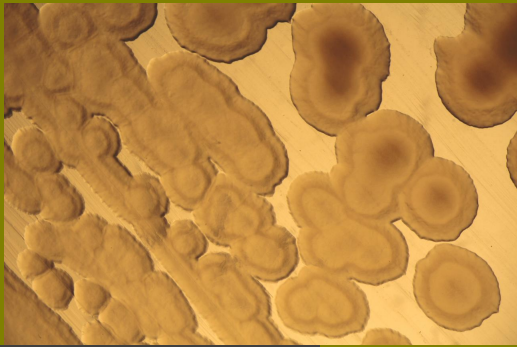


METODIKA PRO PRAXI

PĚSTOVÁNÍ TEPLOMILNÝCH PECKOVIN V PODMÍNKÁCH VÝSKYTU PŮVODCŮ KOROVÝCH NEKRÓZ a předčasného odumírání meruněk a broskvoní v produkčních sadech

Kolektiv autorů
UPLATNĚNÁ CERTIFIKOVANÁ METODIKA

2021

ROSTLINOLÉKAŘSKÁ BAKTERIOLOGIE
VÝZKUMNÝ ÚSTAV ROSTLINNÉ VÝROBY, v. v. i.

KOLEKTIV AUTORŮ

Ing. Iveta Pánková, Ph.D., Ing. Václav Krejzar, Ph.D.,
Ing. Radka Krejzarová, Ph.D.
Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i.

DEDIKACE

Metodika je plánovaným výstupem projektu NAZV QK1920058 „Inovace integrované produkce teplomilného ovoce se zaměřením na zdravotní stav produkčních výsadeb a rozmnožovacího materiálu peckovin“ a s podporou Ministerstva zemědělství ČR v rámci řešení institucionálního projektu č. RO0418, Etapy č. 21: „Zvýšení účinnosti regulace fytopatogenních prokaryot“.

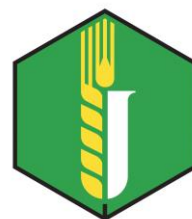
Metodika je určena pro množitele a produkční pěstitele genotypů meruněk a broskvoní, pro orgány státní správy – Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Ministerstvo zemědělství ČR, Odbor zemědělských komodit.

Publikaci bylo Odborem zemědělských komodit Ministerstva zemědělství ČR uděleno osvědčení č. MZE-70196/2021-18144 o uznání uplatněné certifikované metodiky v souladu s podmínkami „Metodiky hodnocení výzkumných organizací a programů účelové podpory výzkumu, vývoje a inovací, schválené usnesením vlády dne 8. února 2017, číslo 107 a její samostatné přílohy č. 4 schválené usnesením vlády dne 29. listopadu 2017 č. 837“.

OPONENTI

Prof. Ing. Radovan Pokorný, Ph.D. - *Mendelova univerzita v Brně*
Ing. Kateřina Drobílková - *Odbor environmentální a ekologického zemědělství,
Ministerstvo zemědělství ČR*

Vydal: ROSTLINOLÉKAŘSKÁ BAKTERIOLOGIE
Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i.
Drnovská 507, CZ-161 06 Praha 6 - Ruzyně



© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Praha, 2021
ISBN 978-80-7427-355-1

Tato publikace nesmí být přetiskována vcelku nebo po částech, uchovávána v médiích, přenášena nebo uváděna do oběhu pomocí elektronických, mechanických, fotografických či jiných prostředků bez výslovného svolení Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v. v. i.

Úvod	5
1. UVEDENÍ DO PROBLEMATIKY	5
1.1. Původci bakteriálních korových nekrot a předčasného odumírání meruňek	6
1.1.1. Spektrum bakteriálních původců předčasného odumírání teplomilných peckovin	6
1.1.2. Životní cyklus původců korových nekrot	10
1.1.3. Faktory ovlivňující složení epifytní mikroflóry	12
2. CÍL METODIKY	12
3. VLASTNÍ POPIS METODIKY	13
3.1. Výběr podnoží a kultivarů meruňky	13
3.2. Výroba a péče o školkařské výpěstky	14
3.3. Založení produkční výsadby	15
3.3.1. Lokalita	15
3.3.2. Kořenový systém a rhizosféra	15
3.3.3. Nadzemní část a fylosféra	16
3.4. Péče v produkčních výsadbách	19
3.4.1. Řez a tvarování meruňkových výsadeb – výchovné a zmlazovací řezy	19
3.4.2. Regulace plodnosti	19
3.4.3. Závlaha	20
3.4.4. Zelené práce - meziřádky	20
3.4.5. Výživa	21
3.4.6. Ochrana	21
3.4.6.1. Ochrana proti jarním mrazům	21
3.4.6.2. Ochrana proti bakteriím chemickými přípravky na bázi mědi	22
3.4.6.3. Alternativní bakteriostatické a baktericidní přípravky	23
3.4.6.4. Aplikace bakteriostatických a baktericidních přípravků	25
3.4.6.5. Účinnost bakteriostatických a baktericidních přípravků	26
3.4.6.6. Fytotoxicita bakteriostatických a baktericidních přípravků	26
3.4.6.7. Rezistence vůči bakteriostatickým a baktericidním přípravkům	27
3.4.6.8. Regulace bakteriostatických a baktericidních přípravků	28
3.5. Pěstování meruňek v podmínkách minimalizace chemické ochrany	29

3.6. Osm zásad integrované ochrany rostlin v produkčních sadech	31
4. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	34
5. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY	35
6. EKONOMICKÉ ASPEKTY	36
7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	37
8. SEZNAM SOUVISEJÍCÍCH PUBLIKOVANÝCH ČLÁNKŮ	42
9. OBRAZOVÁ ČÁST	43



Pěstování teplomilných peckovin v podmínkách výskytu původců korových nekróz a předčasného odumírání meruněk a broskvoní v produkčních sadech

ÚVOD

Obecně platný postup, jak docílit zdravé produkční výsadby, která bude v ekologické rovnováze s okolním prostředím při co nejvyšší dlouhodobě udržitelné produkci ovoce, neexistuje. Metodika sleduje průběh vegetační sezóny v produkčním sadu teplomilných peckovin s ohledem na možný vliv prováděných agrotechnických zásahů na výskyt škodlivých činitelů, zejména původců bakteriálních chorob z komplexu *Pseudomonas syringae* (Ps), *Ps. pv. syringae* a *Ps. pv. morsprunorum* rasy 1 a 3. Regulace bakteriálních patogenů je stále obtížnější vzhledem k aktuálním možnostem ochrany ovocných dřevin, spektru pěstovaných genotypů i složitému životnímu cyklu patogenů. Projevy choroby jsou v jednotlivých vegetačních sezónách proměnlivé v závislosti na průběhu počasí. Účinky a závažnost choroby jsou však kumulativní. Péče o zdravotní stav stromu začíná při výrobě školkařského výpěstku a musí pokračovat po celou dobu života stromu. V metodice jsou popsány jednotlivé standardní agrotechnické úkony v produkčních sadech v kontextu s životním cyklem patogenu. Na základě výsledků projektu jsou navrženy možné pracovní a ekonomicky přijatelné úpravy pracovních postupů a jejich načasování v péči o produkční sad s cílem redukovat inokulum původců korových nekróz a snížit ekonomické ztráty v důsledku předčasného odumírání stromů meruněk.

1. UVEDENÍ DO PROBLEMATIKY

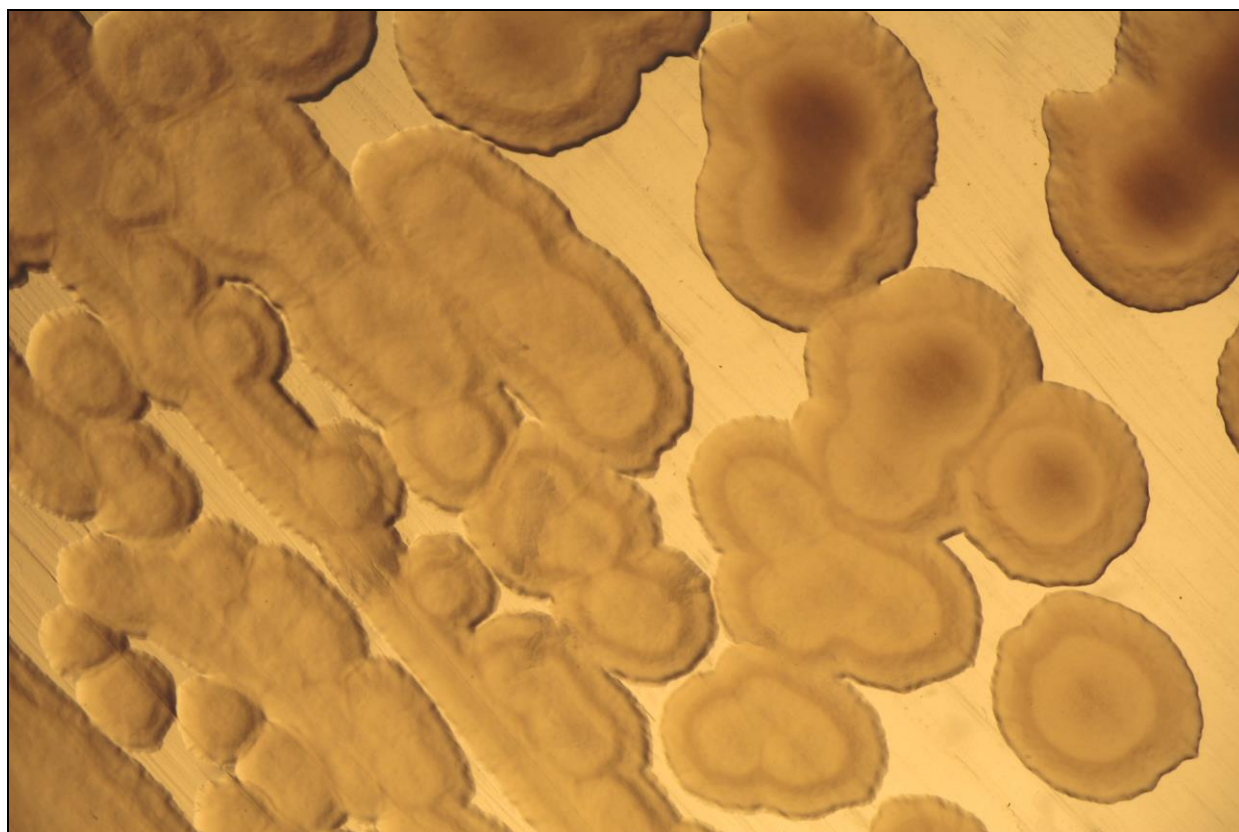
Bez ohledu na režim pěstování meruněk jsou největší ztráty v produkčních výsadbách vyvolané biotickými faktory způsobovány původci korových nekróz a předčasného odumírání stromů meruněk, bakteriemi z komplexu *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. Způsobem hospodaření v sadech lze ovlivnit četnost a intenzitu napadení patogeny. Většina produkčních výsadeb meruněk je realizována v systému integrované produkce, který je založen na snižování vnějších vstupů, zejména omezení syntetických hnojiv a pesticidů a náhradě těchto vstupů integrovanými opatřeními, která dávají při stimulaci růstu a výnosu ovocných stromů a jejich ochraně vůči škůdcům a chorobám přednost přírodním látkám a biologickým procesům před chemickými přípravky, jejichž používání je spojené s rizikem zanechání reziduí. Zákon č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů Vyhláška č. 5/2020 Sb. - Vyhláška o ochranných opatřeních proti škodlivým organismům rostlin. Menší

část produkčních sadů je obhospodařována v režimu ekologického zemědělství, který prakticky vylučuje jakékoliv použití chemických prostředků na podporu růstu a v ochraně proti patogenům a klade velký důraz na ekologické chápání celého procesu. Četnost a intenzitu napadení meruňek původci předčasného odumírání lze ovlivnit nejen výše zdůrazněnými faktory stimulace růstu a chemické ochrany, ale také během celého života stromů od výroby školkařských výpěstků až po volbu vhodného udržovacího řezu a péči o sad v období dormance.

1.1. Původci bakteriálních korových nekróz a předčasného odumírání meruňek

1.1.1. Spektrum bakteriálních původců předčasného odumírání teplomilných peckovin

Produkční sady meruňek (*Prunus armeniaca* L.), jsou celosvětově devastovány především dvěma patovary komplexu *Pseudomonas syringae* (kPs), *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* (Pss) (obr. 1) a *Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorum* (Psm).



Obr. 1: Kultura determinované bakterie *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* PG02

Vedle meruňky jsou těmito patogeny ohroženy i výsadby broskvoní (*P. persica* Batsch.), třešní (*P. avium* L.), višní (*P. cerasus* L.) a švestek evropských (*P. domestica* L.). Pss na ovocných dřevinách způsobuje nekrózy na listech,

pupenech, letorostech (obr. 2, 3), větvích i kmenu. Na větvích lze v okolí nekrózy na korovém pletivu pozorovat obrannou reakci stromu v podobě aktivního nebo zaschlého klejotoku (obr. 4). Ojedinelé se příznaky napadení projevují i na plodech meruňky a broskvoně formou strupů. Části silně napadených stromů mohou během několika týdnů v průběhu jara nebo léta vadnout (obr. 5, 6), pozvolna zasychat, celé stromy odumírají během dvou až tří let (obr. 7). U všech druhů ovocných dřevin lze po odstranění korového pletiva pozorovat rozsáhlé změny zbarvení pletiv xylému (obr. 8, 9). Obecně *Pss* vyvolává příznaky nekrózy korového pletiva především na stromech meruňky, broskvoně a třešně, zatímco *Psm* vyvolává příznaky především na višni a švestce domácí. Četnost výskytu *Pss* je vyšší a závažnost choroby je větší v oblastech charakterizovaných typickým kontinentálním podnebím s výskytem zimních a jarních mrazů. Ve středomořských oblastech mohou být přítomny oba patogeny, ale závažnost onemocnění je obvykle nižší. Obě bakterie mohou napadat jak mladé školkařské výpěstky, tak dospělé stromy v produkčních nebo individuálních výsadbách.



Obr. 2, 3: Drobné nekrotické léze na korovém pletivu letorostů meruňky v počáteční fázi infekce bakteriemi komplexu *Pseudomonas syringae*



Obr. 4: Nekrotická léze doprovázená výronem zasychajícího kletje

**PRVOTNÍ PŘÍZNAKY
předčasného odumírání
teplomilných peckovin**



Obr. 5: Vadnoucí list na systemicky infikované rostlině meruňky komplexem bakterií *Pseudomonas syringae*



Obr. 6: List na zdravém stromu meruňky





Obr. 7: Postupné odumírání stromu meruňky po systemické infekci cévních svazků xylému patogeny komplexu *Pseudomonas syringae* (vpravo) v porovnání se zdravou rostlinou (vlevo)



Obr. 8: Nekrotické cévní svazky uvnitř výhonů meruňky při vysoké četnosti infekce



Obr. 9: Nekrotické cévní svazky uvnitř výhonů meruňky při nízké četnosti infekce

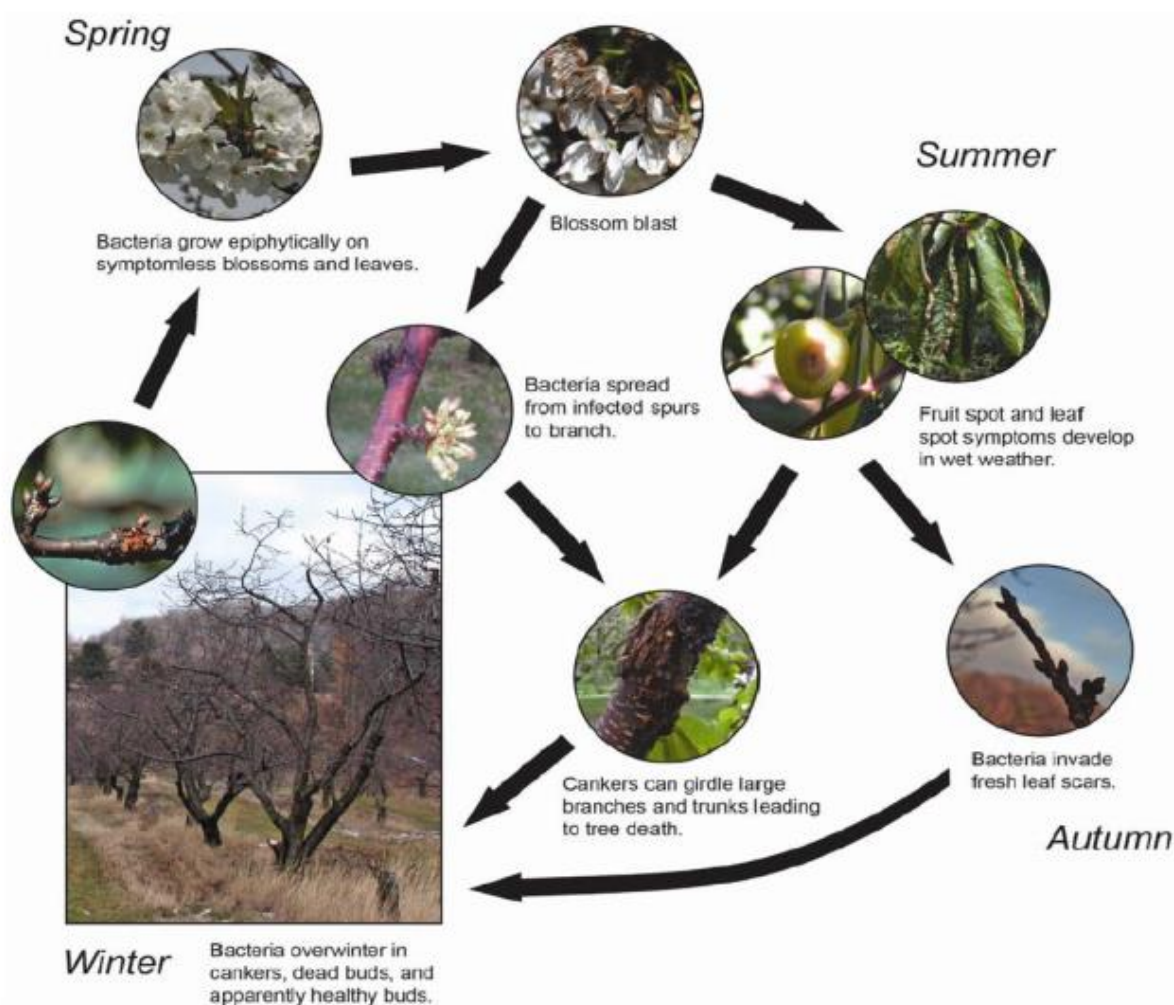
1.1.2. Životní cyklus původců korových nekróz

Oba patogeny mají endofytní a epifytní fázi životního cyklu.

Epifytní fáze cyklu je přechodná a sezónní. Je významně ovlivněna průběhem počasí a agrotechnickými postupy v produkčním sadu, zejména aplikací foliárních postřiků. Populace patogenu přechází do epifytní fáze životního cyklu z podkorového přezimujícího inokula, které za příznivých teplot migruje pomocí chemotaxe na povrch stromů. Minoritním zdrojem infekce je inokulum přežívající v nekultivovatelné koncentraci na povrchu korových pletiv stromů a okolních víceletých plevelných rostlin, ze kterých mohou být bakterie přenášeny deštěm a větrem. Během epifytní fáze patogenní bakterie postupně kolonizují květy, mladé plody, povrch listů a korových pletiv. Epifytní fáze obou patogenů zahrnuje kolonizaci povrchů stromů, nárůst inokula v jarních měsících a jeho další přežívání v epifytní mikroflóře dle průběhu počasí po celé vegetační období. Epifytní fáze probíhá na zdravých listech bez projevu patogenní reakce nebo maximálně ve formě drobných listových skvrn. Během léta se úroveň přirozené epifytní populace patogenů značně snižuje. Na podzim s poklesem teplot a vyšším množstvím srážek se koncentrace patogenního inokula na neošetřených stromech opět zvyšuje. Důležitou fází životního cyklu obou patogenů je kolonizace starých vadnoucích listů a přesun patogenu chemotaxí přes řapík ke korovým pletivům.

Předčasná ztráta listů v důsledku průběhu počasí nebo přirozený podzimní opad umožňuje migraci jednotlivým buňkám patogenu chemotaxí nebo za podpory deště a větru k jizvám po opadu listů a následný průnik do rostliny. Tím je zahájena **endofytní fáze životního cyklu** patogenu. Následně se patogeny systemicky přesunou do pupenů a podkorových pletiv. Patogeny latentně přezimují uvnitř spících pupenů a v podkorových pletivech. Pupy mohou zůstat zdánlivě zdravé, pouze při vysoké koncentraci a/nebo vysoké agresivitě patogenů zasychají a odpadají. Systemická kolonizace podkorových pletiv a pupenů přes jizvy po opadu listů je v teplejších klimatických pásmech a v průběhu teplého a suchého počasí v mírném klimatickém pásmu méně účinná. Na jaře jsou aktivovány jarními mrazy, dochází k tvorbě korových nekróz na větvích, poškozují květní a listové pupeny. Postupně migrují z podkorových pletiv na povrch a přechází do epifytní fáze životního cyklu. Část inokula zůstává v cévních svazcích a je transportována vzestupným prouděním do dalších částí stromu. Za přítomnosti dostatečného množství živin v jarním období se patogeny intenzivně množí, vytváří závaly v cévních svazcích a přerušují akropetální proudění živin a vody. Nad místem závalu dochází k rychlému zasychání výhonů a kosterních větví. Při vleklé infekci nebo vysoké koncentraci inokula agresivního kmene patogenů v kombinaci s náchylným genotypem teplomilné peckoviny a příznivým průběhem počasí často dochází k rychlému odumření celého stromu.

Další možností vstupu patogenů do rostliny jsou místa poranění pletiv stromu. V důsledku toho může zimní a jarní mráz, krupobití, bouře, ale také řez stromů dramaticky zvyšovat pronikání a/nebo šíření obou patogenů *kPs* do okolního prostředí. Řez stromů v období podzimní kolonizace listů nebo během zimního vegetačního klidu vede ke zvýšené četnosti výskytu korových nekrot v následné vegetační sezóně a zvýšenému systemickému šíření patogenu uvnitř stromů v endofytní fázi životního cyklu patogenů. Prudké výkyvy teplot během období dormance a výskyt jarních mrazů uprostřed teplé periody počasí vede ke zmrznutí a následnému rozmrzání pletiv, za kterého dochází k uvolňování a šíření patogenu do dalších částí rostliny. Jednotlivé buňky některých endofytních kmenů *Pss* fungují jako iniciátor nukleace ledu. Při teplotě -2 / -3 °C vytvářejí nukleační jádra, která vážou další mrznoucí vodu, trhají buněčné struktury, mechanicky poškozují rostlinná pletiva a umožňují jejich kolonizaci škodlivými činiteli.

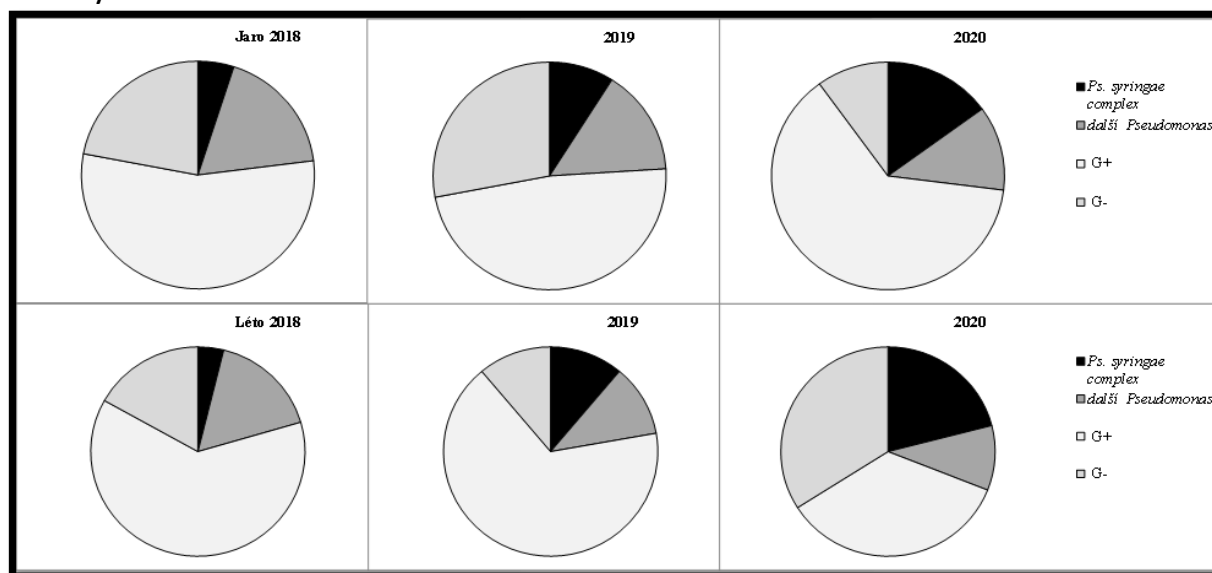


Obr. 10: Životní cyklus patogenu

1.1.3. Faktory ovlivňující složení epifytní mikroflóry

Závažnost onemocnění je ovlivněna i velikostí inokula, které po opadu listu přejde do jizev a podkorových pletiv stromu. Úspěšnost je dána agresivitou daného kmene patogenu a stavem epifytní mikroflóry meruněk. Zdravá nepoškozená epifytní mikroflóra vytváří na povrchu rostlin agregáty a pokrývá povrch ochranným biofilmem. V rámci biofilmu a agregátů pak nutriční kompeticí a antagonistickými vztahy omezuje velikost přežívajícího inokula patogenních bakterií z *kPs*. V produkčních sadech je složení epifytní mikroflóry významně ovlivněno aplikovanými výživovými a ochrannými postřiky. Vlastní účinné látky proti škůdcům a houbovým patogenům a další aditiva, například regulátory smáčivosti a pH, narušují bakteriální společenstva v biofilmu a agregátech. Zpřetrhání symbiotických mezidruhových vazeb vede k odumírání nutričně a vlhkostně citlivějších druhů bakterií. Nižší druhová pestrost vede ke snížení možnosti regulace patogenního inokula kompeticí a antagonismem mezi zastoupenými entitami. V narušeném prostředí se plně uplatní schopnost chemotaxe, která patogenům umožňuje přesun do míst s dostatkem živin a snadný přístup k těmto živinám v nepřítomnosti konkurenčních saprofytických druhů.

Graf 1: Podíl patogenního agens v epifytní mikroflóře v první polovině vegetační sezóny 2018-2020.



2. CÍL METODIKY

Závislost ochrany rostlin vůči škodlivým organizmům na pesticidech je spojena s jejich nežádoucími účinky na životní prostředí a zdraví lidské populace. Syntetické pesticidy umožňují zjednodušit systém pěstování plodin a vzdát se

složitějších strategií jejich ochrany. Nadměrné využívání syntetických pesticidů ohrožuje současnou i budoucí ochranu rostlin. Nadměrné spoléhání na chemické přípravky vedlo k vytvoření široké rezistence vůči chorobám, škůdcům i plevelům. Současným trendem je razantní omezování dostupných a relativně účinných látek. Podle Evropské komise bylo v roce 2001 povoleno více než 1000 účinných látek vůči škodlivým organismům, zatímco v roce 2009 pouze kolem 250 a trendem je trvalý pokles jak počtu povolených látek, tak i nových přípravků v procesu registrace. V současnosti podporovaná náhrada syntetických pesticidů tzv. botanickými pesticidy není perspektivní pro ochranu rostlin. Aplikace botanických pesticidů s nedostatečnou účinností vůči škodlivým organismům je sice šetrná k životnímu prostředí, ale podporuje selekci rezistentních agresivních kmenů mikroorganismů. Východiskem ze situace je uplatnění integrované ochrany rostlin. Integrovaná ochrana kombinuje a propojuje biologickou a chemickou kontrolu škodlivých organismů a zahrnuje soubor osmi obecných zásad popsanych ve směrnici EU platné od 1. ledna 2014.

3. VLASTNÍ POPIS METODIKY

Z výše uvedeného popisu problematiky je patrné, že ochrana vůči patogenům z *kPs* je komplikovaná a obtížná a ovlivňuje všechny fáze pěstování meruněk:

- 1) výrobu a péči o školkařské výpěstky – výběr podnoží a genotypů meruňky;
- 2) založení produkční výsadby – půdní a klimatické podmínky na lokalitě;
- 3) péči o produkční výsadby – výchovný a udržovací řez, regulaci násady plodů, zavlažování, zelené práce, výživu a ochranu rostlin.

3.1. Výběr podnoží a genotypů meruňky

Jedním z predisponujících faktorů předčasného odumírání meruněk v posledním desetiletí je výběr vysoce výnosných raných genotypů. Většina roubového materiálu je zahraničního původu, část pak z oblastí s nevhodnými podmínkami pro dlouhodobé přežívání inokula bakteriálních původců korových nekróz. Vysoká náchylnost vůči bakteriím z *kPs* se projevuje až po výsadbě v oblastech s výraznými teplotními rozdíly v období dormance a vegetace. Vysoká citlivost vůči *Pss* byla dříve zaznamenána například u odrůd Aurora, Lady Elena, Orange Ruby, Manycot, Sweetcot, Lillycot a Orangecot.

Nejvyšší odolnost vůči původcům korových nekróz byla zjištěna u podnoží broskvoně a meruňky. Byla prokázána souvislost mezi četností a intenzitou výskytu korových nekróz a využitím podnoží myrobalánu a GF 677. Zdá se, že tyto podnože indukují vyšší náchylnost genotypů meruňky vůči bakteriím *kPs*. Pravděpodobnost systemické infekce je u podnožových materiálů vzhledem

k výchozím materiálům, nejčastěji z kultur *in vivo*, a krátkému pobytu v půdě v ovocné školce před naroubováním, málo pravděpodobná.

Korové nekrózy a předčasné odumírání způsobuje výpadky v produkčních výsadbách meruněk různého stáří. U mladých výsadeb do tří maximálně pěti let se převážně jedná o systemickou infekci, která proniká do nových stromků z infikovaného očka nebo roubu. Dle provedeného monitoringu je procento systemicky infikovaných výchozích materiálů vysoké. Příčinou je jednak opakované využívání stejných matečnic, které nejsou testovány na přítomnost původců choroby a jednak odběr roubů na lokalitách, kde se patogen vzhledem k charakteru počasí vůbec neprojevuje, nebo jsou příznaky choroby zanedbatelné. U starších výsadeb je výskyt korových nekróz zapříčiněn průnikem původců choroby do vnitřních pletiv stromu přes přirozené otvory, jizvy po opadu listů a zejména přes poranění vytvořená při výchovném nebo udržovacím řezu. Kodumření stromu může dojít již do dvou let od průniku patogenu do podkorových pletiv. Poškození starších výsadeb lze omezit správnou zemědělskou praxí včetně správně načasované aplikace baktericidního přípravku, obvykle cca 48–72 h před plánovaným řezem nebo v období prvních známek opadu listů. Vzhledem k ekonomickým dopadům předčasného odumírání meruněk se šlechtění a selekce minimálně tolerantních odrůd jeví jako nejrentabilnější řešení. U tolerantních odrůd se mohou tvořit korové nekrózy, ale nedochází k odumírání stromů na začátku plné plodnosti.

Tabulka1: Seznam odrůd povolených k výsadbě v roce 2020

Seznam odrůd meruněk povolených k výsadbě v roce 2020		
ADRIANA	COTSY (VERSYL– SYLVERCOT)	KOMPAKTA
ANEGAT	DIGAT	KOOLGAT
AVIRINE (BERGAROUGE)	FARBALY	LESKORA
BERGERON	GOLDRICH	MAĎARSKÁ + MUTACE
BERGEVAL (AVICLO)	HARCOT	SEFORA
BETINKA	HARGRAND	SHAMADE
BHART (ORANGERED)	HARLAYNE	SPRING BLUSH
CONGAT	HAROGEM	TSUNAMI
COTPY (PINCOT, PINKCOT)	KIOTO	

3.2. Výroba a péče o školkařské výpěstky

Školkařské výpěstky jsou obecně citlivější vůči infekci bakteriálními patogeny než starší stromy. Pokud jsou školkařské výpěstky infikovány, dochází k odumření

v řádu dnů. Pokud infikované stromky přežijí, jsou trvale méně vitální a deformované. Infekci z vnějšího prostředí lze zabránit jednak důslednou dezinfekcí používaných nástrojů a jednak celkovou neselektivní redukcí mikrobiomu podnoží. Dezinfekci lze provést aplikací měďnatého přípravku před očkováním. Komerčně dodávané roubové materiály jsou již obvykle povrchově dezinfikovány. Očkování se provádí na začátku druhé fáze vegetačního období, tj. v období zvýšeného apikálního proudění mízy. V tomto období dochází vzhledem ke klesajícímu množství dostupných živin i k částečné redukcí inokula fytopatogenních bakterií. Jejich koncentrace opět stoupá až ke konci vegetačního období s klesajícími teplotami a rostoucí vlhkostí. Zavlečení infekce z vnějšího prostředí je proto při dodržení dezinfekce rukou a nástrojů nepravděpodobné. U vyrobených školkařských výpěstků se před expedicí k pěstiteli často provádí ošetření prostředkem pro odlistění. Při nedodržení předepsané koncentrace a doby expozice dochází kromě opadu listů i k pronikání přípravku do rostliny a vzniku vodnatých jizev. Na řezu jsou patrné poškozené, doslova spálené (nekrotické) cévní svazky, které nejsou schopny plnit svoji funkci. Poškozené stromky na jaře pozdě a špatně raší, vytvořené pupeny černají, usychají a opadávají. Velkými jizvami po podzimním odlistění může dojít k průniku infekce kPs z epifytu nebo okolního prostředí.

3.3. Založení produkční výsadby

3.3.1. Lokalita

Vysoký výskyt korových nekrotů je stále častěji zaznamenáván i ve výsadbách v oblastech Středomoří, kde se vzhledem k průběhu počasí škodlivost bakterií z rodu *Pseudomonas* nepředpokládala. Pěstování meruněk v mírném pásmu střední Evropy je rizikové vzhledem ke střídání ročních období, kterému jsou původci choroby plně přizpůsobeni pravidelným střídáním epifytní a endofytní fáze životního cyklu.

Z hlediska půdního druhu a typu přispívají ke zvýšení náchylnosti meruněk a broskvoní k infekci bakteriemi z kPs zejména písčité, velmi jílovité půdy a půdy s nízkým obsahem vápníku. Obecně fitness stromů a odolnost vůči biotickým faktorům zvyšuje přítomnost dostatečného množství organické hmoty v půdě. Půda lépe zadržuje vodu, umožňuje rozvoj zdravé rhizosféry a přísun dostupných živin.

3.3.2. Kořenový systém a rhizosféra

Zdravotní stav stromů závisí na příjmu živin a vody zdravým kořenovým systémem. Rozvoj kořenového systému je ovlivněn půdním typem a druhem, kontaminací půdy, technologií zpracování půdy, přísunem vody apod. Na

zdravotní stav rostlin má rozhodující vliv podíl organické hmoty v půdě a přítomný mikrobiom. Jednotlivé faktory jsou úzce propojeny a ovlivňují citlivost výsadeb vůči abiotickým i biotickým faktorům, tedy i původcům korových nekróz a předčasného odumírání meruněk. K zhoršení zdravotního stavu přispívají lehké písčité půdy nebo sedimenty na hrubém kamenitém podkladu, které jsou více náchylné k velkým výkyvům v obsahu vody, tj. přemokření a suchu. Přemokřením klesá saturace kyslíkem. Ke zhoršení zdravotního stavu přispívá i pH půdy pod 6. Ke snížení pH zejména v lehčích půdách přispívá například hnojení dusíkem. Intenzivní výživa rostlin v období násady a dozrávání plodů současně usnadňuje přístup k živinám i rhizosférním bakteriím a některým nutričně náročným patogenním agens. Známa je symbióza kořenů rostlin s hlízkatými bakteriemi, které fixují vzdušný dusík a podporují růst rostlin. Důležitou roli hrají i bakterie z rodu *Pseudomonas* a *Enterobacter*, které z půdy využívají pro rostlinu nedostupné živiny a transformují je do formy využitelné rostlinou. Naopak exsudáty uvolňované z kořenů do okolního prostředí stimulují růst užitečného mikrobiálního společenstva. Nadbytek živin, přemokření, sucho, nízké pH apod. vede k eliminaci některých citlivějších užitečných druhů bakterií v rhizosféře, a naopak přemnožení patogenních agens, která napadají kořenový systém, znemožňují příjem vody a živin a stromy vadnou. Podporu vitality stromů a jejich plodnosti výživou aplikovanou formou závlivy je proto nutné posuzovat komplexně. Zdravotní stav stromů zhoršuje i přítomnost dalších škodlivých činitelů, například nematod.

3.3.3. Nadzemní část a fylosféra

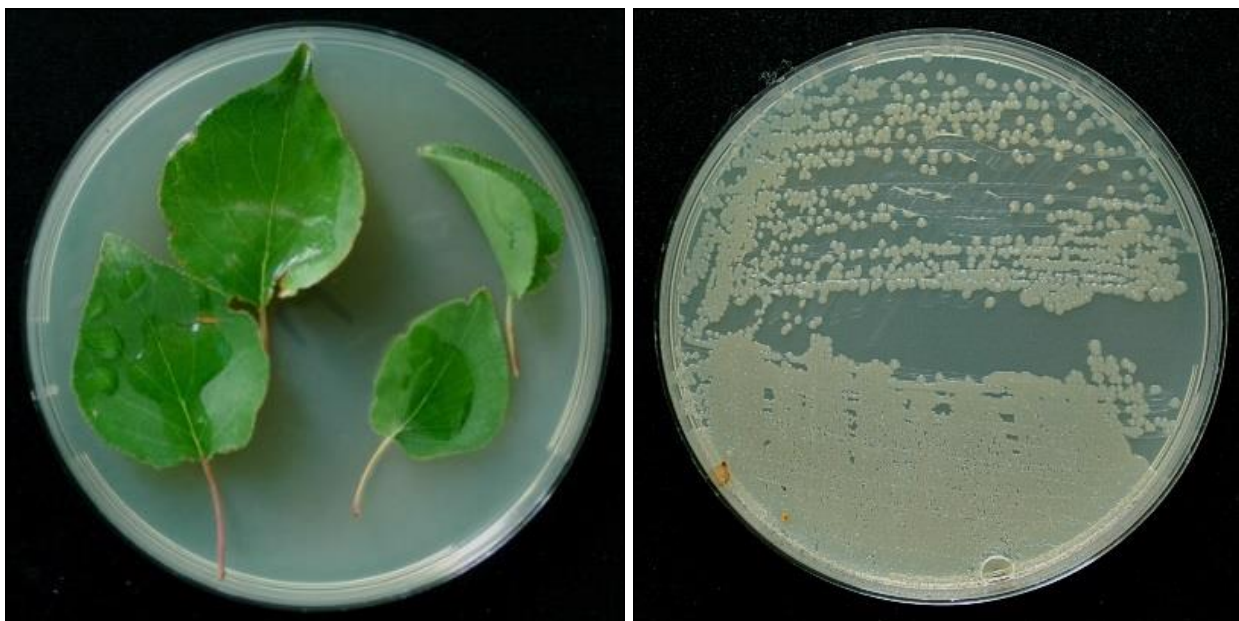
Vzhledem k velikosti povrchu jsou z hlediska možnosti ovlivnit výživu a ochranu ovocných stromů nejperspektivnější modulační mikrobiálního společenstva na povrchu listů, tzv. epifytní mikroflóry, například selektivní regulací řídicích mechanismů ovlivňujících patogenitu a virulenci mikroorganismů. Ve fyloplanu převažují bakterie. Jejich populace nejsou na povrchu listů rozmístěny rovnoměrně. Bakterie mají tendenci na rozdíl od houbových mikroorganismů vytvářet struktury biofilmu a velké agregáty. Agregáty se vytvářejí nejčastěji v intercelulárních prostorách mezofylu, v místě spojení buněk, podél cévních svazků a u báze trichomů, které poskytují zvýšenou ochranu vůči abiotickým stresovým faktorům jako je nedostatek vody a živin, prudké srážky, vítr, aplikace baktericidních postřiků.

V rámci epifytní mikroflóry probíhá i část životního cyklu původců korových nekróz a předčasného odumírání meruněk, bakterií z *kPs*, *Ps.* pv. *syringae* a *Ps.* pv. *morsprunorum* rasy 1 a 3. Původci jsou nejvíce koncentrováni v apoplastu, který poskytuje zvýšenou ochranu proti vysychání a zmírňuje efekt antibakteriálních foliárních postřiků. Konkurenční výhodou fytopatogenních pseudomonád je

chemotaxe, bakterie z kPs odolávají abiotickým stresům migrací do míst s dostatkem živin a vody. Význam konkurenční výhody bakterií z kPs stoupá s prohlubujícím se oslabením, tedy klesající diversitou a koncentrací epifytního společenstva v důsledku dlouhotrvajícího sucha, horka či aplikací pesticidů. Například smáčedla přidávaná do postřiků snižují povrchové napětí a porušují povrchový biofilm. Při ztenčení pod 1,5 μm přestává biofilm plnit funkci ochrany listu proti vysychání a UV záření. Dalším důsledkem je pokles efektivity fotosyntézy, rozpad fungujících bakteriálních společenstev a narušení výhodné symbiózy s rostlinou, oslabení celkové obranyschopnosti stromu, zpomalení jeho růstu a snížení produkce ovoce. V důsledku porušení bakteriálního biofilmu roste na povrchu listů koncentrace saprofytických hub, které však nevytváří agregáty a struktury biofilmu a nechrání tak rostliny před abiotickými stresovými faktory. V oslabeném epifytním společenstvu patogenní bakterie vítězí v nutriční kompetici a zvětšují svojí populaci. Velikost inokula patogenu v druhé polovině vegetačního období podle našich výsledků rozhoduje o četnosti tvorby korových nekrot v období dormance a následně o pravděpodobnosti předčasného odumírání části nebo celých stromů meruněk v jarním období. Stárnutím listů klesá množství dostupných živin a patogeny migrují přes jizvy po opadu listů do podkorových pletiv.

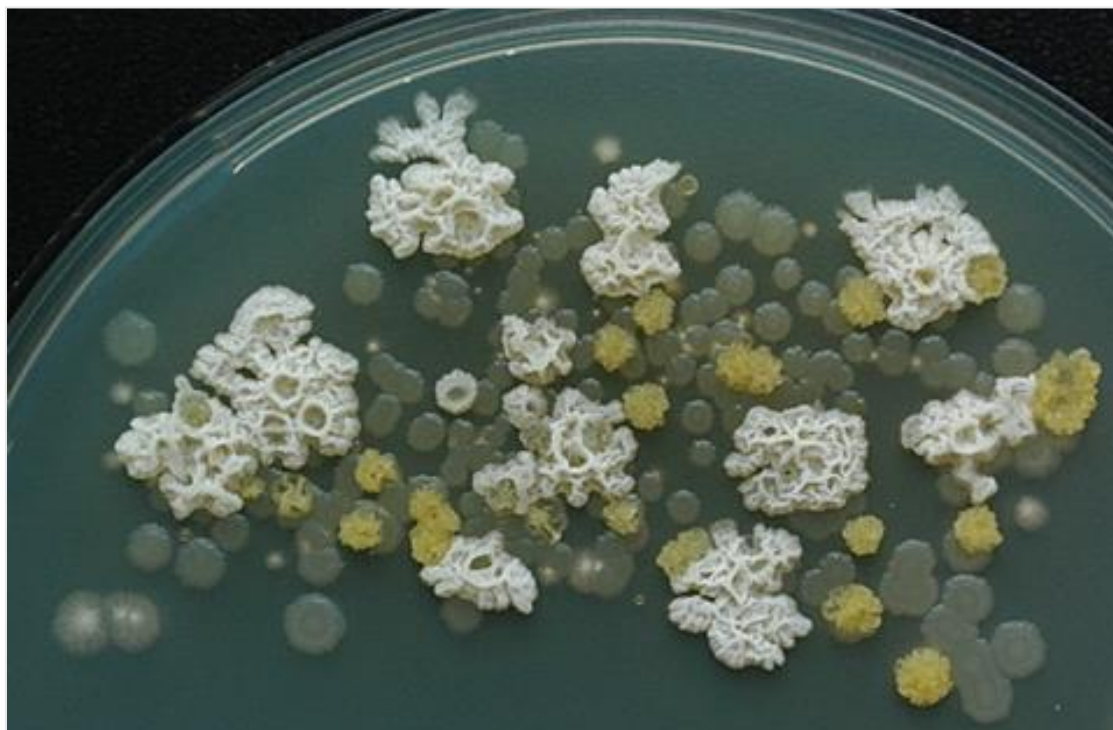
Diversita epifytní mikroflóry je přibližně konstantní v rámci rostlinného druhu, genotypu, lokality a podnebného pásma. Koncentrace jednotlivých entit v epifytu se v průběhu vegetační sezóny mění podle stáří stromu a listů, průběhu počasí a po agrotechnickém zásahu. Podle našich výsledků převládají při rašení a před opadem listů méně náročné a pomalu rostoucí bakterie. Složení epifytního společenstva se v tomto období limitně blíží složení společenstev korových pletiv v rámci druhu, případně genotypu. S rychlým nárůstem listové plochy a intenzivními biochemickými procesy v průběhu jara roste podíl rychle rostoucích zejména gramnegativních bakterií. V období sklizně meruněk přírůstek koncentrace epifytních bakterií osciluje kolem nuly a ve druhé polovině léta začíná koncentrace většiny gramnegativních entit, s výjimkou pektinolytických bakterií, postupně klesat.

Z porovnání dosud získaných výsledků a prakticky shodného sledu jednotlivých prací v produkčních meruňkových sadech v celé ČR vyplývá jednoznačná potřeba úpravy harmonogramu aplikace foliárních přípravků. Aplikace ochranných postřiků je v současnosti vázána zejména na prognózu a monitoring škodlivých činitelů. Rychlý sled ochranných foliárních postřiků v jarním období a na začátku léta má jednak kumulativní destruktivní účinek na epifytní mikroflóru (obr. 11), který v konečném důsledku výše uvedených procesů vede ke zvýšené vnímavosti stromů vůči biotickým a abiotickým stresům a jednak snižuje účinnost jednotlivých účinných látek.



Obr. 11: Vyplněný prostor epifytu meruňky čistou kulturou fytopatogenní pseudomonády po inaktivaci aplikované účinné látky. Příklad nežádoucího efektu ochranného přípravku

Diskutabilní je načasování aplikace postřiků na bázi antagonistických mikroorganismů (obr. 12) a aplikace různých kombinací prostředků ochrany a výživy.



Obr. 12: Příklad aplikace biologického přípravku na bázi kmene *Bacillus subtilis* (bílé střečovité kolonie) v nevhodném období pro růst a množení bakterie. Na potlačení populace fytopatogenní pseudomonády (kulaté nazelenalé kolonie) nemá žádný vliv

Rychlý sled postřiků před sklizní meruněk by měl být vystřídán klidným posklizňovým obdobím vhodným pro revitalizaci epifytní mikroflóry, a tím i posílení vitality a obranyschopnosti stromu před možnou podzimní invazí původců korových nekrot. Revitalizovaná epifytní mikroflóra by nutriční kompeticí omezovala růst inokula nežádoucích patogenů a přispěla by k celkové vitalitě produkčních výsad. Pestrý a koncentrovaný probiom lépe přežívá období dormance a urychluje kolonizaci nových pupenů a listů na jaře. Posun ve studiu složení fylosféry, role jednotlivých entit ve společenstvech, jejich vzájemných vztahů a interakcí s pěstovanými rostlinami v podmínkách integrované a ekologické produkce, nám v současnosti umožňují genetické metody, zejména metoda NGS (Next Generation Sequencing).

3.4. Péče v produkčních výsadbách

3.4.1. Řez a tvarování meruňkových výsad – výchovné a zmlazovací řezy

Z hlediska minimalizace napadení meruňkových výsad původci korových nekrot a předčasného odumírání hraje hlavní roli načasování řezu. Bez ohledu na to, zda se jedná o řez výchovný nebo udržovací, prováděný ručně nebo mechanizací, vždy je vhodné z hlediska rizika napadení pletiv původci chorob řez provádět efektivně, ostře, bez dalšího poškození okolních pletiv a v době sníženého infekčního tlaku. Z hlediska rizika zavlečení infekce je nejbezpečnější řez v předjaří. V tomto období je inokulum patogenních pseudomonád minimální, v nekultivovatelné koncentraci, tj. pod 10^2 bak. buněk/ml v podkorových pletivech. Pokud se nově objeví korové nekrot na větvích u 8 a více let starých stromů, lze řez využít i jako preventivní ochranné opatření, které bude bránit dalšímu šíření inokula z kPs.

3.4.2. Regulace plodnosti

Probírka květů a probírka plůdků vede k tvorbě drobných jizev. Dnes se provádí zejména strojová redukce květů. Výhody tohoto způsobu probírky jsou vysoký výkon zařízení (1–1,5 ha/hod), nezávislost na počasí, nezatěžování prostředí chemickými látkami, možnost využití i v ekologickém ovocnářství. Výhodou redukce květů meruněk je kromě nízkých nákladů na provedení probírky i okamžitý účinek. Probírka květů a plůdků je problematická vzhledem k možné kombinaci s jarními mrazy. Probíhá v době neukončené kolonizace listů epifytní mikroflórou, kdy dochází ke změně spektra mikroflóry fyloplanu. Bakterie z kPs pokračují v migraci z korových pletiv na povrch nejprve květů, následně listů a plodů, jejich koncentrace v epifytu je na vzestupu.

Negativní vlivy vysoké násady plodů lze přičítat nepříznivému poměru mezi počtem listů a počtem plodů. Pro optimální velikost a kvalitu plodů by mělo na jeden plod připadat cca 30 listů. Vyšší podíl drobných plodů snižuje výkon česáčů

a třídících zařízení, zvyšuje se potřeba obalů a skladovacích kapacit. Stromy, které mají v jednom roce vysokou násadu plodů, obvykle v příští sezóně málo kvetou a přinášejí nízké výnosy (tzv. střídavá plodnost). Přirozená redukce násady v podobě tzv. červnového propadu je obvykle nedostačující. K redukci počtu nasazených plodů přistupuje pěstitel aktivně, může zvolit redukci plodonosného dřeva řezem, redukci květů, probírku plodů, popřípadě může metody vzájemně kombinovat. Z výše uvedených metod regulace plodnosti je největším rizikem pro zavlečení infekce bakterií z kPs redukce plodonosného dřeva řezem.

3.4.3. Závlaha

V jarním období nasazování květů, listů a plodů je nutný dostatek vody. Nedostatek vody vytváří abiotický stres, který vede k nižší produkci ovoce, zpomalení růstu stromů a snížení jejich celkové obranyschopnosti. Naopak pokud intenzivní zavlažování kapkovou závlahou pokračuje až do pozdního léta a podzimu, podporuje další růst stromů a tvorbu letorostů. Nová měkká pletiva jsou obecně náchylnější k ataku škodlivých organismů. V tomto období přirozeně narůstá inokulum původců korových nekrotů vzhledem k vyšší vlhkosti a snižujícím se teplotám. Obecně jsou bakteriální infekcí méně zasažené výsadby meruňek s travním porostem v meziřádcích a meruňky vysazené jako solitérní rostliny, například v zahrádkách. Jejich vyšší odolnost oproti výsadbám s meziřádkovým úhorem je vysvětlována tvorbou rovnováhy mezi produkční výsadbou a okolním prostředím. V sadech s ozeleněnými meziřádky travní porost odčerpává aktuálně vzniklý nadbytek vody nebo živin, který způsobuje větší náchylnost stromů k chorobám. Strom vylučuje více exudátů a je následně více atraktivní pro patogenní inokulum z kPs, které dokáže za živinami migrovat. Nadbytečná zálivka kapkovou závlahou v podzimním období tedy zvyšuje pravděpodobnost proniknutí patogenního agens do podkorových pletiv. Zavlažování porostů meruňky během podzimního období umožňuje při systemické infekci rostlin transport bakterií do špiček letorostů, u kterých dochází v případě výskytu mrazu k poškození a černání pletiv. Toto poškození zakládá nebo alespoň přispívá k rozvoji apoplexie v jarních měsících.

3.4.4. Zelené práce - meziřádky

Travní porost v meziřádcích plní několik nezastupitelných funkcí, snižuje výpar, zvyšuje vlhkost v letních měsících, je zdrojem přirozené mikroflóry a živin. Travní porost naopak snižuje kumulaci tepla v období s rizikem výskytu jarních mrazů.

3.4.5. Výživa

Pro docílení maximálního efektu na růst, vitalitu stromů a produkci ovoce je nezbytná aplikace podpůrných látek na základě znalostí fyziologického stavu rostlin, přítomného mikrobiomu a aktuálních lokálních podmínek. Výživa by měla být aplikována v okamžiku, kdy ji rostlina dokáže maximálně efektivně využít. Aplikace jednotlivých látek by měla být rozložena do co nejdelšího období. Nadbytek výživových prostředků v daný okamžik nedokáže rostlina efektivně využít pro růst a produkci a nevhodně podporuje nutričně náročné spektrum epifytní mikroflóry, do kterého patří i nežádoucí patogenní agens bakterií z *kPs*.

3.4.6. Ochrana

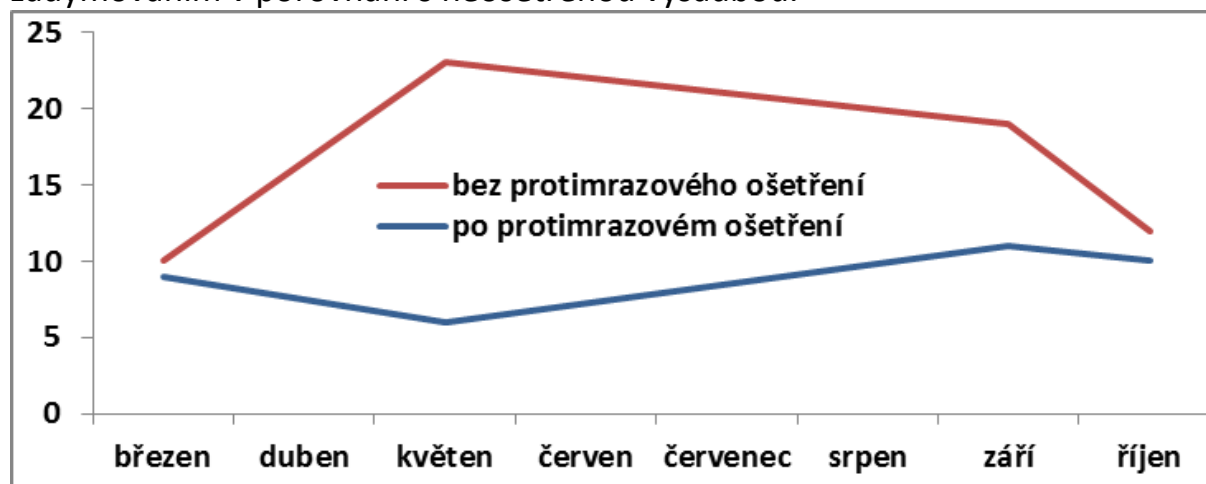
3.4.6.1. Ochrana proti jarním mrazům

Význam protimrazové ochrany v posledních 10 letech výrazně vzrostl. Brzký nástup jara posouvá začátek kvetení a tvorby plodů do období výskytu četných jarních mrazů s dlouhou dobou působení. Zatímco jarní mrazík v květnu obvykle ohrožuje výsadby kratší dobu, tj. 2-3 hodiny před a během svítání, mrazy v březnu, případně v první polovině dubna, mohou trvat i 10 h. Mrazy v tomto období likvidují úrodu až ze 100 % a účinnost protimrazové ochrany může ztráty pouze zmírnit. Ekonomicky rentabilní je ochrana před krátkodobými jarními mrazíky do -3°C. Teplota v sadu se nejčastěji zvyšuje na 0 až 1°C hořícími svícemi v počtu cca 200-250 ks/ha v závislosti na výchozí teplotě vzduchu. Škody na produkci ovoce mohou být zredukovány na minimum, tj. do 5 %. Alternativou ke svícím je používání ventilátorů, které promíchávají vzduch ve výsadbě nebo postřik vodou s přídavkem glycerolu, který při mrznutí odevzdává do okolního prostředí a na povrch pletiv stromů latentní teplo a zvyšuje teplotu oproti okolnímu prostředí o 0,5-1°C. Na zmírnění dopadu mrazů je potřeba aplikovat dávku 20-30 l vody/m² plochy a noc. Zmírňování dlouhodobějších a hlubších mrazů pod -5 až -6°C je ekonomicky nerentabilní, poškození produkce nelze zabránit. Další variantou je pálení slámy, starých větví apod. U této metody převažují negativní dopady vlivu toxických spalin nad zachráněnou produkcí. Produkty nedokonalého hoření ulpívají na povrchu korových pletiv, plodů a zejména listů, ucpávají póry, brání látkové výměně a dýchání, narušují povrchový biofilm a poškozují epifytní mikroflóru. Na plodech mohou způsobit povrchová estetická poškození a snížit jejich prodejní hodnotu. Mechanickými poraněními mohou toxické látky pronikat do vodivých pletiv a způsobovat poruchy látkové výměny.

Mezi původci korových nekróz je 10-20 % kmenů, které přispívají k mrazovým poškozením rostlin. Buňky těchto patogenů fungují jako nukleční jádra, která

iniciují mrznutí a tvorbou ledu. Led poškozuje rostlinná pletiva a vytváří prostor pro množení patogenu.

Graf 2: Pokles počtu entit v epifytní mikroflóře po protimrazovém ošetření zadýmaváním v porovnání s neošetřenou výsadbou.



3.4.6.2. Ochrana proti bakteriím chemickými přípravky na bázi mědi

Měď je základní mikroživinou pro všechny živé organismy včetně rostlin, působí jako kofaktor několika enzymů, podílí se na dýchání a přenosu elektronů. Díky své interakci s nukleovými kyselinami ve vyšší koncentraci narušuje činnost enzymů a nakonec i integritu buněčných membrán. Nadužívání antimikrobiálních látek na bázi mědi vyvolává obavy z dlouhodobé udržitelnosti systému ochrany plodin pomocí těchto prostředků. Hlavními výhodami těchto látek jsou: (i) relativně vysoká toxicita fixovaných sloučenin Cu pro rostlinné patogeny; (ii) nízká cena; (iii) nízká toxicita pro savce; (iv) chemická stabilita; (v) prodloužené reziduální účinky. Měďnaté prostředky jsou striktně využívány jako protektanty, tj. nemají léčebné lokální ani systémové účinky, pouze svojí toxicitou zabíjejí mikroorganismy, snižují inokulum patogenů na povrchu listů a tím redukuje závažnost choroby vyvolané přítomnými patogeny. Chemicky fixovaná nerozpustná měď se uvolňuje pomaleji, efekt jejího působení se výrazně prodlužuje a zároveň se snižuje její fytoxicita. Ve styku s vodou tvoří Cu slabé kyseliny, což zvyšuje její rozpustnost a dostupnost. Efektivita absorpce Cu je dána anatomickou strukturou listu, hustotou průduchů, vrstvou kutikuly a hustotou epidermálních chloupků. Přílnavost aplikovaných přípravků se zvyšuje přidavkem smáčedla.

Mezi negativní účinky měďnatých přípravků naopak patří jejich fytotoxicita, selekce mikrobiálních kmenů odolných vůči působení mědi, akumulace mědi v půdě a její negativní dopady na celý půdní biom. Ionty Cu se v půdě vážou na částice organické hmoty, jílu a hydroxidy kovů. Kontaminace písčitých půd volnými ionty Cu je proto vyšší než v půdách bohatých na jíl nebo organickou hmotu. Volné ionty se lépe vážou na vodu a tvorbou slabých kyselin snižují pH půdy.

Aplikaci Cu přípravků je nutné kompenzovat zvýšením pH půdy a/nebo zvýšením obsahu organických látek v půdě případně aplikací sádry na redukci půdní toxicity. Při vyšším pH v půdě zůstává více Cu v nerozpustné formě. Měď se koncentruje v úrodné organické hmotě, cca v horních 15 cm půdy, kde je současně nejpestřejší mikrobiální systém. Vysoká koncentrace mědi nad 100 mg/kg půdy zejména v trvalých ovocných kulturách a vinohradech vede k rozpadu rhizosférických společenstev a následnému rozpadu půdní hmoty. Nicméně už koncentrace mědi vyšší než 30 mg/kg půdy je kritická pro některé rostlinné druhy. V porostech teplomilných peckovin v integrovaných systémech hospodaření byla zaznamenána koncentrace 21-490 mg Cu/kg půdy. Z půdy se kontaminace přenáší i do povrchové a podzemní vody. Krátkodobým nekonceptním řešením kontaminace Cu je zvýšení pH půdy vápněním, dodáváním kompetitivních prvků do půdy (železo) nebo zapracování organické hmoty. Doposud navržené metody fixace nebo extrakce nadbytečné Cu z půdy zatím neposkytují dlouhodobá a dostupná řešení pro zemědělskou praxi. Využívání Cu přípravků je v EU regulováno nařízením 473/2002. Chemické přípravky na bázi Cu jsou využívány zejména pro kontrolu řady původců listových chorob, zejména bakteriálních, ale i hub a oomycet v integrovaném systému ochrany rostlin a v ekologickém zemědělství (například proti antraknóze, plísni révy vinné, plísni bramboru, padlí, strupovitosti). Zatímco u houbových chorob se jedná o doplněk k dalším fungicidům, u bakteriálních patogenů se jedná často o jediný dostupný prostředek pro pěstitele v konvenčním i ekologickém zemědělství pro regulaci patogenních bakterií peckovin.

3.4.6.3. Alternativní bakteriostatické a baktericidní přípravky

V dohledné budoucnosti se jako nejperspektivnější jeví náhrada mědi jinou formou ochrany rostlin vůči škodlivým činitelům:

1) Malými molekulami syntetických chemických sloučenin nebo z rostlin vyextrahovaných biologicky aktivních látek

Ze syntetických chemických sloučenin jsou perspektivní nízkomolekulární sloučeniny, které snadno pronikají do buněk a vytvářejí systemickou rezistenci rostlin vůči patogenům. Určitou odolnost vůči bakteriálním patogenům vyvolává například aplikace hexanové kyseliny; 2-aminoimidazol a 3-indolylacetonitril byly úspěšně aplikovány při výskytu rakoviny citrusů vyvolané *X. citri* subsp. *citri* a potlačení Cu rezistentních kmenů *X. perforans* ve skleníkových podmínkách. Mezi biologicky aktivní látky vyextrahované z rostlin patří například carvacrol [2-methyl-5-(1-methylethyl-phenol, $C_{10}H_{14}O$) izolovaný z rostlinných olejů a účinný vůči *X. vesicatoria* na rajčatech a *X. campestris* v půdě; azybenzolar-S-methyl po aplikaci na list a kořenový systém ve skleníkových podmínkách indukoval

rezistenci vůči širokému spektru bakteriálních patogenů, ovšem s vysokým potenciálním rizikem fytotoxicity. Jako velmi perspektivní se jeví jednoduché syntetické nebo přírodní antibiotikům podobné lineární nebo cyklické peptidy s nízkým rizikem vzniku rezistence, například deriváty kyseliny D-aminové účinné do efektivní koncentrace 0,23 g/l v *in planta* podmínkách.

2) Nanočásticemi

Nanočástice lépe penetrují do buňky, mají velký povrch vzhledem k objemu a tím dosahují větší antibakteriální účinnosti než mikronové částice sloučenin mědi. Známé jsou látky s nanočásticemi zinku a stříbra. Účinnost těchto látek byla ověřena například vůči původcům bakteriálních chorob rajčete ve skleníkových podmínkách a byla srovnatelná nebo lepší než účinnost přípravků na bázi mědi.

3) Vyselektovanými kmeny mikroorganismů

Nejčastěji se selektují kmeny bakterií a hub s antagonistickými vlastnostmi. Antagonistické kmeny omezují aktivity patogenních kmenů a indukují rezistenci rostlin vůči patogenům. V současnosti se zkoumá využití více než 400 antagonistických kmenů, ke komerčnímu využití je registrováno více než 150 antagonistických kmenů. V EU jsou například registrovány antagonistické kmeny bakterií *Pantoea agglomerans*, *Pseudomonas protegens* a *graminis*, *Bacillus*, kvasinek *Aureobasidium pullulans* a *Metschnikowia pulcherrima* i hub *Aspergillus flavus*, *Pythium oligandrum*. V EU jsou hojně rozšířené přípravky na bázi sporulujících kmenů rodu *Bacillus*. Kmeny jsou díky sporulaci schopné přežít v místě aplikace i po dobu, kdy jsou vnější podmínky nepříznivé pro jejich aktivitu. Aplikovaná dávka sporulujících antagonistů proto může být nižší a méně častá než u nesporulujících bakterií. Účinnost antagonistických kmenů je selektivní a nižší než účinnost přípravků na bázi mědi. Využití a účinnost vyselektovaných kmenů bude možné zvýšit na základě dalšího poznání vzájemných vztahů mezi aplikovaným kmenem a přirozenou mikroflórou charakteristickou pro danou fenotypovou fázi hostitelského druhu rostliny v závislosti na aktuálním průběhu počasí. Například pro použití v ovocných dřevinách není žádný prostředek srovnatelný s účinností mědi doposud registrován. Jako alternativa se nejčastěji používají antagonistické bakterie různých druhů rodu *Bacillus*, například Serenade na bázi druhu *B. subtilis*. Dostupné jsou i přípravky s extrakty účinných látek z těchto kmenů. S rozvojem molekulárně genetických metod se nabízí možnost inokulovat půdu nebo listovou plochu geneticky modifikovanými prospěšnými mikroorganismy. V současnosti se v ochraně rostlin testuje i využití virů infikujících bakterie, tzv. bakteriofágů.

4) Dalšími účinnými látkami

Testuje se využití různých polysacharidů, např. chitosanu a vitamínů. Aplikace těchto látek není doposud plně zhodnocena a nelze je proto využít v zemědělské praxi.

5) Přirozený mikrobiom rostlin

Jako perspektivní se jeví zapojení přirozeného biomu rostlin a dřevin na potlačení a redukci původců bakteriálních a houbových chorob. Například produkcí indolyl octové kyseliny (třída auxinů) nepřímo stimulují obranný mechanismus rostlin (SAR) aktivací kyseliny salicylové. Přirozené antagonistické bakterie v epifytu inhibují růst a indukují buněčnou smrt rostlinných patogenů produkcí sekundárních metabolitů (toxinů, antibiotik nebo enzymů).

3.4.6.4. Aplikace bakteriostatických a baktericidních přípravků

Kromě obecně zohledňovaných meteorologických podmínek je nutné vzít v úvahu i reakci aplikovaného postřiku s rostlinou, například volbou vhodné koncentrace účinné látky s ohledem na její rozpustnost, pH roztoku, na její fytotoxicitu v dané fenologické fázi stromu a možnou indukci rezistence u cílových škodlivých činitelů. Výchozí roztok by měl mít pH neutrální až lehce alkalické $\text{pH} = 6,5\text{--}7,2$ jak při aplikaci ke kořenům formou závlivky, tak na list formou postřiku. V povrchovém biofilmu kořenů a listů dochází vlivem uvolňování rostlinných a mikrobiálních exudátů k přirozenému poklesu pH, které následně ovlivňuje rozpustnost aplikovaných účinných látek. Například $\text{pH } 5,5$ a méně výrazně zvyšuje rozpustnost solí a dostupnost vázaného prvku, například Cu. Obecně při aplikaci Cu v době kvetení by koncentrace účinné látky měla být nižší než je doporučovaná. Hranice mezi maximálně efektivní a fytotoxickou koncentrací je tenká. Při aplikaci Cu ve druhé polovině vegetační sezóny dosažení fytotoxického efektu prakticky nehrozí. Vysoké koncentrace aplikované Cu u teplomilných peckovin v průběhu vegetační sezóny vedou k selekci rezistentních kmenů fytopatogenních bakterií z kPs. Účinnost aplikovaných látek lze zvýšit i aplikací jejich směsí. Ve směsi může být jedna účinná látka v různém typu vazby nebo s různým mechanismem uvolňování nebo se působení účinných látek ve směsi vzájemně doplňuje, rozšiřuje nebo sčítá. Například ve směsi baktericidních látek na bázi mědi, nebo ve směsi mědi se železem, směsi mědi s některými fungicidy nebo aditivy (např. 2-aminoimidazol) se zvyšuje celková prostupnost Cu do buněk. Aplikace směsí snižuje podle literatury riziko vzniku rezistence vůči Cu. Riziko vzniku rezistence se zvyšuje i s počtem aplikací dané účinné látky. Literatura uvádí, že maximálního efektu redukce inokula původců korových nekróz je možné dosáhnout pouze podzimní aplikací baktericidního prostředku před opadem listů.

Graf 2: Složení epifytní mikroflóry v závislosti na aplikaci foliárních postřiků



3.4.6.6. Fytotoxicita bakteriostatických a baktericidních přípravků

26

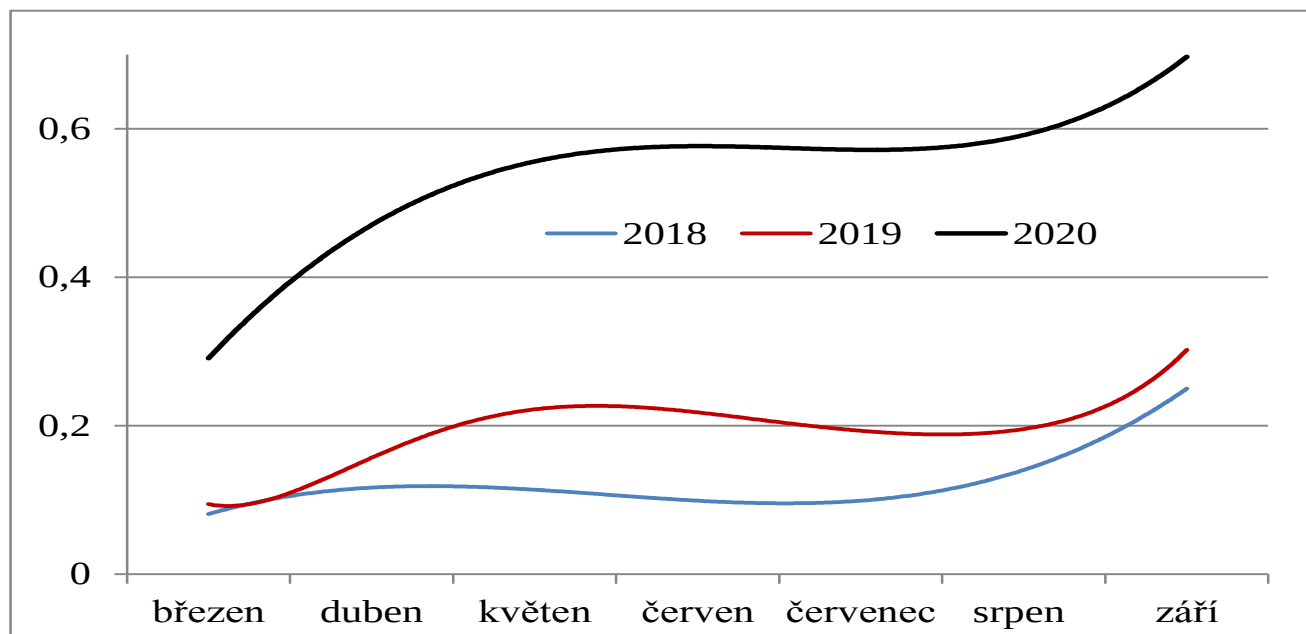
hospodaření v produkčních sadech. Na listech se fytotoxicita Cu projevuje chlorózou, ztmavnutím povrchu, nekrotickými skvrnami a vypálením okrajů čepelí listů. Na ovoci může Cu způsobit snížení jejich prodejní hodnoty korkovitými, tmavými a hvězdovitými rezavými skvrnami. Maximální povolená koncentrace mědi v EU v ovoci 5 mg Cu/kg ovoce vede k částečné změně senzorických vlastností. Farmáři dosahují povolených limitů Cu, zejména změnou načasování poslední aplikace Cu před sklizní. Přípravky na bázi mědi jsou deštěm smývány z povrchu rostlin do půdy. Při vysokých koncentracích v půdě mohou být stromy méně vitální a vykazovat zakrnělý růst. Pravidelným zapravováním organických hnojiv lze snížit aciditu půdy, snížit koncentraci těžkých kovů mědi, olova nebo kadmia v rhizosféře, obohatit diverzitu půdního mikrobiomu a v důsledku toho vylepšit celkovou vitalitu stromů a zvýšit jejich odolnost vůči chorobám a škůdcům. Chemická hnojiva naopak aciditu půdy zvyšují, neobsahují mikroorganismy a nejsou schopny vázat těžké kovy. Okyselením půdy naopak dochází k ochuzení rhizosféry o mikroorganismy citlivé na nízké pH.

3.4.6.7. Rezistence vůči bakteriostatickým a baktericidním přípravkům

Rezistence vůči běžným koncentracím Cu byla pozorována u řady původců bakteriálních chorob ovocných dřevin. Byla zaznamenána i u teplomilných peckovin vůči patogenům *Xanthomonas arboricola* a bakteriím z kPs. Přestože vybraný přípravek při první aplikaci neplní požadované očekávání pěstitele v potlačení patogenního agens, v jeho aplikaci během vegetace se dále pokračuje ve snaze dosáhnout kýženého efektu. Tato činnost má opačný efekt. Kontinuální tlak na epifytní populaci patogenu jednou účinnou látkou vede k selekci velmi rezistentních kmenů, na které už aplikovaný postřik vůbec nefunguje. Toto riziko je velmi vysoké právě u původců korových nekrot a předčasného odumírání meruněk z důvodu střídání endofytní a epifytní fáze životního cyklu patogenů z kPs, při kterém může docházet k předávání genů rezistence vůči Cu. Měďnaté přípravky jsou doposud nenahraditelné. Jejich aplikaci je třeba provádět promyšleně, se znalostí všech dopadů na plodinu, její biom a půdu. Je vysoce nepravděpodobné, že by k rozvoji rezistence ve zdravém ekosystému docházelo spontánními mutacemi, protože je řízeno několika geny. Ke zvýšené pravděpodobnosti sdílení plazmidu jako dominantního nositele genů rezistence vůči mědi dochází za specifických podmínek, kdy v epifytu přežívá malé inokulum lépe chráněných nebo odolnějších kmenů. Přežívající kmeny z kPs mají ve svém genomu tři skupiny genů, které ovlivňují účinnost měďnatých přípravků. První skupina genů podporuje tvorbu sideroforů mědi v rostlinných buňkách, které se snadněji vylučují z buněk do okolního prostředí. Druhá skupina genů mění permeabilitu cytoplazmatické membrány a tím zabraňuje dalšímu pronikání mědi

do buněk z vnějšího prostředí. A konečně třetí skupina genů modifikuje specifická vazebná místa pro navázání mědi v buňce.

Graf 3: Vývoj koncentrace epifytní populace původců korových nekróz v průběhu vegetační sezóny 2018-2020.



3.4.6.8. Regulace bakteriostatických a baktericidních přípravků

Zanorganických forem mědi je upřednostňován méně rozpustný hydroxid a oxychlorid. Používání síranu měďnatého je zakázáno vzhledem k jeho vysoké rozpustnosti a toxicitě. V EU je povolená koncentrace regulována směrnicí č. 473/2002, tj. 6 kg/ha a rok. V mnoha státech je její používání zcela zakázáno v ekologickém zemědělství. V některých státech je maximální aplikovaná dávka mědi snížena na 3-4 kg/ha/rok (v Německu, Rakousku a Švýcarsku). V ekologickém i integrovaném systému hospodaření je aplikace měďnatých přípravků zcela zakázána v Holandsku a Dánsku. V současné době a přednostně v ovocných sadech se preferuje aplikace pokročilých organicky vázaných sloučenin mědi s minimalizovaným objemem postřiku na plochu listu nebo na počet stromů v řadě. Koncentrace mědi se stanovuje na základě aktuálního vyhodnocení monitoringu a předpovědi výskytu škodlivých činitelů v dané lokalitě. Při postřiku se často nezohledňuje velikost sadu a stáří porostu. Všechny typy porostů se postřikují stejnou intenzitou. Ztráty z nadměrné spotřeby aplikovaného přípravku a kontaminace okolního prostředí se nezohledňují. Kritickým faktorem je načasování postřiku. Měďnatý postřik je nejefektivnější při aplikaci na list, naopak neproniká a je tedy neúčinný při aplikaci na dormantní pupeny a korové léze.

Měďnatý postřik je efektivní pouze v období, kdy je rostlina vnímavá, patogen dostupný a současně jsou vhodné podmínky pro rozvoj choroby. Rostliny jsou obecně nejvnímavější v rané růstové fázi. Většina pěstitelů začíná s aplikací měďnatých přípravků v průběhu kvetení. V tomto období je pro rostlinu Cu nejtoxicičtější. Kombinace ne zcela povrchově přístupného patogenu (vzhledem k členité struktuře květu) a nižší aplikované koncentrace účinné látky vede k nízké efektivitě postřiku na květ. Takový postřik není vhodné vůbec aplikovat, pouze napomáhá případnému vniku rezistence bakterií z kPs vůči Cu.

3.5. Pěstování meruněk v podmínkách minimalizace chemické ochrany

V současnosti stále klesá nabídka účinných chemických přípravků vůči chorobám a škůdcům a minimalizují se aplikační dávky dosud povolených chemických přípravků včetně sloučenin mědi. Eliminace nebo potlačení choroby nebo škůdce musí být v současnosti dosaženo menší aplikační dávkou méně razantního přípravku. Východiskem z této situace je plné využití nových znalostí o cílových rostlinách, škodlivých organizmech, jejich vzájemných interakcích a interakcích s okolními ekosystémy. Mezi aspekty, které umožní pěstování teplomilných peckovin v podmínkách minimalizace chemické ochrany, patří:

1) Šlechtění – většina nově vyšlechtěných genotypů vyniká pouze vzhledovými charakteristikami ovoce, výnosem a robusností v přepravě a prodeji. V podmínkách minimalizace chemické ochrany je nutné zaměřit šlechtění ovocných druhů vůči hospodářsky nejvýznamnějším původcům chorob včetně patogenů z kPs.

2) Abiotické faktory – v podmínkách minimalizace chemické ochrany je nutné využít znalosti o všech významných abiotických faktorech ovlivňujících účinnost aplikovaných přípravků – teplota, srážky, vítr, vlhkost, lokalita. Negativním faktorem je růst teploty. Očekává se, že rostoucí teplota, sucho a salinita půdy sníží kvalitu a výnos ovoce, zvýší citlivost vůči patogenům a ovlivní složení endofytní a epifytní mikroflóry. Studie prokázaly, že zvýšení teploty o 2°C významně snižuje spektrum a koncentraci prospěšných mikroorganismů a umožňuje potenciální kolonizaci fylosféry rostlin patogenními bakteriemi. Naopak zvýšení koncentrace CO₂ v atmosféře vede k nárůstu populace některých prospěšných druhů fylosferních bakterií na úkor patogenních.

3) Fenotypová fáze stromů – v podmínkách minimalizace chemické ochrany je nutné přesné načasování aplikace ochranných postřiků dle fenotypové fáze stromů. Ochrana ovocných stromů je obecně málo efektivní v době kvetení, protože ochranné prostředky např. Cu špatně pokrývají členitý povrch květů.

4) Biotické faktory – v podmínkách minimalizace chemické ochrany je nutné využít znalostí o všech významných biotických faktorech ovlivňujících účinnost aplikovaných přípravků a vnímavost škodlivého organismu. Při volbě přípravku a způsobu jeho aplikace je nutné zohlednit:

- **typ patogenu a jeho charakterizaci** z hlediska odolnosti vůči aplikovaným prostředkům – rozdíl mezi houbovým patogenem, gram pozitivní a gram negativní bakterií;

- **lokalizaci patogenu** – bakterie jsou obecně více chráněny, vytváří biofilm a agregáty na povrchu listů pod trichomy nebo v okolí listových žilek s dostatkem živin. Tato místa bakterie zároveň chrání před povětrnostními vlivy, slunečním zářením a přímým zásahem ochranných prostředků. Mycelium houbových patogenů má samo o sobě vysoké povrchové napětí a je špatně rozpustné. Houbové mikroorganismy jsou rozmístěny na povrchu listů nerovnoměrně, nevytváří agregáty a netvoří ochrannou vrstvu biofilmu. Bakterie a houby pronikají do rostliny jizvami na korových pletivech, v místech mechanického poranění, opadu listů nebo po řezu;

- **reprodukční cyklus** – ochranný postřik je nutné aplikovat preventivně před nástupem inokula patogenu do exponenciální fáze růstu a s ohledem na průběh počasí. Optimální teplotní a vlhkostní podmínky pro množení škodlivého činitele urychlují jeho přechod do exponenciální fáze růstu, oddalují a zpomalují fázi stagnace a redukce škodlivého inokula.

5) Přirozený biom – v podmínkách minimalizace chemické ochrany je nutné zohlednit nové znalosti o fylosférických společenstvech rostlin. Zájem o tato společenstva vzrostl až v posledních 10 letech z potřeby zvýšit ochranu životního prostředí a lidského zdraví a v důsledku vzrůstající populace multirezistentních mikroorganismů. Nepoškozený přirozený biom vytváří vzájemně výhodná přirozená společenstva širokého spektra rodů a druhů bakterií, která poskytují rostlině i určitý stupeň přirozené ochrany vůči vnějším biotickým a abiotickým stresům. Nejvýznamnější jsou společenstva vytvářená na povrchu kořenů – rhizosféře a na povrchu listů – epifyt. Mikroorganismy ve společenstvech: (i) odbourávají exudáty rostlin; (ii) zadržují vodu; (iii) zmírňují dopad řady škodlivých vlivů - kontaminaci půdy a ovzduší; (iv) slouží jako biohnojivo - fixací dusíku i na povrchu listů (*Pseudomonas*, *Bacillus*, *Achromobacter*, *Klebsiella* a *Mycobacterium*), zpřístupněním makrobiogenních (fosfor) a stopových (železa a zinku) prvků. Infekce patogenem vede ke změně složení přirozené epifytní mikroflóry. V rámci odezvy rostliny na přítomnost patogenu roste kvalitativní i kvantitativní zastoupení prospěšných entit a dochází k vytváření nových vazeb a vzájemných interakcí. Narušení přirozeného mikrobimu nevhodnou aplikací

chemického přípravku vede ke ztrátě ochranných funkcí mikrobiomu, která se projeví zhoršením zdravotního stavu výsadeb.

3.6. Osm zásad integrované ochrany rostlin v produkčních sadech

Podstatou doporučení a navrhovaných úprav v technologii pěstování meruněk je snaha efektivně využít stávajících technických možností, nových znalostí a limitovaných možností v chemické a nechemické ochraně proti škodlivým organizmům, zejména původcům korových nekróz. Cílem doporučení je provádět ochranu a realizovat péči o sad v širším ekologickém kontextu, snažit se co nejvíce přiblížit přirozené rovnováze okolního ekosystému s udržitelnou produkcí ovoce, bez zvýšení ekonomických nákladů. Krok za krokem úpravou koncentrace účinné látky ochranného přípravku nebo hnojiva, regulátoru růstu, termínu aplikace dle lokálních podmínek – počasí, výměry, genotypového a věkového spektra... – je možné systém postupně vyladit.

Zásada 1- prevence a potlačování

- 1) Výchozí množitelský materiál prostý škodlivých činitelů – u karanténních škodlivých činitelů je problém vyřešen rostlinolékařskými pasy. U původců korových nekróz, přestože se jedná o závažné patogeny, nejsou rostlinolékařské pasy vyžadovány. Před nákupem podnožového nebo roubového materiálu, případně hotových školkařských výpěstků, lze vyžadovat písemný doklad o nepřítomnosti systemické infekce nebo doklad o výsledku testování některou imunochemickou nebo molekulárně genetickou metodou. Situace je velmi závažná zejména u roubových materiálů, kdy standardně nejsou k dispozici dostupné informace o výchozím materiálu a způsobu péče o matečné rostliny. Velkým rizikem je opakované využívání stejných matečných rostlin z oblastí, kde se choroba vzhledem k nevhodným klimatickým podmínkám pro množení patogenu neprojevuje vnějšími příznaky.
- 2) V zájmu pěstitelů v oblastech a lokalitách s podobným průběhem počasí jako v ČR je důležité uplatňování dalších preventivních opatření v podobě metod šlechtění na rezistenci/toleranci vůči závažným patogenům z *kPs*, a to zejména u peckovin a náchylných druhů jaderovin.
- 3) Vedle šlechtění na rezistenci/toleranci vůči bakteriím z *kPs* je nutné trvale monitorovat spektrum virulentních kmenů patogenů, které mohou nést nové geny virulence schopné překonat obranné mechanismy poskytující rostlinám odolnost.
- 4) Uplatňování cílené kombinace ochranných opatření – diversifikace uplatňovaných ochranných opatření v čase a prostoru, zapojení okolního prostředí a snaha vytvářet rezistenci vůči více škodlivým činitelům najednou (multi-pest approach – škůdce – patogen – plevel). Kombinací precizního

monitoringu, biopesticidů, predátorů, antagonistických organismů se zapojením jednotlivých složek ekosystému na úrovni lokality sníží spotřebu pesticidů o 30 % při poskytnutí stejné úrovně ochrany jako v systému hospodaření založeném pouze na chemické ochraně.

5) Rotace plodin.

6) Ekologie a management – oba přístupy často stojí proti sobě. Pro zvýšení produkce ovoce se rostlinám často poskytuje nadbytek živin. Nadbytek živin sekundárně ovlivňuje populaci svého hmyzu, roztočů, patogenních hub a fytopatogenních bakterií. Významná redukce patogenů byla zaznamenána v produkčních výsadbách, kde se v určitém poměru k celkovému počtu rostlin střídá menší podíl odrůdy s vyšší hladinou rezistence a větší podíl méně rezistentní avšak výnosově a kvalitativně zajímavější odrůdy daného druhu. V rámci produkční výsadby lze kombinovat různé ovocné druhy z různých čeledí s odlišným spektrem a závažností škodlivých činitelů. Spektrum predátorů a antagonistů ve výsadbách podporuje mulčování zelených meziřádků.

Zásada 2 – monitoring

Ke sledování průběhu počasí a vyhodnocování rizika výskytu různých škodlivých organismů se využívají předpovědní programy ÚKZÚZ na Rostlinolékařském portálu a Agrární komory, portál AgroRisk. Portály slouží pro vyhodnocení okamžitého rizika, pro okamžité rozhodnutí „stříkat/nestříkat“.

Zásada 3 – vyhodnocení monitoringu a intervenční práh

U původců korových nekróz, kteří v závislosti na vnějších podmínkách (průběh počasí, podmínky na lokalitě) přecházejí mezi saprofytickou a patogenní fází životního cyklu, se nedá intervenční práh přesně stanovit. U těchto patogenů je nutné preventivně zasáhnout, dokud je koncentrace inokula velmi nízká a vnější příznaky choroby nejsou patrné. Situace není jednoznačná u tolerantních, případně rezistentních odrůd ovocných dřevin, kde samotná přítomnost inokula patogenu ještě nemusí vést k rozvoji choroby. U těchto patogenů by měl být rozhodovací proces založen na dlouhodobém monitoringu, který povede k vytvoření specifické strategie pro danou lokalitu a typ výsadby s cílem dosáhnout dlouhodobého ochranného efektu, v perspektivních mladých výsadbách před plnou plodností, v plně produkčních výsadbách a starších výsadbách s klesající plodností.

Zásada 4 – využití nechemických metod

Jako v předchozí zásadě je nejprve nutné stanovit, jakého stavu chce pěstitel v produkční výsadbě docílit. U šlechtitelských výsadeb a množitelských porostů je

cílem eliminace patogenu, u produkčních výsadeb je cílem „uspokojivá kontrola a regulace škodlivého organismu“. Vysoká úroveň chemické ochrany proti jednomu škodlivému činiteli vedoucí k jeho eliminaci, je dlouhodobě neudržitelná, porušuje rovnováhu v ekosystému a tím vytváří problém s jiným škodlivým činitelem, který získává dominanci na úkor eliminovaného. Stav po aplikaci nechemické ochrany nebo po uplatnění kombinace spektra metod integrované ochrany nemůže být relevantně porovnáván se stavem po aplikaci chemického přípravku, protože vytváří jinou úroveň ochrany. Mezi typické příklady metod nechemické ochrany patří feromonové lapače, přirození nepřátelé z řad hmyzích predátorů, draví roztoči, zimní půdopokryvný porost, hnojení, ozelenění meziřádků apod. Z hlediska potlačení původců chorob mají nejvýznamnější potenciál živá biologická agens, která s vhodně načasovanými agrotechnickými postupy vytváří synergii mezi produkční výsadbou a okolním prostředím.

Zásada 5 – výběr pesticidů

Tato zásada přichází na řadu, pokud se předchozími postupy, tj. prevencí a alternativními metodami, nedaří dosáhnout potřebného ochranného efektu. Náhradních a komerčně dostupných biopesticidů není zatím dostatečné spektrum, aby pokrylo řešení všech problémů v produkčních sadech teplomilných peckovin. Nové biopesticidy podléhají stejným postupům a pravidlům hodnocení vlivů na lidské zdraví a životní prostředí jako syntetické chemické pesticidy. Pohled na otázku jejich hodnocení a podmínek uvolnění do praxe není doposud jednotný.

Zásada 6 – redukováná spotřeba pesticidů

V návaznosti na ostatní zásady zavazuje k trvalému snižování spotřeby pesticidů:

- a) snižováním aplikované koncentrace a počtu dávek během vegetace na základě racionálního monitoringu škodlivého organismu a vnějších podmínek pro napadení rostlin na základě prognózy a signalizace;
- b) využitím „precizion application“ – lokální, bodovou aplikací pesticidu na několik infikovaných řad nebo jedinců genotypu ovocné dřeviny, které tvoří lokální ohnisko infekce v sadu.

Redukovaná a cílená spotřeba přípravku snižuje zátěž životního prostředí, lidského zdraví a možnost vzniku rezistence patogenů vůči aplikované účinné látce.

Zásada 7 – antirezistentní strategie

Ke vzniku rezistence vůči škodlivým činitelům v minulosti vedla především výsadba monokultur a intenzifikace produkce.

V případě původců korových nekróz, bakterií z kPs, se jedná především o rezistenci vůči měďnatým přípravkům. Zásada antirezistentní strategie řeší

otázku, za jakých podmínek lze trvale aplikovat nízké dávky Cu, a tím vytvářet trvalý neselektivní redukční tlak na přítomné bakterie bez rizika vzniku rezistence – „hormesis effect“. Dosavadní výsledky získané v produkčních sadech tuto praxi nepodporují. Dlouhodobá aplikace nižších než doporučených dávek vede k neselektivní redukci všech bakterií. Trvalé „moření“ vede k eliminaci citlivých druhů a selektivnímu přežívání druhů s „výhodou“ – bakterií se schopností střídání endofytního a epifytního přežívání, sporulujících druhů, druhů schopných migrace, druhů s nutričně kompetiční výhodou apod. Mezi tyto zvýhodněné entity patří i původci korových nekróz, bakterií z kPs. Neexistuje přímý vztah mezi aplikovanou koncentrací přípravku a efektem jeho účinku. Faktorů, které výsledek ovlivňují, je příliš mnoho. Ani empirická zkušenost s výsledky působení přípravku v jedné produkční výsadbě není obecně přenosná do dalších výsadeb. Proto je vhodnější se nejdříve zaměřit na dosažení cílového efektu potlačení škodlivého činitele než precizního stanovení koncentrace aplikovaného přípravku. Stablnějšího a dlouhodobějšího výsledku se lépe dosáhne kombinací několika metod nebo přístupů. Vedle šlechtění na rezistenci/toleranci například kombinací několika fungicidů s jinou formou účinku a se změnou načasování aplikace na dobu, kdy je cílový patogen nejzranitelnější.

Zásada 8 – hodnocení

Všechny dopady změn v technologických postupech uplatňovaných v sadu je nezbytné hodnotit z krátkodobého i dlouhodobého hlediska.

Krátkodobé hodnocení (jedna až dvě vegetační sezóny) - orientační vyhodnocení vlivu úprav pěstební technologie v sadu na případnou meziroční odchylku ve zdravotním stavu rostlin a v produkci ovoce.

Dlouhodobé hodnocení (tři a více vegetačních sezón) – skutečný dopad jednotlivých změn v pěstební technologii na zdravotní stav rostlin a na produkci ovoce lze hodnotit až s delším odstupem. Například úprava koncentrace, počtu dávek a časového harmonogramu aplikace určitého typu přípravku se projeví/neprojeví poklesem reziduí v půdě, poklesem koncentrace patogenních půdních agens a přežívajících rezistentních kmenů, či rozšířením spektra půdní a epifytní mikroflóry. Komplexně se tyto změny projeví vyšší odolností výsadeb vůči náhlé invazi škůdců nebo choroby.

4. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Předkládaná metodika „Pěstování teplomilných peckovin v podmínkách výskytu původců korových nekróz a předčasného odumírání meruněk a broskvoní, v produkčních sadech.“ vychází z nových poznatků získaných v rámci projektu NAZV QK1920058 „Inovace integrované produkce teplomilného ovoce se zaměřením na zdravotní stav produkčních výsadeb a rozmnožovacího materiálu

peckovin“ zabývajícího se touto problematikou. Do výroby školkařských výpěstků a péče o sad jsou zapracovány výsledky mikrobiologických analýz výchozích roubových a podnožových materiálů a epidemiologické znalosti získané během dvouletého monitoringu výskytu původců závažných ekonomických ztrát v produkčních výsadbách meruňky, bakterií *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* a *morsprunorum*. V metodice je popsáno, jak výchozí materiály pro výrobu stromů, lokalita pěstování, vnější podmínky, jednotlivé sadařské práce a naplňování pravidel integrované ochrany rostlin ovlivňují celkový fitness stromů. Pozornost je věnována zejména těm pracím a vlivům, které nejvíce přispívají ke vzniku a rozvoji infekce původců korových nekrot a předčasného odumírání meruněk. Nové mikrobiologické výsledky potvrzují nutnost posuzovat zdravotní stav výsadeb komplexně. K dosažení požadovaného cíle, tj. zdravého produkčního porostu s dlouhodobě udržitelným vysokým výnosem ovoce lze přispět splněním několika základních podmínek:

- 1) výběrem odrůdového sortimentu meruňky testovaného na přítomnost systemické infekce bakterií *kPs* a garantovanou tolerancí vůči původcům korových nekrot;
- 2) výběrem vhodné lokality z hlediska klimatických podmínek, případně složení půdy a okolního ekosystému;
- 3) vyváženou péčí o produkční výsadby redukující vliv významných biotických a abiotických stresových faktorů.

5. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Metodika popisuje jak výběr odrůdového sortimentu, lokality a systém hospodaření v sadu ovlivňuje zdravotní stav výsadeb meruněk především z hlediska výskytu, šíření a dopadu přítomnosti původců korových nekrot, zhoršeného zdravotního stavu a předčasného odumírání. Metodika umožňuje výběr jednotlivých kroků v rámci celé technologie, které na konkrétní lokalitě mohou pomoci snížit výpadky stromů v produkčních výsadbách před nástupem do plné produkční plodnosti. Potřebnost a aktuálnost řešené problematiky je dána neutěšeným stavem produkčních výsadeb v České republice. Většina výsadeb není vyklučena na základě snížení produkce pod rentabilní úroveň vzhledem ke stáří stromů, ale z ekonomických důvodů. Rostoucí počet stromů bez násady v důsledku zhoršeného zdravotního stavu a odumřelých stromů ve výsadbě, nutnost častých dosadeb, náročnost a nákladnost péče o nevyrovnanou výsadbu snižuje zájem majitelů o pěstování meruněk, přestože se jedná o jeden z mála atraktivních a potenciálně rentabilních ovocných druhů v podmínkách ČR. Výsledky projektu, v jehož rámci byla metodika vypracována, jednoznačně vedou k doporučení provádět namátkové kontroly výchozích roubových a podnožových

materiálů na přítomnost systemické infekce bakteriemi z komplexu *Pseudomonas syringae*. Přestože přítomnost systemické infekce má fatální dopad na zdravotní stav a životnost meruněk, není její testování z důvodu, že se nejedná o karanténní škodlivý činitel v rámci vystavování fytosanitárních pasportů, povinné. Podle reálného podílu hlavního biotického faktoru na odumírání teplomilných peckovin v jednotlivých zemědělských provozech by měly částečné úpravy pracovních postupů a harmonogramu prací v rámci péče o sad přispět ke zvýšení rentability pěstování meruněk. Metodika je určena pro výrobce školkařských výpěstků teplomilných peckovin, pěstitele ovoce, Ovocnářskou unii a státní orgány Mze ČR.

6. EKONOMICKÉ ASPEKTY

Navrhované postupy péče o sad mohou být realizovány například i v rámci probíhajících dotačních programů podpory restrukturalizace sadů v systému integrované produkce nebo v režimu ekologického zemědělství, jejichž cílem je restrukturalizace ovocných sadů, resp. nezbytné zlepšení zdravotního stavu ovocných stromů a zlepšení kvality produkovaného ovoce. Plocha osázená meruňkami v posledních letech mírně klesá, v roce 2019 přibližně na 830 ha, adekvátně klesá i rozloha plně produkční ploch zhruba na 730 ha v integrovaném systému a 180 ha v ekologickém systému hospodaření. Úpravou agrotechnických postupů lze ovlivnit zdravotní stav zhruba 70 % všech výsadeb meruněk, které zahrnují nově vysazené a plně produkční plochy. Zbývajících 30 % tvoří staré výsadby nebo výsadby s významným poklesem plodnosti, například z důvodu zhoršeného zdravotního stavu meruněk. V těchto výsadbách nelze očekávat podstatné zlepšení zdravotního stavu výsadby, ani zásadní navýšení výnosu. Úroda meruněk je na celém území ČR se vzrůstající frekvencí zásadně ovlivněna jarními mrazy. Ve spojení s časným kvetením, přítomnou systemickou infekcí a neefektivně zredukovaným inokulem původců korových nekróz dochází podle odhadů k propadu na třetinovou úrodu v porovnání s obdobím do roku 2015. K větším ztrátám dochází na jižní Moravě, kde je soustředěna většina produkce tohoto ovocného druhu. V Čechách jsou ztráty na produkci menší i z toho důvodu, že oblasti, kde jsou meruňky pěstovány, jsou chladnější a jsou zde proto pěstovány pouze odolnější odrůdy. Ztrátám v produkčních výsadbách lze předcházet jednak vyloučením systemicky infikovaných stromků, a jednak úpravou postupu některých prací a rozložením ochranných a výživových foliárních postřiků do celé vegetační sezóny. Tím dojde k redukci populace patogenů a posílení prospěšné mikroflóry v epifytu stromů. Migrace patogenního inokula do podkorových pletiv a cévních svazků je hlavní příčinou zhoršeného zásobování nadzemních částí stromu vodou a živinami. Způsobuje zhoršení zdravotního stavu výsadeb nebo jejich odumírání, vždy však vede ke snížení produkce ovoce, podle stupně napadení až o 100 %. Zohlednění alespoň části uvedených doporučení by

mělo zlepšit zdravotní stav výsadeb a posílit rentabilitu pěstování meruněk v České republice.

7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Alva, A. K., Graham, J. H., & Anderson, C. A. (1995). Soil pH and copper effects on young 'Hamlin' orange trees. *Soil Science Society of America Journal*, 59(2), 481-487.
- Altieri, M. A., Ponti, L., & Nicholls, C. I. (2012). Soil fertility, biodiversity and pest management. *Biodiversity and insect pests: key issues for sustainable management*, 72-84.
- Arman, P., & Wain, R. L. (1958). Studies upon the copper fungicides: X. The role of leaf exudates in the solution of copper from Bordeaux mixture. *Annals of Applied Biology*, 46(3), 366-374.
- Behlau, F., Canteros, B. I., Jones, J. B., & Graham, J. H. (2012). Copper resistance genes from different xanthomonads and citrus epiphytic bacteria confer resistance to *Xanthomonas citri* subsp. *citri*. *European Journal of Plant Pathology*, 133(4), 949-963.
- Behlau, F., Scandelai, L. H. M., da Silva Junior, G. J., & Lanza, F. E. (2017). Soluble and insoluble copper formulations and metallic copper rate for control of citrus canker on sweet orange trees. *Crop Protection*, 94, 185-191.
- Boubakri, H., Chong, J., Poutaraud, A., Schmitt, C., Bertsch, C., Mliki, A., ... & Soustre-Gacougnolle, I. (2013). Riboflavin (Vitamin B₂) induces defence responses and resistance to *Plasmopara viticola* in grapevine. *European journal of plant pathology*, 136(4), 837-855.
- Braud, A., Geoffroy, V., Hoegy, F., Mislin, G. L., & Schalk, I. J. (2010). Presence of the siderophores pyoverdine and pyochelin in the extracellular medium reduces toxic metal accumulation in *Pseudomonas aeruginosa* and increases bacterial metal tolerance. *Environmental Microbiology Reports*, 2(3), 419-425.
- Crosse, J. E., & Garrett, C. M. (1966). Bacterial canker of stone-fruits: infection experiments with *Pseudomonas mors-prunorum* and *P. syringae*. *Annals of Applied Biology*, 58(1), 31-41.
- Crosse, J. E. (1959). Bacterial canker of stone-fruits: iv. investigation of a method for measuring the inoculum potential of cherry trees. *Annals of Applied Biology*, 47(2), 306-317.
- Crosse, J. E. (1957). Bacterial canker of stone-fruits iii. inoculum concentration and time of inoculation in relation to leaf-scar infection of cherry. *Annals of Applied Biology*, 45(1), 19-35.
- da Silva Scapin, M., Behlau, F., Scandelai, L. H. M., Fernandes, R. S., Junior, G. J. S., & Ramos, H. H. (2015). Tree-row-volume-based sprays of copper bactericide for control of citrus canker. *Crop Protection*, 77, 119-126.

- Dagostin, S., Schärer, H. J., Pertot, I., & Tamm, L. (2011). Are there alternatives to copper for controlling grapevine downy mildew in organic viticulture? *Crop Protection*, 30(7), 776-788.
- Deng, X., Luan, Q., Chen, W., Wang, Y., Wu, M., Zhang, H., & Jiao, Z. (2009). Nanosized zinc oxide particles induce neural stem cell apoptosis. *Nanotechnology*, 20(11), 115101.
- Fayette, J., Roberts, P. D., Pernezny, K. L., & Jones, J. B. (2012). The role of cymoxanil and famoxadone in the management of bacterial spot on tomato and pepper and bacterial leaf spot on lettuce. *Crop Protection*, 31(1), 107-112.
- Fernández-Calviño, D., Nóvoa-Muñoz, J. C., Díaz-Raviña, M., & Arias-Estévez, M. (2009). Copper accumulation and fractionation in vineyard soils from temperate humid zone (NW Iberian Peninsula). *Geoderma*, 153(1-2), 119-129.
- Fleming, C. A., & Trevors, J. T. (1989). May Beth Adams, J. Michael Kelly, and Nelson T. Edwards, 'Growth of Pinus taeda L. seedlings Varies with Family and Ozone Exposure Level', *Water, Air and Soil Pollut.* 38, 137. *Water, Air and Soil Pollution*, 42(447).
- Fourie, J. C., Kruger, D. H. M., & Malan, A. P. (2015). Effect of management practices applied to cover crops with bio-fumigation properties on cover crop performance and weed control in a vineyard. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 36(1), 146-153.
- Fu, L., & Fu, Z. (2015). Plectranthus amboinicus leaf extract–assisted biosynthesis of ZnO nanoparticles and their photocatalytic activity. *Ceramics International*, 41(2), 2492-2496.
- Gaw, S. K., Wilkins, A. L., Kim, N. D., Palmer, G. T., & Robinson, P. (2006). Trace element and ΣDDT concentrations in horticultural soils from the Tasman, Waikato and Auckland regions of New Zealand. *Science of the total environment*, 355(1-3), 31-47.
- Graham, J. H., & Myers, M. E. (2016). Evaluation of soil applied systemic acquired resistance inducers integrated with copper bactericide sprays for control of citrus canker on bearing grapefruit trees. *Crop Protection*, 90, 157-162.
- Hesse, E., O'Brien, S., Tromas, N., Bayer, F., Luján, A. M., van Veen, E. M., ... & Buckling, A. (2018). Ecological selection of siderophore-producing microbial taxa in response to heavy metal contamination. *Ecology letters*, 21(1), 117-127.
- Holb, I. J., & Nagy, P. T. (2009). Availability of calcium, magnesium, sulfur, copper, zinc, and manganese in the plant–soil system of integrated and organic apple orchards. *Communications in soil science and plant analysis*, 40(1-6), 682-693.
- Holb, I. J., & Schnabel, G. (2008). A detached fruit study on the post-inoculation activity of lime sulfur against brown rot of peach (*Monilinia fructicola*). *Australasian Plant Pathology*, 37(5), 454-459.

- Horvath, D. M., Stall, R. E., Jones, J. B., Pauly, M. H., Vallad, G. E., Dahlbeck, D., ... & Scott, J. W. (2012). Transgenic resistance confers effective field level control of bacterial spot disease in tomato. *PloS one*, 7(8), e42036.
- Cha, J. S., & Cooksey, D. A. (1991). Copper resistance in *Pseudomonas syringae* mediated by periplasmic and outer membrane proteins. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 88(20), 8915-8919.
- Chandler, W. A., Daniell, J. W., & Littrell, R. H. (1978). Control of peach disease in an orchard having benomyl-tolerant *Cladosporium carpophilum*. *Plant Dis. Rep*, 62, 783-786.
- Chloupek O., Procházková B., Hrudová E., 2005. Pěstování a kvalita rostlin. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, ISBN: 8071578975 9788071578970,178s.
- Kandeler, F., Kampichler, C., & Horak, O. (1996). Influence of heavy metals on the functional diversity of soil microbial communities. *Biology and fertility of soils*, 23(3), 299-306.
- Kennelly, M. M., Cazorla, F. M., de Vicente, A., Ramos, C., & Sundin, G. W. (2007). *Pseudomonas syringae* diseases of fruit trees: progress toward understanding and control. *Plant disease*, 91(1), 4-17.
- Khot, L. R., Sankaran, S., Maja, J. M., Ehsani, R., & Schuster, E. W. (2012). Applications of nanomaterials in agricultural production and crop protection: a review. *Crop protection*, 35, 64-70.
- Kurnik, V., Gaberšek, V., Unuk, T., Tojnko, S., Vogrin, A., Vajs, S., & Lešnik, M. (2012). Influence of alternative copper fungicide formulations on copper content in apple fruits. *erwerbs-Obstbau*, 54(4), 161-170.
- Lamichhane, J. R., & Venturi, V. (2015). Synergisms between microbial pathogens in plant disease complexes: a growing trend. *Frontiers in plant science*, 6, 385.
- Lang, J. M., Gent, D. H., & Schwartz, H. F. (2007). Management of *Xanthomonas* leaf blight of onion with bacteriophages and a plant activator. *Plant Disease*, 91(7), 871-878.
- Lin, W., Lin, M., Zhou, H., Wu, H., Li, Z., & Lin, W. (2019). The effects of chemical and organic fertilizer usage on rhizosphere soil in tea orchards. *PloS one*, 14(5), e0217018.
- Llorens, E., García-Agustín, P., & Lapeña, L. (2017). Advances in induced resistance by natural compounds: towards new options for woody crop protection. *Scientia Agricola*, 74(1), 90-100.
- Mackie, K. A., Müller, T., & Kandeler, E. (2012). Remediation of copper in vineyards – a mini review. *Environmental Pollution*, 167, 16-26.
- Menkissoglu, O., & Lindow, S. E. (1991). Relationship of free ionic copper and toxicity of bacteria in solutions of organic compounds. *Phytopathology*, 81(10), 1258-1263.

- Merrington, G., Rogers, S. L., & Van Zwieten, L. (2002). The potential impact of long-term copper fungicide usage on soil microbial biomass and microbial activity in an avocado orchard. *Soil Research*, 40(5), 749-759.
- Ocsoy, I., Paret, M. L., Ocsoy, M. A., Kunwar, S., Chen, T., You, M., & Tan, W. (2013). Nanotechnology in plant disease management: DNA-directed silver nanoparticles on graphene oxide as an antibacterial against *Xanthomonas perforans*. *Acs Nano*, 7(10), 8972-8980.
- Otta, J. D., & English, H. (1970). Epidemiology of tibe bacterial canker disease of French prune. *Plant Disease Reporter*, 54, 332-6.
- Renick, L. J., Cogal, A. G., & Sundin, G. W. (2008). Phenotypic and genetic analysis of epiphytic *Pseudomonas syringae* populations from sweet cherry in Michigan. *Plant disease*, 92(3), 372-378.
- Romanazzi, G., Feliziani, E., & Sivakumar, D. (2018). Chitosan, a biopolymer with triple action on postharvest decay of fruit and vegetables: Eliciting, antimicrobial and film-forming properties. *Frontiers in microbiology*, 9, 2745.
- Sayler, R. J., & Kirkpatrick, B. C. (2003). The effect of copper sprays and fertilization on bacterial canker in French prune. *Canadian journal of plant pathology*, 25(4), 406-410.
- Scortichini, M., Natalini, E., & Marchesi, U. (2006). Evidence for separate origins of the two *Pseudomonas avellanae* lineages. *Plant pathology*, 55(3), 451-457.
- Snoeijers, S. S., Pérez-García, A., Joosten, M. H., & De Wit, P. J. (2000). The effect of nitrogen on disease development and gene expression in bacterial and fungal plant pathogens. *European Journal of Plant Pathology*, 106(6), 493-506.
- Sommer, A. L. (1931). Copper as an essential for plant growth. *Plant physiology*, 6(2), 339.
- Strayer-Scherer, A., Liao, Y. Y., Young, M., Ritchie, L., Vallad, G. E., Santra, S., ... & Paret, M. L. (2018). Advanced copper composites against copper-tolerant *Xanthomonas perforans* and tomato bacterial spot. *Phytopathology*, 108(2), 196-205.
- Sundin, G. W., Jones, A. L., & Olson, B. D. (1988). Overwintering and population dynamics of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* and *Ps* pv. *morsprunorum* on sweet and sour cherry trees. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 10(4), 281-288.
- Vanneste, J. L., Cornish, D. A., Yu, J., Boyd, R. J., & Morris, C. E. (2008). Isolation of copper and streptomycin resistant phytopathogenic *Pseudomonas syringae* from lakes and rivers in the central North Island of New Zealand. *New Zealand Plant Protection*, 61, 80-85.
- Vigouroux, A. (1989). Ingress and spread of *Pseudomonas* in stems of peach and apricot promoted by frost-related water-soaking of tissues. *Plant disease*, 73(10), 854-855.

- Vigouroux, A., Bussi, C., & Girard, T. (2001). Bacterial Canker of Stone Fruit Trees: Apricot Susceptibility and Winter Root Respiration. In *XII International Symposium on Apricot Culture and Decline* 701 (pp. 447-450).
- Underwood, W., Melotto, M., & He, S. Y. (2007). Role of plant stomata in bacterial invasion. *Cellular microbiology*, 9(7), 1621-1629.
- Union E (2009 a) Directive 2009/128/EC of the European parliament and of the council of 21 October 2009 establishing a framework for community action to achieve the sustainable use of pesticides. Off J Eur Union 52:71–86, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L:2009:309:TOC>
- Union E (2009 b) Regulation (EC) No 1107/2009 of the European parliament and of the council of 21 October 2009 concerning the placing of plant protection products on the market and repealing council directives 79/117/EEC and 91/414/EEC. Off J Eur Union 52:1–50, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L:2009:309:TOC>
- Van der Wolf, J. M., Van der Zouwen, P. S., & Van der Heijden, L. (2013). Flower infection of Brassica oleracea with Xanthomonas campestris pv. campestris results in high levels of seed infection. *European journal of plant pathology*, 136(1), 103-111.
- van Lenteren, J. C., Bolckmans, K., Köhl, J., Ravensberg, W. J., & Urbaneja, A. (2018). Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. *BioControl*, 63(1), 39-59.
- Weaver, D. J. (1978). Interaction of Pseudomonas syringae and freezing in bacterial canker on excised peach twigs. *Phytopathology*, 68(10), 1460-1463.
- Wimalajeewa, D. L. S., Cahill, R., Hepworth, G., Schneider, H. G., & Washbourne, J. W. (1991). Chemical control of bacterial canker (Pseudomonas syringae pv. syringae) of apricot and cherry in Victoria. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 31(5), 705-708.
- Worthington, R.J., Rogers, S.A., Huigens III R.W., Melander, C., Ritchie, D.F., 2012. Foliar-applied small molecule that suppresses biofilm formation and enhances control of copper-resistant Xanthomonas euvesicatoria on pepper. *Plant Dis.*, 96, pp. 1638-1644
- Young, J. M. (1987). Orchard management and bacterial diseases of stone fruit. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 15(2), 257-266.
- Zhang, D., Gan, R. Y., Ge, Y. Y., Yang, Q. Q., Ge, J., Li, H. B., & Corke, H. (2018). Research progress on the antibacterial mechanisms of carvacrol: a mini review. *Bioactive Compounds in Health and Disease*, 1(6), 71-81.
- Zhu, B., & Alva, A. K. (1993). Effect of pH on growth and uptake of copper by Swingle citrumelo seedlings. *Journal of plant nutrition*, 16(9), 1837-1845.

Použitá literatura je uložena u autorů metodiky.

8. SEZNAM SOUVISEJÍCÍCH PUBLIKOVANÝCH ČLÁNKŮ

- Krejzar V., Pánková I. a Krejzarová, R., 2019: Výskyt přirozené infekce bakterie *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* na ořešáku královském. Rostlinolékař 2 (30), 30-34.
- Pánková I., Krejzar V., Krejzarová, R., 2019: Porovnání patogenity subtropických a českých kmenů *Ralstonia solanacearum*. Rostlinolékař 3 (30), 13-19.
- Krejzar V., Pánková I., Krejzarová, R., 2019: Bakteriální patogeny a předčasné odumírání meruňky a broskvoně. Rostlinolékař 4 (30), 13-17.
- Krejzar V., Pánková I., Krejzarová, R., 2019: Inovace integrované produkce teplomilného ovoce se zaměřením na zdravotní stav produkčních výsadeb a rozmnožovacího materiálu peckovin. Kobyly 28. 11. 2019
- Pánková I., Krejzar V., Krejzarová R., Soukupová B. 2020. Detekce původců korových nekrot a předčasného odumírání meruněk a broskvoní, především bakteriemi komplexu *Pseudomonas syringae*, v množitelských materiálech a v produkčních sadech. Uplatněná certifikovaná metodika. Osvědčení UKZUZ 183619/2020 ze dne 2. 10. 2020.
- Pánková I., Krejzar V., Krejzarová R., Soukupová B. 2020. Aktuální riziko předčasného odumírání meruňky v produkčních výsadbách. Rostlinolékař 31 (5): 14-17.
- Krejzar V., Pánková I., Krejzarová, R., 2020: Inovace integrované produkce teplomilného ovoce se zaměřením na zdravotní stav produkčních výsadeb a rozmnožovacího materiálu peckovin. On-line workshop, 10. 12. 2020.
- Krejzar V., Pánková I., Krejzarová R., Soukupová B. 2020. Korové nekrot výsadeb meruněk. Zemědělec 28 (38): 26-27.
- Krejzar V., Pánková I., Krejzarová R., Soukupová B. 2020. Akutní riziko předčasného umírání meruňky v produkčních sadech. AGRObase, 9: 14-15.
- Krejzar V., Pánková I., Krejzarová R., Soukupová B. 2020. Akutní riziko předčasného umírání meruňky v produkčních sadech. Vinař sadař, 6: 56-57.
- Pánková I., Krejzar V., Krejzarová R. 2021. The Close Relationship between the Careless Production of New Apricot Trees and the Spread of a Causal Agent of Bacterial Canker in Apricot Orchards. Mod Concep Dev Agrono. 9 (5). MCDA. 000722. 2021. DOI: 10.31031/MCDA.2021.09.000722.
- Krejzar V., Pánková I., Krejzarová R., Soukupová B. 2021. Výskyt přirozené infekce bakterií komplexu *Pseudomonas syringae* na rostlinách višně ve středních Čechách. Rostlinolékař 4 (32), 16-19.
- Krejzar V., Pánková I., Krejzarová R. 2021. Přirozená infekce genotypů višně bakteriemi komplexu *Pseudomonas syringae*. Vinař sadař, 6: 60-62.
- Krejzar V., Pánková I., Krejzarová R., Soukupová B. 2021. Nový pohled na ochranu meruněk. Zemědělec 31 (29): 36.

9. OBRAZOVÁ ČÁST

Titulní strana – ilustrační fotografie

Obrázek 1: Kultura determinované bakterie *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* PG02

Obrázek 2, 3: Drobné nekrotické léze na korovém pletivu letorostů meruňky v počáteční fázi infekce bakteriemi komplexu *Pseudomonas syringae*

Obrázek 4: Nekrotická léze doprovázená výronem zasychajícího kleje

Obrázek 5: Vadnoucí list na systemicky infikované rostlině meruňky komplexem bakterií *Pseudomonas syringae*

Obrázek 6: List na zdravém stromu meruňky

Obrázek 7: Postupné odumírání stromu meruňky po systemické infekci cévních svazků xylému patogeny komplexu *Pseudomonas syringae* (vpravo) v porovnání se zdravou rostlinou (vlevo)

Obrázek 8: Nekrotické cévní svazky uvnitř výhonů meruňky při vysoké četnosti infekce

Obrázek 9: Nekrotické cévní svazky uvnitř výhonů meruňky při nízké četnosti infekce

Obrázek 10: Životní cyklus patogenu

Obrázek 11: Vyplněný prostor epifytu meruňky čistou kulturou fytopatogenní pseudomonády po inaktivaci aplikované účinné látky. Příklad nežádoucího efektu ochranného přípravku.

Obrázek 12: Příklad aplikace biologického přípravku na bázi kmene *Bacillus subtilis* v nevhodném období pro růst a množení bakterie. Na potlačení populace fytopatogenní pseudomonády nemá žádný vliv.

Zadní strana – ilustrační fotografie



Tato publikace nesmí být přetiskována vcelku nebo po částech, uchovávána v médiích, přenášena nebo uváděna do oběhu pomocí elektronických, mechanických, fotografických či jiných prostředků bez výslovného svolení Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v. v. i.



**PĚSTOVÁNÍ TEPLOMILNÝCH PECKOVIN V PODMÍNKÁCH VÝSKYTU
PŮVODCŮ KOROVÝCH NEKRÓZ A PŘEDČASNÉHO ODUMÍRÁNÍ MERUNĚK A
BROSKVONÍ V PRODUKČNÍCH SADECH**

Certifikovaná metodika (č. MZE-70196/2021-18144)

Vydal: ROSTLINOLÉKAŘSKÁ BAKTERIOLOGIE
Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i.,
Drnovská 507, CZ-161 06 Praha 6 - Ruzyně

Vydání první. Náklad: 50 výtisků

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Praha, 2021

ISBN 978-80-7427-355-1

www.vurv.cz