

METODIKA DIAGNOSTIKY A POSTUPŮ OCHRANY PROTI CHOROBÁM PAT STÉBEL PŠENICE



**Veronika Dumalasová, Jana Palicová, Alena
Hanzalová, Pavel Bartoš**

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

2017



Publikaci bylo Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským uděleno osvědčení č. UKZUZ 122815/2017 o uznání uplatněné certifikované metodiky v souladu s podmínkami „Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje“. O uplatnění byla uzavřena smlouva se smlouva se šlechtitelskou společností SELGEN , a.s.

Oponenti

Mgr. Pavel Matušinsky, Ph.D., Agrotest fyto, s.r.o.

Ing. Iveta Svobodová, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

Autoři

RNDr. Veronika Dumalasová, Ph.D., 40%

Mgr. Jana Palicová, Ph.D., 20%

Mgr. Alena Hanzalová, Ph.D., 20%

Ing. Pavel Bartoš, DrSc., 20%

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

Drnovská 507

161 06 Praha 6 – Ruzyně

I. CÍL METODIKY

Cílem metodiky je usnadnit uživatelům určování symptomů výskytu chorob pat stébel na pšenici a rozpoznávání původců jednotlivých chorob. Informace o průběhu rozvoje chorob pat stébel na pšenici jsou základním předpokladem pro volbu optimální strategie ochrany, tak aby byl plně využit potenciál všech dostupných metod (použití genotypů s geny odolnosti, ochranné technologie pěstování a fungicidní ochrana) k zajištění stabilní, zdravotně nezávadné, ekonomicky rentabilní produkce s co nejmenšími dopady na životní prostředí.

II. VLASTNÍ POPIS METODIKY

1. ÚVOD

1.1. Choroby pat stébel pšenice.

Choroby pat stébel pšenice jsou způsobovány komplexem různých druhů fytopatogenních hub. Mohou působit významné ztráty na výnosech. Například při slabém až středním výskytu stéblolamu může být snížena hmotnost obilok 5 až 15%, při silné umělé infekci, a to i při absenci poléhání, může stéblolam snížit výnos až o 33% (Ray *et al.* 2006).

Narušení pletiv báží stébel může vést k nouzovému dozrávání stébel a k běloklasosti. Klas je u chorob pat stébel zbělený celý, zatímco u fuzarióz klasu dochází ke zbělení jen části klasu nebo jednotlivých klásků. Dalšími typy běloklasosti jsou běloklasosti způsobené hmyzími škůdci, bodruškou obilnou a zelenuškou žlutopásou. Bodruška obilná vyžírá vnitřek stébla ve spodní části a stéblo poléhá jakoby ustřižené, zelenuška vyžírá stéblo pod klasem a bílý klas lze ze stébla lehce vytáhnout.

Proti chorobám pat stébel pšenice se užívá chemická ochrana, jejíž rentabilita však závisí na řadě klimatických a dalších faktorů. Osevní sledy, kdy pšenice následuje po pšenici nebo po ječmeni, rozšíření ploch kukuřice a bezorebný systém zvyšují riziko výskytu chorob pat stébel. Využití vhodných předplodin k snížení rizika výskytu původců chorob pat stébel je však limitováno ekonomickými aspekty osevních sledů. Ke snížení ztrát působených stéblolamem významně přispělo i šlechtění na rezistenci.

1.2. Výzkum chorob pat stébel v ČR.

Vzhledem k náročnosti rozlišování jednotlivých původců chorob pat stébel ÚKZÚZ (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský) v Seznamu

doporučených odrůd uvádí od roku 2011 jen údaje pro běloklasost. V roce 2010 jsou uvedeny ještě údaje pro běloklasost i komplex chorob pat stébel. Od roku 2012 údaje o chorobách pat stébel chybí, je uváděn pouze souhrnný údaj, odolnost k poléhání.

V Metodice zkoušek užitné hodnoty u odrůd pšenice platné od 1.9.2016 je podrobně uveden způsob hodnocení, přičemž výsledky jsou vyjadřovány obecně známou devítibodovou stupnicí, v níž 9 vyjadřuje absenci napadení odrůdy v pokuse s celkově dostatečně vysokou úrovní napadení chorobou. Choroba je dobře zřetelná ve fázi mléčné zralosti (BBCH 73-77).

Pro detekci napadení obilnin v raných fázích růstu houbami *Oculimacula* spp., *Rhizoctonia* spp. a *Fusarium* spp. doporučují inspektoři pracoviště karantény a integrované ochrany rostlin ÚKZÚZ metodu využívající barvení pomocí inkoustu. Jednotlivé segmenty listových pochev se ponoří na cca 1 h do 8% kyseliny octové, následuje 20-30 min barvení v modrém inkoustu a pozorování pod mikroskopem při 60-100 násobném zvětšení. Metoda je levná a vhodná pro rychlou informaci pro pěstitelé při rozhodování o nutnosti postřiku. Její omezení spočívá v možnosti záměny s dalšími, saprofytickými druhy hub.

V posledních letech byly podrobně sledovány choroby pat stébel pšenice v Agrotest fyto s.r.o. v Kroměříži. Kromě klasických vizuálních metod byla prováděna i diagnostika chorob pat stébel molekulárními metodami. Rovněž napadení bylo sledováno těmito metodami. Výzkum byl zaměřen zejména na výskyt druhového složení patogenů a jeho dynamiku, škodlivost a prognózu.

Výskyt stéblolamu u nás kolísá v jednotlivých letech, jak popsal Matušinský (2007). Sledoval také dynamiku výskytu původu stéblolamu v běžném a ekologickém zemědělství. V ekologickém zemědělství byl asi o polovinu nižší výskyt *O. aciformis* a *O. yallundae* než *Microdochium nivale*. Matušinský (2007) se zabýval také vlivem předplodiny a pěstebních systémů u dvou různě odolných odrůd. Výskyt šesti různých původců chorob pat stébel zjišťoval metodou PCR a prokázal jak vliv předplodiny, tak odrůdy na jejich zastoupení.

Vliv způsobu zpracování půdy na výskyt stéblolamu popsala rovněž Váňová *et al.* (2012). Při konvenčním zpracování půdy byl průkazně vyšší výskyt stéblolamu než při půdoochranném zpracování půdy. Důvodem mohou být nerozložené infikované rostlinné zbytky, které se při klasickém zpracování půdy dostávají orbou do oblasti seťového lůžka, kde jsou následně zdrojem infekce. Půdoochranné zpracování půdy navíc podporuje přirozený výskyt mykoflóry a případných antagonistických druhů, které nedají prostor k masivnímu rozvoji inokula patogena. Vliv různých dávek dusíku (50 kg/ha, 100 kg/ha, 150 kg/ha) na výskyt stéblolamu nebyl průkazný. Mezi lety 2005, 2007 a 2008 nebyly zjištěny rozdíly ve výskytu stéblolamu (*Oculimacula* spp.). Průkazně nižší byl výskyt v roce 2006.

Matušinský *et al.* (2008) pro polní testy rezistence pěstoval mycelium na sterilizovaných obilkách ječmene, které aplikoval v listopadu a v dubnu v dávce 40g/m². Napadení bylo hodnoceno v mléčné zralosti (BBCH 73-77) stupnicí 0 - 5, kde 0 je bez symptomů, stupeň 1 malá skvrna maximálně na polovině obvodu stébla, stupeň 3 skvrny na více než polovině obvodu, stupeň 4 – skvrny na celém obvodu, stupeň 5 – stéblo se láme. Na bázích stébel pšenice se zpravidla nalézají více původců chorob. Matušinský *et al.* (2008) sledovali dynamiku výskytu šesti patogenů v průběhu vegetace v roce 2007 a to v růstových fázích BBCH 21, BBCH 32, BBCH 51 a BBCH 85. Během celé vegetace bylo nejpočetněji zastoupeno *Microdochium nivale* var. *nivale* a *M. nivale* var. *majus*, jejichž výskyt měl vzestupný trend. Podstatnější výskyt měly zejména houby *Oculimacula yallundae*, *O. acufiformis* a *Rhizoctonia cerealis*. Využít je možno i nepřímé metody, Matušinský *et al.* (2008) popsali vztah mezi vizuálním hodnocením intenzity napadení a množstvím mycelia *Oculimacula* v rostlinách na základě korelačních koeficientů. Vysoce průkazná byla shoda u obou druhů *Oculimacula*, průkazná u *Rhizoctonia cerealis*, neprůkazná u *Microdochium nivale* var. *nivale* a *M. nivale* var. *majus*. Směsné výskyty různých patogenů na bázích stébel mohou komplikovat jak chemickou ochranu, tak využívání geneticky založené odrůdové odolnosti. Matušinský *et al.* (2008) také zjistil, že *Microdochium nivale* predisponovalo pšenici k napadení stéblolamem. Prokázal přítomnost mycelia i v rostlinách bez symptomů choroby. Možnosti prognózy výskytu stéblolamu je popsána v práci Matušinský *et al.* (2009). Pro výskyt se jevil nejdůležitější počet dní s denními úhrnnými srážkami nad 3 mm v období říjen - duben. Rozdíly v agrotechnice neměly průkazný vliv. Váňová (2005) uvedla jako optimální rozsah teplot pro rozvoj stéblolamu 4 – 10°C a vlhkost nad 80 %. Srážky nejen ovlivňují vlhkost půdy, ale přispívají i k rozstříku vodních kapek se spórami a tak k šíření choroby. Významné jsou zejména intenzivnější srážky.

Šindelková a Říha (2015) uvedli výsledky analýzy původců chorob pat stébel u 342 vzorků z let 2001 - 2014 ze 7 lokalit. Nejvíce byla v této práci zastoupena *Rhizoctonia* (až 97,1%), nejméně *Gaeumannomyces*. Houby *Rhizoctonia* spp. následovaly *Microdochium nivale* a *Fusarium* spp. Třetí v pořadí byl původce stéblolamu *Oculimacula* spp. (v roce 2013 na druhém místě). Slabý výskyt *Gaeumannomyces graminis* byl zjištěn jen v roce 2014, v předchozích letech na sledovaných lokalitách zjištěn nebyl.

V zemědělském výzkumu se touto problematikou v sedmdesátých a osmdesátých letech minulého století zabýval také Výzkumný ústav rostlinné výroby v Praze-Ruzyni, kde se prováděl průzkum výskytu původců chorob pat stébel na území tehdejšího Československa. Kromě původců stéblolamu a černání pat stébel byl popsán výskyt houby *Fusarium culmorum*, *F. avenaceum*,

Helminthosporium sativum (dnes *Bipolaris sorokiniana*), *Colletotrichum graminicola* a vzácně *Rhizoctonia cerealis*. Jako odolnější k stéblolamu byly zjištěny odrůdy Capest, Maris Huntsman, Maris Nimrod a Maris Beacon. Poslední tři mají odolnost odvozenou od odrůdy Cappelle Desprez, tedy gen *Pch2*. V současnosti jsou pokusy ve VÚRV v.v.i. v Praze-Ruzyni zaměřeny především na stéblolam, a to na geneticky založenou odolnost odrůd pšenice. Nižší náchylnost k stéblolamu byla v polních pokusech pozorována u odrůd Hermann, Annie, Princeps, Manager a Rebell, nesoucích gen rezistence *Pch1* (Palicová *et al.* 2017, Dumalasová *et al.* 2015).

1.3. Odrůdová odolnost.

Možnosti využití odrůdové odolnosti k ochraně proti chorobám pat stébel jsou k dispozici především u stéblolamu. Byly popsány tři geny rezistence k stéblolamu, označované symbolem *Pch* (*Pseudocercospora herpotrichoides*).

Gen *Pch1* je odvozen od mnohoštetu *Aegilops ventricosa* a je nejúčinnější ze 3 popsáných genů rezistence. Odolnost, kterou řídí, je zvyšována dalšími geny malého účinku (Burt *et al.*, 2011a). Do pšenice byl gen *Pch1* přenesen již v šedesátých letech minulého století (Maia, 1967). Původní linie VPM1 s rezistencí odvozenou od mnohoštetu byla využita zejména v západoevropském šlechtění pšenice jak pro získání rezistence k stéblolamu, tak ke rzím, případně k háďátku ovesnému. Byla odolná i k padlí travnímu. Geny pro odolnost ke rzím však nejsou v genetické vazbě s genem *Pch1* pro odolnost k stéblolamu. Přesto některé odrůdy mají geny rezistence k stéblolamu i rzím. Zatímco gen *Pch1* je v odolných odrůdách lokalizován v translokaci na chromozomu 7DL, geny rezistence ke rzi travní (*Sr38*), rzi pšeničné (*Lr37*), rzi plevové (*Yr17*) a háďátku ovesnému (*Cre5*) jsou na translokaci z mnohoštetu na chromozomu 2AS. S využitím téměř izogenních linií sledovali vliv genu *Pch1* na vývoj napadení patogenem Blein *et al.* (2008). Klíčení spor patogena přítomnost genu *Pch1* neovlivňovala, potlačovala a zpomalovala však vývoj choroby.

Další gen rezistence k stéblolamu *Pch2* byl nalezen v genomu odrůdy Cappelle Desprez a jeho účinnost byla známá již před využíváním genu *Pch1*. Při silném výskytu stéblolamu však neposkytuje dostatečnou ochranu, což do určité míry platí i pro gen *Pch1*. Gen *Pch2* je lokalizován na chromozomu 7AL. Odrůda Cappelle Desprez obsahuje kromě zmíněného genu *Pch2* další geny malého účinku podmiňující rezistenci k stéblolamu dospělých rostlin. Gen *Pch2* je rozšířen ve starších evropských odrůdách, poněvadž odrůda Cappelle Desprez byla hojně využívána ve šlechtění pšenice. V odrůdách pěstovaných v současné době je však významný především gen *Pch1*.

Třetím symbolem *Pch3* označený gen rezistence k stéblolamu byl odvozen od *Dasypyrum villosum* (kosmáč huňatý), kde je lokalizován na chromozomu 4V.

Rezistence byla zjištěna i v jiných planých druzích trav, např. v *Thinopyrum intermedium* nebo *Thinopyrum ponticum* (Li *et al.*, 2004) a v *Ae. kotschy* (Freier, 1982; Bang, 1986). Tato rezistence má kvantitativní charakter. Některé linie s rezistencí odvozenou od *Ae. kotschy* měly rezistenci na úrovni rezistence řízené genem *Pch2*, ale nedosahovaly rezistence řízené genem *Pch1*. Rezistence byla zjištěna též v *Ae. squarrosa*. Rezistenci mnohoštetu *Aegilops longissima* studovali Sheng *et al.* (2012) a zjistili 4 QTL, které řídí 44% genotypové variace, zjištěné metodou GUS nebo 63% zjištěné vizuálně.

Další významný gen rezistence *QPch.jic-5A*, účinný k oběma druhům rodu *Oculimacula* u mladých rostlin i v dospělosti v odrůdě Cappelle Desprez byl lokalizován na chromozomu 5A (Burt *et al.* 2011b).

Střední odolnost, kterou nelze připsat žádným z uvedených genů byla zjištěna např. v odr. Kanzler, Cerco, Florida a Kraka. Využití těchto zdrojů rezistence bylo dosud omezené.

Účinnost genů rezistence k jednotlivým původcům stéblolamu se může lišit. Např. na odrůdách s genem *Pch1* se jeví virulentnější *O. acufomis* než *O. yallundae*. Pokud tedy v populaci převládne *O. acufomis* nad *O. yallundae*, účinnost genu *Pch1* se jeví jako nižší. Naopak gen *Pch2* je méně účinný k *O. yallundae* než k *O. acufomis*. Podobně jako se může lišit účinnost genů rezistence proti *O. yallundae* a *O. acufomis*, mohou být druhové rozdíly i v účinnosti fungicidů.

1.4. Molekulární markery genů rezistence k stéblolamu.

Byla vyvinuta řada různých molekulárních markerů, které jsou ve vazbě s genem *Pch1* (Burt *et al.* 2011a, Wei *et al.* 2011).

Široce využíván byl endopeptidázový izozymový marker *Ep-D1b* (McMillin *et al.* 1986). Tento marker je efektivní, kodominantní a je v úplné vazbě s genem *Pch1*, ale je často těžké rozlišit *Ep-D1b* od jiných běžně se vyskytujících alel. Proto bylo hned několik výzkumných prací zaměřeno na hledání uživatelsky příjemnějších markerů založených na PCR (polymerase chain reaction).

Leonard *et al.* (2008) vyvinuli pro gen *Pch1* STS (sequence tagged site) markery *Xorw1*, *Xorw5* a *Xorw6*. Popsali také 3 mikrosatelitní markery ve vazbě s genem *Pch1*, které však byly méně efektivní. Marker *Xorw1* se pro stanovení přítomnosti genu *Pch1* osvědčuje nejlépe.

Chapman *et al.* (2008) prokázali asociaci mikrosatelitních markerů *Xwmc525*, *Xcfa2040* a *Xwmc346* s genem *Pch2*. V nejtěsnější vazbě s genem *Pch2* byl marker *Xwmc525*.

Pro detekci genu rezistence k stéblolamu *QPch.jic-5A*, popsaného na chromozomu 5A odrůdy Capelle Desprez, jsou vhodné mikrosatelitní markery *Xgwm639* a *Xgwm197* (Burt *et al.* 2011b).

Pro gen rezistence *Pch3* z *Aegilops kotschy* uvádí Yildirim (1998) využití RFLP markerů *Xcdo949* a *Xbcd588*.

2. TECHNICKÉ VYBAVENÍ LABORATOŘE A CHEMIKÁLIE

2.1. Přístroje

- Stolní autokláv
- Váhy
- Mikrovlnná trouba
- Míchačka + magnetické míchadlo
- pH metr
- Flowbox
- Inkubátor
- Lednička (+4°C)
- Mikroskop
- Binokulární lupa
- Určovací literatura
- PC ke zpracování výsledků
- Fotoaparát pro dokumentaci

2.2. Materiál a chemikálie

- Denaturovaný líh
- Chloramfenikol
- PDA (Himedia)
- Petriho misky
- Zkumavky s kovovým uzávěrem
- Odměrné válce
- Šroubovací láhve 500 ml
- Pinzety
- Nůžky
- Skalpely
- Buničina
- Parafilm

2.3. Příprava roztoků a živných médií

- **Savo – 1% roztok - izolace**
1 ml přípravku Savo (chlornan sodný 4,7%)
99 ml sterilní destilované vody

- **Bramboro-dextrózový agar (PDA) – izolace a kultivace**

Potato Dextrose Agar (Himedia) v prášku 39 g

Destilovaná voda 1000 ml

Autoklávovat 20 min při 120°C.

- **Bramboro-mrkvový agar (PCA) – uchování ve zkumavkách**

Mrkev 40g

Brambory 40 g

Destilovaná voda 1000 ml

Agar 15 g

Brambory a mrkev nastroumat a povařit ve vodě cca 15 min, scedit a doplnit na 1000 ml.

Přidat agar a autoklávovat 20 min při 120°C.

- **Bramborový agar – kultivace *Fusarium* spp.**

Brambory 200 g

Destilovaná voda 1000 ml

Agar 15 g

Brambory nastroumat a povařit ve vodě cca 30 min, scedit a doplnit na 1000 ml.

Přidat agar a autoklávovat 20 min při 120°C.

- **SNA – sporulace a uchování *Fusarium* spp.**

KH₂PO₄ 1 g

KNO₃ 1 g

MgSO₄·7H₂O 0,5 g

KCl 0,5 g

Glukóza 0,2 g

Sacharóza 0,2 g

Agar 20 g

Destilovaná voda 1000 ml

Autoklávovat 20 min při 120°C.

- **Vodní agar – sporulace *Oculimacula* spp.**

Agar 20 g

Destilovaná voda 1000 ml

Autoklávovat 20 min při 120°C.

3. PRACOVNÍ POSTUPY

3.1. Izolace patogena z napadeného rostlinného pletiva

Napadené báze stébel jsou povrchově sterilizovány 1% roztokem přípravku Savo po dobu 3 min a poté třikrát opláchnuty sterilní destilovanou vodou. Následně jsou umístěny na Petriho misky s bramboro-dextrózovým agarem (PDA - Himedia) a kultivovány 3-5 dní pod UV-C při 18°C. Je třeba dodržet nižší teplotu kultivace, neboť rychleji rostoucí druhy zejména rodu *Fusarium* přerůstají pomalu rostoucí původce stéblolamu (*Oculimacula* spp.). Stéblo je mnohdy napadeno více patogenními druhy zároveň, je proto často obtížné izolovat původce do čisté kultury.

U rodu *Oculimacula* se osvědčila přímá kultivace šedavého mycelia z vnitřní části stébla. Při šetrném podélném rozříznutí stébla nedojde ke kontaminaci vnitřní části a není tudíž třeba rostlinný materiál povrchově sterilizovat, mycelium se očkuje přímo za živné médium (PDA). Pro zabránění růstu bakterií je do média před nalitím na Petriho misky přidáno antibiotikum (chloramfenikol – 100 mg/l).

3.2. Příprava čisté kultury patogena

Po 3 až 5 dnech inkubace jsou z původních misek přeočkovány jednotlivé izoláty patogenních druhů hub na nové misky (PDA) a jsou inkubovány 3 až 5 dní při 20°C ve tmě. Potom jsou vystaveny cca na 3 dny záření UV-C při teplotě 20°C.

3.3. Determinace patogena

Již podle mycelia lze makroskopicky rozpoznat druhy rodu *Fusarium*, které jsou rychle rostoucí a mají zpravidla růžovou barvu. Ty jsou následně kultivovány a determinovány dle popsanych metodik (např. Leslie a Summerell 2006).

Kolonie *Michrodochium nivale* má světle růžovou až lososovou barvu na PDA a od zástupců r. *Fusarium* se liší velikostí a tvarem konidií, které jsou rohlíčkovité a většinou dvoubuněčné (Samuels a Hallett 1983).

Pomalou rostoucí tmavé kolonie mohou být zástupci rodů *Oculimacula* nebo *Gaeumannomyces*. Zástupci rodu *Oculimacula* dobře sporulují na vodním agaru za přísných světelných a teplotních podmínek. Kmeny je třeba umístit na 10 až 14 dní do teploty kolem 8°C, poté 7 dní pod UV-C při 16°C a nakonec na 7 dní do tmy při 18°C, přičemž poslední dvě fáze je možné vyměnit (modifikováno dle Chang a Tyler 1964). Mikroskopicky lze někdy obtížně rozlišit druhy

Oculimacula yallundae a *O. acuformis*, proto je lepší použít molekulárních markerů na specializovaném pracovišti (Palicová *et al.* 2017).

Gaeumannomyces graminis se v ČR vyskytuje v posledních letech spíše ojediněle, ve vzorcích zpracovávaných ve VÚRV byl detekován pouze jednou, a to z výdrolu, kde byly pozorovány plodnice (perithecia) s vřecky a typickými podlouhlými askosporami. Do čisté kultury nebyl *G. graminis* izolován.

Zástupci rodu *Rhizoctonia* patří jako jediní ze zmíněných hub do skupiny *Basidiomycetes* a netvoří na umělém živném médiu spory. Mycelium je světle zbarvené a mikroskopicky lze pozorovat tzv. přezky, které jsou typické pro *Basidiomycetes*.

3.4. Uchování izolátů

Izoláty všech druhů hub způsobujících choroby pat stébel je možné uchovávat ve zkumavkách na šikmých agarrech při 8-10°C. Pro dlouhodobé uchování jsou vhodná chudší živná média jako např. bramboro-mrkvový agar (PCA), pro zástupce rodu *Fusarium* je používáno i SNA. Některé kultury ve skleněných zkumavkách s kovovým uzávěrem zafixovaným parafilmem proti případné kontaminaci vydrží v lednici i několik let. Je však riziko snížené produkce spor a patogenity. Na druhou stranu je ve VÚRV dlouhodobě uchováván izolát *Fusarium culmorum* (označený B), který ani po letech neztratil svoji patogenitu a je používán pro testování rezistence odrůd k fuzarióze klasu (Chrpová *et al.* 2017).

4. SYMPTOMY PŮVODCŮ CHOROB PAT STÉBEL A MOŽNOSTI OCHRANY

4.1. Stéblolam

4.1.1. Symptomy

Původcem stéblolamu jsou houby *Oculimacula yallundae* (Wallwork & Spooner) Crous & W. Gams a *O. acuformis* (Boerema, R. Pieters & Hamers) Crous & W. Gams (syn. *Tapesia yallundae* Wallwork & Spooner a *T. acuformis* (Boerema, R. Pieters & Hamers) Crous (Obr. 1 a 2). Jejich anamorfy se řadí do druhů *Helgardia herpotrichoides* (Fron) Crous & W. Gams a *H. acuformis* (Nirenberg) Crous & W. Gams (syn. *Pseudocercospora herpotrichoides* var. *herpotrichoides* (Fron) Deighton a *P. herpotrichoides* var. *acuformis* Nirenberg). Houba přežívá v půdě na rostlinných zbytcích. K infekci dochází na podzim nebo na jaře. Tvorbu konidií, jimiž se houba šíří, podporuje vlhké a chladné počasí (optimum 10°C). Mycelium pomalu prorůstá pochvami listů až ke stéblu (Obr. 3). Koncem odnožování až počátkem sloupkování se objevují na pochvách spodních listů hnědé protáhlé skvrny. Typickým symptomem je později patrná protáhlá skvrna s difuzními okraji a s tmavším středem sklerociálních buněk, což může připomínat oko (Obr. 4 - 6). Odtud pochází anglický název choroby „eyespot“ i latinský název rodu *Oculimacula*. Při silném napadení je uvnitř stébla dobře viditelné šedavé vatovité mycelium (Obr. 7). Koncem vegetace skvrny zasychají a rostliny předčasně dozrávají, což se projevuje běloklasostí.

Stéblolam napadá kromě pšenice i další obilniny a příbuzné trávy (Lukas *et al.*, 2000), na nichž může také probíhat sexuální cyklus houby, ovšem pouze za předpokladu, že splynou hyfy dvou párovacích typů *MAT1-1* a *MAT1-2*. Jedná se totiž o heterothalický druh, kde splynutím hyf rozdílných párovacích typů vznikají apothecia.

4.1.2. Odolnost

Nižší náchylnost k stéblolamu mají odrůdy Annie, Beduin, Bonanza, Hermann (Obr. 8), Iridium, Manager, Princeps, Pankratz, Partner, Rebell, nesoucí gen rezistence *Pch1*.

4.1.3. Agrotechnická opatření

Nejvýznamnější je střídání plodin a všechny zásahy podporující rozklad slámy, čímž se omezí zdroj infekce. Množství inokula v půdě lze snížit vhodnou předplodinou (oves, řepka, okopaniny, bob). Pozdní termín setí může redukovat podzimní infekci.

4.1.4. Fungicidy

Chemická ochrana se provádí počátkem sloupkování formou postřiku (Tab. 1), pozdější aplikace již není účinná. Důležité je provést na jaře včasné vyhodnocení napadení, a to koncem odnožování až začátkem sloupkování ve fázi BBCH 30-32 (až do objevení 2. kolénka). V tomto období nejsou symptomy plně vyvinuté a nelze tudíž rozlišit původce choroby pouhým okem. Je třeba vzorky vyhodnotit mikroskopicky či molekulárně. Signalizací k ošetření je napadení 15 až 25% hlavních odnoží nebo pokud více než 15% rostlin vykazuje příznaky napadení pod 1. sloupnutou listovou pochvou. Při příznivých podmínkách pro rozvoj stéblolamu i koncem sloupkování (vysoké srážky nad 30 mm během 2 dnů) se doporučuje aplikovat fungicidy podruhé koncem metání až v době květu.

Innocenti *et al.* (2007) popsal nižší účinnost prochlorazu a triazolů proti *O. acufomis* než *O. yallundae*. Nejúčinnější byly tyto fungicidy při aplikaci koncem odnožování pšenice.

Předběžné výsledky jednoduché terčíkové metody naznačily první známky rezistence stéblolamu k prochlorazu v ČR. Ve Francii, Velké Británii a Německu, kde je stéblolamu věnována větší pozornost, byla popsána rezistence k prochlorazu. Nízká hladina rezistence byla zjištěna u tří účinných látek – cyprodinil, prothiokonazol a boskalid ve Francii (Leroux *et al.* 2013). V ČR však není v současné době registrovaný žádný přípravek proti stéblolamu na bázi boskalidu a cyprodinil je pouze ve dvou přípravcích, jejichž platnost byla v tomto roce ukončena (Akord, Stereo 312,5 EC). Na bázi prothiokonazolu je povoleno několik přípravků viz Tab. 1.

Proti fuzariózám je registrovaný také biopreparát Polyversum obsahující *Pythium oligandrum* M1, proti stéblolamu se aplikuje rovněž formou foliárního postřiku.

Tab. 1. Přípravky registrované proti stéblolamu – fungicidní postřiky

Název přípravku	Název účinné látky
Adexar Plus	Epoxykonazol, Pyraklostrobin, Fluxapyroxad
Adexar XE	Epoxykonazol, Fluxapyroxad
Agro - Prochloraz 450 EC	Prochloraz
AH Vitrage	Prochloraz
Attrade-Prochloraz 450 EC	Prochloraz
Boogie Xpro	Spiroxamin, Prothiokonazol, Bixafen
Capalo	Fenpropimorf, Epoxykonazol, Metrafenon
Delaro	Trifloxystrobin, Prothiokonazol
ENMIRAGE 450 EC	Prochloraz
Euro-Chem Cloraz 450	Prochloraz
Fandango 200 EC	Prothiokonazol, Fluoxastrobin
FANDANGOL	Prothiokonazol, Fluoxastrobin
Faxer	Prochloraz
FORSAGE 450 EC	Prochloraz
Fujara	Prochloraz
JK - PROCHLORAZ 450 EC	Prochloraz
Mirage 45 EC	Prochloraz
Mirage 45 ECNA	Prochloraz
MIRAGE 450 EC	Prochloraz
MIRAGE 450 EC Allium	Prochloraz
ODRG - Prochloraz 450 EC	Prochloraz
Prochloras 450 EC	Prochloraz
Prochloraz E 450	Prochloraz
Prochlorus	Prochloraz
Proline 250 EC	Prothiokonazol
RC-Prochloraz 450 EC	Prochloraz
Tocata Super	Prochloraz, Epoxykonazol
Topsin M 500 SC	Thiofanát-methyl
Yamato	Thiofanát-methyl, Tetrakonazol

(dle ÚKZÚZ <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/>).

Obr. 1. *Oculimacula acuformis* (stéblolam). Kultivace na živném médiu (PDA).



Obr. 2. *Oculimacula yallundae* (stéblolam). Kultivace na živném médiu (PDA).



Obr. 3. Stéblolam. Primární symptomy. Skvrna ve tvaru oka.



Obr. 4. Stéblolam. Pozdější symptomy. Sklerociální buňky uprostřed.



Obr. 5. Stéblolam. Pozdější symptomy, detail. Pletivo uvnitř skvrny se trhá.



Obr. 6. Stéblolam. Škála symptomů stéblolamu podle intenzity projevu.



Obr. 7. Stéblolam. Šedé mycelium patrné na podélném řezu stébla.



Obr. 8. Stéblolam. Symptomy na odrůdě Hermann (nositel genu rezistence *Pch1*). Nespecifické hnědé skvrny s difúzním okrajem.



4.2. Černání pat stébel

4.2.1. Symptomy

Původcem této choroby, která napadá pšenici, ječmen, žito, oves a tritikale je houba *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx & D.L. Olivier (syn. *Ophiobolus graminis* (Sacc.) Sacc.). Černání pat stébel se vyskytuje především v obilnářských oblastech s vydatnými srážkami. Typický je výskyt choroby v hnízdech. Napadené rostliny podobně jako u stéblolamu nouzově dozrávají, což se projevuje zbělením klasů – běloklasostí. Houba přežívá na posklizňových zbytcích (Obr. 9 – 11) a vytrvalých travách. Hyfy houby pronikají do pletiv kořenů a omezují funkci vodivých pletiv. Pro patogena je příznivá teplota v rozmezí 12 - 20°C a alkalická půdní reakce (pH vyšší než 7). První příznaky se objevují počátkem odnožování. Napadené kořeny jsou zčernalé. Charakteristickým příznakem této choroby je, že po vytažení rostliny z půdy na kořenech ulpívá zem a na bázi stébel jsou patrné drobné tmavé čárkovité skvrny (Obr. 12). Při vytahování rostliny z půdy se kořeny přetrhávají.

4.2.2. Odolnost

Využití geneticky založené rezistence proti původcům černání pat stébel je dosud méně perspektivní než u stéblolamu. V odolnosti odrůd pšenice k černání pat stébel chorobě jsou jen malé rozdíly. Za potenciální zdroj rezistence se považují plané druhy trav. Vyšší odolnost byla zjištěna také u souboru odrůd pšenice jednozrnky. Z obilnin je relativně nejodolnější žito, méně tritikale a nejméně pšenice. U tritikale byl zjištěn pozitivní vliv vyššího počtu žitných chromozomů na stupeň rezistence. V Lotyšsku studovali Liatukas *et al.* (2010) podrobně odolnost u 324 genotypů různých linií pšenice. Relativně odolnější byly linie, které měly mezi rodičovskými odrůdami odrůdy Flair nebo Dream.

4.2.3. Agrotechnická opatření

Podobně jako u stéblolamu ty předplodiny, které limitují přezimování patogena, např. řepka, okopaniny, bob, omezují také rozvoj této choroby. Pšenice a ostatní hostitelské rostliny by z fytopatologického hlediska neměly být zařazeny v osevním sledu minimálně tři roky. Oves je znám přítomností saponinu avenacinu v kořenech, který inhibuje růst houby. Byly však popsány odrůdy ovsa, které neprodukovaly avenacin v dostatečné míře a jejich kořeny byly napadeny *Gaeumannomyces graminis* (Osboum *et al.* 1994). Tedy ani oves není stoprocentně vhodnou meziploinou. Není-li možné na tak dlouho vyloučit obilniny z osevního postupu, je třeba alespoň podpořit degradaci infekčních

struktur patogena na posklizňových zbytcích, provést provzdušnění půdy a zlikvidovat pýr jako hostitelskou rostlinu.

4.2.4. Fungicidy

Proti černání pat stébel jsou registrovaná mořidla (Tab. 2).

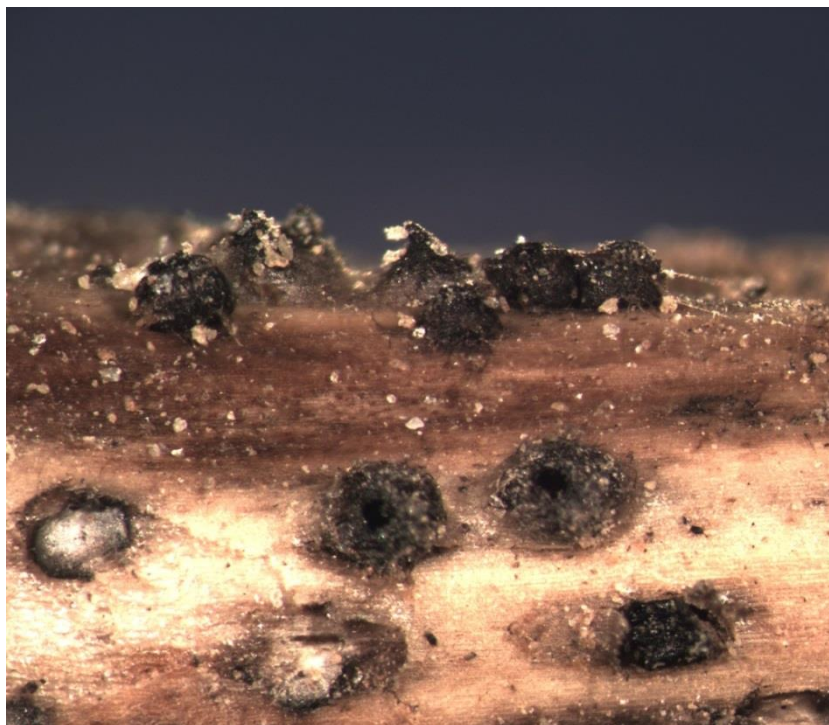
Proti černání pat stébel je registrovaný také biopreparát Polyversum obsahující *Pythium oligandrum* M1, aplikuje se jako foliární postřik suspenzí.

Tab. 2. Černání pat stébel, registrovaná mořidla.

Název přípravku	Název účinné látky
Latitude	Silthiofam
Latitude XL	Silthiofam

(dle ÚKZÚZ <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/>).

Obr. 9. Černání pat stébel. Plodnice (perithecia) na stéble rostliny z výdrolu.



Obr. 10. *Gaeumannomyces graminis* (černání pat stébel). Vřečka a uvolňující se askospory.



**Obr. 11. *Gaeumannomyces graminis* (černání pat stébel).
Askospora – detail.**



Obr. 12. Černání pat stébel. Symptomy na kořenech a bázi stébla.



4.3. Fuzariózy

4.3.1. Symptomy

Z komplexu dalších patogenů, které se mohou podílet na chorobách pat stébel jsou významné zejména houby rodu *Fusarium* (*Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. culmorum* (Wm.G. Sm.) Sacc. (Obr. 13), *F. graminearum* Schwabe (Obr. 14, 15), *F. pseudograminearum* O'Donnell & T. Aoki, *F. poae* (Peck) Wollenw.), známé zejména jako původci fuzarióz klasů a *Microdochium nivale* (Fr.) Samuels & I.C. Hallett (dříve *F. nivale* (Fr.) Sorauer), původce plísně sněžné (sněžné plísňovitosti obilnin).

Uvnitř stébla i na povrchu se objevuje bílé a později narůžovělé mycelium. Na stéblech se tvoří podlouhlé úzké skvrny. Nejsou výrazně ohraničeny a později hnědnou, někdy jsou zahnědlá pouze kolénka (Obr. 16). Stébla zasychají. Houba se udržuje na zbytcích v půdě a může být přenášena osivem.

4.3.2. Odolnost

U sněžné plísňovitosti obilnin (plíseň sněžná) je sice citlivost k napadení odrůdově rozdílná, informace o úrovni rezistence jsou však k dispozici pouze u odrůd, které byly zkoušeny v ročnících s přirozeným výskytem. Cílené testování se neprovádí. Plíseň sněžná byla příčinou vyzimování ozimů ve sklizňovém roce 2005/2006. Odrůdové rozdíly v odolnosti k plísni sněžné jsou uváděny v popisech odrůd ÚKZÚZ. V Seznamu doporučených odrůd 2012 byly popsány jako středně odolné např. Biscay, Brilliant, Cubus, Dromos a Mulan a jako náchylné Akteur, Bohemia, Iridium, Seladon. Množství údajů o odrůdových rozdílech v odolnosti k plísni sněžné se v Seznamech doporučených odrůd od roku 2012 postupně snižovalo. V roce 2017 je zde již zmiňována pouze náchylnost odrůdy Bohemia.

O odrůdové odolnosti k houbám rodu *Fusarium* jako původcům chorob pat stébel není dostatek údajů. Probíhá pouze testování odrůd na odolnost proti napadení fuzariózami klasů pšenice. V Seznamu doporučených odrůd 2017 se uvádí výsledky testů odolnosti odrůd pšenice ozimé proti kumulaci DON i výsledky hodnocení symptomů u jednotlivých odrůd (Obr. 17). Hodnocení odrůd bylo provedeno ve spolupráci s Ing. Chrpovou, CSc. z Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v.v.i, Praha - Ruzyně.

4.3.3. Agrotechnická opatření

Je třeba používat zdravé osivo z nenapadených porostů. Chorobu omezuje také agrotechnika snižující možnost infekce z půdy (osevní postup, podpora degradace infekčních struktur patogena na posklizňových zbytcích apod.).

4.3.4. Fungicidy

Napadení omezuje moření osiva (Tab. 3).

Proti fuzariózám je registrovaný také biopreparát Polyversum obsahující *Pythium oligandrum* M1, používá se k moření osiva i jako foliární postřik.

Biopreparát *Bacillus subtilis* kmen QST 713 se používá formou postřiku.

Kromě moření osiva je doporučována také celá řada fungicidních postřiků, jejichž základem jsou účinné látky:

Difenokonazol + Tebukonazol
Epoxykonazol + Dimoxystrobin
Epoxykonazol + Metkonazol
Chlorthalonil + Tebukonazol
Metkonazol
Prothiokonazol
Prothiokonazol + Benzovindiflupyr
Prothiokonazol + Bixafen
Prothiokonazol + Fluoxastrobin
Prothiokonazol + Fluoxastrobin + Bixafen
Spiroxamin + Prothiokonazol
Tebukonazol
Tebukonazol + Bixafen
Tebukonazol + Bromukonazol
Tebukonazol + Prothiokonazol
Thiofanát-methyl
Thiofanát-methyl + Tetrakonazol

(dle ÚKZÚZ <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/>)

Tab. 3. Fuzariózy a plíseň sněžná, registrovaná mořidla

Název přípravku	Název účinné látky	Fuzariózy	Plíseň sněžná
Biosild	Thiofanát-methyl, Tetrakonazol	x	
Celest 025 FS	Fludioxonyl	x	x
Celest Extra Formula M	Difenokonazol, Fludioxonyl	x	x
Celest Power	Fludioxonyl, Sedaxan	x	x
Celest Trio Formula M	Difenokonazol, Tebukonazol, Fludioxonyl	x	x
Difend Extra	Difenokonazol, Fludioxonyl	x	
Kinto Duo	Prochloraz, Tritikonazol	x	x
Lamardor FS 400	Tebukonazol, Prothiokonazol	x	x
Redigo Pro	Tebukonazol, Prothiokonazol	x	x
SEEDRON	Tebukonazol, Fludioxonyl	x	x
Systiva	Fluxapyroxad		x
Tebseme	Tebukonazol	x	x
Vibrance Duo	Fludioxonyl, Sedaxan	x	x
Vibrance Duo 50 FS	Fludioxonyl, Sedaxan	x	x
Vibrance Gold	Difenokonazol, Fludioxonyl, Sedaxan		x
Vibrance Gold 100 FS	Difenokonazol, Fludioxonyl, Sedaxan		x
Vitavax 2000	Karboxin, Thiram	x	x

(dle ÚKZÚZ <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/>).

Obr. 13. *Fusarium culmorum*. Makrokonidie. Morfologické vlastnosti spor patří k nejvýznamnějším druhově specifickým znakům jednotlivých druhů rodu *Fusarium*.



Obr. 14. *Fusarium graminearum*. Kultivace na živném médiu (bramborový agar).



Obr. 15. *Fusarium graminearum*. Makrokonidie.



Obr. 16. Fuzariózy. Na stéblech se tvoří podlouhlé úzké skvrny. Nejsou výrazně ohraničeny a později hnědnou. Někdy jsou zahnědlá pouze kolénka a stéblo pod nimi je zelené.



Obr. 17. Houby rodu *Fusarium* patří také k původcům fuzarióz klasů.



4.4. Kořenomorka

4.4.1. Symptomy

Původcem této choroby je houba *Ceratobasidium cereale* D.I. Murray & Burpee (anamorfa *Rhizoctonia cerealis* E.P. Hoeven) (Obr. 18), která je na rozdíl od předchozích patogenů řazena mezi stopkovýtrusé houby (*Basidiomycota*). Patogen má široký hostitelský okruh, který kromě obilnin zahrnuje cukrovku, bavlník, brambory, některé luštěniny a další. Přežívá formou sklerocií a mycelia v půdě nebo na rostlinných zbytcích. Nepohlavní spory netvoří. Klíčící sklerocia a rostoucí mycelium mohou infikovat kořeny a stébla pšenice ve všech růstových fázích. Na dospělých rostlinách vytváří patogen podobné příznaky jako stéblolam, skvrny na bázích stébel jsou však ostře ohraničené hnědým až nafialovělým okrajem (Obr. 19). Na povrchu středu skvrn bývá často patrné bílé nebo bělohnědé mycelium houby. Napadené rostliny se vyznačují světlejší barvou a běloklasostí.

4.4.2. Odolnost

V odrůdových reakcích pšenice jsou jen malé rozdíly. Na Novém Zélandu popsal vyšší odolnost odrůd Regent a Kentaur Cromey *et al.* (2005). V poslední době je velká pozornost snaze o využití odolnosti k této chorobě věnována v Číně, kde se jako zdroje odolnosti užívá kříženců žita a pšenice a planých druhů např. *Aegilops squarrosa* nebo *Thinopyrum intermedium*.

4.4.3. Agrotechnická opatření

Ke snížení výskytu choroby přispívá vhodný osevní postup, dobré zpracování půdy, rychlá degradace infekčních struktur patogena na posklizňových zbytcích a pozdější setí.

4.4.4. Fungicidy

Proti kořenomorce na pšenici jsou k dispozici registrovaná mořidla (Tab. 4). Při patrném napadení klíčících rostlin je vhodná ochrana fungicidním postřikem. Aplikace fungicidů však může vést k potlačení antagonistických mikroorganismů. Antagonistické mikroorganismy, které se na ochranu zkoušejí, jsou např. *Trichoderma* spp. nebo *Bacillus subtilis*.

Tab. 4. Kořenomorka, registrovaná mořidla

Název přípravku	Název účinné látky
Celest Power	Fludioxonyl, Sedaxan
Vibrance Duo	Fludioxonyl, Sedaxan
Vibrance Duo 50 FS	Fludioxonyl, Sedaxan

(dle ÚKZÚZ <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/>).

Obr. 18. *Rhizoctonia* sp., kultivace na živném médiu (PDA).



Obr. 19. Kořenomorka. Ostře ohraničené skvrny, uprostřed světle zbarvené.



III. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Metodika uvádí souhrn podrobných optimalizovaných postupů umožňujících spolehlivou detekci jednotlivých původců chorob pat stébel a navrhuje postup ochrany proti nim.

Houbové choroby pat stébel obilovin jsou v České republice rozšířeny celoplošně. Způsobují významné ztráty na výnose a kvalitě produkce a zvyšují náklady na ochranu. Dosud je hlavní těžiště ochrany proti houbovým chorobám obecně založeno na aplikaci fungicidů. Ostatní metody nejsou dostatečně využity. Předložená metodika přináší potřebné podklady pro aplikaci tzv. integrovaných metod ochrany, usnadňuje rozhodování o použití fungicidů na základě správné a včasné diagnostiky.

Metodika je určena k využití při sledování chorob pat stébel z hlediska jejich výskytu a rozšíření v ČR a je přínosem pro správnou diagnostiku původců. Uplatní se při hodnocení odrůdové odolnosti k jednotlivým původcům nebo při hodnocení nechemických strategií s využitím vhodných pěstebních systémů (předplodiny, zpracování půdy). Může být také využita při hodnocení technologií biologické ochrany, které mají potenciál snižovat množství inokula na posklizňových zbytcích. Další možností je uplatnění při hledání faktorů přirozené supresivity půdy, tedy stanovení kvantity a spektra mikroorganismů v půdě zabezpečující stabilitu systému a zabraňující rozvoji fytopatogenů.

IV. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Metodika je určena pro specializovaná pracoviště zabývající se šlechtěním pšenice, dále odborníkům ze zemědělské praxe i z oblastí aplikovaného a základního výzkumu. Poznatky získané uvedenými metodami budou využívány k zvýšení informovanosti mezi pěstiteli obilovin České republiky. V rámci dlouhodobého horizontu přispějí ke snížení a promyšlenému používání pesticidů vytvořením alternativních metod ochrany proti houbovým chorobám pat stébel obilovin, rozšířenému používání odrůd se zvýšenou odolností k chorobám a uplatňování správných zásad agrotechniky, které povedou k celkovému snížení nákladů na ochranu a zabezpečení stabilní a kvalitní produkce obilovin.

V. EKONOMICKÉ ASPEKTY

5.1. Odhad finančních nákladů na jeden vzorek a časová náročnost.

1/ Izolace z pletiv	700 - 1700 Kč, 5-10 dní
2/ Čistá kultura	170 - 450 Kč, 5-10 dní
3/ Uchovávání	2000 - 3500 Kč/kmen, dlouhodobé
4/ Detekce dle symptomů	200 Kč, 1 den
5/ Detekce po kultivaci na základě morfologických znaků	900 – 2100 Kč
6/ Detekce po kultivaci pomocí molekulárních metod	1100 – 3500 Kč

5.2. Odhad nákladů na zavedení postupů

Náklady na zařízení laboratoře mohou sice být jednorázově poměrně vysoké, jde však o vybavení, kterým laboratoře většinou běžně disponují: autokláv, sterilní box, mikroskop, laboratorní váhy, pH metr, třepačka, magnetická míchačka, chladnička, mikrovlnná trouba, pinzety, skalpely, očkovací kličky, laboratorní sklo a plast, chemikálie.

5.3. Odhad ekonomického přínosu pro uživatele

Popsané postupy umožňují zjistit rozbořem rostlin, zda k poškození porostu došlo z abiotických příčin, nebo zda se na kořenech a kořenových krčcích vyskytují houbové patogeny a podle výsledků rozboru zvolit strategii ochrany s nejlepším účinkem. U vyhodnocení druhu infekce výhradně na základě makroskopických příznaků se uvádí vysoká chybovost diagnóz a doporučuje se nespoléhat na pouhé vizuální hodnocení bez mikroskopického vyšetření (Šindelková a Říha 2015).

Je žádoucí pomocí vyšetření zdravotního stavu rostlin reálně odhadnout potřebu fungicidního ošetření porostu, správně načasovat jeho aplikaci, případně rozhodnout o potřebnosti první i druhé aplikace postřiku. Jednotliví původci chorob pat stébel se liší rozsahem výskytu i mírou škodlivosti a výší ekonomických ztrát, které mohou způsobovat. Nejškodlivějším a výnosově nejrizikovějším patogenem je v případě výskytu původce pravého stéblolamu (*Oculimacula yallundae* a *O. aciformis*), jehož zjištění v první části jara vyžaduje okamžitý fungicidní zákrok. Houba přežívá na rostlinných zbytcích v půdě i více než tři roky, což má dopad na volbu osevního sledu.

V jiných zemích (Anglie, Francie, Německo) již byla detekována rezistence stéblolamu k některým účinným látkám fungicidů. Pokud by se kmeny rezistentní k fungicidům rozšířily i u nás, znamenalo by to nutnost volit fungicidní postřik s ohledem na složení populace dané lokality.

Předpokládané ekonomické přínosy souvisí se zvýšením kvality pšenice a její zdravotní nezávadnosti v důsledku promyšleného systému ochrany proti

houbovým chorobám, tedy se zlepšením konkurenceschopnosti domácích producentů.

Vynechání 1 postřiku na ochranu porostů představuje finanční úsporu ve výši cca 700 Kč na 1 ha. Pěstební plocha pšenice v roce 2016 byla 809 tis. ha a výnos 6,57 t/ha. Cena pšenice v České republice kolísá. V roce 2016 se měsíční průměry cen dle Situační zprávy Ministerstva zemědělství pohybovaly u potravinářské pšenice v rozmezí 3500 - 3800 Kč za tunu a u krmné pšenice 3300 - 3500 Kč za tunu (v první polovině marketingového roku 2015/2016 se cena potravinářské pšenice pohybovala v úrovni 4 330 Kč/t).

Ztráty na výnosu způsobené chorobami pat stébel i v souvislosti s poléháním porostu mohou dosáhnout až 40%. Při ceně 1 tuny pšenice 3500 Kč lze tedy v mimořádných případech vyčíslit odhad finanční ztráty až na 9 tis. Kč na 1 ha.

VI. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Bang R. (1986): Experimentelle Untersuchungen zur genetischen Analyse und zur Verbesserung der Widerstandsfähigkeit des Saatweizens *Triticum aestivum* L. gegenüber *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron.) Deighton. Diss. Martin Luther Universität, Halle Wittenberg, Germany.
- Blein M., Levrel A., Gautier V., Muranty H., Barloy D. (2008): The specific effects of the *Pch1* resistance gene on the development of *Oculimacula yalluandae*, the causing agent of wheat eyespot. Options Méditerranéennes. Serie A, Seminaires Méditerranéennes 81: 159-162.
- Burt C, Nicholson P (2011a): Exploiting co-linearity among grass species to map the *Aegilops ventricosa*-derived *Pch1* eyespot resistance in wheat and establish its relationship to *Pch2*. Theoretical and Applied Genetics 123(8): 1387-1400.
- Burt C., Hollins T.W., Nicholson P. (2011b): Identification of a QTL conferring seedling and adult plant resistance to eyespot on chromosome 5A of Cappelle Desprez. Theoretical and Applied Genetics, 122: 119–128.
- Chapman N.H., Burt C., Dong H., Nicholson P. (2008): The development of PCR-based markers for the selection of eyespot resistance genes *Pch1* and *Pch2*. Theoretical and Applied Genetics 117(3): 425-433.
- Cromey M.G., Butler R.R.C., Munro C.A., Shorter S.C. (2005): Susceptibility of New Zealand wheat cultivars to sharp eyespot. New Zealand Plant Protection 58: 268-272.
- Freier, M. (1982): Prüfung von *Aegilops*-Arten auf Resistenz gegen *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton. Diss. Martin-Luther Universität, Halle-Wittenberg. Germany.

- Chang E.P., Tyler L.J. (1964): Sporulation by *Cercospora herpotrichoides* on artificial media. *Phytopathology*, 54: 729-735.
- Chrpová J., Palicová J., Štěrbová L. (2017): Odolnost odrůd ozimé a jarní pšenice k fuzarióze klasu. *Úroda* 65(8): 20-22.
- Innocenti G., Roberti R., Alvisi G. (2007): Eyespot, an expanding disease of wheat. *Informatore Agrario* 12: 69-72.
- Leonard J.M., Watson Ch.J.W., Carter A.H., Hansen J.L., Zemetra R.S., Santra D.K., Campbell K.G., Riera-Lizarazu O. (2008): Identification of a candidate gene for the wheat endopeptidase *Ep-D1* locus and two other STS markers linked to the eyespot resistance gene *Pch1*. *Theor. Appl. Genet.* 116: 261-270.
- Leroux P., Gredt M., Remuson F., Micoud A., Walker A.-S. (2013): Fungicide resistance status in French populations of the wheat eyespot fungi *Oculimacula acuformis* and *Oculimacula yallundae*. *Pest Management Science* 69: 15-26.
- Leslie J.F., Summerell B.A. (2006): *The Fusarium laboratory manual*, Ames, 388 p.
- Li H.J., Arterburn A., Jones S.S., Murray T.D. (2004): A new source of the resistance to *Tapesia yallundae* associated with homoeologous group 4 chromosome in *Thinopyrum ponticum*. *Phytopathology* 94: 932-937.
- Liatukas Z., Ruzgas O., Razbadauskiene K. (2010): Take-all resistance of Lithuanian winter wheat breeding lines. *Agronomy Research* 8 (Special Issue III): 653-662.
- Lukas J.A., Dyer P.S., Murray T.D. (2000): Pathogenicity, host specificity, and population biology of *Tapesia spp.*, causal agents of eyespot disease in cereals. *Advances in Botanical Research* 33: 226-258.
- Maia N. (1967): Obtention de blés tendres résistants au Piétin-verse par croisements interspécifiques blé x *Aegilops*. *C.R. Acad. Agric. Fr.* 53: 149-154.
- Matušinský P. (2007): Konvenční a ekologické pěstební systémy z hlediska ochrany rostlin. *Obilnářské listy* 15(3): 78-79.
- Matušinský P., Mikolášová R., Klem K., Spitzer T. (2008): Choroby pat stébel na ozimé pšenici v roce 2007. *Úroda* 56(9): 37-40.
- Matušinský P., Mikolášová R., Klem K., Spitzer T. (2009): Eyespot infection risks on wheat with respect to climatic conditions and soil management. *Journal of Plant Pathology* 91(1): 93-101.
- Osboum A.E., Clarke B.R., Lunness P., Scott P.R., Daniels M.J. (1994): An oat species lacking avenacin is susceptible to infection by *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 45(6): 457-467.

- Ray R.V., Crook M. J., Jenkinson P., Edwards S.G. (2006): Effect of eyespot caused by *Oculimacula yallundae* and *O. acuformis*, assessed visually and by competitive PCR, on stem strength associated with lodging resistance and yield of winter wheat. *Journal of Experimental Botany* 57(10): 2249-2257.
- Samuels G.J., Hallett I.C. (1983): *Microdochium stoveri* and *Monographella stoveri*, new combination for *Fusarium stoveri* and *Micronectriella stoveri*. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 8(3): 473-483.
- Sheng H., See D.R., Murray T.D. (2012): Mapping QTL for resistance to eyespot of wheat in *Aegilops longissima*. *Theor Appl Genet.* 125: 355-366.
- Šindelková M., Říha K. (2015): Výskyt chorob pat stébel na obilninách. *Agromanuál* 3: 28-30.
- Váňová M., Klem K., Matušinský P., Spitzerová D. (2005): Prediction of eyespot infection risks. *Acta Agrobotanica* 58 (1): 91-96.
- Váňová, M., Matušinský P., Javůrek M., Vach M. (2012): Vliv způsobu zpracování půdy na výskyt vybraných chorob obilnin. *Obilnářské listy* 20(2): 40-45.
- Wei L., Muranty H., Zhang H. (2011): Advances and prospects in wheat eyespot research: Contribution from genetics and molecular tools. *J. Phytopathol.* 159: 457-470.

VII. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

- Dumalasová, V. (2014): Choroby obilnin přenosné osivem. *Agromanuál* 9 (8): 37 – 40. Dedikace: QJ1210189, RO0414.
- Dumalasová, V., Bartoš, P. (2012): Houbové choroby ozimých obilnin přenosné osivem. *Úroda* 60 (7): 68 - 70. Dedikace: QJ1210189, MZE0002700604.
- Dumalasová, V., Leišová-Svobodová, L., Sumíková, T., Bartoš, P. (2013): Odrůdová odolnost pšenice vůči stéblolamu. *Úroda* 61(6): 24 – 27. Dedikace: MZE0002700604, QJ1210189.
- Dumalasová, V., Palicová, J., Hanzalová, A., Bížová, I., Leišová-Svobodová, L. (2015): Eyespot resistance gene Pch1 and methods of study of its effectiveness in wheat cultivars. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding* 51 (4): 166 - 173. Dedikace: RO0415, QJ1210189.
- Hanzalová, A., Dumalasová, V., Palicová, J., Bartoš, P. (2013): Choroby báží stébel a kořenů pšenice z hlediska odrůdové odolnosti. *Rostlinolékař* 24 (3): 12 - 14. Dedikace: QJ1210189, MZE0002700604.
- Palicová, J. (2015): Houbové choroby obilnin v jarním období. *Úroda* 63 (3): 14 - 16. Dedikace: QJ1210189, RO0414.

- Palicová, J., Bartoš, P. (2014): Časné napadení ozimých obilnin houbovými chorobami. Agromanuál 9 (9-10): 28 - 30. Dedikace: QJ1210189, RO0414.
- Palicová, J., Bartoš, P. (2012): Houbové choroby obilnin od podzimu do jara. Úroda 60 (9): 10 - 11. Dedikace: QJ1210189, MZE0002700604.
- Palicová, J., Hanzalová, A. (2016): Choroby pat stébel ozimé pšenice a rezistence k fungicidům. Úroda 64 (6): 26 - 27. Dedikace: QJ1210189, QJ1530373, RO0416.
- Palicová, J., Hanzalová, A., Bartoš, P., Bížová, I. (2013): Reakce vybraných odrůd ozimé pšenice na stéblolam. Úroda 61(11): 21 - 23. Dedikace: QJ1210189.
- Palicová, J., Hanzalová, A., Bížová, I. (2014): Choroby pat stébel. Pšenice 2014 "Rez nikdy nespí". Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha: 50 - 51. Dedikace: QJ1210189, RO0414.
- Palicová, J., Hanzalová, A., Bížová, I. (2014): Odrůdová odolnost pšenice k chorobám pat stébel. Úroda 62(12 věd.př.): 229 - 232. Dedikace: QJ1210189.
- Palicová, J., Hanzalová, A., Bížová, I. (2015): Steblolam a odolnost odrod pšenice. Naše pole 19 (5): 43 - 45. Dedikace: QJ1210189.
- Palicová J., Matušinsky P., Dumalasová V., Hanzalová A., Bížová I. (2018): Resistance of winter wheat cultivars to eyespot and characterisation of causal agents of the disease. Plant Protect. Sci. doi: 10.17221/157/2016-PPS. Dedikace: RO0416, RO0211, QJ1210189, QJ1530373.
- Sumíková, T., Dumalasová, V., Trávníčková, M. (2016): Metodika použití molekulárních markerů k detekci genů rezistence ke rzem, padlí travnímu a stéblolamu a genů pro krátkostébelnost u pšenice. Praha, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 19 pp. Dedikace: QJ1210189.

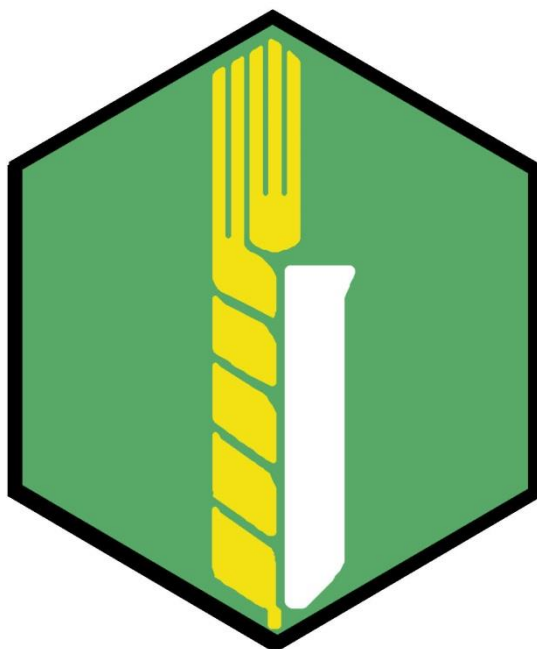
Dedikace

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu NAZV QJ1530373, „Integrovaná ochrana obilnin proti patogenům, plevelům a škůdcům pro udržitelné produkce potravin, krmiv a surovin“.

ISBN 978-80-7427-247-9

Náklad: 200 výtisků

Metodika je veřejně přístupná na www.vurv.cz



Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2017