

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131/ Zemědělství

Studijní obor: zemědělství

Katedra: Katedra speciální produkce rostlinné

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

Bakalářská práce

Míra odolnosti rezistentních odrůd rajčete (*Solanum lycopersicum L.*) k plísni bramboru (*Phytophthora infestans*)

Jakub Dušek

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Beran, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

Autor bakalářské práce: Jakub Dušek

České Budějovice 2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jakub DUŠEK**
Osobní číslo: **Z14130**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Zemědělství - Prvovýroba**
Název tématu: **Míra odolnosti rezistentních odrůd rajčete (*Lycopersicon annuum* L.) k plísni bramboru (*Phytophthora infestans*)**
Zadávací katedra: **Katedra speciální produkce rostlinné**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Obsah: Desetinné členění s uvedením stran jednotlivých kapitol bakalářské práce.

Úvod: Stručný nástin problému a aktuální situace v oblasti rezistentního šlechtění rajčat.

Literární přehled: Charakteristika a význam rezistentních odrůd rajčete, charakteristika a význam plísně bramboru, shrnutí dosavadních poznatků.

Cíl práce: Jednotlivé cíle bakalářské práce shrnuté v bodech.

Materiál a metody: Detailní popis použitých genotypů, detailní postup jednotlivých použitých metod, přesné parametry výsadby, způsob vyhodnocení získaných dat.

Výsledky a diskuse: Vyhodnocení spolehlivosti, přesnosti a náročnosti použitých metod, porovnání vlastních výsledků s literárními údaji, posouzení možností praktického uplatnění dosažených výsledků, poznatků a doporučení.

Závěr: Přehledné shrnutí nejdůležitějších poznatků, závěrů a doporučení, vyplývajících z řešené problematiky.

Seznam použité literatury: V abecedním řazení podle ČSN 01 01 97 "Bibliografická citace".

Rozsah grafických prací: 5 stran
Rozsah pracovní zprávy: 25 - 30 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná
Seznam odborné literatury:

Kúdela V., Bartoš P., Čača Z. a kol. Obecná fytopatologie. Academia nakladatelství Československé akademie věd, 1989. 388 s.
Erwin D. C. a Ribeiro O. K. Phytophthora Diseases Worldwide. American Phytopathological Society, 1996. 562 s.
Schumann G.L., a D'Arcy C. J. Late blight of potato and tomato. The Plant Health Instructor, 2000.
Roark E. W. A Comparative Study Of Phytophthora Infestans On Tomato And Potato. Nabu Press, 2011. 214 s.
Literární rešerše z databází: AGRIS, Web of Science, Biological Abstracts a další

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavel Beran, CSc.**
Katedra radiologie a toxikologie
Konzultant bakalářské práce: **prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.**
Katedra speciální produkce rostlinné
Datum zadání bakalářské práce: **15. února 2016**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2017**

V. Šoch

prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentůvká 1688, 370 05 České Budějovice

L.S.

Čurn

prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 15. února 2016

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích, 20.4. 2017

.....

Jakub Dušek

Abstrakt

Tato práce je zaměřena na ověření odolnosti resistantních odrůd rajčat proti plísni bramborové. Plíseň bramborová je způsobena patogenem *P. infestans* a je nejzávažnější chorobou venkovních rajčat. Některé nové odrůdy rajčat deklarují odolnost proti *P. infestans*. Cílem práce bylo ověřit stupeň rezistence v podmínkách České republiky. Byl založen polní pokus, se čtrnácti resistantními a dvěma kontrolními odrůdami. Na rostlinách byl sledován stupeň poškození listů *P. infestans*. Odrůdy Mountain Magic, De Barao, Cherry Bomb, Tomato Des Comodores, Matts Wild Cherry a Plum Regal prokázali vyšší odolnost oproti kontrole. Odrůdy Phantasia, Phitovia, Mountain Merit prokázali nižší stupeň odolnosti. Používání těchto odrůd může podstatně zredukovat používání chemické ochrany proti plísni bramborové a umožnit malopěstitelské pěstování rajčat bez chemické ochrany.

klíčová slova: rajče, plíseň bramborová, rezistence, odolnost, *Phytophthora infestans*

Abstract

The aim of this thesis was to evaluate resistant varieties of tomato in the term of susceptibility to late blight. Late blight, caused by *P. infestans*, is the most destructive foliar disease of tomato. Some new varieties declare the resistance to late blight. The aim of the thesis was to evaluate how these varieties perform in Czech Republic. The experiment was established with 14 resistant and 2 control varieties. The leaves of the plants were examined routinely for symptoms of late blight and its severity was recorded. The varieties Mountain Magic, De Barao, Cherry Bomb, Tomato Des Comodores, Matts Wild Cherry a Plum Regal proved high level of resistance to late blight. The varieties Phantasia, Phytovia and Mountain Merit showed lower level of resistance. Growing new varieties, with resistance to late blight can enable the reduction of fungicidal protection of tomatoes and for organic and hobby growers to make possible growing of tomatoes without use of pesticides.

key words: Tomato, late blight, resistance, *Phytophthora infestans*

Obsah

1	Úvod.....	7
2	Literární přehled	8
2.1	<i>Phytophthora infestans</i>	8
2.1.1	Historie a původ	8
2.1.2	Význam	9
2.1.3	Taxonomie.....	10
2.1.4	Hostitelské spektrum.....	10
2.1.5	Biologie.....	11
2.1.6	Příznaky.....	14
2.1.7	Ochrana	16
2.2	Rezistence proti <i>P. infestans</i>	16
2.2.1	Vertikální rezistence.....	17
2.2.2	Horizontální rezistence.....	19
2.2.3	Rasy <i>P. infestans</i> v USA	20
2.2.4	Rasy <i>P. infestans</i> v Evropě.....	21
3	Cíl práce.....	23
4	Metodika	24
4.1	Parcela	24
4.2	Hnojení	24
4.3	Sazenice.....	24
4.4	Způsob pěstování.....	25
4.5	Charakteristika odrůd	25
4.5.1	De Barao.....	25
4.5.2	Diana	25
4.5.3	Cherolla F1	26
4.5.4	Cherry Bomb	26
4.5.5	Legend.....	26
4.5.6	Matts Wild Cherry.....	26
4.5.7	Mountain Magic F1	27
4.5.8	Mountain Merit F1	27
4.5.9	New Yorker.....	27
4.5.10	Old Brooks	27

4.5.11	Phantasia F1	27
4.5.12	Phitovia F1	28
4.5.13	Plum Regal	28
4.5.14	Tomato Des Comodores.....	28
4.5.15	Tornádo F1	28
4.5.16	Vitella F1.....	29
4.6	Stupnice hodnocení	29
4.7	Průběh pokusu	30
4.8	Statistická spolehlivost	31
5	Výsledky a diskuse	32
6	Závěr	35
7	Seznam použité literatury	36
8	Přílohy.....	39
8.1	Seznam obrázků	39
8.2	Seznam tabulek.....	39

1 Úvod

Rajče jedlé patří mezi nepopulárnější druhy zeleniny, celosvětově jde o nejvýznamnější zeleninu, jeho pěstování je populární i mezi drobnými pěstiteli. *P. infestans*, původce plísně bramborové je chorobou způsobující největší škody na venkovních kulturách rajčat. Tento patogen může během velmi krátkého času způsobit absolutní zničení porostů rajčat. Proti patogenu je možná chemická ochrana, kterou je zapotřebí často obnovovat, proto je nákladná a komplikuje sklizeň díky ochranné lhůtě. Spotřebitel preferuje zeleninu pěstovanou bez použití chemických přípravků. V posledních letech se proto na trhu začínají objevovat odrůdy rajčat, které deklarují rezistenci proti plísni bramborové. Cílem práce je vybrané odrůdy zhodnotit pomocí polního pokusu a zjistit zda jsou tyto odrůdy rezistentní vůči plísni bramborové a míru jejich rezistence.

2 Literární přehled

2.1 *Phytophthora infestans*

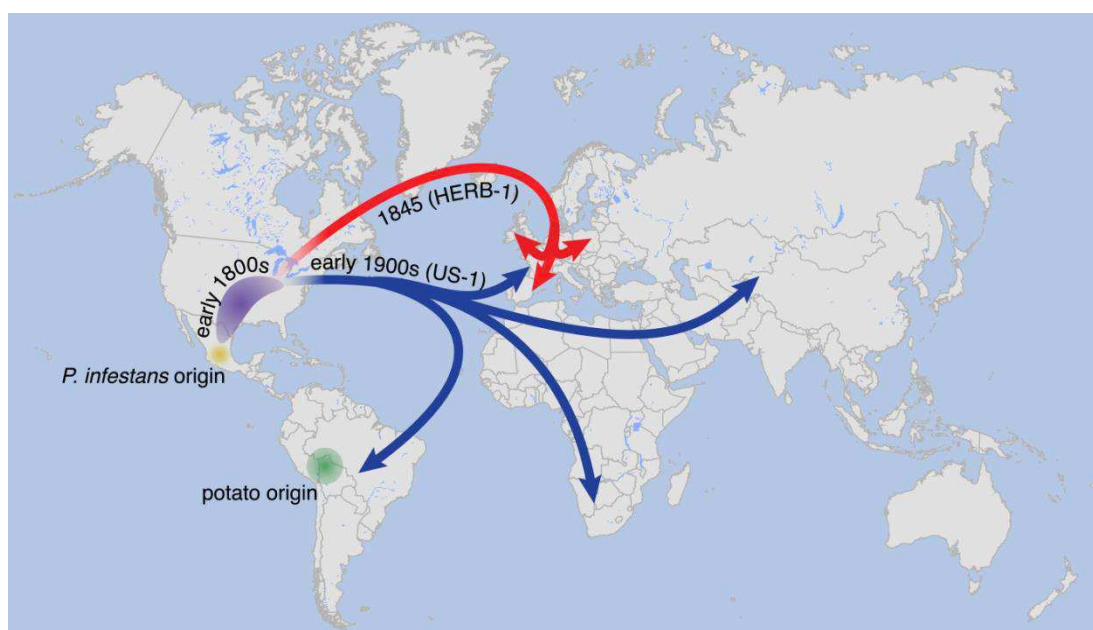
Phytophthora infestans, je patogen, který se řadí do říše *Chromista*, kmenu *Oomycota*, třídy *Oomycetes*, řádu *Pythiales*, čeledě *Pythiaceae* a rodu *Phytophthora*. Tento patogen je původcem plísně bramborové, choroby napadající hlavně brambory, rajčata a rostliny z čeledi lilkovité (*Solanaceae*). Jedná se o jednu z hospodářsky nejvýznamnějších chorob, jak může napovídat už její latinský název *Phytophthora*, který je odvozen z řeckých slov *φυτό-* (*phytón*), což znamená rostlina a *φθορά* (*phthorá*) což znamená ničit (JUROCH, 2011).

2.1.1 Historie a původ

O původu patogenu se vedou spory a existují 2 teorie, mexická a andská. Andská byla obecně přijímána do 50. let 20. století, kdy došlo v Mexiku k objevení obou pohlavních typů *P. infestans* tedy A1 i A2. Mexická teorie je založena na genetických analýzách. Populace patogenu se v Mexiku vyznačuje největší genetickou variabilitou a také zde byly poprvé zaznamenány oba pohlavní typy. První zmínky o plísni jsou z roku 1843, kdy se objevila nová choroba napadající brambory na severovýchodě USA. O 2 roky později byla zaznamenána v přímořských oblastech Kanady a na středozápadě USA. Stejněho roku tedy 1845 se patogen také nejspíš poprvé objevil v Evropě. Pravděpodobně tam byl zavlečen se sadbou brambor dovezenou do Belgie v letech 1843 - 1844. Poprvé zde byla choroba zaznamenána v červnu 1845 a v červenci byla choroba rozšířena do sousedních oblastí Francie a Nizozemska (LEBEDA a kol., 2006). Toto byl počátek epidemií, které se prohnaly Evropou v letech 1845 - 1847 (JUROCH, 2011) a které jsou především známé díky irskému hladomoru. Tyto epidemie způsobil pravděpodobně genotyp patogenu US-1, představitel pohlavního typu A1, který se rozmnožoval nepohlavně. Z Evropy byl poté patogen zavlečen do Afriky a Asie a dnes je tento pohlavní typ patogenu rozšířen prakticky ve všech oblastech pěstování brambor a rajčete. Podle nových výzkumů, zkoumající vzorky z Evropy z tohoto období, tyto epidemie nezpůsobila rasa US-1, ale jiná dosud neznámá a rasa US-1 se rozšířila po světě až počátkem 20. století (LAMOUR, 2013). Až do 70. let 20. století byl s výjimkou střední Ameriky tento pohlavní typ (A1) jediný, který způsoboval chorobu,

ale v roce 1976 po dovozu 25 000 tun brambor z Mexika do západní Evropy se začal šířit druhý pohlavní typ A2, který byl podstatně agresivnější (JUROCH, 2011). Poté došlo k pohlavnímu rozmnožování mezi oběma pohlavními typy, což způsobilo větší genetickou variabilitu patogenu a tím zapříčinilo nové problémy jako například vznik rezistence patogenu proti některým přípravkům (JUROCH, 2011). Od roku 1976 se tento druhý pohlavní typ šířil v Evropě a dostal se také do severní Afriky, jižní a jihovýchodní Asie a Severní Ameriky, ale stále není tak rozšířen jako pohlavní typ A1 (LEBEDA a kol., 2006).

Obr. 1: Počátky šíření *P. infestans*



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Suggested_paths_of_migration_and_diversification_of_P._infestans_lineages_HERB-1_and_US-1.jpg

2.1.2 Význam

Současné ekonomické dopady *P. infestans* v Evropě na 6 milionech hektarech pěstovaných brambor se odhadují na 1000 milionů eur ročně. Může způsobit ztráty na výnosu ve výši 40 - 70 %, ztráty jsou větší ve východní Evropě, kde se méně používají fungicidy (LAMOUR, 2013). Patogen je zároveň pohromou pro venkovní porosty rajčat zvláště v jižních regionech Evropy. Jedná se o nejvýznamnější chorobu rajčat. Od roku 1976 se Evropou šíří nový pohlavní druh A2, kvůli čemuž dochází k pohlavnímu rozmnožování mezi druhy A1 a A2, což způsobuje šíření genetické variability patogenu (LAMOUR 2013).

2.1.3 Taxonomie

P. infestans dostal své jméno od Antona de Baryho v roce 1861, který první prokázal odpovědnost tohoto organismu za vznik plísně bramboru. Údajný původce této choroby byl popsán už v roce 1842 Von Martiusem a byl pojmenován *Gabgrena Tuberum Solani*, na základě jeho kreseb se ale došlo k závěru, že byl popsán jiný organismus. V roce 1845 byl patogen popsán Dr. Montagema a nazván *Botrytis infestans*. Poté byl přejmenován právě De Barym na *P. infestans* a právě podle něj byl pojmenován celý rod do kterého se *P. infestans* řadí a jehož se stal typovým představitelem, tedy rodu *Phytophthora*. Tento rod byl popsán v roce 1876 de Barym (LEBEDA a kol., 2006).

Doména – *Eukaryota*,

říše – *Chromalveolata*,

kmen – *Heterokontophyta*,

oddělení – *Oomycota*,

třída – *Peronosporomycetes*,

řád – *Pythiales*,

čeleď – *Pythiaceae*,

rod – *Phytophthora*,

druh – *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary (JUROCH, 2011)

2.1.4 Hostitelské spektrum

Hlavní hostitelé jsou *Solanum lycopersicum* L. tedy rajče jedlé a *Solanum tuberosum* L. (brambor hlíznatý). Druhotným hostitelem je *Capsicum annuum* (Paprika setá). Kromě toho může napadat řadu dalších rostlin také z čeledi *Solanaceae* (lilkovité) například *Solanum spp.* (lilek), *Hyoscyamus spp.* (blín), *Datura spp.* (durman), *Atropa spp.* (rulík), *Nicotiana spp.* (tabák), *Petunia spp.* (petúnie), *Physalis spp.* (mochyně), *Mandragora spp.* (pokřín), *Nicandra spp.* (lilík), *Schizanthus spp.* (klanokvět), *Salpiglossis spp.* (jazylka) a další. Kromě toho napadá i některé rostliny z čeledi *Nolanaceae* (JUROCH, 2011).

2.1.5 Biologie

2.1.5.1 Životní cyklus

Sporangia nebo fragmenty mycelia jsou roznášeny z infikovaných rostliny větrem, nebo mohou být také šířeny při dešti rozstříkovaním dopadajícími kapkami po okolí. Když se dostanou na hostitele, sporangia mohou klíčit přímo pomocí klíčného vlákna, kterými pronikají do rostlinných orgánů nebo nepřímo vypouštěním zoospor, které encystují na rostlinných orgánech a pronikají tkání díky penetračním hrotům. V rostlinách pak dochází k tvorbě mycelia, které přímo proniká buněčnými stěnami a poté se větví skrz tkáň hostitelské rostliny, kvůli čemuž dochází k jejich odumírání a tvorbě charakteristických příznaků plísně bramborové (NELSON, 2008). Sexuální rozmnožování je vcelku vzácné, daleko častější je asexuální rozmnožování. Sporangiofory nesoucí asexuálně produkovaná sporangia (LEBEDA a kol., 2006) se formují na tkáních zasažených plísní, při relativní vlhkosti 91 - 100 % a při teplotách 3 - 26 °C, ale optimální teplota je 18 - 22 °C. Pokud jsou přítomné oba pohlavní typy A1 i A2 *P. infestans* může vytvářet oospory, které mají pevnou stěnu a mohou přežít po dlouhou dobu. (NELSON, 2008).

2.1.5.2 Epidemiologie

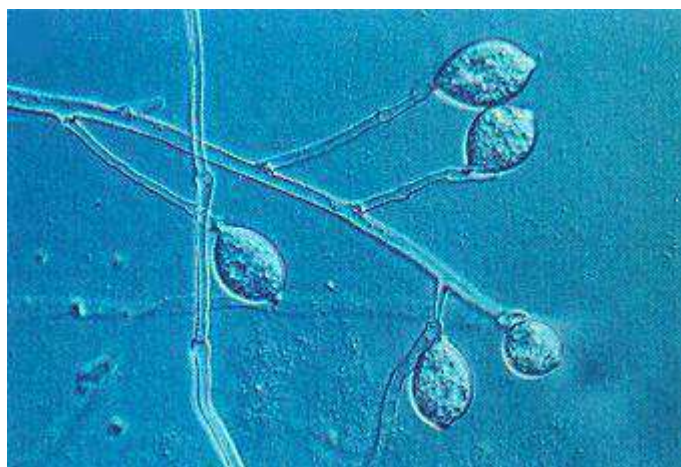
Teplota a vlhkost jsou důležitými přírodními faktory postihující rozvoj plísně bramborové. Sporangia jsou formována na spodním okraji listů, pokud je relativní vlhkost větší než 90 %, sporulace může probíhat v rozmezí teplot 3 - 26 °C, ale optimální rozmezí je 18 - 22 °C. Sporangia klíčí přímo při teplotách 21 - 26 °C. Při teplotách pod 18 °C sporangia produkují 6 - 8 zoospor, které vyžadují přítomnost vody, aby mohly plavat. Každá ze zoospor je schopná zahájit infekci, což vysvětluje proč je nákaza závažnější v studených mokrých podmínkách. Studené noci, teplé dny a mokré podmínky kvůli dešti nebo mlze můžou mít za následek epidemii plísně bramborové, při které mohou být zničena celá pole brambor za méně než 2 týdny (SCHUMANN, D'ARCY, 2000).

2.1.5.3 Nepohlavní rozmnožování

Největší roli v rozmnožování a šíření *P. infestans*, hraje nepohlavní rozmnožování (JUROCH 2011). Na rostliny se patogen přenáší pomocí větru nebo vodních kapek,

pomocí sporangií. Z těch se ve vodním prostředí apikálním otvorem uvolňuje 3 - 8 zoospor. Zoospory jsou ledvinovitého tvaru, mírně zploštělé. Jsou jednojaderné a také opatřené 2 různě dlouhými bičíky přičemž bičík směřující dopředu je vodící a bičík směřující dozadu je pohánějící. Po několika minutách se zoospory přestávají pohybovat, poté encystují, ztrácí bičíky a vytváří klíční vlákno zakončené apresoriem. To pomocí penetračního hrotu proniká do hostitele kutikulou nebo

Obr. 2: Sporangia na Sporangioforech



<http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/Oomycetes/Pages/LateBlight.aspx>

prorůstá do rostliny průduchy, takto vniká do vnitřních parenchymatických pletiv, kde se vyvíjí v mycelium. Poté dochází k rozrůstání hyf v mezibuněčných prostorech napadených pletiv, které se následně větví a tvoří haustoria, jenž pronikají do buněk, z nichž získávají živiny. Takto napadené buňky odumírají a rozkládají se. Poté dochází za příznivých podmínek a po uplynutí inkubační doby ke sporulaci. Inkubační doba je proměnlivá, za příznivých podmínek se pohybuje v rámci několika dnů, patogen může sporulovat při teplotách 3 - 26 °C a relativní vlhkosti větší než 91 %, ale optimální podmínky pro sporulaci je teplota 18 - 22 °C a relativní vlhkost 100 %. Průduchy nebo poraněnou pokožkou poté z mycelia vyrůstá jednotlivě, nebo ve svazečcích 2 - 5 sporangioforů (LEBEDA a kol., 2006). Sporangiofory jsou sympodiálně větvené a mají charakteristickou zduřeninou pod sporangiem, mohou být až 1 mm dlouhé a na koncích jednotlivých větví se pomocí odškrabání tvoří sporangia. Sporangiofory jsou indeterminantní, tedy produkují sporangia pořád (SCHUMANN, D'ARCY, 2000). Sporangia mají vejčitý, elipsoidní, citronkovitý tvar, na bázi jsou zúžené se stopkou a mnohojaderná. Jsou bezbarvá, hladká a

tenkostěnná, rozměry jsou různé, nejčastěji jsou 12 - 21 μm široké a 21 - 30 μm dlouhá. Po dozrání se sporangia uvolňují a jsou dále přenášeny větrem na velké vzdálenosti nebo mohou být smývány vodou na spodnější části rostlin. Sporangia mohou klíčit buď přímo pomocí vytvořeného klíčného vlákna, nebo nepřímo tím že uvolní zoospory. Přímé klíčení probíhá za příznivějších podmínek, tedy za teplejšího počasí (18 - 26 °C), zatímco za nižších teplot (10 - 18 °C) klíčí sporangia nepřímo. Sporangia jsou relativně odolná, bez ztráty klíčivosti snášejí i noční mrazy do - 8,5 °C, pokud jsou poté přeneseny do optimálních teplot. Minimální teplota, při níž může dojít k napadení rostliny je 6 - 7 °C. Důležitá pro rozvoj choroby je také vzdušná vlhkost, při 80 % relativní vzdušné vlhkosti ztrácejí sporangia životnost už po 3 - 6 hodinách (LEBEDA a kol., 2006). Volné zoospory mají omezenou životnost a to především při nedostatku vody nebo vystavení slunečnímu záření (JUROCH 2011).

2.1.5.4 Pohlavní rozmnožování

P. infestans je heterotalický organismus, který má 2 pohlavní typy označované jako A1 a A2. K pohlavnímu rozmnožování dochází v případě interakce hyf obou pohlavních typů, kdy dochází k tvorbě oospor. Možnost pohlavního rozmnožování vychází především ze sledování genetické variability, u které došlo k velikému vzrůstu po zjištění výskytu pohlavního druhu A2. Při setkání hyf opačných pohlavních typů se vytváří samčí pohlavní gametangia (antheridia), která mají kyjovitý tvar a samičí pohlavní gametangia (oogonia), která jsou kulovitěho tvaru a obsahují jednu oosféru. Toto rozmnožování se označuje jako oogametangiogamie. K tvorbě pohlavních orgánů dochází po tom, co oba pohlavní typy vypustí látky podobné hormonům, jež stimulují tvorbu gametangií. Pohlavní typ A1 vytváří látku označovanou jako alfa1 a pohlavní typ A2 alfa2. Při tzv. amfigynní konfiguraci prorůstá oogonium skrze antheridium, zatímco je oogonium obklopeno antheridiem v místě jeho stopky. Poté dochází k proudění cytoplasmy z hyfy skrze stopky, přičemž se oogonium rychle zvětšuje a následně dochází k uzavření stopky (LEBEDA a kol., 2006). V této fázi dosahují oogonia průměrně velikosti 38 μm . Jádra oogonia až na jedno putují k jeho obvodu a dochází k jejich rozpadu, zatímco zbývající jádro se zvětšuje. Následně proběhne v obou pohlavních orgánech meióza a dojde k redukčnímu dělení jader. Mezi jádrem oogonia a jádrem antheridia dochází k fúzi a

vzniká diploidní zygotické jádro. V cytoplasmě dochází k formování vakuol a alipidových tělísek, která se přemisťují k obvodu vznikající oospory, následně dochází k vývinu silné stěny a zbývající cytoplasma se soustřeďuje v centru ooplastu. K uvolnění oospor dochází při rozpadu infikovaného pletiva. Při klíčení dochází ke spotřebování lipidových tělísek, rozpouštění stěny a vytváření klíčnicích vláken, které mohou iniciovat růst mycelia nebo vytvářet sporangium (LEBEDA a kol., 2006). Oospory jsou 24 - 35 μm velké, ale v kultuře na živném mediu až 56 μm (LEBEDA a kol., 2006).

2.1.6 Příznaky

Rajče bývá napadeno sporangii přenesenými větrem nebo vodními kapkami. Projevuje se vznikem nejprve šedozelených vodnatých skvrn s neohrazeným okrajem, které se rychle rozrůstají a časem hnědnou, častěji se objevují na okrajích listů a na spodní straně listů, na okrajích skvrn se za vlhkého počasí tvoří šedobílý porost, tvořený sporangiofory se sporangii. Postupně dochází k zasychání skvrn a později i celých listů. Dalším projevem mohou být hnědé skvrny na stoncích či na stopkách plodů a květů. Nejtypičtějším projevem jsou zelenohnědé skvrny na plodech, ty se postupně rozrůstají a tmavnou, mají nerovný povrch a zasahují hluboko dovnitř plodu. Napadené plody nedozrávají, jejich dužina je ztvrdlá a jsou nekonzumovatelné (ACKERMANN, 1995). Plíseň bramborová napadá častěji venkovní kultury rajčete než kultury rychlené (JUROCH, 2011).

Obr. 3: Plíseň bramborová na listu rajčete



[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Late_blight_on_tomato_leaf_\(7871756748\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Late_blight_on_tomato_leaf_(7871756748).jpg)

Obr. 4: Plíseň bramborová na plodech rajčete a na stonku rajčete



<http://www.potravinovezahrady.cz/jak-pestovat-rajcata-bez-chemie-v-krutych-casech-plisne-bramborove/>

2.1.7 Ochrana

Preventivním opatřením je prostorová izolace porostů od porostů brambor a pěstební opatření omezující ovlhčení listů (JUROCH 2011). S chemickou ochranou je dobré začít preventivně, už v polovině června a opakovat podle počasí. Během sklizně je vhodné používat přípravky s kratší ochrannou lhůtou (ANONYM¹).

Tab. 1. Chemické přípravky proti plísni bramborové (ANONYM¹)

Název	Ochranná lhůta	Účinná látka
Acrobat MZ WG	3 dny	Mancozeb, dimethomorph
Banko 500 SC	8 dnů	Chlorothalonil
Dithane DG Neotec	3 dny	Mancozeb
Dithane M 45	21 dnů	Mancozeb
FLOWBRIX	14 dnů	Oxychlorid mědi
FUNGURAN- OH 50 WP	7 dnů	Hydroxid měďnatý
CHAMPION 50 WP	-	Hydroxid měďnatý
INFINITO	1-3 dny	Fluopicolide, propamocarb - hydrochloride
KOCIDE 2000	-	Hydroxid měďnatý
KUPRIKOL 250 SC	7	Oxychlorid Mědi
KUPRIKOL 50	7	Oxychlorid Mědi
MANFIL 75 WG	7	Mancozeb
NAUTILE DG	3-7	Cymoxanyl, Mancozeb
NOVOZOR MN 80 NEW	21	Mancozeb
ORTIVA	3	Azoxystrobin
RIDOMIL	3	Mancozeb, Metalaxyl-M
GOLD MZ PEPITE	3	Mancozeb, Metalaxyl-M
TAZER	3	Azoxystrobin

2.2 Rezistence proti *P. infestans*

Díky významu choroby se šlechtitelé již dlouhou dobu zajímají o zdroje rezistence proti *P. infestans*. Během této doby, byly u divokých druhů rajčat *S. pimpinellifolium* objeveny čtyři major geny rezistence. Tyto geny byly lokalizovány na sedmém (Ph-1), na desátém (Ph-2) a na devátém (Ph-3) chromozomu rajčete. A nedávno k nim také přibyl gen Ph-5. Ph-1 je dominantní gen poskytující rezistenci proti rase T0, ale je snadno překonáván novými rasami patogenu. Ph-2 je neúplně dominantní a poskytuje pouze částečnou rezistenci, pouze redukuje rychlost vývoje choroby, ale při přítomnosti agresivních ras patogenu většinou selže. Gen Ph-3 je neúplně

dominantní a je účinný proti široké škále ras patogenu. Ph-5 je nově objevený gen, který vykazoval rezistenci vůči několika rasám patogenu. Všechny tyto major geny, jsou rasově specifické a mohou být časem překonány novými rasami patogenu. V současnosti tedy existují snahy nejen o převedení několika těchto major genů do šlechtitelských linií a následně do komerčních odrůd rajčat zároveň, ale také o identifikaci genů použitelné horizontální rezistence (NOWICKI a kol.,2012).

2.2.1 Vertikální rezistence

2.2.1.1 Ph-1

Ph-1 je první objevený gen rezistence proti *P. infestans* u rajčete. Je to dominantní gen umístěný na chromozomu 7, který poskytuje rezistenci proti T0 genotypu *P. infestans*. Ph-1 gen byl původně identifikován u *Solanum pimpinellifolium* v rostlinách známých jako West Virginia 19 a 731 a byl převeden do kulturních rajčat (ZHANG a kol., 2014). Při opakovaných pokusech se Ph-1 ukázal jako neefektivní proti rase US-23. Podle laboratorních studií je neefektivní také proti rasám US-7, US-11 a US-17 (MCGRATH, 2015).

2.2.1.2 Ph-2

Druhý gen rezistence proti *P. infestans*, Ph-2 byl identifikován u dalšího genotypu *S. pimpinellifolium* známého jako West Virginia 700 (MOREAU a kol., 1998). Gen Ph-2 je umístěný na dlouhém ramenu chromozomu 10. Tento gen poskytuje částečnou rezistenci, pouze redukuje rozvoj choroby. Rezistence podmiňovaná geny Ph-1 i Ph-2 byla překonána novými druhy *P. infestans* (ZHANG a kol., 2014). Gen Ph-2 se v opakovaných pokusech ukázal jako částečně efektivní proti rasám US-23 a US-24 a neefektivní proti rase US-22. V laboratorních pokusech se pak ukázal jako efektivní proti rasám US-11 a US-17, zatímco proti rase US-7 se ukázal jako neefektivní (MCGRATH, 2015).

2.2.1.3 Ph-3

Daleko silnějším genem je Ph-3, který byl objeven u *S. pimpinellifolium* genotypu označeného L3708, který objevil L. Black z Asian Vegetable Research and Development Center na Taiwanu. Ph-3 je částečně dominantní gen, který se nachází

na dlouhém rameni chromosomu 9 (ZHANG a kol., 2014). Tento gen poskytuje neúplně dominantní rezistenci proti širokému spektru ras *P. infestans*. Mnoho šlechtitelských programů po celém světě včetně NC State Tomato Breeding Program, Cornell Tomato Breeding Program, Penn State Tomato Breeding Program, Asian Vegetable Research and Development Center, the World Vegetable Center, zaměřených na šlechtění na rezistenci, dokázalo úspěšně vyprodukovat šlechtitelské linie s tímto genem například: NC1 CELBR [Ph-2 + Ph-3] a NC2 CELBR [Ph-2 + Ph-3] a následně také hybridní odrůdy: Plum Regal [Ph-3], Mountain Magic [Ph-2 + Ph-3] and Mountain Merit [Ph-2 + Ph-3]. Naneštěstí rezistence poskytovaná genem Ph-3 je také specifická pouze proti některým rasám patogenu a zdá se že, by mohla být opět překonána novými rasami (NOWICKI a kol., 2012). Gen Ph-3 vykazoval v opakovaných pokusech vysokou efektivitu proti rase US-23 a velmi vysokou proti rase US-11 a US-17. Byla pozorovaná efektivita proti rase US-22 pokud byla rostlina napadena patogenem přírodní cestou, ale pokud byl patogen uměle zaveden, byl gen Ph-3 neefektivní. Gen Ph-3 je také neefektivní proti rase US-24 (MCGRATH, 2015).

2.2.1.4 Ph-4

Dalším zdrojem rezistence proti plísni bramborové je gen Ph-4, který byl objevený u genotypu divokých rajčat *S. habrochaites* známé jako LA1033. LA1033 byl používán jako jedna z několika hostitelských rostlin pro klasifikaci ras *P. infestans* u rajčat. Kvůli následným výzkumům byla charakterizace Ph-4 zpochybněna, protože se ukázalo, že rezistence v LA1033 je ve skutečnosti kontrolována více lokusy kvantitativních vlastností (QTL) (ZHANG a kol., 2014).

2.2.1.5 Ph-5

Snižování efektivity rezistence spolu s objevováním nových agresivnějších ras *P. infestans* vytváří tlak na identifikaci, charakterizaci a využívání nových zdrojů rezistence. Nedávno bylo po intenzivním hledání, nalezeno několik vysoce rezistentních genotypů divokých druhů rajčat *S. pimpinellifolium*. Objevené zdroje vykazovaly rezistenci proti sedmi různým rasám *P. infestans*, mezi kterými byly US-8, US-13, US-14 nebo US-15. Z těchto genotypů byl vybrán jeden označovaný jako PSLP153, pro genetickou charakterizaci, identifikaci a zmapování nových genů. Analýza vztahu rodičů a potomků, za použití F2 a F3 generací z křížení mezi

PSLP153 a odrůdou rajčat náchylnou k plísni bramborové, naznačuje dědivost zhruba 0,86 pro rezistenci poskytovanou PSLP153. Snahy o selektivní genotypizaci vedly k identifikaci dvou genomických regionů na chromozomu 1 nazvaném Ph-5-1 a na chromozomu 10 nazvaném Ph-5-2. Probíhají práce na dalším průzkumu těchto dvou regionů a na lepším zmapování těchto genů. Současné šlechtitelské snahy o přenos těchto dvou genů z PSLP153 vedly k vytvoření nových odrůd rajčat, které se v současné době zkoušejí a které by měli mít lepší odolnost proti plísni bramborové. Mimoto probíhají snahy o vyšlechtění odrůd, které by kombinovaly tyto nové geny rezistence s již známými geny rezistence, jmenovitě Ph-2 a Ph-3. (NOWICKI a kol., 2012) V opakovaných pokusech se tyto geny ukázaly jako velmi efektivní proti rase US-23. (MCGRATH, 2015)

2.2.2 Horizontální rezistence

Kromě hlavních major genů, bylo objeveno několik QTL, podmiňující rasově nespecifickou rezistenci v několika genotypech zelenoplodých divokých rajčat druhu *S. habrochaites*. Například u druhu označovaného jako LA2099 byly QTL způsobující rezistenci nalezeny prakticky na všech 12 chromozomech (JOHNSON, 2012). S cílem převést vybrané QTL na ušlechtilé odrůdy rajčat, byly vytvořeny tři téměř isogenické linie (NIL), z nichž každá obsahovala jeden QTL, které se nacházely na 4., 5. a 11. chromozomu. Nicméně několik genetických vazeb zabránilo použití těchto NIL k šlechtitelským účelům. Bližší inspekce těchto NIL odhalila, že obsahovaly také geny pro jiné charakteristiky, včetně typu rostliny, hustoty olistění, ranosti, velikosti plodů a výnosů. QTL odpovědné za rezistenci vůči plísni bramborové byly odpovědné také za pozdní dozrávání a velký vzrůst rostliny. Další QTL byly identifikovány v *S. habrochaites* LA1777. V této studii bylo identifikováno 5 hlavních QTL (Rlbhq4a, Rlbhq4b, Rlbhq7, Rlbhq8 a Rlbhq12), přičemž byly použity introgresní linie *S. lycopersicum* x *S. habrochaites*. Tato studie také identifikovala nové QTL, na rezistenci proti *P. infestans* v LA2099. Jiný *S. habrochaites* s rezistencí, který byl použit pro studii dědičnosti a mapování je genotyp LA1033. Studie dědičnosti tohoto genotypu naznačily přítomnost alespoň dvou genů rezistence a mapování naznačilo přítomnost několika QTL podmiňujících rezistenci k plísni bramborové (NOWICKI a kol., 2012).

2.2.3 Rasy *P. infestans* v USA

V USA bylo zmapováno celkem 24 ras *P. infestans*. Pojmenovávány jsou US a číslo následující číslo posledního objeveného druhu, posledním zatím objeveným druhem byl US-24. Původní migrace plísně bramborové po USA a světě ve čtyřicátých letech 19. století se někdy připisuje rase dnes označované jako US-1, ale rozborů vzorků z celého světa naznačují, že se mohlo jednat o úplně jiný, nepojmenovaný druh. Tento druh byl stejně jako US-1 pohlavního typu A1. Podle teorie, že US-1 není prvním druhem, se US-1 začal šířit spolu s US-3 po Kanadě a USA na začátku 20. století. Oba tyto druhy byly pohlavního typu A1 takže přežívaly pouze asexuálně, až do druhé migrace *P. infestans* na konci sedmdesátých let 20. století. Druhá migrace se odehrála v roce 1978 nebo 1979. Rozšířil se při ní nejspíš ze severovýchodního Mexika nový druh US-6, byla to stále rasa s pohlavním typem A1, ale rychle se rozšířila a mezi léty 1987 a 1991 to také byl nejčastější druh *P. infestans* zjištěný na bramborách i rajčatech, který se ale od roku 1994 nevyskytuje. V rámci této epidemie byl v Kalifornii v roce 1980 také objeven nový druh US-4, který se ale nešířil a ani nepřetrval. Od pozdních 80. let a začátkem devadesátých se po USA a Kanadě začaly šířit nové druhy *P. infestans*, ale tentokrát s pohlavním typem A2 a to konkrétně US-7 a US-8. Oba se vyznačovaly rezistencí na fungicid metaxyl a vyšší agresivitou, díky čemuž se rychle staly dominantní populací *P. infestans*. Navzdory přítomnosti obou pohlavních typů jsou důkazy o jejich sexuální rekombinaci vzácné, jedním z nich je rasa US-11, objevená v Kolumbijské pánvi ve Washingtonu, jež vznikla rekombinací mezi US-6 a US-7. US-8 byla nejdominantnější populací až do roku 2009, kdy v USA došlo k epidemii plísně bramborové, pravděpodobně způsobené prodejem nakažených sazenic rajčat. Tato epidemie byla způsobená novou rasou US-22 do toho roku neznámou a během jediného roku se rozšířila do 29 států USA a prakticky nahradila staré populace *P. infestans* (LAMOUR 2013). V následujícím roce už epidemie zasáhla jen 13 států, ale došlo k objevu nových ras a to US-23 a US-24. V následujících letech byla US-22 vytlačena právě těmito rasami a v letech 2013, 2014, 2015 se US-23 stala novou dominantní rasou (SAVILLE, MARTIN, RISTANO, 2016; FRYBILL a kol., 2015). Dnes se tedy v USA nachází 7 ras *P. infestans* a to: US-8, US-11, US-20, US-21, US-22, US-23 a US-24. Tři z nich jsou pohlavního typu A1, US-11, US-23 a US-24, zbytek je pohlavního typu A2 (LAMOUR 2013).

2.2.4 Rasy *P. infestans* v Evropě

Široké rozšíření rasy US-1 vedlo k hypotéze, že to právě tato rasa byla zodpovědná za irský hladomor v roce 1845. Nicméně podle výzkumů v roce 2001, s použitím starých rostlinných vzorků byly nalezeny důkazy, které podporují fakt, že rasa zodpovědná za tuto epidemii nemohla být US-1, kvůli rozdílným mitochondriálním haplotypům. V Evropě tedy došlo po čtyřicátých letech 19. století ještě ke dvěma migracím, první na konci 19. století a druhou v roce 1976. Při druhé migraci byl zavlečen do Evropy z Mexika druhý pohlavní typ, tedy A2. Do té doby byla dominantní populací *P. infestans* v Evropě rasa US-1, během druhé migrace došlo k jejímu nahrazení a dnes se v Evropě příliš nevyskytuje. Mezi léty 1980 a 1994 byla frekvence nálezů pohlavního typu A2 relativně nízká, ale později dosáhla v některých regionech jako Polsko, Nizozemsko a severské země až 50 % (LAMOUR 2013). V České republice byl výskyt pohlavního typu A2 potvrzen poprvé v roce 2003. V letech 2003, 2004 a 2005 bylo sesbíráno 199 vzorků *P. infestans* a byl u nich zjišťován pohlavní typ. Ze 199 vzorků bylo 92 pohlavního typu A2 a 107 pohlavního typu A1 (MAZÁKOVÁ a kol. 2006). V letech 2007 a 2008 byl prováděn podobný průzkum. V roce 2007 bylo posbíráno 76 vzorků, z nichž 18 bylo pohlavního typu A1 a 57 pohlavního typu A2, v roce 2008 bylo pak ze 119 posbíraných vzorků 30 pohlavního typu A1 a 89 pohlavního typu A2. V letech 2007 - 2008 došlo k většímu rozšíření pohlavního typu A2 (MAZÁKOVÁ a kol. 2006). Podobný jev se v této době odehrával i jinde v Evropě. Rasa *P. infestans* označovaná jako EU_13_A2, která je pohlavního typu A2 a která byla poprvé objevena v severovýchodní oblasti Nizozemska v roce 2004, se začala rychle šířit. Přestože mezi pohlavními typy A1 a A2 by neměl být rozdíl z pohledu agresivity a vitality, EU_13_A2 v těchto faktorech vyniká a dokázala se rychle šířit a částečně nahradit původní populace (LAMOUR 2013). Ve Velké Británii tvořily populaci *P. infestans* v roce 2004 z 90 % druhy pohlavního typu A1, ale v roce 2006 už to bylo jen 50 % a většinu populace pohlavního typu A2 tvořila právě rasa EU_13_A2 a v letech 2007 a 2008 už populace EU_13_A2 byla zhruba 70 - 80 % celé populace *P. infestans* ve Velké Británii (COOKE a kol., 2012). EU_13_A2 se šířila po celé Evropě, tvořila velikou část populace v Nizozemí a ve Francii byla ohlášena ve Švýcarsku, Německu nebo Belgii, kromě toho se rozšířila i za hranice Evropy. Projekt EuroBlight, který monitoruje rasy *P. infestans* v Evropě, zaznamenal v roce 2013 rasu EU_13_A2 v

osmnácti evropských zemích mimo jiné i v České republice. Podle dat z projektu EuroBlight se v roce 2016 v Evropě vyskytuje 11 zmapovaných ras *P. infestans* a vedle toho množství dalších které se zatím řadí jako "ostatní", celkově je nejrozšířenější rasa EU_13_A2, ale třeba v Británii ji už z velké části nahradila jiná rasa známá jako EU_6_A1 (MEINER, 2014; ANONYM⁴).

3 Cíl práce

Cílem práce bylo posoudit rezistenci vybraných odrůd rajčete k plísni bramborové způsobené patogenem *P. infestans*, v podmínkách České republiky, pomocí polního pokusu, prostřednictvím vyhodnocení poškození listové plochy rostlin.

4 Metodika

Pokus byl založen 12. června na Hluboké nad Vltavou, na parcele o rozměrech 2 x 13 m. Celkem bylo vysázeno 80 rostlin, šestnácti odrůd, 5 rostlin od každé odrůdy, z nichž 14 byly odrůdy označované jako rezistentní a 2 odrůdy byly kontrolní. (U jedné z rezistentních odrůd vyklíčily pouze 4 rostliny a tak byla jedna rostlina nahrazena jednou z kontrolních odrůd. U další rezistentní odrůdy došlo ke zničení jedné rostliny po výsadbě, ta nahrazena nebyla.) Odrůdy byly vysety 20. dubna, přesázeny do květináčů 20. května a vysázeny na danou parcelu 12. června. Rozmístění jednotlivých rostlin bylo náhodné. Vysázeny byly do dvou řad vzdálených od sebe 1 m a rostliny mezi sebou měly rozestupy 30 cm. Rajčata byla pěstována na jeden výhon u tyče a jednou týdně byla vyvazována a byly vyštipovány výhony. Výskyt plísně bramborové byl sledován podle 12 bodové stupnice (Tab. 2) od 0 do 11. Hodnota 0 je nenapadená rostlina a 11 zcela zničená. K pozorování docházelo od prvního zaznamenání plísně bramborové v pravidelných intervalech 5 - 7 dní, celkem bylo provedeno 10 pozorování od 4.8. do 5.10.

4.1 Parcela

Pokusná parcela se nachází v Hluboké nad Vltavou, v areálu Zámeckého zahradnictví. Nadmořská výška je 375 m nad mořem. Jedná se o záhon o šířce 2 m a délce 13 m. Řady byly orientovány ve směru sever-jih. Půda je hlinitopísčitá.

4.2 Hnojení

V předchozím roce byl na parcele pěstován česnek, tento porost byl sklizen v červenci, do konce sezóny zde byl udržován černý úhor. Parcela byla pohnojena koňským hnojem v dávce 30 tun na hektar, 20. března byla pohnojena 100 g Cereritu (výrobce firma Forestina), 50 g dolomitického vápence, 30 g síranu draselného na m². Vzhledem k pozdějšímu sázení, byla parcela 10. června 2 dny před sázením znovu zryta a byla hnojena Cereritem v dávce 50 g na m².

4.3 Sazenice

Rostliny byly vysety 20. dubna do multiplat a byly zalévány podle potřeby 0,05 % roztokem Kristalonu (výrobce firma YARA Agri), 20 května byly přesázeny do

květináčů o průměru 10,5 cm a 12. června byly vysázeny na danou parcelu. Rostliny byly vysázeny do dvou řad, vzdálených 1 metr s 30 centimetrovými rozestupy v řadách. Rostliny byly vysázeny náhodně, jejich rozmístění bylo předem určeno metodou, kdy každému místu v řadách bylo přiděleno číslo od 1 do 80, poté byly náhodně vylosovány čísla do 16 skupin po pěti a každá skupina byla náhodně přiřazena jedné odrůdě.

4.4 Způsob pěstování

Rostliny byly vedeny na jeden výhon a vyvazovány k opoře. Na determinantních rostlinách bylo ponecháno více výhonů. Každý týden se prováděla údržba porostu, která zahrnovala, vyštipování přebytečných výhonů, pletí a přivazování přírůstků hlavního výhonu k opoře. Porost byl pravidelně kontrolován na přítomnost plísně bramborové. Po objevení prvních příznaků bylo napadení hodnoceno v týdenních intervalech. Zralé plody byly v týdenních intervalech sklízeny. Nebyla použita žádná metoda prevence ani nebyl proveden žádný zásah proti plísní bramborové. Napadené listy, části rostlin ani celé rostliny, nebyly odstraňovány. Výjimku tvořily napadené plody, které byly v rámci sklizně pravidelně odstraňovány.

4.5 Charakteristika odrůd

4.5.1 De Barao

Typ rostliny: indeterminantní , tyčková pozdní

Vlastnosti plodu: oválný, červený, hmotnost 80-100 g

Původ rostliny: Brazílie, heirloom odrůda

Pěstební vlastnosti: vysoký výnos, dobrý zdravotní stav a silný růst

Odolnost proti *P. infestans*: značně odolná

4.5.2 Diana

Typ rostliny: determinantní , keříčková, velmi raná

Vlastnosti plodu: kulatý, červený, menší

Původ rostliny: komerční odrůda, země původu ČSSR, množitel Semo

Pěstební vlastnosti: velmi raná odrůda s krátkými větvemi pro těžší a vlhčí půdy

Odolnost proti *P. infestans*: Množitel uvádí vysoký stupeň odolnosti proti *P. infestans*

4.5.3 Cherolla F1

Typ rostliny: indeterminantní , raná, F1 hybrid

Vlastnosti plodu: kulatý, červený, malý, cherry typ, hmotnost 16-25 g, dlouhé lody, výborná chuť

Původ rostliny: země původu Francie

Pěstební vlastnosti: vysoce výnosná, raná, hybridní odrůda třešňového rajčete, určena pro rychlení a polní pěstování. Rostlina je vzrůstná

Odolnost proti *P. infestans*: Prodejce Moravoseed nově uvádí odrůdu jako středně tolerantní k plísni bramborové

4.5.4 Cherry Bomb

Typ rostliny: indeterminantní, tyčková, raná

Vlastnosti plodu: kulatý, červený, malý, cherry typ, hmotnost 15 – 20 g

Původ rostliny: země původu USA

Pěstební vlastnosti: vysoké výnosy, dobrý zdravotní stav

Odolnost proti *P. infestans*: značně odolná

4.5.5 Legend

Typ rostliny: determinantní , keříčková, poloraná až pozdní

Vlastnosti plodu: kulatý, červený, velký a masitý 100-250 g

Původ rostliny: země původu USA, heirloom odrůda

Pěstební vlastnosti: odrůda s masitými plody a dobrou odolností proti *P. infestans*

Odolnost proti *P. infestans*: odolná, nositel genu Ph-2 (MCGRATH, 2015)

4.5.6 Matts Wild Cherry

Typ rostliny: indeterminantní, tyčková, raná

Vlastnosti plodu: kulatý, červený, malý, hmotnost 5g

Původ rostliny: země původu Mexiko

Pěstební vlastnosti: velmi bujný růst

Odolnost proti *P. infestans*: dobrá odolnost

4.5.7 Mountain Magic F1

Typ rostliny: indeterminantní, tyčková, raná, F1 hybrid

Vlastnosti plodu: kulatý, červený, menší, hmotnost 50 g, velmi dobrá chuť

Původ rostliny: země původu USA

Pěstební vlastnosti: dobrý zdravotní stav

Odolnost proti *P. infestans*: značně odolná, nositel genů Ph-2 a Ph-3 (ANONYM²)

4.5.8 Mountain Merit F1

Typ rostliny: determinantní, keříčkové středně rané, F1 hybrid

Vlastnosti plodu: kulatý, červený, hmotnost 220-280 g

Původ rostliny: země původu USA

Pěstební vlastnosti: dobrý zdravotní stav

Odolnost proti *P. infestans*: značně odolná, nositel genů Ph-2 a Ph-3(ANONYM³)

4.5.9 New Yorker

Typ rostliny: determinantní , keříčková, raná

Vlastnosti plodu: kulatý, červený, 80-160 g

Původ rostliny: komerční odrůda, země původu USA 1966 šlechtitel New York AgricSta. (Geneva)

Pěstební vlastnosti: raná odrůda s masitými plody

Odolnost proti *P. infestans*: odolná, nositel genu Ph-1 (MCGRATH, 2015)

4.5.10 Old Brooks

Typ rostliny: indeterminantní , tyčková pozdní

Vlastnosti plodu: oválný, červený, hmotnost 80-100 g

Původ rostliny: země původu USA, heirloom odrůda

Pěstební vlastnosti: dobrá chuť, kyselejší

Odolnost proti *P. infestans*: udávána jako odolná

4.5.11 Phantasia F1

Typ rostliny: indeterminantní, raná, F1 hybrid

Vlastnosti plodu: kulatý, červený, hmotnost 90-100 g, dobrá chuť

Původ rostliny: země původu Rakousko, firma Kiepenkerl

Pěstební vlastnosti: indeterminantní hybridní odrůda odolná proti *P. infestans* a určena pro venkovní pěstování

Odolnost proti *P. infestans*: šlechtitel udává vysokou odolnost

4.5.12 Phitovia F1

Typ rostliny: indeterminantní, F1 hybrid

Vlastnosti plodu: kulatý, červený, malý, cherry typ, hmotnost 15-22 g, dlouhé lody, dobrá chuť

Původ rostliny:, země původu Rakousko, firma Kiepenkerl

Pěstební vlastnosti: indeterminantní hybridní odrůda třešňového rajčete odolná proti *P. infestans* a určena pro venkovní pěstování

Odolnost proti *P. infestans*: šlechtitel udává vysokou odolnost

4.5.13 Plum Regal

Typ rostliny: determinantní, keříčkové středně rané, F1 hybrid

Vlastnosti plodu: oválný, červený, hmotnost 110 g

Původ rostliny: země původu USA

Pěstební vlastnosti: vysoký výnos, dobrý zdravotní stav

Odolnost proti *P. infestans*: odolná, nositel genu Ph-3 (GARDNER, PANTHEE, 2010)

4.5.14 Tomato Des Comodores

Typ rostliny: indeterminantní , středně raná

Vlastnosti plodu: kulatý, červený, malý, cherry typ, hmotnost 12-18 g

Původ rostliny: země původu Francie, souostroví Komory, heirloom odrůda

Pěstební vlastnosti: vysoký výnos, dobrý zdravotní stav a silný růst

Odolnost proti *P. infestans*: značně odolná

4.5.15 Tornádo F1

Typ rostliny: indeterminantní , polorané, F1 hybrid

Vlastnosti plodu: kulatý, červený, hmotnost 80-100 g

Původ rostliny: země původu ČSSR, množitel Semo

Pěstební vlastnosti: plastický hybrid s univerzálním použitím, poskytující stabilní výnosy

Odolnost proti *P. infestans*: Není odolné

4.5.16 Vitella F1

Typ rostliny: determinantní, středně raná, F1 hybrid

Vlastnosti plodu: kulatý, červený, velký, dobrá chuť

Původ rostliny: země původu Německo

Pěstební vlastnosti: determinantní hybridní odrůda odolná proti *P. infestans* a určená pro venkovní pěstování

Odolnost proti *P. infestans*: šlechtitel udává vysokou odolnost

4.6 Stupnice hodnocení

Hodnocení bylo provedeno podle 12 bodové stupnice, od 0 do 11. Jako 0 byly označovány rostliny, jenž nebyly vůbec napadeny plísní bramborovou. 1 označovala rostliny, na kterých byly objeveny minimální stopy napadení (jedna skvrna menší než 1 cm). Jako 2 byly označeny rostliny, na kterých bylo nalezeno více skvrn menších než 1cm. Pokud se na listech nacházela skvrna větší než 1 cm, byla rostlina označena jako 3 a pokud takových skvrn bylo nalezeno více, byla rostlina označována 4. Jako 5 byla rostlina označována, pokud na ní byl nalezen větší počet takových skvrn, které zasahovaly více než 2 % listové plochy. Jako 6 se rostlina označovala, pokud na ní byly četné shluky skvrn zasahující více než 10 % listové plochy. Pokud došlo k vážnému poškození nebo zničení 30 % listů byla rostlina označena jako 7. Pokud bylo vážně poškozeno nebo zničeno 50 % listů byla rostlina označena jako 8. Při 90 % zničených nebo vážně poškozených listů se rostlina označovala jako 9. 10 byly rostliny, u kterých došlo k zničení prakticky všech listů a byl napaden i stonek a 11 označovala rostliny úplně zničené. Pro snazší vyhodnocení bylo těchto 12 bodů, rozděleno do pěti kategorií. V první kategorii jsou pouze rostliny označované nulou, tedy vůbec nenapadené. Ve druhé kategorii jsou body 1-3 a jsou to rostliny minimálně napadené, tedy k napadení došlo, ale zatím na rostlinu prakticky nemá dopad. Třetí kategorií jsou rostliny napadené, tedy body 4 - 6, kdy už je napadení jasně zřetelné na rostlinách. Čtvrtá kategorie znamená těžké napadení a

řadí se sem body 7 a 8 a poslední kategorií jsou rostliny hodnocené jako 9 - 11, což znamená prakticky zničené rostliny.

Tab. 2. Stupnice, podle které byly rostliny hodnoceny sloupec vpravo ukazuje % napadení listové plochy

0	Bez napadení	0%
1	ojedinělá skvrna $\varnothing < 1$ cm	0%
2	více skvrn $\varnothing < 1$ cm	0,10%
3	ojedinělá skvrna $\varnothing > 1$ cm	0,10%
4	více skvrn $\varnothing > 1$ cm	0,50%
5	větší počet skvrn	>2%
6	četné shluky na listech	>10%
7	30% listů zničeno/vážně poškozeno	>30%
8	50% listů zničeno/vážně poškozeno	>50%
9	90% listů zničeno/vážně poškozeno	>90%
10	napadený stonek	100%
11	zcela zničená	100%

4.7 Průběh pokusu

Před výsadbou došlo k úhynu 1 rostliny odrůdy Phitovia a ta byla nahrazena kontrolní odrůdou Cherolla. V průběhu pokusu došlo k úhynu 1 ks odrůdy Mountain Magic. Růst rostlin byl uspokojivý. První příznaky napadení *Phytophorou* byly pozorovány 4. srpna. Napadené části rostlin nebyly odstraňovány. Vzhledem k suchému počasí byl rozvoj choroby relativně pomalý. Choroba se lépe šířila u hustých rostlin determinantních odrůd. Koncem srpna došlo u pokusných rostlin k napadení dalšími houbovými chorobami, především *Septoria lycopersici*. Protože příznaky napadení *P. infestans* u odolných odrůd nelze spolehlivě rozlišit od napadení *S. lycopersici*, mohlo napadení *S. lycopersici* ovlivnit výsledky pokusu především v druhé polovině září. Část rostlin odolných odrůd i přes napadení *S. lycopersici* vegetovala a plodila až do zámrazu.

4.8 Statistická spolehlivost

Statistická spolehlivost výsledků byla hodnocena pomocí Studentova t testu, kdy byly porovnávány výsledky jednotlivých rostlin v každé odrůdě s rostlinami z obou kontrolních odrůd. Jako statisticky významné byly označeny rostliny, u nichž $P < 0,01$.

5 Výsledky a diskuse

Cílem práce bylo zhodnotit rezistenci vybraných odrůd rajčat proti plísni bramborové, metodou polního pokusu. Celkem bylo do pokusu zahrnuto 16 odrůd rajčat, po 5 rostlinách, z nichž byly 2 odrůdy kontrolní. Pokus byl proveden na jedné parcele a rostliny byly náhodně rozmístěny ve dvou řadách. Napadení plísni bramborovou bylo hodnoceno podle stupnice od 0 do 11, kde 0 bylo nejmenší napadení a 11 největší. Pozorování bylo prováděno po týdnu a celkem jich proběhlo 10. Celkové výsledky jsou uvedeny v Tab. 5 a Tab. 6 v příloze. Tab. 3 ukazuje výsledky jednotlivých odrůd, kdy byly výsledky všech pěti rostlin v odrůdě zprůměrovány při každém měření. Tyto výsledky nejsou díky nelineární povaze stupnice dostatečně vypovídající. Lepší vypovídající hodnotu má procento zničené listové plochy, které ukazuje Tab. 4. Statistická spolehlivost výsledků, byla hodnocena pomocí Studentova t testu, kdy byly jednotlivé odrůdy porovnávány se všemi kontrolními rostlinami. Jako statisticky významné byly označeny výsledky, u kterých je $P < 0,01$ (MCGRATH, MENASHA, 2012).

Tab. 3. Průměrné výsledky jednotlivých odrůd

	4.8.	11.8.	17.8.	21.8.	28.8.	5.9.	11.9.	19.9.	27.9.	5.10.
New Yorker	1	6,2	7,8	9,6	10,4	11	11	11	11	11
Vitella	1,8	3,2	4,6	4,8	6,2	7,2	9,8	10,6	11	11
Diana	0	1,4	2,4	4	6,8	8,4	10,4	11	11	11
Legend	1,8	3,4	4	5,6	6,2	7	8,4	9,6	10,2	10,2
Tornádo	3,8	5,2	5,6	7,4	7,8	8,4	9	9,6	9,8	10
Phitovia	0,25	2,25	3	4,5	5	6	8,25	9,5	10	10
Cherolla	2,4	4,4	5,2	6,4	7,2	8,2	9,2	9,6	9,8	9,8
Old Brooks	1,6	4	6,8	8	8,4	9	9,4	9,6	9,8	9,8
Mountain Merit	0	0,2	0,2	1,8	2,2	5	7	8,2	9,4	9,4
Plum Regal	0,4	1,4	1,8	2,6	4	4,4	5,2	7	8	8
Phantasia	0	0,8	1,6	3,4	4	5	6,4	7	7,2	7,2
Tomato Des Comodores	0	1	1	1,2	1,4	3,4	4,4	5,6	5,6	6
Cherry Bomb	0	0	0,2	0,4	2	2,8	4,2	5,4	6	6
De Barao	0	0,4	0,4	0,4	0,8	2,4	4	5	5,6	5,8
Matts Wild Cherry	0	0,4	0,4	0,4	0,8	1,6	3	4,6	5,2	5,2
Mountain Magic	0	0	0	0	0	1,25	2,25	3,25	4,75	4,75

Tab. 4. Průměrné výsledky rostlin jednotlivých odrůd - procento zničené listové plochy ke dni

	28.8.2016		5.9.2016		11.9.2016	
New Yorker	90%	B	100%	B	100%	
Vitella	32,10%		36,40%		98%	
Diana	32,40%		66%		98%	
Legend	38,52%		39,20%		54%	
Tornádo	50%		66%		84%	
Phitovia	6,60%	A	14,10%	A	46%	
Cherolla	28,33%		51,67%		71,67%	
Old Brooks	70%		90%		94%	
Mountain Merit	0,44%	A	6,42%	A	50,02%	
Plum Rregal	2,54%	A	4,22%	A	10,42%	A
Phantasia	0,72%	A	7%	A	30,50%	
Tomato Des Comodores	0,04%	A	0,26%	A	2,40%	A
Cherry Bomb	0,14%	A	0,54%	A	6,32%	A
De Barao	0,02%	A	0,16%	A	2,24%	A
Matts Wild Cherry	0,02%	A	0,08%	A	0,18%	A
Mountain Magic	0%	A	0,05%	A	0,10%	A

A odolnost odrůdy je vyšší než kontrola $P < 0,01$; B odolnost odrůdy je nižší než kontrola $P < 0,01$

Výsledky byly hodnoceny v období od 28. srpna do 11. září. Před 28. srpnem byla choroba teprve v počátcích a od 11. září jsou výsledky ovlivněny výskytem *Septoria lycopersici*. Odrůdy byly rozděleny do třech skupin, v první skupině jsou rostliny silně odolné, ve druhé rostliny náchylné a ve třetí rostliny, které vykazovaly částečnou odolnost. Do skupiny náchylných odrůd se zařadily odrůdy New Yorker, která je nositelem genu Ph-1, Vitella, Diana, Tornádo, Old Brooks a Cherolla. Do skupině částečně odolných odrůd se zařadily odrůdy Legend, která je nositelem genu rezistence Ph-2, Phitovia, Phantasia a Mountain Merit, která je nositelem genů rezistence Ph-2 a Ph-3. Odolnost odrůdy Legend a Phitovia nebyla prokázána na statisticky významné úrovni, především vzhledem k malému souboru sledovaných rostlin a velké nevyrovnanosti výsledků odrůdy Legend.

Odolnost prokázaly odrůdy Plum Regal, která je nositelem genu Ph-3, Tomato Des Comodores, Cherry Bomb, De Barao, Matts Wild Cherry a Mountain Magic, která je nositelem genů Ph-2 a Ph-3. Tato odrůda prokázala nejvyšší odolnost. Odolnost všech těchto odrůd v porovnání s kontrolou je na statisticky významné úrovni.

Spolehlivost výsledků je ovlivněna, malým počtem opakování a provedením pokusu pouze na jednom místě. Výsledky byly ovlivněny počasím v průběhu vegetace a rasou/rasami patogenu, které se v daném roce vyskytovaly. Pokus byl ovlivněn výskytem *Septoria lycopersici*, která se rozšířila počátkem září.

Výsledky pokusu odpovídaly ve většině případů předpokladům z literatury. Odrůda New Yorker nesoucí gen Ph-1 se podle předpokladů ukázala jako náchylná vůči plísni bramborové. Odrůda Legend nositel genu Ph-2, u kterého se udává částečná odolnost, se projevila jako částečně odolná, nicméně mezi jednotlivými rostlinami byly značné rozdíly. Nositel genu Ph-3 je odrůda Plum Regal, která podle očekávání prokázala značnou míru rezistence. Podle předpokladů by nejlepší výsledky, měly vykazovat odrůdy s kombinací genů Ph-2 a Ph-3. Tento předpoklad se zcela naplnil u odrůdy Mountain Magic, která byla vyhodnocena jako nejodolnější. Odrůda Mountain Merit se stejnou kombinací genů rezistence, též prokázala silnou odolnost, avšak ve srovnání s odrůdou Mountain Magic podstatně nižší. Tyto výsledky odpovídají výsledkům obdobně zaměřeného pokusu, prováděného Cornell University v roce 2012 na území Long Island USA. Silnou odolnost prokázala odrůda Matts Wild Cherry, u které se spekuluje o přítomnosti genu Ph-3, tento výsledek odpovídá předpokladům z literatury (MCGRATH, MENASHA, 2012). Překvapivě se jako velmi odolné projevíly odrůdy Tomato Des Comodores, a De Barao, kde není genetická podstata rezistence dosud známá.

6 Závěr

Pěstování odrůd, které prokázaly vysoký stupeň odolnosti, umožňují podstatné omezení chemické ochrany venkovní kultury rajčat. Díky tomu může dojít k úspoře pěstebních nákladů na chemickou ochranu. Tyto odrůdy mohou být použity pro výrobu bio zeleniny. V zahrádkářské praxi umožňují pěstitelům dosahovat spolehlivé sklizně po celé vegetační období, s minimem chemických zásahů a umožňují opustit praxi preventivních chemických zásahů. Jako nejlepší byla hodnocena odrůda Mountain Magic, která prokázala nejvyšší odolnost vůči patogenu a zároveň poskytla dobrou sklizeň a má velmi dobré chuťové vlastnosti. Dále lze kladně hodnotit odrůdy Cherry Bomb a Phantasia, zvláště u odrůdy Cherry Bomb se projevila vysoká odolnost vůči patogenu a obě odrůdy měly kvalitní plody. Odrůda De Barao prokázala vysokou odolnost a poskytla vysoký výnos, nevýhodou je pak horší chuť plodů. Odrůda Matts Wild Cherry prokázala velmi vysokou odolnost, ale obtížně se pěstuje pro velmi silný růst a její výnos je velmi nízký. Odrůda Tomato Des Comodores prokázala vysokou rezistenci, ale kvalita plodů byla velmi nízká a výnos byl také podprůměrný.

7 Seznam použité literatury

ACKERMANN, P. *Metodiky ochrany rostlin pro zahrádkáře a zahradníky*. 2. přeprac. a upr. vyd. Praha: Květ, 1995. ISBN 80-853-6218-X.

ANONYM¹ *Plíseň bramboru na rajčatech*. *Agromanual* [online]. [cit. 2017-04-17]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/atlas/choroby/choroba/plisen-bramboru-na-rajcatech>

ANONYM² [cit. 2017-04-17]. dostupné na: <https://www.ces.ncsu.edu/fletcher/programs/tomato/releases/release-notices/release-Mountain-Magic.pdf>

ANONYM³ [cit. 2017-04-17]. dostupné na: <https://www.ces.ncsu.edu/fletcher/programs/tomato/releases/release-notices/release-Mountain-Merit.pdf>

ANONYM⁴ SAMPLING SITES AND GENOTYPE MAPS. *Euroblight* [online]. 2016 [cit. 2017-04-17]. Dostupné na: <http://euroblight.net/pathogen-characteristics-and-host-resistance/sampling-sites-and-genotype-maps/>

COOKE D.E.L., CANOL.M., RAFFAELE S., BAIN R.A., COOKE L.R., ETHERINGTON G.J. (2012). *Genome Analyses of an Aggressive and Invasive Lineage of the Irish Potato Famine Pathogen*. *PLOS Pathogens* 8(10): e1002940.

COOKE R.L. (2015). *The potato blight population in Northern Ireland PPO – SPECIAL REPORT NO. 17:31-44*

FRY B., DANIES G., SMALL I., MYERS K. (2015) *Recent developments concerning the population biology and control strategies of Phytophthora infestans in the USA PPO – SPECIAL REPORT NO. 17:45-50*

GARDNER R.G., PANTHEE D.R. (2010). *'Plum Regal' fresh-market plum tomato hybrid and its parents, NC 25P and NC 30P*. *Horticultural Science*. 45:824–825.

JOHNSON E.B., HAGGARD J.E., ST.CLAIR D.A. (2012) *Fractionation, Stability, and Isolate-Specificity of QTL for Resistance to Phytophthora infestans in Cultivated Tomato (Solanum lycopersicum)*. *Genes|Genomes|Genetics*. 2(10):1145-1159.

- JUROCH J. (2016) *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary původce chorob plísně bramboru a rajčete Dostupné z : <http://eagri.cz/public/web/file/125259/plisen.pdf>
- LAMOUR K. *Phytophthora: a global perspective*. Wallingford, Oxfordshire, UK: CABI, 2013. CABI plant protection series ISBN 978-1-78064-093-8
- LEBEDA A., MAZÁKOVÁ J., TÁBORSKÝ V., ed. *Protozoa a chromista: taxonomie biologie a hospodářský význam*. Praha: Česká fytopatologická společnost, 2006. ISBN 80-903-5451-3.
- MAZÁKOVÁ J., TÁBORSKÝ V., ZOUHAR M., RYŠÁNEK P., HAUSVATER E., DOLEŽAL P. (2006). *Occurrence and distribution of mating types A1 and A2 of Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary in the Czech Republic. *Plant Protection Science*, 42: 41-48
- MAZÁKOVÁ J., ZOUHAR M., RYŠÁNEK P., TÁBORSKÝ V., HAUSVATER E., DOLEŽAL P. (2010). *Mating type distribution of Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary in the Czech Republic in 2007 and 2008. *Plant Protection Science*. 46: 89–97.
- MCGRATH T. M. *Late Blight Management in Tomato with Resistant Varieties* (2015). Dostupné z: <http://articles.extension.org/pages/72678/late-blight-management-in-tomato-with-resistant-varieties>
- MCGRATH T.M., MENASHA S. (2012). *Blight Effectively Managed with Resistant Tomatoes on Long Island in 2012* Dostupné z: <http://articles.extension.org/pages/72678/late-blight-management-in-tomato-with-resistant-varieties>
- MEIER-RUNGE F., BOSCH T. V. D., FÖRCH M., EVENHUIS B., KESSEL G. (2014). *First results of an EU-wide genotype monitoring of Phytophthora infestans using FTA cards* PPO – SPECIAL REPORT NO 16, 75-82
- MOREAU P., THOQUER P., OLIVIER J., LATERROT H., GRIMSLEY N. (1998). *Genetic Mapping of Ph-2, a Single Locus Controlling Partial Resistance to Phytophthora infestans in Tomato* *Molecular Plant-Microbe Interactions* journal. 11, 4, 259–269. Publication M-1998-0128-01R.

NELSON C. S. (2008). *Late Blight of Tomato (Phytophthora infestans)* Plant Disease. PD-45

NOWICKI M., FOOLADM.R., NOWAKOWSKA M., KOZIK E.U. (2012). *Potato and tomato late blight caused by Phytophthora infestans: an overview of pathology and resistance breeding*. Plant Disease journal. ;96:4–17

SAVILLEA.C., MARTIN M.D., RISTAINO J.B. (2016). *Historic Late Blight Outbreaks Caused by a Widespread Dominant Lineage of Phytophthora infestans (Mont.) de Bary*. PLOS One. 11(12): e0168381.

SCHUMANN G.L., D'ARCY C.J. (2000). *Late blight of potato and tomato*. The Plant Health Instructor.

ZHANG C.Z., LIU L., WANG X.X., VOSSEN J., LI G.C., LI T., ZHENG Z., GAO J.C., GUO Y.M., VISSER R.G.F., LI J.M., BAI Y.L., DU Y.C. (2014). *The Ph-3 Gene from Solanum pimpinellifolium Encodes CC-NBS-LRR Protein Conferring Resistance to Phytophthora infestans*. Theoretical and Applied Genetics. 127, 1353-1364.

8 Přílohy

8.1 Seznam obrázků

Obr. 1: Počátky šíření <i>P. infestans</i>	8
Obr. 2: Sporangia na Sporangioforech	11
Obr. 3: Plíseň bramborová na listu rajčete	14
Obr. 4: Plíseň bramborová na plodech rajčete a na stonku rajčete	14

8.2 Seznam tabulek

Tab. 1. Chemické přípravky proti plísni bramborové (ANONYM¹)	15
Tab. 2. Stupnice, podle které byly rostliny hodnoceny sloupec vpravo ukazuje % napadení listové plochy	28
Tab. 3. Průměrné výsledky jednotlivých odrůd	30
Tab. 4. Průměrné výsledky rostlin jednotlivých odrůd - procento zničené listové plochy ke dni	30
Tab. 5. Celkové výsledky 1	38
Tab. 6. Celkové výsledky 2	39
Tab. 7. Rozestavení rostlin v pokusu	40

Tab. 5. Celkové výsledky1

		4.8	11.8	17.8	21.8	28.8	5.9	11.9	19.9	27.9	5.10
2L	De Barao	0	0	0	0	0	1	3	4	5	5
3L	Matts Wild Cherry	0	0	0	0	0	2	3	5	5	5
4L	Vitella	0	0	3	3	4	5	10	11	11	11
5L	Old Brooks	0	3	5	6	7	9	9	9	10	10
6L	Mountain Magic	0	0	0	0	0	1	2	2	7	7
7L	Tomato Des Comodores	0	0	0	0	0	3	4	8	8	8
8L	Cherolla	3	4	6	8	8	10	10	10	10	10
9L	Plum Regal	0	1	3	5	5	6	6	8	10	10
10L	Mountain Merit	0	0	0	0	0	6	6	7	11	11
11L	New Yorker	0	4	6	8	8	11	11	11	11	11
12L	Cherry Bomb	0	0	0	0	3	5	7	10	10	10
13L	Cherolla	4	6	7	7	8	9	9	9	9	9
14L	Old brooks	4	5	8	8	8	9	9	9	9	9
15L	Phitovia	0	2	3	3	4	4	8	10	10	10
16L	Tomato Des Comodores	0	1	1	2	3	4	4	4	4	5
17L	De Barao	0	0	0	0	0	2	3	3	3	4
18L	Tornado	4	5	5	7	8	8	8	8	8	8
19L	New Yorker	3	5	6	10	11	11	11	11	11	11
20L	Diana	0	2	2	4	7	7	10	11	11	11
21L	Mountain Magic	0	0	0	0	0	2	3	5	5	5
22L	Tornado	4	5	5	7	8	9	10	11	11	11
23L	De Barao	0	1	1	1	3	4	6	8	8	8
24L	Tomato Des Comodores	0	0	0	0	0	4	6	6	6	6
25L	Phitovia	1	2	3	5	5	6	7	9	10	10
26L	Vitella	4	6	6	6	8	8	9	10	11	11
27L	Legend	0	1	2	4	4	5	8	9	10	10
28L	Matts Wild Cherry	0	0	0	0	1	2	4	7	7	7
29L	Tomato Des Comodores	0	1	1	1	1	3	4	6	6	7
30L	Diana	0	2	2	4	9	10	11	11	11	11
31L	Legend	5	9	9	9	9	9	11	11	11	11
32L	Plum Regal	2	2	2	2	6	6	7	8	10	10
33L	De Barao	0	1	1	1	1	3	4	5	5	5
34L	Cherry Bomb	0	0	0	0	1	2	4	4	5	5
35L	Vitella	1	4	6	6	8	8	10	10	11	11
36L	Diana	0	1	1	2	5	6	9	11	11	11
37L	New Yorker	0	2	6	9	11	11	11	11	11	11
38L	Mountain Magic	0	0	0	0	0	2	2	3	4	4
39L	Vitella	0	2	4	4	6	7	10	11	11	11
40L	Cherolla	4	5	6	6	7	8	9	9	10	10

Tab. 6. Celkové výsledky 2

		4.8	11.8	17.8	21.8	28.8	5.9	11.9	19.9	27.9	5.10
1P	Tornádo	3	5	6	7	7	8	9	10	10	10
2P	Old Brooks	0	5	8	8	9	9	10	10	10	10
3P	Diana	0	2	4	4	7	9	11	11	11	11
4P	Mountain Merit	0	1	1	4	5	6	10	10	10	10
5P	Cherolla	0	4	3	6	6	7	8	8	8	8
6P	De Barao	0	0	0	0	0	2	4	5	7	7
7P	Plum Regal	0	0	0	0	3	4	6	10	10	10
8P	Phantasia	0	2	2	2	3	5	5	6	7	7
9P	Phitovia	0	5	6	6	7	7	8	8	9	9
10P	Tornádo	4	5	5	7	7	8	9	10	10	11
11P	Cherry Bomb	0	0	0	0	0	1	2	4	5	5
12P	Cherolla	0	3	5	6	8	8	10	11	11	11
13P	Vitella	4	4	4	5	5	8	10	11	11	11
14P	Phantasia	0	0	2	4	4	4	8	8	8	8
15P	Mountain merit	0	0	0	2	3	6	8	9	10	10
16P	Old brooks	0	2	5	9	9	9	10	10	10	10
17P	Matts Wild Cherry	0	2	2	2	2	2	3	4	5	5
18P	Phantasia	0	1	1	5	5	7	9	9	9	9
19P	Cherry bomb	0	0	0	0	2	2	4	5	5	5
20P	Tomato Des Comodores	0	3	3	3	3	3	4	4	4	4
21P	New Yorker	3	10	10	10	11	11	11	11	11	11
22P	Legend	0	0	0	5	5	5	6	9	10	10
23P	Mountain Magic	0	0	0	0	0	0	2	3	3	3
24P	Legend	4	7	9	9	10	11	11	11	11	11
25P	Phantasia	0	1	3	4	4	4	4	5	5	5
26P	Diana	0	0	3	6	6	10	11	11	11	11
27P	Cherolla	4	4	5	7	7	9	10	11	11	11
28P	Mountain Merit	0	0	0	3	3	5	9	11	11	11
29P	Plum Regal	0	4	4	4	4	4	5	5	6	6
30P	New Yorker	0	10	11	11	11	11	11	11	11	11
31P	Matts Wild Cherry	0	0	0	0	0	0	2	3	5	5
32P	Cherry Bomb	0	0	1	2	4	4	4	4	5	5
33P	Tornádo	4	6	7	9	9	9	9	9	10	10
34P	Old Brooks	4	5	8	9	9	9	9	10	10	10
35P	Legend	0	0	0	1	3	5	6	8	9	9
36P	Matts Wild Cherry	0	0	0	0	1	2	3	4	4	4
37P	Phantasia	0	0	0	2	4	5	6	7	7	7
38P	Plum Regal	0	0	0	2	2	2	2	4	4	4
39P	Mountain Merit	0	0	0	0	0	2	2	4	5	5
40P	Phitovia	0	0	0	4	4	7	10	11	11	11

Tab. 7. Rozmístění rostlin v pokusu

Mountain Magic	Tornádo
De Barao	Old Brooks
Matts Wild Cherry	Diana
Vitella	Mountain Merit
Old Brooks	Cherolla
Mountain Magic	De Barao
Tomato Des Comodores	Plum Regal
Cherolla	Phantasia
Plum Regal	Phitovia
Mountain Merit	Tornádo
New Yorker	Cherry Bomb
Cherry Bomb	Cherolla
Cherolla	Vitella
Old brooks	Phantasia
Phitovia	Mountain merit
Tomato Des Comodores	Old brooks
De Barao	Matts Wild Cherry
Tornado	Phantasia
New Yorker	Cherry bomb
Diana	Tomato Des Comodores
Mountain Magic	New Yorker
Tornado	Legend
De Barao	Mountain Magic
Tomato Des Comodores	Legend
Phitovia	Phantasia
Vitella	Diana
Legend	Cherolla
Matts Wild Cherry	Mountain Merit
Tomato Des Comodores	Plum Regal
Diana	New Yorker
Legend	Matts Wild Cherry
Plum Regal	Cherry Bomb
De Barao	Tornádo
Cherry Bomb	Old Brooks
Vitella	Legend
Diana	Matts Wild Cherry
New Yorker	Phantasia
Mountain Magic	Plum Regal
Vitella	Mountain Merit
Cherolla	Phitovia