

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra ochrany rostlin



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Zhodnocení vlivu ochranných opatření na výskyt původce
Venturia inaequalis ve vybraném produkčním sadu**

Diplomová práce

**Bc. Anežka Ludvíková
Rostlinolékařství**

Ing. Jana Mazáková, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Zhodnocení vlivu ochranných opatření na výskyt původce *Venturia inaequalis* ve vybraném produkčním sadu" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14. 4. 2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala mé vedoucí Ing. Janě Mazákové Ph.D. za vstřícnost, ochotu a důležité rady a připomínky k tématu této práce. Dále bych ráda poděkovala mému otci Ing. Martinu Ludvíkovi za možnost provedení experimentální části v ovocném sadu, dále za poskytnutí podkladů pro tuto práci, za cenné rady a připomínky a podporu při psaní této diplomové práce.

Zhodnocení vlivu ochranných opatření na výskyt původce *Venturia inaequalis* ve vybraném produkčním sadu

Souhrn

Tato diplomová práce se zabývá vyhodnocením vlivu ochranných opatření na výskyt patogena *Venturia inaequalis* jako původce strupovitosti jabloně ve vybraném produkčním ovocném sadu. Tento sad se nachází v Královéhradeckém kraji na Hořicku. Monitoring výskytu patogena, respektive výskytu příznaků choroby na listech a plodech byl proveden v roce 2022 na šesti jabloňových odrůdách. Od každé odrůdy bylo náhodně vybráno šest stromů. Na každém z nich bylo sledováno a hodnoceno 40 listů a 40 plodů. Z výsledků je patrné, že výskyt choroby v tomto sadu byl minimální, jelikož na žádném z hodnocených stromů nebyly nalezeny příznaky a u plodů byly zaznamenány příznaky pouze u odrůd Early Gold, Braeburn a Ametyst. Poslední zmíněná odrůda je rezistentní vůči původci strupovitosti jabloně, ale v roce 2022 byla na některých stromech, kvůli různým vlivům, rezistence prolomena. Z pohledu ovocnářské praxe byla ochranná opatření účinná, jelikož výskyt patogena *V. inaequalis* byl minimální.

Klíčová slova: *Venturia inaequalis*, jabloň, faktory prostředí, ochrana, rezistence

Efficacy evaluation of control measures on occurrence of apple scab pathogen *Venturia inaequalis* in the selected managed orchard

Summary

This thesis deals with the evaluation of the effect of control measures on the incidence of the pathogen *Venturia inaequalis*, causal agent of apple scab, in a selected managed orchard. This orchard is located in the Hradec Králové Region near Hořice. Monitoring of the occurrence of the pathogen, respectively the occurrence of disease symptoms on leaves and fruits was carried out in 2022 on six apple cultivars. Six trees were randomly selected from each cultivar. On each of them, 40 leaves and 40 fruits were observed and evaluated. The results show that the incidence of the disease in this orchard was minimal, as none of the trees evaluated showed symptoms and only the Early Gold, Braeburn, and Ametyst cultivars showed symptoms on fruit. The last mentioned cultivar is resistant to apple scab, but in 2022, due to various influences, resistance was broken on some trees. From the point of view of fruit growing practice, the control measures were effective as the incidence of the pathogen *V. inaequalis* was minimal.

Keywords: *Venturia inaequalis*, apple tree, environmental factors, management, resistance

Obsah

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | Úvod | 1 |
| 2 | Vědecká hypotéza a cíle práce | 2 |
| 3 | Strupovitost jabloně..... | 3 |
| 3.1 | Patogen <i>Venturia inaequalis</i> | 3 |
| 3.1.1 | Taxonomie patogena | 3 |
| 3.1.2 | Popis patogena | 4 |
| 3.1.2.1 | Nepohlavní stadium | 4 |
| 3.1.2.2 | Pohlavní stadium | 4 |
| 3.1.3 | Vývojový cyklus patogena..... | 5 |
| 3.2 | Symptomy choroby | 6 |
| 3.3 | Jabloň (<i>Malus spp.</i>) – hlavní hostitelský druh..... | 8 |
| 3.3.1 | Rezistentní odrůdy | 9 |
| 3.4 | Integrovaná ochrana rostlin..... | 9 |
| 3.4.1 | Zásady integrované ochrany rostlin | 9 |
| 3.4.2 | Monitoring a prognóza onemocnění | 10 |
| 3.5 | Ochrana proti původci strupovitosti jabloně | 13 |
| 3.5.1 | Nepřímé metody | 13 |
| 3.5.2 | Přímé metody | 14 |
| 3.5.2.1 | Fungicidní ochrana..... | 14 |
| 3.5.2.2 | Systemy ošetřování fungicidy | 15 |
| 3.5.3 | Biologická a nechemická ochrana | 16 |
| 3.6 | Rezistence patogena k fungicidům | 17 |
| 3.6.1 | Antirezistentní strategie | 18 |
| 3.6.2 | Kvalitativní rezistence | 18 |
| 3.6.3 | Kvantitativní rezistence | 19 |
| 3.6.4 | Křížová rezistence..... | 19 |
| 3.6.5 | Vícenásobná rezistence | 19 |
| 4 | Metodika | 20 |
| 4.1 | Popis produkčního sadu | 20 |
| 4.2 | Popis založení pokusu | 21 |
| 4.3 | Popis odrůd | 22 |
| 4.4 | Použité fungicidy | 24 |
| 4.5 | Metodika hodnocení napadení listů..... | 29 |
| 4.6 | Metodika hodnocení napadení plodů | 29 |
| 5 | Výsledky..... | 30 |
| 5.1 | Výsledky monitoringu patogena na listech | 30 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 5.2 | Výsledky monitoringu patogena na plodech | 32 |
| 5.3 | Data z meteostanice..... | 37 |
| 6 | Diskuze | 40 |
| 7 | Závěr..... | 43 |
| 8 | Literatura | 44 |

1 Úvod

Výběr tématu úzce souvisel s mou rodinou, která vlastní ovocný sad v Královéhradeckém kraji. V ovocném sadu jsou převážně pěstovány jabloně, a tak výskyt patogena *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter 1875 není výjimkou. Rozhodla jsem se tedy zhodnotit vliv prováděných ochranných opatření v tomto produkčním ovocném sadu na výskyt tohoto patogena.

Patogen *V. inaequalis* způsobuje nejvýznamnější chorobu na jabloních, a to strupovitost. Z hospodářského hlediska je velmi důležité nepodcenit ochranná opatření a ochránit porost i následnou úrodu před touto závažnou chorobou. Nejvyužívanější metodou ochrany je intenzivní chemická ochrana pomocí fungicidů. Bez fungicidních přípravků by nebylo možné vypěstovat úrodu, která bude mít dobrou kvalitu a výnos. Avšak načasování aplikace fungicidních přípravků může být někdy náročné, jelikož se většinou řídí dle předpovědi počasí. V tomto nám mohou pomoci různé meteorologické předpovědi a vlastní meteostanice, které již dnes umí výskyt původce strupovitosti jabloně signalizovat. Při používání fungicidů je nutno dodržovat antirezistentní strategie, jelikož u patogena *V. inaequalis* byly populace rezistentní k některým skupinám fungicidů v České republice zaznamenány přibližně před 17 lety. Dalším možným ochranným opatřením může být využívání rezistentních odrůd jabloní vůči patogenu *V. inaequalis*.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Ochranná opatření a jejich načasování, podmínky prostředí daného stanoviště a výskyt různých populací patogena *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter 1875 mají vliv na výskyt patogena a projev symptomů choroby na jabloních.

Cílem práce je ve vybraném produkčním sadu jabloní vyhodnotit účinek ochranných opatření vůči původci strupovitosti jabloně *V. inaequalis*. V případě výskytu příznaků choroby na listech jabloně získat izoláty patogena a testovat jejich citlivost k vybraným fungicidním látkám.

3 Strupovitost jabloně

Strupovitost jabloně je hospodářsky nejvýznamnější a nejzávažnější choroba jabloní v celosvětovém měřítku. Původcem této choroby je *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter 1875. Vyskytuje se v podstatě ve všech lokalitách, kde jsou jabloně pěstovány komerčně. V případě nedostatečné či neúspěšné ochrany způsobuje výrazné ztráty na kvalitě, ale i kvantitě produkce (Bowen 2011). Napadené plody jsou využitelné pouze pro průmyslové zpracování ovoce, tedy nejsou tržně realizovatelné jako konzumní ovoce. Taktéž dochází ke snížení velikosti plodu, zhoršení chuti a snižuje se doba skladování plodů. Celkově dochází ke snížení výnosu. Při silném napadení listů se snižuje asimilace a tyto listy mohou předčasně opadat. Vede to k celkovému oslabení stromů, zhoršení jejich kondice, snížení násady květních pupenů pro příští rok nebo ke snížení mrazuvzdornosti (Kloutvorová et al. 2018). Ztráty na výnosech mohou být až 70 %, v některých případech i více (Petreš 2022).

Původce strupovitosti jabloně je specializován na rod *Malus* spp. (MacHardy 1996). Novější údaje naznačují, že tento patogen pochází ze Střední Asie a následně byl rozšířen po celém světě spolu se svým hostitelem (Petreš 2022). Značné problémy představuje strupovitost jabloně v oblastech s chladným a vlhkým počasím brzy na jaře (MacHardy 1996).

Patogen *V. inaequalis* sestává ze tří odlišných populací. Největší populace v Evropě napadá domestikovaný druh jabloně *Malus domestica* a divoký druh *Malus sylvestris*. Značně početná populace tohoto patogenu ve Střední Asii napadá *M. domestica* a populace *Malus sieversii*. Poslední populace infikuje *M. sieversii* v místech, kde se *M. domestica* nevyskytuje (González-Domínguez 2017).

Kromě rodu *Malus* spp. napadá patogen *V. inaequalis* například i zástupce z rodů *Sorbus* – jeřáb, *Pyracantha* – hlohyně a *Viburnum* – kalina (Juroch 2010).

3.1 Patogen *Venturia inaequalis*

3.1.1 Taxonomie patogena

Tabulka 1: Taxonomie patogena *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter, 1875 (zdroj: EPPO 2023)

| Taxonomická jednotka | Název |
|----------------------|----------------------------|
| Doména | <i>Eukaryota</i> |
| Říše | <i>Fungi</i> |
| Podříše | <i>Dikarya</i> |
| Oddělení | <i>Ascomycota</i> |
| Pododdělení | <i>Pezizomycotina</i> |
| Třída | <i>Dothideomycetes</i> |
| Řád | <i>Venturiales</i> |
| Čeleď | <i>Venturiaceae</i> |
| Rod | <i>Venturia</i> |
| Druh | <i>Venturia inaequalis</i> |

3.1.2 Popis patogena

Patogen *V. inaequalis* ve svém vývojovém cyklu prochází dvěma fázemi. Parazitickým způsobem, kdy se živí na živých pletivech hostitele. Jedná se o konidiové, nepohlavní, anamorfní stadium. Saprofytické období v napadených odumřelých listech probíhá během vegetačního klidu jabloní. Jedná se o vřekaté, pohlavní, teleomorfní stadium (Belete a Boyraz 2017).

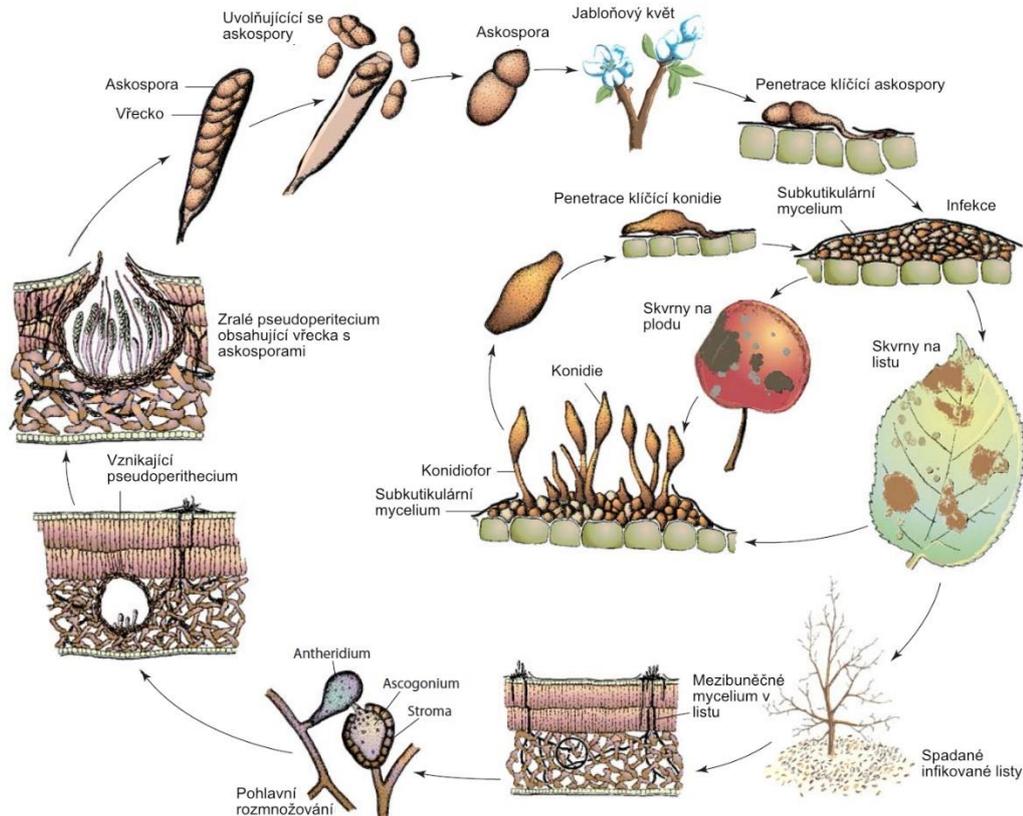
3.1.2.1 Nepohlavní stadium

Anamorfní stadium se vyskytuje na listech, plodech, částech květů a vzácně na pupenech (Singh 2019). Nese název *Spilocaea pomi* Fries. Rod *Spilocaea* byl poprvé popsán v roce 1825 švédským botanikem Friesem. Nepohlavní rozmnožování probíhá pomocí konidií. Vegetativní stélka je tvořená haploidním vláknitým, větveným, přehrádkovaným myceliem. Konidiofory rostou trhlinami v kutikule ze subkutikulárního mycelia, jež se rozrůstá po povrchu listu a je zbarveno do hněda až hnědočerna. Tvar konidioforu je cylindrický a má hnědou barvu (Kloutvorová et al. 2018; Belete a Boyraz 2017; MacHardy 1996). Tvorba konidií probíhá v období sporulace na vrcholu konidioforů (Juroch 2010). Na jejich vrcholu vyrůstá několik jednobuněčných nebo dvoubuněčných červenohnědých spor (Singh 2019). Konidie jsou kyjovitého nebo hruškovitého tvaru se špičatým koncem. Jsou světlé až olivové barvy a hladké. Nejširší část konidie má rozměry 12–30 μm \times 6–10 μm . Konidie klíčí ve vlhkém prostředí klíčícím vláknem, na němž se vytváří apresorium s penetračním hrotem, jež proniká skrz pokožku listu a rozrůstá se v mycelium (Steiner a Oerke 2007). To je subkutikulární, tedy se rozrůstá mezi kutikulou a epidermálními buňkami listu (Kloutvorová et al. 2018; Belete a Boyraz 2017; MacHardy 1996).

3.1.2.2 Pohlavní stadium

Teleomorfní stadium se nachází na opadaných odumřelých listech (Singh 2019). V roce 1875 jej popsal botanik Cooke. Toto stadium produkuje dvoubuněčné askospory, které vznikají v kulovitých plodnicích – pseudoperitheciích (Kloutvorová et al. 2018). Ty se na listu vyvinou až poté, co list opadne a odumře (Singh 2019). Plodnice vytváří pletivo z haploidních hyf a uvnitř se vytvářejí vřeka. Pseudoperithecia obsahují jednu či více dutin, ve který se nachází větší počet vřecek (50–100) válcovitého tvaru. Plodnice jsou tmavohnědé až černé o velikosti 90–150 μm . Občas bývají z části zanořené pod povrchem listu. Ve vřeckách dochází k meióze a mitóze, následně dochází k diferenciaci endogenně se tvořících askospor (Kloutvorová et al. 2018; Belete a Boyraz 2017; Juroch 2010). V jednom vřecku vzniká 8 askospor. Zralé askospory jsou dvoubuněčné (MacHardy 1996). Mají olivově hnědou barvu a rozměry 12–5 μm \times 6–8 μm . Jsou přepažené v horní třetině. Uvnitř vřeka jsou orientovány tak, že horní buňka je kratší a širší než ta spodní. Při ovlhčení dochází k uvolňování askospor z vřecek (Kloutvorová et al. 2018; Belete a Boyraz 2017; Juroch 2010).

3.1.3 Vývojový cyklus patogena



Obrázek 1: Vývojový cyklus patogena *V. inaequalis* (Cooke) G. Winter (zdroj: Agrios 2005)

Primární infekce je na jaře způsobována askosporami. Vřecka praskají za deště a askospory se tak uvolňují do okolí (Bowen 2011). Následně jsou unášeny větrem 200 metrů, někdy i více, od zdroje inokula. Základními podmínkami vzniku infekce je přítomnost infekčního zdroje (infikované listy s pseudoperitheciemi), zralého inokula (askospory), dále rostlina, jež má vyvinutá citlivá mladá pletiva náchylná k napadení, a nakonec je nutná dostatečně dlouhá doba ovlhčení při určité teplotě (od 1 °C do 26 °C). Při vhodných podmínkách askospory začnou klíčit. Klíčící vlákna jsou zakončena většinou apresorií s penetračními hroty, kterými houba proniká do kutikuly listu. Houba produkuje extracelulární hydrolytické enzymy rozkládající složky kutikuly, čímž dojde k navázání patogenního vztahu mezi rostlinou a houbou. Infekční hyfy askospory pronikne kutikulou a mezi kutikulou a pokožkovými buňkami listu vytváří primární hyfy rozrůstající se v subkutikulární mycelium. Přibližně během 7–15 dní od vzniku infekce se na myceliu vytvoří konidiofory s konidii. To záleží na podmínkách prostředí, tedy konkrétně na teplotě a relativní vlhkosti vzduchu. Konidiofory s konidii nakonec protrhnou kutikulu a rostou na povrchu listu (Ouředníčková et al. 2021; Kloutvorová et al. 2018; MacHardy 1996).

Sekundární infekci způsobují nepohlavně vzniklé spory, jež se nazývají konidie. Pro průběh infekce dalších částí téže rostliny či dalších rostlin je nutné splnit podobné podmínky prostředí jako pro primární infekci, kterou způsobují askospory. Pro monitoring vzniku sekundárních infekcí je nutno sledovat délku ovlhčení rostlinných pletiv bez ohledu na denní

dobu. Při letních teplotách potřebují konidie o několik hodin delší dobu ovlhčení než askospor (Ouředníčková et al. 2021; MacHardy 1996). Konidie jsou rozptýleny do okolí za deště a větru. Při smáčení během dešťů se snadno oddělují a mohou být smyty či větrem odváty na jiné listy či plody (Singh 2019). Po opadu infikovaných listů se na listu vytvoří pseudoperithecia, díky kterým patogen přezimuje (Agrios 2005).

K infekci listů jsou nejvíce náchylné mladé a rozvíjející se listy. Starší listy jsou již méně náchylné a pátý list bývá plně rezistentní k infekci. Tento jev je nazýván ontogenetická rezistence (Kloutvorová et al. 2018). Spodní povrch listu bývá náchylnější než vrchní část. Bylo zjištěno, že ontogenetická rezistence v pátém až desátém listu patogena *V. inaequalis* inhibuje, ale nezabíjí. Poté tato rezistence stářím listů slábne a patogen se tak může vyvíjet a způsobovat léze na nejstarších listech (MacHardy 1996).

K infekci plodů dochází v různých fázích jejich vývoje až do sklizně. Faktory, které tuto infekci ovlivňují, jsou stáří plodu, teplota, vlhkost a náchylnost odrůdy. K napadení plodů může dojít v rané fázi vývoje poupěte, tedy po puknutí, kdy je nejvíce náchylný kalich. Nicméně nejvíce náchylná fáze je v době před květem až přibližně do 3 týdnů po opadu okvětních plátků. Odolnost plodů k napadení se zvyšuje v průběhu jejich dozrání. Dalšími důležitými faktory, které mají určitý vliv při infekci plodů, jsou růst a velikost plodů a hustota koruny. Při infekci mladého plůdku se s růstem později rozvíjejí největší léze. Zároveň jsou pak tyto plody deformovány a mohou předčasně opadat (Kloutvorová et al. 2018; MacHardy 1996).

3.2 Symptomy choroby

Patogen *V. inaequalis* napadá listy, květy, plody a výjimečně letorosty. Symptomy této choroby se vyskytují na většině nadzemních orgánů rostliny. Nejvíce časté a patrné jsou příznaky na listech a plodech. Tyto orgány mohou být infikované askosporami, které se vyskytují během primárních infekcí, ale také konidiami v období sekundárních infekcí. Prvotní příznaky se objevují na spodní straně listů v podobě světlých, olivově zelených, nepravidelných skvrn. Následně tyto skvrny hnědnou a tmavnou až na sazovitě šedočernou s matným, sametovým povrchem a plasticky vystupují z povrchu listu (Singh 2019; Kloutvorová et al. 2018; Hluchý 1997). Nakonec poškozené pletivo nekrotizuje a může vypadávat (Kazda 2001). Léze jsou různě velké a ohraničené. Mohou být od sebe oddělené nebo splývají v jednu větší. Na mladých listech se léze tvoří na svrchní straně listu, ale u starších letorostů se objevují i na spodní straně listu. Infikované mladé listy mají zpomalený vývin, zůstávají zakrnělé a zkroucené, poté opadávají (Kloutvorová et al. 2018).

Strupovitost se na infikovaných plodech projevuje v podobě okrouhlých pravidelných skvrn, které se s růstem plodu rozšiřují. Jsou matné až sametově zelené, postupem času tmavnou, korkovaty, nekrotizují a v některých případech i praskají. Svým vzhledem připomínají strupy. Pokožka plodu na okrajích skvrn praská (Kloutvorová et al. 2018). Čím starší je slupka plodu, tím je více odolná proti původci této choroby (Ouředníčková et al. 2021). Plody, které byly infikovány na začátku sezóny v rané fázi jejich vývoje jsou deformované, popraskané a mohou předčasně opadávat (Singh 2019). Takzvaná pozdní strupovitost je infekce patogenem krátce před sklizní. Onemocnění se projeví vznikem drobných černých skvrn (Ouředníčková et al. 2021). Léze se vyvíjejí pomaleji, pokud jsou plody napadeny později v sezoně. Nemusí být viditelné až do doby skladování (Singh 2019). Skládková strupovitost jablek má stejný

příznaky, ale k napadení dochází až při uskladnění (Ouředníčková et al. 2021). Postižené plody mohou napadat i původci jiných chorob, např. *Monilinia fructigena* (Kloutvorová et al. 2018).

Symptomy způsobené patogenem *V. inaequalis* na listech a plodech jabloní jsou patrné na obrázku č. 2 a 3.



Obrázek č. 2: Příznaky původce strupovitosti jabloně na listu odrůdy Jonagored (zdroj: vlastní fotografie)



Obrázek č. 3: Příznaky původce strupovitosti jabloně na plodech odrůd Braeburn a Gala (zdroj: vlastní fotografie)

3.3 Jabloň (*Malus spp.*) – hlavní hostitelský druh

Jabloň (*Malus domestica* (Suckow) Borkh.) je nejpěstovanějším a nejvýznamnějším druhem ovoce mírného pásma (Hluchý 1997) a zároveň patří mezi nejstarší domestikovaný druh stromu na světě. Pochází z hor rozkládajících se na hranici mezi Persií a Asií. Šíření jabloní začalo přibližně kolem roku 3000 před naším letopočtem z důvodu migrace lidí do Řecka, Itálie a Egypta (Moinina 2019). Patří do čeledě *Rosaceae* a podčeledě *Amygdaloideae* (Anonym 1 2023). Rod *Malus* spp. má kolem 30 druhů a poddruhů (Jackson 2003). Existuje přibližně 10 000 odrůd jabloní. Globálně je pěstován pouhý zlomek, jelikož jsou místní a tradiční odrůdy nahrazeny oblíbenými komerčními (Zelmene 2022).

Převážná část území České republiky je klimaticky vyhovující pro pěstování jabloní. Hlavní oblasti jsou v podhůří, jelikož je tam dostatek vláhy a nižší výskyt chorob a škůdců. Při vhodném výběru podnoží a odrůd se jabloním daří i ve vyšších polohách kolem 600–700 m n. m. Vhodná průměrná srážková hranice pro pěstování jabloní se pohybuje kolem 550 mm za rok a průměrná roční teplota je optimální od 6 °C do 9 °C (Blažek 2001). Jabloně nesnášejí zamokřené, těžké a studené půdy. Zároveň jim nevyhovují ani půdy skeletovité, lehké a výsušné. Nejvhodnější jsou pro ně půdy s neutrálním či mírně kyselým pH. Vhodná pro výsadbu je spíše mírně svažité lokalita než rovinatá (Hluchý 1997).

První významné zmínky o ovocnářství na území České republiky pochází ze středověku. Mezi 13. a 15. stoletím se začalo objevovat značné množství odrůd jabloní a hrušní. První ovocné školky vznikaly v 17. století. Zároveň se začaly zakládat zámecké zahrady z tvarovaných jabloní a hrušní. V 18. století dostalo ovocnářství organizovanou podobu prostřednictvím různých ovocnických spolků. Od 19. století je již provozováno intenzivní ovocnářství. Zakládají se specializované zahradnické školy, vychází pomologická díla a stanovují se vhodné odrůdy pro pěstování ovoce v oblastech České republiky. Po vzniku Československa se rozjel organizovaný ovocnářský výzkum (Anonym 2 2023). V 60. a 80. letech minulého století se masivně rozvinulo intenzivní ovocnářství a vysazovaly se velké ovocné výsadby. Většina těchto výsadeb spadala pod zemědělská družstva nebo státní statky (Blažek 2001). Po sametové revoluci a pádu komunistického režimu se půdy navrátily původním majitelům. Vzniklo mnoho malých rodinných farem (Anonym 2 2023).

K 31. 5. 2022 dle Situační a výhledové zprávy ovoce, v České republice je celková výměra ovocných sadů necelých 15 500 ha (Němcová a Buchtová 2022). Největšími evropskými producenty jablek jsou Polsko a Itálie (Petreš 2022).

Integrovaná produkce ovoce je komplexní hospodaření založené na technologii pěstování a zpracování při optimalizaci ekonomických a ekologických aspektů produkce. Komplexně se orientuje na agroekosystém. Základ tohoto systému je správná a efektivní ochrana proti původcům chorob, škůdcům a plevelům. To zajišťuje stabilní výnosy a kvalitu produktů. Důraz je kladen na snížení rizik dopadu vlivu přípravků na ochranu rostlin na lidské zdraví a životní prostředí. Pesticidy jsou využity v případě, pokud nelze regulovat škodlivé organismy jiným způsobem na odpovídající úrovni. S ohledem na ochranu životního prostředí je vyžadován smysluplný soulad mezi chemickými, technickými a biologickými opatřeními. Cílem integrované produkce je zajistit produkci ovoce vysoké kvality za uplatnění ekologicky přijatelných metod a minimalizace vedlejších nežádoucích účinků agrochemikálií při jejich užívání (Vejvodová 2016).

3.3.1 Rezistentní odrůdy

Vzhledem k problematice strupovitosti jabloně jsou šlechtěny rezistentní odrůdy jabloní. To je efektivní nepřímou metodou ochrany. Díky tomu lze značně snížit počet postřiků fungicidy (Melounová 2005). K dispozici je monogenní a polygenní typ rezistence (Jackson 2003).

Prvním uvedeným typem je monogenní typ neboli kvalitativní rezistence (Jackson 2003). Významným donorem genu tohoto typu rezistence je *Malus floribunda* Sieb., který nám dává gen rezistence Vf. Dalším genem je například gen rezistence Vr z *Malus pumila* R12740-7A (ruský výběr) nebo gen rezistence Vm z *Malus micromalus* (Melounová 2005; Jackson 2003). Druhým typem je polygenní (kvantitativní) rezistence (Jackson 2003). V případě strupovitosti jabloně jsou majorgeny považovány za podmiňující kvalitativní rezistenci a minorgeny za podmiňující kvantitativní rezistenci. U kvantitativní rezistence jeden gen způsobí mírnou změnu v expresi symptomů, ale účinek může být nerozeznatelný od účinku rezistence řízené majorgeny (MacHardy 1996).

Rezistentní odrůdy jsou například Ametyst, Admirál, Florina, Rubinola, Selena, Sirius, Topaz a mnoho dalších.

3.4 Integrovaná ochrana rostlin

Na přelomu 19. a 20. století se specialisté na ochranu rostlin spoléhali na znalosti biologie škodlivých organismů a agrotechnické praxi. Na základě těchto znalostí chtěli vytvořit taktické ochranné strategie. Některé tyto strategie byly předchůdci moderních systémů integrované ochrany. Až do roku 1972 byly vedeny diskuze o tom, jak by se ochranné strategie měly nazývat. Nakonec byla slovní spojení "pest management" a "integrated control" spojena dohromady v "Integrated Pest Management (IPM)" a tento název se ujal po celém světě (Kogan 1998). V ČR je nazýván jako Integrovaná ochrana rostlin (IOR). Jednou z mnoha definic je, že jde o systém ochrany využívající veškeré ekonomicky, ekologicky a toxikologicky přijatelné metody pro udržení škodlivých organismů pod hladinou škodlivosti, s přednostním využitím přirozených omezujících faktorů. Mezi základní komponenty patří například uplatnění preventivních metod ochrany, využití metod prognóz a monitoringu původců chorob i škůdců nebo monitoring rezistence škodlivých organismů k pesticidům a uplatňování antirezistentních strategií (Kocourek et al. 2015).

3.4.1 Zásady integrované ochrany rostlin

O integrované ochraně rostlin pojednává vyhláška č. 205/2012 Sb., o obecných zásadách integrované ochrany rostlin. Integrovaná ochrana rostlin má celkem osm zásad. První zásadou integrované ochrany rostlin jsou preventivní opatření. Tato opatření spadají do nepřímých metod ochrany. Patří sem využití vhodných agrotechnických opatření, výběr plodin a odrůd vhodných pro pěstování dle podmínek daného prostředí, pěstování rezistentních či tolerantních odrůd a vyvážené hnojení, vápnění a zavlažování. Druhou zásadou je monitoring výskytu škodlivých organismů, využívání systémů prognóz, varování a včasné diagnózy. Třetí zásada zahrnuje rozhodování o provedení ochranných opatření dle prahů škodlivosti. Musí být zohledněny podmínky prostředí a klimatické a meteorologické podmínky. Čtvrtá zásada

upřednostňuje využití veškerých nechemických prostředků a metod před chemickými přípravky na ochranu rostlin. Jde o biologické prostředky ochrany, fyzikální metody ochrany a jiné nechemické metody a strategie. Pátá a šestá zásada spolu úzce souvisejí. Přípravky na ochranu rostlin by měly mít co nejmenší vedlejší účinky na lidské zdraví, životní prostředí a necílové organismy. Zároveň by užívání pesticidů mělo být pouze v nezbytných případech za dodržování správného dávkování, četností aplikací pesticidů nebo omezení rizika vzniku rezistentních populací škodlivých činitelů k pesticidům. Sedmá zásada se věnuje uplatňováním antirezistentních strategií. Poslední zásadou je ověřování úspěšnosti ochranných opatření, zdali byla opatření účinná nebo nebyla. To by mělo být provedeno na základě sledování evidence výskytu škodlivých činitelů a evidence používání přípravků na ochranu rostlin (Kocourek et al. 2015).

3.4.2 Monitoring a prognóza onemocnění

Monitoring a prognóza je druhou zásadou integrované ochrany rostlin. Pro sledování a předpověď výskytu původce strupovitosti jabloně existují různé modely a systémy.

První monitorovací systém vyvinul fytopatolog W. D. Mills na základě svých dlouholetých výzkumů. Millsův systém byl vyvinutý kvůli aplikaci sirných přípravků proti původci strupovitosti jabloně během deště. Síra musela být aplikována před projevením infekce. Systém byl také v případě potřeby využit k načasování nouzové postinfekční aplikace vápenné síry. Millsova tabulka udává informace o infekci ve vztahu k počtu hodin ovlhčení listů při různých teplotách. Vytvoření a aplikace tohoto systému bylo jednou z klíčových událostí v epidemiologii strupovitosti jabloně (Jones a Sundin 2006). Tato strategie byla v Evropě označována jako "stop spray" (Singh 2019). Později byly provedeny předpovědi tlaku infekce na základě doby ovlhčení listů při teplotách mezi 5,5 °C a 25,5 °C (Jones a Sundin 2006). Takzvaná „Millsova tabulka“ (viz. tabulka č. 1) byla již mnohokrát upravena Millsovými následovníky (Juroch 2010). Taktéž byla z této tabulky vytvořena křivka pro primární infekci vyvolanou askosporami během dne. Pro sekundární infekci způsobenou konidiami nebyla zhotovena žádná tabulka. Dle Millse konidie potřebují o dvě třetiny kratší čas pro infekci než askospory. Na základě tohoto tvrzení byla vyvinuta křivka pro infekci způsobenou konidiami (MacHardy 1996).

Tabulka č. 1: Millsova tabulka (zdroj: Atlamaz 2007)

| Teplota (°C) | Doba ovlhčení (h) Intenzita infekce | | | Teplota (°C) | Doba ovlhčení (h) Intenzita infekce | | |
|--------------|--|---------|-------|--------------|--|---------|-------|
| | Slabá | Střední | Silná | | Slabá | Střední | Silná |
| 25,5 | 13 | 17 | 26 | 11,7 | 12 | 17 | 25 |
| 25,0 | 11 | 14 | 21 | 11,1 | 12 | 18 | 26 |
| 24,4 | 9,5 | 12 | 19 | 10,6 | 13 | 18 | 27 |
| 23,9–17,2 | 9 | 12 | 18 | 10,0 | 14 | 19 | 29 |
| 16,7 | 9 | 12 | 19 | 9,4 | 14,5 | 20 | 30 |
| 16,1 | 9 | 13 | 20 | 8,9 | 15 | 20 | 30 |
| 15,6 | 9,5 | 13 | 20 | 8,3 | 17 | 23 | 35 |
| 15,0 | 10 | 13 | 21 | 7,8 | 19 | 25 | 38 |
| 14,4 | 10 | 14 | 21 | 7,2 | 20 | 27 | 41 |
| 13,9 | 10 | 14 | 22 | 6,7 | 22 | 30 | 45 |
| 13,3 | 11 | 15 | 22 | 6,1 | 25 | 34 | 51 |
| 12,8 | 11 | 16 | 24 | 5,6 | 30 | 40 | 60 |
| 12,2 | 11,5 | 16 | 24 | 5,0–0,5 | Více než 2 dny | | |

Předpovědní a varovné systémy byly vyvinuty, aby varovaly zemědělce před dobou, která je nejvhodnější pro aplikaci přípravků na ochranu rostlin po zvážení všech faktorů (Atlamaz 2007).

Saprophytická fáze v životním cyklu patogena *V. inaequalis* začíná opadem listů na podzim a končí uvolněním askospor na jaře. Plodnice se vytvoří do jednoho měsíce po opadu listu. Vlhkost a teplota jsou hlavními proměnnými počasí, jež určují počet vytvořených plodnic. Za příznivých podmínek jejich tvorba a počet neustále roste (Singh 2019).

Do přímých metod monitoringu náleží tzv. „potential ascospore dose“ (PAD), tj. předpokládaná produkce askospor na metr čtvereční spadaneho listů v sadu. PAD je ovlivněna hustotou lézí na listech při jejich opadu, počtem a hustotou plodnic, počtem askospor ve vřecku a hustotou spadaneho listů na jaře. Tato metoda předpovídá nástup epidemie strupovitosti jabloně. Přijetím sanitárních opatření lze závažnost strupovitosti jabloně snížit. Úplná likvidace napadených listů není v produkčních sadech však možná (Singh 2019). PAD je užitečným nástrojem pro předpověď celkového množství primárního inokula v sadu (Singh 2015). Pro matematické modely lze PAD vypočítat dle následujícího vzorce.

$$PAD = LD \times PD \times AD \times LLD \times n$$

PAD je potencionální dávka askospor, LD je hustota lézí, počet lézí na listech na metr čtvereční spadaneho listů, PD je množství zralých pseudoperithecií na viditelných lézích vynásobené faktorem fertility lézí, AD je počet vřecek v plodnici, LLD je poměr mezi plochou sadu pokrytou spadaneho listím a počtem pupenů a n je počet askospor ve vřecku (Singh 2019).

V České republice se hojně využívá matematický předpovědní model zralosti askospor založený na principu sumy efektivních teplot (SET). Tento model je součástí meteorologických stanic, které zaznamenávají různé agrometeorologické prvky (Kloutvorová et al. 2018). Zralost askospor za pomoci modelu SET je měřena od 1. ledna a nastává při dosažení SET 300 °C (denních stupňů). Teplota 0,0 °C byla stanovena jako spodní práh vývoje (Kocourek et al.

2015). Po dosažení sumy efektivních teplot 300 °C je vyvinutých přibližně 60 % askospor (Vícha 2019). Z tohoto důvodu je vhodné sledovat mikroskopicky zralost askospor, zahájit činnost lapačů spor a pomocí automatických meteorologických stanic vyhodnocovat infekci (Kloutvorová et al. 2018). Mikroskopické pozorování lze rozdělit do tří stupňů. První stupeň udává, že jsou v plodnicích vyvinutá vřecka. Druhý stupeň udává, že jsou ve vřeckách vyvinuté askospory. Třetí stupeň signalizuje, že se v kapce vody askospory samovolně uvolňují z vřecek. Třetí stupeň bývá na počátku dubna a je z něj patrné, že pokud budou v ovocném sadu vhodné podmínky, askospory se uvolní a mohou způsobit primární infekci (Vícha 2019). V závislosti na průběhu počasí a fenologických fázích jabloní by měla být připravena i aplikační technika pro preventivní ošetření fungicidy. První askospory jsou připraveny k uvolnění z vřecek těsně před rašením jabloní, tedy ve fenofázi zelené špičky až myšího ouška (BBCH 53–54). Nejnebezpečnější období nastává od fenofáze růžového poupěte (BBCH 56–57) a trvá minimálně 2 týdny po odkvětu jabloní. Většina askospor se uvolní v období SET 65,6–404,4 d °C od stadia zelené špičky (Kloutvorová et al. 2018).

Speciální čidla v pravidelných intervalech zaznamenávají informace o délce ovlhčení listů, teplotě a relativní vzdušné vlhkosti. Tato čidla jsou součástí signalizačních přístrojů nebo meteostanic. Přístroje se musí včas umístit do terénu vždy před počátkem rašení a je třeba je pravidelně kontrolovat. U jednoduchých signalizačních přístrojů (např. LUFFT THB) se musí údaje vyhodnocovat manuálně. LUFFT THB měří teplotu, vzdušnou vlhkost a délku ovlhčení listů. Přístroj HOBO již vlastní mikropočítač, jež podmínky infekce vyhodnocuje automaticky. Automatické meteostanice jsou nejpokročilejší formou monitoringu (Kocourek et al. 2015). Většina těchto meteostanic má zavedené speciální modely, které pomocí výše uvedených meteorologických parametrů predikují výskyt původce strupovitosti jabloně (Wrzesień 2019). Jde například o meteostanice Meteos 3 nebo meteostanice od firmy AMET – sdružení Litschmann + Suchý, které měří a zpracovávají naměřená data (Kocourek et al. 2015). Většina prognostických programů vychází z upravené verze Millsovy tabulky (Vícha 2019). Například pro podmínky v České republice byl zpracován program VENTINA. Ze zahraničních modelů existuje například program RIM-pro, který je některými českými ovocnáři též využíván. Některé programy umožňují i negativní prognózy výskytu původců některých chorob či zahrnují systém ohledně dodržování antirezistentních strategií nebo simulují dodržování reziduální účinnosti přípravků dle průběžných podmínek prostředí (Kocourek et al. 2015).

Program RIM-pro je komplexní systém pro monitoring a prognózu původce strupovitosti jabloně. V Evropě byl vědci testován více než 20 let. Tento program je dostupný prostřednictvím počítače nebo chytrého telefonu. Kromě poskytování informací o výskytu původce strupovitosti jabloně má moduly, které ve spojení s meteostanicemi a předpověďmi počasí poskytují informace o dalších chorobách jako je například strupovitost hrušní, bakteriální spála růžovitých nebo skvrnitost listů třešní a višní. Pro monitoring škůdců zahrnuje modely pro vývoj obaleče jablečného a pilatky jablečné (Aćimović 2018).

3.5 Ochrana proti původci strupovitosti jabloně

Historie ochrany proti původci strupovitosti sahá až do 80. let 19. století. V té době se strupovitost jabloně hojně v Evropě rozšířila. Důsledkem bylo dlouhodobě příznivé počasí. Na konci 19. století byla vyvinuta takzvaná bordeauxská směs, která je složená ze síranu měďnatého a hašeného vápna. Původně byla tato směs využívána hlavně pro ochranu révy vinné proti patogenu *Plasmopara viticola* způsobujícímu onemocnění plíseň révy. Pokusy s touto směsí byly v jabloňových sadech zahájeny v roce 1887. Směs byla aplikována na nové výhonky o délce 6–8 cm. Tuto aplikaci bylo nutno opakovat každých 14 dní, aby byla úspěšná. Zároveň se projevíly i negativní účinky, jelikož bordeauxská směs způsobovala korkovitou rzivost na plodech. Na začátku 20. století bylo zjištěno, že aplikace před květem je přínosná i v letech, které jsou pro výskyt strupovitosti jabloně příznivé. K dispozici byly i jiné látky jako například arzeničnan olovnatý nebo různé formulace elementární síry. Později se díky výzkumům zjistilo, jak tato houba přezimuje a kdy a kde se její spory v sezóně objevují. Kolem roku 1915 byly vytvořené účinné plány ochrany založené na aplikaci fungicidů na základě vývojového cyklu patogena. Sanitární opatření jako hrabání a pálení napadených listů nebo jejich zaorávání výrazně snížila výskyt původce strupovitosti. Avšak tato opatření byla příliš časově náročná a tím i nepraktická pro komerční produkci jablek. Ochrana se zabývala hlavně infekcí na plodech, a nikoliv na listech. To vedlo k tomu, že listy byly napadeny a z toho důvodu byla v další sezoně vysoká infekce (MacHardy 1996).

Na začátku 20. let 20. století rostlinný patolog W. D. Mills započal s výzkumem a vývinem ochranného systému za pomoci sirných přípravků. Na základě tohoto výzkumu vznikl Millsův varovný systém, který časoval ochranu fungicidy dle podmínek infekce. V 50. a 60. letech celosvětově ovlivnil produkci jablek ve všech zemích, kde se jabloně pěstovaly (MacHardy 1989). V Evropě se tato strategie nazývala "stop-spray". Díky tomuto systému se v suchých letech snížil počet ošetření než u preventivních systémů. Ošetření fungicidem nebylo provedeno, pokud nebyly splněny všechny podmínky infekce. Tento systém byl mnohokrát aktualizován a používá se dodnes (MacHardy 1996).

Ochrana proti původci strupovitosti jabloně nesmí být podceněna. Proto je nutné kromě přímé chemické ochrany dbát i na nepřímá preventivní opatření.

3.5.1 Nepřímé metody

Nepřímá opatření zahrnují výběr stanoviště, výběr odrůd, údržbu výsadby, management hnojení nebo kvalitní a správně seřízenou techniku (Ouředníčková et al. 2021).

Nevhodným stanovištěm pro výsadbu jabloní jsou lokality s vysokou vzdušnou vlhkostí, jelikož v těchto oblastech bývají listy dlouho ovlhčeny ať už kvůli dešti či ranním rosám. Je nutno vybírat dostatečně vzdušné lokality, kde budou stromy rychleji osychat. U výsadeb se upřednostňují jednotlivé řady. Jejich vzdálenosti a vzdálenosti stromů v řadách by měly být takové, aby jednotlivé stromy měly dostatek prostoru. Zároveň by stromy měly mít jednotnou velikost (Kloutvorová et al. 2018). Řez stromů je důležitý z hlediska provzdušnění a prosvětlení koruny a měl by tak přispět k rychlejšímu osychání listů. Koruna stromu nesmí být moc hustá také kvůli zajištění dostatečného prostupu postřikové kapaliny (Majeed 2017). U jabloní by měl být proveden zimní řez, který je základním ošetřením v období vegetačního klidu. Pokud by

zimní řez byl nedostatečný nebo úplně vynechaný, byla by koruna moc přehoustlá a šířil by se v ní nejen původce strupovitosti jabloně, ale i původci jiných chorob a škůdci (Kocourek et al. 2015).

Výběr odrůdy je taktéž klíčovým nepřímým opatřením, jež slouží ke snížení či eliminaci napadení jabloní *V. inaequalis*. Lze pěstovat méně náchylné či rezistentní odrůdy. U některých odrůd může být jejich pěstování problémem z pohledu odbytu a uplatnění na trhu. Již dnes je známo, že u některých rezistentních odrůd došlo k prolomení rezistence a došlo tak k silnému výskytu napadení stromů patogenem *V. inaequalis*. V roce 2006 byly v České republice zaznamenány příznaky strupovitosti jabloně, a tedy výskyt patogena na rezistentních odrůdách na čtyřech lokalitách (Kocourek et al. 2015).

3.5.2 Přímé metody

Mezi přímé metody ochrany jabloní proti původci strupovitosti se řadí fungicidní ochrana, která je v podstatě nejvyužívanější metodou a snížení potencionální zásoby askospor. Tato zásoba má zásadní vliv na vznik primárních infekcí a intenzitu napadení stromů patogenem *V. inaequalis* v sezoně (Majeed 2017). Účinným postupem je likvidace opadaných listů, jež byly napadeny (Köhl 2015). Příklady sanitačních opatření zahrnují hrabání a zaorání listů do půdy nebo hrabání a pálení listů (MacHardy 1996). Toto opatření je obtížné provádět ve velkých produkčních výsadbách. Dalším způsobem je podzimní aplikace 5% roztoku močoviny po sklizni před opadem listů. Urychlí se tím rozklad listů, což má přímý vliv na omezení vývoje askospor (Majeed 2017).

Důležitá je také podpora půdních mikro a makroorganismů (např. bakterie, houby, žížaly), které rozkládají organickou hmotu, tedy i opadané infikované listí. To znamená, že výběr přípravků na ochranu rostlin by měl přednostně zahrnovat ekotoxikologicky nezávadné přípravky na ochranu rostlin a omezovat či vylučovat ty přípravky, jež jsou toxické pro necílové organismy (Juroch 2010).

3.5.2.1 Fungicidní ochrana

První ošetření začínají v období rašení jabloní a myšího ouška. V následném období je nejsilnější infekční tlak patogena prostřednictvím rozšiřujících se askospor. V tomto období jsou jabloňové listy nejnáchylnější k infekci. V České republice jde tedy o období od poloviny dubna do konce května. Aplikaci fungicidů je nutné provádět až do konce primárních infekcí, tedy přibližně do konce června. Pokud se v sadu rozšířila infekce, je nutné ošetřovat i nadále kvůli výskytu sekundárních infekcí (Ouředníčková et al. 2021).

Fungicidy dělíme na kontaktní a systémové. Toto základní dělení je dáno mechanismem průniku do listů a plodů. Kontaktní přípravky na ochranu rostlin zůstávají na povrchu rostliny. Nijak nepronikají do nich a ani se v nich dále nešíří. Působí pouze v místě aplikace, a tak ani nechrání nové přírůstky po aplikaci (Kloutvorová et al. 2018). Musí být aplikovány pouze preventivně. Dobré účinky mají i při nižších teplotách. Vznik rezistence je nepravděpodobný, jelikož mají nespecifické vícebodové působení. Jejich nevýhoda spočívá v tom, že při silnějších srážkách jsou smyty a je nutné aplikaci zopakovat (Maňasová et al. 2019). Systémové přípravky na ochranu rostlin se vsřebávají do rostlinných pletiv, což znamená, že nemohou být smyty deštěm (Kloutvorová et al. 2018). Rozváděny jsou cévními svazky do celé rostliny (Maňasová

et al. 2019). Vstřebání závisí na přípravku a trvá kolem 2–6 hodin. Většina systémových fungicidů má jednobodové působení. To zvyšuje riziko vzniku rezistence tedy selekce rezistentních kmenů patogena, pokud nebudeme dodržovat pravidla antirezistentních strategií. Plně systémové fungicidy jsou rozvedeny uvnitř celé rostliny i do nově přirostlých pletiv. Translaminární fungicidy pronikají jen uvnitř listu z jedné strany čepele na druhou. Mezosystemové přípravky se šíří z místa dopadu po povrchu rostlin, ale uvnitř pletiva nejsou rozváděny. Většina systémových fungicidů má účinnost jak preventivní, tak i kurativní, tedy postinfekční (Kloutvorová et al. 2018).

Systém ochrany proti *V. inaequalis* v rámci ekologické produkce jabloní zahrnuje využití mědi, koloidní síry, hydrogenuhlčitanu draselného a polysulfidu vápenatého. Síra a měď se aplikují preventivně (Falta 2023). Účinnost síry vyžaduje vyšší teploty než měď, ale při teplotách vyšších než 25 °C je fytotoxická. Měď je fytotoxická až v pozdějších fázích vegetace a při vysokých koncentracích je toxická. Její použití je tedy omezeno na 4 kg/ha za rok (Kocourek et al. 2015). Polysulfid vápenatý je aplikován na počátku infekce na mokrý list. Hydrogenuhlčitan draselný je aplikován kurativně na suchý list až do 24 hodin po začátku infekce (Falta 2023). Zastavuje klíčení spor a vysušuje mycelium razantním snížením pH povrchu listu (Kocourek et al. 2015).

3.5.2.2 Systémy ošetřování fungicidy

Jsou známy tři základní systémy ošetřování fungicidy proti původci strupovitosti jabloně. Jedná se o preventivní aplikaci před vznikem infekce, kurativní aplikaci po splnění podmínek pro vznik infekce (Ouředníčková et al. 2021) a eradikativní aplikace po výskytu symptomů způsobené patogenem (Kloutvorová et al. 2018).

3.5.2.2.1 Preventivní systém ochrany

Preventivní systém ochrany využívá jak kontaktních, tak systémových přípravků na ochranu rostlin (Kloutvorová et al. 2018). Fungicidní přípravky jsou aplikovány v pravidelných 5–7denních intervalech. Nejcitlivější jsou mladé listy a plůdky, které neustále přirůstají (Petreš 2022). Tento interval lze prodloužit v případě, že dlouhodobá předpověď nepředpokládá žádné srážky. I tak je riziko, že se například osmý nebo devátý den může objevit neočekávaná bouřka, listy zůstanou ovlhčené do druhého dne a budou tak splněny všechny podmínky pro vznik infekce. V tomto případě je nutno provést kurativní ošetření. To už však nemusí být tak účinné jako preventivní ošetření. Je doporučeno využívat preventivního systému ochrany, jelikož při využití kurativního či eradikativního systému ochrany se zvyšuje riziko a rychlost vzniku a vývoje rezistence. Šestidenní intervaly ošetření je nutné dodržovat zejména v době, kdy je infekční tlak nejsilnější. V některých případech je potřeba tento aplikační interval zkrátit (na 3–4 dny). Například pokud byly aplikovány pouze kontaktní přípravky na ochranu rostlin. Dle teploty či fenologické fáze rostliny se mohou během jednoho týdne vyvinout až tři listy, které jsou nejvíce náchylné k infekci, nebo se listová plocha zvětší o desítky procent. Vyšší jistota účinku preventivních ošetření je při tank-mix aplikaci systémových a kontaktních přípravků. Zároveň systém není tolik náročný na vyhodnocování podmínek pro infekci. Preventivní ošetření je v praxi nejvyužívanější systém ochrany proti původci strupovitosti jabloně. V případě potřeby je toto ošetření doplněno kurativním ošetřením (Kloutvorová et al. 2018;

Kocourek et al. 2015). V registru přípravků na ochranu rostlin se nachází několik fungicidů s preventivní účinností. Jedná se např. o přípravky Belanty, Laitane nebo Luna Care (Anonym 3).

3.5.2.2.2 Kurativní systém ochrany

Při kurativním systému ochrany aplikujeme fungicidy až postinfekčně, tedy až po splnění všech podmínek pro vznik infekce. Kurativní fungicidy zabráňují vyklíčení a prorůstání infekčního vlákna do pletiv a mohou inhibovat růst mycelia v listu. Pro kurativní ošetření se využívají pouze systémové přípravky na ochranu rostlin. Doba účinnosti je rozdílná pro různé fungicidní látky. Ošetření tak musí být provedeno do určitého počtu hodin po vzniku infekce. Důležitá pro kurativní zásahy je spolehlivá signalizace a vyhodnocování podmínek pro vznik infekce. Je zde riziko selekce kmenů patogenu rezistentních k určité účinné látce, a proto je doporučeno využívat kurativní ošetření pouze v krajních případech. Například při neočekávaných srážkách před termínem aplikace preventivního ošetření (Kloutvorová et al. 2018; Kocourek et al. 2015). Fungicidy s kurativní účinností, které jsou v současnosti registrovány v registru přípravků na ochranu rostlin jsou např. Score 250 EC, Vedette nebo Ventola (Anonym 3).

3.5.2.2.3 Eradikativní systém ochrany

Jedná se o doplňkové opatření, které se provádí až po objevení příznaků napadení na listech. Po aplikaci dojde k narušení či zničení mycelia patogenu a zastavuje se tvorba konidií, čímž se omezí další šíření. Eradikativní ošetření je většinou aplikováno v bloku dvou ošetření po sobě. Vyšší efektivitu a delší reziduální účinnost má v případě nepříznivých podmínek pro rozvoj choroby. Nepříznivé podmínky pro patogena *V. inaequalis* jsou vysoké teploty, sucho a slunečno. Tento způsob ošetření významně zvyšuje riziko vzniku rezistence patogenu vůči určité účinné látce (Kloutvorová et al. 2018). V současném registru přípravků na ochranu rostlin není povolen žádný fungicid s eradikativní účinností.

3.5.3 Biologická a nechemická ochrana

Biologická ochrana proti původci strupovitosti jabloně je zkoumána více než 50 let. Antagonistické vztahy jsou stále předmětem různých výzkumů a studií. Většina výzkumů je zaměřena na přezimování patogena. Antagonistická houba *Chaetomium globosum* aplikovaná v době sekundárních infekcí má účinnost na snižování velikosti a počtu lézí a hustotu a klíčení konidií. Další antagonistickou houbou je *Athelia bombacina*, která se aplikuje před opadem listů a má účinnost na potlačení produkce askospor a v menší míře má jistý vliv na změkčení listů, což by mohlo podpořit rozklad listů přirozeně se vyskytujícími organismy. Rozklad opadaných listů zajišťují například žížaly (MacHardy 1996). Kmen houby *Cladosporium cladosporioides* H39 má nepříznivý vliv na sporulující konidie patogena. Snižuje jejich produkci již několik dní po inokulaci rostliny patogenem (Köhl 2015). Dalším užitečným antagonistou by mohla být bakterie *Bacillus subtilis*. Tato bakterie produkuje takzvané lipopeptidy. Některé z těchto látek mají antimykotické účinky a dokáží inhibovat růst rostlinných patogenů (Leconte 2022). Novější studie ukazují, že do jisté míry mají některé druhy mravenců vliv na snížení infekcí některých původců chorob. V případě strupovitosti jabloně byly provedeny studie s druhem *Formica polyctena* (mravenec lesní menší). Tento druh

mravence měl tendenci snižovat výskyt původců chorob jako je právě *V. inaequalis*, dále *Venturia pyrina*, původce strupovitosti hrušně nebo *Monilinia fructigena*, původce moniliové hniloby (Jensen 2023).

Jednou z možností ochrany je využívat specifické podpůrné látky (tzv. elicitory) jako přípravky proti původci strupovitosti jabloně. Ty zvyšují přirozenou obranyschopnost rostlin. Přípravky musí být aplikovány preventivně v době předpokládaného infekčního tlaku. Do těchto látek se řadí jílovité zeminy. Je to kombinace anorganických látek geologického původu s organickými biogenními látkami, které posilují odolnost rostlin proti houbovým chorobám. Po aplikaci těmito látkami se v rostlině zvyšuje produkce fenolických sloučenin, které mají vliv na posílení obranných reakcí rostliny, např. na zpevnění listů. Díky tomu je průnik patogena do listu značně omezen. Na povrchu listu při aplikaci dojde ke změně pH, a to zabraňuje sporám klíčit (Kocourek et al. 2015).

3.6 Rezistence patogena k fungicidům

Rezistence k fungicidu je dědičná stabilní adaptabilita patogenu, jež vede ke snížení citlivosti k dané účinné látce. Jde o genetickou mutaci jednoho či více genů najednou (Maňasová et al. 2019). To dává houbovému patogenu schopnost překonat účinky fungicidu. Opakovaným použitím stejného fungicidu je vyvíjen selekční tlak na populace patogenu. Původní citliví jedinci jsou zahubeni, ale adaptovaní jedinci přežijí a jejich populace se rozšiřuje. Náchylné k rezistenci jsou systémové a translaminární fungicidy, protože mají většinou jen jedno specifické místo účinku a působí tak na jeden určitý biochemický proces v metabolismu patogenu, např. inhibice dýchání (Kloutvorová et al. 2018).

Patogen *V. inaequalis* patří do skupiny patogenů s vysokým rizikem vývoje rezistence díky vysokému evolučnímu potenciálu (Anonym 4 2019). Většina přípravků, které se aplikují na jabloně proti patogenovi jsou řazeny do skupiny fungicidů s vysokým a středním rizikem vývoje rezistence. QoI fungicidy (inhibitory ubichinol oxidázy) patří do skupiny fungicidů s vysokým rizikem, DMI fungicidy (inhibitory demetylace při biosyntéze ergosterolu) se středním rizikem a SDHI fungicidy (inhibitory sukcinátdehydrogenázy) se středním až vysokým rizikem vzniku rezistence (Anonym 5 2022).

Rezistenci k fungicidům v populacích houbových patogenů lze zjistit třemi metodami. První metodou je dle metodik FRAC (Fungicide Resistance Action Committee) metoda *in-vivo*. Při využití této metody je sledován účinek jednotlivých fungicidů v různých koncentracích na rostlinách napadených patogenem v přirozených podmínkách. Metoda *in-vitro* je druhou možností. Účinek fungicidu či samotné účinné látky je sledován na tzv. otrávených plotnách. Fungicid nebo jeho účinná látka je vmísena do živého média v různých koncentracích. Na médiu je následně pozorován růst jednotlivých izolátů patogenu. Výhoda těchto dvou metod spočívá v tom, že je známo, vůči kterým fungicidům či jeho konkrétním účinným látkám jsou izoláty patogenu rezistentní. Třetí způsob je založen na molekulární biologii. Tento způsob je sice časově nenáročný, ale nevýhodou je, že není známo, vůči které konkrétní účinné látce je izolát patogenu rezistentní (Maňasová et al. 2019).

3.6.1 Antirezistentní strategie

Rezistence patogenů k fungicidům je ovlivněna různými faktory, jako je typ fungicidu, frekvence a délka používání dané účinné látky, způsob aplikace, schopnost patogenu vytvořit si rezistenci a schopnost jeho rezistentních populací přežít do další vegetační sezóny (Ouředníčková et al. 2021). Antirezistentní strategie jsou založené na následujících zásadách. První zásadou je střídání fungicidů s různými mechanismy účinku. Dále neaplikovat opakovaně přípravky ze stejné chemické skupiny. Počet aplikací fungicidů s rizikem rezistence by měl být omezen na maximálně 2 aplikace za sezonu. Je doporučeno fungicidy aplikovat ve směsi nebo ve vzájemném vystřídání s jiným vhodným partnerským fungicidem, jež má odlišný mechanismus účinku a rezistence u něj není známa. Dodržovat výrobcem doporučené dávkování daného přípravku na ochranu rostlin. V případě podezření na pokles účinnosti konkrétního fungicidu směřovat jejich aplikaci mimo období největšího infekce. Pokud by se rezistence potvrdila je nutno vyřadit přípravek ze systému ochrany na několik let (Kocourek et al. 2015).

3.6.2 Kvalitativní rezistence

Kvalitativní rezistence je tzv. monogenně založená rezistence, která je způsobena modifikací jednoho major genu. Tento typ rezistence je stabilní. Dochází ke ztrátě účinnosti fungicidu. Nelze tuto rezistenci zvrátit častějším používáním pesticidu ani zvyšováním aplikačních dávek (Maňasová et al. 2019). Jedinci mají vysokou životaschopnost a konkurenceschopnost. Tento typ rezistence je například známý vůči strobilurinům – QoI fungicidům (Kloutvorová et al. 2018).

Strobilurinové fungicidy inhibují buněčné dýchání, čímž ovlivňují tvorbu energie potřebnou pro buňku patogenu (Jaklová 2020). Primární příčina rezistence je výskyt mutace G143A v genu *cytb* (Jaklová a Kracíková 2022). Jde o mutace v cílovém místě účinku v genu proteinu dýchacího řetězce (Jaklová 2020). Přírozeně rezistentní fenotypy byly v populaci přítomny již před zavedením fungicidu a jsou důsledkem spontánních mutací. Mutace G143A se přirozeně vyskytuje v populaci na nízké úrovni (kolem 2 %) a úspěšně se šíří pod selektivním tlakem (při použití strobilurinů) v populacích patogena až do 100 %. Když selektivní tlak přestane, tak mutace přetrvává po dobu 14 let v nezměněných hladinách (Jaklová a Kracíková 2022). V případě strobilurinů vzniká rezistence rychle a přípravek ztrácí účinnost (Kocourek et al. 2015).

Dle antirezistentních strategií pro QoI fungicidy by měly být fungicidy aplikovány dle doporučení výrobce pro cílového původce choroby v určité fázi růstu rostliny. Je důležité dodržovat hektarové dávky. QoI fungicidy by měly být aplikovány výhradně preventivně. Interval postřiku by při vysokém infekčním tlaku neměl přesahovat 7–10 dní. Aplikovány musí být jen v kombinaci s vhodnými partnery z jiných chemických skupin. Za sezonu by měly být aplikovány maximálně 2 postřiky QoI fungicidy (Jaklová a Kracíková 2022).

3.6.3 Kvantitativní rezistence

Kvantitativní rezistence je polygenně založená. Jde o mutaci několika minor genů v různém synergickém působení. V závislosti na počtu mutovaných genů vykazuje patogen různý rozsah citlivosti k fungicidu (Kloutvorová et al. 2018). Tento typ rezistence je možné zvrátit častějším použitím pesticidu nebo zvýšením aplikačních dávek (Maňasová et al. 2019). Kvantitativní rezistence je tak vnímána jako narušení nebo snížení účinnosti fungicidu (Kloutvorová et al. 2018). Tento typ rezistence je například popsán v souvislosti s DMI fungicidy, kam patří triazolové fungicidy (Maňasová et al. 2019). Vůči triazolům vzniká rezistence pozvolným tempem a lokálně (Kocourek et al. 2015).

V minulých letech byl potvrzen výskyt rezistentních populací vůči triazolům na území České republiky. Výskyt byl potvrzen metodami *in-vitro*, skleníkovými testy a molekulárními metodami. Podle monitoringu organizace FRAC se v zemích EU citlivost populací *V. inaequalis* za posledních 10 let výrazně nezměnila. Vyskytlo se pouze několik ojedinělých populací s nižší citlivostí (Jaklová a Kracíková 2022).

Antirezistentní strategie pro DMI fungicidy doporučuje dodržovat hektarové dávky uvedené na etiketách přípravků na ochranu rostlin. Upřednostňovat preventivní aplikaci. Kurativní aplikace je doporučena v případě, kdy jsou k dispozici spolehlivé signalizační systémy. Pro předejití křížové rezistenci je doporučeno aplikovat DMI fungicidy v kombinacích s partnery z jiných chemických skupin. Za sezonu by měly být aplikovány samostatně či v kombinaci maximálně 4 postřiky DMI fungicidy (Jaklová a Kracíková 2022).

3.6.4 Křížová rezistence

Aplikace jedné účinné látky buduje rezistenci k dalším účinným látkám se stejným mechanismem účinku. Náchylné jsou fungicidy ze stejné chemické skupiny a se stejným mechanismem účinku (Brent a Hollomon 2007). Patogen bere tyto látky jako jednu biochemickou látku. V tomto případě je nutno použít fungicid s jiným mechanismem účinku (Maňasová et al. 2019). Například kmeny patogenů rezistentní k strobilurinům (QoI fungicidy) bývají rezistentní ke všem QoI fungicidům. Tyto rezistentní populace musí být regulovány fungicidy, které nespádají do QoI inhibitorů (Kloutvorová et al. 2018).

3.6.5 Vícenásobná rezistence

Vícenásobná rezistence je rezistence ke dvěma či více účinným látkám s různým mechanismem účinku a z různých chemických skupin. Jedná se o na sobě nezávislé mutace, ke kterým došlo důsledkem opakovaného a nadměrného použití přípravků z různých skupin fungicidů (Brent a Hollomon 2007). Dalším důvodem je nesprávné využití antirezistentních strategií. Tento typ rezistence se vyskytuje u patogenů s rychlým vývojem a s rychlými opakovanými infekčními cykly, které tak vyžadují časté a intenzivní chemické zásahy. Do této skupiny spadá například původce plísně šedé *Botrytis cinerea* (Kloutvorová et al. 2018).

4 Metodika

4.1 Popis produkčního sadu

Produkční sad (viz. obrázek č. 4), ve kterém byl proveden monitoring onemocnění strupovitosti jabloně způsobený patogenem *V. inaequalis*, se nachází v obci Dobrá Voda u Hořic v okrese Jičín, kraj Královéhradecký. Tento sad měl v roce 2022 výměru přibližně 8,5 ha. Na podzim započaly práce na likvidaci letní odrůdy Ametyst, která měla výměru přibližně 1 ha. V ovocném sadu se nachází 6 jabloňových odrůd a 2 třešňové, které se nazývají Kordia a Regina. Z odrůd jabloní se zde pěstují letní odrůdy Ametyst a Early Gold. Dále se zde pěstuje odrůda Gala, Jonagored, Cameo a Braeburn. Celková výměra sadu je momentálně v plné plodnosti. Roční produkce jablek se pohybuje nejčastěji v rozmezí od 250 tun do 320 tun. U třešní je to od 5 tun do 12 tun za rok.

Na pozemcích ovocného sadu se hospodařilo do 50. let 20. století a poté hospodářství přešlo pod místní JZD. Část hospodářství byla obnovena v roce 1989 po pádu komunistického režimu, a to převzetím prvních hektarů zpět od JZD v roce 1991. Z počátku se zde pěstovaly brambory a zelenina. Zelenina a výrobky byly prodávány přímo ze dvora statku nebo na farmářských trzích. Taktéž byla na počátku založena ovocná školka. Stromky z této ovocné školky byly použity na první výsadby v roce 1993. Jednalo se o výsadbu jabloní a menší část slivoní. Zároveň byl vybudován chlazený sklad ovoce s kapacitou 40 tun. Kolem roku 2000 došlo k dalšímu rozšíření. Byla provedena pozemková úprava, aby vlastní pozemky měly optimální tvar pro budoucí výsadby ovocných stromů. V roce 2002 bylo vysázeno 1,5 hektaru hrušní. V roce 2005 bylo vysázeno 2,5 ha jabloní a v dalším roce byl vysázeno 1,5 ha jabloní a 1 ha třešní. Během let 2010 a 2011 proběhla restrukturalizace původních výsadeb z 90. let minulého století novými odrůdami za použití nových moderních pěstitelských technologií. Na výměře 3,5 hektaru byla vybudována opěrná konstrukce s protikroupovou sítí, aby se zabránilo poškození ovoce stále častějším krupobitím. Na uvedené výměře byla v roce 2013 a 2014 vybudována kapková závlaha. Výsadba hrušní byla v roce 2014 nahrazena výsadbou jabloní. Zároveň byla provedena modernizace současného chladiřenského skladu ovoce, který má kapacitu 90 tun. Od roku 2004 je ovocnářská farma členem odbytového družstva EB fruit, jež zajišťuje prodej ovoce do obchodních řetězců. Část produkce je po sklizni uskladněna ve vlastním chladiřenském skladu a zbývající část je uskladněna v odbytovém družstvu ve skladech ULO (ultra low oxygen). Odbytové družstvo EB fruit je členem Svazu pro integrovanou produkci ovoce a vypěstované produkty tak mají ochrannou známku SISPO. Od počátku existence hospodaří ovocnářská farma v systému integrované produkce ovoce.



Obrázek č. 4: Mapa katastrálního území Dolní Dobrá Voda u Hořic zaměřená na produkční sad (zdroj: ČÚZK 2023)

Bonitovaná půdně ekologická jednotka 3.14.00 se rozkládá na většině území řešeného produkčního sadu. Luvizemě, které jsou převážně na rovině (sklon 0–3°) s všesměsnou expozicí a celkovým obsahem skeletu do 10 %. Jde o půdy třídy ochrany II., tedy o nadprůměrně produkční půdy, které jsou vysoce chráněné. Ohroženost utužením u těchto půd je vysoká. Třetí klimatický region (T3) je teplý a mírně vlhký. Ten se v České republice nachází na severní a východní části České křídové tabule, na celém Hornomoravském úvalu, na severní části Dolnomoravského úvalu a na nejnižších polohách Boskovické brázdy. Průměrná roční teplota se pohybuje mezi 8 až 9 °C. Suma teplot nad 10 °C je 2500–2800. Průměrný úhrn srážek za rok je od 550 do 650 mm (Anonym 6 2023).

4.2 Popis založení pokusu

V produkčním sadu se nachází celkem šest odrůd jableň. Monitoring symptomů strupovitosti jableň byl prováděn u všech odrůd. Předem bylo určeno 36 stromů, tedy 6 stromů od každé odrůdy. U každé odrůdy se dva stromy nacházely ve spodních částech řad, dva stromy přibližně uprostřed a další dva stromy v horní části výsadby. U každé odrůdy se tři stromy nacházely na slunečné straně a tři ve stínu, jelikož je vybraný ovocný sad situovaný od východu k západu. Kromě těchto kritérií byly všechny stromy vybrány zcela náhodně.

Na každém stromě byla určena a označena jedna větev malým viditelným fáborkem. U každé odrůdy byly dvě větve vybrány ve spodní části stromu, dvě přibližně uprostřed stromu ve výšce cca 160 cm a dvě ve vrchní části stromu v přibližné výšce 200 cm. Kromě těchto kritérií byly všechny větve vybrány zcela náhodně. Na každé vybrané větvi bylo odpočítáno prvních 20 listů, které byly předmětem sledování.

Aplikace přípravků na ochranu rostlin, konkrétně fungicidů proti původci strupovitosti jableň, byla prováděna majitelem sledovaného produkčního sadu. Vše je zaznamenáno v oficiální evidenci přípravků na ochranu rostlin, kterou majitel pro tuto diplomovou práci poskytl.

4.3 Popis odrůd

V této podkapitole jsou popsány veškeré odrůdy, na kterých byly sledovány příznaky choroby strupovitosti jabloně ve vybraném produkčním sadu. Mapa (obrázek č. 3) znázorňující rozložení jednotlivých odrůd je na konci podkapitoly.

Ametyst

Letní odrůda Ametyst byla vyšlechtěna ve Střížovicích v Ústavu experimentální botaniky AVČR. Je to kříženec odrůd Nela a Bella Vista. Tato odrůda je středně bujně až bujně rostoucí. Plodí ve shlučích na krátkém dřevě, a proto je doporučeno provádět probírku plodů. Plody jsou středně velké a ploše kulovité. Základní barva je žlutá, krycí je červená. Ametyst je šťavnaté jablko se sladce navinulou chutí. Zraje od druhé poloviny srpna, přibližně 10 dní před odrůdou James Grieve. Skladovatelnost je možná do konce září. Tato odrůda je rezistentní proti původci strupovitosti jabloně (gen Vf). K původci padlí jabloňového (*Podosphaera leucotricha*) je málo náchylná (Nesrsta 2011).

Ve vybraném produkčním sadu má tato odrůda celkovou výměru 1,36 ha. Výsadba Ametystu byla vysázena v roce 2006. Na podzim roku 2022 však započala její likvidace.

Braeburn

Braeburn je zimní odrůda původem z Nového Zélandu. Je křížencem odrůdy Lady Hamilton a druhá odrůda není přesně známa. Některé zdroje uvádí Granny Smith a jiné Coxovu renetu. Roste středně bujně. Plodí na krátkém rozvětveném obrostu. Plody jsou velké, pevné a těžké. Mají zelenožlutou barvu s červeným rozmytým žíháním. Braeburn má navinule sladkou chuť a je středně šťavnatý. Sklízí se na konci října a je skladovatelný až do května (Vysloužil 2015).

Výsadba v ovocném sadu má výměru 1,27 ha. Tato odrůda byla vysazena v roce 2005.

Cameo®

Cameo® je obchodní název odrůdy Caudle. Tato odrůda byla na konci 80. let 20. století objevena jako náhodný semenáč v ovocném sadu v USA. Pravděpodobně vznikla z odrůd Golden Delicious a Red Delicious. První komerční sady v Evropě byly vysázeny koncem 90. let minulého století ve Francii a Anglii. V současné době se Cameo® pěstuje také v Německu, Švýcarsku, České republice, a i v Polsku. Růst je středně bujný až bujný. Plody jsou středně velké až velké kuželovitého tvaru. Jablko odrůdy Cameo® je křehké, šťavnaté a poměr mezi cukrem a kyselostí je vyvážený. Existuje několik barevných mutací (např. Caufight, Caured nebo Cauval). Tato odrůda musí být pěstována v oblastech, kde jsou velké rozdíly mezi ranní a večerní teplotou během 2–3 týdnů před sklizní. To je důležité kvůli vybarvení plodů. Zraje začátkem října. Skladovatelnost je možná až do března (Anonym 7 2023).

Cameo® je náchylné na napadení patogenem *V. inaequalis* způsobujícím strupovitost jabloně. Proti padlí jabloňovému není nijak zvláště náchylné. Náchylné je na napadení původcem korové rakoviny, zvláště pokud jsou mladé stromy v zamokřeném prostředí. Tato odrůda je velmi náchylná na skládkové choroby, jelikož má otevřený kalich. Mezi skládkové choroby patří například fusariová hniloba jablek nebo kališní hniloba jablek (Anonym 7 2023).

V produkčním sadu byla tato odrůda vysazena v roce 2011 a má celkovou výměru 1,10 ha. Celá výsadba je pokryta protikroupovou sítí a je zde zhotovena kapková závlaha.

Early Gold

Letní odrůda, která tvarem připomíná odrůdu Golden Delicious. Plody jsou středně velké a žlutozelené. Toto jablko má sladce navinulou chuť a je poměrně šťavnaté. Sklízí se přibližně od poloviny srpna (Ludvík 2023).

Ve vybraném produkčním sadu má výměru 1,27 ha a byla vysazena v roce 2005.

Gala

Zimní odrůda Gala původem z Nového Zélandu je vhodná do teplých a středně teplých pěstitelských oblastí. Je to kříženec odrůd Kidd's Orange Red a Golden Delicious. Tato odrůda je slabě a středně bujně rostoucí. Plodí na krátkém dřevě ve shlucích, proto by měla být provedena důsledná probírka plodů. Plody jsou středně velké až velké kulovitěho tvaru. Základní barvou je žlutozelená, krycí je červená, forma žíhaná a mramorovaná. Chuť je nasládlá, středně šťavnatá a aromatická. Zrání přibližně koncem září. Skladovatelné až do února. Celkově je odolnost Galy proti původcům houbových chorob nízká. *K V. inaequalis* je silně náchylná a k původci padlí jabloňového středně (Nesrsta 2011).

Ve vybraném produkčním sadu se nachází na výměře 0,73 ha. Vysazena byla v roce 2014. Výsadba Galy je zaopatřena kapkovou závlahou a protikroupovými sítěmi.

Jonagored Supra

Zimní odrůda původem z Nizozemí je barevnou mutací odrůdy Jonagored. Je vhodná do teplých a středních pěstitelských oblastí. Jde o bujně rostoucí odrůdu. Plodí jak ve shlucích, tak i jednotlivě na krátkém dřevě. Plody jsou velké a vysoce kulovité. Základní barvu mají zelenožlutou, krycí červenou a formu rozmytou. Plody jsou navinule sladké chuti a středně šťavnaté. Zrají začátkem září. Tuto odrůdu lze skladovat do února. Celková odolnost proti houbovým chorobám je nízká (Nesrsta 2011).

V produkčním sadu je výsadba Jonagoredu rozdělena na dvě části. Výsadba, která je na obrázku č. 3 vlevo, byla vysazena v roce 2010 a její výměra je 1,10 ha. Výsadba z roku 2014, která se na obrázku č. 3 nachází vespod a uprostřed, má 0,45 ha. Obě tyto výsadby se nachází pod protikroupovou sítí a je u nich vybudována kapková závlaha.



Obrázek č. 5: Rozložení odrůd jableň ve vybraném ovocném sadu (zdroj: Mapy Google 2023)

4.4 Použité fungicidy

V této podkapitole je uveden výčet a popis využitých přípravků na ochranu rostlin proti původci strupovitosti jableň. Bylo použito celkem 10 přípravků. Na konci podkapitoly jsou dvě tabulky (tabulka č. 3 a č. 4), které jsou zpracovány z celkové evidence použitých přípravků na ochranu rostlin a hnojiv ve vybraném produkčním sadu za celou sezonu.

Belanty

Belanty je fungicid ve formě suspenzního koncentrátu sloužící na ochranu řepky olejky, cukrové řepy, slunečnice, kukuřice, jableň, hrušně, třešně, višně, slivoně, meruňky, broskvoně, révy vinné a brambor proti houbovým chorobám. Belanty je systémový fungicid. Účinnou látkou je mefentriflukonazol (75 g/l). Patří do skupiny triazolů. Blokuje biosyntézu ergosterolu, a to způsobuje inhibici růstu a narušuje buněčné membrány. Látka je rychle přijímána listy a pomalu se přemísťuje apikálně transpiračním proudem v rostlině. Účinek je preventivní i kurativní, jelikož přípravek zajišťuje kontrolu již vytvořených stadií patogena v rostlinném pletivu (Anonym 8 2023).

Delan® 700 WDG

Jedná se o kontaktní fungicid ze skupiny chinonů ve formě ve vodě dispergovatelných granulí. Používá se na ochranu jaderovin proti strupovitosti a třešňi a višňi proti skvrnitosti listů třešňi. Je povoleno jej minoritně použít v okrasných a ovocných školkách a okrasných rostlinách proti skvrnitostem listů, rzím a pravým plísním. Účinnou látkou je dithianon (ISO) o obsahu 700 g/kg. Tento fungicid zabraňuje klíčení spor hub. Pro vysokou účinnost je doporučeno vytvořit postřikový film na listech a pravidelně ošetřovat v intervalech v závislosti na průběhu počasí. Při ošetření proti původci strupovitosti vykazuje i eradikativní účinky, pokud byla aplikace provedena nejpozději do 48 hodin po vzniku infekce (Anonym 9 2022).

Embrelia®

Embrelia® je fungicid ve formě suspenzního koncentrátu sloužící na ochranu jádřovin proti původcům strupovitosti a padlí. Obsahuje dvě účinné látky difenokonazol (40 g/l) ze skupiny triazolů a isopyrazam (100 g/l) ze skupiny SDHI fungicidů. Účinnost přípravku je především preventivní. Látka isopyrazam působí jako SDH inhibitor a působí především preventivně. V rámci procesu dýchání v mitochondriích inhibuje transport elektronů. Látka difenokonazol působí systémově. Ovlivňuje syntézu sterolů v buněčné membráně patogenů, což narušuje funkce membrány a následně dojde ke zničení hyf. Účinnost této látky je preventivní i kurativní (Anonym 10 2015). 31. 10. 2022 bylo ukončeno uvádění na trh a používání tohoto přípravku.

Laitane

Fungicidní přípravek Laitane ve formě suspenzního koncentrátu je určen na ochranu jádřovin proti původcům strupovitosti jabloně a hrušně a na ochranu révy vinné a hrachu proti plísni šedé. Účinnou látkou je pyrimethanil (400 g/l) ze skupiny AP fungicidů (anilino-pyrimidiny). Jedná se o systémový fungicid, který je inhibitorem biosyntézy methioninu. To vede k inhibici tvorby enzymů, které jsou nezbytné pro napadení rostlin patogenem. Po zaschnutí na listech je odolný proti smyvu deštěm a zajišťuje tak dlouhodobou ochranu rostliny. Dobrá účinnost tohoto přípravku je zajištěna i za nižších teplot. Účinek přípravku Laitane je preventivní a kurativní (Anonym 11 2023).

Luna® Care

Luna® Care je fungicidní přípravek na ochranu rostlin ve formě ve vodě dispergovatelných granulí. Zajišťuje foliární ochranu jádřovin proti houbovým chorobám. Obsahuje dvě účinné látky, a to fluopyram (50 g/kg) ze skupiny SDHI fungicidů a fosetyl-Al (666 g/kg) ze skupiny fosfonátů. Tento přípravek má dva odlišné mechanismy účinku. Zasahuje do respiračního řetězce, kde inhibuje přenos elektronů a zároveň ovlivňuje metabolismus aminokyselin, skladbu bílkovin a posiluje odolnost rostlinných pletiv. Kromě toho omezuje ve vývojovém cyklu patogena klíčení spor, inhibuje růst klíčnicích vláken a haustorií, blokuje růst mycelia a z části omezuje sporulaci. Tento fungicid účinkuje především proti patogenům z tříd *Ascomycetes* a *Oomycetes* a některým bakteriím (např. *Pseudomonas* spp., *Erwinia amylovora*). Jde o systémový přípravek na ochranu rostlin. V rostlině se pohybuje jak akropetálně (xylémem) tak bazipetálně (floémem). Rostlina jej přijímá nadzemními částmi i kořeny. Účinek je především preventivní a nejlépe působí v době aktivního růstu rostlin. Dobře chrání mladé části rostlin (Anonym 12 2021).

Merpan 80 WG

Merpan 80 WG je fungicidní přípravek na ochranu rostlin ve formě ve vodě dispergovatelných granulí. Slouží k ochraně proti houbovým chorobám jádřovin, třešní, višní, okrasných rostlin, jahodníku, borůvek, maliníku, ostružiníku, rybízu, angreštu, okrasných a ovocných školek. Účinnou látkou je kaptan (800 g/kg) ze skupiny ftalimidů. Jde o kontaktní fungicidní přípravek, který potlačuje růst mycelia a sporulaci houbových organismů. Tento přípravek na ochranu rostlin je vyloučen z použití v ochranném pásmu II. stupně zdrojů povrchových vod (Anonym 13 2023).

Polyram WG

Fungicid ve formě ve vodě dispergovatelných granulí. Je určený na ochranu brambor proti plísni bramborové, jádrovin proti strupovitosti, révy vinné proti plísni révové a karafiátů proti rzi karafiátové. Pro menšinové použití jej lze využít do okrasných a ovocných školek a celeru bulvového. Metiram (700 g/kg) ze skupiny dithiokarbamatů je účinnou látkou tohoto přípravku. Jde o kontaktní fungicid s preventivním účinkem. Inaktivuje tvorbu bílkovin patogena. Metiram má nespecifický způsob účinku, jež narušuje různé esenciální procesy v buňkách patogena. To vede k silné inhibici spor (Anonym 14 2021).

Score® 250 EC

Jedná se o fungicidní přípravek ve formě emulgovatelného koncentrátu na ochranu jádrovin proti původci strupovitosti a celeru proti původci septoriózy celeru. Účinnou látkou je difenokonazol (250 g/l) ze skupiny DMI fungicidů. Tento přípravek na ochranu rostlin je systémový. V průběhu 24 hodin po ošetření proniká do rostliny prostřednictvím listů. Po uplynutí této doby již nemůže být smyt deštěm. Transport v rostlině probíhá akropetálně směrem k novým přírůstkům. Účinnost přípravku je preventivní a kurativní (Anonym 15 2022).

Vedette

Vedette je fungicidní přípravek ve formě emulgovatelného koncentrátu. Slouží na ochranu jabloní proti původci strupovitosti jabloně. Účinnou látkou je cyprodinil (300 g/l) ze skupiny AP fungicidů. Jedná se o systémový fungicid, který inhibuje biosyntézu metioninu. Účinek přípravku Vedette je preventivní a kurativní. Na rozdíl od jiných fungicidů (např. triazoly nebo strobiluriny) má odlišný mechanismus působení, proto není předpokládán vznik křížové rezistence. Účinná látka cyprodinil je rychle přijímána listy a poté translaminárně a akropetálně rozváděna rostlinou. Působí inhibičně na pronikání a růst mycelia v listech i na jejich povrchu. Pro tento přípravek platí vyloučení použití v ochranném pásmu II. stupně zdrojů povrchové vody (Anonym 16 2014).

Ventola

Ventola je fungicidní přípravek na ochranu rostlin ve formě ve vodě dispergovatelných granulí. Slouží k ochraně proti houbovým onemocněním jádrovin, rajčat, okrasných rostlin a školek. Jde o kontaktní fungicid ze skupiny ftalimidů, který obsahuje účinnou látku kaptan (800 g/kg). Tato účinná látka inhibuje růst mycelia a sporulaci houbových patogenů rostlin. Účinnost fungicidu Ventola je preventivní a kurativní. Pro tento přípravek platí vyloučení použití v ochranném pásmu II. stupně zdrojů povrchové vody (Anonym 17 2023).

V tabulce č. 3 je uvedena evidence aplikovaných přípravků proti původci strupovitosti. Všechny aplikace byly provedeny v tank-mixu. Z toho důvodu jsou v tabulce i další přípravky a hnojiva, které byly přítomny v postřikové jíše.

Pro odrůdy Cameo, Gala a Jonagored bylo provedeno celkem 16 postřiků za sezónu. Pro odrůdy Braeburn a Early Gold bylo provedeno celkem 19 postřiků za sezónu.

Tabulka č. 3: Evidence přípravků na ochranu rostlin pro odrůdy Braeburn, Cameo, Early Gold, Gala, Jonagored

| Datum aplikace | Přípravek | Údaje k aplikaci | Účel aplikace | Dávkování |
|----------------|-------------------------------------|------------------|---------------------|--|
| 1. 4. | Merpan 80 WG | TM | Strupovitost | 1,5 kg/ha |
| | Domark 10 EC | | Padlí | 0,25 l/ha |
| | Microtop | | Hnojivo | 17 kg/ha ¹⁾ 20 kg/ha ²⁾ |
| 8. 4. | Vedette | TM | Strupovitost | 0,5 l/ha |
| | Pirimor | | Mšice | 0,5 kg/ha |
| | Ventola | | Strupovitost | 1,88 kg/ha |
| | Sulfical | | Hnojivo | 6,8 l/ha ¹⁾ 5,5 l/ha ²⁾ |
| 12. 4. | Laitane | TM | Strupovitost | 1,1 l/ha |
| | Ventola | | Strupovitost | 1,88 l/ha |
| | Basfoliar activ | | Hnojivo | 3 l/ha ¹⁾ 3,3 l/ha ²⁾ |
| 16. 4. | Vedette¹⁾ | TM | Strupovitost | 0,5 l/ha |
| | Laitane²⁾ | | Strupovitost | 1,1 l/ha |
| | Polyram WG | | Strupovitost | 2,4 kg/ha |
| | Microtop ²⁾ | | Hnojivo | 20 kg/ha |
| 21. 4. | Score 250 EC | TM | Strupovitost | 0,2 l/ha |
| | Polyram WG²⁾ | | Strupovitost | 1,7 kg/ha |
| | Teppeki | | Mšice | 0,14 kg/ha |
| 25. 4. | Topas 100 EC ¹⁾ | TM | Padlí | 0,5 t/ha |
| | Difo ²⁾ | | Padlí | 0,2 t/ha |
| | Ventola | | Strupovitost | 1,88 kg/ha |
| | Bortrac ¹⁾ | | Hnojivo | 1 l/ha |
| | Zintrac ²⁾ | | Hnojivo | 0,8 l/ha |
| 30. 4. | Sercadis | TM | Padlí | 0,25 l/ha |
| | Ventola | | Strupovitost | 1,88 kg/ha |
| | Basfoliar Combi-Stipp ¹⁾ | | Hnojivo | 6 l/ha |
| | Bortrac ²⁾ | | Hnojivo | 1 l/ha |
| 5. 5. | Ventola¹⁾ | TM | Strupovitost | 1,88 kg/ha |
| | Delan 700 WDG²⁾ | | Strupovitost | 0,74 kg/ha |
| | Score 250 EC | | Strupovitost | 0,2 l/ha |
| | Zintrac ¹⁾ | | Hnojivo | 0,8 l/ha |

| | | | | |
|----------------------|-------------------------------------|------------------|---------------------|--|
| | Stopit ²⁾ | | Hnojivo | 10 l/ha |
| 9. 5. ²⁾ | Sercadis | TM | Padlí | 0,25 l/ha |
| | Ventola | | Strupovitost | 1,88 kg/ha |
| | Basfoliar Combi-Stipp | | Hnojivo | 6 l/ha |
| 13. 5. ²⁾ | Belanty | TM | Strupovitost | 1,84 l/ha |
| | Regalis plus | | Retardace rústu | 1,10 kg/ha |
| 18. 5. | Topas 100 EC | TM | Padlí | 0,5 l/ha |
| | Ventola | | Strupovitost | 1,88 kg/ha |
| | Coragen 20 SC | | Obaleči | 0,14 l/ha |
| | Seniphos ¹⁾ | | Hnojivo | 8 l/ha |
| | Basfoliar Combi-Stipp ²⁾ | | Hnojivo | 6 l/ha |
| 22. 5. | Embrelia | TM | Strupovitost | 1,50 l/ha |
| | Microtop ¹⁾ | | Hnojivo | 17 kg/ha |
| | Bortrac ²⁾ | | Hnojivo | 1 l/ha |
| 27. 5. | Domark 10 EC | TM | Padlí | 0,25 l/ha |
| | Ventola | | Strupovitost | 1,88 kg/ha |
| | Frutrel | | Hnojivo | 7 l/ha |
| 2. 6. | Luna Care | TM | Strupovitost | 2,7 kg/ha¹⁾ 3 kg/ha²⁾ |
| | Aceptir | | Obaleči | 0,2 l/ha |
| | Basfoliar Combi-Stipp ¹⁾ | | Hnojivo | 7 l/ha |
| 7. 6. | Ventola | TM | Strupovitost | 1,88 kg/ha |
| | Score 250 EC | | Padlí | 0,2 l/ha |
| | Stopit ¹⁾ | | Hnojivo | 10 l/ha |
| 13. 6. | Movento 100 SC ¹⁾ | TM | Štítenky | 2,25 l/ha |
| | Ventola¹⁾ | | Strupovitost | 1,88 kg/ha |
| | Belanty²⁾ | | Strupovitost | 1,84 kg/ha |
| | Stopit | | Hnojivo | 10 l/ha |
| 20. 6. ²⁾ | Ventola | - | Strupovitost | 1,88 kg/ha |
| 27. 6. | Ventola | TM ¹⁾ | Strupovitost | 1,88 kg/ha |
| | Stopit ¹⁾ | | Hnojivo | 10 l/ha |
| 5. 7. | Merpan 80 WG | TM | Strupovitost | 1,5 kg/ha |
| | Aceptir | | Obaleči | 0,2 l/ha |
| | Stopit ¹⁾ | | Hnojivo | 10 l/ha |

1) Platí pouze pro odrůdy Cameo, Gala, Jonagored

2) Platí pouze pro odrůdy Braeburn, Early Gold

TM – tank-mix aplikace

Pokud není uvedeno jinak, platí pro všechny odrůdy

Aplikované přípravky proti původci strupovitosti u odrůdy Ametyst jsou zaznamenány v tabulce č. 4. Za celou sezonu byly u této odrůdy provedeny celkem 2 postřiky.

Tabulka č. 4: Evidence přípravků na ochranu rostlin pro odrůdu Ametyst

| Datum aplikace | Přípravek | Údaje k aplikaci | Účel aplikace | Dávkování |
|----------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|
| 20. 5. | Embrelia | TM | Strupovitost | 0,34 l/ha |
| | Aceptir | | Obaleči | 0,19 l/ha |
| 15. 6. | Score 250 EC | TM | Strupovitost | 0,17 l/ha |
| | Aceptir | | Obaleči | 0,19 l/ha |

4.5 Metodika hodnocení napadení listů

Bylo hodnoceno 20 listů na vybrané větvi a 20 náhodných listů na stejném stromě. Pro hodnocení napadení listů byla využita stupnice v rozmezí 0–4 dle Výzkumného a šlechtitelského ústavu ovocnářského v Holovousech. Listy byly hodnoceny před každým provedením aplikace fungicidů v porostu.

Stupnice hodnocení napadení listů dle VŠÚO:

- 0) Bez napadení
- 1) 1–2 malé skvrny nebo 25 mm² povrchu napadeno
- 2) 3–4 malé skvrny nebo 1 velká skvrna (napadeno do 100 mm²)
- 3) 5–10 malých skvrn nebo 5 velkých skvrn (napadeno do 400 mm²)
- 4) Více než 400 mm² povrchu napadeno

4.6 Metodika hodnocení napadení plodů

Na předem vybraných stromech, kde byly hodnoceny listy, bylo hodnoceno vždy 40 náhodných plodů. Existují dvě různé metody hodnocení napadení plodů. První metoda je třibodová pro registrační pokusy. Druhá metoda je v rozmezí 0–5 a využívá se pro detailnější rozlišení intenzity napadení.

Stupnice metody pro registrační pokusy:

- 1) Bez napadení
- 2) 1–3 skvrny na plodu
- 3) Více než 3 skvrny na plodu

Stupnice metody pro detailnější rozlišení intenzity napadení dle VŠÚO:

- 0) Zdravé plody
- 1) Plocha veškerých strupovitých skvrn na plodu nepřesahuje 25 mm²
- 2) Plocha veškerých strupovitých skvrn na plodu nepřesahuje 100 mm²
- 3) Plocha veškerých strupovitých skvrn na plodu nepřesahuje 400 mm²
- 4) Plocha veškerých strupovitých skvrn na plodu je větší než 400 mm² nebo je skvrn méně, ale plody jsou rozpraskané a zdeformované strupovitostí jabloní

5 Výsledky

V následujících podkapitolách jsou vyobrazeny výsledky sledování výskytu původce strupovitosti jabloně na listech a plodech na vybraných stromech jednotlivých odrůd. Celkový monitoring byl proveden od dubna až do sklizně jednotlivých odrůd. Zároveň jsou v této kapitole uvedeny výstupy z meteostanice.

5.1 Výsledky monitoringu patogena na listech

V této podkapitole se nachází celkem šest tabulek. Každá tabulka pojednává o jedné odrůdě a znázorňuje výsledky sledování výskytu symptomů způsobené původcem strupovitosti jabloně na listech vybraných stromů. Sledování bylo prováděno před každým postřikem.

Tabulka č. 5 vyobrazuje průměrný počet listů na letní rezistentní odrůdě Ametyst s příznaky strupovitosti. Z výsledků je patrné, že na listech vybraných větví a ani na náhodně vybraných listech nebyly zjištěny žádné symptomy strupovitosti jabloně.

Tabulka č. 5: Počet listů odrůdy Ametyst napadených patogenem *V. inaequalis*

| Ametyst | | |
|---------|---------------------------------|----------------------------------|
| Strom | Napadené listy na vybrané větvi | Napadené listy (náhodně vybrané) |
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 |

Ani u odrůdy Braeburn nebyly nalezeny příznaky strupovitosti jabloně na listech. Vše je zaznamenáno v tabulce č. 6.

Tabulka č. 6: Počet listů odrůdy Braeburn napadených patogenem *V. inaequalis*

| Braeburn | | |
|----------|---------------------------------|----------------------------------|
| Strom | Napadené listy na vybrané větvi | Napadené listy (náhodně vybrané) |
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 |

Odrůda jabloně Cameo je k původci strupovitosti jabloně náchylná, avšak na listech vybraných stromů nebyly zpozorovány a zaznamenány symptomy strupovitosti jabloně (viz. tabulka č. 7).

Tabulka č. 7: Počet listů odrůdy Cameo napadených patogenem *V. inaequalis*

| Cameo | | |
|-------|---------------------------------|----------------------------------|
| Strom | Napadené listy na vybrané větvi | Napadené listy (náhodně vybrané) |
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 |

V tabulce č. 8 jsou zaznamenány výsledky výskytu příznaků strupovitosti jabloně na listech letní odrůdy Early Gold, kde na všech vybraných listech nebyly zjištěny žádné příznaky způsobené patogenem *V. inaequalis*.

Tabulka č. 8: Počet listů odrůdy Early Gold napadených patogenem *V. inaequalis*

| Early Gold | | |
|------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Strom | Napadené listy na vybrané větvi | Napadené listy (náhodně vybrané) |
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 |

Listy napadené původcem choroby nebyly zjištěny ani u odrůdy Gala (viz. tabulka č. 9).

Tabulka č. 9: Počet listů odrůdy Gala napadených patogenem *V. inaequalis*

| Gala | | |
|-------|---------------------------------|----------------------------------|
| Strom | Napadené listy na vybrané větvi | Napadené listy (náhodně vybrané) |
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 |

Vybrané stromy odrůdy Jonagored, o jejíž výsledcích pojednává tabulka č. 10, též nebyly napadeny patogenem *V. inaequalis*.

Tabulka č. 10: Počet listů odrůdy Jonagored napadených patogenem *V. inaequalis*

| Jonagored | | |
|-----------|---------------------------------|----------------------------------|
| Strom | Napadené listy na vybrané větvi | Napadené listy (náhodně vybrané) |
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 |

Z této části monitoringu je zjevné, že na listech vybraných stromů nebyly zpozorovány a zaznamenány žádné symptomy choroby strupovitosti jabloně. Dle VŠÚO stupnice hodnocení napadení listů jsou všechny výsledky na stupni 0, tj. bez napadení. Dalo by se tedy říci, že ochrana proti primární infekci strupovitosti jabloně byla úspěšně provedena. Samozřejmě záleží i na dalších faktorech, které vznik infekce ovlivňují.

Vzhledem k tomu, že nebyly nalezeny symptomy patogenu *V. inaequalis* na listech, nebylo možné získat izoláty *V. inaequalis* z tohoto sadu a následně provést laboratorní testy na citlivost vůči vybraných fungicidním látkám u tohoto patogena.

5.2 Výsledky monitoringu patogena na plodech

V podkapitole 5.2 je opět šest tabulek, které jsou vytvořeny pro jednotlivé odrůdy. V tabulkách jsou zaznamenány počty napadených plodů na vybraných stromech. U každé odrůdy bylo hodnoceno celkem 240 plodů, tedy 40 plodů z jednoho stromu.

Výsledky napadení plodů odrůdy Ametyst jsou zaznamenány v tabulce č. 11. U této odrůdy bylo celkem nalezeno 10 plodů s příznaky původce choroby. Z toho bylo 5 napadených plodů na druhém stromě, 1 plod byl na pátém stromě a 4 plody byly napadeny na šestém stromě.

Tabulka č. 11: Počet plodů odrůdy Ametyst napadených patogenem *V. inaequalis*

| Ametyst | |
|---------|------------------------|
| Strom | Počet napadených plodů |
| 1 | 0 |
| 2 | 5 |
| 3 | 0 |
| 4 | 0 |
| 5 | 1 |
| 6 | 4 |

U hodnoceného druhého stromu měl plod č. 1 jednu skvrnu. Podle stupnice pro registrační pokusy se jedná o stupeň 2) 1–3 skvrny na plodu. Tato skvrna nebyla větší než 25 mm^2 , tedy podle stupnice pro detailnější rozlišení intenzity napadení se jedná o stupeň 1), tj. plocha veškerých strupovitých skvrn na plodu nepřesahuje 25 mm^2 . U plodů č. 2 a 3 byly na každém z nich detekovány čtyři skvrny. Dle první stupnice se jedná o stupeň 3), tj. více než 3 skvrny na plodu. U plodu č. 2 plocha skvrn přesáhla 100 mm^2 a u druhé stupnice se řadí do stupně 3), tj. plocha veškerých strupovitých skvrn na plodu nepřesahuje 400 mm^2 . U plodu č. 3 nebyla plocha napadení větší než 100 mm^2 a řadí se tak do stupně 2), kdy plocha veškerých strupovitých skvrn na plodu nepřesahuje 100 mm^2 . Na plodech č. 4 a 5 byly zaznamenány na každém plodu 3 skvrny. Podle první stupnice jde o stupeň 2) 1–3 skvrny na plodu. Podle druhé stupnice jde u plodu č. 4 o stupeň 1), tj. plocha veškerých strupovitých skvrn na plodu nepřesahuje 25 mm^2 , jelikož plocha skvrn nepřesáhla 25 mm^2 . U plodu č. 5 se jedná o stupeň 2), kdy plocha veškerých strupovitých skvrn na plodu nepřesahuje 100 mm^2 . Pro lepší přehled jsou zmíněné údaje zaznamenány v tabulce č. 12.

Tabulka č. 12 také udává, že na pátém stromě byl nalezen jeden plod se symptomy strupovitosti jabloně. Na plodu byly celkem 2 skvrny, které nepřesahovaly 25 mm^2 plochy plodu. Dle první stupnice se jedná o stupeň 2) a dle druhé stupnice se jedná o stupeň 1).

U šestého stromu na jednotlivých plodech č. 2, 3 a 4 nebyly zaznamenány více než 3 skvrny, a proto mají stupeň 2) 1–3 skvrny na plodu dle metody pro registrační pokusy. Na plodu č. 1 byly více než 3 skvrny a řadí se do stupnice 3) více než 3 skvrny na plodu. Dále můžeme v tabulce č. 12 vidět hodnocení metodou pro detailnější rozlišení intenzity napadení. Plody č. 1 a 2 mají stupeň 2), jelikož plocha veškerých skvrn nepřesáhla více než 100 mm^2 . Plod č. 3 se řadí do stupně 1), protože skvrny na tomto plodu nepřesáhly plochu 25 mm^2 . U plodu č. 4 byla plocha skvrn přes 100 mm^2 , proto se řadí pod stupeň 3), kdy plocha veškerých strupovitých skvrn na plodu nepřesahuje 400 mm^2 .

Tabulka č. 12: Vyhodnocení intenzity napadení plodů patogenem *V. inaequalis* na druhém stromě odrůdy Ametyst

| Číslo stromu | Číslo napadeného plodu | Stupnice pro registrační pokusy | Stupnice pro detailnější rozlišení intenzity napadení |
|--------------|------------------------|---------------------------------|---|
| 2 | 1 | 2) 1–3 skvrny na plodu | 1) Plocha veškerých strupovitých skvrn na plodu nepřesahuje 25 mm ² |
| | 2 | 3) Více než 3 skvrny na plodu | 3) Plocha veškerých strupovitých skvrn na plodu nepřesahuje 400 mm ² |
| | 3 | 3) Více než 3 skvrny na plodu | 2) Plocha veškerých strupovitých skvrn na plodu nepřesahuje 100 mm ² |
| | 4 | 2) 1–3 skvrny na plodu | 1) Plocha veškerých strupovitých skvrn na plodu nepřesahuje 25 mm ² |
| | 5 | 2) 1–3 skvrny na plodu | 2) Plocha veškerých strupovitých skvrn na plodu nepřesahuje 100 mm ² |
| 5 | 1 | 2) 1–3 skvrny na plodu | 1) Plocha veškerých strupovitých skvrn na plodu nepřesahuje 25 mm ² |
| 6 | 1 | 3) Více než 3 skvrny na plodu | 2) Plocha veškerých strupovitých skvrn na plodu nepřesahuje 100 mm ² |
| | 2 | 2) 1–3 skvrny na plodu | 2) Plocha veškerých strupovitých skvrn na plodu nepřesahuje 100 mm ² |
| | 3 | 2) 1–3 skvrny na plodu | 1) Plocha veškerých strupovitých skvrn na plodu nepřesahuje 25 mm ² |
| | 4 | 2) 1–3 skvrny na plodu | 3) Plocha veškerých strupovitých skvrn na plodu nepřesahuje 400 mm ² |

Symptomy u odrůdy Braeburn byly objeveny na jednom plodu z celkových 240 hodnocených plodů (viz. tabulka č. 13).

Tabulka č. 13: Počet plodů odrůdy Braeburn napadených patogenem *V. inaequalis*

| Braeburn | |
|----------|------------------------|
| Strom | Počet napadených plodů |
| 1 | 0 |
| 2 | 0 |
| 3 | 0 |
| 4 | 0 |
| 5 | 1 |
| 6 | 0 |

Tento jeden plod z pátého stromu měl jednu skvrnu. Dle stupnice pro registrační pokusy se jedná o stupeň 2) 1–3 skvrny na plodu. Tato skvrna byla větší než 100 mm², a proto dle stupnice pro detailnější rozlišení intenzity napadení se jedná o stupeň 3), tj. plocha veškerých strupovitých skvrn na plodu nepřesahuje 400 mm². Tento výsledek je zaznamenán v tabulce č. 14.

Tabulka č. 14: Vyhodnocení intenzity napadení plodů patogenem *V. inaequalis* na pátém stromě odrůdy Braeburn

| Číslo napadeného plodu | Stupnice pro registrační pokusy | Stupnice pro detailnější rozlišení intenzity napadení |
|------------------------|---------------------------------|---|
| 1 | 2) 1–3 skvrny na plodu | 3) Plocha veškerých strupovitých skvrn na plodu nepřesahuje 400 mm ² |

Symptomy strupovitosti jabloně na plodech vybraných stromů odrůdy Cameo nebyly během monitoringu pozorovány (viz. tabulka 15).

Tabulka č. 15: Počet plodů odrůdy Cameo napadených patogenem *V. inaequalis*

| Cameo | |
|-------|------------------------|
| Strom | Počet napadených plodů |
| 1 | 0 |
| 2 | 0 |
| 3 | 0 |
| 4 | 0 |
| 5 | 0 |
| 6 | 0 |

V tabulce č. 16 je zaznamenán výskyt symptomů choroby u letní odrůdy Early Gold. Symptomy byly objeveny na jednom plodu z celkových 240 hodnocených plodů.

Tabulka č. 16: Počet plodů odrůdy Early Gold napadených patogenem *V. inaequalis*

| Early Gold | |
|------------|------------------------|
| Strom | Počet napadených plodů |
| 1 | 1 |
| 2 | 0 |
| 3 | 0 |
| 4 | 0 |
| 5 | 0 |
| 6 | 0 |

Na prvním stromě byl objeven plod, který měl celkem dvě skvrny. Dle stupnice pro registrační pokusy se jedná o stupeň 2) 1–3 skvrny na plodu. Dohromady tyto skvrny byly větší než 100 mm², a proto dle stupnice pro detailnější rozlišení intenzity napadení se jedná o stupeň 3), tj. plocha veškerých strupovitých skvrn na plodu nepřesahuje 400 mm² (viz. tabulka č. 17).

Tabulka č. 17: Vyhodnocení intenzity napadení plodů patogenem *V. inaequalis* na prvním stromě odrůdy Early Gold

| Číslo napadeného plodu | Stupnice pro registrační pokusy | Stupnice pro detailnější rozlišení intenzity napadení |
|------------------------|---------------------------------|---|
| 1 | 2) 1–3 skvrny na plodu | 3) Plocha veškerých strupovitých skvrn na plodu nepřesahuje 400 mm ² |

V tabulce č. 18 je zaznamenán výskyt symptomů na plodech vybraných stromů odrůdy Gala. Napaden nebyl žádný z hodnocených plodů.

Tabulka č. 18: Počet plodů odrůdy Gala napadených patogenem *V. inaequalis*

| Gala | |
|-------|------------------------|
| Strom | Počet napadených plodů |
| 1 | 0 |
| 2 | 0 |
| 3 | 0 |
| 4 | 0 |
| 5 | 0 |
| 6 | 0 |

Stejně jako u předchozí odrůdy ani na vybraných stromech odrůdy Jonagored žádné plody neměly symptomy strupovitosti jabloně (viz. tabulka č. 19).

Tabulka č. 19: Počet plodů odrůdy Jonagored napadených patogenem *V. inaequalis*

| Jonagored | |
|-----------|------------------------|
| Strom | Počet napadených plodů |
| 1 | 0 |
| 2 | 0 |
| 3 | 0 |
| 4 | 0 |
| 5 | 0 |
| 6 | 0 |

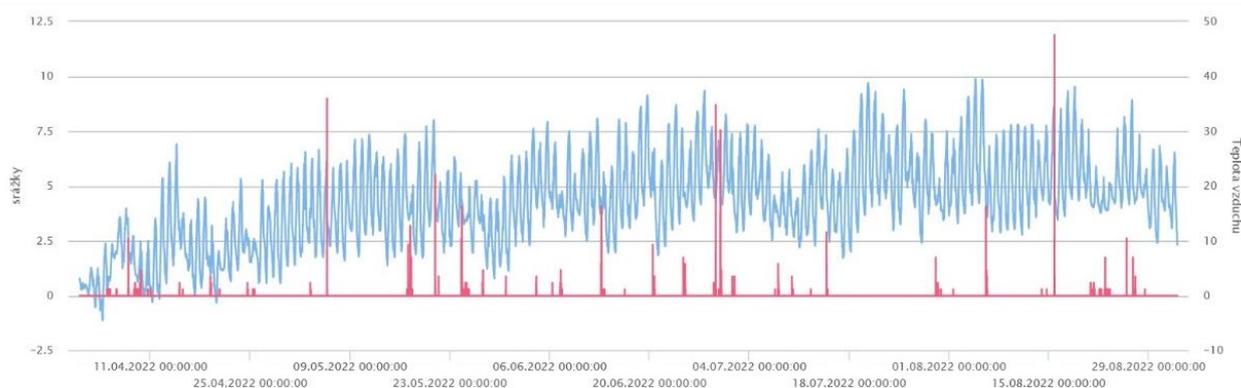
Z celkových 1 440 hodnocených plodů bylo napadeno původcem strupovitosti jabloně 12 plodů. Nejvíce napadených plodů (10) bylo detekováno u rezistentní odrůdy Ametyst. U některých stromů byla prolomena rezistence této odrůdy. Tomu mohlo předcházet několik různých faktorů jako například stáří výsadby, minimalizace postřiků na pouhé 2 za celou sezónu nebo větší hustota porostu. Možný faktor mohly hrát i okolní zahrady, ze kterých se mohla infekce šířit. Další dva plody napadené patogenem *V. inaequalis* byly nalezeny u stromů odrůd Early Gold a Braeburn, které jsou přibližně stejně staré jako stromy odrůdy Ametyst.

Výsledky získané v rámci sledování výskytu symptomů choroby strupovitosti jabloně na listech a plodech vybraných stromů nelze k jejich charakteru statisticky vyhodnotit.

5.3 Data z meteostanice

Ve vybraném produkčním sadu se ochrana proti původci strupovitosti řídila dle signalizace z meteostanice a poté hlavně dle předpovědi počasí. Využívaná meteostanice je od firmy AMET – sdružení Litschmann + Suchý. Tato meteostanice má zařízení pro vypočtení sumy efektivních teplot (SET) a shromažďuje tak informace o stanovené sumě pro původce strupovitost jabloně. SET pro výskyt původce strupovitosti jabloně je stanoven na 300 °C a je počítána od počátku daného roku. Kromě strupovitosti jabloně je sledován i vývoj, na základě SET, patogena *Erwinia amylovora* nebo škůdců jako je květopas jabloňový nebo různých druhů obalečů. Ochrana proti možným infekcím se provádí dle předpovědi počasí, pokud jsou předpovězeny nějaké srážky či nikoliv. Předpověď počasí sice meteostanice neprovádí, ale měří teplotu vzduchu a úhrn srážek (viz. graf č. 1). Též meteostanice měří relativní vlhkost vzduchu a umí změřit délku ovlhčení listu. Se všemi těmito informacemi meteostanice pracuje dále a díky dalším počítačovým programům dokáže signalizovat infekce způsobené původcem strupovitosti jabloně. Tyto informace zaznamenává do tabulky (viz. tabulka č. 22) a grafu (viz. graf č. 2).

Na grafu č. 1 znázorňují modré křivky teplotu a červené sloupce úhrn srážek od 1. 4. do 1. 9. 2022. Data jsou zaznamenávána v 15minutových intervalech. Celková suma úhrnu srážek pro toto období byla 282,16 mm. Průměrná teplota za celé období byla 17 °C.



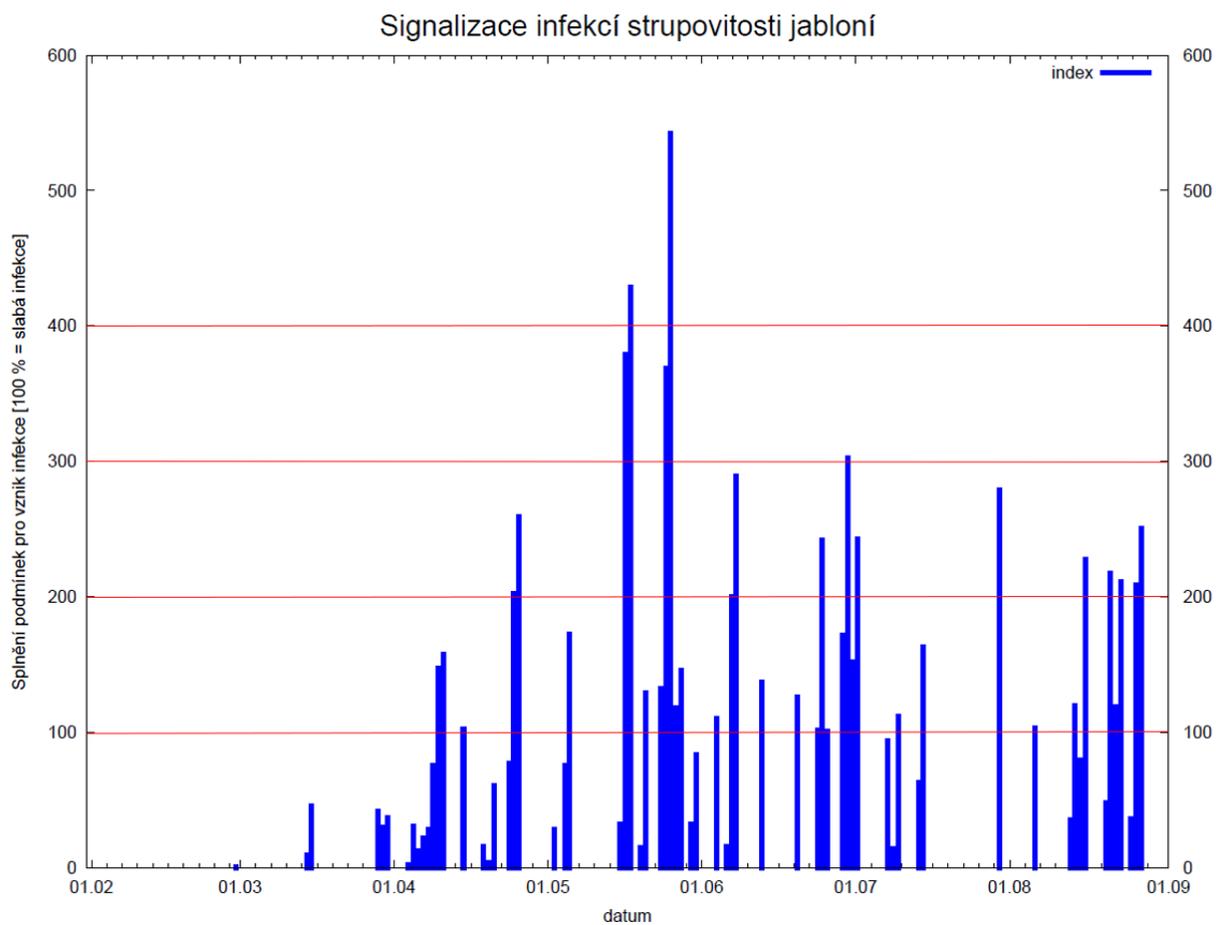
Graf č. 1: Data z meteostanice o srážkách a teplotě za období 1. 4. – 1. 9. 2022 (zdroj: AMET 2022)

Tabulka č. 20 je přehledem veškerých infekcí způsobených původcem strupovitosti jabloně nad 85 %. Nejnižší hodnota, která je v tabulce zaznamenána je 87 %. V tabulce je vidět datum a čas počátku i konce doby ovlhčení listu. Vypočtená délka ovlhčení listu v hodinách je v šestém sloupci tabulky. V pátém sloupci je zaznamenána průměrná teplota (°C), která je též důležitá pro rozvoj infekce. Kritická délka ovlhčení listu (hod) je doba, která je potřebná pro rozvoj infekce při určité průměrné teplotě. Jedná se o hodnotu, která byla vzata z upravené Millsovy tabulky, na jejímž principu tato signalizace funguje. V předposledním sloupci je index síly infekce v procentech. Pokud je index infekce 100 %, znamená to, že byly splněny všechny podmínky pro rozvoj infekce a při této hodnotě se jedná o slabou infekci. V poslední kolonce je zaznamenán datum konce inkubační doby rozvoje patogena. To je teoretický výpočet data, kdy by se mohly objevit příznaky choroby v porostu v případě, že byly splněny všechny podmínky infekce.

Tabulka č. 20: Přehled signalizace infekcí strupovitosti jabloně z meteostanice (zdroj: AMET 2022)

| počátek | | konec | | průměrná teplota [°C] | délka ovlhčení [hod] | kritická délka [hod] | index [%] | konec ink. doby |
|------------|-------|--------|-------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| datum | čas | datum | čas | | | | | |
| 8.04.2022 | 15:45 | 11.04. | 10:04 | 3.3 | 66.0 | 41.9 | 157.4 | 23.04. |
| 15.04.2022 | 0:00 | 15.04. | 10:04 | 10.6 | 10.0 | 9.8 | 102.6 | 29.04. |
| 24.04.2022 | 12:30 | 26.04. | 8:05 | 7.4 | 44.0 | 16.6 | 264.5 | 6.05. |
| 5.05.2022 | 16:45 | 6.05. | 8:05 | 11.6 | 15.0 | 8.7 | 172.5 | 15.05. |
| 16.05.2022 | 20:45 | 18.05. | 4:05 | 14.1 | 32.0 | 7.3 | 439.3 | 25.05. |
| 20.05.2022 | 21:30 | 21.05. | 7:05 | 15.0 | 9.0 | 7.0 | 129.1 | 31.05. |
| 24.05.2022 | 13:15 | 26.05. | 6:06 | 13.9 | 40.0 | 7.4 | 542.5 | 3.06. |
| 27.05.2022 | 12:30 | 28.05. | 4:06 | 10.0 | 16.0 | 10.6 | 150.5 | 6.06. |
| 30.05.2022 | 19:00 | 31.05. | 8:06 | 8.0 | 13.0 | 14.9 | 87.5 | 8.06. |
| 4.06.2022 | 1:00 | 4.06. | 8:06 | 17.2 | 7.0 | 6.3 | 111.3 | 12.06. |
| 7.06.2022 | 10:00 | 8.06. | 6:06 | 15.1 | 20.0 | 6.9 | 288.9 | 16.06. |
| 13.06.2022 | 1:30 | 13.06. | 15:06 | 17.4 | 14.0 | 6.2 | 224.7 | 21.06. |
| 20.06.2022 | 9:45 | 20.06. | 17:06 | 21.7 | 7.0 | 5.6 | 125.9 | 27.06. |
| 24.06.2022 | 16:30 | 25.06. | 8:06 | 17.6 | 16.0 | 6.2 | 259.4 | 30.06. |
| 25.06.2022 | 23:15 | 26.06. | 7:07 | 15.1 | 7.0 | 6.9 | 101.2 | 1.07. |
| 28.06.2022 | 23:15 | 29.06. | 10:07 | 19.1 | 11.0 | 5.8 | 190.3 | 5.07. |
| 29.06.2022 | 15:45 | 30.06. | 9:07 | 19.8 | 17.0 | 5.6 | 302.4 | 6.07. |
| 1.07.2022 | 13:30 | 2.07. | 6:07 | 16.1 | 17.0 | 6.6 | 257.0 | 9.07. |
| 7.07.2022 | 23:15 | 8.07. | 7:07 | 13.6 | 8.0 | 7.5 | 107.1 | 16.07. |
| 9.07.2022 | 21:45 | 10.07. | 7:07 | 12.6 | 9.0 | 8.0 | 112.3 | 18.07. |
| 14.07.2022 | 19:00 | 15.07. | 7:07 | 13.9 | 12.0 | 7.4 | 163.1 | 21.07. |
| 30.07.2022 | 2:15 | 30.07. | 20:08 | 17.8 | 18.0 | 6.1 | 294.5 | 5.08. |
| 6.08.2022 | 3:30 | 6.08. | 11:08 | 15.5 | 7.0 | 6.8 | 103.0 | 13.08. |
| 13.08.2022 | 21:00 | 14.08. | 4:08 | 18.9 | 7.0 | 5.8 | 120.1 | 19.08. |
| 15.08.2022 | 17:45 | 16.08. | 9:08 | 16.3 | 15.0 | 6.5 | 229.1 | 21.08. |
| 20.08.2022 | 19:45 | 21.08. | 10:08 | 16.7 | 14.0 | 6.4 | 217.4 | 27.08. |
| 22.08.2022 | 1:30 | 22.08. | 10:08 | 15.8 | 8.0 | 6.7 | 119.1 | 30.08. |
| 22.08.2022 | 20:00 | 23.08. | 10:08 | 16.1 | 14.0 | 6.6 | 212.0 | 30.08. |
| 25.08.2022 | 20:45 | 26.08. | 9:09 | 19.2 | 12.0 | 5.7 | 208.8 | 2.09. |
| 26.08.2022 | 18:30 | 27.08. | 10:09 | 18.3 | 15.0 | 6.0 | 250.4 | 3.09. |

Pro lepší vizualizaci přehledu signalizace infekcí (viz. tabulka č. 22) meteostanice vytváří i graf signalizace infekcí (graf č. 2). V tomto grafu jsou zaznamenány i hodnoty podmínek infekcí, které nedosáhly ani 85 %. Nejlepší podmínky pro vznik infekce byly od 24. 5. do 26. 5., kdy byla průměrná teplota 13,9 °C a kritická délka ovlhčení listů 7,4 hodin. Reálná délka ovlhčení byla 40 hodin, a proto byl index 542,5 %. V sezoně 2022 se jednalo o nejsilnější infekci. Celkově lze zhodnotit, že nejsilnější infekce v uplynulé sezoně proběhly v druhé polovině května.



Graf č. 2: Signalizace infekcí strupovitosti jabloně od února do září 2022 (zdroj: AMET 2022)

6 Diskuze

Tato diplomová práce sleduje výskyt symptomů patogena *V. inaequalis* v jabloňovém sadu na listech a plodech vybraných stromů. Cílem bylo vyhodnotit, zda ochranná opatření a jejich účinnost a načasování bylo dostatečné. Celkově lze z výsledků tohoto sledování usoudit, že byla ochranná opatření, konkrétně aplikace fungicidů, včasná a účinná, jelikož výskyt příznaků choroby byl minimální. Hlavní problém vidím v tom, že neexistuje žádný dlouhodobý záznam o monitoringu výskytu původce strupovitosti jabloně v tomto konkrétním ovocném sadu, a tak jsou k dispozici pouze data zaznamenaná v roce 2022. Z tohoto důvodu bych pro lepší porovnání výsledků mezi jednotlivými lety doporučila v tomto monitoringu nadále pokračovat. Dle Ludvíka (2023) byl ve vybraném ovocném sadu silný výskyt symptomů strupovitosti jabloně v roce 2020. Nejvíce napadené byly odrůdy Cameo a Braeburn. Rezistentní odrůda Ametyst byla bez výskytu jakýchkoliv symptomů. V témže roce od 1. 4. do 1. 9. byl dle vlastní meteostanice úhrn srážek 413,83 mm a průměrná teplota v tomto období byla 16,1 °C. V roce 2022 ve stejném časovém období byla průměrná teplota 17 °C a úhrn srážek 282,16 mm, což je o 131,67 mm méně než v roce 2020. Z porovnání úhrnů srážek plyne, že rok 2020 byl příznivější pro výskyt původce choroby než rok 2022.

V roce 2022 dle Ackermanna (2023) byl výskyt patogena *V. inaequalis* ovlivněn především srážkami ve druhé polovině dubna a v červnu. Duben vykazoval méně příznivé podmínky pro výskyt patogena, jelikož byly nízké teploty a minimální dešťové srážky. Příznivější podmínky byly až v druhé polovině května a na začátku června. V tomto období byly opakované a vydatnější srážky a nastaly tak vhodné podmínky pro infekci. Pro vybraný produkční sad tyto výroky lze potvrdit výstupy z vlastní meteostanice. V podkapitole 5.3 Data z meteostanice je graf č. 1, na kterém je vidět, že v druhé polovině května byly opakované a vydatnější srážky. Na grafu č. 2, který je vizuálem tabulky č. 20, jsou zaznamenány nejsilnější infekce právě ve zmíněném období.

Výsledky první části sledování výskytu patogena *V. inaequalis* vyšly tak, že na listech vybraných stromů nebyly nalezeny žádné symptomy. To ale neznamená, že se symptomy na listech nevyskytovaly na žádných stromech v celém sadu. I tak lze říct, že pravděpodobně bylo napadených listů minimum a do další sezony je potenciální zásoba askospor minimální.

Druhá část pokusu zahrnovala i sledování výskytu příznaků choroby na plodech. U tří odrůd, konkrétně Cameo, Gala a Jonagored, nebyly objeveny žádné příznaky na plodech až do sklizně. U dalších tří odrůd bylo několik plodů s příznaky choroby nalezeno. Nejvíce jich však bylo u letní odrůdy Ametyst.

Letní odrůda Ametyst je rezistentní k napadení patogenem *V. inaequalis*, ale v sezoně 2022 bylo na vybraných stromech nalezeno celkem 10 napadených plodů. Celkově při sklizni bylo nalezeno několik napadených plodů i na stromech, které nebyly předmětem sledování. To znamená, že byla prolomena u některých stromů rezistence k patogenu *V. inaequalis*. Odrůda Ametyst má gen rezistence Vf. Gessler a Pertot (2011) se tímto genem zabývali i z pohledu prolomení jeho účinku. Zjistili, že například v pokusu, jež byl proveden v německém Ahrensburgu na semenáčích odrůdy Prima se příznaky choroby, v podobě drobných skvrn, objevily roku 1984. O čtyři roky později byly nalezeny, ve stejné lokalitě, příznaky i na jiných odrůdách s genem rezistence Vf. Kocourek et al. (2015) ve své publikaci uvádějí, že na několika

lokalitách v České republice byl výskyt patogena *V. inaequalis* na rezistentních odrůdách zaznamenán již v roce od 2006.

Prolomení rezistence na odrůdě Ametyst mohlo předcházet několik různých faktorů. V roce 2022 byla výsadba odrůdy Ametyst stará 17 let. Vzhledem k tomu, že již na začátku roku bylo známo, že na podzim bude započata její likvidace, nebyly stromy řádně ručně prořezány. Porost byl tak značně zahuštěný. Kocourek et al. (2015) tvrdí, že při nesprávném řezu či jeho vynechání je koruna přehoustlá a listy osychají mnohem déle, což může být příznivé pro různé původce chorob a škůdce. Toto tvrzení se při monitoringu potvrdilo, jelikož v porostu odrůdy Ametyst byl v průběhu sezony pozorován i značný výskyt škůdce vlnatky krvavé (*Eriosoma lanigerum*) a choroby padlí jabloňové (*Podosphaera leucotricha*). Dalším faktorem nálezu symptomů na plodech odrůdy Ametyst je pravděpodobně minimalizace postřiků proti původci strupovitosti jabloně na pouhé dva postřiky za celou sezonu. Kvůli stáří výsadby byla kvalita plodů této odrůdy nižší a část plodů byla sklížena na zpracování.

Možným faktorem šíření výskytu původce strupovitosti jabloně může být blízké okolí ovocného sadu. Sad se nachází na kraji vesnice Dobrá Voda u Hořic a v jeho blízkém okolí je několik zahrad. Tyto zahrady mohou být zdroji, ze kterých se původce choroby může šířit. Kloutvorová et al. (2018) uvádějí, že se při optimálních podmínkách uvolněné askospory mohou větrem šířit 100 až 200 metrů (někdy i více) od zdroje inokula.

Do ochranných opatření proti patogenu *V. inaequalis* patří i antirezistentní strategie. Ty jsou důležité hlavně pro používání systémových fungicidů. Bylo provedeno mnoho studií, které potvrdily rezistenci některých populací *V. inaequalis* proti různým látkám ze skupin fungicidů QoI, DMI, SDHI a dalších. V Chile Henríquez S. et al. (2011) zkoumali rezistenci různých populací *V. inaequalis* proti vybraným účinným látkám (např. difenokonazol a pyrimethanil). Autoři porovnávali divoké populace, které nebyly v blízkosti komerčních sadů s populacemi, jež se běžně vyskytovaly v Chilských produkčních sadech. Experiment byl proveden v *in-vivo* podmínkách. Henríquez S. et al. (2011) zjistili, že izoláty z divokých populací *V. inaequalis* vykazovaly vysokou citlivost k difenokonazolu. Izoláty, které pocházely z produkčních sadů, vykazovaly ztrátu citlivosti k této účinné látce, jelikož je v Chilských sadech hojně využívána. I přesto část těchto izolátů byla vůči difenokonazolu citlivá. Ztráta citlivosti k pyrimethanilu nebyla prokázána. Během vegetačních období 2020–2022 zkoumali Chatzidimopoulos et al. (2022) rezistenci patogena *V. inaequalis* proti fungicidům v několika ovocných sadech v Řecku. Z účinných látek testovali například cyprodinil, jež spadá do skupiny anilinopyrimidinů a difenokonazol spadající do skupiny triazolů. Chatzidimopoulos et al. (2022) zjistili, že část izolátů patogena byla k účinné látce cyprodinil citlivá a část středně odolná. Při testování rezistence patogena *V. inaequalis* proti látce difenokonazol byla u většiny testovaných izolátů zjištěna střední odolnost. Gur et al. (2021) testovali rezistenci patogena *V. inaequalis* k QoI fungicidům v Izraeli. Polní pokusy a výzkum probíhal od roku 2007 do roku 2017. Během tohoto výzkumu bylo prokázáno významné snížení citlivosti na fungicidy ze skupiny QoI. Gur et al. (2021) v tomto výzkumu testovali například citlivost 28 různých izolátů patogena *V. inaequalis* k účinné látce kresoxim-methyl. Tento test prokázal rezistenci u celkem 27 izolátů zmiňovaného patogena.

Testování rezistence patogena *V. inaequalis* k fungicidům bylo prováděno i v České republice. Tyto výsledky jsou přístupné na Rostlinolékařském portále (2023). Jedná se o látky cyprodinil, difenokonazol, pyrimethanil a strobiluriny (nespecifikováno). Všechny výsledky

vznikly na základě výstupů Výzkumného a šlechtitelského ústavu ovocnářského v Holovousích s. r. o. a Zemědělského výzkumného ústavu v Kroměříži, s. r. o.. Bohužel nejnovější veřejně dostupné výsledky pro látky cyprodinil a difenokonazol jsou z roku 2021. Výsledky pro pyrimethanil a strobiluriny jsou veřejně dostupné pouze pro roky 2019 a 2020.

Testování rezistence strupovitosti jabloně ve vybrané lokalitě bylo provedeno v roce 2020 a byla zjištěna rezistence patogena *V. inaequalis* k látkám pyrimethanil a strobilurinům. Jak již bylo výše zmíněno, tak v roce 2020 byl v tomto konkrétním ovocném sadu silný výskyt symptomů způsobených patogenem *V. inaequalis*. Toto mohl být jeden z důvodů tohoto silného výskytu. Vzhledem k minimálnímu výskytu původce choroby v roce 2022 je spíše rezistence patogena k některé použité účinné látce nepravděpodobná. Zároveň byly dodrženy antirezistentní strategie v podobně střídání účinných látek i různých chemických skupin, též byly využity i kontaktní fungicidy.

7 Závěr

- V této diplomové práci byl sledován výskyt symptomů způsobených patogenem *V. inaequalis* ve vybraném ovocném sadu. Cílem bylo vyhodnotit vliv provedených ochranných opatření proti již zmíněnému patogenu. Vybraný sad se nachází v katastrálním území obce Dobrá Voda u Hořic, Královéhradecký kraj. V sadu se nachází celkem šest jabloňových odrůd. Jedná se o odrůdy Braeburn, Cameo, Gala, Jonagored, Early Gold a Ametyst, který je vůči původci strupovitosti jableň rezistentní.
- Monitorovány a hodnoceny byly listy a plody na předem vybraných stromech. Od každé odrůdy bylo vybráno šest stromů a na každém stromě byla předem určena jedna větev. Na této větvi bylo sledováno 20 listů a dalších 20 listů bylo náhodně vybraných na témže stromě. Plody byly vybírány náhodně a bylo sledováno celkem 40 kusů na každém vybraném stromě.
- Na žádném ze sledovaných listů nebyly detekovány příznaky choroby. Z tohoto důvodu nemohly být odebrány vzorky pro další laboratorní experimenty.
- Na plodech odrůd Cameo, Gala a Jonagored nebyly nalezeny žádné symptomy původce strupovitosti jableň. Na odrůdě Early Gold byl nalezen jeden plod se symptomy choroby. To samé se opakovalo u odrůdy Braeburn. Na rezistentní letní odrůdě Ametyst bylo nalezeno celkem 10 napadených plodů. Tomuto prolomení rezistence předcházelo několik různých faktorů, které jsou více popsány v kapitole 6 Diskuze.
- Z pohledu ovocnářské praxe byla provedená ochranná opatření vůči původci strupovitosti jableň účinná, jelikož výskyt byl minimální. Zároveň bych doporučila monitoring provádět i nadále, jelikož neexistuje žádný dlouhodobý záznam o výskytu patogena *V. inaequalis* ve vybraném ovocném sadu.

8 Literatura

- AĆIMOVIĆ, S. G., A. E. WALLIS a M. R. BASEDOW, 2018. Two Years of Experience with RIMpro Apple Scab Prediction Model on Commercial Apple Farms in Eastern New York. *Fruit Quarterly*. **26**(4), 21-28.
- ACKERMANN, P., 2023. Výskyt chorob a abiotikóz ovocných dřevin a révy v roce 2022. *Agromanuál*. (1), 24-29.
- AGRIOS, G. N., 2005. *Plant Pathology*. 5th Edition. ISBN 0-12-044565-4.
- AMET, 2022. Signalizace chorob a škůdců v sadech na základě meteorologických údajů. Dostupné z: <http://www.amet.cz/>
- ANONYM 1, 2023. Zařazení v systému *Malus domestica* Borkh. BioLib. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id39550/>
- ANONYM 2, 2023. Historie českého ovocnářství. Ovocnářská unie České republiky. Dostupné z: <http://www.ovocnarska-unie.cz/?page=3>
- ANONYM 3, 2023. Registr přípravků na ochranu rostlin. Ministerstvo zemědělství. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/Vyhledavani.aspx?type=0>
- ANONYM 4, 2019. Pathogen risk list. Fungicide Resistance Action Committee. Dostupné z: https://www.frac.info/docs/default-source/publications/pathogen-risk/frac-pathogen-list-2019.pdf?sfvrsn=caf3489a_2
- ANONYM 5, 2022. FRAC Code List ©*2022: Fungal control agents sorted by cross resistance pattern and mode of action (including coding for FRAC Groups on product labels). Fungicide Resistance Action Committee. Dostupné z: https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac-code-list-2022--final.pdf?sfvrsn=b6024e9a_2
- ANONYM 6, 2023. Bonitovaná půdně ekologická jednotka. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/31400>
- ANONYM 7, 2023. Cameo. Cameo Europe SAS. Dostupné z: <https://www.cameo-europe.com/cs/home-2/>
- ANONYM 8, 2023. Etiketa fungicidu Belanty. BASF spol. s r. o.. Dostupné z: <https://www.agro.basf.cz/Documents/etikety/Belanty.pdf?1675065482821>
- ANONYM 9, 2022. Etiketa fungicidu Delan 700 WDG. BASF spol. s r. o.. Dostupné z: https://www.agro.basf.cz/Documents/etikety/Delan-700-WDG_CLP.pdf?1652170467655
- ANONYM 10, 2015. Etiketa fungicidu Embrelia. Adama CZ s.r.o.. Dostupné z: https://www.adama.com/ceska-republika/sites/adama_czech/files/downloads/Etk_Embrelia_2020.pdf
- ANONYM 11, 2023. Etiketa fungicidu Laitane. AG Novachem s.r.o.. Dostupné z: <https://www.agrofert.cz/sites/default/files/downloads/laitane.pdf>

- ANONYM 12, 2021. Etiketa fungicidu Luna Care. Bayer s.r.o.. Dostupné z: https://www.agromanual.cz/download/pdf_etiketa/e_luna_care.pdf
- ANONYM 13, 2023. Etiketa fungicidu Merpan 80 WG Care. Adama CZ s.r.o.. Dostupné z: https://www.adama.com/ceska-republika/cs/produkty/fungicidy/merpan_80_wg
- ANONYM 14, 2021. Etiketa fungicidu Polyram WG. BASF spol. s r. o.. Dostupné z: https://www.agro.basf.cz/Documents/etikety/Polyram-WG_CLP.pdf?1611580051668
- ANONYM 15, 2022. Etiketa fungicidu Score 250 EC. Syngenta Czech s.r.o.. Dostupné z: https://view.publitas.com/syngenta/etk_score-250-ec/page/1
- ANONYM 16, 2014. Etiketa fungicidu Vedette. Adama CZ s.r.o.. Dostupné z: https://www.agromanual.cz/download/pdf_etiketa/e_vedette.pdf
- ANONYM 17, 2023. Etiketa fungicidu Ventola. AG Novachem s.r.o.. Dostupné z: <https://agrofert-test.msw-cloud.com/sites/default/files/downloads/ventola.pdf>
- ATLAMAZ, A., ZEKI C. a ULUDAG, A., 2007. The importance of forecasting and warning systems in implementation of integrated pest management in apple orchards in Turkey. EPPO Bulletin. 37(2), 295-299.
- BELETE, T. a BOYRAZ, N., 2017. Critical Review on Apple Scab (*Venturia inaequalis*) Biology, Epidemiology, Economic Importance, Management and Defense Mechanisms to the Causal Agent. Journal of Plant Physiology & Pathology. SciTechnol, 5(2).
- BLAŽEK, J., 2001. Pěstujeme jabloně. Praha: Brázda. ISBN 80-209-0294-5.
- BOWEN, J. K., MESARICH, C. H., BUS, V. G. M., BERESFORD, R. M., PLUMMER, K. M. a TEMPLETON, M. D., 2011. *Venturia inaequalis*: the causal agent of apple scab. Molecular Plant Pathology. 12(2), 105-122.
- BRENT, K. J. a HOLLOMON, D. W., 2007. Fungicide resistance in crop pathogenes: How can it be managed?. 2nd, revised edition. Fungicide Resistance Action Committee. ISBN 90-72398-07-6.
- ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘIČSKÝ A KATASTRÁLNÍ, 2023. Nahlížení do katastru nemovitostí. Dostupné z: <https://nahlizeniidokn.cuzk.cz/>
- EPPO GLOBAL DATABASE. 2023. *Venturia inaequalis* (VENTIN). Dostupné z: <https://gd.eppo.int/taxon/VENTIN>
- FALTA, V., 2023. Co nás čeká v integrované ochraně ovoce v roce 2023. Agromanuál. (2), 66-67.
- GESLER, C. a PERTOT, I., 2012. Vf scab resistance of *Malus*. Trees. 26(1), 95-108.

- GONZÁLEZ-DOMÍNGUEZ, E., J. ARMENGOL a V. ROSSI, 2017. Biology and Epidemiology of *Venturia* Species Affecting Fruit Crops: A Review. *Frontiers in Plant Science*. 8.
- GUR, L., LEVY, K., FARBER, A., FRENKEL, O., a REUVENI, M., 2021. Delayed Development of Resistance to QoI Fungicide in *Venturia inaequalis* in Israeli Apple Orchards and Improved Apple Scab Management Using Fungicide Mixtures. *Agronomy*. **11**(2).
- HENRIQUÉZ S., J. L., SARMIENTO V., O. a ALARCÓN C., P., 2011. Sensitivity of *Venturia inaequalis* Chilean isolates to difenoconazole, fenarimol, mancozeb, and pyrimethanil. *Chilean Journal of Agricultural Research*. **71**(1), 39-44.
- HLUCHÝ, M., 1997. *Obrazový atlas chorob a škůdců ovocných dřevin a révy vinné: ochrana ovocných dřevin a révy vinné v integrované produkci*. Brno: Biocont Laboratory. ISBN 80-901-8742-1.
- CHATZIDIMOPOULOS, M., ZAMBOUNIS, A., LIOLIOPOULOU, F. a VELLIOS, E., 2022. Detection of *Venturia inaequalis* Isolates with Multiple Resistance in Greece. *Microorganisms*. **10**(12).
- JACKSON, J. E., 2003. *The Biology of Horticultural Crops: The Biology of Apples and Pears*. Cambridge University Press. ISBN 978-0521380188.
- JAKLOVÁ, P., 2020. Rezistence *Venturia inaequalis* vůči fungicidům – hlavní ohrožené skupiny fungicidů a výsledky monitoringu. *Agromanuál*. (4), 50-52.
- JAKLOVÁ, P. a KRACÍKOVÁ, M., 2022. Monitoring rezistence *Venturia inaequalis* vůči vybraným fungicidům používaných v ochraně jabloní. *Agromanuál*. (5), 44-45.
- JENSEN, I. C., HANSEN, R. R., DAMGAARD, C. a OFFENBERG, J., 2023. Implementing wood ants in biocontrol: Suppression of apple scab and reduced aphid tending. *Pest Management Science*.
- JONES, A. L. a SUNDIN, G. W., 2006. Apple scab: role of environment in pathogen and epidemic development. *The Epidemiology of Plant Diseases*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 473-489. ISBN 1-4020-4579-4.
- JUROCH, J., 2010. Strupovitost jabloně – nejvýznamnější houbová choroba jabloní: *Venturia inaequalis* (Cooke) G.Winter 1875. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR.
- KAZDA, J., 2001. *Choroby a škůdci polních plodin, ovoce a zeleniny*. 2., dopl. vyd. Praha: Zemědělec. ISBN 80-902413-3-6.
- KLOUTVOROVÁ, J., et al., 2018. Metodika kvantitativní detekce mutace v genu *cyt b* u *Venturia inaequalis* a postupů stanovení rezistence patogena k vybraným DMI fungicidům. *Holovousy: Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy*. ISBN 978-80-87030-58-5.
- KLOUTVOROVÁ, J., et al., 2018. *Ochrana jabloní proti strupovitosti*. Holovousy: Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy. ISBN 978-80-87030-70-7.

- KOCOUREK, F., BAGAR, M., FALTA, V., et al., 2015. Integrovaná ochrana ovocných plodin. Praha: Profi Press. ISBN 978-80-86726-72-4.
- KOGAN, M., 1998. Integrated Pest Management: Historical Perspectives and Contemporary Developments. *Annual Review of Entomology*. 43(1), 243-270.
- KÖHL, J., SCHEER, C., HOLB, I. J., MASNY, S. a MOLHOEK, W., 2015. Toward an Integrated Use of Biological Control by *Cladosporium cladosporioides* H39 in Apple Scab (*Venturia inaequalis*) Management. *Plant Disease*. 99(4), 535-543.
- LECONTE, A., TOURNANT, L., MUCHEMBLED, J., et al., 2022. Assessment of Lipopeptide Mixtures Produced by *Bacillus subtilis* as Biocontrol Products against Apple Scab (*Venturia inaequalis*). *Microorganisms*. 10(9).
- LUDVÍK, M., 2023. Rozhovor. Osobní sdělení.
- MACHARDY, W. E., 1996. Apple scab: biology, epidemiology, and management. 1996. St. Paul, Minnesota, USA: American Phytopathological Society (APS Press). ISBN 9780890542064.
- MACHARDY, W. E., 1989. A Revision of Mills's Criteria for Predicting Apple Scab Infection Periods. *Phytopathology*. 79(3), 304-310.
- MAJEED, M., BHAT, N. A., BADRI, Z. A., et al., 2017. Non-Chemical Management of Apple Scab - A Global Perspective. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*. 2(2), 912-921.
- MAŇASOVÁ, M., JAKLOVÁ, P. a ZOUHAR, M., 2019. Rezistence původce strupovitosti jabloní *Venturia inaequalis* vůči DMI fungicidům. *Agromanuál*. (6), 28 - 29.
- MAPY GOOGLE, 2023. Letecký snímek ovocného sadu v obci Dobrá Voda u Hořic. Dostupné z: <https://www.google.com/maps/@50.3445967,15.6119939,372m/data=!3m1!1e3?hl=cs-CZ>
- MELOUNOVÁ, M., VEJL, P., SEDLÁK, P., ZOUFALÁ, J. a BLAŽEK J., 2005. Studium segregace majorgenů řídicích rezistenci jabloní vůči padlí jabloňovému a strupovitosti. *Agris*. Dostupné z: http://www.agris.cz/Content/files/main_files/64/142118/meloun.pdf
- MOININA, A., LAHLALI, R. a BOULIF, M., 2019. Important pests, diseases and weather conditions affecting apple production: current state and perspectives. 7(1), 71-87.
- NĚMCOVÁ, V. a BUCHTOVÁ, I., 2022. Situační a výhledová zpráva ovoce. Praha: Ministerstvo zemědělství. ISBN 978-80-7434-227-1.
- NESRSTA, Dušan, 2011. Jádroviny: přes 160 barevných fotografií a popisů odrůd jádrovín. Olomouc: Petr Baštan. ISBN 978-80-87091-17-3.
- OUŘEDNÍČKOVÁ, J., et al., 2021. Inovace integrované ochrany jádrovín. Holovousy: Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský Holovousy. ISBN 978-80-87030-83-7.

PETREŠ, M., GRAHOVAC, M., BUDAKOV, D., STOJŠIN, V., LOC, M., DUDAŠ, T. a DOŠEN, N., 2022. The causal agent of apple scab (*Venturia inaequalis* (Cooke) Winter). Biljni lekar. 50(6), 427-437.

ROSTLINOLÉKAŘSKÝ PORTÁL, 2023. Testování rezistence strupovitosti jabloně. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Dostupné z: https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#rlp|sol|choroby|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c249fa6|rezist

SINGH, K. P., KUMAR, J., SINGH, A., PRASAD, R. K., SINGH, R. P. a PRASAD, D., 2015. Predicting Potential Ascospore Dose of *Venturia inaequalis* (Cks) Wint in Farmers Apple Orchards in Central Himalayas of India. Plant Pathology Journal. 14(4), 189-195.

SINGH, K. P., 2019. Aerobiology, epidemiology and management strategies in apple scab: science and its applications. Indian Phytopathology. 72(3), 381-408.

STEINER, U. a OERKE, E. C., 2007. Localized Melanization of Appressoria Is Required for Pathogenicity of *Venturia inaequalis*. Phytopathology®. 97(10), 1222-1230.

VEJVODOVÁ, A., 2016. Integrovaná produkce ovoce: informační materiál pro zemědělce. 2., aktualizované vydání. Praha: Ministerstvo zemědělství. ISBN 978-80-7434-297-4.

VÍCHA, Z., 2019. Signalizace letu askospor strupovitosti jabloně pomocí lapače spor. Agromanuál. (4), 56-59.

VYSLOUŽIL, J., 2015. Braeburn. Databáze odrůd ovocných dřevin. Dostupné z: http://jirivyslouzil.cz/databaze_ovoce/braeburn-2/

WRZESIEN, M., TREDER, W., KLAMKOWSKI, K. a RUDNICKI, W. R., 2019. Prediction of the apple scab using machine learning and simple weather stations. Computers and Electronics in Agriculture. 161, 252-259.

ZELMENE, K., KĀRKLĪŅA, K., IKASE, L. a LĀCIS, G., 2022. Inheritance of Apple (*Malus × domestica* (L.) Borkh) Resistance against Apple Scab (*Venturia inaequalis* (Cooke) Wint.) in Hybrid Breeding Material Obtained by Gene Pyramiding. Horticulturae. 8(9).