

Choroby obilnin

„od zasetí až do sklizně“

(determinace a možnosti ochrany)



Metodika pro praxi



VÚRV
Výzkumný ústav
rostlinné výroby

Poznatky pro udržitelné zemědělství

Choroby obilnin „od zasetí až do sklizně“ (determinace a možnosti ochrany)

Autoři:

Ing. Lucie Slavíková

Ing. Jana Chrpová, CSc.

Mgr. Jana Palicová, Ph.D.

Mgr. Alena Hanzalová, Ph.D.

RNDr. Veronika Dumalasová, Ph.D.

Ing. Jan Rípl, Ph.D.

Ing. Jana Jarošová, Ph.D.

Ing. Jiban Kumar, Ph.D.*

Výzkumný ústav rostlinné výroby v.v.i.

Drnovská 507, 161 06 Praha-Ruzyně

*korespondující autor: e-mail: jiban@vurv.cz

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu QJ1530373 s názvem:
Integrovaná ochrana obilnin proti patogenům, plevelům a škůdcům pro
udržitelné produkce potravin, krmiv a surovin

Metodika pro zemědělskou a diagnostickou praxi

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

ISBN: 978-80-7427-289-9

Anotace

Problematika houbových a virových chorob pšenice je vzhledem k vysokému zastoupení obilnin v osevních postupech a velké pěstované ploše stále velmi aktuální téma. Hlavními virovými chorobami jsou virová zakrslost pšenice, (původce WDV), žlutá virová zakrslost ječmene (původce BYDV) a virová čárkovitá mozaika pšenice způsobovaná virem WSMV. Z houbových chorob jsou obilné porosty nejčastěji decimovány stéblolamem, padlím, sněťmi, rzemi, klasovými fuzariózami a listovými skvrnitostmi. Tato metodika shrnuje současné poznatky o uvedených virových a houbových chorobách, zaměřuje se na popis, původce, symptomy, výskyt, polní i laboratorní diagnostiku a možnosti záměny. Jednotlivé choroby jsou řazeny v pořadí, v jakém je riziko jejich výskytu v agroekosystému. Metodika může sloužit široké zemědělské veřejnosti jako klíč k určování jednotlivých chorob obilnin.

Annotation

The fungal and virus diseases are still very actual topics due to the high proportion of cereals in crop rotation and large cultivated area. The cereal crops often decimated by fungal diseases like eyespot, powdery mildew, smuts, rusts, Fusarium head blight and brown leaf spot diseases. The virus diseases include Barley yellow dwarf virus – BYDV, Wheat dwarf virus – WDV and Wheat streak mosaic virus – WSMV are also very important due to the epidemic incidence in some years. This methodology summarizes the current knowledge of these fungal and virus diseases, focuses on the description, symptoms, occurrence, field and laboratory diagnostics and possibilities of crop protection against these diseases. Individual diseases are ranked in the order of their occurrence in the agroecosystem. The methodology can serve the farming communities and agronomist as a key to identifying the diseases infecting wheat crop.

Oponenti

Ing. Iveta Svobodová

Vedoucí laboratoře mykologie

Odbor diagnostiky

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

Šlechtitelů 773/23, Holice, Olomouc, 77900

prof. Ing. Pavel Ryšánek, CSc.

Katedra ochrany rostlin

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Česká zemědělská univerzita v Praze

Kamýcká 129

16500, Praha 6 – Suchbát

Metodika byla certifikována Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským (ÚKZÚZ), pod Osvědčením:

Ústřední kontrolní
a zkušební ústav zemědělský
Držitel certifikátu ISO 9001



Hrozenová 2
656 05 Brno

www.ukzuz.cz
ID DS: ugha.q7

IČO: 00020338
DIČ: CZ00020338

vydává
OSVĚDČENÍ
UKZUZ 152704/2018

70424/2018-MZE



000304626577

PC: 0410102018-042E
Zasílá: 03.12.2018 08:36 Počet listů:
Přílohy: 4B + 1 Neskanované přílohy

o uznání 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.

Název metodiky: **Choroby obilnin „od zasetí až do sklizně“ (determinace a možnosti
ochrany)**

Autor/autoři: **Ing. Lucie Slavíková; Ing. Jana Chrpová, CSc.; Mgr. Jana Palicová, Ph.D.;
Mgr. Alena Hanzalová, Ph.D.; RNDr. Veronika Dumalasová, Ph.D.;
Ing. Jan Rípl, Ph.D.; Ing. Jana Jarošová, Ph.D.; Ing. Jiban Kumar, Ph.D.**

Název organizace/ti: **Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
Drnovská 507, 161 06 Praha 6-Ruzyně**

Místo vydání: **Praha**
Rok vydání: **2018**

Metodika byla vypracována v rámci výzkumného projektu/podpory na rozvoj výzkumné
organizace MZe NAZV č. QJ1530373 „Integrovaná ochrana obilnin proti patogenům, plevelům
a škůdcům pro udržitelné produkce potravin, krmiv a surovin“.

Využívá projekt „Pravidla pro odvětví zemědělství, lesnictví, rybolov“? **ANO x NE**

V případě, že projekt využívá „Pravidla pro odvětví zemědělství, lesnictví a rybolov“, je
výsledek typu N_{mus} zdarma k dispozici všem zájemcům na webové stránce: www.vurv.cz

Brno 21. 11. 2018



Razítko odborného orgánu státní správy

Jméno zástupce odborného útvaru státní správy:
Funkce zástupce odborného útvaru státní správy:

Ing. Daniel Juročka
ředitel ústavu

Podpis zástupce odborného útvaru státní správy

Souhlas ředitelky Odboru vědy, výzkumu a vzdělávání MZe:

**MINISTERSTVO
ZEMĚDĚLSTVÍ**
Těšnov 43/17
102 00 Praha 1 - Nové Město

V 2018 dne 15. 12. 2018.

Ing. Pavlína Adam, Ph.D.

Obsah

Cíl metodiky	7
Vlastní popis metodiky	8
1. Úvod.....	8
2. Virová zakrslost pšenice.....	10
3. Virová žlutá zakrslost ječmene.....	16
4. Stéblolam.....	22
5. Padlí travní.....	25
6. Sněti	28
7. Rzi.....	32
8. Virová čárkovitá mozaika pšenice.....	38
9. Klasové fuzariózy.....	43
10. Listové skvrnitosti.....	46
10.1. Septoriová skvrnitost pšenice.....	46
10.2. Pyrenoforová skvrnitost pšenice (DTR)	47
10.3. Feosferiová skvrnitost pšenice.....	51
Srovnání „novosti postupů“.....	53
Popis uplatnění metodiky.....	53
Ekonomické aspekty.....	53
Závěr.....	55
Seznam použité související literatury.....	56
Seznam publikací, které předcházejí metodice.....	58

Použitá literatura je dostupná u autorů metodiky

Cíl metodiky

Cílem metodiky je v ucelené formě předložit zemědělské veřejnosti informace a poznatky týkající se problematiky houbových a virových chorob pšenice a zároveň usnadnit jejím uživatelům určování symptomů těchto chorob. Uvedené informace jsou předpokladem pro volbu optimální strategie pěstování pšenice. V metodice jsou zmíněny jak chemické, tak nechemické možnosti ochrany (volba vhodných odrůd, agrotechnická opatření, plodinová skladba, predikční programy) s cílem dosažení ekonomické rentability a zdravotní nezávadnosti produkce a minimalizací dopadů na životní prostředí. Tato metodika je určena především zemědělcům a agronomům.

1. Úvod

Plocha všech obilnin pěstovaných v České republice v roce 2017 převýšila 1,350 mil. hektarů. Z dlouhodobého pohledu nastává určitá stabilizace osevních ploch, ale v zastoupení jednotlivých druhů obilnin nedochází k výrazným změnám. Stále dominantní roli mezi obilninami hraje ozimá pšenice. Ke konci května roku 2017 byla ozimá pšenice pěstovaná na 785,5 tisících hektarech, což ve struktuře osetých ploch obilnin přesahuje více než 58 %.

Méně pestré osevní postupy, vysoké zastoupení obilnin, způsob předseťového zpracování půdy a změny klimatu mají za následek rozvoj chorob, a to jak houbových, tak virových. O konkrétní míře napadení rozhoduje několik faktorů, přičemž přítomnost více faktorů zvyšuje potenciální škody na produkci.

Mezi nejvýznamnější listové choroby pšenice jsou řazeny listové skvrnitosti, jejichž hlavními původci jsou braničnatka pšeničná (*Mycosphaerella graminicola*), braničnatka plevová (*Phaeosphaeria nodorum*) a *Pyrenophora tritici-repentis* (DTR), původce pyrenoforové skvrnitosti pšenice. Dalšími patogeny u nás jsou rez pšeničná, původce hnědé rzivosti pšenice, která působí ztráty především v suchých horkých létech. Epidemické výskyty rzi plevové v České republice v letech 2013 - 2015 ukázaly na význam této choroby v našich podmínkách a potenciál její škodlivosti při změně rasového spektra napadení dříve odolných odrůd a zároveň i při novém výskytu ras s odlišnými nároky na prostředí. V poslední vegetační sezóně (2018) se v České republice značně zvýšil přirozený výskyt rzi travní. Na možnosti jejího plošného nebo epidemického výskytu je tak potřeba se připravit, a to zejména výběrem odrůd s vyšším stupněm odolnosti a pestřejší skladbou pěstovaných odrůd. Vysoké dávky dusíkatého hnojení a vyšší hustota porostu podporují rozvoj padlí travního. Největší škody padlí působí při časném výskytu na praporcovém listu a na klasu.

Nejzávažnější chorobou bází stébel je stéblolam, jehož původcem jsou dva druhy rodu *Oculimacula* (*O. yallundae*, *O. acutiformis*), které jsou schopné přežít v půdě více než 3 roky a napadají pšenici, ječmen, oves, žito i tritikale. Dalšími původci chorob pat stébel obilnin jsou *Gaeumannomyces graminis* (černání kořenů a báze stébel obilnin), *Rhizoctonia spp.* (lemovaná stébelná skvrnitost pšenice = kořenomorka), *Monographella nivalis* (anam. *Microdochium nivale* - sněžná plísňovitost obilnin = plíseň sněžná), *Bipolaris sorokiniana* a *Fusarium spp.* (obecná krčková a kořenová hniloba pšenice).

Mikroskopické vláknité houby rodu *Fusarium* napadají pšenici, ječmen, oves a kukuřici, napadení žita a tritikale je méně časté. V důsledku napadení

těmito patogeny je snížena technologická kvalita zrna a dochází k výnosovým ztrátám. Především se však v zrně akumuluje velké množství sekundárních metabolitů (mykotoxinů) vykazujících různý stupeň toxicity s negativním vlivem na lidské zdraví i zdraví hospodářských zvířat. S výskytem klasových fuzarióz je třeba počítat každoročně, i když ročníkové výkyvy bývají značné. Na základě dlouhodobého monitoringu ve spolupráci s ÚKZÚZ u pšenice ozimé byly identifikovány oblasti se zvýšeným výskytem klasových fuzarióz. Při pěstování současných komerčně využívaných odrůd je třeba vždy počítat s určitou mírou rizika spojenou s výskytem klasových fuzarióz.

K snětím se po mnoha letech znovu obrací pozornost především v souvislosti s jejich šířením v podmínkách ekologického zemědělství, kde fungicidní ošetření osiva není možné. Jejich škodlivost se jednak projevuje ztrátou klasů, ve kterých se kvůli sněti netvoří obilky, ale také ohrožením výroby certifikovaného osiva. Z hlediska zemědělské produkce mají význam sněti mazlavé (zástupci řádu *Tilletiales*) a sněti prašné (zástupci řádu *Ustilaginales*).

Nejčastěji se vyskytujícími virovými chorobami na našem území jsou virová zakrslost pšenice, způsobená virem WDV – *Wheat dwarf virus* a virová žlutá zakrslost ječmene – BYDV – *Barley yellow dwarf virus*. Dříve byl výskyt virových chorob omezen pouze na teplejší oblasti, ale v posledních letech, vlivem nadprůměrně teplých roků se virové choroby šíří i do chladnějších oblastí. V posledních letech jsou na různých místech naší země také zaznamenávány lokality s výskytem virové čárkovité mozaiky pšenice, způsobené WSMV – *Wheat streak mosaic virus*. Na území České republiky byl výskyt WSMV poprvé zaznamenán Dr. Vackem v 80. letech minulého století. Nyní dochází k dalším, četnějším a častějším nálezům této choroby, včetně plošných výskytů v některých porostech pšenice různě na území České republiky.

Ať už se jedná o napadení houbovými nebo virovými patogeny, napadené rostliny mají růstové retardace, nekrotické chlorózy, často bývají poškozeny praporcové listy. V důsledku toho rostliny hůře asimilují a dochází k redukci výnosových prvků, jako je počet odnoží, počet zrn v klase a HTS (hmotnost tisíce semen). Kromě kvantitativních parametrů produkce bývají vlivem infekce poškozeny také kvalitativní znaky produkce a často nejsou splněny požadavky na jakostní hodnotu komodity.

2. Virová zakrslost pšenice

Popis: zakrslost pšenice patří mezi nejdůležitější virové choroby v České republice. Významné hospodářské škody způsobuje ve střední a západní Evropě, výskyt byl však zjištěn také v severní Africe a Číně. Původce zakrslosti pšenice, virus zakrslosti pšenice (WDV), napadá některé druhy čeledi lipnicovité – *Poaceae*. Má složitou ekologii, přezimuje v napadených hostitelských rostlinách a ve vegetačním období přenos zcela závisí na aktivitě vektora kříška polního. Hospodářsky významní hostitelé jsou pšenice, ječmen, tritikale a žito, poškozeny mohou být také porosty ovsa.

V České republice se vyskytují dva kmeny, pšeničný kmen (WDV – W) a ječný kmen (WDV – B). Kmeny se geneticky liší, vyvolávají obdobné příznaky, ale mají odlišné hostitelské okruhy. U pšeničného kmene bylo zjištěno více hostitelů. Okruh hostitelských rostlin zahrnuje kromě hospodářských plodin i některé plevelné a planě rostoucí trávy (např. chundelka metlice, sverep jalový, jílky, lipnice roční). Významnými rezervoáry jsou obilné výdroly i plevelné trávy. Příznaky infekce se projevují v závislosti na vegetačních podmínkách, za příznivých vegetačních podmínek a infekci v raných stádiích vývoje se první zřetelné příznaky projevují po 15 – 20 dnech od infekce.

Původce: virus zakrslosti pšenice *Wheat dwarf virus* – WDV

Vektor: kříšek polní – *Psammotettix alienus*

Nejvyšší populační hustoty dosahuje kříšek na obnažené orné půdě s nesouvislým zápojem lipnicovitých rostlin, menší populační hustoty dosahuje na mezích, loukách, trávnících a dalších plochách s travní vegetací. Vyhledává suchá před větrem chráněná stanoviště. Z vajíček nakladených do pletiv čepelí a pochev listů se líhnou malé, cca 1 mm dlouhé nymfy. Vývoj je probíhá přes 5 nymfálních instarů, první dospělci se v letech s teplým jarem líhnou na vhodných stanovištích (řídké porosty na jižních svazích) od konce dubna.

Výskyt choroby: pravidelný škodlivý výskyt v polohách do 400 m n. m., ojediněle hospodářsky škodlivé výskyty i ve vyšších polohách.

Symptomy: u ozimých obilnin se první příznaky objevují zpravidla až na jaře, u časně založených porostů s časnou infekcí lze první příznaky zaznamenat již na podzim. Intenzita projevu příznaků závisí na vývojové fázi rostlin v době infekce, silné příznaky s odumíráním rostlin se vyskytují při infekci do fáze BBCH 30, infekce v pokročilejších růstových fázích mají mírnější průběh, od fáze BBCH 32 mohou být bez příznaků. Hlavním příznakem je u kulturních obilnin zakrslost rostlin způsobená omezením dlouhivého růstu. Diagnosticky méně specifické příznaky zahrnují odumírání odnoží a celých rostlin, žloutnutí

a červenaní listů, deformace listových čepelí, omezené metání a sterilitu napadených rostlin.

Možná záměna: Žlutá zakrslost ječmene – BYDV

Polní diagnostika je založena na symptomatice a určité zkušenosti hodnotitele. Její využití přichází v úvahu na jaře v době, kdy už jsou příznaky výrazné. Projevy příznaků umožňují zhodnotit závažnost poškození porostu a podrobná prohlídka odhadne rozsah napadení. Polní diagnostika však nemůže jednoznačně určit původce zakrslosti.

Laboratorní diagnostika používá dvě diagnostické metody. **ELISA** test - sérologická metoda, kdy je vzorek testován na přítomnost virového proteinu. ELISA test umožňuje rychle zpracovat a otestovat větší množství vzorků. Je vhodná pro testování vzorků rostlin s viditelnými příznaky. **PCR** (polymerázové řetězové reakce – Polymerase Chain Reaction) - testuje vzorek na přítomnost DNA viru. PCR má vysokou citlivost, protože hledaná část DNA je v procesu PCR reakce ve vzorku mnohonásobně namnožena. Nevýhodou jsou větší pracnost a vyšší náklady.



Obrázek 1: Porovnání rostlin infikovaných WDV (vlevo) a rostlin bez infekce

Možnosti ochrany: ochrana obilnin vyžaduje využití souboru ochranných opatření zahrnující přímé a nepřímé metody ochrany, které snižují množství

virového inokula v agroceenózách a snižování populační hustoty kříška polního v nově založených porostech obilnin.

- Pozdní termín setí snižuje intenzitu napadení porostů.
- Přerušení zeleného mostu s důrazem na včasnou likvidaci obilných výdrolů. Po sklizni obilniny je vhodné provedení včasné podmítky k vytvoření vhodných podmínek pro hromadné vzejití obilek a poté výdrol likvidovat orbou nebo časným ošetřením pozemku neselektivním herbicidem
- Pěstování odrůd nesoucích rezistenci k viru (například odrůda Bohemia).
- Chemická ochrana proti křísku polnímu. Použití insekticidně mořeného osiva není v souvislosti se zákazem použití insekticidů na bázi neonikotinoidů nyní dostupné. Podzimní období: foliární aplikace insekticidů se provádí podle zjištěné populační hustoty vektorů v nově založených porostech ozimů. Výběr přípravků se řídí aktuálním počasím v době aplikace. Při vyšších teplotách vzduchu účinkují dobře organofosfáty, za nižších teplot je výhodné použití pyretroidů. Jarní období: ošetření ozimů proti křísku polnímu se provádí v době líhnutí nymf u porostů s nedostatečně účinnou podzimní ochranou s cílem omezit rozšiřování sekundární infekce v porostu.
- Pro predikci výskytu WDV a doporučení k regulaci přenašeče kříška polního lze využít software *Předpověď rizika výskytu virové zakrslosti pšenice (WDV)* dostupné na <https://www.vurv.cz/aplikace/wdv/Default.aspx>.



Obrázek 2: Projevy WDV u pšenice, neinfikovaná rostlina (vlevo) infikovaná rostlina (vpravo)



Obrázek 3: Příznaky WDV na pšenici (vlevo) a na ječmeni (vpravo)



Obrázek 4: Podzimní a jarní infekce WDV na odrůdě Akteur u pšenice ozimé



Obrázek 5: Podzimní infekce porostu pšenice (ohnisko infekce WDV v porostu)



Obrázek 6: Jarní (sekundární) infekce WDV porostu pšenice

3. Žlutá zakrslost ječmene

Popis: komplex virů žluté zakrslosti ječmene (BYDV) způsobuje jedno z hospodářsky nejvýznamnějších virových onemocnění obilnin po celém světě, s významnými ztrátami výnosů v kulturách obilnin, jako jsou pšenice, ječmen, rýže, kukuřice, a oves. Obilniny jsou v ČR infikovány BYDV ve dvou fázích. K první fázi infekcí dochází na podzim při migraci přenašečů z výdrolu na vzcházející ozimy. Mšice mohou také migrovat z travních ploch i z kukuřice, není-li sklizena. Intenzivní migrace přenašečů trvá do nástupu chladného počasí, infikování rostlin do příchodu mrazů. Druhé období nákaz ozimých a jarních obilnin probíhá na jaře a v létě. Virus žluté zakrslosti ječmene je přenášen mšicemi migrujícími ze zimních hostitelů, které se nakazily na travách nebo ozimech infikovaných v předchozím roce, nebo z trav a obilnin, na kterých přezimovaly.

V důsledku napadení dochází k ucpávání cévních svazků a omezení celkového růstu. Menší kořenový systém a problémy s asimilačním tokem v rostlinách navozují symptomy nedostatečné výživy. Mezi příznaky patří různě silná zakrslost. Kořeny jsou kratší a méně rozvětvené (rostlina jde snadno vytrhnout). Infekci provázejí poruchy v metání a někdy i předčasné odumírání rostlin. Listy nemocných rostlin jsou zpravidla kratší, někdy i vzpřímenější. U ječmene a některých odrůd pšenice žloutnou od špiček a jejich okrajů, přičemž se chlorotické skvrny, případně rozplývavé pruhy, objevují uprostřed listové čepele. Některé odrůdy pšenice mají listy oranžové, červené až červenohnědé.

K velkému poškození porostů, které může vést až k jejich zaorání, dochází při epidemickém výskytu především u ozimého ječmene. Při napadení virem BYDV u pšenice obvykle dochází k menšímu poškození než u ječmene či ovsa, přesto však v některých ročnících a lokalitách může dojít ke značnému poškození. Ztráty na infikovaných porostech nejsou jen výnosové, ale vedou i k poklesu technologických, nutričních i biologických vlastností. Zvyšuje se také náchylnost k řadě fytopatogenních hub. Přítomnost virů v rostlině nelze s jistotou určit jen na základě symptomů, protože ty mohou být zaměnitelné s jinými fyziologickými stresy.

Původci: skupina příbuzných jednovláknových RNA virů, které jsou přiřazeny k rodu *Luteovirus* (BYDV spp. PAV, PAS, MAV, kerII a kerIII) nebo *Polerovirus* (virus žluté zakrslosti obilnin – *Cereal yellow dwarf virus*: CYDV-RPV; CYDV-RPS; virus žluté zakrslosti kukuřice – MYDV-RMV); jakož i další viry v současnosti k rodům nepřirazené (BYDV-SGV a BYDV-GPV) z čeledi *Luteoviridae*.

Přenašeči

mšice střemchová - *Rhopalosiphum padi*

kyjatka osenní - *Sitobion avenae*

kyjatka travní - *Metopolophium dirhodum*

mšice obilná - *Schizaphis graminum*

mšice kukuřičná - *Rhopalosiphum maidis*

Viry jsou přenášeny mšicemi žijícími na čeledi *Poaceae* - lipnicovité s různým stupněm specifčnosti přenosu. Přes 25 druhů mšic je známo jako přenašečů těchto virů; které se přenáší persistentně. Efektivnost přenosu je závislá na kombinaci mnoha faktorů: hostitelských rostlin, podmínek prostředí, abundanci vektorů a povrchové struktury virionu. Virus se nepřenáší vajíčky. Nymfy a dospělé mšice se stávají vironosnými při akvizičním sání na zdroji infekce již po 15-30 minutách. Cirkulační proces perzistentního viru přes zažívací trakt trvá cca 12 -16 hodin, v přenašečích je virus stálý minimálně 120 hodin. Přenos probíhá při teplotách nad 12°C z důvodu vyšší letové aktivity mšic. Nejčastějším a nejrozšířenějším vektorem BYDV je celosvětově mšice střemchová. Mšice střemchová má v podmínkách ČR dva hostitele – přezimuje ve formě vajíček na primárním hostiteli střemše a na jaře přelétá na rostliny čeledi *Poaceae* - lipnicovité, odkud se šíří do pozdního podzimu. Je zodpovědná za naprostou většinu podzimních infekcí. V Evropě je důležitým vektorem BYDV rovněž kyjatka osenní. Je významným přenašečem především na jaře, kdy přenáší BYDV ze zimních hostitelů (trávy a ozimy) na jarní obilniny a kukuřici. Kyjatka osenní na podzim tvoří sexuální generaci a přezimuje ve formě vajíček na *Poaceae*. Pokud je mírná zima, (v ČR vzácné), jsou kyjatky schopny přezimovat ve formě dospělců a množí se pouze partenogeneticky.

Výskyt choroby: již v podzimním období výskyt žluté zakrslosti ječmene souvisí s letovou aktivitou přenašečů, vhodné podmínky pro rozvoj mšic na ozimech nastávají na podzim s déletrvajícím teplými a slunnými dny, přiměřenou vláhou a pozdějším nástupem nočních mrazů. Symptomy jsou většinou patrné až na jaře.

Symptomy: typickými symptomy napadení jsou zlatožluté až oranžové zbarvení listů a retardace růstu. Žloutnutí postupuje od špiček a okrajů listů a postupně postihuje celou listovou čepel. Žloutnutí většinou začíná 7 - 20 dnů po infekci a může být předcházeno tvorbou vodnatých skvrn na listech. Zakrslost doprovází také deformace listů a listových čepelí (u ovsa se listy stáčí do ruliček), redukce nadzemní i podzemní biomasy, poruchy metání, sterilita kvítků, redukce počtu klásků a tvorba zadinového zrna. V dalším stádiu choroby se může objevovat nekróza cévních svazků a redukce kořenového systému. Napadené rostliny často nevytváří nebo nevytváří semena.



Obrázek 7: Poškození praporcového listu vlivem infekce BYDV



Obrázek 8: BYDV u ječmene



Obrázek 9: Pšenice s příznaky BYDV (dolní řádek infikované rostliny, horní řádek zdravá kontrola)

Symptomy jsou v některých případech těžko odlišitelné od příznaků abiotického původu. Intenzita příznaků je závislá především na době infekce. Čím dříve je rostlina infikována, tím bouřlivější je symptomatický projev a tím větší jsou ztráty na výnosu, které se pohybují v závislosti na lokalitě a ročníku mezi 11 až 47 %. U ječmene se setkáváme se žloutnutím, u pšenice, žita a tritikale obvykle také se žloutnutím, občas červenáním, u ovsa s oranžováním až červenáním listů. Žloutnutí a červenání může přecházet v nekrózy, listy mohou zasychat a rostliny odumírat. Na špičkách a okrajích starších listů kukuřice se po infekci BYDV vytváří žluté, červené až nafialovělé skvrny. Rostliny napadené virem jsou náchylnější k biotickým (škůdci, houby) a abiotickým stresům.

Možná záměna

WDV – virová zakrslost pšenice

Polní diagnostika: je nutná určitá zkušenost hodnotitele, neumožňuje však bezpečně zjistit příčinný virus. Její aplikovatelnost je možná v době, kdy se na rostlinách projevují příznaky, což je u ozimů v průběhu dubna a května. Projevy příznaků umožňují zhodnotit závažnost poškození porostu v celé jeho ploše i se snadným vyhledáváním případných ohnisek napadení. Především u pšenice, ale i u ječmene nebo ovsa lze symptomy BYDV lehce zaměnit se symptomy WDV přenášeného křískem polním.

Laboratorní diagnostika zahrnuje dva možné způsoby. Jedním je **ELISA** test, jedná se o sérologickou metodu, kdy je vzorek testován na přítomnost virového proteinu. ELISA test umožňuje zpracovat a otestovat větší množství vzorků. Úskalí tohoto testu spočívá v období časně infekce, kdy virus ještě není v rostlině dostatečně namnožen. Druhou možností je testování vzorků pomocí **RT -PCR** (polymerázové řetězové reakce – Polymerase Chain Reaction). Jedná se o test s vysokou citlivostí, protože vhodná - hledaná část RNA je ve vzorku mnohonásobně namnožena. Nevýhodou je však vysoká cena při testování většího množství vzorků.

Možnosti ochrany:

- Volba odrůd s vyšším stupněm odolnosti k BYDV: ječmen ozimý – odrůdy s genem *Yd2* - Travira, Novira, vyšší stupeň rezistence vykazovala i odrůda Yatzi; pšenice ozimá – výnosová tolerance - Elan, Matylda, Brokat, Fakir, Fabius, Athlon, pšenice jarní – výnosová tolerance – Alondra.
- Likvidace zdrojů infekce: Likvidace výdrolu obilnin před vzcházením ozimů (mechanicky, chemicky) - důležité především u minimalizačních technologií. Přerušení tzv. zeleného pásu - významným zdrojem infekce je kukuřice, která je hostitelem mšic. Výskyty viróz v ozimé pšenici nebo v ozimém ječmeni sousedícími s kukuřičnými poli bývají velmi časté a silné. Navíc kukuřice sklizená na zrno je z tohoto hlediska vážnou hrozbou i pro pšenice seté v agrotechnickém termínu nebo i později.
- Termín setí může být významným faktorem. Jako jedno z opatření v ochraně proti virovým chorobám je doporučován pozdnější termín setí, kdy přenašečů virových chorob ubývá.
- Použití insekticidně mořeného osiva není v souvislosti se zákazem použití insekticidů na bázi neonikotinoidů nyní dostupné. Foliární aplikace insekticidů se provádí podle zjištěné populační hustoty vektorů v porostech. Pro předpověď možného rizika výskytu BYDV a regulaci přenašečů mšic lze využít ve VÚRV vypracovaný software: Predikce

rizika výskytu viru žluté zakrslosti ječmene (BYDV)
<https://www.vurv.cz/aplikace/Bydv/Default.aspx>



Obrázek 10: Pšenice: zleva zdravá rostlina, zbylé tři infikované BYDV

4. Stéblolam

Popis: choroby pat stébel jsou závažná onemocnění obilnin, které způsobují předčasné dozrávání – běloklasost. Nejvýznamnější z nich je stéblolam, jehož původci jsou *Oculimacula yallundae* (napadá především pšenici a ječmen) a *Oculimacula acufomis* (napadá pšenici, ječmen i žito). Hostitelem stéblolamu jsou vedle obilnin i plané druhy trav, na kterých může probíhat pohlavní cyklus patogenu. Původci stéblolamu jsou heterothalické druhy tj. existují 2 párovací typy MAT1-1 a MAT1-2, po jejichž splynutí vznikají apothecia (typ plodnice). Askospory jsou vymršťovány z apothecií do vzduchu a mohou být větrem přenášeny na dlouhé vzdálenosti. Oba druhy rodu *Oculimacula* přežívají na rostlinných zbytcích, kde probíhá na podzim i na jaře produkce konidií (nepohlavních spor). Optimální teplota pro tvorbu konidií je 10°C. Konidie se šíří deštěm na krátké vzdálenosti a jsou hlavní formou inokula v polních podmínkách. Onemocnění se šíří pomocí pohlavních či nepohlavních spor na klíčící rostliny a mycelium původce postupně prorůstá vrstvami listové pochvy až ke stéblu. Primárními symptomy stéblolamu jsou hnědé protáhlé skvrny na pochvách spodních listů, které se vyvíjejí v typické symptomy podobající se oku, odtud anglický název choroby „eyespot“ a latinský rodový název *Oculimacula*.



Obrázek 11: Typická skvrna na stéble pšenice (odrůda Matchball) ve tvaru oka

Původce:

Oculimacula yallundae

Oculimacula acufomis

Výskyt: v literatuře se uvádí, že stéblolam preferuje chladné a vlhké oblasti a těžší půdy. V ČR se vyskytuje každoročně, a to především na pozemcích

intenzivního pěstování obilnin. Na lokalitách v okresech Mladá Boleslav, Pelhřimov, Rakovník a Svitavy bylo opakovaně zaznamenáno vysoké procento napadených rostlin i v letošním suchém roce. Nejvýznamnějším klimatickým faktorem pro výskyt stéblolamu jsou srážky v období od října do dubna, konkrétně počet dní, kdy jsou srážky vyšší než 3 mm. Primární nespecifické nekrózy na bázích stébel lze pozorovat někdy již ve fázi 3 až 4 listů (BBCH 13-14), těsně nad povrchem půdy. Koncem odnožování až počátkem sloupkování jsou symptomy intenzivnější, ale stále jsou to nespecifické hnědé skvrny, které se dají snadno zaměnit s jinými chorobami pat stébel (viz níže). Až koncem sloupkování (BBCH 34-37) se tvoří typické oválné skvrny ve tvaru oka. Stéblo pak předčasně dozrává a objevuje se běloklasost.

Symptomy: skvrny ve tvaru oka na bázi stébel obilnin způsobené stéblolamem mají difuzní tmavší okraj a tmavý střed, kde jsou pozorovatelné tzv. sklerociální buňky, povrch skvrn je drsný. Při silném napadení je uvnitř stébla dobře patrné šedavé vatovité mycelium a dochází k lámání stébla.

Možná záměna:

Rhizoctonia spp. – skvrny jsou ostře ohraničené od zdravého pletiva hnědým až tmavě fialovým okrajem, povrch skvrn je hladký bez sklerociálních buněk, někdy je na povrchu patrné světlé mycelium patogenu. Skvrny často splývají a vyskytují se i nad prvním internodiem.

Fusarium spp. – podlouhlé úzké neohraničené hnědavé skvrny na bázích stébel, často jsou však zahnědlá pouze kolénka a báze stonku je zelená.

Gaeumannomyces graminis – černání kořenů a báze stébel, skvrny na bázi stébel jsou černé, čárkovité, kořeny jsou silně redukovány a trhají se. Choroba se vyskytuje v hnízdech, zatímco u stéblolamu spíše roztroušeně v porostu.

Polní diagnostika: detekce v polních podmínkách je spolehlivá v případě pozorování typických symptomů ve tvaru oka.

Laboratorní diagnostika: v raných fázích vývoje choroby je třeba použít kultivačních metod a izolovat patogeny do čisté kultury. Pro determinaci druhu (*O. yallundae* či *O. acufomis*) je nejspolehlivější molekulární diagnostika.

Možnosti ochrany: patogeny způsobující stéblolam mohou přežívat v půdě déle než 3 roky. Ochrana je tedy založena v první řadě na střídání plodin, výběru odolných odrůd, pozdní termín setí redukuje podzimní infekci. Proti stéblolamu je registrována řada účinných látek. Mezi hojně užívané patří v ČR prochloraz, u něhož však byla ve světě i u nás prokázána rezistence. Fungicidní ochranu je třeba provést v růstové fázi BBCH 30-32 (2. kolénko), které však musí předcházet včasná diagnostika onemocnění. Signalizací

k ošetření je napadení více než 15 % rostlin. Je-li koncem sloupkování vysoké množství srážek (nad 30 mm během 2 dnů), doporučuje se aplikovat fungicidy podruhé koncem metání až v době květu.



Obrázek 12: Možná záměna, zleva *Rhizoctonia* spp., *Gaeumannomyces graminis* spp a *Fusarium* spp.

5. Padlí travní

Popis: Nachází se na listech, stéblech a v klasech. Největší škody působí při časném napadení praporcového listu a klasu, kde snižuje hmotnost zrn, případně i počet produktivních odnoží. Zprvu tvoří bílé kupky (Obr. 13), shluky mycelia, na němž vznikají konidiofory, z nichž pak vyrůstají krátká přehrádkující vlákna uvolňující soudečkovité konidie, jimiž se padlí travní šíří během vegetace. Později kupky ztmavnou a zpravidla koncem vegetace je možné na nich nalézt černé plodnice kleistothecia se spory (Obr. 14). Padlí přezimuje především jako mycelium na výdrolu a ozimech. Konidie klíčí v širokém rozmezí teplot od 5 °C do 30 °C, přičemž 15 °C při relativní vlhkosti vzdušné nad 95 % je optimum. Volná voda (vodní kapky) na rostlině inhibuje klíčení spor. Za optimálních podmínek se mohou nové spory vytvořit za 5 – 7 dní. Vysoké dávky dusíkatého hnojení a vyšší hustota porostu podporují rozvoj choroby. Na ochranu proti padlí se fungicidy aplikují podle signalizace, obvykle od BBCH 37. Kromě chemické ochrany hraje významnou roli odrůdová odolnost.

Škodlivý činitel: Padlí travní (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*)

Výskyt: padlí travní se vyskytuje plošně po celém území České republiky, vzhledem charakteru jeho rozmnožovacích částic se větrem přenáší na velké vzdálenosti. Intenzita napadení je podmíněna povětrnostními podmínkami, skladbou odrůd i složením populace padlí. U padlí travního hrají významnou roli fyziologické rasy, jejichž vznik a šíření na pěstovaných odrůdách určují výnosové ztráty způsobené tímto patogenem. Kleistothecia vytvářená během pozdního léta jsou odolná k nízkým teplotám a vyschnutí. Za vlhkého počasí se z nich uvolňují askospory, které mohou vyvolat podzimní infekce. Jakmile na jaře stoupne teplota, dormantní mycelium počne růst a dochází k rychlé tvorbě spor (konidií).

Padlí travní škodí na klíčících rostlinách pšenice již v březnu, pokud jsou v tomto období teploty vyšší než 5 °C. Jeho výskyt během vegetační sezóny je ukončen vysokými teplotami a zasycháním hostitelské rostliny.

Symptomy: padlí travní tvoří charakteristické kupky bílého mycelia zpravidla s konidiofory, vyskytuje se zejména na listech a listových pochvách, často napadá báze rostlin. Napadá i klas včetně osin. Hostitelské rostliny mohou na přítomnost padlí reagovat tzv. hypersenzitivní reakcí, která se projevuje jako drobné chlorotické skvrny bez přítomnosti mycelia.

Možná záměna: záměna padlí travního není pravděpodobná. Hypersenzitivní reakce rostliny na přítomnost padlí travního může být zaměňována za projevy fyziologického původu.

Polní diagnostika: v polních podmínkách se detekuje padlí podle barvy a velikosti kupek. Stupeň napadení je hodnocen podle devítibodové stupnice ÚKZÚZ.

Laboratorní diagnostika: ve skleníkových nebo laboratorních podmínkách se na klíčících rostlinách testovacího sortimentu nebo listových segmentech identifikují fyziologické rasy padlí travního, jejichž výskyt souvisí s rozšířením a škodlivostí patogenu.

Možnosti ochrany: vysoké dávky dusíkatého hnojení a vyšší hustota porostu podporují rozvoj choroby. Na ochranu proti padlí se fungicidy aplikují podle signalizace, obvykle od BBCH 37. Pozdější ošetření jsou zaměřena na celý komplex chorob. Kromě chemické ochrany hraje významnou roli odrůdová odolnost.



Obrázek 13: Padlí travní na listu pšenice



Obrázek 14: Padlí travní na listu pšenice s kleistothecii



Obrázek 15: Padlí travní na listu pšenice

6. Sněti

Popis: sněti patří k nejničivějším chorobám obilnin. Sněti kontaminují produkci a způsobují potíže při výkupu. Najít využití pro kontaminovanou produkci bývá komplikované. Obilniny mohou být napadeny několika druhy, které jsou často vázány na konkrétní druh či rod hostitele. Nejrozšířenější ochranou proti snětím je používání fungicidů. Z hlediska zemědělské produkce mají význam především sněti mazlavé a sněti prašné.

U nás se vyskytují na pšenici tři zástupci mazlavých snětí *Tilletia caries*, *T. laevis* a *T. controversa*. Infikují mladou rostlinu a mycelium ji sytémově prorůstá. Mazlavé sněti přeměňují vyvíjející se obilky na ložiska spor obalená tenkou slupkou. I přes fungicidní moření se sněti běžně vyskytují. V přehledu laboratorně ověřených výskytů původců zakrslé a mazlavé snětivosti pšenice Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského za rok 2016 bylo pozitivních 13,4 % z 254 vzorků zrna pšenice ozimé odebraných v různých oblastech ČR.

Sněti prašné působí většinou pouze nízké až střední škody. Na pšenici a žitě se vyskytuje *Ustilago tritici* s jemně osténkatými teliosporami, na ovsu a na travách *U. avenae*, na ječmeni *U. nuda*, také s jemně osténkatými teliosporami, na ječmeni a ovsu *U. hordei* s hladkými teliosporami. Ložiska teliospor chrání v klasech jen tenká membrána, spory se snadno uvolňují, struktura klasu je silně narušená, někdy může zůstat zachováno pouze vřeteno klasu. Napadené klásky metají dříve než zdravé a při metání se objeví černá masa spor pokrytá zprvu stříbřitou blankou, která ovšem záhy mizí a spory se větrem a deštěm uvolňují. V době dozrávání porostů jsou pak často zřetelná pouze prázdná vřeténka. Rostliny napadené snětí mohou být mírně kratší než zdravé rostliny.

Škodlivý činitel:

Mazlavé sněti: *Tilletia caries*, *Tilletia laevis*, *Tilletia controversa*

Prašné sněti: *Ustilago tritici*, *Ustilago avenae*, *Ustilago hordei*, *Ustilago nuda*

Symptomy: kulovitá ložiska teliospor zvaná též hálky sněti jsou obalena zpočátku trávově zelenou tenkou slupkou, která později zasychá a hnědne. Hálky sněti se tvoří místo obílek, napadený klas bývá o něco menší, než klasy zdravé. Po rozmáčknutí hálky sněti v ranějších fázích vývoje je patrná šedá mazlavá masa teliospor, která se v pozdějších fázích vývoje jeví za sucha spíše jako černohnědý prášek. Přítomnost mazlavých snětí může prozradit typický zápach po slanečcích nebo zkažených rybách. Dochází ke zkrácení délky stébel napadených odnoží, které je výrazné zejména u druhu *T. controversa*,

kdy napadené odnože dorůstají třeba i jen 10-15 cm a infekce může stimulovat i tvorbu vyššího počtu odnoží rostliny.

Možná záměna: někdy dochází k záměně zralých snětivých klasů s klasy napadenými černěmi, rozdíl je však patrný po vyloupnutí a rozmáčknutí obilky, která může být deformovaná, ale neobsahuje uvnitř teliospory sněti. Při běžné prohlídce vzorků zrna mohou připomínat hálky sněti také některá semena plevelů.

Polní diagnostika: přestože sněti mazlavé prorůstají systémově napadenou rostlinou, k jednoznačně rozpoznatelným projevům choroby dochází teprve v době dozrávání klasů. Napadené klasy jsou často menší než klasy zdravé a působí neuspořádaným, rozčepýřeným dojmem.

Laboratorní diagnostika: pro přesné rozlišení druhů snětí mazlavých je nutné mikroskopické vyšetření morfologie teliospor. *T. caries* má na povrchu teliospor nízké lišty, které vytvářejí mnohoúhelníkové dvůrky. *T. laevis* se vyznačuje hladkou povrchovou strukturou. U druhu *T. controversa* lišty tvoří hluboké dvůrky a teliospory obklopuje průsvitná ochranná vrstva.

K rozlišení teliospor *T. caries* a *T. controversa* je možné provést také kultivaci na Petriho miskách na 2% vodním agaru. Teliospory *T. controversa* klíčí v teplotním rozmezí -2°C až 15°C za stimulace světlem a klíčení trvá 3-6 týdnů. *T. caries* a *T. laevis* klíčí nejrychleji při 18-20°C, nejstejněměrněji při 14-16°C. Při 15°C trvá jejich klíčení 4-5 dnů, při 5°C pak 10-14 dnů.

Možnosti ochrany: k metodám ochrany obilnin proti snětem patří aplikace fungicidů, odolnost odrůd a agrotechnická opatření. Pro zajištění účinné ochrany je zatím stále nejefektivnějším prostředkem používání certifikovaného mořeného osiva. Existuje řada přípravků založených na bázi různých účinných látek, na čistících stanicích je ale nutné vybírat vhodná mořidla specifická pro konkrétní druh sněti. Např. přípravky proti sněti zakrslé (*Tilletia controversa*) musejí obsahovat difenokonazol, látku působící v rostlině systémově a dlouhodobě.



Obrázek 16: Klas s příznaky napadení mazlavou snětí pšeničnou



Obrázek 17: Rostlina napadená snětí zakrslou



Obrázek 18: Prašná sněť ovesná



Obrázek 19: Prašná sněť ječná

7. Rzi

Popis: rzivosti na pšenici působí rez pšeničná, rez travní a rez plevová. Rez pšeničná napadá listy pšenice, kde tvoří světle hnědé kupky s urediosporami, působí na pšenici vzhledem ke svému globálnímu rozšíření a pravidelnému výskytu velké škody na výnosu. Při pěstování náchylných odrůd mohou ztráty činit až 40 %. Ztráty na výnosu zrna jsou přičítány hlavně redukcí kvítků a snížení asimilační plochy hostitele. Škodlivost závisí na stupni odolnosti nebo náchylnosti napadené odrůdy, době napadení a povětrnostních podmínkách.

Napadení pšenice rzemi snižuje výnos snížením hmotnosti tisíce zrn, počtu obilek v klasu a následně zpožděným klíčením napadených obilek a snížením počtu vzešlých rostlin. Při silném napadení odrůd dochází ke zkracování kořenů. Výskyt, rozšíření a škodlivost rzi souvisí se vznikem a šířením nových fyziologických ras, ty vznikají v populacích rzi pravidelně. Vyznačují se virulencí nebo avirulencí ke genům rezistence, které mohou nést pěstované odrůdy. Některé rasy mají vyšší odolnost k výkyvům teplot a vlhkosti, což může pro jejich množení, šíření a konkurenceschopnost hrát podstatnou roli a spolu s vysokou virulencí přináší sebou rizika epidemií a vysokých výnosových ztrát.

Škodlivý činitel:

rez pšeničná (*Puccinia triticina*)

rez travní (*Puccinia graminis* f.sp. *tritici*)

rez plevová (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*)

Výskyt: těžiště výskytu rzi pšeničné na území ČR je na jihu Moravy. Vzhledem k charakteru rozmnožovacích částic je nejsnazším a neúčinnějším šířením šíření větrem na velké vzdálenosti z oblastí, kde dochází k masovému rozmnožení inokula (urediospor). Rez pšeničná se k nám během května a června dostává z východní a jihovýchodní části Evropy a má větší možnosti rozvoje v teplejších nížinných oblastech Moravy, silnější výskyty mají zpravidla svou západní hranici v oblasti Českomoravské vysočiny. Při vhodných teplotních a vlhkostních podmínkách se tento patogen rozšiřuje i do Čech. Pročasné šíření rzi pšeničné a rzi plevové má význam jejich přezimování ve formě uredomycelia v našich podmínkách, kdy dochází k šíření urediospor již časně z jara.

Rez travní je z uvedených patogenů nejnáročnější na teplo. Rozsáhlejší škody na pšenici způsobuje v teplejších oblastech střední a jihovýchodní Evropy, na Slovensku, v Maďarsku, na Balkáně aj., odkud se k nám inokulum (letní výtrusy – urediospory) rzi travní za příznivých podmínek šíří. V posledních čtyřiceti letech byly výskyty této rzi jen ojedinělé, i když lokálně ekonomicky významné. Příčinou delšího období, kdy se rez travní u nás

významně nevyskytla, pravděpodobně byla absence většího množství primárního inokula v oblastech, odkud se k nám rez travní šíří.

V současné době dochází k větším výskytům rzi travní v Evropě v souvislosti se vznikem a šířením nových ras. V ČR byly zaznamenány menší výskyty na celém území, a to v letech 2016, 2017 a 2018.

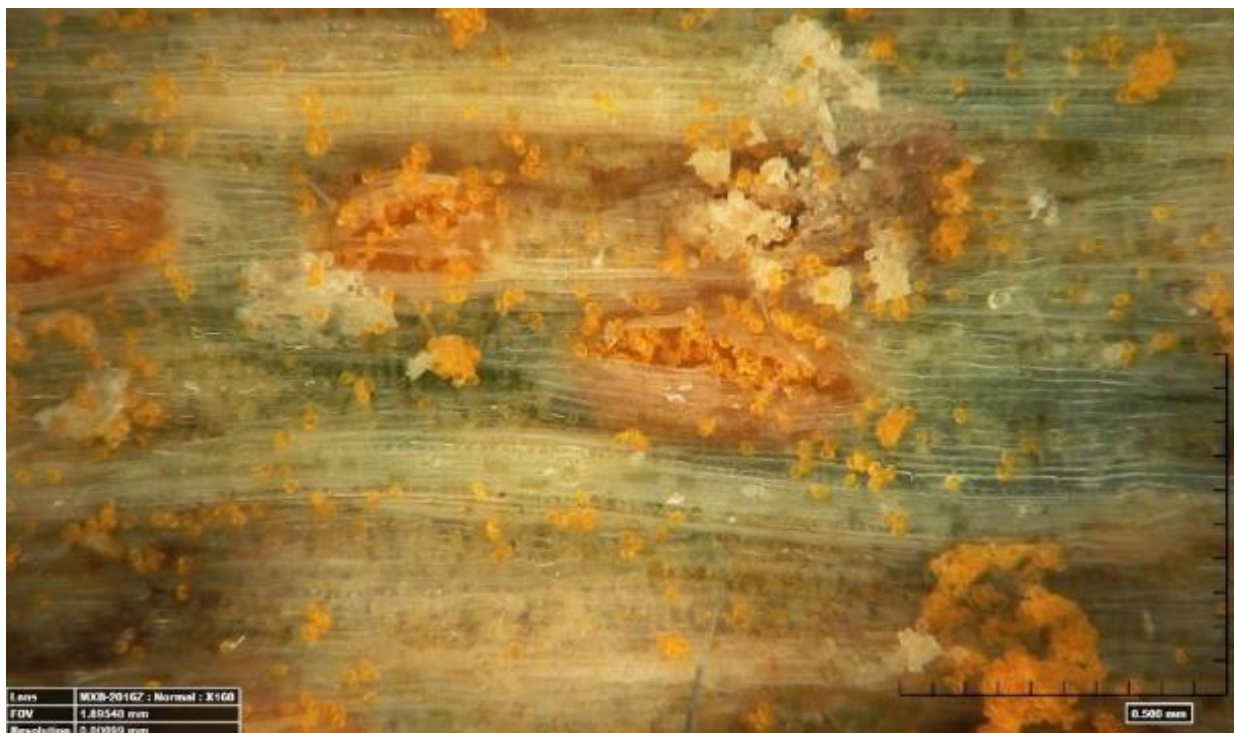
U rzi plevové došlo v roce 2013 k rozšíření nových patotypů a v souvislosti s tím k jejímu epidemickému výskytu u nás i v Evropě. Epidemie ukázala význam této choroby a její škodlivost. Po několika letech závažných výskytů rzi plevové u nás i v Evropě se její rozšíření v roce 2016 snížilo, významnější napadení pak bylo zaznamenáno zejména na Moravě, a to na lokalitách, kde se infekce rozvinula již v předchozích letech. Ústup epidemie rzi plevové souvisí mimo jiné s přísným výběrem odolných odrůd pro registraci a snahou šlechtitelů vybírat materiály s odolností ke rzi plevové. Rovněž i přístup pěstitelů, např. včasné a opakované zásahy fungicidy dle signalizace a výběr pěstovaných odrůd ovlivnily, kromě faktorů počasí, omezení epidemických výskytů rzi plevové v České republice.

Symptomy: rez pšeničná se k nám v jarním období dostává během května a napadení kulminuje během července za teplého a relativně suchého počasí. V porostech se během vegetace šíří opakovaně letními výtrusy (urediosporami). V ložiskách těchto výtrusů se tvoří koncem vegetace zimní dormantní spory (teliospory).

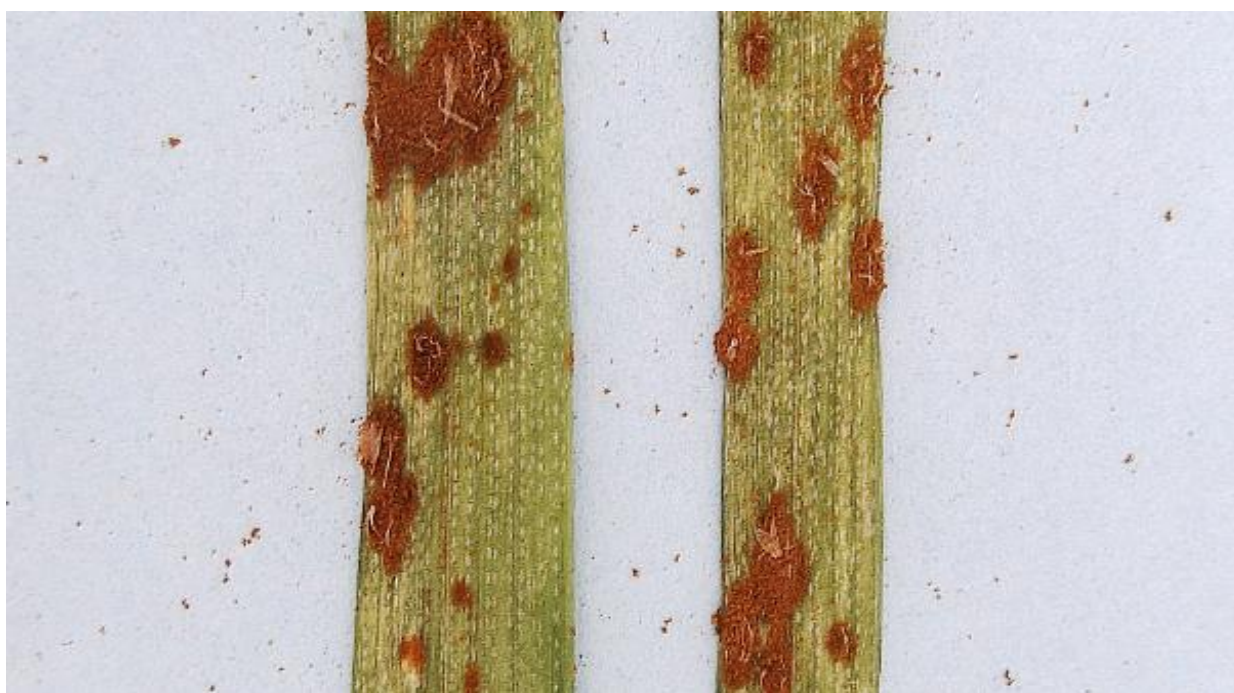
Rez plevovou lze nalézt na klíčcích rostlinách ozimů v případě mírné zimy i během zimních měsíců. V jarním období se za příznivých podmínek rozsáhlejší výskyty objevují na klíčcích rostlinách již koncem března nebo začátkem dubna a v porostu se může šířit při vhodné vlhkosti a teplotě po celou vegetační sezónu. Při vysokých letních teplotách nebo zasychání pletiv hostitelské rostliny dochází k vzniku dormantních spor (teliospor).

Rez travní se v porostech pšenice objevuje zpravidla v poslední dekádě května, její rozvoj kulminuje počátkem července. V porostu se nachází ve formě letních spor až do zasychání pletiv hostitele, kdy dochází k tvorbě dormantních spor. Období výskytu rzi se v jednotlivých letech může značně lišit vzhledem k různému průběhu počasí a stavu porostů.

Možná záměna: odlišit rzi od jiných listových patogenů pšenice je jednoduché, k záměně může však docházet mezi jednotlivými rzemi, a to zejména mezi rzí pšeničnou a rzí travní v raném stádiu napadení. V případě, že ještě nedošlo k rozvoji rzi travní na stéble případně v klasu a kupky jsou v této fázi drobnější, lze ji snadno zaměnit za rez pšeničnou. Problematické může být rozlišení obou chorob, vyskytují-li se na listu zároveň. Jednoznačné rozlišení rzi travní a pšeničné i v raných fázích rozvoje choroby lze určit mikroskopicky podle tvaru urediospor. Rez pšeničná má kulovitý tvar těchto spor, u rzi travní jsou oválného či hruškovitého tvaru (Obr. 24).



Obrázek 20: Rez plevová pod makroskopem



Obrázek 21: Rez travní pod makroskopem

Polní diagnostika: v polních podmínkách se detekují rzi podle barvy a velikosti kupek s letními výtrusy a zároveň podle části rostliny, kterou napadají. U rzi plevové jsou kupky urediospor na listech uspořádány do typických proužků (Obr. 22). V klasech se vyskytuje rez travní a plevová,

zatímco výskyt rzi pšeničné se většinou omezuje pouze na listy. Stupeň napadení pak hodnotíme podle devítibodové stupnice ÚKZÚZ. Detekce fyziologických ras: Pro zjišťování výskytu ras u rzi na pšenici je každoročně získáváno inokulum z plošných sběrů z celé ČR. Testování probíhá ve skleníkových podmínkách většinou při teplotě 20 °C a vysoké vzdušné vlhkosti. Urediospory z listů z různých lokalit jsou přeneseny na klíčící rostliny náchylné odrůdy pšenice a inkubovány 24 - 48 hodin v uzavřených skleněných válcích. Na listech rostlin se po 4 - 5 dnech začínají tvořit symptomy onemocnění. Z listů jsou odebrány vznikající kupky, které se nechávají vyvinout izolovaně v Petriho miskách. Urediospory uvolněné z jedné pustule jsou pak rozmnoženy na náchylné odrůdě a poté přeneseny na soubor téměř izogenních testovacích linií (NILs). Po sedmi až deseti dnech se na infikovaných rostlinách vyvíjejí symptomy infekce, které se vyhodnocují dle stupnice Stakman *et al.*, 1962. Rasa je určena kombinací náchylných nebo odolných reakcí na liniích s jednotlivými geny rezistence podle mezinárodně uznávaného klíče.

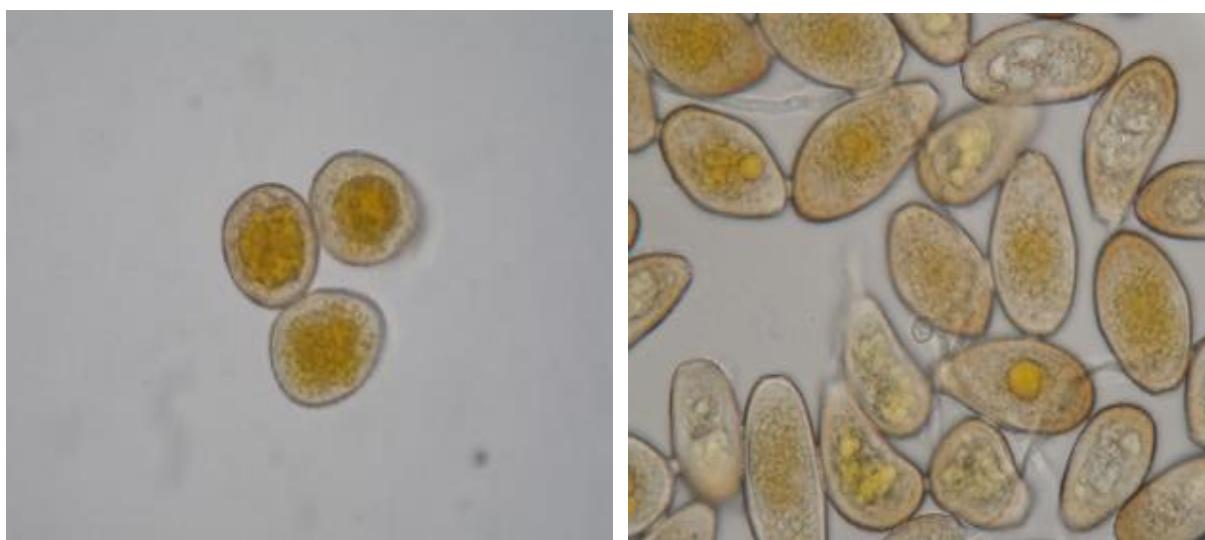


Obrázek 22: Rez travní v polním infekčním pokusu

Laboratorní diagnostika: v laboratorních podmínkách se určují jednotlivé druhy rzi mikroskopicky, a to zpravidla podle jejich letních výtrusů. Kromě samotných druhů se pak ve skleníkových podmínkách identifikují fyziologické rasy, jejichž výskyt souvisí s rozšířením a škodlivostí patogena.

Možnosti ochrany: chemická ochrana pšenice proti rzím je účinná, za základ ochrany se však považuje pěstování odolných odrůd. Účinná ochrana proti rzi

pšeničné je postavena především na kontinuálním šlechtění odolných odrůd, šlechtitelsky je u nás nejvíce využíván dosud u nás částečně účinný gen *Lr37* získaný z mnohoštetu (*Aegilops ventricosa*), který má účinnost v dospělosti a je zároveň ve vazbě genem *Sr38* (pro rez travní) a *Yr17* (pro rez plevovou). Chemická ochrana je vhodná tehdy, pokud se těsně před metáním kupky rží vyskytují na 5 - 15 % odnoží nebo se koncem metání rez vyskytuje na 10 - 20 % odnoží. Ošetření listu se provádí ve fázi BBCH 31-49 - pozdější kurativní aplikace jsou účinné, ale nezabrání již vzniklým škodám. Běžně se používají fungicidy se širším spektrem účinnosti. Při vyšším infekčním tlaku a pěstování náchylných odrůd je účinný pouze opakovaný postřik, četnost postřiků se pak odvíjí od délky doby jejich účinnosti.



Obrázek 23: Vlevo rez pšeničná – urediospory, vpravo urediospory rží travní



Obrázek 24: Rez plevová v polním infekčním pokusu



Obrázek 25: Rez pšeničná v polním pokusu a na praporcovém listu (vpravo)

8. Virová čárkovitá mozaika pšenice

Popis: na území České republiky byl výskyt WSMV poprvé zaznamenán v 80. letech minulého století. V posledních letech dochází k dalším, čtenějším a častějším nálezům této choroby, včetně plošných výskytů v některých porostech pšenice různě na území České republiky.

V důsledku zasychání praporcového listu dochází k vysokým výnosovým ztrátám. Zrno pšenice napadené WSMV má vyšší obsah bílkovin, ale nižší schopnost mouky vázat vodu, což jí z hlediska potravinářského využití značně znehodnocuje. Okruh hostitelských rostlin zahrnuje téměř 90 druhů rostlin čeledi trávovitých *Poaceae*. Toto široké spektrum hostitelů zahrnuje jak kulturní plodiny jako je pšenice, oves, ječmen, kukuřice a proso, ale také celou řadu planě rostoucích i plevelných trav, například sverepy, jílky, lipnice a ovsík vyvýšený. Významný je i rezervoár v podobě pýru plazivého, který je jako jeden z mála vytrvalým plevelem.

Teplotně vyrovnaná léta, s mírnějším průběhem teplot a odpovídajícími dešťovými srážkami, zkrátka podmínky svědčící rychlému růstu trav, prospívají také roztoči *Aceria tosichella* a tudíž i nahromadění viru v porostu pšenice.

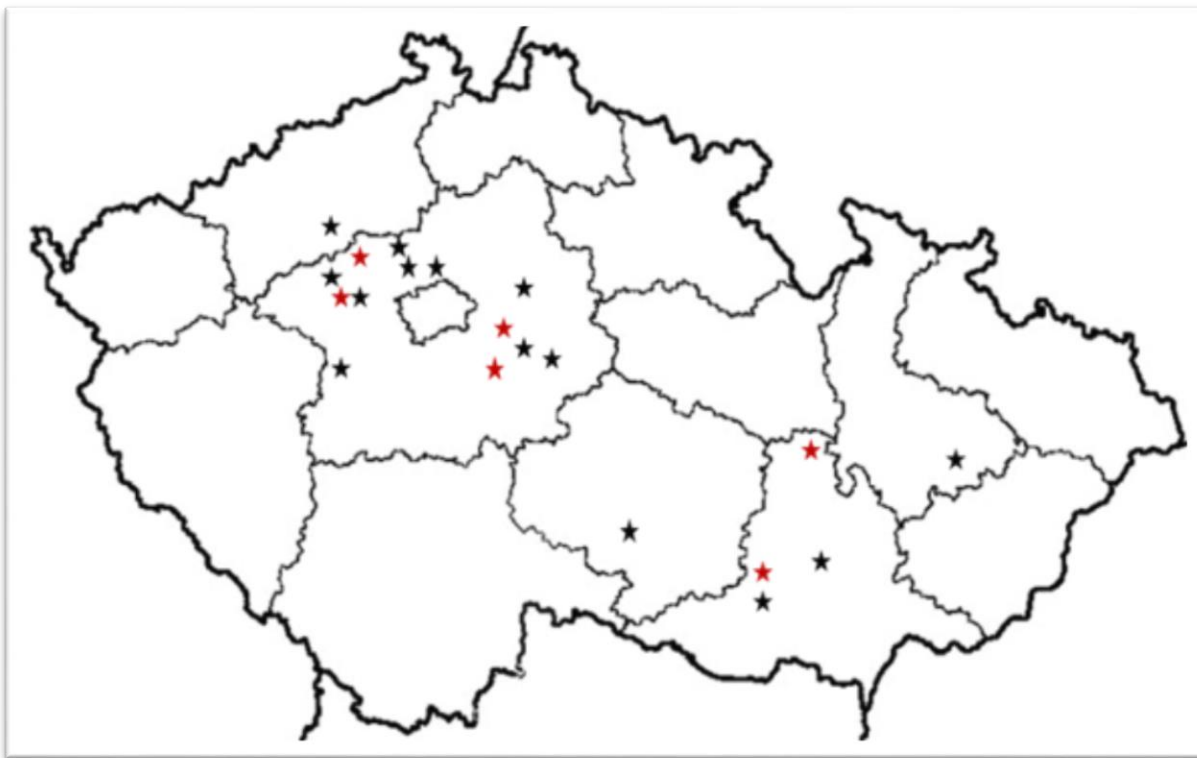
Vektor:

vlnovník - *Aceria tosichella*

Roztoč je velký 0,1 až 0,3 mm, má bílé zbarvení a doutníkový tvar těla. *A. tosichella* není okřídlený, má ale dva páry nohou blízko hlavy. Na nová stanoviště se šíří vzdušnými proudy. Životní cyklus se skládá z vajíčka, dvou instarů nymfy a dospělce. Pro expanzi této choroby jsou nebezpečná dlouhá období teplého léta s teplotami kolem 25 °C. Roztoči mohou přímo poškodit mladé rostliny nebo ovlivnit jejich růst, což způsobuje, že listy zůstávají stočené. Roztoči ve stočených listech přežívají i několik měsíců a dokonce mohou přežívat také v listových pochvách a plevách. V chladnějších podmínkách mohou roztoči přežít až dva týdny zcela bez potravy. Pozorovat a nalézt tohoto roztoče v porostu, vzhledem k jeho velikosti, není možné. Je možné ho vidět pouze pomocí mikroskopu.

Výskyt choroby: WSMV byl poprvé zaznamenán na území bývalého Československa v počátku osmdesátých let. V posledních letech jsou výskyty viru častější a čtenější, a to zejména v porostech ozimé pšenice. Dr. Vacke zaznamenal nálezy WSMV v porostech pšenice, ječmene jarních i v ozimých formách, ovsa a některých odrůdách kukuřice. Virus byl nalezen také v porostech prosa setého a stejně tak v porostech trav, jako například u ovsa hluchého, ovsa hřebíkatého, jílku mnohokvětého, zaječího ocásku vejčitého a rosičky krvavé. Na obrázku č. 25 jsou znázorněny ojedinělé i plošné výskyty z monitoringu WSMV u obilnin v České republice v průběhu let 2013 – 2016.

Výsledky prováděného monitoringu ukazují na vzrůstající četnost výskytu tohoto viru, celkem bylo při monitoringu otestováno 876 vzorků různého rostlinného materiálu z celkem 53 polí, pozitivně testováno na WSMV bylo 20 polí a 56 vzorků. Vzorky byly odebírány podle příznaků, z výsledků tedy neplyne to, že by téměř 36 % ze všech polí bylo pozitivních, výsledky jen poukazují na vzrůstající tendenci výskytu tohoto viru.



Obrázek 26: Výskyt WSMV v období let 2013 – 2016 (červené hvězdičky označují plošné výskyty)

Symptomy: prvotní příznaky napadení WSMV se projevují na jaře po oteplení. Na listech se vytváří nepatrné, avšak velmi četné čárky rovnoběžné s žilnatinou. Tato místa vykazují úbytek chlorofylu, mohou být širší a tvořit souvislejší pruhy. V důsledku chlorotických skvrn dochází k následnému snížení kapacity fotosyntézy rostlin. Při masivní infekci vznikají velké chlorotické plochy, které nakonec způsobují nekrózy pletiv a úhyn celé rostliny.



Obrázek 27: Poškození praporcového listu vlivem infekce WSMV

Možná záměna: WDV – virová zakrslost pšenice, BYDV – virová žlutá zakrslost ječmene

Polní diagnostika: příznaky napadení je možné určit na základě symptomů (viz část symptomy). Je však nutná určitá zkušenost s určováním tohoto viru.

Laboratorní diagnostika zahrnuje dva možné způsoby. Jedním je **ELISA** test, jedná se o sérologickou metodu, kdy je vzorek testován na přítomnost virového proteinu. ELISA test umožňuje zpracovat a otestovat větší množství vzorků. V případě časně infekce nemusí být metoda ELISA spolehlivá, protože se obsah viru může pohybovat pod detekovatelnou hranicí.

RT-PCR: Reverzní transkripce-polymerázová řetězová reakce, detekce virové RNA na základě přepisu RNA na cDNA a následné amplifikaci známých úseků genomu. K diagnostice postačuje i velmi malé množství rostlinného materiálu.

Možnosti ochrany: ochrana zejména ozimých obilnin spočívá především ve správných agrotechnických postupech, které minimalizují aktivitu přenašečů a také počet infikovaných rostlin. Pěstování odolných odrůd je opatření, které může zamezit výnosovým ztrátám, v ČR (a ani v celé Evropě) však není známa

úroveň rezistence registrovaných odrůd pšenice či ječmene vůči tomuto viru. Agrotechnická opatření zahrnují:

- setí v pozdních termínech, zejména v oblastech s vysokým infekčním tlakem viróz
- likvidaci výdrolu v okolí pole nejméně 10 dní před setím ozimů pro zamezení aktivity přenašečů
- regulaci trávovitých plevelů u obilnin, jsou to hostitelé viru i roztoče
- omezení minimalizačních technologií při pěstování obilnin v oblastech s častějším výskytem virů



Obrázek 28: Příznaky WSMV na rostlinách pšenice



Obrázek 29: Příznaky WSMV na odrůdě pšenice Ludwig

9. Klasové fuzariózy

Popis: fuzariózy klasu představují závažné onemocnění obilnin, jehož důsledkem je kromě redukce výnosu a snížení technologické jakosti i kontaminace zrna mykotoxiny. Na infekci se podílí komplex patogenů z rodu *Fusarium*. V současné době jsou na území ČR u pšenice nejvíce zastoupeny druhy *F. poae* a *F. graminearum*. Produkováno může být široké spektrum mykotoxinů, nejvíce je sledována přítomnost mykotoxinu deoxynivalenolu (DON). Primární zdrojem inokula jsou zbytky rostlin z předplodiny. K rozšíření klasových fuzarióz přispívá ústup od tradičního střídání plodin (převažující obilniny, mizející víceleté píce) a standardního zpracování půdy. Zvyšování ploch kukuřice a minimalizační zpracování půdy spojené se zvýšením přirozeného inokula a s výskytem vhodných povětrnostních podmínek zvyšuje riziko následných epidemií klasových fuzarióz.

Původce:

Fusarium poae

Fusarium graminearum

Výskyt: v rámci ČR byly vymezeny oblasti, kde opakovaně dochází ke zvýšené akumulaci DON (Obr. 29). Nadlimitní hodnoty se často vyskytují v blízkosti říčních toků, případně rybníků. Pro rozvoj choroby a akumulaci mykotoxinů má pravděpodobně velký význam vzdušná vlhkost (mlhy, rosa). Stupeň napadení a kontaminaci zrna mykotoxiny ovlivňuje celá řada faktorů, z nichž rozhodující význam má průběh počasí v daném roce (především srážky a teploty) a dále stupeň rezistence odrůdy, předplodina a způsob zpracování půdy. Pro dosažení vysokého stupně nákazy a kontaminace zrna mykotoxinem DON se ukázal jako rozhodující vysoký úhrn srážek v období 10 dnů před kvetením, jakož i bezprostředně po infekci. Riziko nákazy evidentně snižuje vysoký výskyt dnů s maximy převyšujícími 25°C.

Symptomy: v klasech pšenice se napadení projevuje asi po týdnu nejprve ztrátou zelené barvy květních obalů, pluch a plev, někdy se tvoří hnědavé skvrny, které se rozrůstají. Nejnápadnější je tvorba sporodochií a masy konidií, které jsou růžové nebo oranžové.

Možná záměna: braničnatka plevová *Phaeosphaeria nodorum*

Polní diagnostika: detekce v polních podmínkách je nejjednodušší u pšenice (viz. symptomy). Obtížnější je zjišťování výskytu klasových fuzarióz u ječmene, kde se růžové zbarvení obílek a tvorba konidií objevují výjimečně. Běžnější je změna barvy obilky ze světlé do tmavších nelesklých tónů i scvrkávání obílek,

někdy se napadení u ječmene projevuje „zubovitostí“ klasu. Napadení ovsa bývá vizuálně nenápadné.

Laboratorní diagnostika: determinace druhů původce je možná mikroskopicky, popř. další kultivací.

Možnosti ochrany: ke snížení výskytu klasových fuzarióz a minimalizaci mykotoxinové kontaminace obilnin lze přispět dodržováním zásad správné zemědělské, sklizňové a skladovací praxe. Ty zahrnují mimo jiné střídání plodin, správné ošetření půdy po sklizni i před setím a racionální aplikaci hnojiv a pesticidů. Významnou roli v ochraně proti fuzariózám klasu hraje v konvenčním i v ekologickém zemědělství použití odrůd s vyšší úrovní rezistence. Při konvenčním pěstování k tomu přistupuje i cílené ošetření fungicidy, které obsahující látky účinné proti původcům klasových fuzarióz ve fázi BBCH 61-69.

Mezi současné nejlépe hodnocené odrůdy s nízkou akumulací DON v pokusech s umělou infekcí i v provokačním prostředí po předplodině kukuřici patří Bakfis, Cimrmanova raná a Dagmar.



Obrázek 30: Nadlimitní obsah DON ($>1,25$ mg/kg) v náhodně odebraných klasových vzorcích pšenice ozimé v desetiletém období 2008-2017. Monitoring byl proveden ve spolupráci VÚRV, v.v.i. a ÚKZÚZ



Obrázek 31: Fuzariózy klasu u pšenice ozimé



Obrázek 32: Fuzariózy klasu u ječmene jarního

10. Listové skvrnitosti

Popis: listové skvrnitosti patří k významným chorobám obilnin, neboť jejich vlivem dochází k výraznému snížení asimilační plochy listů a následně i výnosu. Hlavními původci listových skvrnitostí pšenice u nás i v ostatních evropských státech jsou braničnatka pšeničná (*Mycosphaerella graminicola*), braničnatka plevová (*Phaeosphaeria nodorum*) a *Pyrenophora tritici-repentis* (DTR). Všechny tři houby patří do skupiny vřeckovýtrusných hub, mají podobný životní cyklus a často se vyskytují zároveň na jednom hostiteli. Přežívají na posklizňových zbytcích, kde přes zimu vytvářejí pohlavní plodnice (pseudothecia), z nichž jsou na podzim a hlavně na jaře uvolňovány askospory. Ty se šíří větrem a deštěm a jsou zdrojem primární infekce. Na primárně napadených listech pšenice se pak tvoří nepohlavní stádium a pomocí konidií se šíří choroba v porostu směrem od spodních listů až k praporcovému listu. Konidie jsou zdrojem sekundární infekce.

10.1. Septoriová skvrnitost pšenice

Popis: septoriová skvrnitost pšenice je v posledních 20 letech nejvýznamnější listovou skvrnitostí na pšenici v ČR. Jejím původcem je *Mycosphaerella graminicola* (anam. *Zymoseptoria tritici*, dříve *Septoria tritici*), která vedle pšenice napadá také žito a některé trávy. U obou braničnatek jsou nepohlavní pykno-spory uzavřené v pyknidách a za vlhka se z nich uvolňují. Nejlépe se šíří v porostu rozstříkáváním kapkami deště či rosy.

Výskyt: *Mycosphaerella graminicola* se vyskytuje každoročně na celém území ČR. Nejprve byla zjištěna na Českomoravské vrchovině, ale postupně se rozšířila i do nížin. V oblasti Vysočiny jsou její výskyty významné a rozšíření na praporcový list je díky vlhkému a chladnějším klimatu snadnější než v sušších oblastech.

Období výskytu: braničnatka pšeničná se v posledních letech, kdy převládá teplý dlouhý podzim, vyskytuje již na mladých ozimech na podzim a brzy na jaře. Počátkem března je první listovou skvrnitostí, která často způsobuje vysoké napadení listové plochy. V mnoha případech však tato primární infekce zůstane ve spodních patrech a na horní dva listy se nerozšíří. Postup choroby na praporcový list závisí především na vlhkosti v porostu koncem května až začátkem června.

Rozlišovací znaky: braničnatka pšeničná tvoří na listech světlezelené, později žloutnoucí až hnědé skvrny, nepravidelně oválné či hranaté mezi listovou žilnatinou. Na skvrnách jsou patrné řady tmavě hnědých až černých pyknid, ze kterých se uvolňuje bělavá masa pykno-spor. Pyknidy jsou viditelné i

pouhým okem, choroba je poměrně snadno identifikovatelná v polních podmínkách.

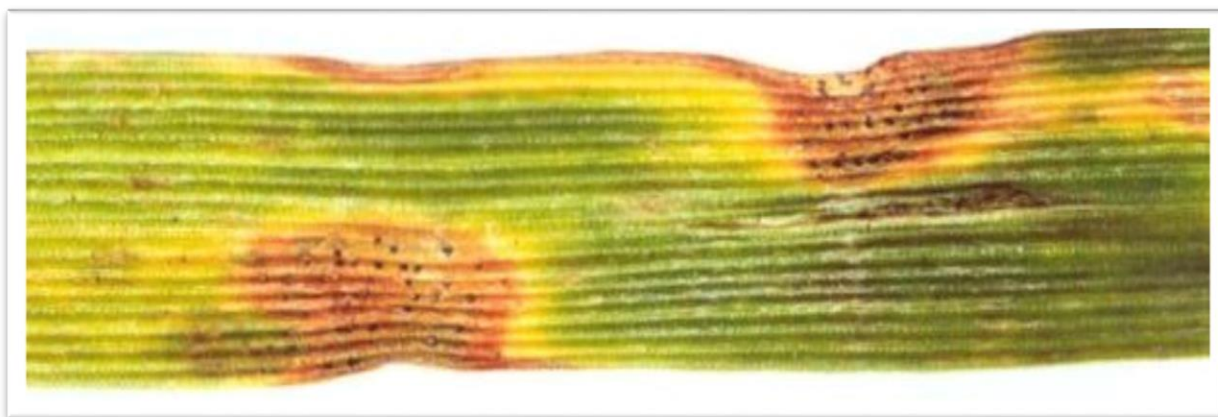
Možná záměna

Phaeosphaeria nodorum – světle hnědé pyknidy (pouhým okem nepozorovatelné), růžová masa konidií, tvar a velikost konidií.

Pyrenophora tritici-repentis – netvoří pyknidy, konidie vznikají na dlouhých černých konidioforech, které vyrůstají přímo na povrchu listu.

Detekce - polní a laboratorní

Detekce patogenu v polních podmínkách je spolehlivá, pokud jsou dobře viditelné černé pyknidy seřazené podél listové žilnatiny. Pro ověření správné detekce je doporučeno i mikroskopické vyhodnocení.



Obrázek 33: *Mycosphaerella graminicola* (braničnatka pšeničná) – detail skvrn s pyknidami.

10.2. Pyrenoforová skvrnitost pšenice (DTR)

Popis: pyrenoforová skvrnitost neboli helmintosporiová skvrnitost, někdy také světle hnědá skvrnitost obilnin (z anglického „tan spot“) je způsobena *Pyrenophora tritici-repentis* (anam. *Drechslera tritici-repentis* = DTR). Patogen má široký hostitelský okruh, kromě pšenice a dalších obilnin byl izolován i z mnoha druhů trav. *P. tritici-repentis* produkuje hostitelsky specifické toxiny (Ptr ToxA, Ptr ToxB a Ptr ToxC), které jsou odpovědné za tvorbu nekróz a chloróz na hostiteli. Patogen může infikovat i zrna pšenice v období zrání (Schilder et Bergstrom 1994). Toto poškození se označuje jako „red smudge“ nebo „pink smudge“, neboť zrna jsou červeně zbarvená, ale v našich podmínkách se s tím nesetkáváme.

Výskyt: *Pyrenophora tritici-repentis* je kosmopolitní organismus a v ČR se vyskytuje ve všech oblastech pěstování obilnin. Ve vzorcích listových skvrnitostí pšenice se patogen vyskytuje každoročně, v některých ročnících byl čtenější než braničnatka pšeničná (2011, 2016, 2018).

Období výskytu: první symptomy DTR jsou patrné na ozimé pšenici zpravidla ve stádiu odnožování. Při dostatečné vlhkosti dochází postupně k šíření symptomů od spodních listů až na praporcový list. Skvrny splývají a tím dochází ke snížení asimilační plochy listů.

Rozlišovací znaky: prvotními příznaky na listech náchylných odrůd pšenice po napadení houbou jsou malé oválné až kosočtverečné skvrny světlehnědé barvy. Tyto skvrny však nelze na první pohled odlišit od lézí způsobených braničnatkou pšeničnou a plevovou nebo od skvrn fyziologického původu. Postupně se léze prodlužují a formuje se tmavě hnědý střed s chlorotickým okrajem. Na rezistentních nebo částečně rezistentních odrůdách pšenice tvoří *P. tritici-repentis* podstatně menší léze, chlorózy a nekrózy mohou chybět. Přímou na listech se tvoří černé konidiofory, které nesou dlouhé oválné konidie. Ty jsou roznášeny větrem na dlouhé vzdálenosti.

Možná záměna: někdy je DTR zaměňována s poškozením listů intenzivním slunečním svitem, popálením chemickými přípravky nebo s jinými fyziologickými změnami.

Mycosphaerella graminicola

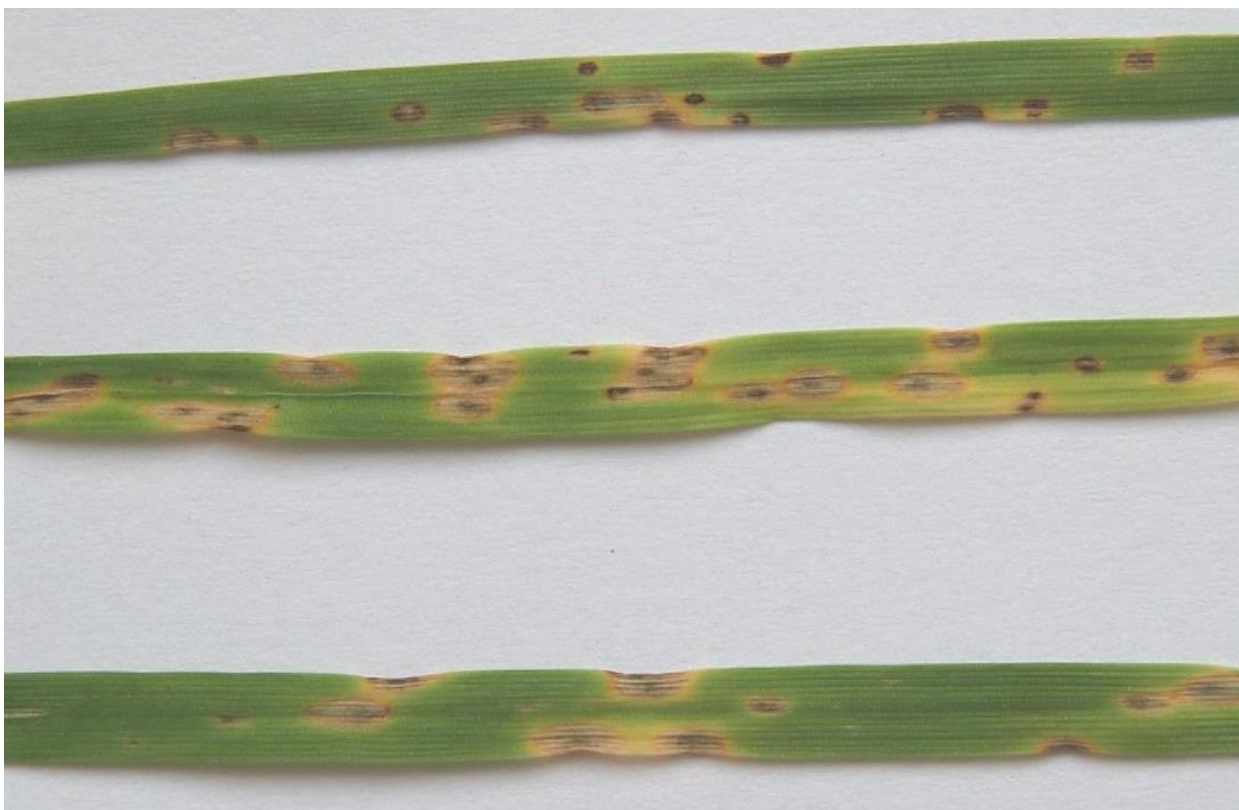
Phaeosphaeria nodorum

Detekce - polní a laboratorní

Mikroskopicky lze pozorovat na listech hostitele konidiofory i konidie.



Obrázek 34: *Pyrenophora tritici-repentis* (DTR) – symptomy na listech ozimé pšenice.



Obrázek 35: *Pyrenophora tritici-repentis* (DTR) – symptomy na listech ozimé pšenice po inokulaci patogenem ve skleníkových podmínkách.



Obrázek 36: *Mycosphaerella graminicola* (braničnatka pšeničná) – symptomy v únoru (černé pyknidy na listech).

10.3. Feosferiová skvrnitost pšenice

Popis: *Phaeosphaeria nodorum* (anam. *Parastagonospora nodorum*, dříve *Stagonospora nodorum*, *Septoria nodorum*) způsobuje vedle listové skvrnitosti také hnědé skvrny na plevách a pluchách a je přenosná osivem. Napadá pšenici, ječmen, žito, oves a různé trávy. Houba přežívá na odumírajícím rostlinném pletivu v půdě, ale zdrojem infekce může být i napadené osivo. Podobně jako u braničnatky pšeničné se na hnědých nekrotických skvrnách na listech tvoří pyknidy s pyknosporami. Dopadajícími dešťovými kapkami jsou spory rozstříkovány na sousední rostliny a do vyšších listových pater. Hnědé skvrny se objevují i na plevách a pluchách, kde jsou později patrné pyknidy s růžovou masou spor.

Výskyt: braničnatka plevová byla na našem území velice hojná před více než 30 lety. V současné době je její výskyt spíše slabší, ale například v letošním roce (2018) se vyskytovala ve vzorcích listových skvrnitostí pšenice s obdobnou četností jako braničnatka pšeničná. Vyskytuje se ve všech pěstebních oblastech obilnin v ČR, velice často spolu s dalšími listovými patogeny.

Období výskytu: feosferiová skvrnitost pšenice se může projevit již na klíčících rostlinách, a to zakrnělým vzrůstem a zahnědlými klíčky. Častější je však projev na listech v období sloupkování až metání.

Rozlišovací znaky: skvrny na listech pšenice způsobené braničnatkou plevovou mají nepravidelný tvar a na jejich povrchu vznikající světle hnědé pyknidy vypouštějí růžovou masu pyknospor.

Možná záměna

Mycosphaerella graminicola

Pyrenophora tritici-repentis

Detekce polní a laboratorní

Světle hnědé pyknidy jsou pozorovatelné pouze mikroskopicky.

Možnosti ochrany: ochrana proti listovým skvrnitostem spočívá v agrotechnických opatřeních (zapravení posklizňových zbytků, osevní postup apod.), ale stěžejní je chemické ošetření ve stádiu sloupkování až metání, které je většinou prováděno opakovaně. Je registrována celá řada fungicidů na bázi azolů, strobilurinů a SDHI inhibitorů. Při opakované aplikaci je třeba dodržovat antirezistentní strategii, tj. střídat přípravky s různými účinnými látkami a zvážit počet ošetření. V suchých ročnících se jeví ekonomicky nejvýhodnější pouze jedno ošetření koncem sloupkování (BBCH 37-39).



Obrázek 37: *Phaeosphaeria nodorum* (braničnatka plevová) – symptomy na listech ozimé pšenice.

Srovnání novosti postupů

Překládaná metodika v ucelené podobě shrnuje poznatky o houbových a virových chorobách dohromady. V takové podobě nebyla dosud předložena, není tedy možné porovnání s předcházející metodikou. Přináší potřebné podklady pro aplikaci metod integrované ochrany a usnadňuje rozhodování o použití fungicidů i insekticidů na základě správné a včasné diagnostiky. Metodika je určena k využití při sledování jednotlivých virových a houbových chorob z hlediska jejich výskytu a rozšíření v ČR a je přínosem pro správnou diagnostiku původců.

Popis uplatnění metodiky

Metodika bude sloužit soukromým zemědělcům a agronomům jako pomůcka pro detekci jednotlivých houbových a virových chorob v polních podmínkách. Poznatky získané uvedenými metodami budou využívány ke zvýšení informovanosti mezi pěstiteli obilnin České republiky. V rámci dlouhodobého horizontu přispějí ke snížení a promyšlenému používání pesticidů využitím alternativních metod ochrany proti houbovým a virovým chorobám díky používání odrůd se zvýšenou odolností a uplatňování správných zásad agrotechniky, které povedou celkovému snížení nákladů na ochranu a zabezpečení stabilní a kvalitní produkce.

Ekonomické aspekty

Hlavní ekonomický přínos metodiky spočívá v přesné a včasné detekci uvedených chorob obilnin. Pěstební plocha pšenice v roce 2016 byla 809 tis. ha a výnos 6,57 t/ha. Obchodovaná cena za tunu pšenice meziročně kolísá, ale v roce 2018 se pohybovala za hranicí 4000 Kč/t zrna. Vynechání jednoho postřiku na fungicidní ochranu porostů představuje finanční úsporu ve výši cca 700 Kč na 1 ha. Vynechání podzimní aplikace systémového insekticidu představuje úsporu cca 800 Kč/ha.

Škodlivost jednotlivých virových chorob nebyla doposud v České republice kvantifikována, ale ze zahraničních zdrojů jsou známe odhady v rozmezí 10 – 40%. V případě uvažované jen 10% ztráty a průměrné ceně pšenice 4 tis. Kč/t se jedná o finanční ztrátu ve výši 2,63 tis. Kč z jednoho hektaru (v celkové uvažované ploše pěstovaných obilnin však už jde o částku 2126 mil. Kč).

Ztráty na výnosu způsobené houbovými chorobami mohou dosáhnout až 40%. V mimořádných případech lze vyčíslit odhad finanční ztráty až na 10,5 tis. Kč na 1 ha.

Odhad nákladů na zavedení postupů

Náklady na zařízení laboratoře mohou sice být jednorázově poměrně vysoké, jde však o vybavení, kterým laboratoře většinou běžně disponují.

Odhad nákladů na determinaci virových patogenů (odhad nákladů na 1 vzorek)

Z ekonomického hlediska je výrazný rozdíl v cenách mezi detekcí sérologickou metodou ELISA (98 Kč na vzorek) a molekulárními metodami, kde se cena pohybuje mezi 179 Kč pro detekci viru WDV a cca 250 Kč za detekci WSMV a BYDV.

Odhad nákladů na determinaci houbových patogenů (odhad nákladů na 1 vzorek)

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

Závěr

Metodika „Choroby obilnin - od zasetí až do sklizně“ pojednává o nejčastěji se vyskytujících chorobách obilnin v ČR. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. má s houbovými a virovými chorobami dlouholeté zkušenosti a zabývá se jimi komplexně, což zahrnuje diagnostiku, rezistenci, metody a postupy ochrany. Kromě vlastního výzkumu se zabýváme poradenstvím pro pěstitele obilnin a ústav disponuje dobrým odborným zázemím. Níže je uveden seznam specialistů, kteří nabízejí svou poradenskou činnost v oblasti houbových a virových chorob a jejich konkrétní zaměření.

Ing. Jana Chrpová, CSc.
Houbové choroby obilnin
chrpova@vurv.cz, tel. 733 536 305

Mgr. Alena Hanzalová, Ph.D.
Listové choroby (houbové) obilnin
hanzalova@vurv.cz, tel. 601 322 410

Ing. Jiban Kumar, Ph.D.
Virové choroby obilnin
jiban@vurv.cz, tel.: 233 022 410, 702 087 701

Ing. Jana Jarošová, Ph.D.
žlutá zakrslost ječmene
jarosova@vurv.cz, tel. 233 022 438

Ing. Jan Rípl, Ph.D.
zakrslost pšenice
ripl@vurv.cz, tel. 702 087 655

Mgr. Jana Palicová, Ph.D.
Houbové choroby obilnin
hanzalova@vurv.cz, tel. 702 087 644

RNDr. Veronika Dumalasová, Ph.D.
Sněti obilnin
dumalasova@vurv.cz, tel. 601 322 445

Seznam použité související literatury

- Bártová Š., Šíp V., Chrpová J., Štočková L. (2010): Klasové fuzariózy pšenice a predikce rizika napadení. *Úroda*, 58(12): 8-10
- Brakke M.K. (1971). Wheat streak mosaic virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, No. 48. Assoc. Appl. Biol., Wellesbourne, UK. <http://www.dpvweb.net/dpv/showdpv.php?dpv no=48>
- Connin R.V. (1956). The host range of the wheat curl mite, vector of wheat streak mosaic. *Journal of Economic Entomology*, 48: 1-4.
- Coutts B.A., Banovic M., Kehoe M.A., Severtson D.L., Jones R.A.C. (2014). Epidemiology of Wheat streak mosaic virus in wheat in a Mediterranean-type environment. *European Journal of Plant Pathology*, 140: 797-813.
- Coutts B.A., Strickland G.R., Kehoe A., Severtson D.L., Jones R.A.C. (2008b). The epidemiology of Wheat streak mosaic virus in Australia: case histories, gradients, mite vectors, and alternative hosts. *Australian Journal of Agricultural Research*, 59: 844-853.
- Dráb T., Svobodová E., Ripl J., Slavíková L., Kumar J. (2015). Rezervoáry virových patogenů obilnin u trav. *Úroda*, 63(9): 26-28.
- Ellis M.H., Rebetzke G.J., Kelman W.M., Moore C.S., Hyles J.E. (2004). Detection of Wheat streak mosaic virus in four pasture grass species in Australia. *Plant Pathology*, 53: 239
- Gadiou S., Kúdela O., Ripl J., Rabenstein F., Kundu J.K., Glasa M. (2009). An amino acid deletion in Wheat streak mosaic virus capsid protein distinguishes a homogeneous group of European isolates and facilitates their specific detection. *Plant Disease*, 93: 1209-1213
- Choi I.R, Hall J.S., Henry M., Zhang L., Hein G.L., French R., Stenger D.C. (2001). Contributions of genetic drift and negative selection on the evolution of three strains of wheat streak mosaic Tritimovirus. *Archives of Virology*, 146: 619-628.
- Christian M. L., Willis W.G. (1993). Survival of wheat streak mosaic virus in grass hosts in Kansas from what harvest to fall wheat emergence. *Plant Disease*, 77: 239-242.
- Jarošová J., Kundu J. K. (2010). Validation of reference genes as internal control for studying viral infections in cereals by quantitative real-time RT-PCR. *BMC Plant Biology* 10: 146
- Jarošová J., Chrpová J., Šíp V., Kundu J. K. (2013). A comparative study of the Barley yellow dwarf virus species PAV and PAS: distribution, accumulation and host resistance. *Plant Pathology* 62: 436-443
- Jones P. (1980). Leaf mottling of *Spartina* species caused by a newly recognised virus, *spartina mottle virus*. *Annals of Applied Biology*, 94: 77-81

- Kundu J. K., Gadiou S., Červená G. (2009a). Discrimination and genetic diversity of Wheat dwarf virus in the Czech Republic. *Virus Genes*, 38: 468–474.
- Kundu J. K., Jarošová J., Gadiou S., Červená G. (2009b). Discrimination of three BYDV species by one-step RT-PCR-RFLP and sequence based methods in cereal plants from the Czech Republic. *Cereal Research Communications*, 37: 541–550.
- Lucas J.A., Dyer P.S., Muray T.D. (2000): Pathogenicity, hostspecificity, 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 (*Cesosporella herpotrichoides*) determined by a seedling test in some forms of *Triticum*, *Aegilops*, *Secale*, *Hordeum*. *Journal of Agricultural Science*, 67:389-397.
- 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.
- 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.
- Rabenstein F., Seifers D.L., Schubert J., French R., Stenger D.C. (2002). Phylogenetic relationships, strain diversity and biogeography of tritimoviruses. *Journal of General Virology*, 83: 895-906.
- Rabenstein F., Huss H. (2013). Studies on grass viruses in Austria. *Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs* 63: 11–14.
- Schilder A.M.C., Bergstrom G.C. (1994): Infection of wheat seed by *Pyrenophora tritici-repentis*. *Canadian Journal of Botany*, 72: 510-519.
- Schubert J., Habekuss A., Kazmaier K., Jeske H. (2007). Surveying cereal-infecting geminiviruses in Germany – diagnostics and direct sequencing using rolling circle amplification. *Virus Research* 127: 61–70.
- Skoracka A., Rector B., Kuczyński L., Szydło W., Hein G., French R. (2014). Global spread of wheat curl mite by its most polyphagous and pestiferous lineages. *Annals of Applied Biology*, 165: 222-235.
- Stakman E.C., Stewart P.M., Loegering W.O. (1962): Identification of Physiologic Races of *Puccinia graminis* var. *tritici*. Agricultural Research Service E617. Washington D.C., USDA
- Vacke J., Zacha V., Jokeš M. (1986). Identification of virus in wheat new to Czechoslovakia. *Proc. X. Czechoslovak Plant Prot. Conference, Brno*, pp. 209-210.

Seznam publikací, které předcházely metodice

- Dráb T., Svobodová E., Ripl J., Jarošová J., Rabenstein F., Melcher U., Kundu J.K. (2014). SYBR Green I based RT-qPCR assays for the detection of RNA viruses of cereals and grasses. *Crop and Pasture Science*, 65(12): 1323-1328.
- Gadiou S., Kudela O., Ripl J., Rabenstein F., Kundu J. K., Glasa M. (2009). An amino acid deletion in Wheat streak mosaic virus capsid protein distinguishes a homogeneous group of European isolates and facilitates their specific detection. *Plant Disease* 93:1209–1213.
- Gadiou S., Ripl J., Jaňourová B., Jarošová J., Kundu J. K. (2012). Real-time PCR assay for the discrimination and quantification of wheat and barley strains of Wheat dwarf virus. *Virus Genes* 44(2):349-55
- Hanzalová A., Bartoš P., Dumalasová V. (2017). Testy odolnosti pšenice ke rzi pšeničné. *Úroda* 12/2017: vědecká příloha časopisu 207-210.
- Hanzalová A., Bartoš P., Sumíková T. (2017). Physiologic specialization of wheat leaf rust and resistance of registered cultivars in the Czech Republic in 2012-2015. *Czech J. Genet. Plant Breed.*, 53(3): 122–126.
- Hanzalová A., Bartoš P., Sumíková T. (2017).: Změny odolnosti pšenice ke rzím. *Rostlinolékař*, 28: 18 -19.
- Ripl J., Kumar J. (2010): Virová čárkovitá mozaika pšenice v České republice. *Rostlinolékař*, 2: 24.
- Chalupníková J., Kundu J.K., Singh K.S., Bartaková P., Beoni E. (2016). Wheat streak mosaic virus: incidence in field crops, potential reservoir within grass species and uptake in winter wheat cultivars. *Journal of Interrogative Agriculture*. 2017, 16 (3): 523 – 531.
- Chrpová J., Šíp V., Sýkorová S., Sychrová E. (2007): Možnosti snížení rizika napadení obilnin klasovými fuzariózami. *Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.* 2007, 18 pp.
- Chrpová, J., Šíp, V., Sumíková, T., Salava, J., Palicová, J., Štočková, L., Džuman, Z., Hajšlová, J. (2016). Occurrence of *Fusarium* species and mycotoxins in wheat grain collected in the Czech Republic. *World Mycotoxin Journal*, 9 (2): 317 – 327
- Chrpová J., Sumíková T., Palicová J., Kumar J., Váňová M., Bílovský J., Veškrna O. (2017). Ochrana obilnin proti virovým chorobám (BYDV a WDV). Praha, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2017, 27 pp.
- Jarošová J., Kundu J. K. (2010). Validation of reference genes as internal control for studying viral infections in cereals by quantitative real-time RT-PCR. *BMC Plant Biology* 10: 146
- Jarošová J., Chrpová J., Šíp V., Kundu J. K. (2013). A comparative study of the Barley yellow dwarf virus species PAV and PAS: distribution, accumulation and host resistance. *Plant Pathology* 62:436–443.
- Jarosova J., Ripl J., Fousek J. Kundu J K. (2018). TaqMan Multiplex Real-Time qPCR assays for the detection and quantification of Barley yellow dwarf

virus, Wheat dwarf virus and Wheat streak mosaic virus and the study of their interactions. *Crop & Pasture Science* 69: 755-764.

Kundu J. K., Gadiou S., Červená G. (2009a). Discrimination and genetic diversity of Wheat dwarf virus in the Czech Republic. *Virus Genes* 38:468–474.

Kundu J. K., Jarošová J., Gadiou S., Červená G. (2009b). Discrimination of three BYDV species by one-step RT-PCR-RFLP and sequence based methods in cereal plants from the Czech Republic. *Cereal Research Communications* 37:541–550.

Kundu J.K., Červená G., Vacke J., 2008: Wheat dwarf virus: detection and genetic diversity in the Czech Republic , In: Abstract Book of the "XIV. International Congress of Virology", 10-15 August 2008, Istanbul, p. 412.

Singh K., Wegulo S.N., Skoracka A., Kundu J.K. (2018). Wheat streak mosaic virus : a century old virus with rising importance worldwide. *Molecular Plant Pathology* 19(9): 2193–2206.

Širlová L., Vacke J., Chaloupková M., 2005: Reakce vybraných odrůd pšenice ozimé na podzimní infekci virem Wheat dwarf virus. *Plant Protect. Sci.*, 41(1): 1-7.

Vacke J, 1961: Wheat dwarf virus disease. *Biologica Plantarum Praha* 3: 228–33.

Vacke J., 1971: Zakrslost pšenice. [Závěrečná zpráva.] Praha – Ruzyně, VÚRV. 73 pp.

Vacke J. 1972: Host plant range and symptoms of wheat dwarf virus. *Věd. Práce VÚRV, Praha-Ruzyně*, 17: 151-162.

Vacke J., Cibulka R., 2001: Reactions of registered winter barley varieties to wheat dwarf virus infection. *Czech J. Genet. Plant Breed.*, 37: 50-52.

Vacke J. Kvarnheden A., Lindblad M., Lindsten K., 2004: Wheat dwarf. In Lapierre H. Signoret P. A. eds. *Viruses and Virus Diseases of Poaceae (Gramineae)*. INRA, Paris, France. pp: 478, 590-593.

Vacke J, Cibulka R, 1999: Silky bent grass (*Apera spica-venti* [L.] Beauv.) – a new host and reservoir of Wheat dwarf virus. *Plant Protection Science* 35: 47–50.



Název: Choroby obilnin „od zasetí až do sklizně“ (determinace a možnosti ochrany)

Autoři: Ing. Lucie Slavíková; Ing. Jana Chrpová, CSc.; Mgr. Jana Palicová, Ph.D.; Mgr. Alena Hanzalová, Ph.D.; RNDr. Veronika Dumalasová, Ph.D.; Ing. Jan Rípl, Ph.D.; Ing. Jana Jarošová, Ph.D.; Ing. Jiban Kumar, Ph.D.

Vydal: Výzkumný Ústav Rostlinné Výroby, v.v.i.

Drnovská 507, 16106 Praha 6–Ruzyně

Tisk: 1000 ks

Počet stran: 60

Vydání: první

Rok vydání: 2019

ISBN: 978-80-7427-289-9

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2019