

## Účinnost fungicidů proti původcům listových skvrnitostí ozimého ječmene v podmínkách různě silné epidemie choroby

*/Efficacy of fungicides against winter barley leaf spot diseases in the conditions of various disease epidemics/*

Vyšehldová, M., Tvarůžek, L., Matušinsky, P.  
Agrotest fyto, s.r.o. Havlíčkova 2787, 767 01 Kroměříž

### Souhrn

Byl sledován vliv rozhození infikované slámy do porostu ozimého ječmene na vývoj napadení listovými skvrnitostmi. Bylo provedeno molekulárně-genetické určení přítomnosti hlavních fytopatogenních druhů, hodnocení vývoje napadení a výnosové reakce na ošetření různými dávkami fungicidů.

Přítomnost zdroje infekce před příchodem zimy znamenala dřívější napadení porostu v následující sezóně a rychlejší rozvoj napadení na všech listových patrech. Jako první byla prokázána *Pyrenophora teres f. maculata*, *Ramularia collo-cygni* se na listech plně rozvinula později v průběhu nalévání zrna. V tomto jednoletém pokuse nebyly prokázány statisticky významné výnosové rozdíly mezi variantami. Je diskutován význam počasí v době tvorby zrna.

**Klíčová slova:** ječmen ozimý, listové choroby, infikovaná sláma, epidemie, fungicid

### Abstract

The effect of infected straw spreading in winter barley stand on leaf spot infection development was assessed. Molecular genetic determination of the presence of major phytopathogenic species was carried out as well as the yield response evaluation to different fungicides and doses.

The presence of infection source before winter meant earlier attack in the next crop season and faster development of leaf infection on all leaf insertions. First appeared *Pyrenophora teres f. maculata*, *Ramularia collo-cygni* developed on leaves later during grain filling. In this one-year experiment were found no statistically significant yield differences between experimental treatments. The importance of weather at the time of grain development is discussed.

**Key Words:** winter barley, leaf diseases, infected straw, epidemics, fungicide

### Úvod

Fungicidní ochrana ječmene proti chorobám je nezbytnou součástí pěstební technologie. Kromě volby správného termínu ošetření a nevhodnějšího fungicidu pro konkrétní epidemickou situaci je důležitá znalost biologie patogenů, podmínek pro jejich šíření a vznik epidemií.

S rozvojem stále přesnějších diagnostických metod se zlepšují i možnosti určit kvalitativně i kvantitativně přítomnost patogenů v pletivech rostlin dříve, než se projeví příznaky jejich škodlivého působení. Nové postupy lze uplatnit i při regulaci výskytu chorob nechemickými způsoby, ovlivňujícími kondici i vnímavost hostitelské rostliny. Principy spočívají v základních agronomických krocích, optimalizaci výživy, struktury porostu nebo regulaci výšky rostlin a omezení poléhání.

V zemědělských provozech se po sklizni obilnin často vrací sláma zpět na pozemky a do půdy i s případnými patogeny a tím zvyšuje epidemický potenciál řady závažných fakultativních patogenů. Cílem práce bylo sledování významu roční doby rozhození infikovaných posklizňových zbytků a délky expozice, po kterou se patogenní organismy reprodukují na slámě ozimého ječmene na intenzitu následně vzniklé epidemie. Dynamika přenosu infekce na následně vysetý porost ječmene byla sledována v souvislosti s použitím různých fungicidů a dávek.

### Materiál a metody

Ozimý ječmen odrůda Alinghi byl vyset 6. října 2011 při výsevku 3,5 mil. klíčivých zrn po předplodině mák setý. Ke zvýšení infekčního tlaku původců listových chorob byla na každý krajní pás ohraničující pokusné parcely o velikosti 10 m<sup>2</sup> rozhozena infikovaná sláma, pocházející z porostu silně napadeného ozimého ječmene v předešlé sezóně. Sláma byla před aplikací

podrcena na kousky velikosti 5–10 cm, odpovídající slámě, kterou zanechává kombajn s přímým drcením slámy. Na parcely byla rozhozena ve dvou termínech: na podzim (15. 11. 2010, BBCH 12–13) a na jaře (29. 3. 2011, BBCH 21–23). Celkem bylo na pokusnou plochu 0,1 ha rozhozeno 10 pytlů infikované slámy, což zajistilo rovnoměrné nesouvislé pokrytí půdního povrchu, odpovídající reálné situaci po sklizni obilniny. V průběhu trvání pokusu byl porost ošetřen herbicidy proti dvouděložným plevelům (Mustang Forte, 1 l/ha<sup>-1</sup> + 220 l vody, 7. 4. 2011) a proti jednoděložným plevelům (Axial Plus, 0,6 l/ha + 220 l vody, 2. 5. 2011), dvakrát přihnojen dusíkem (LAV 112 kg/ha – 8. 3. 2011 a 10. 5. 2011) a jednou přihnojen směsí mikroprvků (Zn+Cu+DAM 5+5+10 l/ha + 220 l vody, 11. 5. 2011). Byla provedena aplikace regulátoru růstu (Cerone 480 SL 0,8 l/ha, – 26. 4. 2010) a ošetření proti škůdcům (Mospilan 150 g/ha + 220 l vody, 25. 5. 2011).

Fungicidy byly aplikovány od počátku rozvoje napadení, v růstové fázi střed metání (BBCH 55–) 26. 5. 2011.

Od každého krajního pásu se slámou byly aplikovány fungicidní kombinace ve čtyřech odstupňovaných koncentracích: plné (100%), odpovídající doporučené dávce a dále v dávce snížené na 50 %, 30 % a 25 %.

Bylo sledováno napadení (%) u obou systémů aplikace slámy a rozvoj patogena u variant ošetřených různými kombinacemi fungicidů a jejich dávek. Pro objektivní zhodnocení účinnosti fungicidu byla hodnocena pouze tři nejvyšší listová patra.

Rovněž byly pokusy výnosově vyhodnoceny a výsledky srovnány pomocí analýzy variance. Přítomnost původců listových skvrnitostí byla stanovena na zbytcích slámy, která byla do porostu rozhozena a opakovaně analyzována v listových pletivech ječmene, pomocí molekulární diagnostiky.

## Výsledky a diskuze

Při podzimní aplikaci infikované slámy se první příznaky napadení objevily počátkem května následujícího roku (graf 1). V souladu s gradienty šíření patogenů choroby bylo napadení nejzřetelnější na starších spodních listech (5. list shora) s 10% intenzitou napadení. Naproti tomu horní dvě listová patra byla stále zcela zdravá. V části pokusu s jarním rozhozem slámy byla všechna listová patra bez napadení.

Necelé tři týdny po aplikaci fungicidů bylo provedeno hodnocení napadení (tab. 2). Tento termín odpovídal vývojevě plnému kvetení porostu ozimého ječmene (BBCH 65) a na neošetřených kontrolních parcelách byla plně rozvinuta silná epidemie choroby. U varianty s podzimní aplikací slámy byla v době hodnocení zachována funkční zelená listová plocha pouze na částech čepelí posledních dvou horních listů, spodní dva listy byly chorobou zcela zničeny.

Při srovnání variant jarního s podzimním rozhozem slámy, byly zjištěné hodnoty napadení u jarní varianty přibližně poloviční a zcela odumřelý byl pouze nejnižší list (4. list shora).

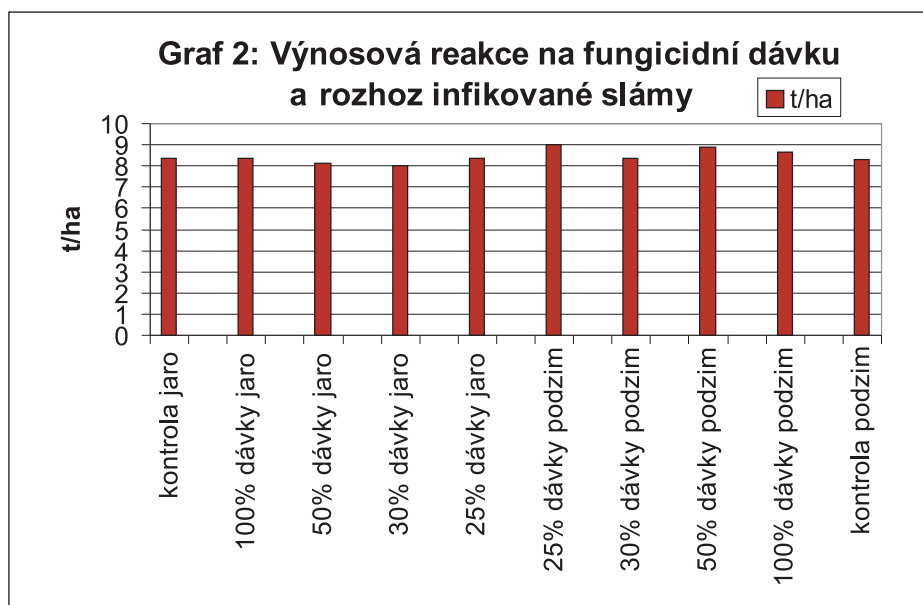
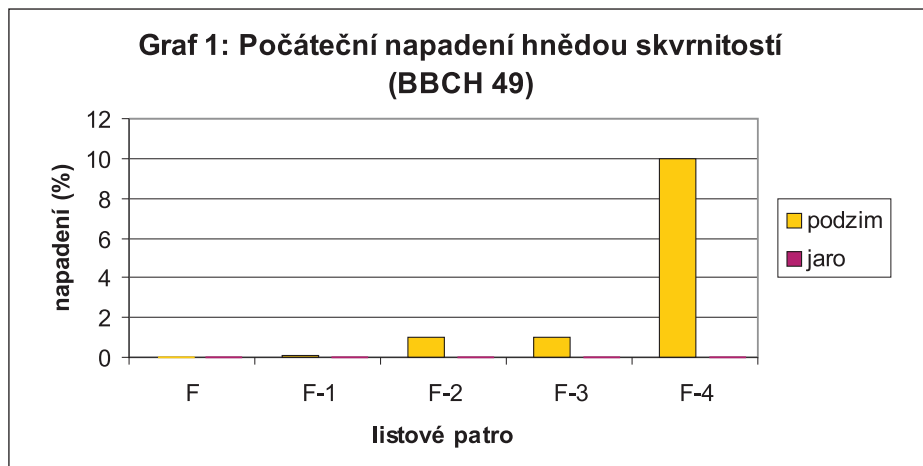
Nejvyšší účinnost prokázala kombinace fungicidů Amistar Opti 1,6 + Artea Plus 0,4. Jako jediná ze zkoušených variant zajistila zcela zdravé praporcové listy, a to v obou časových úsecích infekce. Rovněž při redukci dávek nedošlo k významnému snížení účinnosti.

Výše uvedená fungicidní kombinace obsahuje 3 typy účinných látek. Vedle směsi dvou triazolů v přípravku Artea Plus (viz. tab. 1) s dobrou účinností proti listovým skvrnitostem ječmene je přítomna jedna látka ze skupiny QoI-strobilurinů, mající preventivní účinek především v počátečních fázích patogenního procesu. Ze zkoušených kombinací však pouze tato obsahuje další kontaktně působící látku – chlorothalonil. Jedná se o lety prověřenou účinnou látku ze skupiny chlornatých benzonitrilových fungicidů, známou především z produktu Bravo 500, které je hojně využíváno do kombinací ke snížení rizika vzniku rezistence v populacích patogenů. Její rychlé zabudování do listových pletiv krátce po aplikaci se tak stává významným ochranným doplňkem především systemicky působících látek. Fungicid Amistar Opti, v současné době v registračním řízení pro použití proti patogenům ječmene, prokázal pozitivně účinnost i v provedeném pokusu ve vícenosložkové kombinaci.

V případě delší expozice porostu infikovaným zbytkům = dlouhodobého působení infikované slámy již od podzimu bylo zjištěno u zbylých zkoušených fungicidních programů jen částečné snížení intenzity napadení listů a to na všech listových pozicích. Navíc se výrazně negativně projevilo snížení aplikované dávky na všech úrovních.

Tab. 1: Fungicidní varianty a základní dávky (l/ha) zkoušených přípravků

Fungicid a dávka (l/ha)	Účinné látky
1. neošetřeno (K)	
2. Stereo 321,5 EC 1,6 + Amistar 0,4	(propiconazole + cyprodinil) + (azoxystrobin)
3. Amistar Opti 1,6 + Artea Plus 0,4	(azoxystrobin + chlorothalonil) + (propiconazole + cyproconazole)
4. Juwel Top 0,8	kresoxym-methyl + epoxiconazole + fenpropimorph
5. Fandango 200 EC 1,0	fluoxastrobin + prothioconazole
6. Acanto 0,5 + Staccato 0,5	picoxystrobin + tebuconazole



Naopak v části pokusu s jarní infekcí se projevilo pozitivně i snížení dávky aplikovaného přípravku až do úrovně 30% dávky oproti dávce maximální a to především dobrou ochranou horních dvou listů.

Je zřejmé, že při vysokém riziku výskytu chorob je nutná maximálně efektivní ochranná strategie. Tato situace nastává například při seti obilnin po obilnině nebo při ponechání velkého množství posklizňových zbytků na povrchu půdy, především po porostech, které byly v minulém roce významně napadeny. Fáze, ve které se fakultativní patogenní houby vyvíjejí na zbytkových organických substrátech, je pak základním zdrojem primární infekce plodiny v následující sezóně. V takových podmínkách není vhodné používat alternativně snížené dávky fungicidů.

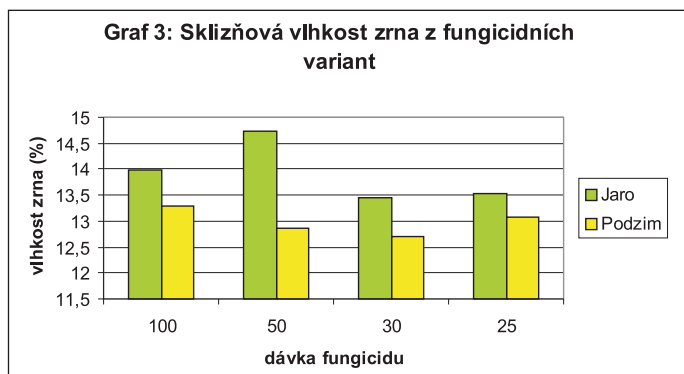
Tab. 2: Hodnocení napadení listovými skvrnitostmi 14. 6. 2011 – BBCH 65

Blok sláma jaro	➔	➔	➔	➔	➔
K					
F 10%	100	100	100	100	100
F-1 25%	F 5%	F 0%	F 5-10%	F 1-5%	F 5-10%
F-2 50%	F-1 10-15%	F-1 1%	F-1 10-15%	F-1 5%	F-1 10-15%
F-3 100%	F-2 25%	F-2 5-10%	F-2 25-50%	F-2 15%	F-2 25-50%
	50	50	50	50	50
	F 10%	F 1%	F 5-10%	F 1-5%	F 5-10%
	F-1 25%	F-1 1-5%	F-1 10-15%	F-1 5%	F-1 10-15%
K	F-2 50%	F-2 15%	F-2 25-50%	F-2 15%	F-2 25-50%
	30	30	30	30	30
	F 15%	F 1-5%	F 10%	F 10%	F 15-25%
	F-1 25-50%	F-1 10-15%	F-1 15-25%	F-1 10-15%	F-1 25-50%
K	F-2 75%	F-2 25-50%	F-2 50%	F-2 25%	F-2 50-75%
	25	25	25	25	25
	F 15%	F 1-5%	F 10%	F 10%	F 25%
	F-1 25-50%	F-1 10-15%	F-1 15-25%	F-1 10-15%	F-1 25-50%
K	F-2 75%	F-2 25-50%	F-2 75%	F-2 25%	F-2 50-75%
K					
F 25%	25	25	25	25	25
F-1 50%	F 20-25%	F 1-5%	F 15-25%	F 25%	F 25%
F-2 100%	F-1 50%	F-1 15%	F-1 25-50%	F-1 25-50%	F-1 25-50%
F-3 100%	F-2 75-100%	F-2 25-50%	F-2 100%	F-2 75%	F-2 50-75%
	30	30	30	30	30
	F 25%	F 1-5%	F 15%	F 15-25%	F 15-25%
	F-1 50-75%	F-1 10-15%	F-1 25-50%	F-1 25-50%	F-1 25-50%
K	F-2 100%	F-2 25-50%	F-2 100%	F-2 50%	F-2 50-75%
	50	50	50	50	50
	F 20-25%	F 1%	F 15%	F 15-25%	F 25%
	F-1 50%	F-1 1-5%	F-1 25-50%	F-1 25-50%	F-1 25%
K	F-2 75%	F-2 25%	F-2 100%	F-2 50%	F-2 75%
	100	100	100	100	100
	F 10-15%	F 0%	F 10-15%	F 10-15%	F 10-15%
	F-1 25%	F-1 1-5%	F-1 25-50%	F-1 15-25%	F-1 15-25%
K	F-2 50%	F-2 25%	F-2 100%	F-2 25-50%	F-2 75%
Blok sláma podzim	➔	➔	➔	➔	➔
<b>KONTROLA</b>	<b>Stereo 1,6 + Amistar 0,4</b>	<b>Amistar Opti 1,6 + Artea Plus 0,4</b>	<b>Juwel Top 0,8</b>	<b>Fandango 1,0</b>	<b>Acanto 0,5 + Staccato 0,5</b>

Pozn.: K – kontrola

F, F-1, F-2 – listová patra od praporcového listu níže

Ze zkoušených šesti fungicidních programů se podařilo listové choroby s podzimním obdobím reprodukce významně potlačit pouze v jednom případě a to ještě ne absolutně. Svou nezbytnou roli hraje dozajista rovněž počet fungicidních ošetření za sezónu a jejich správné načasování. Pro pravděpodobnost úspěchu fungicidního zákroku jsou optimální dvě ošetření v časovém odstupu 3 týdny (Tvarůžek a kol., 2008). Podobně z pohledu zachování fyziologicky aktivních horních dvou listů a klasů je klíčová role pozdního ošetření ve fázi, kdy jsou již viditelné klasy (Tvarůžek a kol. 2010).



Ačkoliv na rozhozených posklizňových zbytcích byly určeny další fytopatogenní organismy (*Pyrenophora teres*, *Ramularia collo-cygni*, *Cochliobolus sativus* a *Monographella nivalis*), bylo molekulární metodou zjištěno, že do pletiv sledovaného porostu pronikla v průběhu sloupkování pouze infekční vlákna *Pyrenophora teres* f. *maculata* (viz. foto 1). Za 35 dnů (30. 6. 2011) byla provedena opět analýza pomocí PCR a byla prokázána přítomnost i patogena *Ramularia collo-cygni* (foto 2). U tohoto druhu se potvrdilo, že i když se příznaky napadení ječmene mohou objevit v polních podmínkách již na začátku vegetačního období, *R. collo-cygni* je známa spíše jako patogen vyskytující se v pozdním období vegetace (Walters et al., 2008).

#### Výnosové vyhodnocení a paradox sezóny 2011

Dlouhodobě sledované výnosové odezvy na ošetření fungicidy v případech tak silné epidemie listových chorob, jaká nastala v tomto pokusu, dosahují 20–30% zvýšení ve srovnání s neošetřenou kontrolní variantou. Jak uvádějí Jayasena et al. (2007) s každým 10% zvýšením závažnosti choroby na první třech listových patrech představují ztráty na výnose v průměru 0,4 t/ha. V našem pokusu se však průměrné výnosy mezi jednotlivými variantami statisticky průkazně nelišily, a to včetně porostů bez ošetření. Rostliny se tedy vyrovnaly bez závažných výnosových ztrát s tak silnou epidemií, jakou jsme popsali v předešlých odstavcích.

Úroveň výnosů dosahovala 8,5–9,0 t/ha, což představuje rekordní hodnoty (podrobně podle variant graf 2). Těch bylo v oblasti střední Moravy v minulém roce 2011 dosaženo i u ostatních druhů obilnin. Průměrné výnosy okolo 10,0 t/ha se vyskytly i na provozních plochách. Zajímavostí zůstává, že v našem srovnávacím pokusu nebyl zřejmý především **výnosový pokles neošetřené kontroly**. Při extrémním napadení listovými chorobami dosáhly kontroly průměru 8,36 t/ha a oproti vizuálně po zdravotní stránce lepším porostům fungicidně ošetřeným se prakticky výnosově nezhoršily. Rostliny v konkrétních podmínkách ročníku v období po vymetání dokázaly uložit do tvořících se zrn dostatečný podíl asimilátů, přesto, že byly vystaveny silnému napadení.

Rozhodující roli v konečném výsledku pravděpodobně sehrály klimatické podmínky. Interval mezi kvetením a sklizní byl teplotně mírně podnormální (přibližně o 1,0 °C) a srážkově mírně deficitní (přibližně o 10 mm). Důležité je, že v tomto období se nevyskytly

žádné extrémní jevy (průtrže mračen, vysoké teploty apod.), které by rostliny vystavily dalšímu stresu. Jediným zřetelným rozdílem byla vyšší vlhkost zrna u jarní infekce ve srovnání s podzimní a to u všech dávek přípravků (graf 3) u zrna sklizeného z pokusných variant v rozdílných podmínkách epidemie. Tento rozdíl lze vysvětlit dřívějším odumřením vegetačních orgánů při vyšším výskytu choroby, po přepočtu na standardní vlhkost však rozdíly zjištěny nebyly.

#### Závěr

Pokus prokázal významný vliv slámy ponechané na povrchu půdy jako zdroje primární infekce listových skvrnitostí ječmene. Je zřejmé, že ve všech případech nedostatečně rozložené nebo nezaorané slámy vzrůstají nároky na úroveň chemické fungicidní ochrany. V extrémních infekčních podmínkách nepostačují nižší dávky fungicidů a není vhodné provádět pouze jeden fungicidní zásah.

/Recenzováno/

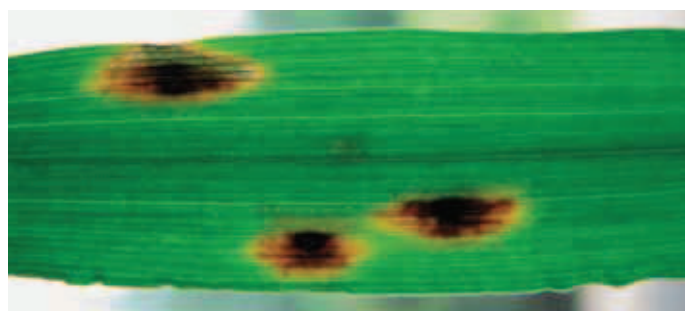
#### Poděkování

Tato publikace vznikla v rámci bilaterální česko-slovenské spolupráce (projekt 7AMB12SK136) s využitím poskytnuté institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace, Rozhodnutí MZe ČR č. RO0211 ze dne 28. 2. 2011.

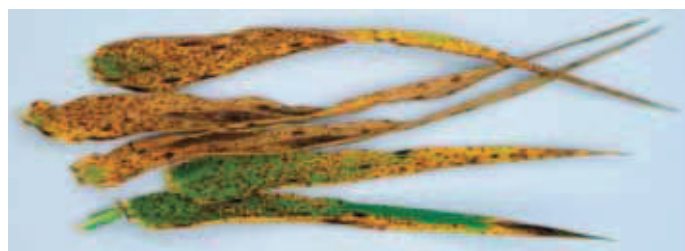
Adresa autora: vysohlidova.marketa@vukrom.cz

#### Literatura:

- Dale R. Walters, Neil D. Havis, Simon J. P. Oxley.: *Ramularia collo-cygni*: the biology of emerging pathogen of barley. FEMS Microbiology Letters 279, 2008, s. 1–7.
- Jayasena KW, Van Burgel A, Tanaka K, Majewski J, Loughman R.: Yield reduction in barley in relation to spot-type net blotch. Australasian Plant Pathology 36., 2007 s. 429–433.
- Tvarůžek, L., Spáčilová, V., Svačinová: Vliv termínu ošetření na účinnost fungicidů ze skupiny strobilurinů a inhibitorů syntézy sterolů proti listovým chorobám pšenice ozimé. Obilnářské listy, 16, 2008, 4, s.117–120.
- Tvarůžek, L., Vysohlídková, M., Spáčilová, V., Horáčková, S., Bílovský, J.: Volba správného termínu ošetření ozimých obilnin fungicidy na příkladu ječmene ozimého. Obilnářské listy, 18., 2010, 4, (s. 117–120)



*Pyrenophora teres* f. *maculata*



*Ramularia collo-cygni*