitou složku metabolismu celého těla. Biosyntézou rozumíme proces, při kterém se vytvářejí chemické sloučeniny z jednoduchých látek (Křížová a Lokaj, 2009). Oproti chemické syntéze probíhá v prostředí živých organismů (Křížová a Lokaj, 2009). Správný průběh je zajištěn různými enzymy, které katalyzují celý proces. (Křížová a Lokaj, 2009)

Obecně mají sterolové látky v organismu celou řadu funkcí. Mezi nejdůležitější řadíme jejich přítomnost v buněčných membránách a výrazný podíl na syntéze mnoha hormonů steroidního typu. Narušení jejich tvorby způsobuje primárně zabránění produkce dalších nových membrán nezbytných pro celkové přežití buňky. Podstatným problémem může být též kumulace toxických produktů rozkladu ergosterolů, které vznikly právě působením některých fungicidů (Mercer, 1984). Dále to však přináší i hromadění některých jiných komponent membrán, jež inhibicí tvorby sterolů nebyly upotřebeny. Příkladem může být přebytek mastných kyselin a neustálá tvorba dalších nových, které by jinak našly využití v β -oxidačních procesech. (Kuck et al., 2012a)

Inhibitory postihující biosyntézu sterolů v buněčných membránách (SBI), které jsou uvedené ve FRAC pod písmenem G, dělíme podle inhibovaného kroku do 4 podskupin (G1-4). Řadíme sem inhibitory enzymů sterol-C14 demethylázy, Δ^{14} -reduktázy a Δ^8 - Δ^7 -izomerázy, sterol-C3 ketoreduktázy a skvalen-epoxidázy.

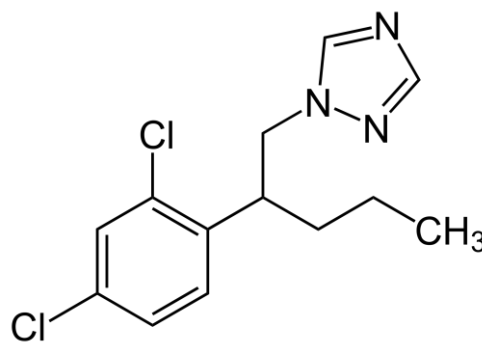
1.8.2. Podskupina G1: DMI-fungicidy

Přípravky v podskupině G1, označované FRAC kódem 3, jsou prvními fungicidy náležícími do této skupiny. Svým působením zabraňují činnosti enzymu sterol-C14 demethyláza, který tvoří syntézový přechod mezi látkami 24-methylendihydrolanosterol (eburicol) a 4,4-dimethylergosta-8,14,24(28)-trien-3 β -ol. Souhrnně tyto přípravky nazýváme DMI-fungicidy (DeMethylation Inhibitors) právě dle potlačované aktivity daného enzymu. Všechny DMI-fungicidy dále dělíme podle chemických skupin na piperaziny, pyridiny, pyrimidiny, imidazoly a především triazoly. (Kuck et al., 2012a)

Přípravky TOPAS a BUMPER, jejichž účinnost byla testována v praktické části této DP, mají ve svém složení účinné látky ze skupiny triazolů. Fungicid TOPAS obsahuje triazolovou účinnou látku penconazol. Fungicid BUMPER pak účinnou látku propiconazol.

1.8.2.1. Penconazol

Penconazol je fungicid, který byl vyvinut především pro aplikaci na širokolisté rostliny. Jeho přesný název zní 1-(2,4-dichloro- β -propylfenethyl)-1H-1,2,4-triazol. Poprvé byl



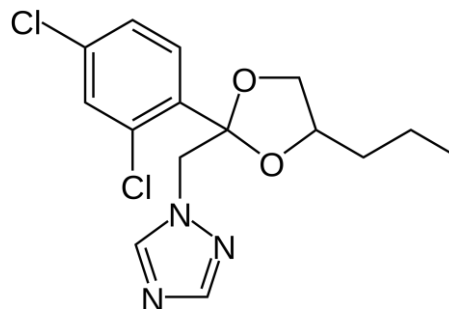
objeven vědeckým týmem J. Eberleho v roce 1983 a následně ho společnost Ciba-Geigy AG, dnes známá jako Syngenta AG, představila široké veřejnosti jako fungicid pro zemědělské využití. Do obchodu se podařilo přípravek dostat ještě téže roku společností Janssen Pharmaceutical NV. Penconazol je látka působící jako inhibitor demethylace sterolů, potlačující tak samotný průběh biosyntézy ergosterolů v buněčných membránách hub. (Tomlin, 2003; Turner, 2015)

Použitím tohoto systémového fungicidu poskytujeme plodinám ochrannou a kurativní péči, která je zajišťována absorbováním přípravku listy. Odtud je rozváděn systémem vodivých pletiv směrem k vzrostlým vrcholům. Přípravek se využívá na kontrolu padlí, strupovitosti jabloní a mnoha dalších patogenů patřících do tříd *Ascomycetes*, *Basidiomycetes* a *Deuteromycetes*, například na ochranu vůči patogenům vyskytujících se na vinné révě, jádrovinách, peckovinách, okrasných rostlinách a zelenině. Při toxikologických zkouškách penconazol v případě savců působil nepříznivě na sliznici, pokožku a oblast očí, avšak nebyly prokázány žádné mutagenní, teratogenní, ani ontogenní vlastnosti. Dále mohou být při aplikaci postřikové kapaliny zasaženy i některé živočišné skupiny ptáků a ryb, bezobratlé hrotnatky, včely a červi, a také řasy. Z hlediska životního prostředí má tento fungicid minimální dopad. Živočišné přípravky snadno vylučují z těla ven a rostliny metabolizují na glukosidy či triazololyctovou kyselinu. (Tomlin, 2003; Turner, 2015)

S touto účinnou látkou se dále můžeme setkat také u dalších fungicidů jako například Dallas (Rocca) (Tomlin, 2003), a také Intertrizole (Jiangsu Inter-China Group Corporation) a Pentos (Baocheng) (Turner, 2015).

1.8.2.2. Propiconazol

Propiconazol je další úspěšný triazol se širokým spektrem účinků na řadu patogenů z různých taxonomických tříd. Jeho přesný název je 1-[2-(2,4-dichlorofenyl)-4-propyl-1,3-dioxolan-2-ylmethyl]-1H-1,2,4-triazol.



Jako přípravek byl poprvé představen vědeckým týmem P.A.Urecha v roce 1979 a pro zemědělské užití ho dále vyvinula společnost Ciba-Geigy AG, nyní známá jako Syngenta AG. Poprvé byl fungicid popsán společností Janssen Pharmaceutical NV. Propiconazol je látka používaná jako inhibitor demethylace sterolů, potlačující samotný průběh biosyntézy ergosterolů v buněčných membránách hub. (Tomlin, 2003; Turner, 2015)

Použitím tohoto systémového fungicidu, který bývá především aplikován foliárně (na povrch listů) poskytujeme plodinám ochrannou a kurativní péči, která je zajišťována absorbováním přípravku, jež je veden dřevní částí směrem k vzrostlým vrcholům. Přípravek se využívá na kontrolu houbových nemocí na obilninách (*Erysiphe graminis*,...) a banánech (*Mycosphaerella musicola*,...). Dále je jako postřik užíván na ochranu travních porostů proti rzím (rod *Puccinia*,...), rýže (*Rhizoctonia solani*,...), kávovníku (*Hemileia vastatrix*), podzemnice olejné (*Cercospora spp.*), kukuřice (*Helminthosporium spp.*) a peckovin proti padlí (*Podosphaera spp.*) a monilióze (*Monilinia*). Při toxikologických zkouškách propiconazol v případě savců působil nepříznivě na sliznici, pokožku a oblast očí, avšak nebyly prokázány žádné mutagenní, ani teratogenní vlastnosti. Navíc nebyl prokázán ani žádný karcinogenní potenciál, který by jakýmkoli způsobem působil na člověka. Dále mohou být při jeho aplikaci zasaženy i některé živočišné skupiny ptáků a ryb, bezobratlé hrotnatky, včely a červi, a také řasy a další vodní organizmy. Z pohledu životního prostředí dochází k minimálním dopadům. Živočišné přípravky snadno vylučují z těla ven a rostliny metabolizují především na glukosidy. (Tomlin, 2003; Turner, 2015)

S touto účinnou látkou se dále můžeme setkat také u jiných fungicidů, například u Tilt (Syngenta, Makhteshim-Agan), Bolt (Barclay), Juno (Milenia), Memphis (Rocca) a Propivap (Vasco) (Tomlin, 2003), a také např. Akonazol (Aako), Apache (Aako), Propensity (SipcamAdvan) a Propicosun (Sundat) (Turner, 2015). Dále bývá někdy také součástí vícesložkových fungicidů, kde kromě účinné látky propiconazol bývá ještě další jedna i více účinných látek z jiných chemických skupin, jako například u fungicidu Stereo,

s účinnou látkou cyprodinil, a Stratego (Bayer CropScience), s trifloxystrobinem (Tomlin, 2003), nebo Akopro (Aako) s látkou prochloraz, Geronimo (Aako), Gladio (Syngenta) se směsí fenpropidin + propiconazol + tebuconazol a Menara (Syngenta) se směsí cyproconazole + propiconazole (Turner, 2015).

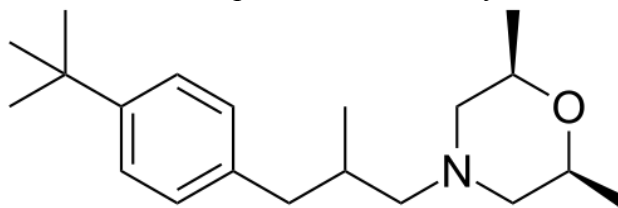
1.8.3. Podskupina G2: SBI-fungicidy II.třídy

Další podskupinou SBI fungicidů je podskupina G2, označovaná ve FRAC číselným kódem 5. Přípravky znemožňují správnou funkci enzymů Δ^{14} -reduktázy a Δ^8 - Δ^7 -izomerázy. Právě enzym sterol Δ^8 - Δ^7 -izomeráza tvoří v syntéze přechod mezi látkami fecosterol a episterol. Do této podskupiny, také označované jako Třída II (SBI: Class II fungicides), patří aminy (někdy zvané „morfoliny“), které při detailnějším pohledu lze dále dělit na morfoliny, piperidiny a spiroketal-aminy. (Kuck et al., 2012b)

U přípravku CORBEL, jehož účinnost je testována v praktické části této DP, se nachází účinná látka fenpropimorph, která svou strukturou patří mezi morfoliny.

1.8.3.1. Fenpropimorph

Fenpropimorph je účinná látka, která zamezuje činnosti



především enzymu Δ^{14} -reduktázy. Jeho přesný název zní cis-4-[3-(4-tert-butylfenyl)-2-methylpropyl]-2,6-dimethylmorfolin. Fungicid byl vyvinut dvojicí vědců K.Bohnen a A.Pfiffner v roce 1979 a současně ho publikovala také jiná výzkumná dvojice, a to E.H.Pommer a W.Himmele. Avšak jeho představení proběhlo až v roce 1983 v Německu společností BASF AG a také Dr R. Maag Ltd and Rhône-Poulenc Agriculture (dnes známé jako Bayer CropScience). Fenpropimorph je látka používaná jako inhibitor enzymů Δ^{14} -reduktázy a Δ^8 - Δ^7 -izomerázy, potlačující samotný průběh biosyntézy ergosterolů v buněčných membránách hub. (Tomlin, 2003; Turner, 2015)

Aplikací tohoto systémového fungicidu, který bývá převážně aplikován foliárně (na povrch listů), poskytujeme plodinám ochrannou a kurativní péči, která je zajišťována absorbováním přípravku, jež je veden dřevní částí směrem k vzrostlým vrcholům. Jako fungicidní přípravek se používá ke kontrole houbových nemocí, a to padlí na obilninách (*Erysiphe graminis*,..), rzi a padlí na cukrové řepě (*Uromyces betae*, *Erysiphe betae*) nebo rzích na fazolu a pórku (rod *Uromyces* a *Puccinia* ssp.). Při toxikologických zkouškách fenpropimorph v případě savců působil nepříznivě na sliznici, pokožku a oblast očí, avšak nebyly prokázány žádné mutagenní, ani karcinogenní vlastnosti. Navíc nebyl prokázán ani

žádný teratogenní potenciál, který by závažným způsobem působil na člověka. Dále mohou být zasaženy i některé živočišné skupiny ptáků a ryb, bezobratlé hrotnatky, včely a červi, a také řasy. Z pohledu životního prostředí dochází k minimálním dopadům. Živočišné přípravky snadno vylučují z těla ven a rostliny štěpí morfolinový kruh a dále ho pak oxidují na jednodušší produkty. (Tomlin, 2003; Turner, 2015)

S touto účinnou látkou se dále můžeme setkat také u fungicidu Volley (BASF) (Turner, 2015). Ale často bývá součástí hlavně vícesložkových fungicidů, a to například u fungicidu Mentor (BASF), s další účinnou látkou kresoxim-methyl, a Opus Team (BASF), s epoxiconazolem. (Tomlin, 2003; Turner, 2015)

1.9. Charakteristika rezistence

Fungicidy patří k důležitým prostředkům v boji proti chorobám mnoha kulturních a hospodářsky významných rostlin a na rozdíl od insekticidů či některých herbicidů, bývají aplikovány ještě před samotným vznikem infekce (Prokop, 2010). Tyto chemické metody obrany a ochrany jsou využívány již velmi dlouhou dobu, v případě složitých organických přípravků se tak děje od roku 1934 (Hollomon a Wheeler, 2002). V současnosti existuje velmi široké spektrum účinných látek, které zamezují rozvoj různých patogenů, avšak problematika, se kterou dnes spíše bojujeme, souvisí se vznikem rezistence vůči těmto objeveným látkám. Pokud bychom se zaměřili na proces, během kterého dochází až již k výzkumu nebo samotnému vývoji nových účinných látek a jejich testování, museli bychom bezesporu konstatovat, že jde o velmi složitý, nákladný a časově náročný počin. Ve stručnosti lze popsat několika základními body, které však zdaleka nevystihují jeho celkovou složitost.

Nově vyvinuté, potenciální fungicidy jsou nejprve určeny a popsány v rámci laboratorních či skleníkových testů, které probíhají s nejrůznějšími druhy houbových patogenů. Jejich cílem je zjištění, které konkrétní patogeny vykazují vůči dané látce zvýšenou citlivost, popřípadě určení míry jejich citlivosti. S touto informací již může být daná účinná látka posunuta na úroveň polních pokusů, kde se pak setkává pouze s citlivými patogeny. Pro zjištění dostatečného množství dat se tyto pokusy provádějí na území několika regionů popřípadě několika států. Závěry, které se vyvozují z několikaletého testování probíhajícího v různých sezónách, musejí být jednoznačné, nezpochybnitelné a zcela ideální ve smyslu vysoké účinnosti vůči konkrétním patogenům. Teprve poté je daná účinná látka považována za vhodnou pro vývoj a management. (Brent a Hollomon, 2007a)

Patogeny, proti nimž určitá účinná látka působí, se označují jako citlivé. Naopak takové patogeny, které nevykazují žádné ovlivnění, se považují jako zcela rezistentní, v některých případech slabě rezistentní. Jestliže během celkového testování dojde k zaznamenání jakéhokoliv výkyvu ve smyslu limitujícího působení na patogena, daný typ již není dále prakticky využíván. Vrozená odolnost, která je v tomto odstavci popisována, bývá opravdu jen zřídka dále studována. Ačkoliv na druhou stranu případné zjištění by mohlo napovědět, jaké chemické skupiny by měly být využity příště k účinnější interakci. (Brent a Hollomon, 2007a)

Druhým typem rezistence (pokud tedy lze vůbec rozlišovat nějaké typy) je taková, která během let dříve či později vzniká používáním určitého fungicidu. Transformované populace cílového patogenu tak již nedosahují takové citlivosti potřebné k jejich adekvátní kontrole. Právě takováto "nabytá (získaná) rezistence" způsobuje závažný problém v dnešním uplatnění fungicidů a je hlavní příčinou vzniku četných strategií k jejich koordinovanému využívání. Tento typ rezistence se nejčastěji objevuje jako odpověď na opakované používání stejného fungicidů, případně fungicidu příbuzného, který se mu však chemicky či biochemicky podobá mechanismem působení. (Brent a Hollomon, 2007a)

Na tomto místě je možná vhodné poznamenat, že také celková terminologie, která se obecně využívá při popisu účinností protilátek, se potýká s různými úskalími vyvstávajícími při jejím uplatňování na odlišných pracovištích. Tak například fytopatologové používají anglický termín "insensitivity" (necitlivost) z přesvědčení, že fungicidní rezistence úzce souvisí s rezistencí konkrétního druhu rostliny k danému patogenu. Zemědělské společnosti zase operují ať již s termínem "insensitivity", ale také "loss of sensitivity" (ztráta citlivosti) nebo "tolerance". Činí tak zcela vědomě z domnělého úsudku, že označení "rezistence" zní příliš radikálně a výstražně. Doporučují však, aby se tento termín používal v situacích, kde selhání či pokles kontroly nastává jako výsledek změny citlivosti. Do jisté míry se s tímto názorem lze ztotožnit, jelikož zjištění laboratorní rezistence či slabé nebo vzácné polní rezistence zdaleka nemusí znamenat úplnou odolnost (případně až selhání látky) a může tak do jisté míry poškodit "pověst" určitého vyvíjeného přípravku. Na základě tohoto nerovnoměrného systému terminologie byla zavedena upřesňující označení, která dělí patogeny podle jejich prvního záznamu rezistence. Tak například pojem "field resistance" (polní) vysvětluje odolnost, která byla poprvé zaznamenána při polních pokusech, a popisuje pouze přítomnost některých odolných variant daného druhu v polní populaci, u nichž nedošlo ke vzniku rezistence vlivem opakovaného používání fungicidu. Zároveň také platí, že neexistuje přímá souvislost mezi rezistencí při polních pokusech a celkovým uplatněním přípravku v praxi. Odlišným případem je pak tzv. "practical resistance" (praktická), u které můžeme pozorovat postupnou ztrátu kontroly patogenu daným fungicidem již při jeho komerčním využívání. Dále se pro popis využívají také termíny "laboratory resistance" (laboratorní) a "artificially induced resistance" (uměle vyvolaná), jejichž význam je však již z názvu vyplývající. Existuje také řada situací, které znesnadňují jednotlivá pojmenování, avšak pro tuto práci nejsou nikterak podstatné. (Brent a Hollomon, 2007a)

Celková rezistence je výsledkem početných změn na molekulární úrovni, které se vytvářejí vlivem různých typů mutací. Jakmile proces mutace pozmění strukturu genetické informace a vznikne odolnost, je tato nová struktura genu poskytována i do dalších generací, tedy je dědičná. Existuje řada důkazů, že se mutantní gen způsobující rezistenci nachází v nepatrném množství v každé žijící populaci. Ke spontánním mutacím dochází rovnoměrně ve všech organizmech. Samotný proces mutace je velmi různorodý a můžeme ho dělit podle úrovně zásahů do daného organismu, od genových (málo citelných) až po genomové (velmi rozsáhlé). Kromě přirozených pak zaznamenáváme i mutace umělé, jež mohou být vyvolány v laboratorních podmínkách působením UV světla nebo jiných chemických činitelů. Avšak je důležité poznamenat, že mezi přirozenou a uměle vyvolanou změnou genetické informace neexistuje žádná podobnost, kterou bychom snad mohli předpokládat. (Brent a Hollomon, 2007a)

Při vytváření strategií a postupů, které je třeba dodržovat k dlouhotrvající účinné kontrole patogenu, se musí brát ohled na jednotlivé aspekty a zákonitosti vývoje choroby. Tak například platí, že pokud konkrétní fungicid dosahuje vysoké účinnosti vůči danému patogenu, dochází k eliminaci téměř všech jedinců. Avšak zbylí přeživší vzájemným křížením a množením vytváří generaci, která již bude vůči opakované léčbě naprosto imunní. Na druhou stranu, jestliže využijeme přípravek postihující populaci pouze z 80% procent, zbylí jedinci budou nositeli jak odolných genů, tak těch, které se vlivem slabého účinku fungicidů dochovaly a nejsou nositeli rezistence. V následující generaci se tak budou vytvářet jedinci slabí i silní, a tím bude přípravek stále vysoce účinný a nárůst rezistence pomalejší. Z těchto poznatků a pozorování plyne několik důležitých závěrů, které je třeba s ohledem na procesy mutace a selekce dodržovat. Obecně lze říci, že hromadění rezistentních jedinců se zvyšuje s pravidelností léčby (použití přípravku), účinností přípravku a jeho dávkou, velikostí populace patogenu a produktivitou a kratší generační dobou jednotlivých spor. (Brent a Hollomon, 2007a)

S ohledem na množství mutací, které daný organismus mohou zasáhnout, registrujeme i další rozdělení. Jednodušším případem je tzv. "major gene" rezistence, kterou způsobuje jednobodová mutace měnící jediné aminokyselinové místo cílového proteinu, které je tak odpovědné za vyšší odolnost patogenu. Tento typ rezistence byl již zaznamenán u fungicidních skupin jako fenylamidy, bezimidazoly, dikarboximidy a Qo-inhibitory. Odlišným, složitějším případem je tzv. "polygenic" rezistence, jež je základem kvantitativní nebo také "multi-site" rezistence. V tomto případě dochází ke změně většího počtu různých genů, kdy každý z nich má částečný efekt na celkový vznik odolnosti. Čím

více genu tedy bude mutovat do rezistentní podoby, tím vyššího stupně celkové rezistence bude patogenní jedinec dosahovat. Právě tato zjištění vysvětlují postupný vývoj odolnosti a plynulý pokles kontroly jednotlivými fungicidy. (Brent a Hollomon, 2007a)

Z hlediska stupně rizika vzniku rezistence k fungicidům existují dvě kategorie. První rozeznává rizikovost patogenu, který může být odlišnou měrou citlivý k určitému fungicidu, a člení ho na tři skupiny, a to patogeny s nízkým, středním a vysokým rizikem. Druhá kategorie se zabývá dělením jednotlivých fungicidů podle výskytu rezistentních a tolerantních kmenů vůči nim. Také zde rozeznáváme tři základní skupiny, s nízkým, středním a vysokým rizikem. Pokud obě zmíněné kategorie vložíme do určitého vztahu, získáme tzv. "kombinaci rizika", které nám celkovou problematiku ještě více upřesní. (Lebeda et al., 2017)

Na závěr této kapitoly je potřeba objasnit ještě několik důležitých pojmů, které se v rámci testování a vyhodnocování veškerých dat využívají. Jak již bylo naznačeno výše, aktivita fungicidu je umožněna navázáním účinné látky, pomocí aktivní části, na konkrétní místo, aktivní místo či oblast molekuly, v buňce. Jednotlivé účinné látky se však liší nejen aktivním místem navázání, ale také jejich počtem, který se v buňce nachází. (Lebeda et al., 2017)

Druh aktivního místa na molekule je vysoce specifický a vyvíjené inhibitory musejí být jeho komplementárním dvojníkem, tedy především v aktivní části, která se na místo navazuje. Podle tohoto místa je vytvořen systém účinných látek, které jsou na základě chemické skupiny rozděleny do rozsáhlého systému. Avšak v rámci jedné chemické skupiny existují různé druhy účinných látek, které jsou si vzájemně velmi podobné. Jestliže pak vznikne rezistence u jedné z látek patřící do skupiny, existuje jistá pravděpodobnost, že se rezistence vyskytne i u dalších členů této skupiny. Proto při používání některé z nich hrozí riziko vytvoření tzv. křížové rezistence (cross-resistance), což by znamenalo inaktivaci celé chemické aktivní skupiny. (Lebeda et al., 2017)

Na druhé straně je velmi důležitý i počet aktivních míst. Obecně se systémové fungicidy označují jako tzv. "single-site" inhibitory, které jsou však mnohem rizikovější než kontaktní, tzv. "multi-site" inhibitory. Samotná rizikovost spočívá v množství míst, na která se může účinná látka navázat. Pakliže se jedná o "single-site" inhibitory, existuje pouze jediné místo navázání, které v případě své mutační změny znemožní účinek fungicidu, a tím i celou kontrolu choroby. Takovýmto způsobem vzniká kvalitativní rezistence. Naopak pokud existuje vícero aktivních míst, jako v případě "multi-site"

inhibitorů, případná mutační změna určitého jednoho místa se projeví pouze částečným snížením účinku, který však lze opět navýšit změnou dávky fungicidu. Takovýmto způsobem se vytváří kvantitativní rezistence. (Lebeda et al., 2017)

1.10. Metody detekce rezistence k fungicidům

Jak již bylo nastíněno v úvodu této práce, nedostatečně známá charakteristika genetické a molekulární struktury patogenů padlí dýňovitých se výrazně promítá právě i do boje s touto chorobou. Jelikož zástupci řádu *Erysiphales* jsou obligátně biotrofními patogeny, musí se při jejich testování pracovat s živým rostlinným materiálem, tedy jejich hostitelskými rostlinami (Lebeda et al., 2017). Ačkoliv existují známé metody, které umožňují studium rezistence a posunují tak celkový výzkum, jejich závislost na živém materiálu celý proces velice brzdí. Navíc rychlost těchto metod taktéž neodpovídá požadavkům vytvořeným jednotlivými společnostmi. Naštěstí postupné zavádění nových technologií a postupů již dnes znatelně přispívá k stále většímu přísunu nových, především molekulárních znalostí.

Zemědělské společnosti provádějí řadu průzkumů citlivosti polních izolátů, které předcházejí zavádění některého z nových fungicidů. Takovéto testy odpovídají přísným požadavkům, které je nutné splnit, aby daný fungicid mohl postoupit do obchodních řetězců. Požadavky se vymezují v rámci 3 "zákonů". Zaprvé se pro rozvoj a testování izolátů musí používat přesné, rychlé a reprodukovatelné metody, které jsou schopné určit stupeň citlivosti velkého počtu hlavních polních cílových patogenů a zároveň vyhovují podmínkám stanoveným pro budoucí testování. Druhou podmínkou je získání počátečních dat, jež popisují míru citlivosti určitého hlavního patogenu odebraného z hlavních oblastí jeho výskytu, a vytvoření tak základu pro budoucí měření a případné porovnání výsledků z různých let. Poslední, třetí, zmiňuje důležitost dokumentace nebo podchycení rozdílů v citlivosti mezi jednotlivými vzorky, které mohou vést k budoucím rezistentním problémům. (Brent a Hollomon, 2007b)

Vyvíjené monitorovací metody tedy musí splňovat řadu složitých podmínek, které jsou však pro dosažení přesných dat a posléze jejich správnému využití nezbytné. Proto členové různých pracovních skupin FRAC ve snaze vytvořit standardizované metody posoudily a sjednotily bioanalytické techniky, které umožňují monitorovat ekonomicky důležité houbové patogeny. Při tvorbě těchto technik se mimo jiné také soustředily na

technickou jednoduchost, levné a krátkodobé provedení a v neposlední řadě i na případnou manuální nezručnost výzkumníka. (F.R.A.C., 2009)

Metody využívané při studiu rezistence k fungicidům můžeme rozdělit do dvou hlavních skupin, metody *in vivo* a metody molekulární. (F.R.A.C., 2012)

1.10.1. Metody *IN VIVO*

Metody *in vivo* se vyznačují tím, že při testování je nutné pracovat s živým rostlinným materiálem, na němž se konkrétní patogen během celého pokusu vyvíjí a po ukončení i hodnotí. V závislosti na typu testu, případně druhu patogenu, se z hostitelských rostlin připraví listové segmenty nebo disky (Lebeda et al., 2017). Popřípadě se využívají i celé listy rostlin ve stádiu třetího až pátého pravého listu, nebo se dokonce využívají kompletní mladé rostlinky (Lebeda et al., 2017). V následujících třech případech budou uvedeny základní typy testování s živým materiálem.

1.10.1.1. Testování listových segmentů vůči *Blumeria graminis f.sp. tritici*

Nejprve dochází k odběru vzorků, v tomto případě sběru celé rostliny pšenice (*Triticum aestivum*) s napadenými, čerstvě sporulujícími útvary. Následně se napadená rostlina, jejíž kořeny se zabalí do vlhkého plátna zabraňujícímu vyschnutí, dopraví do laboratoře. Současně je však potřeba mít již ve skleníku vypěstované zdravé sazenice staré 8-10dní, jež jsou nezbytnou součástí testů. Z nich jsou odstříženy listové části, ty nastříhány na 5,5cm dlouhé listové segmenty, které se po 3-5ti vloží do Petriho misek na povrch 0,4% vodního agaru obsahujícího 40 ppm benzimidazolu a 30 ppm streptomycinu. Pro lepší nasávání a výživu ještě lehce zatlačíme oba konce každého segmentu do agaru. Taktéž jsou v jiné místnosti stejným způsobem opatrně odstříženy listové segmenty se sporulujícími útvary napadené rostliny a stejným způsobem vloženy do dalších několika Petriho misek. Tyto misky jsou uchovávány při teplotě 18°C po dobu 1-2dnů s pravidelným režimem 12hodin den/12hodin noc. Po této době se provede, pomocí jemného kartáčku, inokulace izolátu na již připravené zdravé listové segmenty. Tyto Petriho misky se opět inkubují ve stejných podmínkách po dobu 8-10dnů. Poté se izoláty vegetativně namnoží pomocí 10ml-pipety, kterou jsou nasáty narostlé konidie a vypuzeny na vrcholu (ale uvnitř) skleněného válce, na jehož dne byla připravena Petriho miska s 5ti segmenty na vodním agaru. Po takovéto inokulaci Petriho misku přiklopíme víkem s několika dírkami a inkubujeme 10-11dnů za totožných podmínek. (Felsenstein, 2006a,b; Stammler a Klappach, 2006)

Samotná fungicidní léčba testovaných rostlin probíhá až ve druhém kroku, kdy jsou 8-10denní zasazené sazeničky pomocí spreje ošetřeny v různých kabinkách, přičemž v každé z nich dojde k použití jiné koncentrace přípravku. Následujícího dne je v každé koncentrační kóji odštíženo 5 listových segmentů a uloženo do Petriho misky na kultivační agar. Podle počtu koncentrací nám tak vznikne stejný počet Petriho misek. Ty umístíme na dno válce, jenž odděluje prostředí inokulace od okolního. Následně provedeme inokulaci tak, že na vrcholu válce jemným proudem vzduchu "odfoukáváme" dříve připravený narostlý izolát v Petriho misce, který se snáší na dno, tedy na připravené misky s ošetřenými segmenty. Misky poté uzavřeme a inkubujeme za stále stejných podmínek. Vyhodnocení se provádí po 7 dnech, kdy pod mikroskopem sledujeme rozsah vzniklé choroby. Následně stanovujeme také hodnotu ED50 a porovnáváme ji se standardy. (Felsenstein, 2006a,b; Stammler a Klappach, 2006)

1.10.1.2. Testování listových disků okurky seté vůči padlí dýňovitých

Metoda listových disků vznikla koordinovanou činností týmu pracovníků Katedry botaniky PřF UP pod vedením prof. Lebedy v České republice, kde se jí tak využívá již od roku 2001. Principu této metody, která je základním metodickým postupem této práce, bude věnována značná část kapitoly Materiál a metody, kde bude dále detailně popsána.

Avšak za zmínku stojí určitě fakt, že nezávisle na této metodě z České Republiky, byla v pracovním týmu pod vedením prof. McGrath na Kornelově univerzitě (Cornell University) v New Yorku vypracována podobná laboratorní metoda posuzující citlivost populací padlí dýňovitých k fungicidům (Lebeda et al., 2010b; McGrath et al., 1996).

1.10.1.3. Polní pokusy na sazenicích dýně obecné vůči padlí dýňovitých

Podstatou metody je opět hodnocení citlivosti k fungicidům, avšak tentokrát přímo na sazenicích v přirozených polních podmínkách. Tato metoda byla vyvinuta v New Yorku již dříve zmíněným týmem profesorky McGrath. Pokusy probíhají tak, že se sazenice dýně obecné (*Cucurbita pepo*) ve stádiu 3. pravého listu ošetří prostřednictvím spreje různými koncentracemi různých fungicidů. Inokulované sazenice se poté umístí po dobu 4 hodin na pole mezi porosty dýňovité (tykvovité) zeleniny, kde se přirozeně vyskytuje padlí dýňovitých. Poté se sazenice znovu přemístí do skleníku, kde se po 10 dnech vizuálně hodnotí, zda byly napadeny či nikoliv. Zároveň dochází k porovnání dané sazenice s kontrolou (tedy sazenicí *C. pepo* neošetřenou fungicidem). V neposlední řadě probíhá také hodnocení účinnosti jednotlivých fungicidů, jež byly aplikovány jednou

týdně na porosty dýňovité (tykvovité) zeleniny v polních podmínkách, a také posuzována míra rizikovosti vzniku rezistence v populacích padlí dýňovitých k těmto fungicidům. Vzniklé porosty se opět vizuálně hodnotí každý týden, kdy se vyhodnocují symptomy infekce jak na svrchní tak i na spodní straně listů (Lebeda et al., 2010b).

1.10.2. Molekulární metody

Tyto metody se v posledních letech stále více uplatňují a postupně nabývají na významu (Lebeda et al., 2017). Dnešní konveční metody, které vyžadují izolaci patogenů v čisté kultuře, jež je poté inokulována na rostlinu či rostlinnou tkáň ošetřenou fungicidem, jsou dnes stále více porovnávány právě s nastupujícími "moderními" technikami. A nutno říci, že především díky snadnému a časově méně náročnému průběhu testování, se stále více hovoří o molekulárních metodách jako o vhodnějších a perspektivnějších. Právě pokrok v molekulární biologii poskytl nové příležitosti pro rychlou detekci rezistentního genotypu. Mezi základní molekulární techniky patří PCR, PCR-RFLP, alelově specifická PCR a alelově specifická "real-time" PCR. (Ma a Michailides, 2005)

Metoda PCR způsobila doslova převrat v molekulární biologii a diagnostice, přičemž se stala rychlým nástrojem pro detekci rezistentních patogenů. Pokud bychom chtěli ve stručnosti vysvětlit podstatu metody PCR, stačilo by nám sdělení, že jde o mnohonásobné namnožení určitého úseku DNA za relativně krátký čas. Avšak v rámci metodiky je důležité uvést trochu více, nejlépe popsat (i třeba pouze obecně) některou z konkrétních situací. Tak například u organismu *Penicillium digitatum* se může vyskytnout rezistence na fungicidy ze skupiny DMI. Molekulárně se tato skutečnost projevuje zesílenou aktivitou genu PdCYP51, která je doprovázená (a zároveň řízena) namnožením 126 transkripčních úseků v promotorové oblasti. Tento poznatek byl využit tak, že byly namnoženy 2 PCR primery, založené na DNA sekvenci rezistentního genu, a to stejně u rezistentních i senzitivních izolátů. Provedením metody PCR mohli být následně oba izoláty rozlišeny, jelikož DMI-rezistentní dosahují zvýšené produkce jednoho z fragmentů. (Ma a Michailides, 2005)

Metoda PCR-RFLP, která se stala hlavní technikou detekce bodových mutací na vláknech DNA, funguje na principu klasické PCR, jež je však doplněna o přítomnost restriční endonukleázy. Ve stručnosti můžeme proces popsat jako zmnožení konkrétního jednoho vlákna DNA, které je následně restriční endonukleázou rozděleno na více

menších řetězců. Pro větší srozumitelnost je opět užitečné uvést alespoň obecný příklad. Např. v organismu *Monilia laxa* může dojít k bodové mutaci (záměně fenylalaninu za leucin) a vzniku rezistentního jedince vůči fungicidní skupině benzimidazolů. Veškerý průběh testu pak spočívá v tom, že odebereme různé vzorky téhož patogenu a namnožíme přítomnou DNA daného druhu. Jakmile máme dostatek namnoženého materiálu přidáme ke směsi restriční endonukleázu, která typicky štěpí (tráví) DNA vlákno v určitém konkrétním místě za vzniku vláken kratších. Avšak pokud toto konkrétní místo podlelo mutaci, ke štěpení vůbec nedochází. Výsledný stav pak odráží, zda se v dané směsi nacházel alespoň jeden rezistentní izolát. (Ma a Michailides, 2005)

Alelově specifická PCR patří mezi další jednoduché a rychlé metody, pomocí kterých detekujeme u patogenů bodové mutace. Během specifické amplifikace (namnožení) konkrétní alely dochází k využití 2 PCR primerů, kdy jeden z nich je vytvořen právě na zmnožení alely tak, že spojuje požadovanou zmutovanou alelu s druhou alelou, kterou připojuje na svůj druhý, tedy 3' konec. Tak například u organismu *Monilia fructicola* došlo k bodové mutaci a vzniku rezistentních jedinců. Tato mutace změnila 198.kodon β -tubulinu GAA na GCA, což vyvolalo nespojitost v daném místě dvoušroubovice. K izolovaným DNA se následně zavádí pozměněný primer HRR, který spojuje místo mutace u rezistentních jedinců. Poté použitím obou primerů dojde k amplifikaci celého DNA fragmentu od vysoce rezistentních jedinců, avšak nikoliv od senzitivních či lehce odolných. (Ma a Michailides, 2005)

PCR, PCR-RFLP i alelově specifická PCR jsou kvalitativní metody, které umožňují zjistit pouze přítomnost rezistentních jedinců. Avšak existuje již také metoda, alelově specifická "real-time" PCR technika, která umožňuje kvantitativní zjištění rezistentních jedinců, tedy odhaluje jejich počet v odebraném vzorku. Navíc se jedná o techniku velmi rychlou, levnou a zároveň vhodnou pro řadu běžných testů. (Ma a Michailides, 2005)

1.11. Seznam celosvětových přípravků se známou rezistencí

Ve snaze zmírnit výnosové ztráty porostů dýňovité (tykvovité) zeleniny vzhledem k infekci padlí dýňovitých dochází každoročně v zemědělství k aplikaci řady fungicidních přípravků. Jejich vlivem se však v populaci tohoto patogenu v průběhu let vytvořila větší či menší míra rezistence k používaným fungicidům. Účinné látky, u jejichž přípravků byl ve světě zaznamenán v populacích padlí dýňovitých výskyt tolerance, případně až

rezistence shrnuje přehledná **tabulka č.3**. V této tabulce lze jasně vidět, že v populaci tohoto patogenu byla vytvořena odolnost již k mnoha přípravkům na bázi různých účinných látek. Avšak, i přes tato rizika fungicidy stále tvoří hlavní účinný nástroj v boji proti této chorobě (McGrath, 2001).

Tabulka č.3: Seznam přípravků, vůči kterým byla zaznamenána rezistence nebo klesající účinnost u původců padlí dýňovitých (nejčastěji Px) v některých zemích (upraveno podle McGrath, 2001; McGrath, 2012; McGrath et al, 2013; Lebeda et al., 2010a,b; Lebeda a Sedláková, 2004 a 2010; Wyenandt et al., 2015 a seřazeno podle FRAC Code Listu © 2017)

MOA	TARGET SITE AND CODE	GROUP NAME	CHEMICAL GROUP	COMMON NAME	COMMENTS	CODE
A:Nucleic acids	A2: adenosin-deaminase	hydroxy-(2-amino)-pyrimidines	hydroxy-(2-amino) pyrimidines	bupirimate**	Medium risk	8
				dimethirimol		
				ethirimol		
B:Mitosis and cell	B1: β -tubuline assembly in mitosis	MBC-fungicides (Methyl Benzimidazole Carbamate)	benzimidazoles	benomyl	High risk	1
			thiophanates	carbendazim		
				thiophanate-methyl*		
C:Respiration	C2:complex II: succinate-dehydrogenase	SDHI (Succinate dehydrogenase inhibitors)	pyridiny-ethyl-benzimidazoles	fluopyram	Medium to high risk	7
			pyrazole-4-carboxamides	penthiopyrad		
			pyridine-carboxamides	boscalid		
	C3:complex III: cytochrome bc1 (ubiquinol oxidase) at Qo site (cyt b gene)	QoI-fungicides (Quinone outside Inhibitors)	methoxy-acrylates	azoxystrobin	High risk	11
			methoxy-carbamates	pyraoxystrobin		
			oximino-acetates	pyraclostrobin		
		kresoxim-methyl				
C5:uncouplers of oxidative phosphorylation		dinitrophenyl crotonates	dinocap	Resistance not known	29	
D: Amino acids and protein	D1: methionine biosynthesis (proposed) (cgs gene)	AP-fungicides (Anilino-Pyrimidines)	anilino-pyrimidines	cyprodinil	Medium risk	9
F: Lipids and membran	F2: phospholipid biosynthesis, methyl-transferase	phosphorothiolates	phosphoro-thiolates	pyrazophos	Low to medium risk	6
G: Sterol biosynthesis in membranes	G1: C14-demethylase in sterol biosynthesis (erg11/cyp51)	DMI-fungicides (DeMethylation Inhibitors) (SBI: Class I)	pyrimidines	fenarimol	Medium risk	3
				nuarimol		
			imidazoles	imazalil		
				triflumizole		
			triazoles	difenconazole		
	myclobutanil					

Tabulka č.3: pokračování ze strany 46

G: Sterol biosynthesis in membranes	G1: C14-demethylase in sterol biosynthesis (erg11/cyp51)	DMI-fungicides (DeMethylation Inhibitors) (SBI: Class I)	triazoles	penconazole propiconazole tebuconazole triadimefon	Medium risk	3
	G2: Δ 14-reductase and Δ 8 \rightarrow Δ 7-isomerase in sterol biosynthesis (erg24, erg2)	Amines ("Morpholines") (SBI: Class II)	morpholines	tridemorph fenpropimorph	Low to medium risk	5
Multi-site contact activity	Multi-site contact activity	inorganic	inorganic	copper (diff.salts)	Low risk	M1
		inorganic	inorganic	sulphur		M2
		dithiocarbamates and relatives	dithio-carbamates	mancozeb		M3
		chloronitriles (phthalonitriles)	chloronitriles (phthalonitriles)	chlorothalonil		M5
				ditalimfos*		M10
		quinoxalines	quinoxalines	quinomethyonat		
Unknow mode of action	Unknown	phenyl-acetamide	phenyl-acetamide	cyflufenamid**	Resistance in Sphaerotheca	U6
Not-classified	Unknown	diverse	diverse	mineral oils	Resistance not known	NC
				organic oils		
				potassium bicarbonate**		
				material of biological origin		

MOA: Je kód sloužící k odlišení jednotlivých fungicidních skupin podle jejich biochemického účinku, značí se písmeny A až I s číslicí.

TARGET SITE AND CODE (cílové místo a kód): Jsou k dispozici pro upřesnění, v mnoha případech ovšem není cílové místo známo.

FRAC CODE: Je kód značen písmeny a čísly, rozlišuje fungicidy do skupin dle chování při cross-rezistenci.

Čísla byla přidělena podle uvádění výrobku na trh (poslední aktualizace 2017).

* potvrzena rezistence dané účinné látky v letech 2012-2017

** prokázána (překvapivá) účinnost v letech 2012-2017

1.12. Přípravky registrované v ČR proti padlí dýňovitých

Stejně jako v jiných částech světa se i v České Republice v boji s padlí dýňovitých, jenž každoročně způsobuje infekci na pěstovaných druzích dýňovité (tykvovité) zeleniny, využívá řada fungicidů. Jde o přípravky komerčně dostupné, jak pro malospotřebitele v tzv. hobby baleních, tak i v baleních pro velkoplošnou aplikaci v zemědělství, a registrované v ČR proti tomuto patogenu. Pravidelnou registraci přípravků na ochranu rostlin zabezpečuje Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ), který každý rok vytváří a zpřístupňuje Seznam povolených přípravků a dalších prostředků na ochranu rostlin. Tímto seznamem naplňují svou povinnost informovat veřejnost o přípravcích, které jsou v České Republice právě povoleny, uváděny na trh a využívány. Kompletní seznam je vydáván ve formě Věstníků, jež jsou pravidelně čtvrtletně aktualizovány (ÚKZÚZ, 2017). Zastoupení povolených přípravků na padlí dýňovitých pro ČR se v Registru přípravků na ochranu rostlin rovněž obměňuje a každoročně aktualizuje v souvislosti s nově uváděnými přípravky na trh prostřednictvím jednotlivých mezinárodních společností a též s informacemi o vývoji stavu rezistence patogenů k jednotlivým přípravkům. Tuto skutečnost zobrazuje **tabulka číslo 4**, kde je zpracován seznam přípravků, které byly v ČR registrovány na ochranu porostů dýňovité (tykvovité) zeleniny vůči padlí dýňovitých v roce 2014, 2015 a v letech 2016-2017.

Tabulka č.4: Seznam přípravků povolených v České republice proti padlí dýňovitých pro rok 2014, 2015, 2016 a 2017 (zdroj: Seznam registrovaných přípravků a dalších prostředků na ochranu rostlin 2014, 2015, 2016 a 2017, Věstník LEDEN 2014, LEDEN 2015, LEDEN 2016, LEDEN 2017, ÚKZÚZ - webové stránky)

Rok	Přípravek	Účinná látka	Obsah účinné látky	Dávkování (v l/ha)	Výrobce
2014 - 2017	Ortiva	Azoxystrobin	250 g/l	1l/ha	Syngenta Lim. Guildfort
	Collis	Boskalid + Kresoxim-methyl	200 g/l + 100 g/l	0,5 - 0,75 l/ha	BASF SE
	Kumulus WG	Síra	80% (800 g/kg)	2 kg/ha (0,4%)	BASF SE
	Sulfolac 80 WG	Síra	798,4 g/kg	1,5 kg/ha 600 l vody/ha	Agrostulln GmbH
	Sulfurus	Síra	798,4 g/kg	1,5 kg/ha 600 l vody/ha	Agrostulln GmbH

Součástí webových stránek eAGRI (2017) je dále také Rostlinolékařský portál, který má za úkol usnadnit uživatelům orientaci ve složitých otázkách integrované ochrany

roślin (IOR) v návaznosti na nové požadavky vyplývající z evropské legislativy (RL Portál, 2017).

Ze srovnání všech tří let plyne, že spektrum registrovaných fungicidů v ČR vůči padlí dýňovitých se za poslední dobu nijak nezměnilo. Avšak jedná se pouze o náhodný stav, který rozhodně není pravidlem pokud se podíváme do Registru přípravků na jiného patogena, např. na druh *Pseudoperonospora cubensis*, původce plísňe dýňovitých. Je to pravděpodobně dáno tím, že v ČR jsou v polích podmínkách, tedy velkoplošně pěstovány převážně okurky a na těchto porostech se plíseň dýňovitých ve srovnání s padlím objevuje dříve a způsobuje každoroční epidemický výskyt. Ojediněle dochází k pozdější infekci těchto porostů padlím, takže právě plísní je v ČR věnována větší pozornost, což dokazuje i větší spektrum registrovaných přípravků vůči tomuto patogenu ve srovnání s padlím. Pro ochranu porostů dýňovité (tykvovité) zeleniny vůči padlí dýňovitých se tak stále v ČR využívá pět fungicidů. Tři z nich jsou přípravky kontaktní, nesystémové, všechny na bázi síry (Kumulus WG, Sulfolac 80 WG a Sulfurus). Dalším přípravkem je pak Ortiva s účinnou látkou azoxystrobinem (C3: QoI, FRAC 11 methoxy-acrylates), jež se stala mnohými odborníky a zahrádkáři často doporučovaným a využívaným prostředkem. Posledním, nejpozději zavedeným přípravkem je vícesložkový fungicid Collis, který obsahuje jednak účinnou látku boscalid (C2: SDHI, FRAC 7, pyridine-carboxamide) a také kresoxim-methyl (C3: QoI, FRAC 11 oximino-acetates).

1.13. Rezistence padlí dýňovitých vůči fungicidům v ČR

V České Republice je problematika rezistence padlí dýňovitých, podobně jako v zahraničí, také intenzivně studována, a to již od roku 2001 vědeckým týmem pod vedením profesora Aleše Lebedy na Katedře Botaniky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, kde se tedy již 17. rokem při laboratorních pokusech sledují rizika vzniku potenciálních rezistencí v populacích tohoto patogenu vůči vybraným fungicidům. Hlavním cílem tohoto výzkumu je tedy monitorování českých populací padlí dýňovitých z hlediska jejich rezistence k vybraným skupinám fungicidů používaným v ČR v ochraně porostů dýňovité (tykvovité) zeleniny vůči padlí (Lebeda et al., 2010b; Lebeda a Sedláková, 2004; Sedláková a Lebeda, 2008, 2010).

Na tomto pracovišti se sledovala účinnost převážně 4 hlavních fungicidních přípravků, které byly používány v boji proti padlí dýňovitých. Jednalo se o přípravky

Rubigan 12 EC (fenarimol), Karathane LC (dinocap), Topsin M 70 WP (thiophanate-methyl) a Ortiva (azoxystrobin). Dále byl testován také přípravek Fundazol 50 WP (benomyl), ačkoliv jde o látku, které již v roce 2004 vypršela platnost registrace v ČR. I přes tuto skutečnost se však frekvence výskytu rezistentních kmenů nadále v českých populacích tohoto patogenu sledovala. Všechny těchto pět testovaných fungicidů patří do různých skupin FRAC, a v boji vůči tomuto patogenu působí vzhledem ke své odlišné chemické povaze na jiné fáze vývoje patogenu. (Lebeda et al., 2010). Právě činností vědeckého týmu profesora Lebedy došlo díky intenzivnímu výzkumu této problematiky v letech 2001-2011 k nashromáždění velkého množství experimentálních dat. Studium výsledků tohoto jedenáctiletého výzkumu se ukázalo, že testované přípravky vykazovaly různý stupeň účinnosti na studovanou patogenní populaci, přičemž v průběhu let byly také zaznamenány změny ve frekvenci výskytu kmenů obou patogenů senzitivních, tolerantních, či rezistentních u některých testovaných. Tyto změny jsou důsledkem nejen případně vznikajících rezistencí, ale také mohou být dány virulencí izolátů, a právě tento argument je zásadní pro další pokračování výzkumu. (Lebeda et al., 2010)

V současnosti je navíc paleta testovaných fungicidů rozšířena ještě o další 4 přípravky. Jedná se o Atlas 500 CS (quinoxifen), Bumper 25 EC (propiconazol), Topas 100 EC (penconazol) a Corbel (fenpropimorph). Právě účinnost těchto přípravků je od roku 2012 taktéž pozorně sledována a dosud byly publikovány výsledky pouze z dvouletého období testování (2012-2013) (Sedláková et al., 2017).

Tabulka č.5: Testované koncentrace fungicidů z let 2010-2011 (zdroj: Seznam registrovaných přípravků a dalších prostředků na ochranu rostlin 2014, ÚKZÚZ)

Účinná látka	Koncentrace účinné látky (µg/ml) / koncentrace fungicidu (%)				
	1	2	3*	4	5
fenarimol	9,6 / 0,008	18 / 0,015	36 / 0,03	72 / 0,06	144 / 0,12
dinocap	28 / 0,008	52,5 / 0,0015	105 / 0,03	210 / 0,06	420 / 0,12
benomyl	62,5 / 0,0125	125 / 0,025	250 / 0,05	500 / 0,1	1000 / 0,2
thiophanate-methyl	131,25 / 0,018	262,5 / 0,037	525 / 0,075	1050 / 0,15	2100 / 0,3
azoxystrobin	125 / 0,05	250 / 0,1	500 / 0,2	1000 / 0,4	2000 / 0,8
quinoxifen	-----	165 / 0,033	330 / 0,066	660 / 0,132	-----
penconazol	-----	15 / 0,015	30 / 0,03	60 / 0,06	-----
propiconazol	-----	197,54 / 0,083	395,08 / 0,166	790,16 / 0,332	-----
fenpropimorph	-----	1500 / 0,2	3000 / 0,4	6000 / 0,8	-----

* koncentrace doporučená výrobcem

Dílčí výsledky tohoto dlouhodobého výzkumu byly již publikovány v řadě vědeckých časopisech či prezentovány na domácích i zahraničních konferencích a též byly součástí několika bakalářských (Paulík, 2011; Šrajbr, 2015) či diplomových (Jeřábková 2010; Paulík, 2014) prací (Jeřábková, 2010; Lebeda et al., 2010b, 2012, 2015; Lebeda a Sedláková, 2004, 2005, 2011; Paulík, 2011, 2014; Sedláková a Lebeda, 2004a,b, 2006, 2008, 2010; Sedláková et al., 2009, 2012a,b; Šrajbr, 2015).

RUBIGAN 12 EC (fenarimol)

Přípravek Rubigan 12 EC s účinnou látkou fenarimol se během testovaného období jevil jako vysoce účinný proti padlí dýňovitých. Mezi lety 2001-2011 byla u téměř 85% testovaných izolátů pozorována vysoká účinnost, tedy i nejnižších koncentracích přípravku. Ostatní izoláty navíc vykazovaly pouze ojediněle rezistenci, zaznamenanou pouze na nejnižších koncentracích. Od samotného počátku testování se přípravek jevil jako vysoce účinný. Až v roce 2002 byl zaznamenán výskyt rezistence, a to na koncentraci 9,6 μ g a 18 μ g účinné látky u izolátů Go (Sedláková a Lebeda, 2008). Nicméně při testech v letech 2003 a 2004 se obavy z vytvoření rezistence k tomuto fungicidu v populaci padlí dýňovitých dále nepotvrdily (Sedláková a Lebeda, 2008). V roce 2005 však došlo opět k určitému zvýšení rezistence (Lebeda, et al. 2010), a tentokrát se tak stalo u obou druhů patogenů (Go i Px), kdy se sporulace objevila v jediném případě dokonce i na druhé nejvyšší koncentraci 72 μ g účinné látky. Během dalších šesti let měly výsledky testů u tohoto fungicidu podobný charakter jako v letech předchozích, kdy se jen vzácně objevila tolerance/resistence, a to pouze na nejnižších koncentracích. Celkové však lze říci, že fenarimol se jevil v celém studovaném období téměř 100% účinný v podmínkách ČR. (Jeřábková, 2010; Lebeda et al., 2010b; Lebeda a Sedláková, 2004, 2005, 2011; Paulík, 2011; Paulík, 2014; Sedláková a Lebeda, 2004 a,b; 2006, 2008, 2010; Sedláková et al., 2009, 2012 a,b, 2017).

KARATHANE LC (dinocap)

Přípravek Karathane LC s účinnou látkou dinocap se během testovaného období ukázal jako vysoce účinný proti padlí dýňovitých. Mezi roky 2001-2009 byla zaznamenána u 70% všech izolátů 100%-ní účinnost, tedy i na nejnižších koncentracích přípravku. Nicméně v některých letech jeho účinnost mírně klesla, kdy se vyskytly kmeny s tolerancí či rezistencí testovaných koncentrací, a to i vůči nejvyšším testovaným koncentracím. Pokles účinnosti tohoto přípravku byl v české populaci padlí dýňovitých zaznamenán již v roce 2001, a to u obou patogenů (Sedláková a Lebeda, 2008). Další

podobná reakce se v české populaci tohoto patogenu opakovala i v roce 2002, a to pouze u patogenu Go, a v roce 2004 jen u patogenu Px (Sedláková a Lebeda, 2008). A v celém období let 2001-2011 byly v českých populacích sice vzácně, ale zaznamenány kmeny s tolerancí nižších testovaných koncentrací (Lebeda et al., 2010). Zhodnotíme-li celé období 2001-2011 z hlediska reakce české populace padlí dýňovitých na doporučené koncentraci pro ošetření plodin, můžeme konstatovat 96% účinnost přípravku, z tohoto pohledu lze tento přípravek považovat za účinný v podmínkách ČR. Také v následujících letech 2012-2013 se přípravek osvědčil jako velice účinný, kdy například v roce 2012 téměř 80% všech testovaných izolátů nevykazovalo žádnou sporulaci. V obou rocích však mezi vzorky byly opět zřídka pozorovány tolerantní izoláty. Každopádně frekvence výskytu kmenů s tolerancí či rezistencí vůči testovaným koncentracím tohoto fungicidu se během celé sledované periody 2001-2013 lišila a z tohoto hlediska se jeví jako potřebné reakci české populace vůči tomuto fungicidu sledovat i nadále. (Jeřábková, 2010; Lebeda et al., 2010b, 2015; Lebeda a Sedláková, 2004, 2005, 2011; Paulík, 2011, 2014; Sedláková a Lebeda, 2004 a,b; 2006, 2008, 2010; Sedláková et al., 2009, 2012 a,b, 2017; Šrajbr, 2015).

FUNDAZOL 50 WP (benomyl)

Přípravek Fundazol 50 WP s účinnou látkou benomyl se během testovaného období ukázal být neefektivním prostředkem vůči padlí dýňovitých. V období 2001-2004 byla většina patogenní populace (88% testovaných izolátů patogenu Go a 97% Px) plně rezistentní vůči tomuto fungicidu (Sedláková a Lebeda, 2008). Do roku 2003 pouze jediný izolát Px a devět Go vykazovalo senzitivní reakci vůči testovaným koncentracím tohoto fungicidu (Sedláková a Lebeda, 2008). Ale celkově lze brát tento přípravek v období do roku 2007 jako neúčinný (Lebeda et al., 2010). Následné čtyřleté období (2008-2011) sledování jeho účinku v českých populacích padlí dýňovitých pouze potvrdilo předchozí závěry. Na základě výsledků z let 2001-2011 lze tedy Fundazol 50 WP považovat za neúčinný v podmínkách ČR. (Lebeda et al., 2010b; Lebeda a Sedláková, 2004, 2005, 2011; Paulík, 2011; Paulík, 2014; Sedláková a Lebeda, 2004 a,b; 2006,2008, 2010; Sedláková et al., 2009, 2012 a,b, 2017).

TOPSIN M 70 WP (thiophanate-methyl)

Přípravek Topsin M 70 WP s účinnou látkou thiophanate-methyl se během testovaného období (2005-2011) jevil (stejně jako Fundazol 50 WP) jako neúčinný fungicid proti padlí dýňovitých. Už v prvním roce, kdy začal být testován, tedy v roce

2005 již vykazoval nízkou účinnost (Lebeda et al., 2010). Do roku 2009 bylo 77% všech testovaných izolátů plně rezistentních a v následujícím období let 2010-2011 došlo dokonce ke zvýšení až na 80%. Na základě výsledků z let 2001-2011 lze tedy Topsin M 70 WP považovat za neúčinný v podmínkách ČR. (Jeřábková, 2010; Lebeda et al., 2010b, 2012; Lebeda a Sedláková, 2011; Paulík, 2011; Paulík, 2014; Sedláková a Lebeda, 2010; Sedláková et al., 2009, 2012 a,b, 2017)

ORTIVA (azoxystrobin)

Přípravek Ortiva s účinnou látkou azoxystrobin vykazoval během testovaného období (2007-2011) nízkou účinnost proti padlí dýňovitých. Už v prvním roce testování (2007) se tento fungicid jevil efektivní jen částečně a podobná situace byla i v následujících dvou letech (2008 a 2009). Reakce české populace tohoto patogenu vůči azoxystrobinu však byla ve sledovaném období zcela odlišná od její reakce k ostatním testovaným fungicidům. V českých populacích totiž byly zastoupeny buď kmeny zcela senzitivní vůči všem testovaným koncentracím azoxystrobinu nebo naopak zcela rezistentní vůči němu. A v jednotlivých letech se frekvence zastoupení těchto kmenů lišila, a to i v rámci obou druhů. Od roku 2010 došlo ke zvýšení frekvence výskytu kmenů zcela rezistentních vůči všem testovaným koncentracím (59% izolátů v roce 2010, 89% izolátů v roce 2011). V posledních dvou studovaných letech 2012-2013 přípravek potvrdil nízkou účinnost v kontrole padlí dýňovitých, kdy například v roce 2012 bylo zaznamenáno téměř 50% izolátů plně rezistentních vůči přípravku. Celkově lze z výsledků tohoto pětiletého výzkumu říci, že v české populaci padlí dýňovitých došlo ke zvýšení frekvence výskytu kmenů zcela rezistentních k tomuto fungicidu, a jeho praktické využití by tedy mělo být vždy ještě podrobena důkladnému zvážení (Jeřábková, 2010; Lebeda et al., 2010b, 2012, 2015; Lebeda a Sedláková, 2011; Paulík, 2011, 2014; Sedláková a Lebeda, 2010; Sedláková et al., 2009, 2012 a,b, 2017; Šrajbr, 2015).

ATLAS 500 CS (quinoxifen)

Přípravek Atlas 500 CS s účinnou látkou quinoxifen vykazoval v letech 2012-2013 sníženou účinnost. V roce 2012 50% všech otestovaných izolátů (30% Go, 70% Px) sice bylo kontrolováno všemi testovanými koncentracemi, avšak téměř 30% zkoumané populace vykazovalo nízkou sporulaci i v nejvyšších koncentracích přípravku. V obou dosavadních letech byly zároveň pozorovány výrazné rozdíly mezi četností výskytu rezistentních či tolerantních mezi oběma druhy padlí. Nelze však z výsledků dvouletého výzkumu vytvářet nějaké zásadní závěry, ale zdá se, že v české populaci padlí dýňovitých

vykazuje tento přípravek sníženou účinností, která by měla být předmětem dalšího zkoumání. (Lebeda et al., 2015; Sedláková et al., 2017; Šrajbr, 2015)

BUMPER 25 EC (propiconazol)

Přípravek Bumper 25 EC s účinnou látkou propiconazol vykazoval v letech 2012-2013 vysokou účinností. V roce 2012 byla zaznamenána jeho 100% účinnost, tedy u žádného z testovaných izolátů u obou patogenů nebyla pozorována sporulace, ani slabá na žádné z testovaných koncentrací. Celkově lze z výsledků dvouletého výzkumu opět pouze těžko vytvářet nějaké zásadní závěry, avšak dosavadní výsledky dávají napovědět, že daný přípravek se v české populaci padlí dýňovitých chová jako velmi účinný a skýtá vysoký potenciál. (Lebeda et al., 2015; Sedláková et al., 2017; Šrajbr, 2015)

CORBEL (fenpropimorph)

Přípravek Corbel s účinnou látkou fenpropimorph vykazoval v letech 2012-2013 vysokou účinností. V roce 2012 byla u něj zaznamenána dokonce 100% účinnost, tedy u žádného z testovaných izolátů u obou patogenů nebyla pozorována sporulace. Zároveň však u tohoto přípravku bylo zjištěno, že se na listových discích neošetřených fungicidem projevil fyto toxický efekt přípravku. Z tohoto důvodu musela být testována u každého izolátu ještě další kontrola, která byla umístěna do zvláštního samostatného boxu k zajištění správnosti naočkování disků při testování. Celkově lze z výsledků dvouletého výzkumu opět pouze těžko vytvářet nějaké zásadní závěry, avšak dosavadní výsledky naznačují, že daný přípravek, ač fyto toxický, se v české populaci padlí dýňovitých jeví jako velmi účinný. (Lebeda et al., 2015; Sedláková et al., 2017; Šrajbr, 2015)

TOPAS 100 EC (penconazol)

Přípravek Topas 100 EC s účinnou látkou penconazol vykazoval v letech 2012-2013 vysokou účinností. V roce 2012 byl 100% účinný, pouze u několika testovaných izolátů obou patogenů se objevila slabá sporulace na nejnižších testovaných koncentracích. Celkově však z výsledků dvouletého výzkumu jen těžko můžeme tvořit nějaké zásadní závěry, nicméně dosavadní výsledky napovídají, že daný přípravek má v české populaci padlí dýňovitých vysoký potenciál. (Lebeda et al., 2015; Sedláková et al., 2017; Šrajbr, 2015)

2. Materiál a metody

2.1. Metoda listových disků

2.1.1. Rostlinný materiál

Pro testování rezistence vůči padlí dýňovitých byly použity listy okurky seté (*Cucumis sativus*), náchylné odrůdy Stela F1.

Nejprve byla semena vyseta do malých plastových kelímků o průměru 7 cm s perlitem. Poté, co se vyvinuly děložní lístky, byly sazenice přemístěny do květináčů se zeminou a zahradnickým substrátem (poměr 2:1). Rostliny byly pěstovány ve skleníku při teplotě 25°C/15 °C (den/noc), zde denně zalévány a jednou týdně přihnojeny (Kristalon Start – NU3 B. V., Vlaardingen, Nizozemsko). Listy pro přípravu listových disků byly odebírány z šest až osm týdnů starých rostlin (ve stádiu 3-6 pravého listu) (Lebeda, 1986).

2.1.2. Původ, charakteristika a uchovávání izolátů padlí dýňovitých

Hostitelskou rostlinou pro udržení kultury jednotlivých izolátů padlí dýňovitých byly semenáčky těchto druhů a odrůd: okurka setá (*Cucumis sativus*) náchylných odrůd (cv. Stela F1 nebo Marketer 430), případně náchylné odrůdy melounu cukrového (*Cucumis melo*) Solartur které byly před inokulací přechovávány v kelímcích s perlitem ve skleníku při teplotě 25°C/15 °C (den/noc) a denně zalévány. Kultury padlí dýňovitých byly udržovány na semenáčcích výše zmiňovaných náchylných odrůd okurky seté (*Cucumis sativus*) nebo melounu cukrového v plastových krabičkách ve fytotronu při teplotě 24°C ve dne a 18°C v noci a 12ti hodinové fotoperiodě. Krabičky byly přikryty plastovými víky, aby se zabránilo šíření konidií (viz. **Přílohy: Obrázek č.7**). Vždy zhruba po čtrnácti dnech byly kultury přeočkovány na nové rostliny, a to přenesením konidií pouhým přiložením listu s udržovanou kulturou izolátu na děložní lístky již výše zmiňovaných náchylných odrůd okurky nebo melounu cukrového (Lebeda a Sedláková, 2010).

V **tabulkách číslo 6 a 7** jsou seznamy izolátů padlí dýňovitých pocházejících z různých lokalit ČR z roku 2014 a 2015 použitých pro testování rezistence k fungicidům.

Tabulka č.6: Seznam izolátů padlí dýňovitých použitých pro testování rezistence k fungicidům v roce 2014

Číslo izolátu	Kraj	Okres	Lokalita	Místo	Hostitelská rostlina	SN	Patogen	Datum sběru
14/14	JHM	HO	Veselí nad Moravou	pole	CP	4	Go	12.8.2014
20/14 2	OLK	PV	Olšany u Prostějova	zahrada	CM	1	Go	14.8.2014
61/14	STC	MB	Řitonic	zahrada	CP	2	Go	20.8.2014
75/14	OLK	OC	Olomouc-Holice	skleník	<i>Bhisp</i>	3	Go	28.9.2014
3/14	OLK	PR	Polkovice (před obcí)	zahrada	CP	4	Px	12.8.2014
5/14	OLK	PR	Kojetín	zahrada	CP	3	Px	12.8.2014
11/14	ZLK	UH	Ostrožská Nová Ves	zahrada	CP	2	Px	12.8.2014
15/14	JHM	HO	Vnorovy	pole	CP	4	Px	12.8.2014
16/14	JHM	HO	Strážnice	pole	CP	3	Px	12.8.2014
17/14	JHM	HO	Čejč	pole	CP	4	Px	12.8.2014
19/14	JHM	HO	Velké Bílovice	pole	CP	4	Px	12.8.2014
26/14	OLK	PV	Plumlov	zahrada	CM	1	Px	14.8.2014
29/14	JHM	BK	Křtiny	zahrada	CP	4	Px	14.8.2014
32/14	JHM	BO	Ořechov	zahrada	CP	4	Px	14.8.2014
33/14	JHM	BO	Moravské Bránice	zahrada	CP	4	Px	14.8.2014
35/14	JHM	ZL	Moravský Krumlov - Polánka	zahrada	CM	1	Px	14.8.2014
36/14	JHM	ZL	Dobelice	zahrada	CP	3	Px	14.8.2014
37/14	JHM	ZL	Dobelice	zahrada	CM	1	Px	14.8.2014
47/14	PAK	UO	Choceň, u OSEVY	zahrada	CP	2	Px	19.8.2014
52/14	HKK	RK	Opočno	zahrada	CP	2	Px	19.8.2014
58/14	HKK	JC	Sobotka-Staňkova Lhota	zahrada	CP	2	Px	20.8.2014
66/14	OLK	OC	Olomouc-Holice	pole	<i>Lag</i>	1	Px	21.8.2014
68/14	OLK	OC	Olomouc-Holice	pole	<i>Clan</i>	1	Px	21.8.2014
69/14	OLK	OC	Olomouc-Holice	pole	CP	4	Px	21.8.2014
70/14	OLK	OC	Olomouc-Holice	pole	CM	4	Px	21.8.2014

Tabulka č.7: Seznam izolátů padlí dýňovitých použitých pro testování rezistence k fungicidům v roce 2015

Číslo izolátu	Kraj	Okres	Lokalita	Místo	Hostitelská rostlina	SN	Patogen	Datum sběru
2/15	OLK	PV	Plumlov	zahrada	CP	1	Go	10.8.2015
3/15	JHM	BK	Lipovec	zahrada	CP	3	Go	10.8.2015
7/15	JHM	BO	Želešice	pole	CP	1	Go	10.8.2015
10/15	JHM	ZN	Hostěradice - Míšovice	zahrada	CP	1	Go	10.8.2015
15/15	ZLK	KM	Střížovice	zahrada	CP	2	Go	11.8.2015
17/15	ZLK	ZL	Napajedla	zahrada	CP	1	Go	11.8.2015
19/15	ZLK	UH	Ostrožská Nová Ves-Chylice	zahrada	CP	2	Go	11.8.2015
20/15	JHM	HO	Mutěnice	zahrada	CP	2	Go	11.8.2015
21/15	JHM	HO	Čejč	pole	CM	1	Go	11.8.2015
22/15	JHM	BV	Velké Bílovice	pole	CP	1	Go	11.8.2015
23/15	PAK	SY	Bohuňovice	zahrada	CP	3	Go	12.8.2015
24/15	PAK	UO	Choceň, u OSEVY	zahrada	CM	1	Go	12.8.2015
32/15	STC	NY	Krchleby	zahrada	<i>Cme</i>	1	Go	12.8.2015
36/15	OLK	OC	Olomouc-Holice	pole	CP	4	Go	20.8.2015
4/15	JHM	BK	Kotvrdovice	zahrada	CM	1	Px	10.8.2015
16/15	ZLK	KM	Kvasice	zahrada	CP	3	Px	11.8.2015
27/15	HKK	RK	Dobruška	zahrada	CP	1	Px	12.8.2015
29/15	HKK	JC	Konecchlumí	zahrada	CP	2	Px	12.8.2015
30/15	HKK	JC	Jičín-Robousy	zahrada	CP	1	Px	12.8.2015
34/15	OLK	OC	Olomouc-Holice	pole	<i>Cme</i>	1	Px	20.8.2015
37/15	OLK	OC	Olomouc-Holice	pole	<i>Cmosch</i>	2	Px	20.8.2015
40/15	MSK	NJ	Nový Jičín-Kojetín	zahrada	CM	1	Px	24.8.2015
42/15	OLK	PV	Protivanov	skleník	CS	4	Px	10.9.2015
43/15 2	MSK	NJ	Nový Jičín-Kojetín	zahrada	CS	2	Px	25.9.2015
44/15 2	MSK	NJ	Nový Jičín-Kojetín	zahrada	CP	4	Px	25.9.2015

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

CP - *Cucurbita pepo*, **CM** - *Cucurbita maxima*, **Cme** - *Cucumis melo*, **Cmosch** - *Cucurbita moschata*, **CS** - *Cucumis sativus*; **Lag** - *Lagenaria siceraria*, **Clan** - *Citrullus lanatus*, **Bhisp** - *Benincasa hispida*

Go - *Golovinomyces orontii*, **Px** - *Podosphaera xanthii*

Kraje ČR:

OLK – Olomoucký, **JHM** – Jihomoravský, **MSK** – Moravskoslezský, **ZLK** – Zlínský, **STC** – Středočeský, **HKK** – Královéhradecký, **PAK** – Pardubický

Okresy ČR:

BK – Blansko, **BO** – Brno-venkov, **BV** – Břeclav, **HO** – Hodonín, **JC** – Jičín, **KM** – Kroměříž, **MB** – Mladá Boleslav, **NJ** – Nový Jičín, **NY** – Nymburk, **OC** – Olomouc, **PR** – Přerov, **PV** – Prostějov, **RK** – Rychnov nad Kněžnou, **SY** – Svitavy, **UH** – Uherské Hradiště, **UO** – Ústí nad Orlicí, **ZL** – Zlín, **ZN** – Znojmo

2.1.3. Modifikovaná metoda listových disků a použité fungicidy

K testování rezistence či tolerance vybraných souborů obou druhů padlí na dýňovitých (tykvovitých) vůči fungicidům, izolátů z roku 2014 a 2015, byla použita modifikovaná metoda listových disků (Anonymus, 1982; Sedláková a Lebeda, 2004 a,b, 2006, 2008).

Pro testování bylo vybráno šest fungicidních přípravků: **Atlas 500 CS** (účinná látka quinoxifen), **Karathane LC** (ú.l. dinocap), **Ortiva** (ú.l. azoxystrobin), **Topas 100 EC** (ú.l. penconazole), **Bumper 25 EC** (ú.l. propiconazole) a **Corbel** (ú.l. fenpropimorph). Všechny tyto fungicidy s danou účinnou látkou, se testovaly ve třech koncentracích. Jedna z koncentrací (prostřední) byla doporučena výrobcem a dále pak jedna nad a jedna pod touto hranicí (**tabulka č.8**). Destilovaná voda sloužila jako kontrola.

Tabulka č.8: Testované koncentrace fungicidů.

Fungicid	Účinná látka	Koncentrace účinné látky (µg/ml) / koncentrace fungicidu (%)		
		1	2*	3
Atlas 500 CS	quinoxifen	165 / 0,033	330 / 0,066	660 / 0,132
Karathane LC	dinocap	52,5 / 0,015	105 / 0,03	210 / 0,06
Ortiva	azoxystrobin	250 / 0,1	500 / 0,2	1000 / 0,4
Topas 100 EC	penconazol	15 / 0,015	30 / 0,03	60 / 0,06
Bumper 25 EC	propiconazol	197,54 / 0,083	395,08 / 0,166	790,16 / 0,332
Corbel	fenpropimorph	1500 / 0,2	3000 / 0,4	6000 / 0,8

* koncentrace doporučená výrobcem

Poté bylo korkovrtem (průměr 15mm) vykrájeno z listů okurky celkem 15 listových disků (3 opakování po 5 discích) pro každou koncentraci určitého fungicidu. Pro přípravu listových disků byly použity listy náchylné odrůdy *C. sativus* Stela F1, nejlépe ve stádiu 3-6 pravého listu (Lebeda, 1986). Následně byly tyto listové disky ponořeny do plastových boxů (190 x 140 x 65 mm) s roztokem testovaného fungicidu příslušné koncentrace a ponechány v něm po dobu 30 minut. Poté byl roztok fungicidu slit a listové disky byly narovnány svrchní stranou do plastových krabiček (190 x 140 x 65 mm), které byly nejprve vytřeny 96% roztokem líhu a které byly vystlány buničitou vatou a filtračním papírem a navlhčeny destilovanou vodou. V každé krabičce byly umístěny 2 koncentrace a

v rámci každé koncentrace bylo uloženo celkem 15 listových disků (3 opakování po pěti discích). Na 1 izolát / 1 testovaný fungicid tak připadaly 2 plastové krabičky (K, I; II, III): 1. krabička = K + I. koncentrace; 2. krabička = II. + III. koncentrace. Krabičky byly ponechány přibližně hodinu otevřené ve sterilní místnosti, aby listové disky oschly, a poté byly přikryty víčkem. Po 24 hodinách byly disky inokulovány (naočkovány) příslušnými izoláty Go a Px, a to přiložením děložního lístku (*C.sativus* "Stela F1") pokrytého sporulujícím myceliem (viz. **Přílohy: Obrázek č.8**). Inkubace probíhala ve stejných podmínkách jako přechovávání izolátů (viz. **Přílohy: Obrázek č.9**).

2.1.4. Charakteristika testovaných fungicidů

ATLAS 500 SC (výrobce Dow AgroSciences Ltd., Velká Británie)

Atlas je postřikový fungicid ve formě suspenzního koncentrátu proti padlí travnímu na pšenici a ječmeni. Účinná látka je zde quinoxifen, která patří mezi inhibitory signálních drah. Působí jako protektivní fungicid, který působí na buněčné úrovni, kde inhibuje tvorbu primárních apresorií. Současně též brání klíčení spor. Látka proniká do rostlinných pletiv a dlouhodobě je chrání, především nově vzrůstající vrcholy. V porostu přetrvává 4-8 týdnů. Přípravek je nebezpečný pro životní prostředí. (Převzato z etikety přípravku - viz. **Přílohy: Obrázek č.13**)

TOPAS 100 EC (výrobce Syngenta Crop Protection AG, Basel, Švýcarsko)

Fungicidní přípravek ve formě emulgovatelného koncentrátu určený k ochraně jabloně proti padlí, jádrovín proti strupovitosti a révy vinné, okurek, rajčat a paprik proti padlí révovému. Účinnou látkou je zde penconazol, který patří mezi inhibitory sterolové biosyntézy. Jedná se o systémový fungicid, který proniká do rostliny prostřednictvím listů do 24 hodin po aplikaci. Po uplynutí této doby nedochází k jeho smytí z povrchu listů deštěm. Penconazol je rozváděn vodivým systémem rostliny především směrem ke vzrostným vrcholům, k novým přírůstkům a poskytuje preventivní i kurativní účinky. Látka působí na mycelium, respektive hyfy. Přípravek je toxický a nebezpečný pro životní prostředí. (Převzato z etikety přípravku - viz. **Přílohy: Obrázek č.18**)

KARATHANE LC (výrobce Dow AgroSciences Ltd., Itálie)

Karathane je postřikový emulgovatelný koncentrát, který je potřeba před aplikací naředit vodou a používá se proti padlí na jabloních, révě vinné, okurkách, mrkvi, petrželi, tabáku, růžích a padlí americkému na angreštu. Účinnou látkou je zde dinocap, který patří

mezi inhibitory dýchání. Jedná se o kontaktní fungicid s kurativním, eradikativním (hubícím) a preventivním účinkem na různé druhy padlí a současně omezující populace svilušek. Dále unikátně působí proti přezimujícím myceliím padlí v sadech a vinných sadech, a proto bývá zařazován do prvních postřiků. Přípravek je toxický a nebezpečný pro životní prostředí. (Převzato z etikety přípravku - viz. **Přílohy: Obrázek č.16**)

BUMPER 25 EC (výrobce Irvita Plant Protection N.V., Curacao, Nizozemské Antily)

Postřikový fungicidní přípravek ve formě emulgovaného koncentrátu k ochraně proti chorobám listů a klasů v porostech pšenice, žita a ječmene a proti námelu v semenných porostech trav. Účinnou látkou je zde propiconazol, který patří mezi inhibitory sterolové biosyntézy. Jedná se o systémový fungicidní přípravek s protektivní a kurativní účinností s vysokou tenzí par určený na choroby listů a klasů jako je například padlí travní (*Erysiphe graminis*), rez plevová (*Puccinia glumarum* /syn. *Puccinia striiformis*), rez ječná (*Puccinia triticina*), hnědá skvrnitost (*Pyrenophora teres*), skvrnitost ječmene (*Rhynchosporium secalis*). Dále vykazuje účinnost i proti druhům *Septoria sp.*, *Cercospora herpotrichoides*, a dalším. Přípravek je nebezpečný pro životní prostředí. (Převzato z etikety přípravku - viz. **Přílohy: Obrázek č.14**)

ORTIVA (výrobce Syngenta Limited Guildford, Velká Británie)

Jedná se o fungicidní přípravek ve formě suspenzního koncentrátu k ochraně borovice (lesní a okrasné školky), chmele, okrasných rostlin a zeleniny proti houbovým chorobám jako například padlí, plíseň chmelová, hniloba jahod,... Účinná látka azoxystrobin má systemické a translaminární vlastnosti a blokuje transport elektronů v mitochondriích při dýchání. Přípravek působí proti původcům řady chorob zeleniny ze skupin Oomycetes, Ascomycetes, Basidiomycetes a Deuteromycetes. Účinky jsou dlouhodobé protektivní, proto je nutné použít fungicid před či v počátcích choroby. Ošetřené rostliny jsou delší dobu zelené, vykazují tzv. „green efekt“. Přípravek je nebezpečný pro životní prostředí. (Převzato z etikety přípravku - viz. **Přílohy: Obrázek č.17**)

CORBEL (výrobce BASF SE, Ludwigshafen, Německo)

Corbel je systémový fungicid ve formě emulgovatelného koncentrátu proti padlí travnímu a rzím na pšenici, ječmeni a žitě. Účinnou látkou je zde fenpropimorf, který je vstřebáván nadzemními částmi rostlin a rozváděn po celé rostlině. Přípravek má rychlou počáteční, ale také dobrou reziduální účinnost (několik měsíců) proti padlí travnímu

(*Erysiphe graminis*) na pšenici a ječmeni, proti rzi plevové (*Puccinia glumarum* /syn. *Puccinia striiformis*/), a rzi pšeničné (*Puccinia triticina*) na pšenici a rzi ječné (*Puccinia hordei*) na ječmeni. Přípravek je dráždivý a nebezpečný pro zdraví a životní prostředí. (Převzato z etikety přípravku - viz. **Přílohy: Obrázek č.15**)

2.1.5. Hodnocení intenzity sporulace

Intenzita sporulace na jednotlivých listových discích byla hodnocena vizuálně ve 2-4 denních intervalech a to 5. až 14. den po inokulaci. K vyhodnocení byla použita jak metoda kvantitativní, vyjadřující plochu rostlinného pletiva postiženého chorobou, tak rovněž metoda kvalitativní, kdy je hodnocena přítomnost nebo absence choroby (Lebeda, 1986).

Kvantitativní metoda hodnocení

Ke kvantitativnímu hodnocení se použila pěti-bodová stupnice intenzity sporulace tzn. procento listové plochy pokryté sporulujícím myceliem houby (SN – stupeň napadení).

Škála 0 – 4 (Lebeda, 1984):

0 - bez příznaků

1 – < 25% stupeň napadení (SN)

2 – 25 - 50% SN

3 – 50 - 75% SN

4 – >75%

Celkový stupeň napadení (P) pro každý izolát podle Townsenda & Heubergera (1943) byl vyjádřen v procentech:

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

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 používána tří-bodová stupnice, resp. byly stanoveny 3 typy reakcí (viz. **Přílohy: Obrázek č.10**) (Urban a Lebeda, 2004):

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

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

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

Stanovení hodnoty ED50

Pro každý izolát byla stanovena hodnota ED50 (tj. koncentrace fungicidu inhibující sporulaci houby o 50 %) v intervalu testovaných koncentrací fungicidu (Sedláková a Lebeda, 2008; Urban a Lebeda, 2004).

3. Výsledky

Experimentální studie na zjištění stavu rezistence českých populací padlí dýňovitých vůči vybraným fungicidům přinesla výsledky screeningu 50 izolátů dvou druhů padlí dýňovitých (*Golovinomyces orontii*, *Podosphaera xanthii*). Izoláty pocházely ze vzorků listů se symptomy infekce sbíraných při sběrových expedicích na území České republiky (ČR), z oblastí severovýchodních Čech a především pak střední a jižní Moravy, kdy nejvíce izolátů pocházelo z okolí Olomouce (viz. **Přílohy: Obrázek č.11 a 12**). Každý z izolátů byl podroben minimálně jedenkrát testování vůči každému z vybraných 6 typů fungicidních přípravků. Celkově tedy počet provedených testů a měření přesáhl minimálně hodnotu 300, přičemž však některé testy byly opakovány vícekrát.

Výsledky předložené studie jsou rozděleny do 6 logických skupin podle typu aplikovaného fungicidu. Každá pak následně ještě do dalších dvou částí podle druhu patogenního kmenu. Výsledky testování ukazují rozdíly v účinnosti vybraných aplikovaných fungicidů na testované populaci patogenů z let 2014 a 2015 v ČR. V následující kapitole této práce jsou pak komentovány podobnosti či rozdíly v reakci patogenu na fungicidy mezi oběma testovanými roky, tedy porovnání izolátů 2014 a izolátů 2015.

3.1. Testované izoláty padlí dýňovitých z roku 2014

3.1.1. ATLAS 500 CS (quinoxifen)

Přípravek Atlas 500 CS vykazoval v roce 2014 sníženou účinnost. Zatímco 32% všech testovaných izolátů (50% Go, 29% Px) bylo kontrolováno všemi testovanými koncentracemi tohoto přípravku, tak 16% zkoumané populace vykazovalo nízkou sporulaci i na nejsilnějších koncentracích přípravku. Pouze 48% izolátů pak bylo citlivých vůči doporučené koncentraci, kdy dokonce v případě dvou izolátů (Go 20/14, Px 70/14) byla zjištěna rezistence i na doporučené koncentraci tohoto přípravku. Z těchto výsledků je tedy patrné, že většina izolátů Px a 50% Go sporulovala v nízkých, či až středních koncentracích. Hodnota ED₅₀ se u všech izolátů pohybovala pod nejnižší testovanou koncentrací tohoto přípravku, tedy < 165 µg ú.l/ml. Z dosažených výsledků lze jasně vyčíst výrazně sníženou účinnost tohoto přípravku u izolátů Px, avšak nízký počet testovaných izolátů Go nám umožňuje pouze jejich účinnost odhadovat. Nicméně

z celkového hlediska se jedná o fungicid vůči němuž se v roce 2014 česká populace padlí dýňovitých jevila jako citlivá až tolerantní. (**Tabulky č.9a-b, 10a-b**)

3.1.2. BUMPER 25 EC (propiconazol)

Tento přípravek byl v roce 2014 100% účinný. U žádného z testovaných izolátů u obou patogenů nebyla pozorována sporulace na doporučené koncentraci tohoto přípravku. A ani na nejnižší koncentraci, vyjma jednoho izolátu (Go 20/14), se žádná sporulace neobjevila. Hodnota ED₅₀ byla pro všechny testované izoláty nižší než nejnižší testovaná koncentrace tohoto přípravku, tedy < 197,54 µg ú.l./ml. Z výsledků tedy jasně plyne, že v roce 2014 nedošlo v české populaci padlí dýňovitých k vytvoření rezistence či tolerance vůči tomuto přípravku. (**Tabulky č.11a-b, 12a-b**)

3.1.3. CORBEL (fenpropimorph)

Přípravek Corbel byl v roce 2014 100% účinný. U žádného z testovaných izolátů u obou patogenů nebyla pozorována sporulace, ani slabá na žádné z testovaných koncentrací. U tohoto přípravku bylo navíc zjištěno (potvrzeno), že na listových discích kontroly neošetřené fungicidem, která byla umístěna v plastové krabičce na navlhčeném filtračním papíru s buničinou společně s nejnižší testovanou koncentrací se projevil fyto toxický efekt tohoto fungicidu. Z tohoto důvodu bylo potřeba pracovat při testování ještě s jednou kontrolou umístěnou do zvláštního samostatného boxu, aby se zajistila kontrola správnosti inokulace při testování. Hodnota ED₅₀ byla pro všechny testované izoláty nižší než nejnižší testovaná koncentrace tohoto přípravku, tedy < 1500 µg ú.l./ml. Z výsledků jasně vyplývá, že v roce 2014 nedošlo v české populaci padlí dýňovitých k vytvoření rezistence či tolerance vůči tomuto přípravku. (**Tabulky č.13a-b, 14a-b**)

3.1.4. KARATHANE LC (dinocap)

Tento přípravek v roce 2014 vykazoval lehce sníženou účinnost. Při odečtu, 40% všech odebraných izolátů (75% Go, 33% Px) nevykazovalo žádné procento sporulace a bylo tedy kontrolováno všemi testovanými koncentracemi tohoto přípravku. Avšak u většiny testovaných izolátů obou patogenů byl zaznamenán nárůst tolerance v nejnižší testované koncentraci. V případě patogenu Px byla u dvou izolátů (19/14, 70/14) dokonce prokázána tolerance vůči dinocapu i při doporučené (střední) dávce přípravku. Hodnota ED₅₀ byla pro všechny testované izoláty nižší než 52,5 µg ú.l./ml, tedy nejnižší testovaná

koncentrace tohoto přípravku. Experimentální výsledky prokazují vysokou účinnost tohoto přípravku vůči českým populacím padlí dýňovitých v roce 2014. (**Tabulky č.15a-b, 16a-b**)

3.1.5. ORTIVA (azoxystrobin)

Přípravek Ortiva (ú.l.: azoxystrobin) vykazoval v roce 2014 velmi nízkou účinnost. Zatímco pouhých 24% všech otestovaných izolátů (0% Go, 29% Px) bylo kontrolováno všemi testovanými koncentracemi tohoto přípravku, tak celých 64% testované populace vykazovalo zcela opačnou reakci, tedy mělo naopak plně rezistentní reakci na všech koncentracích. A dokonce jen 28% izolátů pak bylo citlivých vůči doporučené (střední) koncentraci. Hodnota ED_{50} rozdělila až na vzácné výjimky testovanou českou populaci padlí dýňovitých v roce 2014 do dvou zcela odlišných skupin ($ED_{50} < 250 \mu\text{g } \dot{\text{u}}.\text{l./ml}$ a $ED_{50} > 1000 \mu\text{g } \dot{\text{u}}.\text{l./ml}$), přičemž mírná převaha patřila na stranu rezistentních jedinců. Z dosažených výsledků lze jasně vyčíst výrazně nízkou účinnost, která je patrná u obou patogenních kmenů. U izolátů Go můžeme dokonce, i přes jejich nízký otestovaný počet, jasně pozorovat naprostou neúčinnost tohoto přípravku. Z celkového hlediska se proto jedná o fungicid, vůči němuž v české populaci padlí dýňovitých v roce 2014 měly převahu tolerantní až rezistentní kmeny. (**Tabulky č.17a-b, 18a-b**)

3.1.6. TOPAS 100 EC (penconazol)

Tento přípravek v roce 2014 vykazoval mírně sníženou účinnost. Celých 48% testovaných izolátů (100% Go, 38% Px) nevykazovalo žádné procento sporulace. Avšak u 40% všech testovaných izolátů (pouze u Px patogenu) byla pozorována tolerance k nejnižší testované koncentraci tohoto přípravku. U dvou izolátů (Px 3/14, Px 33/14) byla zaznamenána mírná tolerance i na doporučené (střední) koncentraci, a jeden Px izolát (19/14) dokonce slabě sporuloval i na koncentraci nejvyšší. Hodnota ED_{50} se u všech izolátů pohybovala pod střední (doporučenou) koncentrací účinné látky ($30 \mu\text{g/ml}$), kdy dokonce u 92% byla hodnota nižší než nejnižší testovaná koncentrace tohoto přípravku, tedy $< 15 \mu\text{g } \dot{\text{u}}.\text{l./ml}$. Experimentální výsledky tedy jasně ukázaly vysokou účinnost tohoto přípravku v české populaci padlí dýňovitých v roce 2014. (**Tabulky č.19a-b, 20a-b**)

Tabulka 9a-b: Celkový stupeň napadení (P) listových disků (vyjádřený v %) izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podosphaera xanthii* z roku 2014 ošetřených přípravkem Atlas 500 CS (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu a patogen	ATLAS 500 CS (quinoxifen) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / stupeň napadení)				ED50
	K	165	330*	660	
14/14 Go	36,67	1,67	0	0	< 165 µg ú.l./ml
20/14 2 Go	100	45	35	3,33	< 165 µg ú.l./ml
61/14 Go	56,67	0	0	0	< 165 µg ú.l./ml
75/14 Go	86,67	23,33	23,33	1,67	< 165 µg ú.l./ml

Číslo izolátu a patogen	ATLAS 500 CS (quinoxifen) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / stupeň napadení)				ED50
	K	165	330*	660	
3/14 Px	41,67	1,67	5	5	< 165 µg ú.l./ml
5/14 Px	100	26,67	28,33	1,67	< 165 µg ú.l./ml
11/14 Px	45	13,33	8,33	0	< 165 µg ú.l./ml
15/14 Px	100	46,67	11,67	0	< 165 µg ú.l./ml
16/14 Px	98,33	35	23,33	5	< 165 µg ú.l./ml
17/14 Px	98,33	25	25	25	< 165 µg ú.l./ml
19/14 Px	98,33	31,67	30	10	< 165 µg ú.l./ml
26/14 Px	100	15	5	0	< 165 µg ú.l./ml
29/14 Px	35	10	0	0	< 165 µg ú.l./ml
32/14 Px	55	6,67	6,67	6,67	< 165 µg ú.l./ml
33/14 Px	91,67	16,67	16,67	16,67	< 165 µg ú.l./ml
35/14 Px	100	41,67	16,67	6,67	< 165 µg ú.l./ml
36/14 Px	100	40	3,33	1,67	< 165 µg ú.l./ml
37/14 Px	90	40	3,33	0	< 165 µg ú.l./ml
47/14 Px	78,33	11,67	11,67	11,67	< 165 µg ú.l./ml
52/14 Px	98,33	5	1,67	0	< 165 µg ú.l./ml
58/14 Px	45	16,67	16,67	8,33	< 165 µg ú.l./ml
66/14 Px	38,33	8,33	8,33	3,33	< 165 µg ú.l./ml
68/14 Px	58,33	26,67	26,67	26,67	< 165 µg ú.l./ml
69/14 Px	48,33	13,33	11,67	3,33	< 165 µg ú.l./ml
70/14 Px	100	40	38,33	10	< 165 µg ú.l./ml

* koncentrace doporučená výrobcem (vyjádřená v µg ú.l./ml)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Go – *Golovinomyces orontii*

Px – *Podosphaera xanthii*

Tabulka 10a-b: Typ reakce izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podosphaera xanthii* z roku 2014 ošetřených přípravkem Atlas 500 CS (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu a patogen	ATLAS 500 CS (quinoxifen) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / typ reakce)			
	K	165	330*	660
14/14 Go	+	–	–	–
20/14 2 Go	+	+	+	–
61/14 Go	+	–	–	–
75/14 Go	+	(–)	(–)	–

Číslo izolátu a patogen	ATLAS 500 CS (quinoxifen) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / typ reakce)			
	K	165	330*	660
3/14 Px	+	–	–	–
5/14 Px	+	(–)	(–)	–
11/14 Px	+	(–)	–	–
15/14 Px	+	+	(–)	–
16/14 Px	+	+	(–)	–
17/14 Px	+	(–)	(–)	(–)
19/14 Px	+	(–)	(–)	–
26/14 Px	+	(–)	–	–
29/14 Px	+	–	–	–
32/14 Px	+	–	–	(–)
33/14 Px	+	(–)	(–)	(–)
35/14 Px	+	+	(–)	–
36/14 Px	+	+	–	–
37/14 Px	+	+	–	–
47/14 Px	+	(–)	(–)	(–)
52/14 Px	+	–	–	–
58/14 Px	+	(–)	(–)	–
66/14 Px	+	–	–	–
68/14 Px	+	(–)	(–)	+
69/14 Px	+	(–)	(–)	–
70/14 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 µg ú.l./ml)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Go – *Golovinomyces orontii*

Px – *Podosphaera xanthii*

Tabulka 11a-b: Celkový stupeň napadení (P) listových disků (vyjádřený v %) izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podosphaera xanthii* z roku 2014 ošetřených přípravkem Bumper 25 EC (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu a patogen	BUMPER 25 EC (propiconazol) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / stupeň napadení)				ED50
	K	197,54	395,08*	790,16	
14/14 Go	35	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
20/14 2 Go	96,67	13,33	1,67	0	< 197,54 µg ú.l./ml
61/14 Go	46,67	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
75/14 Go	36,67	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml

Číslo izolátu a patogen	BUMPER 25 EC (propiconazol) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / stupeň napadení)				ED50
	K	197,54	395,08*	790,16	
3/14 Px	100	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
5/14 Px	100	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
11/14 Px	95	1,67	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
15/14 Px	35	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
16/14 Px	35	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
17/14 Px	90	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
19/14 Px	100	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
26/14 Px	43,33	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
29/14 Px	36,67	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
32/14 Px	93,33	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
33/14 Px	95	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
35/14 Px	98,33	3,33	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
36/14 Px	100	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
37/14 Px	91,67	1,67	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
47/14 Px	100	1,67	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
52/14 Px	95	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
58/14 Px	98,33	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
66/14 Px	50	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
68/14 Px	93,33	1,67	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
69/14 Px	98,33	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
70/14 Px	83,33	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml

* koncentrace doporučená výrobcem (vyjádřená v µg ú.l./ml)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Go – *Golovinomyces orontii*

Px – *Podosphaera xanthii*

Tabulka 12a-b: Typ reakce izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podosphaera xanthii* z roku 2014 ošetřených přípravkem Bumper 25 EC (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu a patogen	BUMPER 25 EC (propiconazol) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / typ reakce)			
	K	197,54	395,08*	790,16
14/14 Go	+	–	–	–
20/14 2 Go	+	(–)	–	–
61/14 Go	+	–	–	–
75/14 Go	+	–	–	–

Číslo izolátu a patogen	BUMPER 25 EC (propiconazol) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / typ reakce)			
	K	197,54	395,08*	790,16
3/14 Px	+	–	–	–
5/14 Px	+	–	–	–
11/14 Px	+	–	–	–
15/14 Px	+	–	–	–
16/14 Px	+	–	–	–
17/14 Px	+	–	–	–
19/14 Px	+	–	–	–
26/14 Px	+	–	–	–
29/14 Px	+	–	–	–
32/14 Px	+	–	–	–
33/14 Px	+	–	–	–
35/14 Px	+	–	–	–
36/14 Px	+	–	–	–
37/14 Px	+	–	–	–
47/14 Px	+	–	–	–
52/14 Px	+	–	–	–
58/14 Px	+	–	–	–
66/14 Px	+	–	–	–
68/14 Px	+	–	–	–
69/14 Px	+	–	–	–
70/14 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 µg ú.l./ml)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Go – *Golovinomyces orontii*

Px – *Podosphaera xanthii*

Tabulka 13a-b: Celkový stupeň napadení (P) listových disků (vyjádřený v %) izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podosphaera xanthii* z roku 2014 ošetřených přípravkem Corbel (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu a patogen	CORBEL (fenpropimorph) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / stupeň napadení)				ED50
	K**	1500	3000*	6000	
14/14 Go	62,5	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
20/14 2 Go	97,5	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
61/14 Go	95	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
75/14 Go	92,5	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml

Číslo izolátu a patogen	CORBEL (fenpropimorph) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / stupeň napadení)				ED50
	K**	1500	3000*	6000	
3/14 Px	100	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
5/14 Px	92,5	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
11/14 Px	90	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
15/14 Px	97,5	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
16/14 Px	100	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
17/14 Px	55	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
19/14 Px	82,5	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
26/14 Px	100	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
29/14 Px	100	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
32/14 Px	100	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
33/14 Px	57,5	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
35/14 Px	100	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
36/14 Px	70	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
37/14 Px	100	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
47/14 Px	100	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
52/14 Px	100	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
58/14 Px	100	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
66/14 Px	100	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
68/14 Px	100	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
69/14 Px	100	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
70/14 Px	100	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml

* koncentrace doporučená výrobcem (vyjádřená v µg ú.l./ml)

** kontrola umístěna v samostatném boxu

K – kontrola neošetřená fungicidem

Go – *Golovinomyces orontii*

Px – *Podosphaera xanthii*

Tabulka 14a-b: Typ reakce izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podosphaera xanthii* z roku 2014 ošetřených přípravkem Corbel (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu a patogen	CORBEL (fenpropimorph) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / typ reakce)			
	K**	1500	3000*	6000
14/14 Go	+	–	–	–
20/14 2 Go	+	–	–	–
61/14 Go	+	–	–	–
75/14 Go	+	–	–	–

Číslo izolátu a patogen	CORBEL (fenpropimorph) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / typ reakce)			
	K**	1500	3000*	6000
3/14 Px	+	–	–	–
5/14 Px	+	–	–	–
11/14 Px	+	–	–	–
15/14 Px	+	–	–	–
16/14 Px	+	–	–	–
17/14 Px	+	–	–	–
19/14 Px	+	–	–	–
26/14 Px	+	–	–	–
29/14 Px	+	–	–	–
32/14 Px	+	–	–	–
33/14 Px	+	–	–	–
35/14 Px	+	–	–	–
36/14 Px	+	–	–	–
37/14 Px	+	–	–	–
47/14 Px	+	–	–	–
52/14 Px	+	–	–	–
58/14 Px	+	–	–	–
66/14 Px	+	–	–	–
68/14 Px	+	–	–	–
69/14 Px	+	–	–	–
70/14 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 µg ú.l./ml)

** kontrola umístěna v samostatném boxu

K – kontrola neošetřená fungicidem

Go – *Golovinomyces orontii*

Px – *Podosphaera xanthii*

Tabulka 15a-b: Celkový stupeň napadení (P) listových disků (vyjádřený v %) izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podosphaera xanthii* z roku 2014 ošetřených přípravkem Karathane LC (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu a patogen	KARATHANE LC (dinocap) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / stupeň napadení)				ED50
	K	52,5	105*	210	
14/14 Go	71,67	1,67	1,67	0	< 52,5 µg ú.l./ml
20/14 2 Go	96,67	11,67	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
61/14 Go	81,67	5	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
75/14 Go	63,33	6,67	5	0	< 52,5 µg ú.l./ml

Číslo izolátu a patogen	KARATHANE LC (dinocap) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / stupeň napadení)				ED50
	K	52,5	105*	210	
3/14 Px	91,67	15	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
5/14 Px	100	25	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
11/14 Px	80	15	1,67	0	< 52,5 µg ú.l./ml
15/14 Px	85	11,67	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
16/14 Px	100	11,67	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
17/14 Px	98,33	0	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
19/14 Px	95	13,33	13,33	0	< 52,5 µg ú.l./ml
26/14 Px	100	13,33	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
29/14 Px	91,67	21,67	5	0	< 52,5 µg ú.l./ml
32/14 Px	98,33	1,67	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
33/14 Px	93,33	16,67	1,67	0	< 52,5 µg ú.l./ml
35/14 Px	98,33	0	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
36/14 Px	100	0	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
37/14 Px	96,67	23,33	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
47/14 Px	96,67	6,67	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
52/14 Px	88,33	10	3,33	0	< 52,5 µg ú.l./ml
58/14 Px	96,67	20	3,33	0	< 52,5 µg ú.l./ml
66/14 Px	91,67	16,67	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
68/14 Px	96,67	11,67	1,67	0	< 52,5 µg ú.l./ml
69/14 Px	95	6,67	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
70/14 Px	90	18,33	13,33	0	< 52,5 µg ú.l./ml

* koncentrace doporučená výrobcem (vyjádřená v µg ú.l./ml)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Go – *Golovinomyces orontii*

Px – *Podosphaera xanthii*

Tabulka 16a-b: Typ reakce izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podosphaera xanthii* z roku 2014 ošetřených přípravkem Karathane LC (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu a patogen	KARATHANE LC (dinocap) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / typ reakce)			
	K	52,5	105*	210
14/14 Go	+	–	–	–
20/14 2 Go	+	(–)	–	–
61/14 Go	+	–	–	–
75/14 Go	+	–	–	–

Číslo izolátu a patogen	KARATHANE LC (dinocap) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / typ reakce)			
	K	52,5	105*	210
3/14 Px	+	(–)	–	–
5/14 Px	+	(–)	–	–
11/14 Px	+	(–)	–	–
15/14 Px	+	(–)	–	–
16/14 Px	+	(–)	–	–
17/14 Px	+	–	–	–
19/14 Px	+	(–)	(–)	–
26/14 Px	+	(–)	–	–
29/14 Px	+	(–)	–	–
32/14 Px	+	–	–	–
33/14 Px	+	(–)	–	–
35/14 Px	+	–	–	–
36/14 Px	+	–	–	–
37/14 Px	+	(–)	–	–
47/14 Px	+	–	–	–
52/14 Px	+	–	–	–
58/14 Px	+	(–)	–	–
66/14 Px	+	(–)	–	–
68/14 Px	+	(–)	–	–
69/14 Px	+	–	–	–
70/14 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 µg ú.l./ml)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Go – *Golovinomyces orontii*

Px – *Podosphaera xanthii*

Tabulka 17a-b: Celkový stupeň napadení (P) listových disků (vyjádřený v %) izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podospaera xanthii* z roku 2014 ošetřených přípravkem Ortiva (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu a patogen	ORTIVA (azoxystrobin) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / stupeň napadení)				ED50
	K	250	500*	1000	
14/14 Go	100	68,33	68,33	40	500-1000 µg ú.l./ml
20/14 2 Go	98,33	60	50	46,67	500 µg ú.l./ml
61/14 Go	100	93,33	85	75	> 1000 µg ú.l./ml
75/14 Go	91,67	28,33	28,33	25	< 250 µg ú.l./ml

Číslo izolátu a patogen	ORTIVA (azoxystrobin) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / stupeň napadení)				ED50
	K	250	500*	1000	
3/14 Px	100	90	90	90	> 1000 µg ú.l./ml
5/14 Px	100	98,33	98,33	93,33	> 1000 µg ú.l./ml
11/14 Px	98,33	96,67	96,67	90	> 1000 µg ú.l./ml
15/14 Px	83,33	8,33	8,33	6,67	< 250 µg ú.l./ml
16/14 Px	95	10	6,67	0	< 250 µg ú.l./ml
17/14 Px	80	5	5	0	< 250 µg ú.l./ml
19/14 Px	100	96,67	96,67	86,67	> 1000 µg ú.l./ml
26/14 Px	85	0	0	0	< 250 µg ú.l./ml
29/14 Px	96,67	43,33	16,67	1,67	< 250 µg ú.l./ml
32/14 Px	100	1,67	0	0	< 250 µg ú.l./ml
33/14 Px	100	83,33	83,33	83,33	> 1000 µg ú.l./ml
35/14 Px	96,67	0	0	0	< 250 µg ú.l./ml
36/14 Px	100	95	95	91,67	> 1000 µg ú.l./ml
37/14 Px	98,33	95	95	76,67	> 1000 µg ú.l./ml
47/14 Px	100	96,67	96,67	93,33	> 1000 µg ú.l./ml
52/14 Px	100	98,33	98,33	93,33	> 1000 µg ú.l./ml
58/14 Px	100	91,67	91,67	60	> 1000 µg ú.l./ml
66/14 Px	98,33	98,33	98,33	91,67	> 1000 µg ú.l./ml
68/14 Px	100	51,67	0	0	250-500 µg ú.l./ml
69/14 Px	100	93,33	93,33	83,33	> 1000 µg ú.l./ml
70/14 Px	96,67	93,33	93,33	80	> 1000 µg ú.l./ml

* koncentrace doporučená výrobcem (vyjádřená v µg ú.l./ml)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Go – *Golovinomyces orontii*

Px – *Podospaera xanthii*

Tabulka 18a-b: Typ reakce izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podospaera xanthii* z roku 2014 ošetřených přípravkem Ortiva (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu a patogen	ORTIVA (azoxystrobin) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / typ reakce)			
	K	250	500*	1000
14/14 Go	+	+	+	+
20/14 2 Go	+	+	+	+
61/14 Go	+	+	+	+
75/14 Go	+	+	(-)	(-)

Číslo izolátu a patogen	ORTIVA (azoxystrobin) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / typ reakce)			
	K	250	500*	1000
3/14 Px	+	+	+	+
5/14 Px	+	+	+	+
11/14 Px	+	+	+	+
15/14 Px	+	-	-	-
16/14 Px	+	-	-	-
17/14 Px	+	-	-	-
19/14 Px	+	+	+	+
26/14 Px	+	-	-	-
29/14 Px	+	+	(-)	-
32/14 Px	+	-	-	-
33/14 Px	+	+	+	+
35/14 Px	+	-	-	-
36/14 Px	+	+	+	+
37/14 Px	+	+	+	+
47/14 Px	+	+	+	+
52/14 Px	+	+	+	+
58/14 Px	+	+	+	+
66/14 Px	+	+	+	+
68/14 Px	+	+	-	-
69/14 Px	+	+	+	+
70/14 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 µg ú.l./ml)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Go – *Golovinomyces orontii*

Px – *Podospaera xanthii*

Tabulka 19a-b: Celkový stupeň napadení (P) listových disků (vyjádřený v %) izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podosphaera xanthii* z roku 2014 ošetřených přípravkem Topas 100 EC (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu a patogen	TOPAS 100 EC (penconazol) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / stupeň napadení)				ED50
	K	15	30*	60	
14/14 Go	45	0	0	0	< 15 µg ú.l./ml
20/14 2 Go	100	3,33	0	0	< 15 µg ú.l./ml
61/14 Go	98,33	0	0	0	< 15 µg ú.l./ml
75/14 Go	61,67	6,67	3,33	3,33	< 15 µg ú.l./ml

Číslo izolátu a patogen	TOPAS 100 EC (penconazol) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / stupeň napadení)				ED50
	K	15	30*	60	
3/14 Px	100	71,67	21,67	10	15-30 µg ú.l./ml
5/14 Px	100	15	0	0	< 15 µg ú.l./ml
11/14 Px	100	31,67	0	0	< 15 µg ú.l./ml
15/14 Px	100	10	5	0	< 15 µg ú.l./ml
16/14 Px	96,67	21,67	6,67	0	< 15 µg ú.l./ml
17/14 Px	98,33	28,33	0	0	< 15 µg ú.l./ml
19/14 Px	100	56,67	13,33	13,33	15-30 µg ú.l./ml
26/14 Px	100	0	0	0	< 15 µg ú.l./ml
29/14 Px	93,33	0	0	0	< 15 µg ú.l./ml
32/14 Px	75	0	0	0	< 15 µg ú.l./ml
33/14 Px	93,33	13,33	13,33	6,67	< 15 µg ú.l./ml
35/14 Px	100	15	0	0	< 15 µg ú.l./ml
36/14 Px	100	13,33	0	0	< 15 µg ú.l./ml
37/14 Px	65	6,67	6,67	0	< 15 µg ú.l./ml
47/14 Px	100	18,33	0	0	< 15 µg ú.l./ml
52/14 Px	100	16,67	1,67	1,67	< 15 µg ú.l./ml
58/14 Px	83,33	3,33	0	0	< 15 µg ú.l./ml
66/14 Px	71,67	0	0	0	< 15 µg ú.l./ml
68/14 Px	75	0	0	0	< 15 µg ú.l./ml
69/14 Px	100	15	1,67	0	< 15 µg ú.l./ml
70/14 Px	96,67	20	0	0	< 15 µg ú.l./ml

* koncentrace doporučená výrobcem (vyjádřená v µg ú.l./ml)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Go – *Golovinomyces orontii*

Px – *Podosphaera xanthii*

Tabulka 20a-b: Typ reakce izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podospaera xanthii* z roku 2014 ošetřených přípravkem Topas 100 EC (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu a patogen	TOPAS 100 EC (penconazol) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / typ reakce)			
	K	15	30*	60
14/14 Go	+	–	–	–
20/14 2 Go	+	–	–	–
61/14 Go	+	–	–	–
75/14 Go	+	–	–	–

Číslo izolátu a patogen	TOPAS 100 EC (penconazol) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / typ reakce)			
	K	15	30*	60
3/14 Px	+	+	(–)	–
5/14 Px	+	(–)	–	–
11/14 Px	+	(–)	–	–
15/14 Px	+	–	–	–
16/14 Px	+	(–)	–	–
17/14 Px	+	(–)	–	–
19/14 Px	+	+	(–)	(–)
26/14 Px	+	–	–	–
29/14 Px	+	–	–	–
32/14 Px	+	–	–	–
33/14 Px	+	(–)	(–)	–
35/14 Px	+	(–)	–	–
36/14 Px	+	(–)	–	–
37/14 Px	+	–	–	–
47/14 Px	+	(–)	–	–
52/14 Px	+	(–)	–	–
58/14 Px	+	–	–	–
66/14 Px	+	–	–	–
68/14 Px	+	–	–	–
69/14 Px	+	(–)	–	–
70/14 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 µg ú.l./ml)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Go – *Golovinomyces orontii*

Px – *Podospaera xanthii*

3.2. Testované izoláty padlí dýňovitých z roku 2015

3.2.1. ATLAS 500 CS (quinoxifen)

Přípravek Atlas 500 CS vykazoval v roce 2015 mírně sníženou účinnost. Celkem 56% všech otestovaných izolátů (86% Go, 18% Px) bylo kontrolováno všemi testovanými koncentracemi tohoto přípravku. Zároveň dokonce 88% izolátů bylo citlivých vůči doporučené (střední) koncentraci. Avšak téměř polovina zkoumané populace vykazovala toleranci/rezistenci v nejnižších koncentracích přípravku. V případě obou patogenů byla u dvou izolátů (Go 23/15, Px 27/15) také prokázána tolerance vůči quinoxifenu i při doporučené (střední) dávce přípravku, přičemž jeden Px izolát (44/15) dokonce omezeně sporuloval i při nejvyšší testované koncentraci. Hodnota ED₅₀ se u všech izolátů pohybovala pod střední (doporučenou) koncentrací účinné látky (330 µg/ml), kdy dokonce u 96% byla hodnota nižší než nejnižší testovaná koncentrace tohoto přípravku, tedy < 165 µg ú.l/ml. Z dosažených výsledků lze jasně vyčíst, že izoláty Go jsou výrazně citlivější k danému přípravku, než patogenní kmen Px. Z celkového pohledu se však jedná o fungicid citlivý až tolerantní v české populaci padlí dýňovitých v roce 2015. (**Tabulky č.21a-b, 22a-b**)

3.2.2. BUMPER 25 EC (propiconazol)

Tento přípravek byl v roce 2015 100% účinný. U žádného z testovaných izolátů u obou patogenů nebyla pozorována sporulace, ani omezená na doporučené koncentraci. Navíc ani na nejnižší koncentraci se žádný náznak sníženého účinku neobjevil. Hodnota ED₅₀ byla pro všechny testované izoláty nižší než nejnižší testovaná koncentrace tohoto přípravku, tedy < 197,54 µg ú.l/ml. Z výsledků tedy jasně vyplývá, že v roce 2015 nedošlo v české populaci padlí dýňovitých k vytvoření rezistence či tolerance vůči tomuto přípravku. (**Tabulky č.23a-b, 24a-b**)

3.2.3. CORBEL (fenpropimorph)

Přípravek Corbel byl v roce 2015 100% účinný. U žádného z testovaných izolátů u obou patogenů nebyla pozorována sporulace, ani slabá na žádné z testovaných koncentrací. U tohoto přípravku bylo navíc opět potvrzeno, že na listových discích kontroly neošetřené fungicidem, která byla umístěna v plastové krabičce na navlhčeném filtračním papíru s buničinou společně s nejnižší testovanou koncentrací se projevil

fytotoxický efekt tohoto fungicidu. Z tohoto důvodu bylo potřeba pracovat při testování ještě s jednou kontrolou umístěnou do zvláštního samostatného boxu, aby se zajistila kontrola správnosti inokulace při testování. Hodnota ED₅₀ byla pro všechny testované izoláty nižší než nejnižší testovaná koncentrace tohoto přípravku, tedy < 1500 µg ú.l./ml. Z výsledků jasně vyplývá, že v roce 2015 nedošlo v české populaci padlí dýňovitých k vytvoření rezistence či tolerance vůči tomuto přípravku. (**Tabulky č.25a-b, 26a-b**)

3.2.4. KARATHANE LC (dinocap)

Tento přípravek v roce 2015 vykazoval mírně sníženou účinnost. Celých 36% všech odebraných izolátů (50% Go, 18% Px) nevykazovalo žádné procento sporulace a bylo tedy kontrolováno všemi testovanými koncentracemi tohoto přípravku. Avšak u více jak poloviny testovaných izolátů obou patogenů byla pozorována tolerance až rezistence na nejnižší koncentraci účinné látky. Hodnota ED₅₀ se u všech izolátů pohybovala pod střední (doporučenou) koncentrací účinné látky (105 µg/ml), kdy dokonce u 96% byla hodnota nižší než nejnižší testovaná koncentrace tohoto přípravku, tedy < 52,5 µg ú.l./ml. Experimentální výsledky prokázaly vysokou účinnost tohoto přípravku vůči českým populacím padlí dýňovitých v roce 2015. (**Tabulky č.27a-b, 28a-b**)

3.2.5. ORTIVA (azoxystrobin)

Přípravek Ortiva (ú.l.: azoxystrobin) nevykazoval v roce 2015 téměř žádnou účinnost. Zatímco pouhá 4% (jediný izolát) všech otestovaných izolátů (0% Go, 9% Px) bylo kontrolováno všemi testovanými koncentracemi tohoto přípravku, tak celých 96% testované populace vykazovalo zcela opačnou reakci, tedy mělo naopak rezistentní či tolerantní reakci na všech koncentracích. Z této skutečnosti je zřejmé, že stejné množství izolátů pak bylo citlivých/rezistentních k doporučené (střední) koncentraci. Hodnota ED₅₀ se u vybraných izolátů pohybuje od nejnižších koncentrací až po nejvyšší, avšak v testované české populaci padlí dýňovitých v roce 2015 zcela převažuje hodnota nad nejvyšší koncentrací účinné látky (ED₅₀>1000 µg ú.l./ml). Z dosažených výsledků lze jasně vyčíst téměř naprostou ztrátu účinnosti, která je patrná u obou patogenních kmenů. Z celkového hlediska se proto jedná o fungicid, vůči němuž byla česká populace padlí dýňovitých v roce 2015 téměř rezistentní. (**Tabulky č.29a-b, 30a-b**)

3.2.6. TOPAS 100 EC (penconazol)

Tento přípravek v roce 2015 vykazoval mírně sníženou účinnost. Celých 52% otestovaných izolátů (76% Go, 27% Px) nevykazovalo žádné procento sporulace. Avšak u téměř poloviny všech testovaných izolátů byla pozorována tolerance až rezistence na nejnižší testované koncentraci tohoto přípravku, a u většiny z nich se pak projevila také na doporučené (střední) koncentraci. Celkově sporulovalo při střední koncentraci 28% všech testovaných izolátů (všechny z kmene Px). Hodnota ED₅₀ byla pro všechny testované izoláty nižší než nejnižší testovaná koncentrace tohoto přípravku, tedy < 15 µg ú.l./ml. Experimentální výsledky tedy jasně ukázaly vysokou účinnost tohoto přípravku v české populaci padlí dýňovitých v roce 2015. (**Tabulky č.31a-b, 32a-b**)

Tabulka 21a-b: Celkový stupeň napadení (P) listových disků (vyjádřený v %) izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podosphaera xanthii* z roku 2015 ošetřených přípravkem Atlas 500 CS (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu a patogen	ATLAS 500 CS (quinoxifen) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / stupeň napadení)				ED50
	K	165	330*	660	
2/15 Go	46,67	0	0	0	< 165 µg ú.l./ml
3/15 Go	46,67	0	0	0	< 165 µg ú.l./ml
7/15 Go	40	0	0	0	< 165 µg ú.l./ml
10/15 Go	83,33	15	1,67	0	< 165 µg ú.l./ml
15/15 Go	88,33	1,67	0	0	< 165 µg ú.l./ml
17/15 Go	61,67	3,33	1,67	1,67	< 165 µg ú.l./ml
19/15 Go	68,33	0	0	0	< 165 µg ú.l./ml
20/15 Go	60	0	0	0	< 165 µg ú.l./ml
21/15 Go	50	3,33	3,33	0	< 165 µg ú.l./ml
22/15 Go	55	1,67	0	0	< 165 µg ú.l./ml
23/15 Go	88,33	26,67	11,67	8,33	< 165 µg ú.l./ml
24/15 Go	85	1,67	0	0	< 165 µg ú.l./ml
32/15 Go	53,33	0	0	0	< 165 µg ú.l./ml
36/15 Go	40	5	0	0	< 165 µg ú.l./ml

Číslo izolátu a patogen	ATLAS 500 CS (quinoxifen) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / stupeň napadení)				ED50
	K	165	330*	660	
4/15 Px	100	38,33	0	0	< 165 µg ú.l./ml
16/15 Px	96,67	5	0	0	< 165 µg ú.l./ml
27/15 Px	100	45	30	0	< 165 µg ú.l./ml
29/15 Px	100	25	0	0	< 165 µg ú.l./ml
30/15 Px	100	36,67	0	0	< 165 µg ú.l./ml
34/15 Px	95	41,67	0	0	< 165 µg ú.l./ml
37/15 Px	88,33	16,67	0	0	< 165 µg ú.l./ml
40/15 Px	98,33	5	0	0	< 165 µg ú.l./ml
42/15 Px	95	25	0	0	< 165 µg ú.l./ml
43/15 Px	100	81,67	0	0	165-330 µg ú.l./ml
44/15 2 Px	100	48,33	26,67	26,67	< 165 µg ú.l./ml

* koncentrace doporučená výrobcem (vyjádřená v µg ú.l./ml)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Go – *Golovinomyces orontii*

Px – *Podosphaera xanthii*

Tabulka 22a-b: Typ reakce izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podosphaera xanthii* z roku 2015 ošetřených přípravkem Atlas 500 CS (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu a patogen	ATLAS 500 CS (quinoxifen) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / typ reakce)			
	K	165	330*	660
2/15 Go	+	–	–	–
3/15 Go	+	–	–	–
7/15 Go	+	–	–	–
10/15 Go	+	(–)	–	–
15/15 Go	+	–	–	–
17/15 Go	+	–	–	–
19/15 Go	+	–	–	–
20/15 Go	+	–	–	–
21/15 Go	+	–	–	–
22/15 Go	+	–	–	–
23/15 Go	+	(–)	(–)	–
24/15 Go	+	–	–	–
32/15 Go	+	–	–	–
36/15 Go	+	–	–	–

Číslo izolátu a patogen	ATLAS 500 CS (quinoxifen) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / typ reakce)			
	K	165	330*	660
4/15 Px	+	+	–	–
16/15 Px	+	–	–	–
27/15 Px	+	+	(–)	–
29/15 Px	+	(–)	–	–
30/15 Px	+	+	–	–
34/15 Px	+	+	–	–
37/15 Px	+	(–)	–	–
40/15 Px	+	–	–	–
42/15 Px	+	(–)	–	–
43/15 Px	+	+	–	–
44/15 2 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 µg ú.l./ml)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Go – *Golovinomyces orontii*

Px – *Podosphaera xanthii*

Tabulka 23a-b: Celkový stupeň napadení (P) listových disků (vyjádřený v %) izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podosphaera xanthii* z roku 2015 ošetřených přípravkem Bumper 25 EC (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu a patogen	BUMPER 25 EC (propiconazol) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / stupeň napadení)				ED50
	K	197,54	395,08*	790,16	
2/15 Go	51,67	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
3/15 Go	68,33	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
7/15 Go	35	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
10/15 Go	91,67	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
15/15 Go	76,67	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
17/15 Go	88,33	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
19/15 Go	58,33	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
20/15 Go	35	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
21/15 Go	86,67	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
22/15 Go	86,67	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
23/15 Go	63,33	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
24/15 Go	95	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
32/15 Go	43,33	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
36/15 Go	55	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml

Číslo izolátu a patogen	BUMPER 25 EC (propiconazol) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / stupeň napadení)				ED50
	K	197,54	395,08*	790,16	
4/15 Px	73,33	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
16/15 Px	80	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
27/15 Px	100	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
29/15 Px	60	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
30/15 Px	58,33	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
34/15 Px	100	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
37/15 Px	95	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
40/15 Px	58,33	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
42/15 Px	65	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
43/15 Px	63,33	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml
44/15 2 Px	96,67	0	0	0	< 197,54 µg ú.l./ml

* koncentrace doporučená výrobcem (vyjádřená v µg ú.l./ml)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Go – *Golovinomyces orontii*

Px – *Podosphaera xanthii*

Tabulka 24a-b: Typ reakce izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podosphaera xanthii* z roku 2015 ošetřených přípravkem Bumper 25 EC (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu a patogen	BUMPER 25 EC (propiconazol) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / typ reakce)			
	K	197,54	395,08*	790,16
2/15 Go	+	–	–	–
3/15 Go	+	–	–	–
7/15 Go	+	–	–	–
10/15 Go	+	–	–	–
15/15 Go	+	–	–	–
17/15 Go	+	–	–	–
19/15 Go	+	–	–	–
20/15 Go	+	–	–	–
21/15 Go	+	–	–	–
22/15 Go	+	–	–	–
23/15 Go	+	–	–	–
24/15 Go	+	–	–	–
32/15 Go	+	–	–	–
36/15 Go	+	–	–	–

Číslo izolátu a patogen	BUMPER 25 EC (propiconazol) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / typ reakce)			
	K	197,54	395,08*	790,16
4/15 Px	+	–	–	–
16/15 Px	+	–	–	–
27/15 Px	+	–	–	–
29/15 Px	+	–	–	–
30/15 Px	+	–	–	–
34/15 Px	+	–	–	–
37/15 Px	+	–	–	–
40/15 Px	+	–	–	–
42/15 Px	+	–	–	–
43/15 Px	+	–	–	–
44/15 2 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 µg ú.l./ml)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Go – *Golovinomyces orontii*

Px – *Podosphaera xanthii*

Tabulka 25a-b: Celkový stupeň napadení (P) listových disků (vyjádřený v %) izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podospaera xanthii* z roku 2015 ošetřených přípravkem Corbel (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu a patogen	CORBEL (fenpropimorph) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / stupeň napadení)				ED50
	K**	1500	3000*	6000	
2/15 Go	52,5	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
3/15 Go	55	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
7/15 Go	35	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
10/15 Go	50	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
15/15 Go	50	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
17/15 Go	50	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
19/15 Go	77,5	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
20/15 Go	65	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
21/15 Go	65	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
22/15 Go	75	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
23/15 Go	100	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
24/15 Go	50	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
32/15 Go	55	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
36/15 Go	57,5	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml

Číslo izolátu a patogen	CORBEL (fenpropimorph) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / stupeň napadení)				ED50
	K**	1500	3000*	6000	
4/15 Px	100	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
16/15 Px	92,5	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
27/15 Px	55	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
29/15 Px	80	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
30/15 Px	100	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
34/15 Px	90	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
37/15 Px	100	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
40/15 Px	67,5	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
42/15 Px	100	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
43/15 Px	100	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml
44/15 2 Px	77,5	0	0	0	< 1500 µg ú.l./ml

* koncentrace doporučená výrobcem (vyjádřená v µg ú.l./ml)

** kontrola umístěna v samostatném boxu

K – kontrola neošetřená fungicidem

Go – *Golovinomyces orontii*

Px – *Podospaera xanthii*

Tabulka 26a-b: Typ reakce izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podosphaera xanthii* z roku 2015 ošetřených přípravkem Corbel (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu a patogen	CORBEL (fenpropimorph) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / typ reakce)			
	K**	1500	3000*	6000
2/15 Go	+	–	–	–
3/15 Go	+	–	–	–
7/15 Go	+	–	–	–
10/15 Go	+	–	–	–
15/15 Go	+	–	–	–
17/15 Go	+	–	–	–
19/15 Go	+	–	–	–
20/15 Go	+	–	–	–
21/15 Go	+	–	–	–
22/15 Go	+	–	–	–
23/15 Go	+	–	–	–
24/15 Go	+	–	–	–
32/15 Go	+	–	–	–
36/15 Go	+	–	–	–

Číslo izolátu a patogen	CORBEL (fenpropimorph) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / typ reakce)			
	K**	1500	3000*	6000
4/15 Px	+	–	–	–
16/15 Px	+	–	–	–
27/15 Px	+	–	–	–
29/15 Px	+	–	–	–
30/15 Px	+	–	–	–
34/15 Px	+	–	–	–
37/15 Px	+	–	–	–
40/15 Px	+	–	–	–
42/15 Px	+	–	–	–
43/15 Px	+	–	–	–
44/15 2 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 µg ú.l./ml)

** kontrola umístěna v samostatném boxu

K – kontrola neošetřená fungicidem

Go – *Golovinomyces orontii*

Px – *Podosphaera xanthii*

Tabulka 27a-b: Celkový stupeň napadení (P) listových disků (vyjádřený v %) izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podosphaera xanthii* z roku 2015 ošetřených přípravkem Karathane LC (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu a patogen	KARATHANE LC (dinocap) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / stupeň napadení)				ED50
	K	52,5	105*	210	
2/15 Go	38,33	15	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
3/15 Go	70	30	15	0	< 52,5 µg ú.l./ml
7/15 Go	76,67	6,67	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
10/15 Go	66,67	23,33	5	0	< 52,5 µg ú.l./ml
15/15 Go	63,33	23,33	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
17/15 Go	70	0	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
19/15 Go	65	6,67	3,33	0	< 52,5 µg ú.l./ml
20/15 Go	48,33	0	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
21/15 Go	45	0	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
22/15 Go	60	18,33	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
23/15 Go	73,33	10	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
24/15 Go	58,33	3,33	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
32/15 Go	50	11,67	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
36/15 Go	51,67	11,67	11,67	0	< 52,5 µg ú.l./ml

Číslo izolátu a patogen	KARATHANE LC (dinocap) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / stupeň napadení)				ED50
	K	52,5	105*	210	
4/15 Px	96,67	28,33	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
16/15 Px	95	53,33	6,67	0	52,5-105 µg ú.l./ml
27/15 Px	68,33	8,33	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
29/15 Px	95	38,33	5	0	< 52,5 µg ú.l./ml
30/15 Px	83,33	45	3,33	0	< 52,5 µg ú.l./ml
34/15 Px	86,67	15	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
37/15 Px	100	38,33	6,67	0	< 52,5 µg ú.l./ml
40/15 Px	48,33	3,33	0	0	< 52,5 µg ú.l./ml
42/15 Px	93,33	16,67	3,33	0	< 52,5 µg ú.l./ml
43/15 Px	100	18,33	10	0	< 52,5 µg ú.l./ml
44/15 2 Px	98,33	21,67	1,67	0	< 52,5 µg ú.l./ml

* koncentrace doporučená výrobcem (vyjádřená v µg ú.l./ml)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Go – *Golovinomyces orontii*

Px – *Podosphaera xanthii*

Tabulka 28a-b: Typ reakce izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podosphaera xanthii* z roku 2015 ošetřených přípravkem Karathane LC (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu a patogen	KARATHANE LC (dinocap) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / typ reakce)			
	K	52,5	105*	210
2/15 Go	+	(-)	-	-
3/15 Go	+	(-)	(-)	-
7/15 Go	+	-	-	-
10/15 Go	+	(-)	-	-
15/15 Go	+	(-)	-	-
17/15 Go	+	-	-	-
19/15 Go	+	-	-	-
20/15 Go	+	-	-	-
21/15 Go	+	-	-	-
22/15 Go	+	(-)	-	-
23/15 Go	+	-	-	-
24/15 Go	+	-	-	-
32/15 Go	+	(-)	-	-
36/15 Go	+	(-)	(-)	-

Číslo izolátu a patogen	KARATHANE LC (dinocap) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / typ reakce)			
	K	52,5	105*	210
4/15 Px	+	(-)	-	-
16/15 Px	+	+	-	-
27/15 Px	+	-	-	-
29/15 Px	+	+	-	-
30/15 Px	+	+	-	-
34/15 Px	+	(-)	-	-
37/15 Px	+	+	-	-
40/15 Px	+	-	-	-
42/15 Px	+	(-)	-	-
43/15 Px	+	(-)	-	-
44/15 2 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 µg ú.l./ml)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Go – *Golovinomyces orontii*

Px – *Podosphaera xanthii*

Tabulka 29a-b: Celkový stupeň napadení (P) listových disků (vyjádřený v %) izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podospaera xanthii* z roku 2015 ošetřených přípravkem Ortiva (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu a patogen	ORTIVA (azoxystrobin) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / stupeň napadení)				ED50
	K	250	500*	1000	
2/15 Go	75	75	48,33	38,33	250-500 µg ú.l./ml
3/15 Go	66,67	66,67	66,67	48,33	500-1000 µg ú.l./ml
7/15 Go	45	40	40	28,33	< 250 µg ú.l./ml
10/15 Go	73,33	70	63,33	58,33	> 1000 µg ú.l./ml
15/15 Go	68,33	61,67	61,67	61,67	> 1000 µg ú.l./ml
17/15 Go	70	40	36,67	35	< 250 µg ú.l./ml
19/15 Go	60	60	60	51,67	> 1000 µg ú.l./ml
20/15 Go	60	60	53,33	33,33	500-1000 µg ú.l./ml
21/15 Go	96,67	85	51,67	51,33	> 1000 µg ú.l./ml
22/15 Go	55	50	43,33	41,67	250 µg ú.l./ml
23/15 Go	91,67	45	36,67	36,67	< 250 µg ú.l./ml
24/15 Go	78,33	76,67	78,33	50	1000 µg ú.l./ml
32/15 Go	60	55	60	68,33	> 1000 µg ú.l./ml
36/15 Go	50	51,67	48,33	30	250-500 µg ú.l./ml

Číslo izolátu a patogen	ORTIVA (azoxystrobin) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / stupeň napadení)				ED50
	K	250	500*	1000	
4/15 Px	100	81,67	78,33	56,67	> 1000 µg ú.l./ml
16/15 Px	100	81,67	78,33	71,67	> 1000 µg ú.l./ml
27/15 Px	100	98,33	91,67	91,67	> 1000 µg ú.l./ml
29/15 Px	96,67	93,33	88,33	75	> 1000 µg ú.l./ml
30/15 Px	98,33	83,33	45	45	250-500 µg ú.l./ml
34/15 Px	93,33	61,67	61,67	55	> 1000 µg ú.l./ml
37/15 Px	91,67	63,33	80	35	500-1000 µg ú.l./ml
40/15 Px	96,67	75	71,67	31,67	500-1000 µg ú.l./ml
42/15 Px	98,33	46,67	65	56,67	> 1000 µg ú.l./ml
43/15 Px	100	63,33	48,33	40	250-500 µg ú.l./ml
44/15 2 Px	83,33	3,33	0	0	< 250 µg ú.l./ml

* koncentrace doporučená výrobcem (vyjádřená v µg ú.l./ml)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Go – *Golovinomyces orontii*

Px – *Podospaera xanthii*

Tabulka 30a-b: Typ reakce izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podospaera xanthii* z roku 2015 ošetřených přípravkem Ortiva (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu a patogen	ORTIVA (azoxystrobin) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / typ reakce)			
	K	250	500*	1000
2/15 Go	+	+	+	+
3/15 Go	+	+	+	+
7/15 Go	+	+	+	(-)
10/15 Go	+	+	+	+
15/15 Go	+	+	+	+
17/15 Go	+	+	+	+
19/15 Go	+	+	+	+
20/15 Go	+	+	+	(-)
21/15 Go	+	+	+	+
22/15 Go	+	+	+	+
23/15 Go	+	+	-	+
24/15 Go	+	+	+	+
32/15 Go	+	+	+	+
36/15 Go	+	+	+	(-)

Číslo izolátu a patogen	ORTIVA (azoxystrobin) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / typ reakce)			
	K	250	500*	1000
4/15 Px	+	+	+	+
16/15 Px	+	+	+	+
27/15 Px	+	+	+	+
29/15 Px	+	+	+	+
30/15 Px	+	+	+	+
34/15 Px	+	+	+	+
37/15 Px	+	+	+	+
40/15 Px	+	+	+	(-)
42/15 Px	+	+	+	+
43/15 Px	+	+	+	+
44/15 2 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 µg ú.l./ml)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Go – *Golovinomyces orontii*

Px – *Podospaera xanthii*

Tabulka 31a-b: Celkový stupeň napadení (P) listových disků (vyjádřený v %) izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podospaera xanthii* z roku 2015 ošetřených přípravkem Topas 100 EC (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu a patogen	TOPAS 100 EC (penconazol) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / stupeň napadení)				ED50
	K	15	30*	60	
2/15 Go	55	0	0	0	< 15 µg ú.l./ml
3/15 Go	70	16,67	0	0	< 15 µg ú.l./ml
7/15 Go	70	15	1,67	0	< 15 µg ú.l./ml
10/15 Go	81,67	0	0	0	< 15 µg ú.l./ml
15/15 Go	88,33	0	0	0	< 15 µg ú.l./ml
17/15 Go	93,33	1,67	0	0	< 15 µg ú.l./ml
19/15 Go	80	1,67	0	0	< 15 µg ú.l./ml
20/15 Go	70	3,33	0	0	< 15 µg ú.l./ml
21/15 Go	88,33	0	0	0	< 15 µg ú.l./ml
22/15 Go	96,67	8,33	1,67	0	< 15 µg ú.l./ml
23/15 Go	73,33	16,67	0	0	< 15 µg ú.l./ml
24/15 Go	90	0	0	0	< 15 µg ú.l./ml
32/15 Go	58,33	0	0	0	< 15 µg ú.l./ml
36/15 Go	58,33	3,33	0	0	< 15 µg ú.l./ml

Číslo izolátu a patogen	TOPAS 100 EC (penconazol) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / stupeň napadení)				ED50
	K	15	30*	60	
4/15 Px	91,67	11,67	11,67	0	< 15 µg ú.l./ml
16/15 Px	86,67	36,67	16,67	0	< 15 µg ú.l./ml
27/15 Px	40	16,67	0	0	< 15 µg ú.l./ml
29/15 Px	85	23,33	23,33	0	< 15 µg ú.l./ml
30/15 Px	85	21,67	16,67	0	< 15 µg ú.l./ml
34/15 Px	95	8,33	0	0	< 15 µg ú.l./ml
37/15 Px	81,67	28,33	25	0	< 15 µg ú.l./ml
40/15 Px	70	3,33	3,33	0	< 15 µg ú.l./ml
42/15 Px	83,33	23,33	23,33	0	< 15 µg ú.l./ml
43/15 Px	96,67	43,33	36,67	0	< 15 µg ú.l./ml
44/15 2 Px	100	8,33	3,33	0	< 15 µg ú.l./ml

* koncentrace doporučená výrobcem (vyjádřená v µg ú.l./ml)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Go – *Golovinomyces orontii*

Px – *Podospaera xanthii*

Tabulka 32a-b: Typ reakce izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podosphaera xanthii* z roku 2015 ošetřených přípravkem Topas 100 EC (14. den po inokulaci).

Číslo izolátu a patogen	TOPAS 100 EC (penconazol) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / typ reakce)			
	K	15	30*	60
2/15 Go	+	–	–	–
3/15 Go	+	(–)	–	–
7/15 Go	+	(–)	–	–
10/15 Go	+	–	–	–
15/15 Go	+	–	–	–
17/15 Go	+	–	–	–
19/15 Go	+	–	–	–
20/15 Go	+	–	–	–
21/15 Go	+	–	–	–
22/15 Go	+	–	–	–
23/15 Go	+	(–)	–	–
24/15 Go	+	–	–	–
32/15 Go	+	–	–	–
36/15 Go	+	–	–	–

Číslo izolátu a patogen	TOPAS 100 EC (penconazol) (koncentrace účinné látky (µg/ml) / typ reakce)			
	K	15	30*	60
4/15 Px	+	(–)	(–)	–
16/15 Px	+	+	(–)	–
27/15 Px	+	(–)	–	–
29/15 Px	+	(–)	(–)	–
30/15 Px	+	(–)	(–)	–
34/15 Px	+	–	–	–
37/15 Px	+	(–)	(–)	–
40/15 Px	+	–	–	–
42/15 Px	+	(–)	(–)	–
43/15 Px	+	+	+	–
44/15 2 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 µg ú.l./ml)

K – kontrola neošetřená fungicidem

Go – *Golovinomyces orontii*

Px – *Podosphaera xanthii*

4. Diskuze

Výsledky provedené experimentální studie stavu rezistence českých populací padlí dýňovitých z let 2014 a 2015 vůči šesti vybraným fungicidním přípravkům zpracované v této diplomové práci mohou přispět k několikaletého výzkumu původců padlí dýňovitých (*Golovinomyces orontii*, *Podosphaera xanthii*) v České republice, kde je také otázka rezistence k fungicidům dlouhodobě řešena týmem prof. Lebedy a Dr. Sedlákové a mohou tak přispět k lepšímu poznání této problematiky.

V následujících odstavcích budou rozebrány jednotlivé výsledky testování vybraných fungicidů, tedy porovnána zjištěná rezistence v českých populacích padlí dýňovitých z roku 2014 a 2015 vůči těmto fungicidním přípravkům včetně původu izolátů, dána do souvislosti s výsledky z ČR z let minulých a diskutována se stavem rezistence padlí dýňovitých zmiňované ve vědeckých pracích publikovaných na toto téma ve světě.

Přípravek Atlas 500 CS (quinoxifen) vykazoval v obou letech sníženou účinnost, která však byla nápadnější u izolátů z roku 2014. Právě u těchto vzorků se ukázalo, že pokles citlivosti se objevuje především v okolí Olomouce (20/14,75/14,68-70/14), v oblastech zlínského okresu (35-37/14) a konkrétně v případě patogenu Px také v oblastech okresu Hodonín (15-17/14,19/14). U izolátů z roku 2015 pak byl zaznamenán pokles v oblasti Hradce Králové (27/15,29/15,30/15) a okresu Nový Jičín. Jedinou oblastí, kde dochází k jistým podobnostem mezi oběma lety, je oblast Olomouce, avšak v rámci roku 2015 se jednalo o snížení citlivosti pouze u kmenu Px (34/15,37/15,42/15). Při porovnání s výsledky předchozího dvouletého výzkumu (Lebeda et al., 2015; Sedláková et al., 2017; Šrajbr, 2015) můžeme konstatovat, že přípravek nezaznamenal žádné výrazné změny a tedy v české populaci padlí dýňovitých vykazuje stále sníženou účinnost.

Z výzkumů ve světě je známo, že účinná látka quinoxifen má nízké riziko vzniku rezistence (Hollomon et al., 1997). Potvrzují to také testy provedené v USA, kde se tato látka úspěšně využívá k boji proti padlí dýňovitých samostatně nebo ve směsích s jinými látkami (McGrath, 2010; McGrath et al., 2013; Keinath, 2015). Podobně výborné vlastnosti směsí quinoxifenu s jinými účinnými látkami potvrzují i studie z jižních oblastí Austrálie (Wicks et al., 2002), a publikované články ve Španělsku (Bellón-Gómez et al., 2015; Bellón et al., 2010) taktéž dokazují i účinnost quinoxifenu jako jediné účinné látky aplikovaného přípravku bez vzniku jakékoli rezistence.

Přípravek Bumper 25 EC (propiconazol) se v obou testovaných letech jevil jako zcela účinný, tedy i v nejnižší koncentraci kontroloval všechny izoláty. V porovnání s výsledky předchozího dvouletého výzkumu (Lebeda et al., 2015; Sedláková et al., 2017; Šrajbr, 2015) můžeme konstatovat, že přípravek nezaznamenal žádné změny a zůstává tak pro českou populaci padlí dýňovitých zcela účinný.

K účinné látce propiconazol existuje v odborné literatuře jen velmi málo informací. Ale např. podle publikované studie Damgaard a kol. z roku 1999, se aplikace fungicidů s účinnou látkou propiconazol ukázala jako účinný nástroj v boji proti populacím padlí dýňovitých v Dánsku (Damgaard et al., 1999).

Z dalších výzkumů uskutečněných ve Velké Británii nicméně také vyplynulo, že účinky propiconazolu klesají, pokud je užíván jako náhrada za přípravek s účinnou látkou patřící do stejné skupiny (triazolů), ke kterému se již vyvinula rezistence. (Blatter et al., 1998). To tedy znamená, že u přípravků s různými účinnými látkami ze skupiny triazolů se vyvinula křížová rezistence (cross-resistance) (FRAC, 2017).

Přípravek Corbel (fenpropimorph) se v obou testovaných letech jevil jako zcela účinný, tedy i v nejnižší koncentraci kontroloval veškeré izoláty. V porovnání s výsledky předchozího dvouletého výzkumu (Lebeda et al., 2015; Sedláková et al., 2017; Šrajbr, 2015) můžeme konstatovat, že přípravek nezaznamenal žádné změny a zůstává tak pro českou populaci padlí dýňovitých zcela účinný.

V odborné literatuře existuje jen velmi málo informací k účinné látce fenpropimorph ve vztahu k patogenům padlí dýňovitých. Avšak například podle výzkumu publikovaném v Holandsku z roku 1986 byla tato látka prokázána jako velice účinná proti populacím padlí druhu *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* na pšenici (de Waard et al., 1986). Další, laboratorní výzkumy, uskutečněné v Dánsku také poukazují na výjimečné vlastnosti fenpropimorphu v porovnání s ostatními přípravky, co se týče rizika vzniku rezistence u populací padlí druhu *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei* na ječmeni (O'Hara et al., 2000).

Přípravek Karathane LC (dinocap) v obou letech vykazoval mírně sníženou účinnost. Z výsledků dvouletého testování těchto dvou ročníků lze však jen obtížně vyvozovat nějaké závěry ve vztahu k vytvoření možné rezistence vůči tomuto přípravku. Možná snad u izolátů z roku 2015 lze upozornit na některá nápadnější možná místa vzniku rezistence, jako je např. oblast Hradce Králové (29/15,30/15), Nového Jičína (43/15,44/15), či oblast kolem Olomouce (2/15,34/15,36/15,37/15,42/15). Avšak ani v

těchto místech nebyla zaznamenána rezistence stoprocentní, tedy i zde některé odebrané izoláty byly citlivé vůči tomuto fungicidu. Při srovnání s výsledky výzkumu z předchozích třinácti let (Jeřábková, 2010; Lebeda et al., 2010b, 2015; Lebeda a Sedláková, 2004, 2005, 2011; Paulík, 2011, 2014; Sedláková a Lebeda, 2004 a,b; 2006, 2008, 2010; Sedláková et al., 2009, 2012 a,b, 2017; Šrajbr, 2015). můžeme konstatovat, že výsledky z let 2014-2015 korelují s již dříve získanými daty z území ČR a tento přípravek tak zůstává stále považován jako vysoce účinný v podmínkách ČR.

Podobně vysokou účinnost dinocapu vůči populacím tohoto patogenu nacházíme také v jiných částech světa. V publikovaných studiích z let 1981-1983 z Holandska je potvrzena vynikající účinnost dinocapu (Schepers, 1984), kde se autor této studie mimo jiné také pozastavuje nad jeho stále účinnými vlastnostmi, kterými tento fungicid disponuje už více jak 30let jeho nepřetržitého používání. Stejně úspěšných výsledků bylo dosaženo i v indických výzkumech během období 1992-1994 (Kalra et al., 2000) a 2002-2003 (Sugha et al., 2007). K podobným závěrům také došly výzkumy realizované v jižním Španělsku, Japonsku a Taiwanu (McGrath, 2001).

Přípravek Ortiva (azoxystrobin) vykazoval v letech 2014-2015 velmi nízkou účinnost. Zatímco v roce 2014 kontroloval pouhých 28% izolátů, v roce následujícím to byly již jen 4%. Z těchto výsledků tedy jasně vyplynulo, že daný fungicid již není vhodným prostředkem v boji proti padlí dýňovitých. Z dosažených výsledků je dále jasné, že v případě tohoto přípravku nelze hovořit o centrech výskytu rezistence. Naopak si konkrétně u izolátů z roku 2014 můžeme povšimnout spíše oblasti s částečně přetrvávající citlivostí, tedy oblasti Hodonína (15-17/14). V případě izolátů z roku 2015 se pak již nejedná ani o oblasti, jelikož jediným izolátem s přetrvávající citlivostí byl 44/15, který však pocházel ze sběru oblasti Olomouce, kde následující 4 izoláty prokázaly plnou rezistenci. Pokud bychom porovnali dosažené výsledky z let minulých (Jeřábková, 2010; Lebeda et al., 2010b, 2012, 2015; Lebeda a Sedláková, 2011; Paulík, 2011, 2014; Sedláková a Lebeda, 2010; Sedláková et al., 2009, 2012 a,b, 2017; Šrajbr, 2015) s těmi současnými, můžeme pozorovat jasný pokles schopnosti tohoto přípravku kontrolovat populace padlí dýňovitých na území České Republiky. Zároveň však lze pozorovat, že tato schopnost se v posledních dvou letech testování (nejvíce pak v roce 2015) dostala již pod hranici přijatelné účinnosti a bylo by vhodné, aby byl tento přípravek v nejbližší době vyškrtnut ze seznamu povolených přípravků pro ČR (viz. ÚKZUZ).

Podobný pokles senzitivity vůči azoxystrobinu v populacích tohoto patogenu byl zaznamenán také v jiných částech světa a je zmiňován např. z Japonska (Ishii et al., 2001), Velké Británie (Fraaije et al., 2002) a některých oblastí Španělska (Fernández-Ortuño et al., 2006), USA (McGrath & Shishkoff, 2003; McGrath, 2005, 2006). Vznikem rezistence vůči azoxystrobinu či jiným účinným látkách ze skupiny azoxystrobinů u mnoha dalších houbových organizmů se zabývala řada zahraničních prací, zvláště v souvislosti s tzv. cross-rezistencí (Sierotzki et al., 2000; Mondal et al., 2005; Markoglou et al., 2006; Gisi et al., 2008).

U přípravku Topas 100 EC (penconazol) byla v obou testujících letech zaznamenána mírně snížená účinnost. Izoláty z roku 2014 vykazovaly vyšší citlivost vůči tomuto fungicidu, než tomu bylo u izolátů z roku následujícího. Dále však mezi oběma lety není již patrná žádná větší podobnost. Zatímco v roce 2014 můžeme zčásti pozorovat vznik rezistence v oblastech Hodonína a Olomouce, v roce 2015 zase tento rozvoj detekujeme v oblasti Blanska a částečně i Hradce Králové. Ve srovnání s výsledky předchozího dvouletého výzkumu (Lebeda et al., 2015; Sedláková et al., 2017; Šrajbr, 2015) lze konstatovat, že přípravek zaznamenal mírné snížení citlivosti vůči patogenu, avšak tento pokles nemá žádný významný dopad na jeho celkovou účinnost v české populaci padlí dýňovitých, pro kterou zůstává stále zcela účinný.

K účinné látce penconazol v odborné literatuře existuje jen velmi málo informací ve vztahu k tomuto patogenu. Ale například u populací padlí dýňovitých v oblastech Egypta byly prokázány pozitivní účinky po aplikaci přípravků na bázi penconazolu (Ismail et al., 2009).

5. Závěr

Diplomová práce byla zaměřena na zjištění míry rezistence českých populací padlí dýňovitých (druhů padlí dýňovitých (*Golovinomyces orontii*, *Podosphaera xanthii*)) vůči vybraným fungicidům. Provedená experimentální studie přinesla výsledky screeningu 50 izolátů, které pocházely ze dvou samostatných cyklů sběrů padlí dýňovitých realizovaných na území České Republiky (ČR) v letech 2014 a 2015. V průběhu celého 2-letého výzkumu byl každý z izolátů minimálně jedenkrát otestován vůči každému z vybraných 6 typů fungicidů. Celkem se tudíž provedlo přes 300 testování a měření. V návaznosti na mnohaleté předchozí studium problematiky rezistence u českých populací padlí dýňovitých realizované prof. Lebedou a Dr. Sedlákovou na Katedře botaniky PřF UP v Olomouci byly vybrány fungicidní přípravky: Karathane LC (ú.l. dinocap) a Ortiva (ú.l. azoxystrobin). Jako "nové" přípravky, jež prošly dosud pouze dvouletým testováním, byly dále testovány: Atlas 500 SC (ú.l. quinoxyfen), Bumper 25 EC (ú.l. propiconazole), Corbel (ú.l. fenpropimorph) a Topas 100 EC (ú.l. penconazole). Všechny tyto fungicidy s danou účinnou látkou, byly testovány ve třech koncentracích (kdy střední = doporučená výrobcem) pomocí modifikované metody listových disků (Anonymus, 1982; Sedláková a Lebeda, 2004a,b 2006, 2008) ve třech opakováních.

Přípravek **Atlas 500 SC** (úč.l. **quinoxyfen**) vykazoval v letech 2014-2015 sníženou účinnost. V roce 2014 bylo 32% všech otestovaných izolátů (50% Go, 29% Px) kontrolováno všemi testovanými koncentracemi tohoto přípravku a naopak 16% zkoumané populace vykazovalo nízkou sporulaci i v nejsilnějších koncentracích přípravku. V roce 2015 pak bylo zcela kontrolováno 56% všech testovaných izolátů (86% Go, 18% Px). V každém testovaném ročníku byla hodnota ED₅₀ u 96% nižší než nejnižší testovaná koncentrace tohoto přípravku, tedy < 165 µg ú.l./ml. Fungicid vykazoval výrazně sníženou účinnost u izolátů Px oproti vysoce citlivým Go izolátům. Z celkového hlediska se však jedná o fungicid, vůči němuž byly české populace padlí dýňovitých v letech 2014-2015 citlivé případně tolerantní.

Přípravek **Bumper 25 EC** (úč.l. **propiconazol**) byl v letech 2014-2015 100% účinný. U žádného z testovaných izolátů obou patogenů nebyla pozorována sporulace, ani slabá na žádné z testovaných koncentrací. Hodnota ED₅₀ byla pro všechny testované izoláty nižší než nejnižší testovaná koncentrace tohoto přípravku, tedy < 197,54 µg ú.l./ml.

Z výsledků tedy jasně plyne vysoká citlivost českých populací padlí dýňovitých vůči tomuto přípravku v letech 2014-2015.

Přípravek **Corbel** (úč.l. **fenpropimorph**) vykazoval v letech 2014-2015 100% účinnost. U žádného z testovaných izolátů u obou patogenů nebyla pozorována sporulace. U tohoto přípravku se dále znovu potvrdilo, že se na neošetřených listových discích projevuje fyto toxický efekt fungicidu. Z tohoto důvodu byla opět vytvořena jedna kontrola navíc, která byla umístěna do zvláštního samostatného boxu k zajištění správnosti při testování. Hodnota ED_{50} byla pro všechny testované izoláty nižší než nejnižší testovaná koncentrace tohoto přípravku, tedy $< 1500 \mu\text{g } \dot{\text{u}}.\text{l./ml}$. Experimentální výsledky tedy prokazují vysokou účinnost tohoto přípravku vůči českým populacím padlí dýňovitých v letech 2014-2015.

Přípravek **Karathane LC** (úč.l. **dinocap**) lze v letech 2014-2015 považovat také za účinný. V roce 2014 nevykazovalo 40% všech testovaných izolátů (75% Go, 33% Px) žádné procento sporulace. Avšak u většiny testovaných izolátů obou patogenů byl pozorován vznik mírné tolerance v nejnižší koncentraci účinné látky. V roce 2015 pak bylo 52% všech testovaných izolátů (79% Go, 18% Px) zcela kontrolováno, avšak zbývající izoláty opět vykazovaly mírnou sporulaci na nejnižších koncentracích. V každém testovaném roce byla hodnota ED_{50} nižší než střední (doporučená) koncentrace účinné látky ($105 \mu\text{g/ml}$), přičemž dokonce pouze u jediného izolátu hodnota překročila $52,5 \mu\text{g } \dot{\text{u}}.\text{l./ml}$, tedy nejnižší testovanou koncentraci přípravku. Experimentální výsledky tedy prokázaly vysokou účinnost tohoto přípravku vůči českým populacím padlí dýňovitých v letech 2014-2015.

Přípravek **Ortiva** (úč.l. **azoxystrobin**) měl v letech 2014-2015 nízkou účinnost. V roce 2014 bylo pouze 24% všech testovaných izolátů (0% Go, 29% Px) kontrolováno všemi testovanými koncentracemi tohoto přípravku a naopak 64% testované populace mělo rezistentní reakci na všech koncentracích. V roce 2015 pak byl zcela kontrolován již jen jediný izolát (0% Go, 9% Px), přičemž zbývajících 96% vykazovalo plnou rezistenci. V roce 2014 hodnota ED_{50} rozdělila testovanou českou populaci padlí dýňovitých do dvou zcela odlišných skupin ($ED_{50} < 250 \mu\text{g } \dot{\text{u}}.\text{l./ml}$ a $ED_{50} > 1000 \mu\text{g } \dot{\text{u}}.\text{l./ml}$) s mírnou převahou rezistentních izolátů. V roce 2015 však tato hodnota u většiny testované patogenní populace zcela převažovala nad nejvyšší koncentrací účinné látky ($ED_{50} > 1000 \mu\text{g } \dot{\text{u}}.\text{l./ml}$). Experimentální výsledky z let 2014-2015 jasně prokázaly výrazně sníženou účinnost tohoto přípravku, která gradovala v roce 2015 téměř celkovou rezistencí všech izolátů vůči tomuto fungicidu.

Přípravek **Topas 100 EC** (úč.l. **penconazol**) lze v letech 2014-2015 považovat za účinný. V roce 2014 bylo 48% všech testovaných izolátů (100% Go, 38% Px) kontrolováno všemi testovanými koncentracemi tohoto přípravku. Avšak u zbylých izolátů byla pozorována mírná tolerance na nejnižší testované koncentraci, která v případě tří izolátů (12% všech) se dokonce objevila i na koncentracích vyšších. V roce 2015 pak bylo zcela kontrolováno 52% testovaných izolátů (76% Go, 27% Px) tímto fungicidním přípravkem, avšak opět byla pozorována tolerance až rezistence k nejnižší testované koncentraci s mírnou sporulací i na koncentraci doporučené. V roce 2014 se hodnota ED_{50} u všech izolátů pohybovala pod střední (doporučenou) koncentrací účinné látky (30 $\mu\text{g/ml}$), dokonce u 92% byla nižší než nejnižší testovaná koncentrace přípravku, tedy < 15 μg ú.l./ml. V roce 2015 se pak pod touto nejnižší hodnotou nacházely dokonce všechny testované izoláty. Výsledky tedy poukázaly na vysokou účinnost tohoto přípravku v české populaci padlí dýňovitých v letech 2014-2015.

Získané experimentální výsledky z této diplomové práce tak mohou přispět k dalšímu studiu rezistence populací padlí dýňovitých vůči fungicidům v České republice v budoucnu a navázat tak na dlouhodobý výzkum této problematiky realizovaný na Katedře botaniky PřF UP v Olomouci týmem prof. Lebedy a Dr. Sedlákové.

6. Didaktická analýza odborného tématu

Každá studie, ať již se jedná o sebesložitější téma, má stejné cíle, a to zjištění nových informací, posunutí hranic poznání a následné předání těchto nabytých poznatků dalším generacím. Stejně tak tato diplomová práce, jež spočívá ve sledování účinnosti vybraných fungicidů a jejich účinných látek v chemické ochraně vůči padlí dýňovitých, zjišťuje nové poznatky, a také se snaží rozšířit okruh znalostí. Avšak jak již bylo poznamenáno, jednotlivé studie se od sebe liší tématem a především jeho složitostí, které mnohdy brání volnému předávání dosažených informací. Právě tento fakt znesnadňuje předání poznatků také této diplomové práci, která pro celkové správné pochopení vyžaduje orientaci v jednotlivých pojmech a zasvěcenost do studovaného problému. Právě z tohoto důvodu je celkem obtížné popsat průběh studia laikovy z lidu, natož pak zařadit téma rezistence k fungicidům do didaktické sféry.

Tabulka č.33: Zařazení tématu DP do didaktického plánu školního roku podle RVP.

Příprava na vyučovací hodinu pro vyšší gymnázia podle RVP	
Vzdělávací oblast	Člověk a příroda
Vzdělávací obor	Biologie
Tématický celek	Biologie hub
Téma hodiny	Biologie vřeckovýtrusých hub
Výukové cíle	<ul style="list-style-type: none"> • Žák jednoduše POPÍŠE životní cyklus Ascomycota. • Žák POSODÍ možné hospodářské dopady Ascomycota. • Žák ROZLIŠÍ dva základní druhy padlí dýňovitých. • Žák VYJMENUJE dvě hostitelské rostliny padlí dýňovitých. • Žák DOKÁŽE ZHOTOVIT mikroskopický preparát vzorku padlí dýňovitých a podle něj určí o jaký druh se jedná.
Klíčové kompetence	<p><u>Kompetence k učení</u> (převádějí informace z jedné formy na druhou, z obrázků a mikrofotografií určují organismus)</p> <p><u>Kompetence k řešení problému</u> (posuzují důsledky jevu z ekologického, ekonomického nebo zdravotního hlediska)</p> <p><u>Kompetence pracovní</u> (vytváření potřebných praktických dovedností při praktických cvičeních)</p>
Organizační forma výuky	Hodina základního typu, Biologické praktikum, nebo Projektové vyučování
Metody výuky	výklad + dialog, pozorování

Téma této diplomové práce spadá v rámci didaktického plánu a struktury do části "Biologie hub". Již zde je nutné zmínit, že tato kapitola se, i přes svou neoddiskutovatelnou důležitost, řadí k méně významným a tvoří jen velmi malý zlomek v počtu odučených hodin v rámci výuky biologie (asi 4hod.). To znamená, že v rámci zachování didaktického plánu se výklad omezí pouze na základní znalosti, které by se měly stát oporou pro případnou budoucí studijní nastavbu. Zároveň je kapitola zařazena (v rámci vyšších Gymnází) k učivu prvního ročníku (popř. kvinty), což opět neumožňuje ani zařazení tohoto tématu do případných biologických praktik, která se na některých školách vyučují ve druhém ročníku (popř. sextě). Jak vidno, zařazení daného tématu do výuky není vůbec jednoduché. Avšak je možné navrhnout několik možných rozšíření výuky v souvislosti s touto DP, která by v případě nadbytku času mohla být zařazena do vyučovacích hodin (**Tabulka č.33**).

Základním parametrem, podle kterého se musíme při modelaci tohoto tématu řídit, je organizační forma výuky. Podle ní můžeme pracovat téma do hodiny základního typu, biologického praktika či projektového vyučování.

Při **hodině základního typu** lze využít modelových organismů padlí dýňovitých k obecnému popisu oddělení *Ascomycota* (vřeckovýtrusých hub). Celou vyučovací hodinu lze pojmout jako popis jednoho druhu padlí dýňovitých, ať již *Golovinomyces orontii*, nebo *Podosphaera xanthii*, a vysvětlit tak jednoduchým způsobem základní význam těchto hub. Zároveň lze jednoduše nastínit typický životní cyklus modelového organismu, který můžeme rozkreslit zjednodušeně na tabuli, a tím ho dostat do povědomí studentů. Tento zdánlivě zbytečný a možná na první pohled nesmyslně detailní popis cyklu, by podle mého názoru ukázal studentům provázanost, (patogenní) smysl daného organismu a možná jeho pochopením zaručil i jejich pozornost. Zároveň v tomto cyklu lze poukazovat na jednotlivé mezikroky a několika slovy naznačit, o co se jednotliví chemičtí inženýři snaží, na jaké fáze vývoje cílí, atd.. V neposlední řadě samozřejmě nemůžeme opomenout hospodářský dopad na zemědělství, čímž se dostaneme i k fungicidním přípravkům. Je však nutné mít na paměti, že téma je nezbytně nutné uzavřít během jedné hodiny, jelikož její přesah by znamenal výrazné zbrzdění v probírání učiva celého roku.

Druhou organizační formou může být **biologické praktikum**, které však v průběhu školního roku vyžaduje ještě větší množství rezervního času. Jak bylo zmíněno výše, říše Houby (*Fungi*) bývá probírána v prvním ročníku (popř.kvintě), kde však není vymezena žádná vyučovací hodina ryze praktiku. Navíc pokud bychom chtěli pro oživení

výuky provést nějaké praktické cvičení, tak pro tento tematický celek bychom vybrali spíše houby stopkovýtrusé (*Basidiomycota*), které jsou mezi studenty populárnější, mají jednodušší životní cyklus a převážně makroskopický vzhled. Kromě toho hrají v běžném životě studentů a obecně člověka větší význam (tedy co se užitečnosti týče), obzvláště pokud uvažíme právě jejich velikost, která zaručuje vyšší pravděpodobnost jejich zaznamenání člověkem. Jako jasný příklad můžeme uvést dilema, zda zaměřit cvičení na plísně (např. na chlebu, sýru, ovoci..), nebo i třeba na jedovatou muchomůrku červenou. Myslím, že z hlediska zábavnosti a poutavosti hodiny s přehledem zvítězí červená basidiomyceta. I když na druhou stranu houby patřící do skupiny erysifálních hub (řádu *Erysiphales*), česky "padlí", jsou rozsáhlou skupinou hub s širokým okruhem hostitelských rostlin s typickými příznaky "poprášení" moukou na řadě běžných druhů, se kterými se studenti mohou často v přírodě setkat. Například se jedná o padlí dubové nebo padlí čekankové na mnoha druzích z čeledi *Asteraceae*.

Biologické praktikum každopádně lze zařadit do programu školního roku jako cvičení pozdějších ročníků, či přímo téma jednoho laboratorního cvičení v semináři z biologie (viz. **Přílohy: Pracovní list č.1**). Celé cvičení může být zaměřeno na zlepšení praktických dovedností v práci s mikroskopem. V rámci hodiny je třeba mít nachystané pomůcky pro mikroskopování, samotný mikroskop a především vzorky padlí. Právě zde je ideálním modelovým organizmem padlí dýňovitých, které má velmi častý výskyt na jakýchkoliv zahradách s výsadbou dýňovité (tykvovité) zeleniny. Vzorky tedy mohou být pořízeny buďto v rámci vlastních sběrů, které následně herbarizujeme, umístíme do papírových sáčku a suché skříně. Druhou možností je aktivní zapojení studentů, kterým můžeme zadat, aby samy pořídily každý jeden vzorek a poté s nimi pracovaly. Jedinou nesnází je načasování cvičení, které v případě potřeby čerstvých vzorků musíme zařadit do podzimních měsíců. Celkový průběh hodiny však lze snadno kontrolovat a k pozorování postačí velmi malé množství vzorku, který navíc mohou přinést sami studenti.

Poslední formou by mohlo být **projektové vyučování**. Princip by spočíval ve sběru napadených listů patogeny v blízkosti svého bydliště či města. Vzorky by byly uzavírány do plastových sáčků (ne mikrotenových), shromážděny do sbírky a posléze vyhodnoceny. Zároveň by byla pořizována fotodokumentace, ať již před sběrem nebo při mikroskopickém pozorování, která by později zaplnila poster. Na základě dostupné literatury, internetu a dalších zdrojů by se studenti pokusily determinovat jednotlivé druhy chorob a posléze je popsat na posteru. Cílem projektu by bylo seznámit spolužáky s houbovými organizmy kolem nás a trochu více proniknout do problematiky současných

patogenních organizmů na zemědělské a další plodiny. Celý projekt by zařazoval průřezové téma environmentální výchovu do rámcového vzdělávacího programu.

Celý projekt by bylo možné také orientovat směrem k **badatelsky orientovanému vyučování**. Spočívalo by opět ve sběru vzorků, avšak tentokrát konkrétně pouze z dýňovitých (tykvovitých) rostlin ze zahrad v jednom konkrétním městě. Cílem by pak byla determinace jednotlivých izolátů, určení konkrétních druhů, zhotovení mapky jednotlivých izolátů a druhů a následné vyhodnocení a porovnání s výskytem jednotlivých druhů v celé ČR a ve světě.

Na závěr je potřeba říci, že každá z uvedených organizačních forem výuky má svoje plus, avšak učitelé jednotlivých škol mají již dnes potíže s probráním velkého množství učiva, které jim předepisuje RVP, a je proto velmi obtížné zařadit nová témata do školního plánu.

7. Použitá literatura

- ANAND, T., CHANDRASEKARAN, A., KUTTALAM, S., RAGUCHANDER, T., SAMIYAPPAN, R. (2009): Management of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Mildews through Azoxystrobin-Tolerant *Pseudomonas fluorescens*. *Journal of Agricultural Science and Technology* (2009) Vol. 11 (2), 211-226.
- ANONYMOUS (1982): FAO Method No. 30. FAO. *Plant Protection Bulletin*, Vol. 30: 2.
- BARDIN, M.; NICOT, P. C.; NORMAND, P.; LEMAIRE, J. M. (1997): Virulence variation and DNA polymorphism in *Sphaerotheca fuliginea*, causal agent of powdery mildew of cucurbits. *European Journal of Plant Pathology*, 103: 545-554.
- BAY, I.S., NGUYEN, T.N., HEARN, M.C., GUBLER, W.D. (2012): Powdery mildew control on pumpkin with organic and synthetic fungicides: 2012 field trial. *Department of Plant Pathology*, University of California, Davis, CA 95616.
- BELLÓN, D., LÓPEZ-RUIZ, F.J., SÁNCHEZ-PULIDO, J.M., JOUSSEAUME, C., PÉREZ-GARCÍA, A., TORÉS, J.A. (2010): Powdery Mildew of Cucurbits: Fungicide Resistance in Pathogen Populations of Southern Spain. In: Dehne, H.W., Deising, H.B., Gisi, U., Kuck, K.H., Russell, P.E., Lyr, H. (Eds.): *Modern Fungicides and Antifungal Compounds VI. Spectrum Phytomedizin*, kap. 44: 285-288.
- BELLÓN-GÓMEZ, D., VELA-CORCÍA, D., PÉREZ-GARCÍA, A., TORÉS, J.A. (2015): Sensitivity of *Podosphaera xanthii* populations to anti-powdery-mildew fungicides in Spain. *Pest Management Science*, 71, 1407-1413.
- BERTRAND, F., PITRAT, M., GLANDARD, A., LEMAIRE, J.M. (1992): Diversité et variabilité des champignons responsables de l'oïdium des cucurbitacées. *Phytoma*, 438: 46-49. In: Pirondi, A., Pérez-García, A., Battistini, G., Muzzi, E., Brunelli, A., Collina, M. (2015a): Seasonal variations in the occurrence of *Golovinomyces orontii* and *Podosphaera xanthii*, causal agents of cucurbit powdery mildew in Northern Italy. *Annals of Applied Biology* 167, 298-313. ISSN 0003-4746.
- BLATTER, R.H.E., BROWN, J.K.M., WOLFE, M.S. (1998): Genetic control of the resistance of *Erysiphe graminis* f.sp. *hordei* to five triazole fungicides. *Plant Pathology*, 47: 570-579.
- BOSCH, F., GILLIGAN, CH.A. (2008): Models of Fungicide Resistance Dynamics. *Annual Review of Phytopathology* (2008) 46, 123-147.
- BOSCH, F., OLIVER, R., BERG, F., PAVELEY, N. (2014): Governing Principles Can Guide Fungicide-Resistance Management Tactics. In: Leach, J., Lindow, S., Alfen, N.V., Bakker, J., Dong, X., Falk, B.W., Mundt, CH., Peng, Y.-L., Pethybridge, S.J., Prusky, D., Wolpert, T.J., Hagg, A.J. (Eds.): *Annual Review of Phytopathology*, Vol. 52 2014, 175-195.
- BRAUN, U., COOK, R.T.A. (2012): Taxonomic manual of the Erysiphales (Powdery Mildews). *CBS Biodiversity*, Series 11: 1-707.
- BROWN, J.K.M. (2002): Comparative genetics of avirulence and fungicide resistance in the powdery mildew fungi. 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*. 56-65.
- 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.
- DAMGAARD, C., NIELSEN, B.J. (1999): The effect of fungal density on fungicide dose-response curves in barley powdery mildew (*Erysiphe graminis* f.sp. *hordei*). *Plant Pathology*, 48: 402-407.
- DEHNE, H.W., DEISING, H.B., FRAAIJE, B., GISI, U., HERMANN, D., MEHL, A., OERKE, E.C., RUSSELL, P.E., STAMMLER, G., KUCK, K.H., LYR, H. (Eds.): Modern Fungicides and Antifungal Compounds, Vol. VII, *Proceedings of the 17th International Reinhardtsbrunn Symposium* April 21-25 2013, Friedrichroda, Germany.
- DEHNE, H.W., DEISING, H.B., GISI, U., KUCK, K.H., RUSSELL, P.E., LYR, H. (Eds.): Modern Fungicides and Antifungal Compounds, Vol. VI, *Proceedings of the 16th International Reinhardtsbrunn Symposium* April 25-29 2010, Friedrichroda, Germany.
- DE WAARD, M.A., KIPP, E.M.C., HORN, N.M., VAN NISTELROOY, J.G.M. (1986): Variation in sensitivity to fungicides which inhibit ergosterol biosynthesis in wheat powdery mildew. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 92 (1): 21-32.
- DIETZ, J. (2012): Recently Introduced Powdery Mildew Fungicides. In: Krämer, W., Schirmer, U., Jeschke, P., Witschel, M. (Eds.): Modern Crop Protection Compounds, Second Edition. *Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA*, Vol. 2, Chapter 24, 887-898.
- EARLEY, F. (2012): Fungicides Acting on Oxidative Phosphorylation; The Biochemistry of Oxidative Phosphorylation: A Multiplicity of Targets for Crop Protection Chemistry. In: Krämer, W., Schirmer, U., Jeschke, P., Witschel, M. (Ed.) (2012): Modern Crop Protection Compounds, Second Edition. *Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA*, kap. 15.1, 559-584.
- FERNÁNDEZ-ORTUÑO, D., PÉREZ-GARCÍA, A., LÓPEZ-RUIZ, F., ROMERO, D., DE VICENTE, A., TORÉS, J.A. (2006): Occurrence and distribution of resistance to API fungicides in populations of *Podosphaera fusca* in south central Spain. *European Journal of Plant Pathology*, 115: 215-222.
- FERNÁNDEZ-ORTUÑO, D., TORÉS, J.A., DE VICENTE, A., PÉREZ-GARCÍA, A. (2007): Multiple displacement amplification, a powerful tool for molecular genetic analysis of powdery mildew fungi. *Current Genetics*, 51, 209-219. In: Vela-Corcía, D., Bellón-Gómez, D., López-Ruiz, F., Torés, J.A., Pérez-García, A. (2014): The *Podosphaera fusca* TUB2 gene, a molecular "Swiss Army knife" with multiple applications in powdery mildew research. *Fungal biology* 118, 228-241.
- FRAAIJE, B.A., BUTTERS, J.A., COELHO, J.M., JONES, D.R., HOLLOMON, D.W. (2002): Following the dynamics of strobilurin resistance in *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* using quantitative allele-specific real-time PCR measurements with the fluorescent dye SYBR Green I. *Plant Pathology*, 51: 45-54.
- GIANESSI, L.P., REIGNER, N. (2005): The Value of Fungicides In U.S. Crop Production, September 2005. *CropLife Foundation*. Washington, DC 2005.
- GISI, U., CHET, I., GULLINO, M.L. (2009): Recent Developments in Management of Plant Diseases. *Plant Pathology in the 21st Century: Contributions to the 9th International Congress*. *Springer Science+Business Media B.V.* 2009.
- GISI, U., SIEROTZKI, H. (2008): Fungicide modes of action and resistance in downy mildews. *European Journal of Plant Pathology* 122: 157-167.

- GULLINO, M.L., LEROUX, P., SMITH, C.M. (1999): Uses and challenges of novel compounds for plant disease control. *Crop Protection* 19 (2000) 1-11.
- HADAR, A. (2005) Patent WO 2005/022,999. In: Krämer, W., Schirmer, U., Jeschke, P., Witschel, M. (Ed.): *Modern Crop Protection Compounds*, Second Edition. *Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA*, kap. 15.4, 645-670.
- HARAMOTO, M., HAMAMURA, H., SANO, S., FELSENSTEIN, F.G., OTANI, H. (2006): Sensitivity monitoring of powdery mildew pathogens to cyflufenamid and the evaluation of resistance risk. *Journal of Pesticide Science*, 31 (4), 397-404.
- HEJNÝ, S., SLAVÍK, B. (Eds.) (1990): *Květena České Republiky 2. Academia*, Praha, 439-452.
- HOLEC, J., BIELYCH, A., BERAN, M. (2012): Přehled hub střední Evropy. *Academia Praha*. 624 pp. ISBN 978-80-200-2077-2.
- 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, 249-255.
- HOLLOMON, D.W., WHEELER, I.E., DIXON, K., LONGHURST, CH., SKYLAKAKIS, G. (1997): Defining the Resistance Risk of the New Powdery Mildew Fungicide Quinoxifen. *Pesticide Science*, 51: 347-351.
- ISHII, H., FRAAIJE, B.A., SUGIYAMA, T., NOGUCHI, K., NISHIMURA, K., TAKEDA, T., AMANO, T. & HOLLOMON, D.W. (2001): Occurrence and molecular characterization of strobilurin resistance in cucumber powdery mildew and downy mildew. *Phytopathology*, 91 (12): 1166-1171.
- ISMAIL, A.A., HAMADA, E.A.M., ELHAAK, M.A. (2009): Control of powdery mildew disease by some fungicides of different chemical groups and their side effect on squash. Abstrakt. In: Šrajbr, M. (2015): *Rezistence českých populací padlí tykvovitých vůči novým skupinám fungicidů. Bakalářská práce (Bc.). PřF UP Olomouc*, 82 s..
- JAHN, M., MUNGER, H.M. & MCGREIGHT, J.D. (2002): Breeding cucurbit crops for powdery mildew resistance. 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, Chapter 15, 239-248.
- JARVIS, W. R.; GUBLER, W. D.; GROVE, G. G. (2002): Epidemiology of powdery mildews in agricultural pathosystems. 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, 169-199.
- JEGER, M.J., WIJNGAARDEN, P.J., HOEKSTRA, R.F. (2008): Adaptation to the cost of resistance in a haploid clonally reproducing organism: The role of mutation, migration and selection. *Journal of Theoretical Biology* 252, 621-632.
- JEŘÁBKOVÁ, H. (2010): *Rezistence k fungicidům v populaci padlí tykvovitých v České republice. Diplomová práce (Mgr.). PřF UP, Olomouc*, 84 pp..
- KABLE, F.P., BALLANTYNE, J.B. (1963): Observation on the cucurbit powdery mildew in the Ithaca district. *Plant Disease Reporter*, 47, 482. In: Pirondi, A., Pérez-García, A., Battistini, G., Muzzi, E., Brunelli, A., Collina, M. (2015a): Seasonal variations in the occurrence of *Golovinomyces orontii* and *Podosphaera xanthii*, causal agents of cucurbit powdery mildew in Northern Italy. *Annals of Applied Biology* 167, 298-313. ISSN 0003-4746.
- KALRA, A., PARAMESWARAN, T.N., RAVINDRA, N.S., RAO, M.G., KUMAR, S. (2000): Effects of planting date and dinocap applications on the control of powdery

- mildew and yields of seed and seed oil in coriander. *Journal of Agricultural Science*, 135: 193-197.
- KEINATH, P.A. (2015): Efficacy of fungicides against powdery mildew on watermelon cause by *Podosphaera xanthii*. *Crop Protection*, 75: 70-76.
- KNAUF-BEITER, G., ZEUN, R. (2012): Fungicides Acting on Signal Transduction; Chemistry and Biology of Fludioxonil, Fenpiclonil, and Quinoxifen. In: Krämer, W., Schirmer, U., Jeschke, P., Witschel, M. (Ed.) (2012): *Modern Crop Protection Compounds, Second Edition. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA*, kap. 17.2, 721-737.
- KŘÍSTKOVÁ, E., LEBEDA, A. & SEDLÁKOVÁ, B. (2009a): 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.
- KUCK, K.-H., LEADBEATER, A., GISI, U. (2012a). FRAC Mode of Action Classification and Resistance Risk of Fungicides. In: Krämer, W., Schirmer, U., Jeschke, P., Witschel, M. (Ed.) (2012): *Modern Crop Protection Compounds, Volume 2: Fungicides; Second, Revised and Enlarged Edition. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA*, kap. 14, 539-557.
- KUCK, K.-H., STENZEL, K., VORS, J.-P. (2012b): Sterol Biosynthesis Inhibitors. In: Krämer, W., Schirmer, U., Jeschke, P., Witschel, M. (Ed.) (2012): *Modern Crop Protection Compounds, Second Edition. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA*, kap. 19, 761-805.
- LEBEDA, A. (1983): The genera and species spectrum of Cucumber powdery mildew in Czechoslovakia. *Journal of Phytopathology*, 108, 71-79. In: Pirondi, A., Pérez-García, A., Battistini, G., Muzzi, E., Brunelli, A., Collina, M. (2015a): Seasonal variations in the occurrence of *Golovinomyces orontii* and *Podosphaera xanthii*, causal agents of cucurbit powdery mildew in Northern Italy. *Annals of Applied Biology* 167, 298-313. ISSN 0003-4746.
- LEBEDA, A. (1984): Screening of wild *Cucumis* species for resistance to cucumber powdery mildew (*Erysiphe cichoracearum* and *Sphaerotheca fuliginea*). *Scientia Horticulturae*, 24: 241-249.
- LEBEDA, A. (1986): Padlí okurkové. *Erysiphe cichoracearum*, *Sphaerotheca fuliginea* (Cucumber powdery mildew. *Erysiphe cichoracearum*, *Sphaerotheca fuliginea*). In: Lebeda, A. (Ed.): *Methods of Testing Vegetable Crops for Resistance to Plant Pathogens*, VHI Sempra, *Research Institute of Vegetable crops*, Olomouc, 87-91.
- LEBEDA, A., MCGRATH, M.T., SEDLÁKOVÁ, B. (2010b): Fungicide Resistance in cucurbit powdery mildew fungi. In: Carisse, O. (Ed.): *Fungicides. InTech Publishers*, Vienna, Austria, Chapter 11, 221-246.
- LEBEDA, A., MIESLEROVÁ, B., HUSZÁR, J., SEDLÁKOVÁ, B. (2017): Padlí kulturních a planě rostoucích rostlin. *Agriprint. Olomouc*. 368 pp. 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. (2005): Ochrana okurek a dalších tykvovitých zelenin vůči padlí tykvovitých /Proceedings/ [Protection of cucumbers and other cucurbitaceous UP v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra botaniky 2014 105 vegetables to cucurbit powdery mildew /Proceedings/]. In: F. Kocourek et al. (Eds.): *Metodika pro integrovaný systém ochrany polní zeleniny vůči škodlivým organismům (Methods for integrated system of field vegetables protection to dangerous organisms)*. Zelinářská

- unie Čech a Moravy, Olomouc [Vegetables Grower Union of Bohemia and Moravia, Olomouc, Czech Republic]. 39-53.
- LEBEDA, A., SEDLÁKOVÁ, B. (2006): Identification and survey of cucurbit powdery mildew races in Czech populations. In: G.J. Holmes (Ed.): *Cucurbitaceae 2006, North Carolina State University, Raleigh, NC, USA*, 444-452.
- LEBEDA, A., SEDLÁKOVÁ, B. (2010): Screening for resistance to cucurbit powdery mildew (*Golovinomyces cichoracearum*, *Podosphaera xanthii*). In: Spencer, M.M., Lebeda, A. (Eds.): *Mass Screening Techniques for Selecting Crops Resistant to Disease*. International Atomic Energy Agency (IAEA), Vienna, Austria, Chapter 19, 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., KRÍSTKOVÁ, 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:978-605-63297-0-8)
- LEBEDA, A., SEDLÁKOVÁ, B., PEJCHAR, M., JEŘÁBKOVÁ, H. (2010a): Variation for fungicide resistance among cucurbit powdery mildew populations in the Czech Republic. *Acta Horticulturae*, 871, ISHS 2010: 465-475.
- MA, Z., MICHAILIDES, T.J. (2005): Advances in understanding molecular mechanisms of fungicide resistance and molecular detection of resistant genotypes in phytopathogenic fungi. *Crop Protection* 24 (2005) 853-863.
- MALATHRAKIS, N.E. (1985): Occurrence of decreased sensitivity of *Sphaerotheca fuliginea* to ditalimfos. *Netherlands Journal of Plant Pathology* (1985) 91, 249-250.
- MARKOGLU, A.N., MALANDRAKIS, A.A., VITORATOS, A.G., ZIOGAS, B.N. (2006): Characterization of laboratory mutants of *Botrytis cinerea* resistant to QoI fungicides. *European Journal of Plant Pathology*, 115: 149-162.
- MARTÍNEZ-CRUZ, J., ROMERO, D., DÁVILA, J.C., PÉREZ-GARCÍA, A. (2014): The *Podosphaera xanthii* haustorium, the fungal Trojan horse of cucurbit-powdery mildew interactions. *Fungal Genetics and Biology* 71 (2014), 21-31.
- MCGRATH, M.T. (2001): Fungicide resistance in cucurbit powdery mildew: Experiences and Challenges. *Plant Disease*, 85: 236-245.
- MCGRATH, M.T. (2005): Guidelines for managing cucurbit powdery mildew with fungicides in 2005.
- MCGRATH, M.T. (2006): Occurrence of fungicide resistance in *Podosphaera xanthii* and impact on controlling cucurbit powdery mildew in New York. In: Holmes, G.J. (Ed.): *Cucurbitaceae 2006, North Carolina State University, Raleigh, NC, USA*, 473-482.
- MCGRATH, M.T. (2010): Managing cucurbit powdery mildew in 2010. *Department of Plant Pathology and Plant-Microbe Biology*.
- MCGRATH, M.T. (2012): Challenge of Fungicide Resistance and Anti-Resistance Strategies in Managing Vegetable Diseases in the USA. In: Thind, T.S. (Ed.): *Fungicide Resistance in Crop Protection: Risk and Management*. *CAB International*, 191-207.

- MCGRATH, M.T., SHISHKOFF, N. (2003): First report of the cucurbit powdery mildew fungus (*Podosphaera xanthii*) resistant to strobilurin fungicides in the United States. *Plant Disease*, 87 (8): 1007.
- MCGRATH, M.T., STANISZEWSKA, H., SHISHKOFF, N., CASELLA, G. (1996): Fungicide sensitivity of *Sphaerotheca fuliginea* populations in the United States. *Plant Disease*, 80: 697-703.
- 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.
- MONDAL, S.N., BHATIA, A., SHILTS, T., TIMMER, L.W. (2005): Baseline Sensitivities of Fungal Pathogens of Fruit and Foliage of Citrus to Azoxystrobin, Pyraclostrobin, and Fenbuconazole. *Plant Disease* 89: 1186-1194.
- NAGY, G.S. (1976): Studies on powdery mildews of cucurbits I. Life cycle and epidemiology of *Erysiphe cichoracearum* and *Sphaerotheca fuliginea*. *Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 11, 205-210. In: Pírondi, A., Pérez-García, A., Battistini, G., Muzzi, E., Brunelli, A., Collina, M. (2015a): Seasonal variations in the occurrence of *Golovinomyces orontii* and *Podosphaera xanthii*, causal agents of cucurbit powdery mildew in Northern Italy. *Annals of Applied Biology* 167, 298-313. ISSN 0003-4746.
- O'HARA, R.B., NIELSEN, B.J., ØSTERGÅRD, H. (2000): The effect of fungicide dose on the composition of laboratory populations of barely powdery mildew. *Plant Pathology*, 49: 558-566.
- 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 (2009): The powdery mildew fungus *Podosphaera fusca* (synonym *Podosphaera xanthii*), a constant threat to cucurbits. *Molecular Plant Pathology* (2009) 10 (2), 153–160.
- PIRONDI, A., PÉREZ-GARCÍA, A., BATTISTINI, G., MUZZI, E., BRUNELLI, A., COLLINA, M. (2015a): Seasonal variations in the occurrence of *Golovinomyces orontii* and *Podosphaera xanthii*, causal agents of cucurbit powdery mildew in Northern Italy. *Annals of Applied Biology* 167, 298-313. ISSN 0003-4746.
- PIRONDI, A., PÉREZ-GARCÍA, A., PORTILLO, I., BATTISTINI, G., TURAN, C., BRUNELLI, A., COLLINA, M. (2015b): Occurrence of chasmothecia and mating type distribution of *Podosphaera xanthii*, a causal agent of cucurbit powdery mildew in northern Italy. *Journal of Plant Pathology* 97 (2), 75-81.
- PIRONDI, A., VELA-CORCÍA, D., DONDINI, L., BRUNELLI, A., PÉREZ-GARCÍA, A., COLLINA, M. (2015c): Genetic diversity analysis of the cucurbit powdery mildew fungus *Podosphaera xanthii* suggests a clonal population structure. *Fungal Biology* 119, 791-801.
- PROKOP, M. (2010): Výskyt rezistence houbových patogenů vůči fungicidním účinným látkám, mechanismy, hodnocení rizika vzniku a ovlivňující faktory. *Rostlinolékař*, 5: 30-33.

- RAMAKERS, P.M.J., O'NEILL, T.M. (1999): Cucurbits. In: Albajes, R., Gullino, M.L., van Lenteren, J.C., Elad, Y. (Eds.): Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops. *Kluwer Academic Publishers (1999)*. Chapter 31, 435-453.
- RENNER, S. S., SCHAEFER, H. (2016): Phylogeny and evolution of Cucurbitaceae. In: Grumet, R., Katzir, N., Garcia-Mas, J. (Eds.): Genetics and Genomics of the Cucurbitaceae. *Springer Science+Business*.
- REUVENI, M., AGAPOV, V., REUVENI, R. (1996): Controlling powdery mildew caused by *Sphaerotheca fuliginea* in cucumber by foliar sprays of phosphate and potassium salts. *Crop Protection*, Vol. 15 (1), 49-53.
- RHEINHEIMER, J., RIECK, H., COQUERON, P.-Y. (2012): Succinate Dehydrogenase Inhibitors. In: Krämer, W., Schirmer, U., Jeschke, P., Witschel, M. (Ed.) (2012): Modern Crop Protection Compounds, Second Edition. *Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA*, kap. 15.3, pp. 627-645.
- SAUTER, H. (2012): Fungicides Acting on Oxidative Phosphorylation; The Biochemistry of Oxidative Phosphorylation: Strobilurins and Other Complex III Inhibitors. In: Krämer, W., Schirmer, U., Jeschke, P., Witschel, M. (Ed.) (2012): Modern Crop Protection Compounds, Second Edition. *Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA*, kap. 15.2, 584-627.
- SEDLÁKOVÁ, B., LEBEDA, A. (2004a): Resistance to fungicides in cucurbit powdery mildew populations in the Czech Republic. *Acta fytotechnica et zootechnica*, 7: 269-271.
- SEDLÁKOVÁ, B., LEBEDA, A. (2004b): Variation in sensitivity to fungicides in Czech populations of cucurbit powdery mildews. In: Lebeda, A., Paris, H.S. (Eds.): Progress in Cucurbit Genetics and Breeding Research. Proceedings of *Cucurbitaceae 2004*, 8th EUCARPIA Meeting on Cucurbit Genetics and Breeding, Palacký University in Olomouc, July 12-17, 2004, Palacký University, Olomouc, Czech Republic. 289-294.
- SEDLÁKOVÁ, B., LEBEDA, A. (2006). Survey of fungicide resistance in cucurbit powdery mildews populations in the Czech Republic. In: Herda, G., Mazáková, J., Zouhar, M. (Eds.): Proceedings of XVII. Czech and Slovak Plant Protection Conference, Prague, September 12-14, 2006, Czech University of Agriculture, Prague, Czech Republic, 346-350.
- 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., JEŘÁBKOVÁ, H., PAULÍK, R., VAJDOVÁ, M. (2012a): Rezistence k fenarimolu, dinocapu, benomyly, thiophanate-methylu a azoxystrobinu v populacích padlí tykvovitých v České republice (Resistance to fenarimol, dinocap, benomyl, thiophanate-methyl and azoxystrobin in cucurbit powdery mildew populations in the Czech Republic). In: Bokor, P., Tóthová, M. (Eds.): Zborník Abstraktov z XIX. Slovenskej a českej konferencie o ochrane rastlín (Proceedings of Abstracts of the XIXth Slovak and Czech Plant Protection Conference), Nitra, September 5 – 7, 2012. Katedra ochrany rastlín, Slovenska poľnohospodárska univerzita v Nitre (Department of Plant Protection, Slovak University of Agriculture), Slovak Republic, 2012, 44-45.
- SEDLÁKOVÁ, B., LEBEDA, A., JEŘÁBKOVÁ, H., PAULÍK, R., VAJDOVÁ, M. (2012b): Resistance to fenarimol, dinocap, benomyl, thiophanate-methyl and azoxystrobin in cucurbit powdery mildew populations in the Czech Republic (Rezistence k fenarimolu, UP v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra botaniky

- 2014 108 dinocapu, benomyly, thiophanate-methylu a azoxystrobinu v populacích padlí tykvovitých v České republice). *Actafytotechnica et zootechnica* 15 (Special Number), 46-49.
- SEDLÁKOVÁ, B., LEBEDA, A., PAULÍK, R., ŠRAJBR, M., JEŘÁBKOVÁ, H. (2017): Long-Lasting Study of Fungicide Efficacy against Czech Cucurbit Powdery Mildew Populations. In: Deising, H.B., Fraaije, B., Mehl, A., Oerke, E.C., Sierotzki, H., Stammler, G. (Eds.): *Modern Fungicides and Antifungal Compounds*, Vol. VIII, *Phytomedizinische Gesellschaft*, Braunschweig, 115-116.
- 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.zář 2009, 119 pp..
- SEDLÁKOVÁ, B., RUŠÁKOVÁ, E., KŘÍSTKOVÁ, E., LEBEDA, A. (2016): Long-Lasting (2001 to 2009) Variation in Virulence Among Czech Cucurbit Powdery Mildew Populations Screened on Eleven Cucumis melo Differential Genotypes. In: Kozik, E.U., Paris, H.S. (Eds.): *Proceedings of Cucurbitaceae 2016*. The XIth Eucarpia Meeting on Cucurbit Genetics & Breeding. Warsaw, Poland, July 24–28 2016, 268-271.
- SCHAEFER, H., RENNER, S. S. (2010): Cucurbitaceae. In: Kubitzki K. (Eds.): *Flowering Plants. Eudicots. The Families and Genera of Vascular Plants*. Vol 10. *Springer, Berlin, Heidelberg*. pp. 112-174.
- SCHAEFER, H., RENNER, S. S. (2011): Phylogenetic relationships in the order Cucurbitales and a new classification of the gourd family (Cucurbitaceae). *Taxon* 60 (1), 122-138.
- SCHEPERS, H.T.A.M. (1984): Persistence of resistance to fungicides in *Sphaerotheca fuliginea*. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 90 (4): 165-171.
- SIEROTZKI, H., PARISI, S., STEINFELD, U., TENZER, I., POIREY, S., GISI, U., (2000): Mode of resistance to respiration inhibitors at the cytochrome bc₁ enzyme complex of *Mycosphaerella fijiensis* field isolates. *Pest Management Science*, 56: 833-841.
- STEFFENS, J.J., PELL, E.J., TIEN, M. (1996): Mechanisms of fungicide resistance in phytopathogenic fungi. *Current Opinion in Biotechnology*, Vol. 7 (3), 348-355.
- SUGHA, S.K., BANYAL, D.K., RANA, S.K. (2007): Management of powdery mildew of cucurbits caused by *Sphaerotheca fuliginea* with fungicides. *Pestology*, 31 (7): 37-39.
- ŠENOLDOVÁ, P., LOKAJ, Z. (2008): Taháky z fytofarmakologie – mechanismus fungicidních účinných látek II. *Rostlinolékař*, 6: 31-33.
- ŠRAJBR, M. (2015): Rezistence českých populací padlí tykvovitých vůči novým skupinám fungicidů. Bakalářská práce (Bc.). *PrF UP Olomouc*, 82 s..
- THIND, T.S. (Eds.) (2012): *Fungicide Resistance in Crop Protection: Risk and Management*. CABI, Wallingford, UK, 284 s.
- TOMLIN, C.D.S. (Ed.) (2003): *The Pesticide Manual: A World Compendium of Pesticides*. *British Crop Protection Council*. 13th edition, 1344 s.
- TOWSEND, G.R., HEUBERGER, W. (1943): Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Disease Reporter* 27: 340-343.
- TURNER, J.A. (Eds.) (2015): *The Pesticide Manual: A World Compendium of Pesticides*. *British Crop Protection Council*. 17th edition, Hampshire, UK, 1357 s.
- URBAN, J., LEBEDA, A. (2004): Differential sensitivity to fungicides in Czech populations of *Pseudoperonospora cubensis*. In: Lebeda, A., Paris, H.S. (Eds.): *Progress*

in Cucurbit Genetics and Breeding Research. Proceedings of Cucurbitaceae 2004, the 8th EUCARPIA Meeting on Cucurbit Genetics and Breeding. Palacký University in Olomouc, Olomouc (Czech Republic), 275-280.

VELA-CORCÍA, D., BELLÓN-GÓMEZ, D., LÓPEZ-RUIZ, F., TORÉS, J.A., PÉREZ-GARCÍA, A. (2014): The *Podosphaera fusca* TUB2 gene, a molecular "Swiss Army knife" with multiple applications in powdery mildew research. *Fungal biology* 118, 228-241.

VELA-CORCÍA, D., ROMERO, D., TORÉS, J.A., DE VICENTE, A., PÉREZ-GARCÍA, A. (2015): Transient transformation of *Podosphaera xanthii* by electroporation of conidia. *BMC Microbiology* 15:20.

WANG, Z., JOHNSTON, P.R., TAMAKATSU, S., SPATAFORA, J.W., HIBBETT, D.S. (2006): Phylogenetic classification of the Leotiomycetes based on rDNA data. *Mycologia*, 98, 1066-1076. In: Pirondi, A., Pérez-García, A., Battistini, G., Muzzi, E., Brunelli, A., Collina, M. (2015a): Seasonal variations in the occurrence of *Golovinomyces orontii* and *Podosphaera xanthii*, causal agents of cucurbit powdery mildew in Northern Italy. *Annals of Applied Biology* 167, 298-313. ISSN 0003-4746.

WHITTINGHAM, W.G. (2012): Fungicides Acting on Oxidative Phosphorylation; Uncouplers of Oxidative Phosphorylation. In: Krämer, W., Schirmer, U., Jeschke, P., Witschel, M. (Ed.) (2012): Modern Crop Protection Compounds, Second Edition. *Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA*, kap. 15.4, 645-670.

WICKS, T.J., HITCH, C.J. (2002): Integration of strobilurins and other fungicides for the control of powdery mildew on grapes. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 8: 132-139.

ZHANG, Z., HENDERSON, C., PERFECT, E., CARVER, T.L.W., THOMAS, B.J., SKAMNIOTI, P., GURR, S.J. (2005): Of gene and genomes, needles and haystacks: *Blumeria graminis* and functionality. *Molecular Plant Pathology*, 6, 561-575. In: Vela-Corcía, D., Bellón-Gómez, D., López-Ruiz, F., Torés, J.A., Pérez-García, A. (2014): The *Podosphaera fusca* TUB2 gene, a molecular "Swiss Army knife" with multiple applications in powdery mildew research. *Fungal biology* 118, 228-241.

ZITTER, T.A., HOPKINS, D.L., THOMAS, C.E. (1996): Compendium of Cucurbits Diseases. APS Press, Saint Paul, MN. In: Pirondi, A., Vela-Corcía, D., Dondini, L., Brunelli, A., Pérez-García, A., Collina, M. (2015): Genetic diversity analysis of the cucurbit powdery mildew fungus *Podosphaera xanthii* suggests a clonal population structure. *Fungal Biology* XXX, 1-11.

Internetové odkazy:

ATLAS 500 SC: www stránky AGROFERT, a.s. Dostupné na: <https://www.agrofert.cz/downloads/etikety-agrochemikalie/Atlas.pdf>.

BIOLIB.CZ: BioLib, Biological Library. 2017 [online]. Biolib. [cit. 9.7.2017]. Dostupné z: <http://www.biolib.cz/cz/>.

BRENT, K.J., HOLLOMON, D.W. (2007a): Fungicide resistance in crop pathogens: How can it be managed?. *Fungicide Resistance Action Committee (FRAC)* [online]. Monograph No.1, second (revised edition) 60 s. [cit. 5.7.2017]. Dostupné z: http://www.frac.info/docs/default-source/publications/monographs/monograph-1.pdf?sfvrsn=769d419a_8.

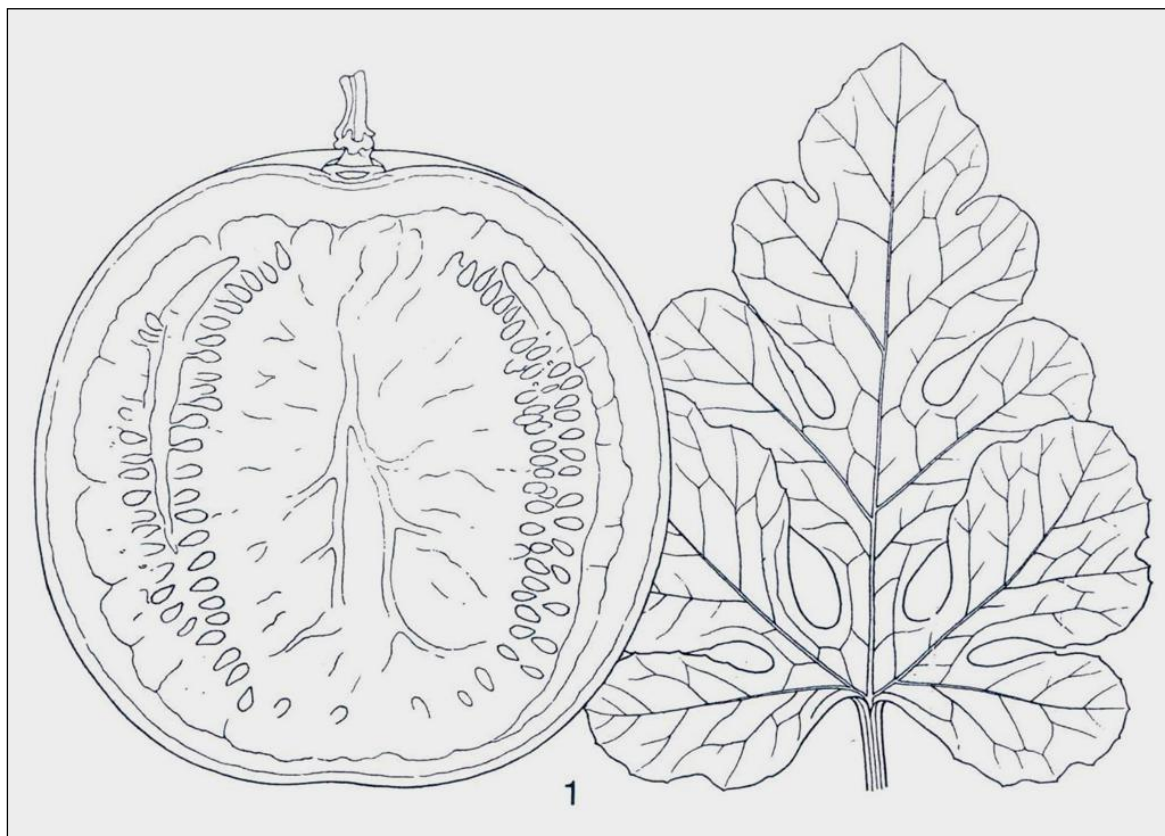
BRENT, K.J., HOLLOMON, D.W. (2007b): Fungicide Resistance: The Assessment of risk. *Fungicide Resistance Action Committee (FRAC)* [online]. Monograph No.2, second

- (revised) edition, 53 s. [cit. 5.7.2017]. Dostupné z: http://www.frac.info/docs/default-source/publications/monographs/monograph-2.pdf?sfvrsn=749d419a_8.
- BUMPER 25 EC: www stránky Agromanual.cz - Přípravky na ochranu rostlin, hnojiv a osiv. Dostupné na: http://www.agromanual.cz/download/pdf_etiketa/e_bumper_25_ec.pdf.
- CORBEL: www stránky BASF SE (2017). Dostupné na: http://www.agro.basf.cz/agroportal/cz/media/migrated/product_files/etikety/CORBEL_CLP.pdf.
- EAGRI: eAGRI, resortní portál Ministerstva zemědělství. 2017 [online]. Ministerstvo zemědělství. [cit. 28.7.2017]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/>
- FELSENSTEIN, F.G. (2006a): Erysgh leaf segment monitoring method epil 2006 v1. [online], *EpiLogic GmbH, Hohenbachernstrasse 19-21* (Německo) [cit. 5.7.2017]. Dostupné z: http://www.frac.info/docs/default-source/monitoring-methods/approved-methods/erysgh-leaf-segment-monitoring-method-epil-2006-v1.pdf?sfvrsn=6b9a419a_4.
- FELSENSTEIN, F.G. (2006b): Erysgt leaf segment monitoring method epil 2006 v1. [online], *EpiLogic GmbH, Hohenbachernstrasse 19-21* (Německo) [cit. 5.7.2017]. Dostupné z: http://www.frac.info/docs/default-source/monitoring-methods/approved-methods/erysgt-leaf-segment-monitoring-method-epil-2006-v1.pdf?sfvrsn=679a419a_4
- FELSENSTEIN, F.G. (2006c): Uncine leaf disc monitoring method epil 2006 v1. [online], *EpiLogic GmbH, Hohenbachernstrasse 19-21* (Německo) [cit. 5.7.2017]. Dostupné z: http://www.frac.info/docs/default-source/monitoring-methods/approved-methods/uncine-leaf-disc-monitoring-method-epil-2006-v1.pdf?sfvrsn=a599419a_4.
- FRAC Code List ©2017. Fungicides sorted by mode of action (including FRAC Code numbering) [online], [cit. 14.7.2017]. Dostupné z: http://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac-code-list-2017-final.pdf?sfvrsn=fab94a9a_2.
- FUNGICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE (2009): Monitoring Methods. [online], [cit. 5.7.2017]. Dostupné z: <http://www.frac.info/monitoring-methods>.
- FUNGICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE (2012): FRAC Monitoring Methods Status: January 2012. [online], [cit. 5.7.2017]. Dostupné z: http://www.frac.info/docs/default-source/monitoring-methods/method-list-status-jan-20128475CE308358.pdf?sfvrsn=fd7f469a_2.
- KARATHANE LC: www stránky NOVUM Czech s.r.o. Dostupné na: <http://www.novum.czech.cz/download/AGROBIO/Karathane%20LC.pdf>.
- MCGRATH, M.T., GUGINO, B., EVERTS, K., RIDEOUT, S., KLECZEWSKI, N., WYENANDT, A. (2013): Effectively Managing Cucurbit Downy Mildew in the mid-Atlantic and Northeast Regions in 2013. [online], [cit. 28.7.2017]. Dostupné z: <http://extension.psu.edu/plants/vegetable-fruit/production-guides/2011-fungicide-resistance-management-guidelines-for-cucurbit-downy-mildew-and-powdery-mildew-in-the-northeast>.
- ORTIVA: www stránky AGROFERT, a.s. Dostupné na: <https://www.agrofert.cz/downloads/etikety-agrochemikalie/Ortiva.pdf>.
- RL PORTÁL: RL Portál, Rostlinolékařský portál. 2017 [online]. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. [cit. 28.7.2017]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#rlp|met:domu|kap1:uvod|kap:uvod.
- RUSSELL, P.E. (2004): Sensitivity Baselines in Fungicide Resistance Research and Management. *Fungicide Resistance Action Committee (FRAC)* [online]. Monograph

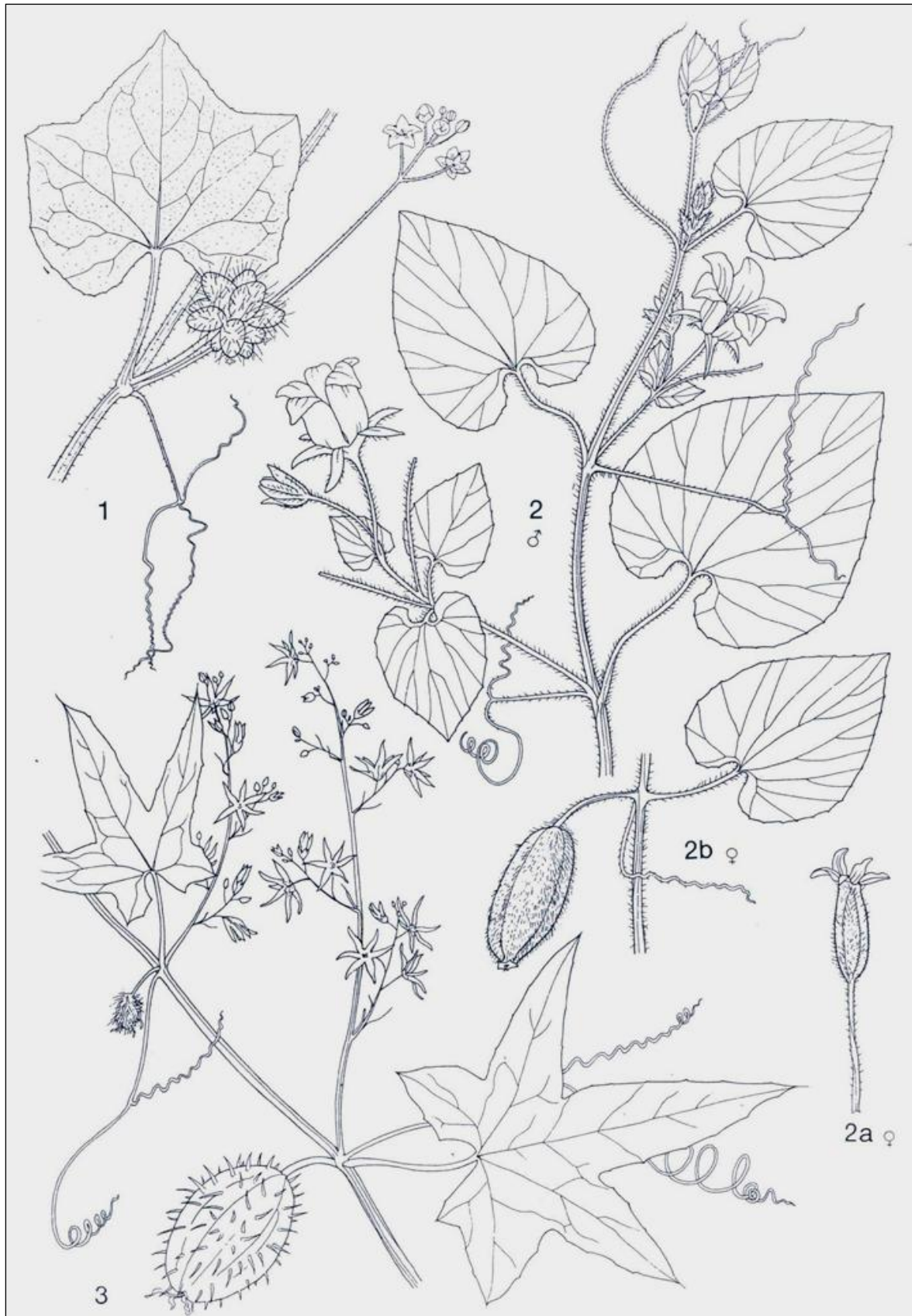
- No.3, 60 s. [cit. 5.7.2017]. Dostupné z: http://www.frac.info/docs/default-source/publications/monographs/monograph-3.pdf?sfvrsn=629d419a_8
- STAMMLER, G., KLAPPACH, K. (2006): Eryszt in vivo basf 2006 v1. [online], BASF-AG (Německo) [cit. 5.7.2017]. Dostupné z: http://www.frac.info/docs/default-source/monitoring-methods/approved-methods/eryszt-in-vivo-basf-2006-v1.pdf?sfvrsn=699a419a_4.
- TOPAS 100 EC: www stránky Agromanual.cz - Přípravky na ochranu rostlin, hnojiv a osiv. Dostupné na: http://www.agromanual.cz/download/pdf_etiketa/e_topas_100_ec.pdf.
- ÚKZÚZ: ÚKZUZ, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. 2017 [online]. Ministerstvo zemědělství. [cit. 28.7.2017]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/>
- VĚSTNÍK 2014. Seznam povolených přípravků a dalších prostředků na ochranu rostlin 2014. [online], [cit. 27.7.2017]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/Files/VESTNIK_2014_LEDEN.pdf.
- VĚSTNÍK 2015. Seznam povolených přípravků a dalších prostředků na ochranu rostlin 2015. [online], [cit. 27.7.2017]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/Files/VESTNIK_2015_LEDEN.pdf.
- VĚSTNÍK 2016. Seznam povolených přípravků a dalších prostředků na ochranu rostlin 2016. [online], [cit. 27.7.2017]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/Files/VESTNIK_2016_LEDEN.pdf.
- VĚSTNÍK 2017. Seznam povolených přípravků a dalších prostředků na ochranu rostlin 2017. [online], [cit. 27.7.2017]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/Files/VESTNIK_2017_LEDEN.pdf.
- WULLSCHLEGER, J., SIEROTZKI, H., TORRIANI, S. (2015): Uncine q-pcr monitoring method syngenta 2015. [online], *Syngenta Crop Protection* (Switzerland) [cit. 5.7.2017]. Dostupné z: http://www.frac.info/docs/default-source/monitoring-methods/approved-methods/uncine-q-pcr-monitoring-method-syngenta-2015.doc?sfvrsn=84834a9a_2.
- WYENANDT, A., KLECZEWSKI, N., EVERTS, K.L., RIDEOUT, S.L., GUGINO, B.K., RAHMAN, M. (2015): Commercial Vegetable Production Recommendations Guide for Pennsylvania. [online], [cit. 28.7.2017]. Dostupné z: <http://extension.psu.edu/plants/vegetable-fruit/production-guides/2011%20FRAC%20Guide.pdf>.

8. Přílohy

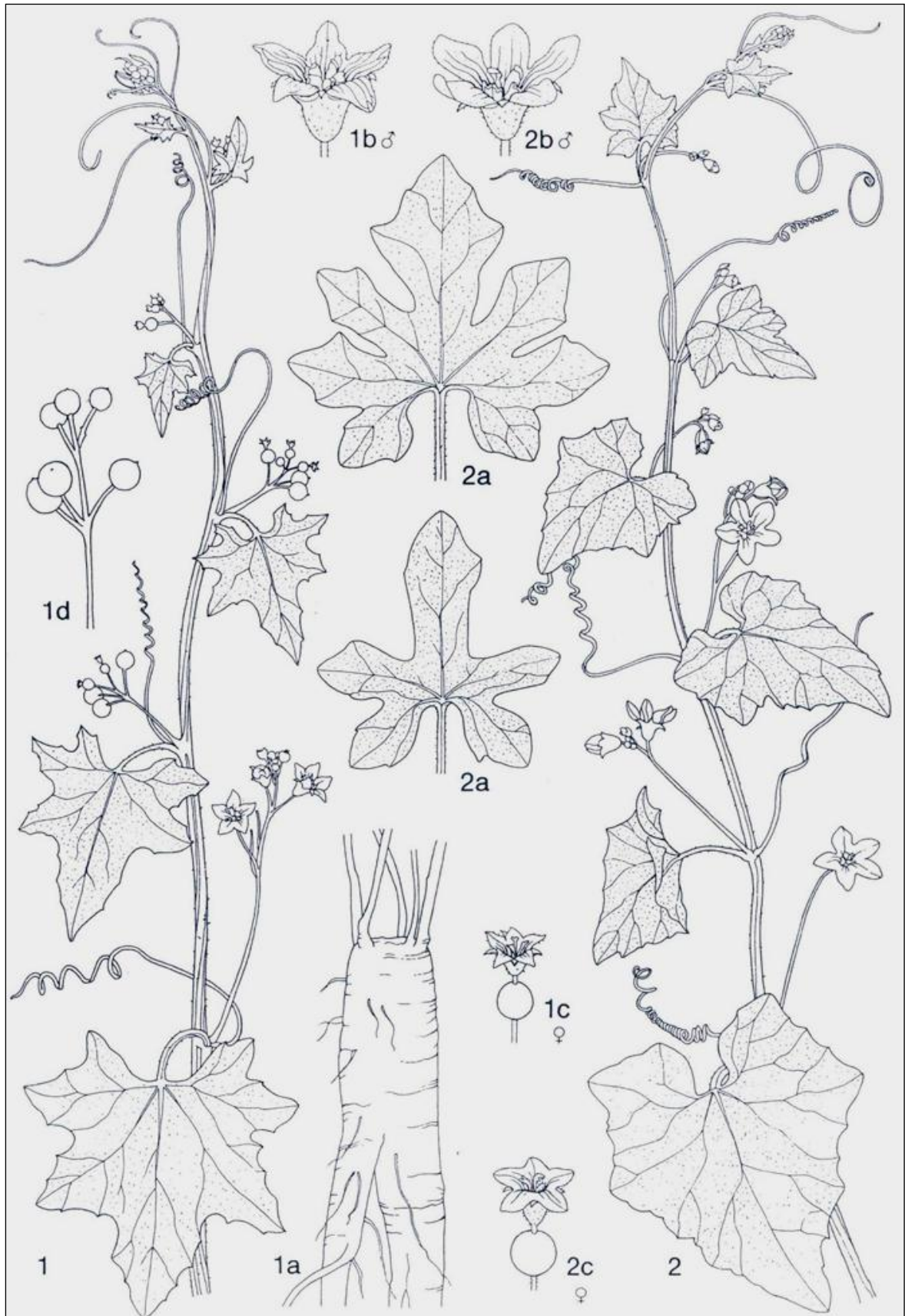
Obrázek č.1: 1 - *Citrullus lanatus* (list a podélný průřez mladým plodem) (Hejný a Slavík, 1990)



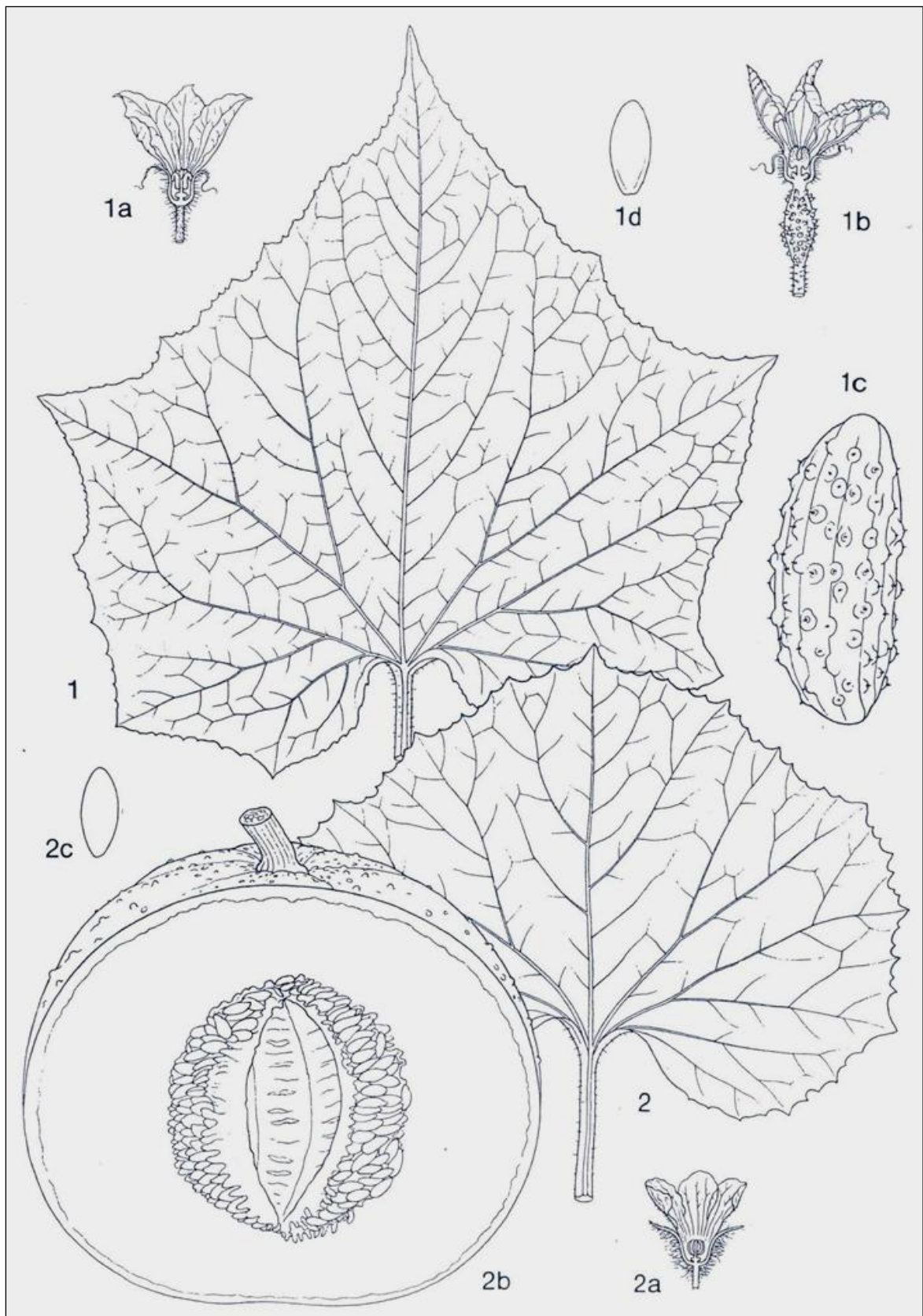
Obrázek č.2: 1 - *Sicyos angulata*, 2 - *Thladiantha dubia* (samčí rostlina, 2a-samičí květ, 2b-plod), 3 - *Echinocystis lobata* (Hejtný a Slavík, 1990)



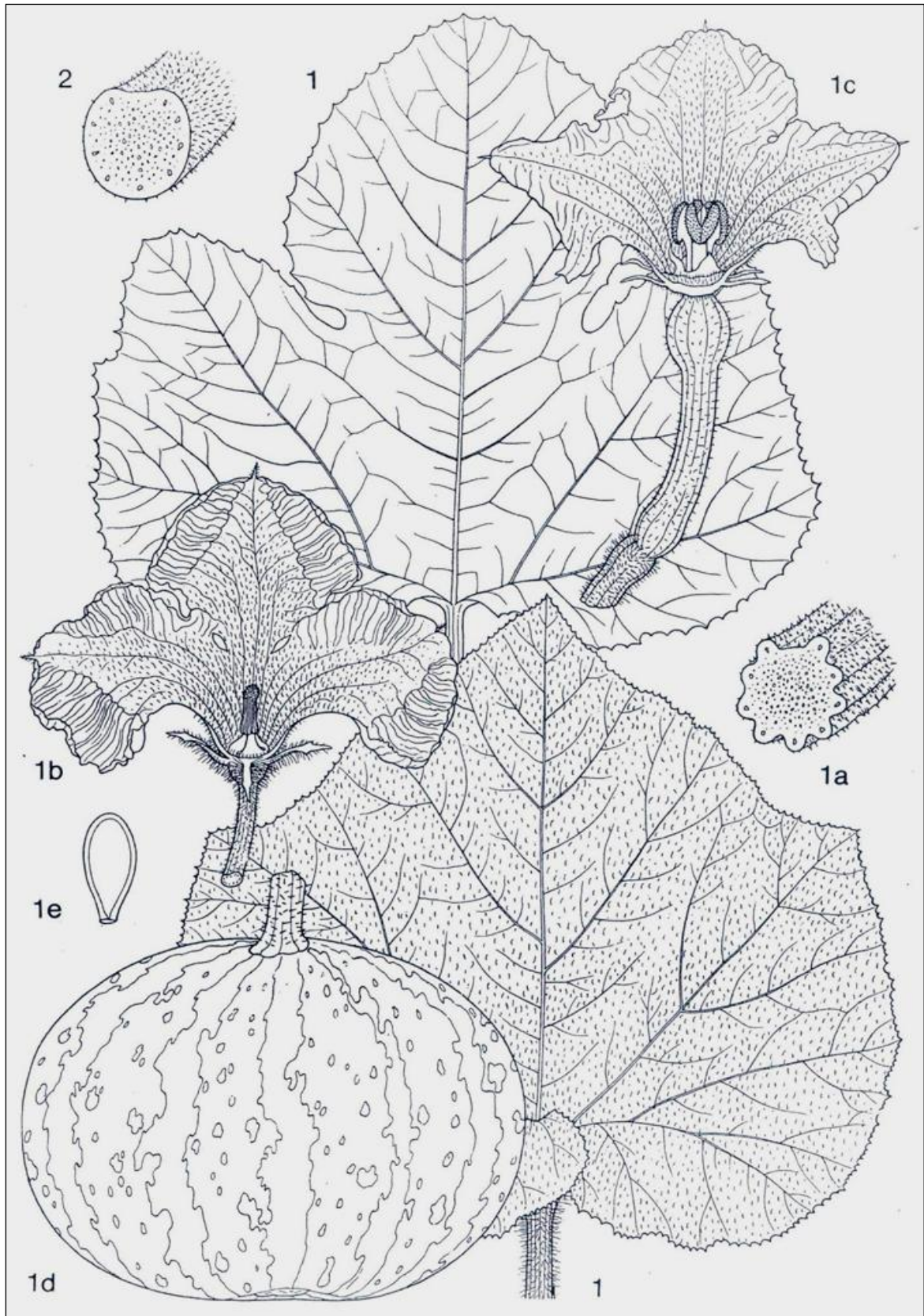
Obrázek č.3: 1 - *Bryonia alba* (1a-kořen, 1b-samčí květ, 1c-samičí květ, 1d-plodenství),
2 - *Bryonia dioica* (samčí rostlina, 2a-listy, 2b-samčí květ, 2c-samičí květ) (Hejný a Slavík, 1990)



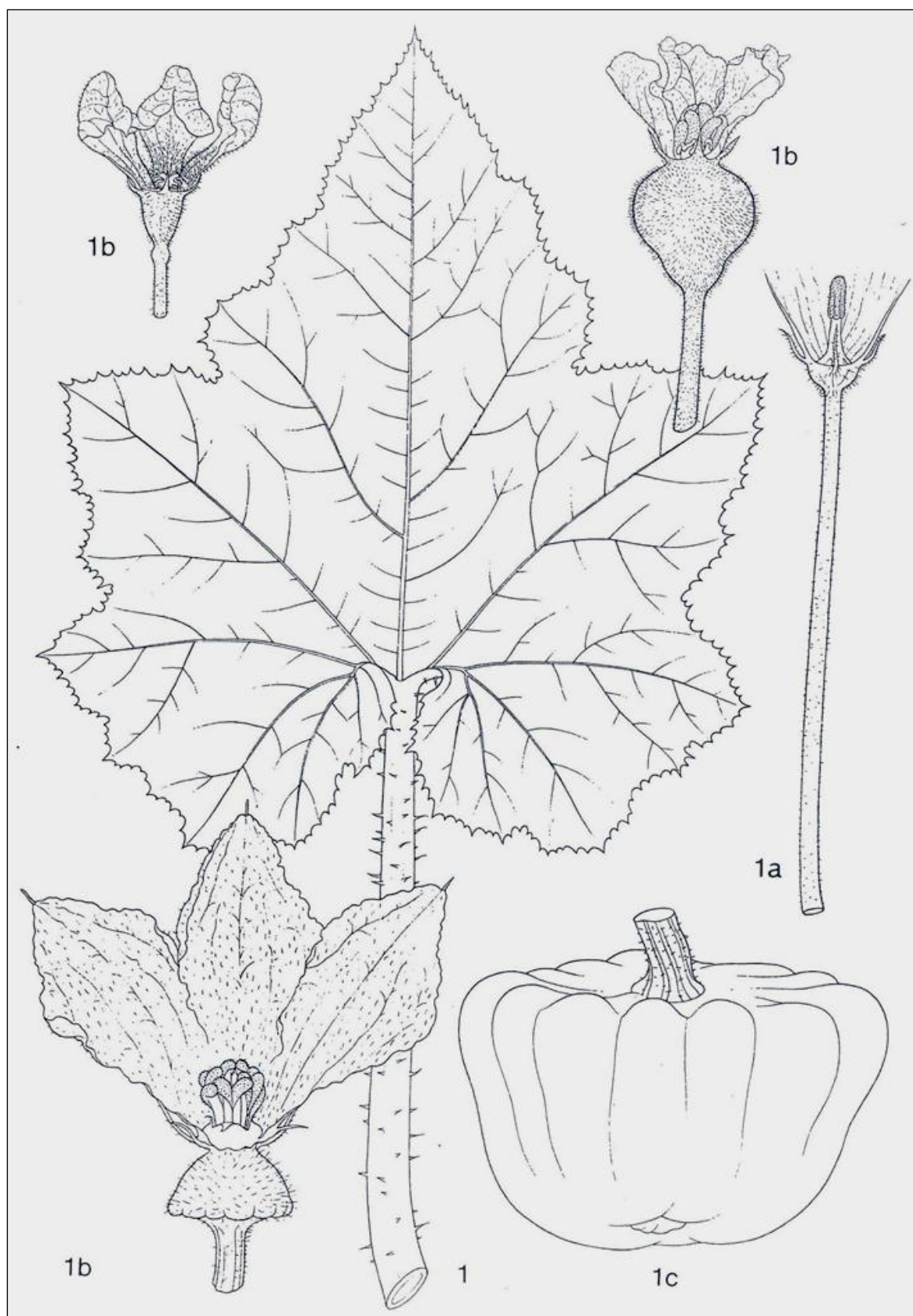
Obrázek č.4: 1 - *Cucumis sativus* (list, 1a-průřez samčím květem, 1b-průřez samicím květem, 1c-plod, 1d-semeno), 2 - *Cucumis melo* (list, 2a-průřez samčím květem, 2b-podélný průřez plodem, 2c-semeno) (Hejný a Slavík, 1990)



Obrázek č.5: 1 - *Cucurbita pepo* (listy, 1a-příčný průřez stopkou květní, 1b-průřez samčím květem, 1c-průřez samičím květem, 1d-plod, 1e-semeno), 2 - *Cucurbita maxima* (příčný průřez stopkou květní) (Hejny a Slavík, 1990)



Obrázek č.6: 1 - *Cucurbita pepo* (1a-průřez bázi samčího květu, 1b-průřezy samičími květy různých forem, 1c-plod) (Hejny a Slavík, 1990)



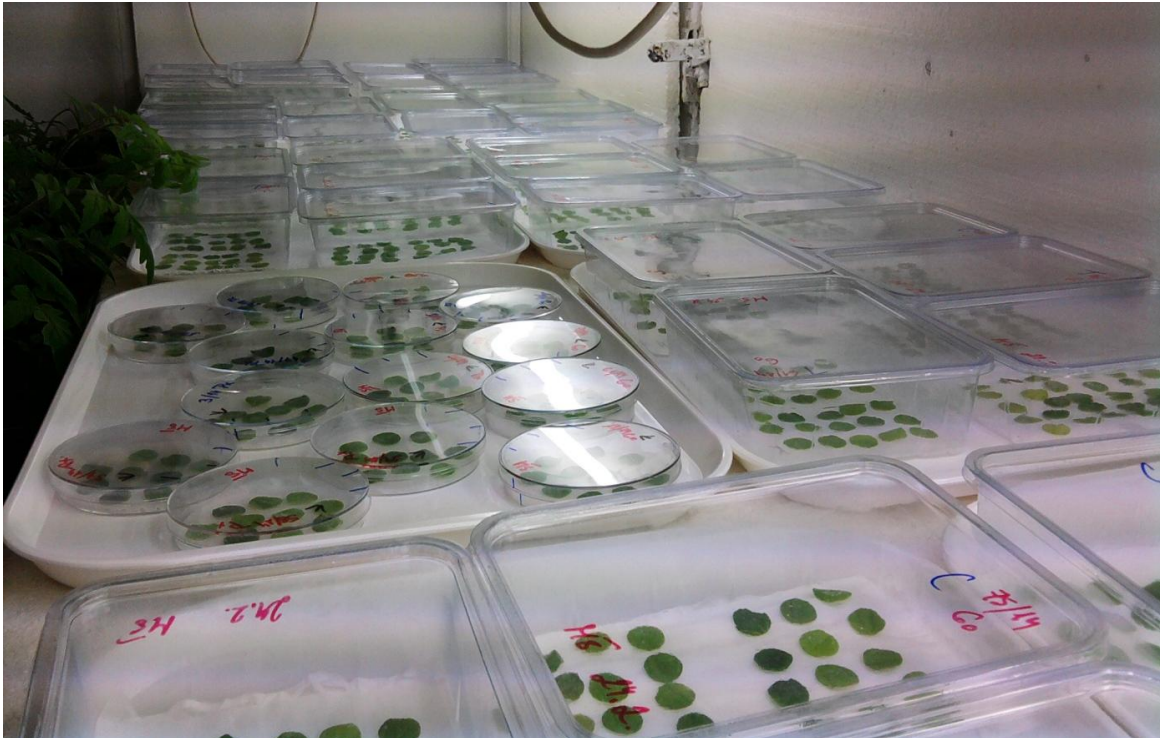
Obrázek č.7: Uchovávání izolátů padlí dýňovitých v podmínkách *in vivo*, na semenáčcích náchylné odrůdy okurky seté (*Cucumis sativus*) cv. Stela F1 ve fytotronu (Paulík, 2009).



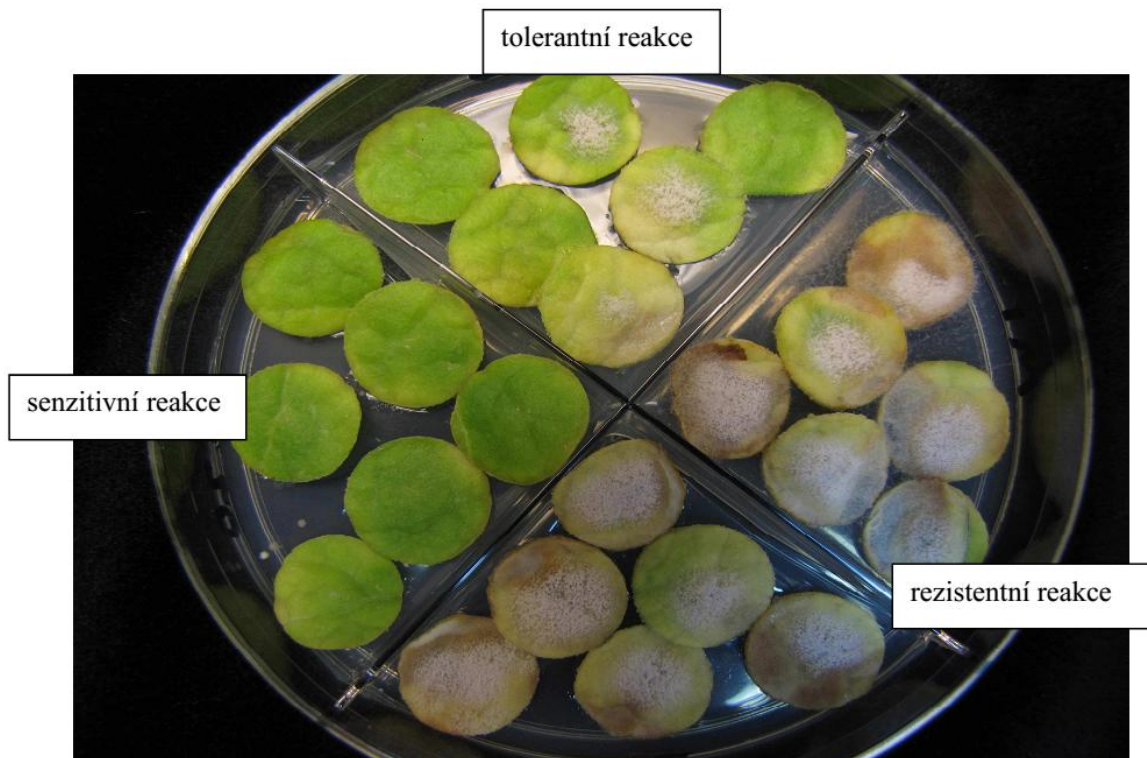
Obrázek č.8: Detailní pohled na sporulaci padlí dýňovitých na prvním pravém listu semenáčku náchylné odrůdy okurky seté (*Cucumis sativus*) cv. Stela F1 (Paulík, 2009).



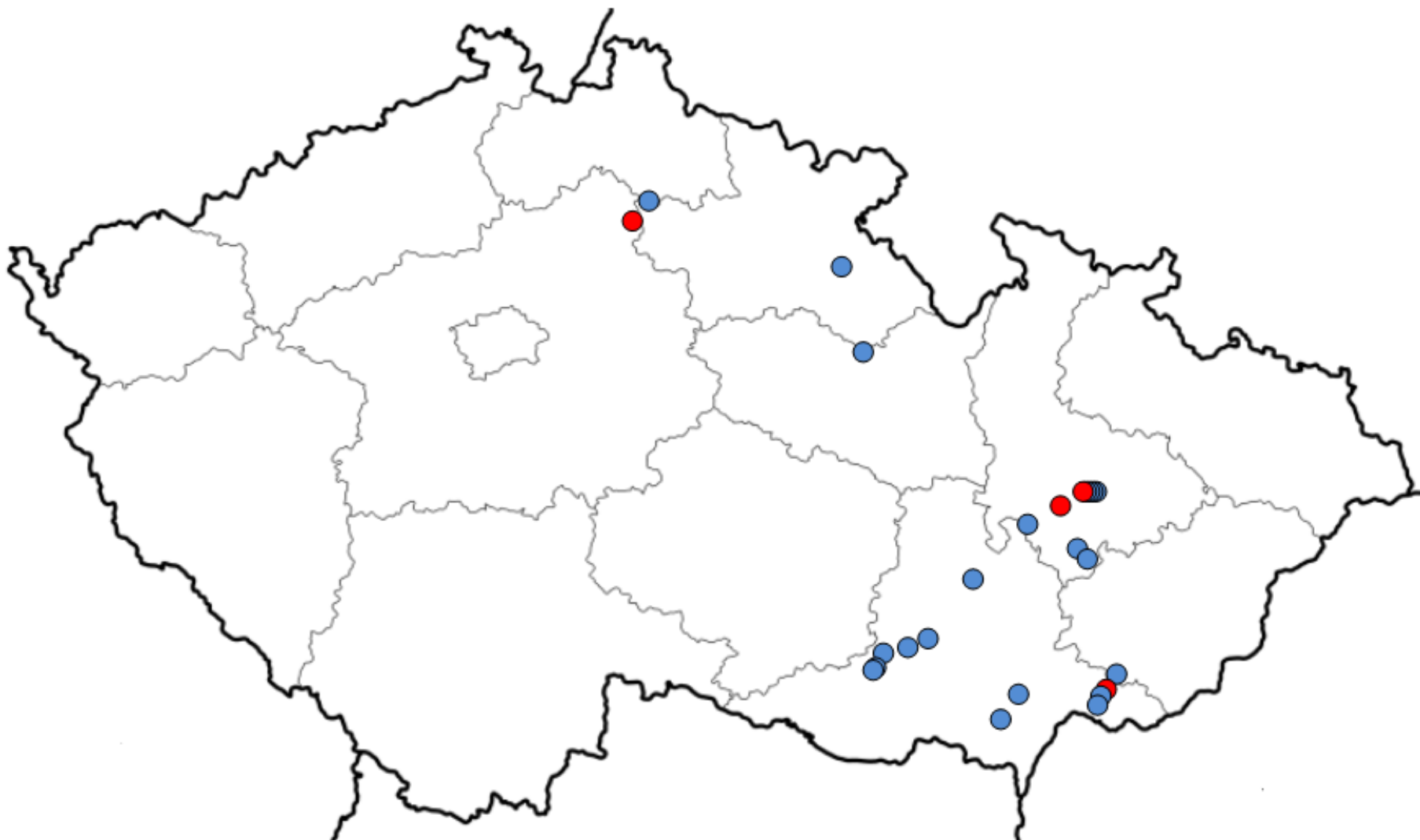
Obrázek č.9: Inkubace listových disků ošetřených vybraným fungicidem a naočkovaných padlí dýňovitých ve fytotronu při teplotě 24°C ve dne a 18°C v noci a 12-ti hodinové fotoperiodě.



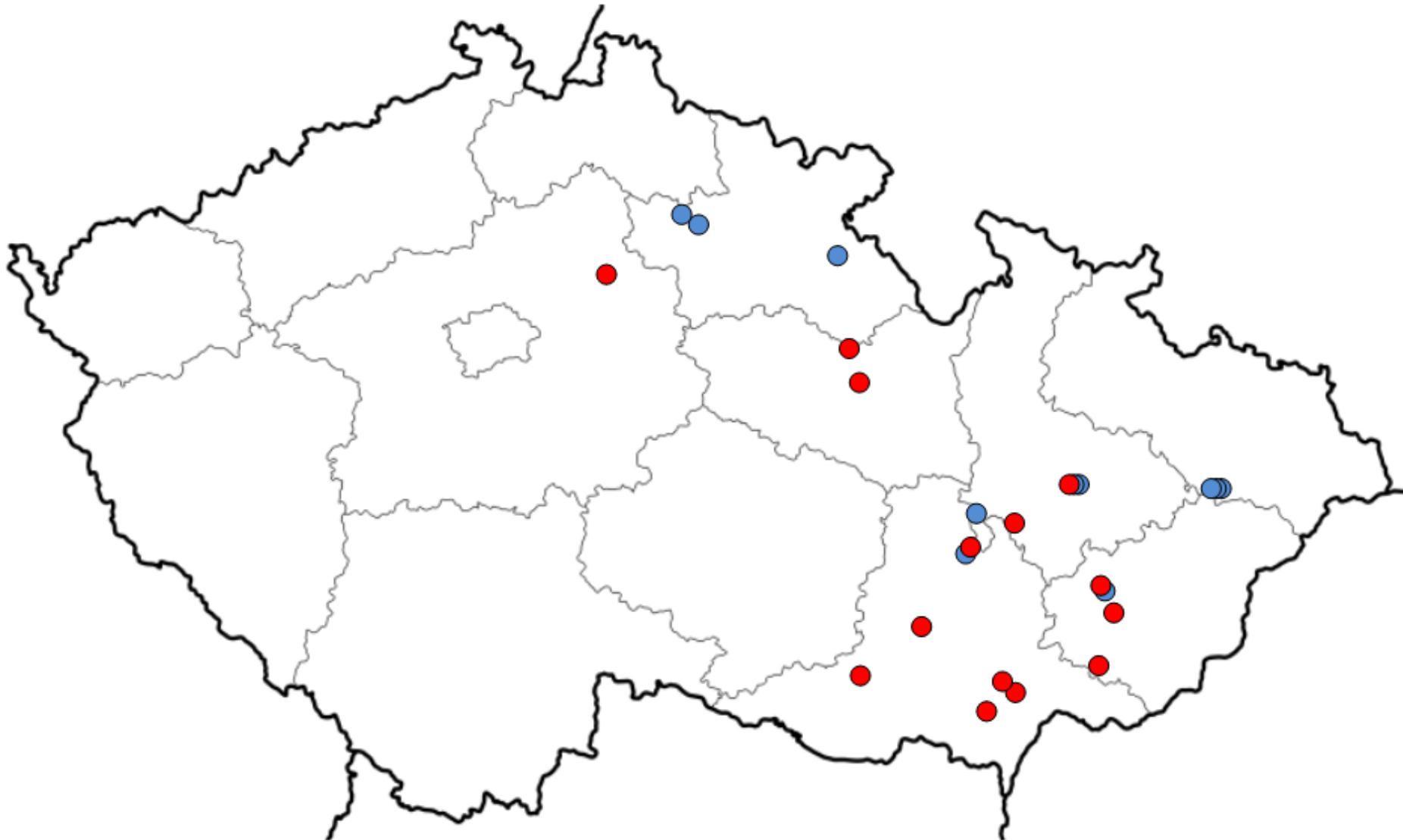
Obrázek č.10:Metoda listových disků používaná k testování rezistence padlí dýňovitých k fungicidům v New Yorku (Cornell University, týmem prof.McGrath) (Lebeda et al.,2010b)





Obrázek č.11: Lokality původu testovaných izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podosphaera xanthii* pocházejících ze sběrových expedic na území České republiky v roce 2014.



Obrázek č.12: Lokality původu testovaných izolátů *Golovinomyces orontii* a *Podosphaera xanthii* pocházejících ze sběrových expedic na území České republiky v roce 2015.



Obrázek č.13: První strana bezpečnostního listu přípravku Atlas 500 SC testovaného v této diplomové práci vůči padlí dýňovitých na území České Republiky.

Přípravek na ochranu rostlin	
Atlas*	
Atlas 500 SC je postřikový fungicid ve formě suspenzního koncentrátu proti padlí travnímu v pšenici a ječmeni.	
Účinná látka: Chinoxyfen 500 g/l (41,32 % hm)tj.: 5,7-dichlor-4-chinolyl-4-fluorfenylether	
Číslo povolení: 4282-0	
	
GHS07	GHS09
Nebezpečné látky v přípravku, na základě kterých byl přípravek klasifikován: Chinoxyfen (CAS 124495-18-7)	
VAROVÁNÍ:	
H317	Může vyvolat alergickou kožní reakci.
H410	Vysoce toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.
P280	Používejte ochranné rukavice a ochranný oděv.
P333/313	Při podráždění kůže nebo vyrážce: Vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření.
P391	Uniklý produkt seberte.
P501	Odstraňte obsah/obal v souladu s platnou legislativou.
EUH401	Dodržujte pokyny pro používání, abyste se vyvarovali rizik pro lidské zdraví a životní prostředí
SP1 Zabraňte kontaminaci vody přípravkem nebo jeho obalem. nečistěte aplikační zařízení v blízkosti povrchové vody/zabraňte kontaminaci vod splachem z farem a cest.	
Přípravek obsahuje chinoxyfen - může vyvolat alergickou reakci.	
Držitel rozhodnutí o povolení:	Dow AgroSciences s.r.o, Na okraji 14 162 00 Praha 6, Česká republika
Výrobce:	Dow AgroSciences Ltd, Estuary Road, King's Lynn, Norfolk PE30 2JD, Velká Británie
Balení:	PET láhev
Hmotnost-objem:	1 l
Datum výroby:	uvedeno na obalu
Číslo šarže:	uvedeno na obalu
Doba použitelnosti přípravku:	Při dodržení podmínek skladování v originálních neotevřených a neporušených obalech je doba použitelnosti přípravku 2 roky od data výroby.
Přípravek, u něhož prošla doba použitelnosti, lze uvádět na trh po dobu 1 roku, jestliže se prokáže na základě analýzy odpovídajícího vzorku, že se jeho chemické a fyzikální vlastnosti shodují s vlastnostmi,	

Obrázek č.14: Přední část etikety přípravku Bumper 25 EC testovaného v této diplomové práci vůči padlí dýňovitých na území České Republiky.

BUMPER[®] 25 EC


Přípravek na ochranu rostlin

Postřikový fungicidní přípravek ve formě emulgovatelného koncentrátu k ochraně proti chorobám listů a klasů v porostech pšenice, žita a ječmene a proti námelu v semenných porostech trav.

Účinná látka: propiconazole 238 g/l (24- 27 % w/w)
Evidenční číslo přípravku: 3920-1

Držitel rozhodnutí o povolení: ADAMA Agriculture Solutions Ltd.,
Golan Street, Airport City, 70151 Izrael
Výrobce: ADAMA Irvita NV, Post Cabai Office Park,
Unit 13, P.O. Box 403, Curacao, Nizozemské Antily
Právní zástupce v ČR: Adama CZ s.r.o., Za Rybníkem 779,
252 42 Jesenice, tel: 241 930 644

5 litrů ® registrovaná ochranná známka společnosti ADAMA Agricultural Solutions Ltd., Izrael



FUNGICID

ADAMA
ESSENTIALS

ZDE OTEVŘTE

Obrázek č.15: První strana etikety přípravku Corbel testovaného v této diplomové práci vůči padlí dýňovitých na území České Republiky.

Přípravek na ochranu rostlin

Corbel[®]

Systémový fungicid ve formě emulgovatelného koncentráту (EC) proti padlí travnímu a rzím na pšenici, ječmeni a žitě.

Pouze pro profesionální uživatele.

Účinná látka:
fenpropimorf (ISO) 750 g/l (cca 79,8% hmot.)

Nebezpečná látka: cyklohexanon

Evidenční číslo přípravku: **3530-0**



VAROVÁNÍ

H332 ZDRAVÍ ŠKODLIVÝ PŘI VDECHOVÁNÍ.
H315 DRÁŽDÍ KÚŽI.
H361D PODEZŘENÍ NA POŠKOZENÍ PLODU V TĚLE MATKY.
H410 VYSOCE TOXICKÝ PRO VODNÍ ORGANISMY, S DLOUHODOBÝMI ÚČINKY.

P261 ZAMEZTE VDECHOVÁNÍ PAR/AEROSOLŮ.
P280 POUŽÍVEJTE OCHRANNÉ RUKAVICE/OCHRANNÝ ODĚV.
P302 + P352 PŘI STYKU S KÚŽÍ: OMYJTE VELKÝM MNOŽSTVÍM VODY.
P501 ODSTRÁŇTE OBSAH/OBAL PŘEDÁNÍM OPRÁVNĚNÉ OSOBĚ.
P273 ZABRAŇTE UVOLNĚNÍ DO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ.
P391 UNIKLÝ PRODUKT SEBERTE.

EUH401 DODRŽUJTE POKYNY PRO POUŽÍVÁNÍ, ABYSTE SE VYVAROVALI RIZIK PRO LIDSKÉ ZDRAVÍ A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ.

PŘED POUŽITÍM SI PŘEČTĚTE PŘILOŽENÝ NÁVOD K POUŽITÍ.

SP 1 NEZNEČIŠTUJTE VODY PŘÍPRAVKEM NEBO JEHO OBALEM. (NEČISTĚTE APLIKAČNÍ ZAŘÍZENÍ V BLÍZKOSTI POVRCHOVÝCH VOD / ZABRAŇTE KONTAMINACI VOD SPLACHEM Z FAREM A Z CEST).

Obrázek č.16: První strana bezpečnostního listu přípravku Karathane LC testovaného v této diplomové práci vůči padlí dýňovitých na území České Republiky.

BEZPEČNOSTNÍ LIST (dle vyhlášky č. 231/2004 Sb.)			
<hr/>			
1. IDENTIFIKACE LÁTKY NEBO PŘÍPRAVKU A VÝROBCE NEBO DOVOZCE			
Dow AgroSciences s.r.o. Na Okraji 14 CZ-162 00 Prague 6, Czech Rep.			
Tel: (+420 2) 20610115		Fax: (+420 2) 20610088	
MEDICAL EMERGENCY PHONE NO		Tel: (+31 115) 694 982 (THE NETHERLANDS)	
EMERGENCY RESPONSE NO Czech Rep.		Tel: (+42) 601 227 278 (SGS COMM. NETWORK)	
EMERGENCY RESPONSE NO Slovakia Rep.		Tel: (+42) 901 708 935 (SGS COMM. NETWORK)	
Název produktu : KARATHANE LC FUNGICIDE (73824)			
LV70 : 15623	Datum vydání : 12.99	Ref :	
Revize : 10.04(Část(i) 2 3 4 5 8 9 11 12 13 15 16)			
<hr/>			
2. INFORMACE O SLOŽENÍ PŘÍPRAVKU			
2.1. Obecný popis přípravku			
Směs s obsahem uvedených nebezpečných látek			
Složky přispívající k rizikosti:		CAS	EINECS
Dinocap	35-37 %	T,N; R20-22-38-43-48/22-50/53-61	39300-45-3 254-408-0
Rozpouštědlo na bázi aromatických uhlovodíků	53-55 %	Xn,N; R51/53-65-66-67	064742-94-5 265-198-5
Povrchově aktivní činidlo	<10 %	Xn; R20/21/22, Xi;R36/38,R10	
Povrchově aktivní činidlo	<5 %	Xi; R36/38, R10	
Inertní přísady	Balance		
Kód směsi	GF1138		
<hr/>			
3. ÚDAJE O NEBEZPEČNOSTI LÁTKY NEBO PŘÍPRAVKU			
3.1. Celková klasifikace látky/přípravku			
3.2. Nebezpečné účinky na zdraví a životní prostředí			
3.3. Další možná rizika			


Obrázek č.17: První strana etikety přípravku Ortiva testovaného v této diplomové práci vůči padlí dýňovitých na území České Republiky.

Přípravek na ochranu rostlin

ORTIVA®

Fungicidní přípravek ve formě suspenzního koncentrátu k ochraně borovice v lesních a okrasných školkách, chmele, okrasných rostlin a zeleniny proti houbovým chorobám.

Účinná látka:
250 g/l azoxystrobin (22,9 %)
PŘÍPRAVEK MŮŽE BÝT POUŽÍVÁN POUZE PROFESIONÁLNÍM UŽIVATELEM



Varování

H410	Vysoce toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky
P273	Zabraňte uvolnění do životního prostředí.
P391	Uniklý produkt seberte.
P501	Odstraňte obsah/obal předáním oprávněné osobě
EUH208	Obsahuje 1,2-benzisothiazol-3-one. Může vyvolat alergickou reakci.
EUH401	Dodržujte pokyny pro používání, abyste se vyvarovali rizik pro lidské zdraví a životní prostředí.
SP 1	Neznečišťujte vody přípravkem nebo jeho obalem. (Nečistěte aplikační zařízení v blízkosti povrchové vody. Zabraňte kontaminaci vod splachem z farem a cest)
SPe3	Za účelem ochrany vodních organismů dodržte neošetřené ochranné pásmo 3 m vzhledem k povrchové vodě při aplikaci do zeleniny a do okrasných rostlin.
SPe3	Za účelem ochrany vodních organismů dodržte neošetřené ochranné pásmo 10 m vzhledem k povrchové vodě při aplikaci na borovici a do chmelnic.

Před použitím přípravku si přečtěte návod k použití.

Evidenční číslo: **4247-4**

Držitel rozhodnutí o povolení: Syngenta Limited, Priestley Road, Surrey Research Park, Guildford, Surrey GU2 7YH, Velká Británie

Právní zástupce v ČR: Syngenta Czech s.r.o., Bucharova 1423/6, 158 00 Praha 5 - Stodůlky

Výrobce: Syngenta Suply AG, Schwarzwaldallee 215, CH-4058 Basel, Švýcarsko

Balení a objem: PET láhev 1 l, HDPE kanystr 5 l

Datum výroby: uvedeno na obalu

Obrázek č.18: První strana etikety přípravku Topas 100 EC testovaného v této diplomové práci vůči padlí dýňovitých na území České Republiky.

Přípravek na ochranu rostlin.

TOPAS[®] 100 EC

TOPAS 100 EC je fungicidní přípravek ve formě emulgovatelného koncentráту určený k ochraně jaderovin, vinné révy, jahod, černého rybízu, angreštu a zeleniny proti houbovým chorobám.

Účinná látka:
100 g/l penkonazol (10,1 %)
PŘÍPRAVEK MŮŽE BÝT POUŽÍVÁN POUZE PROFESIONÁLNÍM UŽIVATELEM

Varování

H319	Způsobuje vážné podráždění očí.
H361d	Podezření na poškození plodu v těle matky.
H411	Toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.
P202	Nepoužívejte, dokud jste si nepřečetli všechny bezpečnostní pokyny a neporozuměli jim.
P273	Zabraňte uvolnění do životního prostředí.
P280	Používejte ochranné rukavice/ochranný oděv/ochranné brýle/obličejový štít.
P305+P351+P338	PŘI ZASAŽENÍ OČÍ: Několik minut opatrně vyplachujte vodou. Vyjměte kontaktní čočky, jsou-li nasazeny a pokud je lze vyjmout snadno. Pokračujte ve vyplachování.
P391	Uniklý produkt seberte.
P501	Odstraňte obsah/obal předáním oprávněné osobě.
EUH401	Dodržujte pokyny pro používání, abyste se vyvarovali rizik pro člověka a životní prostředí.
SP1	Zabraňte kontaminaci vody přípravkem nebo jeho obalem. (Nečistěte aplikační zařízení v blízkosti povrchové vody. Zabraňte kontaminaci vod splachem z farem a cest).
SPo 5	Před opětovným vstupem ošetřené skleníky důkladně do zaschnutí postřikového nánosu vyvětrejte K zabránění vzniku rezistence neaplikujte tento přípravek nebo jiný, který obsahuje výhradně účinnou látku ze skupiny azolů v jaderovinách vícekrát než 4x a v révě vícekrát než 2x za vegetační sezónu plodiny. K zabránění vzniku rezistence neaplikujte tento přípravek nebo jiný,

Obrázek č.19: Abstrakt článku prezentovaného na 18.mezinárodním Reinhardtsbrunn sympoziu, Friedrichroda, Německo, 2016.

10. Long-lasting Study of Fungicide Efficacy against Czech Cucurbit Powdery Mildew Populations

Abstract ID 90

Sedláková, Božena, Lebeda, Aleš, Paulík, Roman, Šrajbr, Martin, Jeřábková, Hana

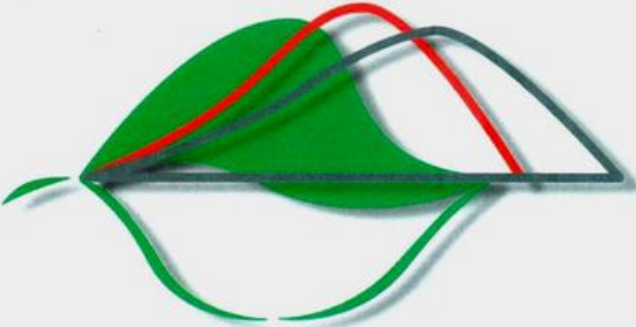
Department of Botany, Faculty of Science, Palacky University in Olomouc, Šlechtitelů 27, Olomouc-Holice, 78371, Czech Republic

bozena.sedlakova@upol.cz

A total of 150 cucurbit powdery mildew (CPM) isolates (78 *Golovinomyces orontii* s.l. /Go/, 72 *Podosphaera xanthii* /Px/) from the Czech Republic from 2007 to 2011, were screened for fungicide efficacy to the four frequently used fungicides (fenarimol /formulated as Rubigan 12 EC/, dinocap /Karathane LC/, thiophanate-methyl /Topsin M 70 WP/, azoxystrobin /Ortiva/) and a control fungicide (benomyl /Fundazol 50 WP/). Fungicide efficacy was determined by a modified leaf-disc bioassay with five concentrations. Highly susceptible *Cucumis sativus* 'Stela F1' was used for preparation of leaf discs. Efficacy of the tested fungicides towards screened CPM isolates varied significantly during the studied period. From 2012 to 2013, efficacy of four new commonly used and registered fungicides (quinoxifen /Atlas 500 SC/, propiconazole /Bumper 25 EC/, fenpropimorph /Corbel/, penconazole /Topas 100 EC/) was screened. As well as there has been continued monitoring of dinocap and azoxystrobin efficacy. Altogether 50 CPM Czech isolates (23 Go, 27 Px) were tested using a modified leaf-disc bioassay with three concentrations. Efficacy of fungicides towards screened CPM isolates varied significantly and there were observed also differences in efficacy of some fungicides between both CPM species and as well as between studied years. Fenpropimorph was 100% effective and showed phytotoxicity to *C. sativus* 'Stela F1' leaf discs. Propiconazole and penconazole were also highly effective. Dinocap expressed decreased efficacy from 2012 to 2013 (mainly for Go). Quinoxifen appeared less effective. Azoxystrobin showed decreased efficacy and there was observed a shift towards prevalence of azoxystrobin-resistant strains in Czech CPM populations in 2013. This research was supported by the following grants: QH71229, MSM6198959215, IGA_PrF_2016_001.

Obrázek č.20: Plakát 18.mezinárodního Reinhardsbrunn symposia, což je přední světové setkání zaměřené na současný fungicidní výzkum. Friedrichroda, Německo, 24.-28.duben,2016.

**18th International
Reinhardsbrunn Symposium**
www.reinhardsbrunn-symposium.de



**Modern Fungicides and
Antifungal Compounds**

24th – 28th April 2016
Friedrichroda, Germany

Program and Abstracts

DPG

Obrázek č.21: Poster článku prezentovaného na 18.mezinárodním Reinhardtsbrunn sympoziu, Friedrichroda, Německo, 24.-28.duben, 2016.

Long-Lasting Study of Fungicide Efficacy against Czech Cucurbit Powdery Mildew Populations

Božena Sedláková, Aleš Lebeda, Roman Paulik, Martin Šrajbr and Hana Jěábková
 Palacký University in Olomouc, Faculty of Science, Department of Botany, Šlechtitelů 27, 779 00, Olomouc-Holice, Czech Republic,
 e-mail: bozena.sedlakova@upol.cz; ales.lebeda@upol.cz

INTRODUCTION

- ✓ Powdery mildew is a common disease of cucurbits under field and greenhouse conditions in the most areas of the world (McKnight, 2006; McKnight et al., 2012; Pérez-García et al., 2009).
- ✓ *Golovinomyces orontii* s.l. (Go), (*syn. Erysiphe cichoracearum* s.l.) and *Podophthora xanthii* (Px) (*syn. Sphaerotheca fuliginea*) are two most commonly reported obligate biotrophic ectoparasites causing cucurbit powdery mildew (CPM) in the Central Europe (Křelová et al., 2009). Both CPM species are highly variable in their pathogenicity and virulence and have a high potential for developing resistance (Lebeda et al., 2011, 2012; McKnight et al., 2012; Pérez-García et al., 2009).
- ✓ Problems with fungicide resistance of cucurbit powdery mildews (CPM) are considered as very serious worldwide (FRAC 2015; Holtom and Wheeler, 2002; Lebeda et al., 2012).
- ✓ Systemic and translaminar fungicides with specific single-site mode of action, but generally more at risk of resistance development, are worldwide more frequent used in CPM control than contact fungicides that are multi-site inhibitors with far lower risk of resistance development (Lebeda et al., 2012; McGrath, 2001, 2015).
- ✓ Development of resistant isolates of CPM to twelve groups of fungicides has been repeatedly reported in abroad (FRAC 2015; Holtom and Wheeler, 2002; McGrath, 2001, 2015; Lebeda et al., 2010, 2012; Sedláková and Lebeda, 2008).

THE OBJECT OF THIS RESEARCH

(Till the year 2011) Screening of efficacy of selected fungicides with various active ingredients to Czech CPM populations
 (Since 2012) Testing of new group of fungicides and monitoring the development and changes in variation of moderate resistance to dinoac and azoxystrobin among Czech CPM populations

Cordia of CPM species

A scale (0-4) for assessment of sporulation intensity on leaf discs after 6-14 days after inoculation

Azoxystrobin (Ortiva)
Before inoculation / 14 days after inoculation

Fungicide	Source of preparation	Concentration of fungicide (µg a.i./ml)/concentration of source preparation (%)				
		** the concentration recommended by the producers				
		I	II	III*	IV	V
Fenarimol	Rubigan 12 EC	9.6/0.008	18.0/0.15	36.0/0.3	72.0/0.6	144/0.12
Dinocap	Karathane LC	52.5/0.015	105.0/0.3	210.0/0.6	420.0/1.2	840.0/2.4
Benomyl	Fundazol 50 WP	62.5/0.0125	125.0/0.025	250.0/0.05	500.0/0.1	1000.0/0.2
Thiophanate-methyl	Topain M 70 WP	131.25/0.018	262.5/0.037	525.0/0.075	1050.0/0.15	2100.0/0.3
Azoxystrobin	Ortiva	125.0/0.05	250.0/0.1	500.0/0.2	1000.0/0.4	2000.0/0.8
Quinoxifen	Atlas 500 SC	-	165.0/0.033	330.0/0.066	660.0/0.132	-
Propiconazole	Bumper 25 EC	-	197.5/0.083	395.0/0.166	790.0/0.332	-
Fenpropimorph	Corbel	-	1500.0/2	3000.0/4	6000.0/8	-
Dinocap	Karathane LC	-	52.5/0.015	105.0/0.3	210.0/0.6	-
Azoxystrobin	Ortiva	-	250.0/0.1	500.0/0.2	1000.0/0.4	-
Penconazole	Topas 100 EC	-	15.0/0.15	30.0/0.3	60.0/0.6	-

- not screened

MATERIALS AND METHODS

- ✓ 307 CPM isolates (187 Go, 120 Px) from 2001 to 2011 and 50 CPM isolates (23 Go, 27 Px) from 2012 to 2013 originated from the Czech Republic were screened.
- ✓ All tested isolates were first screened for pathogenic variation (pathotypes, races) by a leaf disc method (Lebeda, 1986; Bertrand et al., 1992).
- ✓ Maintenance of the CPM culture on the primary leaves of susceptible cucumber (*Cucumis sativus* 'Stela F', and transferring at ca two weeks intervals (Lebeda, 1986; Lebeda & Sedláková, 2010).
- ✓ A modified leaf disc bioassay (Anonymous, 1982; Sedláková and Lebeda, 2008) was used.
- ✓ Highly susceptible *Cucumis sativus* cv. 'Stela F' was used for preparation of leaf discs (five leaf discs in three replicates for every concentration of each fungicide were done).
- ✓ Efficacy of these fungicides (screened in five concentrations): fenarimol, dinoac, benomyl, thiophanate-methyl, azoxystrobin.
- ✓ Efficacy of these fungicides (tested in three concentrations): quinoxifen, propiconazole, fenpropimorph, dinoac, azoxystrobin, penconazole
- ✓ Evaluation was conducted 6-14 days after inoculation by using 0-4 scale proposed by Lebeda and Sedláková (2010).
- ✓ The total degree of infection (DI) for each isolate was expressed as a percentage of the maximum scores according to Townsend & Heuberger (1943).
- ✓ Three types of reactions were assigned: sensitive (degree of infection, DI = 0-10%), moderately resistant (DI = 10.1-34.9%), resistant (DI ≥ 35%).

Dinocap (Karathane LC)

Golovinomyces orontii (187 Go isolates)

Podophthora xanthii (120 Px isolates)

Thiophanate-methyl (Topain M 70 WP)

Golovinomyces orontii (109 Go isolates)

Podophthora xanthii (50 Px isolates)

Azoxystrobin (Ortiva)

Golovinomyces orontii (78 Go isolates)

Podophthora xanthii (68 Px isolates)

Quinoxifen (Atlas 500 SC)

Golovinomyces orontii (23 Go isolates)

Podophthora xanthii (27 Px isolates)

Dinocap (Karathane LC) - Resistant response

Azoxystrobin concentration: 1000 µg a.i./ml (2x higher than optimal)

Resistant response

ACKNOWLEDGEMENTS

The research was supported by the following grants: MSM 6188992015 (Czech Ministry of Education, Youth and Sports); QH 71329 (Czech Ministry of Agriculture); National Programme of Genepool Conservation of Microorganisms Small Animals of Economic Importance (NPG2-0032-023, Czech Ministry of Agriculture); IGA PpF_2011_003, IGA PpF_2012_001, PpF_2013_003, IGA PpF_2014/001, IGA_2015_001, IGA 2016/001

REFERENCES

Anonymous. 1982. FAD Method No. 36. FAD. Plant Protect. Bull. 36: 2.

Bertrand, F., Paulik, R., Glavčević, A., Lemaire, M.J. 1992. Phyto-ecologie des Végétaux. 436-45-46. FRAC Code List 60/05.

Holtom, W.D., Wheeler, S.L. 2002. pp. 245-255. In: Sillagren, R.R., Buhner, R.W., Di, J.A., Carver, W.L.T. (Eds.): The Powdery Mildews: A Comprehensive Treatise. APS Press.

Křelová, E., Lebeda, A., Sedláková, B. 2009. Phytoparasitica 37:317-320.

Lebeda, A. 1986. pp. 87-91. In: Lebeda, A. (Ed.): Methods of Testing Vegetable Crops for Resistance to Plant Pathogens. VUJ Sempria, Research Institute of Vegetable Crops, Olomouc.

Lebeda, A., Vitková, E., Sedláková, B., Colley, M.C., McKnight J.D. 2011. Mycoscience 52: 130-141.

Lebeda, A., McGrath, M.T., Sedláková, B. 2015a. Chapter 11, pp. 213-246. In: Colwell, G. (Ed.): Fungicides. In: Tech Publishers, Vienna, Austria.

Lebeda, A., Sedláková, B. 2015b. Chapter 19, pp. 355-367. In: Atlas Screening Techniques for Selecting Crops Resistant to Diseases. INEA, Vienna, Austria.

Lebeda, A., Sedláková, B. 2011. Phytopathology 101 (6): 566-569.

Lebeda, A., Sedláková, B., Vitková, E., Vávrová, M., McKnight, J.D. 2012. pp. 170-180. In: Sari, N., Salmaz, L., Anas, V. (Eds.): Cucurbitaceae 2012. Proceedings of 9th Eucarpia Meeting, October 15-18th, 2012, Antalya, Turkey.

Lebeda, A., Vitková, E., Sedláková, B., Vitková, H. 2010a. Acta Hort. 871, 1042-1045. In: Colwell, G. (Ed.): Fungicides. In: Tech Publishers, Vienna, Austria.

Lebeda, A., Sedláková, B., Jeřábková, H., Paulik, R., Šrajbr, M. 2015. p. 60 (Abstract). In: Proc. Abstracts from XX. Czech and Slovak Plant Protection Conference, September 1-3rd, 2015, Prague, Czech Republic.

McKnight, D.J., Colley, M.C., McGrath, M.T., Sedláková, B. 2015b. Chapter 11, pp. 213-246. In: Colwell, G. (Ed.): Fungicides. In: Tech Publishers, Vienna, Austria.

McKnight, D.J., Colley, M.C., Sedláková, B., Lebeda, A. 2012. pp. 181-184. In: Sari, N., Salmaz, L., Anas, V. (Eds.): Cucurbitaceae 2012. Proceedings of 9th Eucarpia Meeting, October 15-18th, Antalya, Turkey.

McGrath, T.M. 2001. Plant Dis. 85:236-245.

McGrath, T.M. 2015. Chapter 25, pp. 481-417. In: In: In: In, Holtom, W.D. (Ed.): Fungicide Resistance in Plant Pathogens. Springer.

Pérez-García, A., Romero, D., Fernández-Ontoria, D., López-Ruiz, F., de Vileciosa, A., Torres, J.A. 2006. Mol. Plant Pathol. 10(2): 153-160.

Lebeda, A., Sedláková, B. 2008. Phytoparasitica. 36(2): 77-88.

Sedláková, B., Lebeda, A., Jeřábková, H., Paulik, R., Vávrová, E. 2012. Acta Hort. 926. 15 (Spec.No.2): 46-49.

Sedláková, B., Lebeda, A., Paulik, R., Jeřábková, H. 2014. p. 296 (Abstract). In: Proc. Abstracts from 11th Conference of EFPF, September, 8-12th, 2014, Kraków, Poland.

Townsend, R.G. and Heuberger, W. 1943. Plant Dis. Rep. 27: 345-343.

Pracovní list č.1: Navržený pracovní list pro laboratorní cvičení na téma padlí dýňovitých.

Laboratorní cvičení č.

Datum:

Téma: **Pozorování a determinace padlí dýňovitých**

Úkol č.1: Práce s literaturou

- Z dostupných knižních zdrojů (.....) zapište základní charakteristiku vřekovýtrusných hub z řádu *Erysiphales* (padlí).
- Z knihy (.....) vypište alespoň 6 hostitelských rostlin, na kterých padlí obecně parazituje.
- Z (.....) si zakreslete zjednodušený životní cyklus padlí na zemědělských plodinách.
- Z knihy (.....) si vypište základní 2 druhy padlí dýňovitých a poznamenejte si jejich morfologické rozdíly.
- Z (.....) si zapište systematické zařazení obou druhů padlí dýňovitých.

Úkol č.2: Školní sbírka

Prohlédněte si vzorky ze školního herbáře, pokuste se odhadnout hostitelský organizmus a zapište si stupeň jeho napadení (tedy kam se až choroba rozšířila, např. list, stonek, + procento pokrytí hostitele). Pozor na prudké pohyby!!!

Úkol č.3: Video Padlí

Prohlédněte si video na téma: Životní cyklus vřekovýtrusných hub a doplňte si případné poznámky k nákrese z úkolu č.1.

Úkol č.4: Mikroskopické pozorování

Pomůcky: mikroskop, mikroskopické pomůcky (preparační jehla, podložní a krycí sklíčko, kapátko,...)

Materiály: vzorky padlí dýňovitých z částí rostlin čeledi dýňovité (tykvovité)

Cíl práce:

Zhotovení mikroskopického preparátu, pozorování konidií z odebraných vzorků a určení konkrétního druhu padlí dýňovitých na základě poznamenaných morfologických rozdílů z úkolu č.1 (případně přiložených obrázků). **POZOR NA PRUDKÉ POHYBY PŘI ODBĚRU VZORKU!!!**

Úkol č.5: Dodatečné úkoly

Vlastními slovy zhodnoťte celkový význam (pozitivní či negativní) padlí dýňovitých, případně také vřekovýtrusných hub obecně.

Zjistěte, jakým způsobem řeší zemědělci zvýšenou populaci padlí a jaké jim při tom vznikají nesnáze.