

METODIKA TESTOVÁNÍ REZISTENCE PŠENICE K PŮVODCŮM STÉBLOLAMU



**Jana Palicová, Alena Hanzalová, Veronika Dumalasová,
Irena Bížová, Jana Chrpová, Pavel Bartoš**

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

2018

Publikaci bylo Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským uděleno osvědčení č. UKZUZ 163074/2018 o uznání uplatněné 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. Pavel Kraus, Ph.D., Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

Autoři

Mgr. Jana Palicová, Ph.D., 40%

Mgr. Alena Hanzalová, Ph.D., 20%

RNDr. Veronika Dumalasová, Ph.D., 10%

Ing. Irena Bížová^{*}, 10 %

Ing. Jana Chrpová, CSc., 10%

Ing. Pavel Bartoš, DrSc., 10%

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

Drnovská 507

161 06 Praha 6 - Ruzyně

*Výzkumné centrum SELTON, s.r.o.

Stupice 24

250 84 Sibřina

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha, 2018

ISBN 978-80-7427-285-1

I. CÍL METODIKY

Cílem metodiky je navrhnout efektivní postup pro testování rezistence odrůd a novošlechtění pšenice ozimé k původcům stéblolamu pro potřeby šlechtění a odrůdového zkušebnictví. Metodika se opírá o výsledky odrůdových pokusů v letech 2013 - 2018, které probíhaly v rámci řešení dvou projektů QJ1210189 a QJ1530373.

II. VLASTNÍ POPIS METODIKY

1. ÚVOD

1.1. Stéblolam na pšenici v ČR

Stéblolam řadíme do komplexu chorob pat stébel, které mohou působit až 40 % ztráty na výnosech. Patogeny jsou schopny přežívat v půdě mnohdy déle než 3 roky, tudíž osevní sledy s častým zařazováním obilnin, bezorebné technologie, ponechávání slámy na pozemku atd. zvyšují pravděpodobnost výskytu chorob pat stébel. Jedná se o onemocnění kořenů a spodní části stébla (odnožovacího uzlu a prvního internodia) a pochev spodních listů a prvního až třetího internodia stébla (Zakopal 1971). Mezi původce chorob pat stébel ozimé pšenice patří zástupci rodů *Fusarium*, *Microdochium*, *Oculimacula* a *Rhizoctonia*, dále *Bipolaris sorokiniana* a *Gaeumannomyces graminis*.

Hostitelem stéblolamu je pšenice, ječmen, žito, rýže a tritikale. Dle názvosloví vydaného Českou akademií zemědělských věd (Kůdela *et al.* 2012) je choroba pojmenována vždy podle hostitele: stéblolam pšenice, stéblolam ječmene a stéblolam žita. V textu metodiky je dále užíváno zjednodušené označení stéblolam.

Výskyt chorob pat stébel byl významný v našich podmínkách již v 60. letech minulého století (Sychrová 1975) na pozemcích intenzivního pěstování obilnin. Stéblolam se v ČR vyskytuje každoročně. Na lokalitách v okresech Mladá Boleslav, Pelhřimov, Rakovník a Svitavy zaznamenáváme opakovaně vysoké procento napadených rostlin, a to i v letošním suchém roce. Matušinsky a kol. (2009) prokázali, že nejvýznamnějším klimatickým faktorem pro výskyt stéblolamu jsou srážky v období od října do dubna, konkrétně počet dní, kdy jsou srážky vyšší než 3 mm.

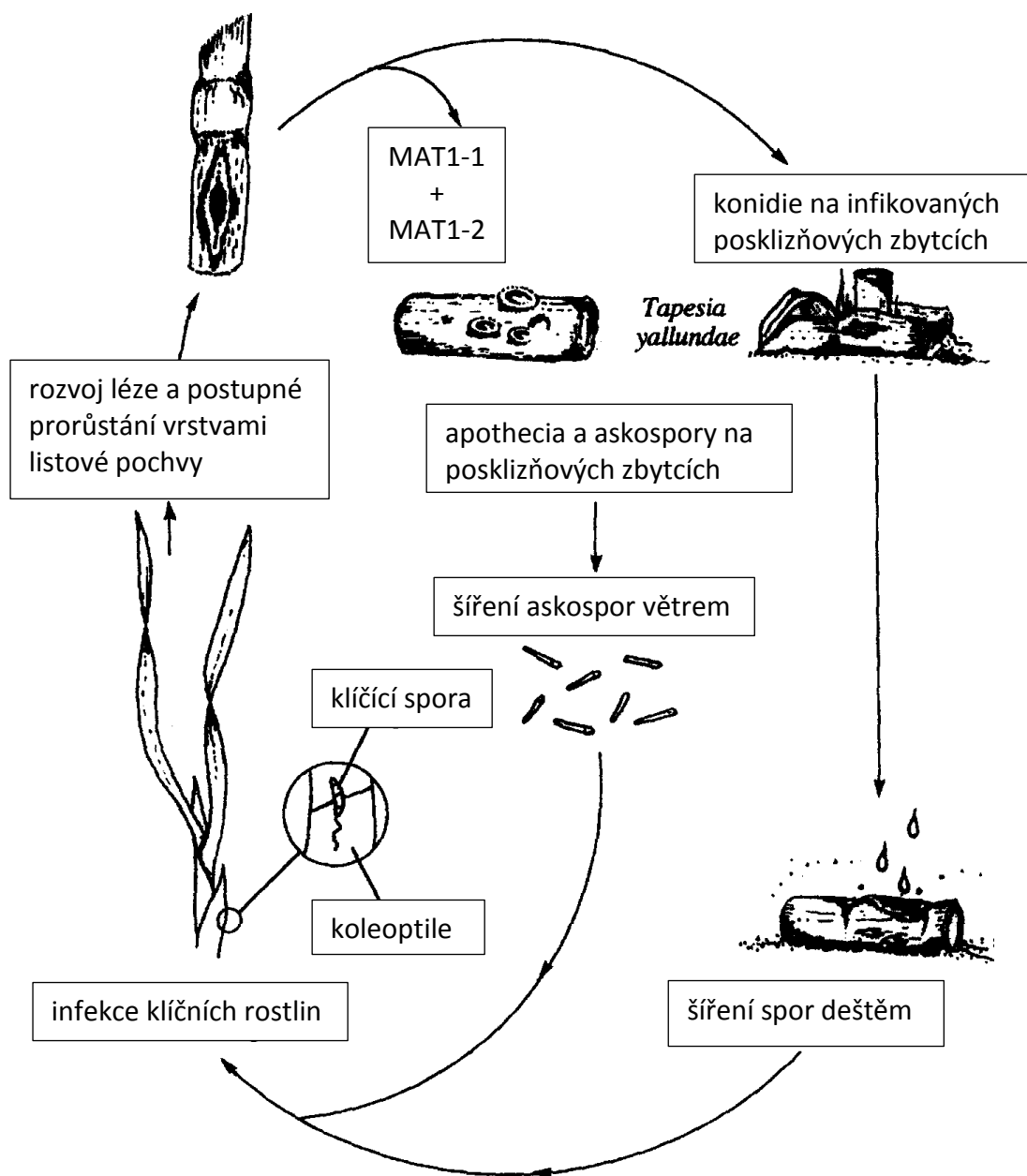
1.2. Biologie patogenů

Původce stéblolamu byl poprvé publikován v roce 1912 jako *Cercospora herpotrichoides* (Fron 1912). Později došlo k přejmenování na *Pseudocercospora herpotrichoides* a na základě morfologických znaků a hostitelů byly popsány 2 odlišné typy: pšeničný W-typ *Pseudocercospora herpotrichoides* var. *herpotrichoides* (napadá především pšenici) a žitný R-typ *P. herpotrichoides* var. *acuformis* (napadá pšenici i žito) (Nirenberg 1981). Po objevení teleomorfního stádia došlo k oddělení typů do samostatných druhů: *Tapesia yallundae* a *T. acuformis* (Robbertse *et al.* 1995). Na základě molekulární biologie byli původci stéblolamu zařazeni do rodu *Oculimacula* – *Oculimacula yallundae* a *Oculimacula acuformis* (Crous *et al.* 2003).

Oba druhy se liší morfologicky (tvarem konidií, vzhledem a rychlostí růstu kolonie na umělém živném médiu apod.), ale i citlivostí k účinným látkám fungicidů (Leroux *et al.* 2013). Často se vyskytují společně na jednom pozemku i na jednom stéble (Palicová *et al.* 2018). Životní cyklus obou původců stéblolamu je obdobný, *O. yallundae* však vykazuje rychlejší nárůst mycelia v pletivech pšenice než *O. acuformis*. Výsledný stupeň infekce v době zrání je ale u obou druhů srovnatelný.

Hlavní formou inokula na poli jsou konidie produkované na infikované slámě (Lucas *et al.* 2000). Optimální teplota pro tvorbu konidií je 10°C. Konidie se šíří deštěm na krátké vzdálenosti a mohou napadat pšenici, ječmen, oves, žito a tritikale od podzimu do jara. Po infekci koleoptile proniká patogen vrstvami listové pochvy, nakonec z nejhlubší vrstvy pronikne až ke stéblu. Stéblolam je často považován za monocyklické onemocnění. Výskyt sekundárních infekcí pocházejících z konidií produkovaných na lézích přímo na stéblech v průběhu sezóny je stále diskutován. Askospory nepředstavují hlavní zdroj inokula, nicméně sexuální reprodukce vede k vyšší variabilitě v populaci patogena a poskytuje genetickou flexibilitu, která je třeba jako odpověď na selekční tlaky způsobené např. užíváním fungicidů. Askospory jsou vymršťovány z apothecií do vzduchu a mohou být větrem přenášeny na dlouhé vzdálenosti na rozdíl od konidií. Apothecia se tvoří na infikovaných posklizňových zbytcích. Největší produkce apothecií probíhá brzy na jaře. Dyer a kol. (1993) popsali pohlavní cyklus *Tapesia yallundae* (dnes *Oculimacula yallundae*) v laboratorních podmínkách. Jedná se o heterotalický druh tj. existují 2 párovací typy MAT1-1 a MAT1-2, po jejichž splynutí vznikají apothecia (Obr. 1). Je pozoruhodné, že *O. yallundae* a *O. acuformis* tvoří morfologicky identická apothecia (Lucas *et al.* 2000). Přenos osivem nebyl u stéblolamu prokázán.

Obr. 1. Stéblolam (*Tapesia* spp.) – životní cyklus (Lucas *et al.* 2000).



První příznaky choroby se na rostlinách objevují v závislosti na průběhu počasí, zpravidla koncem odnožování až počátkem sloupkování. Primárními symptomy jsou hnědé protáhlé skvrny na pochvách spodních listů těsně nad povrchem půdy, skvrny jsou často patrné až po sloupnutí vrchních vrstev listové pochvy. Typické podlouhlé **skvrny na bázích stébel ve tvaru oka** se objevují v pozdějších fázích sloupkování a metání. Uprostřed skvrn je pletivo drsné s hnědavými sklerociálními buňkami, tím se liší od skvrn způsobených *Rhizoctonia* spp. Uvnitř stébla je patrné **šedavé**



vatovité mycelium, stéblo se při vyšším napadení v místě skvrn láme. Koncem vegetace napadené rostliny předčasně zasychají, od zdravých se liší světlejší barvou (běloklasost – Obr. 2).



Obr. 2. Stéblolam – silné napadení ozimé pšenice (odrůda Fakir).



1.3. Ochrana a genetika rezistence

Ochrana proti stéblolamu je založena především na včasné detekci patogenu a aplikaci fungicidů ve stádiu druhého kolénka (BBCH 32). Dle mezinárodní organizace FRAC (Fungicide Resistance Action Committee) jsou původci stéblolamu řazeni mezi patogeny se středním rizikem vzniku rezistence. V některých oblastech ČR byl již zaznamenán nižší či vyšší stupeň rezistence k prochlorazu (Matušinsky *et al.* 2016), který je u nás hojně zastoupen ve fungicidech proti chorobám pat stébel.

Pěstitel může ovlivnit výskyt stéblolamu v první řadě výběrem odrůdy. Dosud byly popsány tři geny rezistence ke stéblolamu: *Pch1*, *Pch2* a *Pch3* (*Pch* = *Pseudocercospora herpotrichoides*) a QTL na chromozomu 5A (Burt *et al.* 2011). Gen *Pch1* je odvozen od mnohoštetu *Aegilops ventricosa* a je nejúčinnější ze tří popsaných genů rezistence. Do pšenice byl gen *Pch1* přenesen již v šedesátých letech minulého století (Maia 1967). Gen *Pch1* je v odolných odrůdách lokalizován v translokaci na chromozomu 7DL. Přítomnost genu *Pch1* vede k potlačení a zpomalení vývoje choroby, klíčení spor patogenů však neovlivňuje (Blein *et al.* 2008).

Další gen rezistence k stéblolamu *Pch2* pochází z genomu staré francouzské odrůdy Cappelle Desprez. Jeho účinnost byla známá již před využíváním genu *Pch1*, ale při silném výskytu stéblolamu neposkytuje dostatečnou ochranu. Gen *Pch2* je lokalizován na chromozomu 7AL (de la Peña *et al.* 1996).

Třetí gen rezistence ke stéblolamu *Pch3* byl odvozen od kosmáče huňatého *Dasypyrum villosum*, kde je lokalizován na chromozomu 4V (Murray *et al.* 1994).

Rezistence kvantitativního charakteru byla zjištěna i v jiných planých druzích trav, např. v *Thinopyrum intermedium* nebo *Thinopyrum ponticum*, v *Aegilops kotschyi*, *Ae. squarrosa* a *Ae. longissima* (Freier 1982, Bang 1986, Li *et al.* 2004, Sheng *et al.* 2012).

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.* 2011).

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

1.4. Přehled metod testování rezistence ke stéblolamu

Ve šlechtění pšenice se v minulosti používaly různé metody pro hodnocení rezistence ke stéblolamu (Wei *et al.* 2011). Byly vyvinuty různé techniky přípravy inokula a jeho aplikace na poli (Bruehl *et Nelson* 1964) nebo v růstových komorách (Macer 1966). Výhodou testů v růstových komorách je kratší délka testu (2-3 měsíce). Testování probíhá na juvenilních rostlinách, kdy je testována rezistence hostitele k proniknutí patogenu vrstvami listové pochvy. Na druhé straně polní testy trvají celé vegetační období a testují rezistenci stébla k invazi patogenem. Tyto dva druhy rezistence nejsou vždy v korelaci,

proto je výhodnější měřit oba (Doussinault 1973). Pro kvantifikaci OY a OA v napadených rostlinách lze využít metodu real-time PCR (Walsh *et al.* 2005). V našich pokusech jsme se zaměřili na inokulační maloparcelové a polní testy.

2. PRACOVNÍ POSTUPY

2.1. Maloparcelové inokulační testy

Rostlinný materiál

Odrůdy ozimé pšenice a novošlechtění jsou sety na hluboký ohraničený záhon (dále paňník) o rozměrech 15 x 1,5 m, po 5 - 8 řádcích, ve dvou opakováních v podzimním termínu setí. Jako rezistentní kontrola je vždy zařazena odrůda nesoucí gen rezistence ke stéblolamu *Pch1* (např. Hermann, Annie), náchylná kontrola může být např. odr. Cubus, Turandot nebo Bohemia.

Výběr izolátů

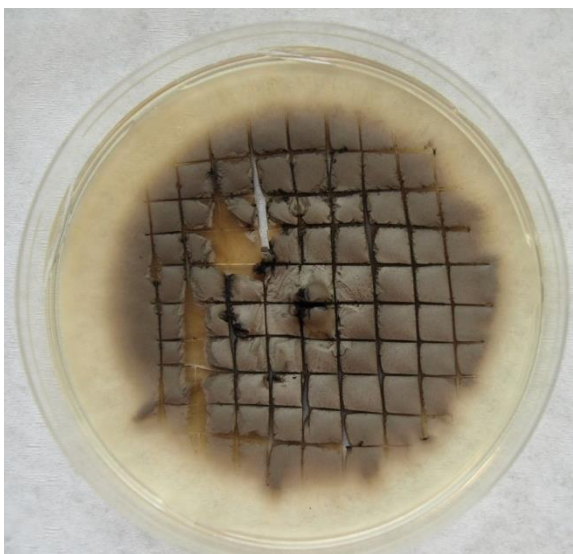
Inokulum stéblolamu pro testy rezistence odrůd je připraveno ze směsi dobře rostoucích izolátů *Oculimacula yallundae* (OY) a *Oculimacula acufiformis* (OA).

Kultivace patogenů

Vybrané izoláty OY a OA jsou přeočkovány ze zkumavek pro trvalé uchovávání na Petriho misky s bramboro-dextrózovým agarem (PDA - Himedia) a jsou inkubovány 3-4 týdny při 20°C ve tmě.

Příprava inokula

Mycelium je pěstováno v Erlenmeyerových baňkách (250-300 ml) na sterilních obilkách ječmene. Obilky se umístí přes noc do vody, ráno se přebytečná voda slijí a obilky se plní do širokhrdlých Erlenmeyerových baněk

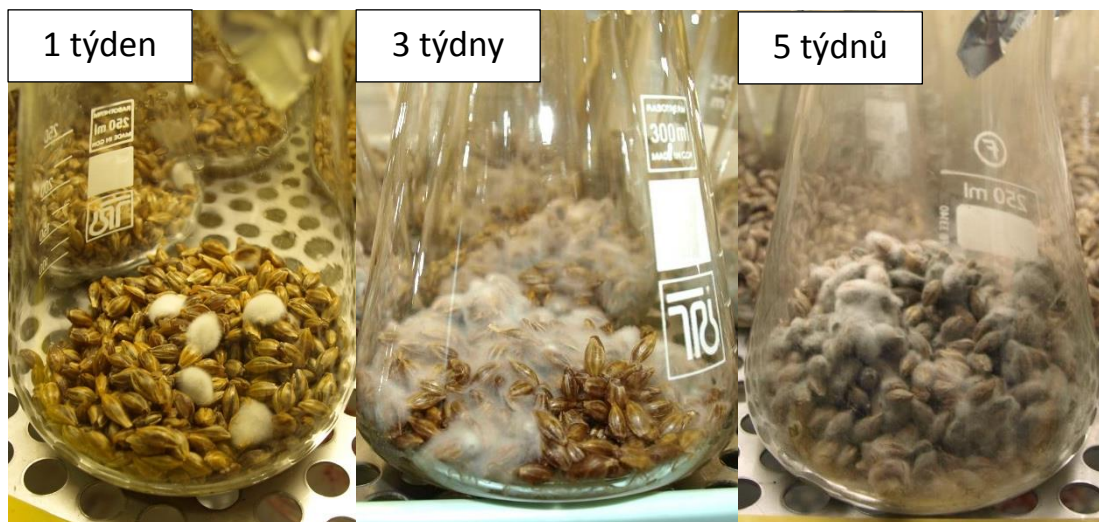


(50 g). Pro inokulaci dvou záhonů 15 x 1,5 m je třeba namočit 2,5-3 kg obilek a založit 80 baněk. Baňky jsou následně 3 dny po sobě sterilizovány 30 min při 120°C. Pokud jsou obilky po dvou dnech málo vlhké, je třeba před 3. sterilizací přidat vodu (cca 3 ml/baňku). Po úplném vychladnutí po 3. sterilizaci se houba zaočkuje, vždy jeden izolát do 1 baňky. Petriho misku s narostlým myceliem si nařežeme skalpelem na přibližně stejné **čtverečky o velikosti 5 x 5 mm** a pak do každé baňky umístíme 5 čtverečků

mycelia i s agarem. Proces přípravy inokula trvá 5 pracovních dnů.

Baňky jsou inkubovány 5 - 6 týdnů při 18°C nejlépe pod UV, ale stejně tak postačí i bílé světlo nebo i tma. Bylo ověřeno, že ani inkubace za tmy neohroží vitalitu inokula. Nejméně jedenkrát týdně je nutné baňky ručně protřepat.

Obr. 3. Růst inokula stéblolamu.



Aplikace

Inokulum je z baněk již nesterilně vysypáno a **řádně promícháno**, jelikož jde o směs různých izolátů. Následně je aplikováno rozhozem mezi rostliny, a to rovnoměrně po celé ploše pokusného pozemku v dávce 40 g/m². Pro inokulaci je nejvhodnější chladnější a vlhké počasí bez přímého slunce. Při podzimní inokulaci mají rostliny několik listů, ideální je aplikace inokula při slabé sněhové pokrývce při teplotě kolem 0°C. Jarní inokulace se provádí v časném termínu (březen), kdy už neleží starý sníh, teploty vzduchu jsou nízké a je dostatečná vlhkost vzduchu. Bylo prokázáno, že i pouhá jarní inokulace stéblolamem způsobí napadení, výsledné ztráty na výnosech však nejsou tak významné. Pro testy rezistence ke stéblolamu na šlechtitelských stanicích či pro potřeby ÚKZÚZ je lepší provádět inokulaci na podzim i na jaře.



Obr. 4. Aplikace inokula stéblolamu na maloparcelový pokus.



Hodnocení stupně napadení

Hodnocení stupně napadení je prováděno třikrát, a to ve stadiu sloupkování, v mléčné a plné zralosti. Od každé odrůdy je náhodně odebráno 15 rostlin o 4 odnožích a to ve dvou opakováních. U jednotlivých odnoží je hodnocen zdravotní stav bází stébel. V období **sloupkování** je použita pětibodová stupnice:

0 – žádné napadení

1 – skvrna pouze na vnější listové pochvě

2 – skvrna proniká do dalších vrstev, ve 2.vrstvě jen malá hnědá skvrnka

3 – skvrna je až na stéble, ale je malá, pletivo se propadá, jsou patrné černé sklerociální buňky

4 – na stéble je velká skvrna se sklerociálními buňkami

V období **mléčné** a **plné zralosti** probíhá hodnocení dle šestibodové stupnice (Obr. 5):

0 – žádné napadení

1 – jedna malá skvrna

2 – více menších skvrn pokrývajících méně než polovinu obvodu stébla

3 – větší skvrny pokrývající více než polovinu stébla

4 – skvrny pokrývají téměř celý obvod stébla, neláme se

5 – celé stéblo je pokryté skvrnami, je měkké, může se lámat



Obr. 5. Stupnice pro hodnocení napadení stéblolamem v mléčné zralosti.



Výsledky jsou statisticky zpracovány programem UNISTAT 6.5. a Statistica 13. Je použita analýza rozptylu a mnohonásobné porovnávání (Tukeyho test).

Harmonogram prací

Září – zaočkování izolátů na PDA

Říjen – výsev rostlin, příprava inokula

Listopad – 1. aplikace inokula

Leden – zaočkování izolátů na PDA, příprava inokula

Březen – 2. aplikace inokula

Červen – hodnocení (mléčná zralost BBCH 75)

2.2. Polní testy

Rostlinný materiál

Testování odolnosti odrůd je možné provádět i v polních podmínkách na pozemcích dlouhodobě osévaných pšenicí či ječmenem, kde se každoročně vyskytuje stéblolam a tudíž je v půdě přítomno inokulum patogenů. Testované odrůdy ozimé pšenice jsou vysety do parcel 5 x 1 m, od každé odrůdy ve dvou opakováních.

Hodnocení stupně napadení

V polních podmínkách probíhá hodnocení obdobně jako v maloparcelovém pokusu (viz výše). Z každé pokusné parcely je odebráno 25 rostlin o 4 odnožích.

2.3. Výsledky testování odolnosti odrůd ke stéblolamu v letech 2013 - 2016

Na stanovištích Praha – Ruzyně a Úhřetice (okres Chrudim) byla v průběhu 4 vegetačních období sledována odolnost vybraných odrůd ozimé pšenice ke stéblolamu. Cílem bylo porovnat metodu inokulačních maloparcelových testů v Praze s polními testy s přirozenou infekcí a také stanovit optimální dobu hodnocení napadení.

Dle našich pozorování bylo období mléčné zralosti nejvhodnější pro hodnocení napadení chorob pat stébel. Typické symptomy ve tvaru oka byly na zelených stéblech dobře patrné a skvrny tudíž nebyly zaměňovány za choroby pat stébel způsobené jinými původci. Také podmínky inokulovaných maloparcelových pokusů se jeví jako nejlepší pro zhodnocení odolnosti odrůd ozimé pšenice ke stéblolamu. V polních podmínkách s přirozenou infekcí není vždy dostatečný infekční tlak a rozdíly mezi odrůdami nejsou statisticky průkazné, a to ani na pozemcích opakovaně osévaných pšenicí. Navíc v některých případech nelze pouhým okem spolehlivě rozlišit původce stéblolamu od jiných patogenů.

Výsledky čtyřletých testů prokázaly statisticky průkazné rozdíly v napadení stéblolamem mezi testovanými odrůdami ozimé pšenice. Ne všechny odrůdy byly testovány ve všech letech, ale jednoznačně se potvrdil efekt genu rezistence *Pch1* (Obr. 6). Odrůdy nesoucí tento gen (Hermann, Annie, Princeps, Manager, Rebell) vykazovaly nižší napadení stéblolamem než odrůdy bez genu *Pch1*, a to v podmínkách inokulace patogenem i v polních pokusech s přirozenou infekcí (Dumalasová *et al.* 2015, Palicová *et al.* 2018). Symptomy rezistentních odrůd byly mírnější, jednalo se o nespecifické zahnědnutí bází bez typických skvrn ve tvaru oka, bez sklerociálních buněk, stébla se nikdy nelámala (Obr. 7, 8). Odrůda Hermann vykazovala ve všech letech nejnižší napadení. Rozdíly mezi napadením odrůd bez genu *Pch1* nebyly významné.

Pomocí polních testů s dostatečným množstvím přirozeného inokula stéblolamu je možné testovat i jiné parametry než jen odolnost odrůd. Ve dvou ročnících byl v našich pokusech sledován vliv předplodiny a moření na napadení stéblolamem v polních podmínkách (Obr 9, 10). Vyšší napadení bylo zaznamenáno na pozemku dlouhodobě osévaném pšenicí (10 let) než u pozemku s pšenicí vysetou pouze druhým rokem, avšak s výjimkou odr. Annie a Cubus v roce 2016. Odrůdy mořené přípravkem Celest Extra Formula M (0,2 l/100 kg osiva) byly méně napadené než nemořené varianty, s výjimkou odr. Hermann a Rebell. U odrůd nesoucích gen rezistence *Pch1* byly rozdíly v napadení mezi mořenou a nemořenou variantou zanedbatelné.

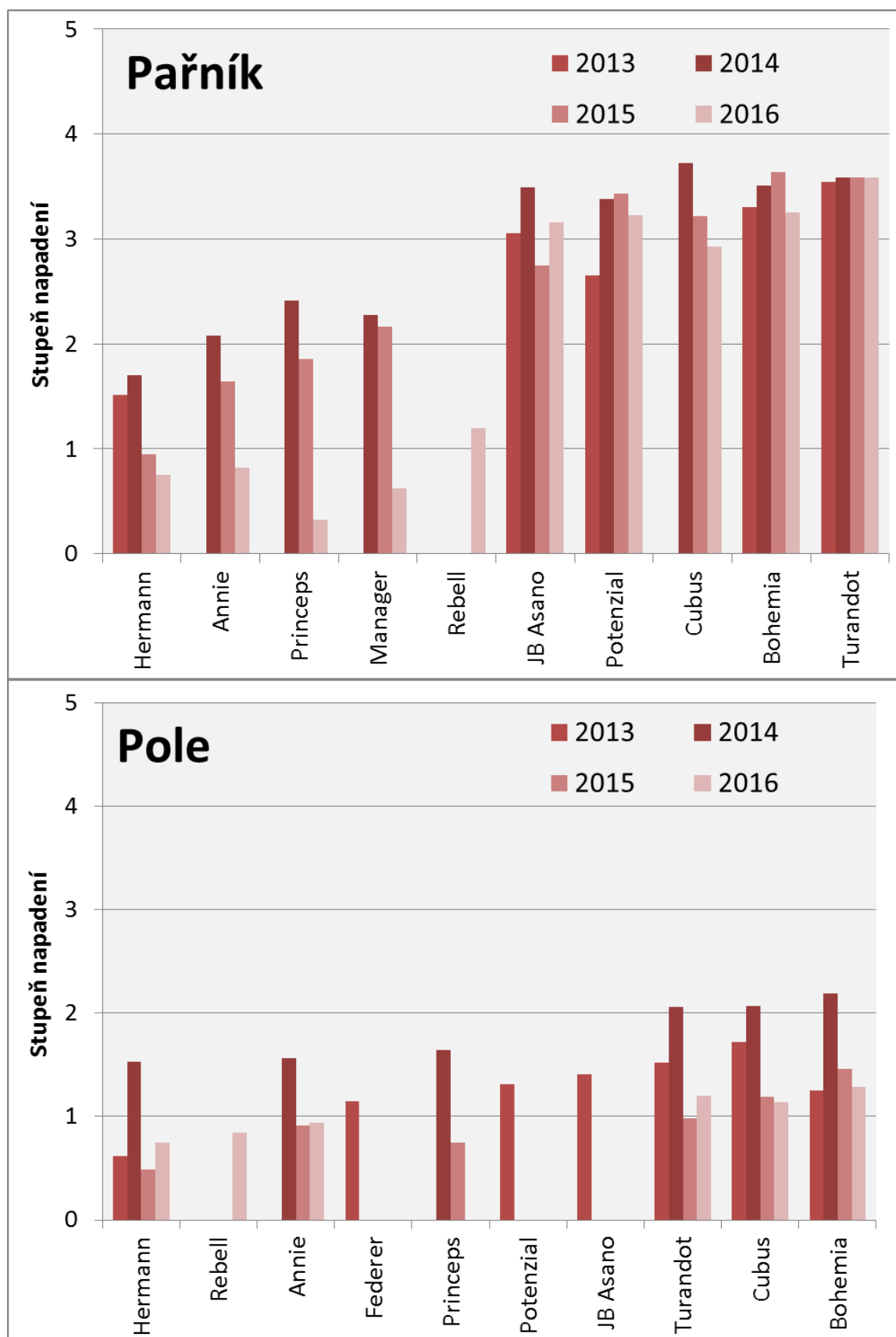
2.4. Seznam odrůd s genem *Pch1*

Detekováno STS (sequence tagged site) markerem Xorw1 (Dumalasová *et al.* 2017).

Odrůda	Registrace	Původ
Annie	2014	Merito x CH 11.12772 x Eurofit
Beduin	2011	Manhattan/Striker
Bonanza	2015	Türkis x Hermann
Hermann	2007	Xantos/NIC 90-3390A
Iridium	2009-2016	Oratorio/Shango
Manager	2007-2017	Flair/Record/Pico
Princeps	2012	Genkis/Stamm
Pankratz	2015	Strube-line x Striker
Partner	2016	{(Manager x Robigus) x Hermann} x Frodin
Rebell	2013 *	-

* Odrůda Rebell byla registrována v Německu v roce 2013, v ČR nikoliv, původ se nepodařilo dohledat.

Obr. 6. Průměrné napadení odrůd stéblolamem při inokulaci v malo-parcelových pokusech (pařník) a v polních podmínkách (řazeno dle průměru).



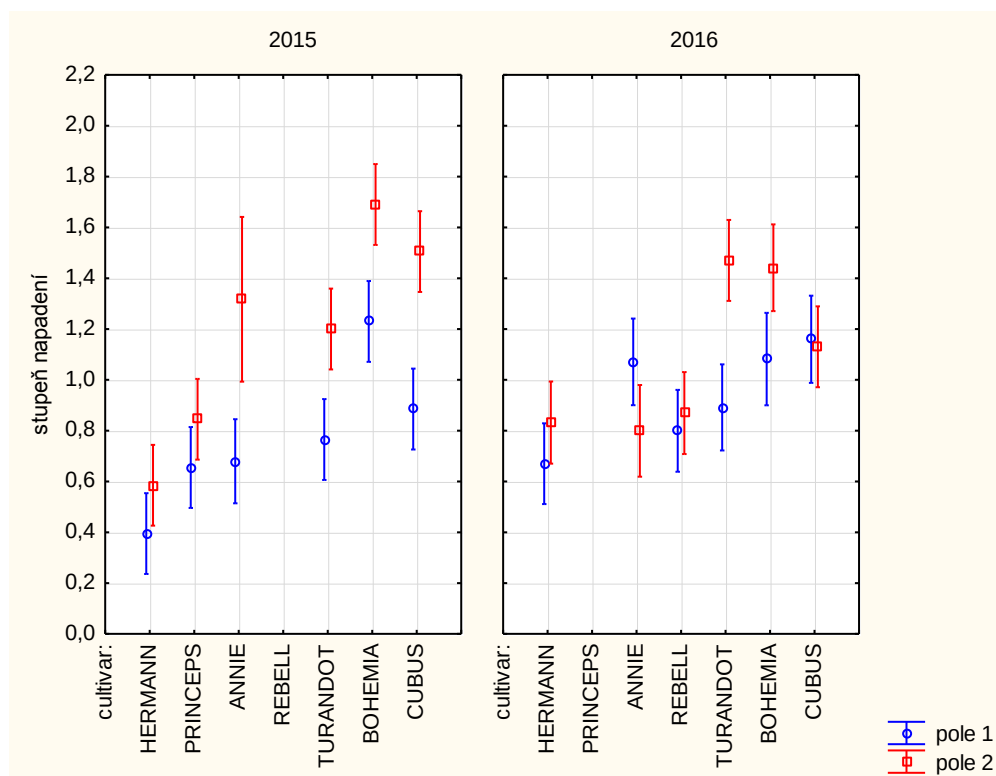
Obr. 7. Stéblolam - nespecifické hnědé skvrny s difúzním okrajem na odrůdách s genem rezistence *Pch1* (zleva odrůdy Annie, Hermann).



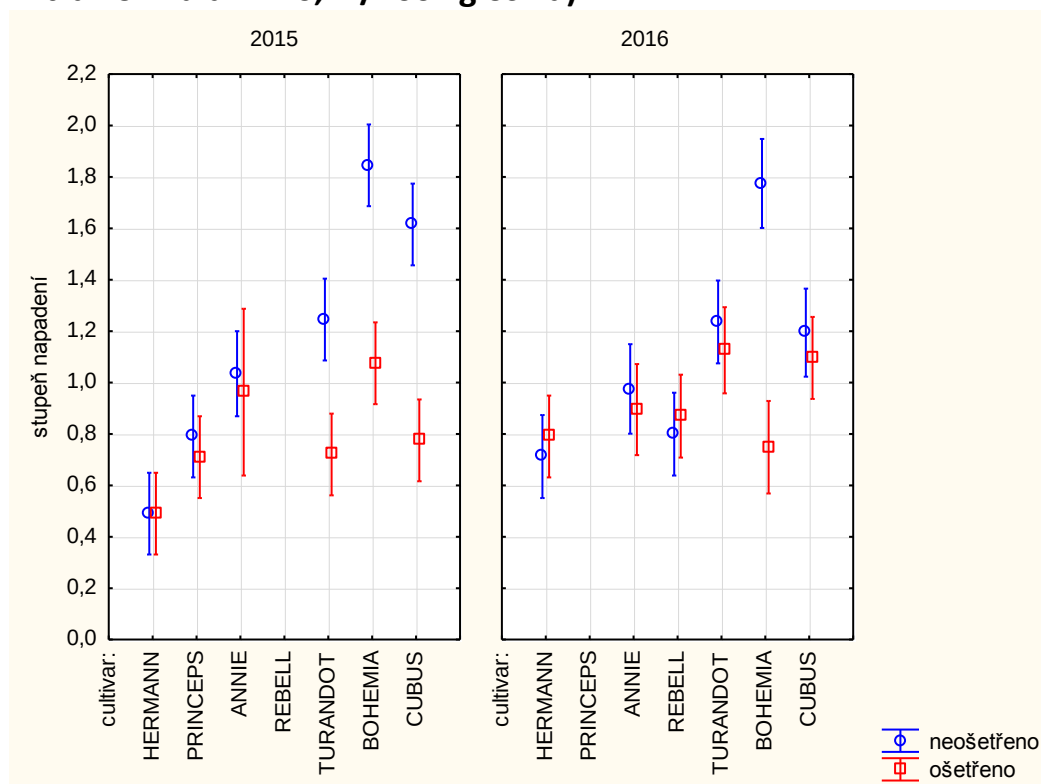
Obr. 8. Stéblolam – typické skvrny ve tvaru oka na odrůdách bez genu rezistence *Pch1* (zleva odrůdy JB Asano, Turandot).



Obr. 9. Vliv předplodiny na napadení odrůd ozimé pšenice stéblovým (pole 1 – předplodina pšenice 1 rok, pole 2 – předplodina pšenice 10 let).



Obr. 10. Vliv moření na napadení odrůd ozimé pšenice stéblovým (Celest Extra Formula M - 0,2 l/100 kg osiva).



III. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Předložená metodika pro praxi se opírá o dlouholeté zkušenosti s problematikou chorob pat stébel, která má ve VÚRV tradici již cca půl století. Aktuálnost této problematiky nás vedla k opětovnému studiu odolnosti odrůd ke stéblolamu. V současné době, kdy je tendence ústupu chemických vstupů při pěstování zemědělských plodin, je studium odolnosti odrůd zvláště důležité. Od roku 2018 bude dle této metodiky probíhat pravidelné testování odolnosti sortimentu odrůd ozimé pšenice pro ÚKZÚZ.

Základem pro vypracování metodiky byly výsledky odrůdových pokusů v letech 2013 - 2018, které probíhaly v rámci řešení dvou projektů QJ1210189 a QJ1530373. Unikátní je porovnání pokusů s přirozenou infekcí stéblolamu v polních podmínkách na pozemcích opakovaně osévaných pšenicí s podmínkami inokulovaného maloparcelového pokusu.

IV. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Metodika je určena především pro šlechtitelská pracoviště, ale také pro pracoviště aplikovaného výzkumu, odrůdové zkušebnictví a pro zemědělskou praxi. Údaje o rezistenci odrůd ozimé pšenice ke stéblolamu jsou nezbytné pro zajištění integrované ochrany rostlin, zejména v oblastech s vyšším výskytem chorob pat stébel.

V. EKONOMICKÉ ASPEKTY

Ochrana obilnin proti houbovým chorobám je obecně postavena na aplikaci fungicidů, a to nejen v České republice. V posledních letech je však v Evropě tendence ke snižování užívání pesticidů v zemědělství. Je plánován zákaz používání některých účinných látek fungicidů (Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/128/ES). Některé fungicidy registrované proti stéblolamu vlivem nedodržování zásad antirezistentní strategie ztrácejí svoji účinnost. To jsou důvody k pěstování odrůd odolných ke stéblolamu a zároveň i k jiným houbovým chorobám. Stanovení úrovně rezistence pěstovaných odrůd pšenice je zásadní pro celkovou optimální pěstební technologii dané odrůdy. Pěstitel musí vědět, do jaké míry se u konkrétní odrůdy vyplatí investovat do chemické ochrany.

Ekonomické přínosy pramení z rozdílu mezi navýšeným výnosem při rezistenci ke stéblolamu v důsledku omezení ztrát (5,21 t/ha) a stávajícím výnosem (5 t/ha) (Oerke *et al.* 1994).

Dle Situační zprávy Ministerstva zemědělství bylo v roce 2017 sklizeno 4454,1 tis. tun pšenice ozimé. Pěstební plocha pšenice v roce 2017 byla 832,1 tis. ha a průměrný výnos ozimé pšenice 5,67 t/ha. Ihned po sklizni ceny pšenice začaly rychle klesat na cenovou hladinu kolem 3 400 – 4 000 Kč/t a kolem této hladiny kolísaly prakticky po celý marketingový rok.

Ztráty na výnosu způsobené stéblolamem mohou dosáhnout až 40 %. Při ceně pšenice 3500 Kč/t lze tedy v extrémních případech na plochách se silným infekčním tlakem vyčíslit odhad finanční ztráty až na 8 tis. Kč/ha.

Při pěstování odrůd ozimé pšenice rezistentních ke stéblolamu je možné ušetřit minimálně na 1 postřiku, což představuje finanční úsporu ve výši přibližně 700 Kč/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, Séminaires Méditerranéennes 81: 159-162.
- Bruehl G.W., Nelson W.L. (1964): Techniques for mass inoculations of winter wheat in the field with *Cercospora herpotrichoides*. Plant Disease Report 48: 863-865.
- Burt C., Hollins T.W., Nicholson P. (2011): 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.
- Crous P.W., Groenewald J.Z.E., Gams W. (2003): Eyespot of cereals revisited: ITS phylogeny reveals new species relationships. European Journal of Plant Pathology 109(8): 841-850.
- Doussinault G. (1973): Comportement de douze variétés de Blé tendre vis-à-vis du Piétin-verse (*Cercospora herpotrichoides* Fron). Conséquences pour la sélection. Annales de l'amélioration des plantes 23: 333-346.
- 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.
- Dumalasová, V., Palicová, J., Hanzalová, A., Bartoš P. (2017): Metodika diagnostiky a postupů ochrany proti chorobám pat stébel pšenice. Praha, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 36 pp.
- Dyer P.S., Nicholson P., Rezanoor H.N., Lucas J.A., Peberdy J.F. (1993): Two-allele heterothallism in *Tapesia yallundae*, the teleomorph of the cereal eyespot pathogen *Pseudocercospora herpotrichoides*. Physiological and Molecular Plant Pathology 43: 403-414.
- Freier M. (1982): Prüfung von *Aegilops*-Arten auf Resistenz gegen *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton. Diss. Martin-Luther Universität, Halle-Wittenberg. Germany.
- Fron G. (1912): Contribution à l'étude de la maladie du 'pied noir des céréales' ou 'piétin-verse'. Annales de la Science Agronomique Française et Étrangère 4(1): 3-29.

- Kúdela V., Kocourek F., Bárnét M. a kol. (2012): České a anglické názvy chorob a škůdců rostlin. Praha, 272.
- 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.
- 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.
- Lucas 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.
- Macer R.C.F. (1966): Resistance to eyespot disease (*Cesposporella herpotrichoides*) determined by a seedling test in some forms of *Triticum*, *Aegilops*, *Secale*, *Hordeum*. Journal of Agricultural Science 67:389-397.
- Maia N. (1967): Obtention de blés tendres résistants au Piétin-verse par croisements interspécifiques blé x *Aegilops*. Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France 53: 149-154.
- Matušinsky 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.
- Matušinsky P., Svačinová I., Jonavičienė A., Tvarůžek L. (2017): Long-term dynamics of causative agents of stem base diseases in winter wheat and reaction of Czech *Oculimacula* spp. and *Microdochium* spp. populations to prochloraz. European Journal of Plant Pathology 148(1): 199-206.
- Murray T.D., de la Peña R.C., Yildirim A., Jones S.S. (1994): A new source of resistance to *Pseudocercospora herpotrichoides*, cause of eyespot disease of wheat, located on chromosome 4V of *Dasyphyrum villosum*. Plant Breeding 113: 281-286.
- Nirenberg H. (1981): Differenzierung der Erreger der Hahnbruchkrankheit. 1. Morphologie. Journal of Plant Diseases and Protection 88: 241-248.
- Oerke E.C., Dehn H.W., Schonbeck F., Weber A. (1994): Crop Production and Crop Protection: Estimated Losses in Major Food and Cash Crops. Elsevier, Amsterdam.
- 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 Protection Science 54(1): 24-30.
- de la Peña R.C., Murray T.D., Jones S.S. (1996): Linkage relations among eyespot resistance gene *Pch2* endopeptidase *Ep-A1b*, and RFLP marker *Xpsr121* on chromosome 7A of wheat. Plant Breeding 115: 273-275.

- Robbertse B., Campbell G.F., Crous P.W. (1995): Revision of *Pseudocercospora*-like species causing eyespot disease of wheat. *South African Journal of Botany* 61(1):43-48.
- Sheng H., See D.R., Murray T.D. (2012): Mapping QTL for resistance to eyespot of wheat in *Aegilops longissima*. *Theoretical and Applied Genetics*. 125: 355-366.
- Sychrová E. (1975): Choroby pat stébel a možnosti ochrany proti nim. 36 p., ms. [Závěrečná zpráva, depon. In: Knih. VÚRV Praha 6 - Ruzyně].
- Walsh K., Korimbocus J., Boonham N., Jennings P., Hims M. (2005). Using real-time PCR to discriminate and quantify the closely related wheat pathogens *Oculimacula yallundae* and *Oculimacula acutiformis*. *Journal of Phytopathology* 153 (11–12): 715–721.
- Wei L., Muranty H., Zhang H. (2011): Advances and prospects in wheat eyespot research: Contribution from genetics and molecular tools. *Journal of Phytopathology* 159: 457-470.
- Zakopal J. (1971): Choroby pat stébel a možnosti ochrany proti nim. 78 p., ms. [Závěrečná zpráva, depon. In: Knih. VÚRV Praha 6 - Ruzyně].

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.
- Dumalasová V., Palicová J., Hanzalová A., Bartoš P. (2017): Metodika diagnostiky a postupů ochrany proti chorobám pat stébel pšenice. Praha, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 36 pp. Dedikace QJ1530373.
- 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., Hanzalová A., Matušinsky P. (2018): Stéblolam v České republice a odolnost odrůd ozimé pšenice. Úroda 66 (5): 34-36. Dedikace: QJ1530373, RO0418.
- 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 Protection Science 54(1): 24-30. Dedikace: RO0416, 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“.

Poděkování

Děkujeme RNDr. Elišce Sychrové za konzultace týkající se determinace patogenů a polního hodnocení pokusů, Lence Urbánkové a Šárce Bártové za technickou podporu.

ISBN 978-80-7427-285-1

Náklad: 100 výtisků

Metodika je veřejně přístupná na www.vurv.cz



Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2018