

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra rostlinné výroby



**Hodnocení šlechtitelských materiálů pšenice seté
z hlediska odolnosti vůči fuzariózám klasu**

Bakalářská práce

Autor práce: František Honzíček

Vedoucí práce: prof. Ing. Ivana Capouchová CSc.

© 2016 ČZU v Praze

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem Bakalářskou práci na téma Hodnocení šlechtitelských materiálů pšenice seté z hlediska odolnosti vůči fuzariózám klasu vypracoval samostatně a použil jsem jen literárních pramenů, které cituji a uvádím v seznamu literatury.

V Praze dne:

Podpis autora práce:

Poděkování:

Rád bych poděkoval především vedoucí mé bakalářské práce prof. Ing. Ivaně Capouchové, CSc. za odborné vedení práce a odbornou pomoc. Dále děkuji vedení Šlechtitelské stanice firmy Selgen, a. s. v Úhřeticích za umožnění a poskytnutí šlechtitelské materiály ke své bakalářské práci. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Aleně Škeříkové za vyhodnocení kvality zrna.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům, kteří mi pomáhali a byli mi po celou dobu oporou.

Hodnocení šlechtitelských materiálů pšenice seté z hlediska odolnosti vůči fuzariózám klasu

Souhrn:

Fuzariózy klasů obilnin představují závažné onemocnění, jehož důsledkem jsou výnosové ztráty, kontaminace zrna mykotoxiny a negativní ovlivnění hygienické i technologické jakosti produkce.

Hodnocení rezistence k fuzariózám klasu je nezbytnou součástí šlechtitelského procesu u všech významných šlechtitelských firem, které se věnují šlechtění odrůd obilnin a i přes rozvoj molekulárních metod má v tomto procesu stále nezastupitelné místo hodnocení rezistence šlechtitelských materiálů vůči fuzariózám klasu v polních podmínkách.

Součástí těchto aktivit je i tato bakalářská práce, jejímž cílem bylo zhodnotit soubor šlechtitelských materiálů ozimé a jarní pšenice, vedený na Šlechtitelské stanici Úhřetice, která je mým pracovištěm, z pohledu odolnosti těchto materiálů vůči fuzariózám klasu. V rámci tohoto testování se využívá umělé inokulace kvetoucích klasů *Fusarium* spp. a následně je prováděno symptomatické hodnocení jednotlivých materiálů; po sklizni bylo provedeno ještě další podrobnější vyhodnocení vybraných materiálů, které byly v rámci finální hodnocení zařazeny jako „odolné“ a „náchylné“.

Z výsledků hodnocení šlechtitelských materiálů jarní i ozimé pšenice lze vyvodit následující závěry:

- při prvním hodnocení projevů napadení klasů *Fusarium* spp. 7 dní od aplikace inokulátu byly projevy napadení minimální; při druhém hodnocení po 14 dnech od aplikace inokulátu se u odolnějších šlechtitelských materiálů napadení projevvalo ještě v malé míře, u náchylných materiálů však již byly projevy napadení zřetelnější. Při třetím hodnocení projevů napadení 3 týdny od aplikace inokulátu se již odolnost, resp. náchylnost hodnocených šlechtitelských materiálů projevila v plné míře.
- úroveň napadení klasů *Fusarium* spp. se nijak výrazně neprojevila na počtu zrn v klasu; počet zrn v klasu u náchylných materiálů byl zpravidla jen o málo nižší ve srovnání s materiály odolnými.

- výrazným způsobem se úroveň napadení klasů *Fusarium*spp. projevila na hmotnosti zrna v klasu – ta byla u náchylných materiálů výrazně nižší. Totéž platí o hodnotách HTS – i ta byla výrazně nižší u náchylných materiálů ve srovnání s odolnými.
- z jakostního hodnocení bylo možné díky malému množství vzorku provést porovnání odolných a náchylných materiálů pouze u obsahu N-látek v sušině zrna – ten byl vyšší u náchylných materiálů (pravděpodobně díky nižší HTS).

Klíčová slova:pšenice, fuzariózy klasu, rezistence, testování

Evaluation of cultivating materials of common wheat with respect to fusarium resistance.

Summary

Fusarium of cereals is a grave disease which results in loss of yield, contamination of grains by mycotoxins and negative influence on both hygienic and technological quality of production.

Evaluation of fusarium resistance is a necessary part of cultivating process in all important cultivating companies which deal with cultivating cereal varieties and despite growth of molecular methods evaluation of cultivating materials of common wheat with respect to fusarium resistance in field still has irreplaceable place.

A part of these activities is also this bachelor thesis whose goal is to evaluate an aggregate of cultivating materials of winter and spring wheat with respect to fusarium resistance which was carried out at cultivating station in Úhřetice where my workplace is. In this research, we use artificial inoculation of blooming ears *Fusarium* spp. and subsequently we make symptomatic evaluation of selected materials; there was one more detailed evaluation of selected materials which were classified as “resistant” and “susceptible”.

We can draw following conclusions from the results of evaluating cultivating materials of winter and spring wheat:

- The first evaluating of affected ears *Fusarium* spp. showed that the manifestations of infection were minimal after 7 days from inoculation; the second evaluating after 14 days from inoculation showed that the manifestation is still very small in resistant types whereas rather evident in susceptible materials. The third evaluating after 3 weeks from inoculation showed that the resistance and susceptibility displayed in full scale.
- the level of infection in ears *Fusarium* spp. did not influence the grain count; the grain count was usually only slightly lower than in resistant types
- The level of infection in ears *Fusarium* spp. greatly impacted the weight of grain in the ear – it was significantly lower in susceptible materials. The same applies for

the level of HTS – it was also significantly lower in susceptible materials than in resistant ones.

- The quality evaluation was possible only for content of N-substance in grain due to a small sample. The content was higher in susceptible types (probably due to lower HTS)

Keywords: Wheat, ear fusarium, resistance, testing

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Cíle práce	11
3. Literární část	12
3.1 Význam fuzarióz klasů obilnin	12
3.2 Původci a příznaky fuzarióz klasů obilnin	12
3.3 Škodlivé produkty <i>Fusarium</i> spp. – mykotoxiny	14
3.4 Pěstitelská opatření k omezení rizika výskytu fuzarióz klasů obilnin	16
3.4.1 Výběr druhu obilniny a odrůdy	16
3.4.2 Zařazení do osevního postupu, vliv předplodiny	17
3.4.3 Osivo a jeho kvalita	18
3.4.4 Zpracování půdy	19
3.4.5 Výživa.....	20
3.4.6 Ochrana rostlin.....	20
3.5 Rizika výskytu fuzarióz klasu obilnin neovlivnitelná (vliv prostředí)	21
3.6 Skladování a posklizňová úprava zrna	22
3.7 Vliv fuzarióz klasu na kvalitu produkce	23
4. Metody a materiál	24
4.1 Stručná charakteristika pokusného stanoviště	24
4.2 Testovaný materiál.....	24
4.3 Vlastní metodika testování.....	25
4.3.1 Zakládání polních pokusů na ŠS Úhřetice.....	25
4.3.2 Používaný izolát a tvorba inokula.....	26
4.3.3 Příprava postřikové suspenze	27
4.3.4 Vlastní aplikace suspenze na porost	27
4.3.5 Hodnocení (bonitace) porostu	27
4.4 Sklizeň a posklizňové hodnocení	28
5. Výsledky	29
5.1 Výsledky sklizňového roku 2014	29
5.1.1 Hodnocení šlechtitelských materiálů pšenice ozimé	29
5.1.2 Hodnocení šlechtitelských materiálů pšenice jarní.....	34
5.2 Výsledky sklizňového roku 2015	39
5.2.1 Hodnocení šlechtitelských materiálů pšenice ozimé	39
5.2.2 Hodnocení šlechtitelských materiálů pšenice jarní.....	44

6. Diskuze	48
7. Závěr.....	52
8. Seznam použité literatury.....	53
9. Seznam použitých tabulek:.....	59

1. Úvod

Fuzariózy klasů obilnin představují závažné onemocnění, jehož důsledkem jsou výnosové ztráty, kontaminace zrna mykotoxiny a negativní ovlivnění hygienické i technologické jakosti produkce.

Pro omezení výskytu tohoto onemocnění existuje řada opatření. V konvenčním zemědělství lze využívat cílené fungicidní ochrany, která, pokud je provedena v optimálním termínu, může být velmi účinná a poměrně výrazně (dle dostupných údajů až z 50 %) snížit napadení zrna a jeho kontaminaci mykotoxiny. V ekologickém zemědělství využití chemické fungicidní ochrany není možné; o to důležitější je striktně dodržovat veškerá další (nechemická) opatření, jimiž lze riziko výskytu tohoto onemocnění omezit. Jedná se o dodržování veškerých zásad správné zemědělské praxe – počínaje zařazením obilniny do osevního postupu až po dobře zvládnutou sklizeň a uskladnění zrna. I přes dodržování všech výše uvedených opatření je třeba počítat s riziky výskytu fuzarióz klasu neovlivnitelnými, či obtížně ovlivnitelnými, ke kterým patří především průběh počasí v konkrétních ročnících a na konkrétních lokalitách. Problémem je také nedostupnost odrůd, které by byly vůči fuzariózám klasu vysoce odolné; dostupné jsou jen odrůdy středně odolné, kterým je třeba dávat přednost před odrůdami citlivými.

I to je důvod, proč je hodnocení rezistence k fuzariózám klasu nezbytnou součástí šlechtitelského procesu u všech významných šlechtitelských firem, které se věnují šlechtění odrůd obilnin a i přes rozvoj molekulárních metod má v tomto procesu stále nezastupitelné místo hodnocení rezistence šlechtitelských materiálů vůči fuzariózám klasu v polních podmínkách.

Součástí tohoto procesu je i tato bakalářská práce, jejímž cílem bylo zhodnotit soubor šlechtitelských materiálů ozimé a jarní pšenice, vedený na Šlechtitelské stanici Úhřetice, která je mým pracovištěm, z pohledu odolnosti těchto materiálů vůči fuzariózám klasu. V rámci tohoto testování se využívá umělé inokulace kvetoucích klasů *Fusarium* spp. a následně je prováděno symptomatické hodnocení jednotlivých materiálů; po sklizni bylo provedeno ještě další podrobnější vyhodnocení vybraných materiálů.

2. Cíle práce

Cílem práce bylo zhodnotit soubor šlechtitelských materiálů pšenice ozimé a jarní pšenice seté, vedený na Šlechtitelské stanici Úhřetice, z pohledu odolnosti těchto materiálů vůči fuzariózám klasu.

3. Literární část

3.1 Význam fuzarióz klasů obilnin

Fuzariózy klasů (růžovění klasů obilovin) patří v současné době k nejvíce studovaným chorobám obilnin, především kvůli schopnosti některých druhů rodu *Fusarium* kontaminovat zrno a produkovat mykotoxiny (Prokinová et al., 2014; Ma et al., 2013).

Jejich význam v současné době narůstá v souvislosti s ústupem od klasických osevních postupů a se zvýšeným používáním minimalizačních technologií zpracování půdy. Kromě toho, že v důsledku napadení dochází ke snížení kvality zrna a k výnosovým ztrátám, produkují houby rodu *Fusarium* mykotoxiny, které mají negativní vliv na zdraví lidí a hospodářských zvířat (Chrpová et al., 2015).

Silněji kontaminované partie zrna pak nejsou prodejné jako potravinářská surovina vzhledem k výkupu podle stanoveného limitu obsahu zástupce fuzariových toxinů – deoxynivalenolu (DON) – 1 250 µg/kg nezpracované obiloviny. Limitní hodnoty obsahu deoxynivalenolu stanovují legislativní předpisy – nařízení Evropské komise č. 466-2001 a Nařízení Evropské komise č. 1881-2006, podrobně dostupné [zhttp://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/fusarium_en.htm](http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/fusarium_en.htm) (Prokinová et al., 2014).

Obilovina s nadlimitním obsahem mykotoxinů však není vhodná ani pro výrobu krmiv. V přirozených podmínkách obsahu většina produkce obilovin množství DON pod hranicí limitu, ale v některých letech a lokalitách může být kontaminace nad stanovenou hranici (Prokinová et al., 2014).

Současný výzkum prokázal riziko výskytu DON, případně dalších mykotoxinů produkovaných *Fusarium* spp. – např. zearalenonu (ZEA) v obilovinách pěstovaných v ČR. Kontaminace zrna obilovin DON a dalšími mykotoxiny se tak stává závažným problémem (Chrpová et al., 2007).

3.2 Původci a příznaky fuzarióz klasů obilnin

Houby rodu *Fusarium* jsou mikroskopické vláknité houby. Rod je velmi pestrý, jeho zástupci jsou celosvětově rozšíření. Rostou převážně v půdě na mrtvém i živém rostlinném materiálu, na mrtvých tkáních živočichů, některé druhy mohou napadat i žijící živočichy (Prokinová et al., 2014).

Mauler-Machnik, Suty (1997) uvádějí, že patogenní houby rodu *Fusarium* jsou příčinou tzv. *Fusarium* Head Blight (FHB), závažného onemocnění, které představuje v zemích a oblastech s podmínkami příznivými pro vznik epidemií závažný problém jak pro pěstitele obilnin, tak pro zpracovatele cereální produkce.

Jako původce klasových fuzarióz v naší republice bývá zjišťováno cca 15 druhů rodu *Fusarium* a *Microdochium nivale*. V posledních letech to jsou nečastěji *Fusarium graminearum*, *F. avenaceum*, *F. culmorum*, na některých porostech i *Microdochium nivale*, dříve *F. nivale*. Méně často bývá nalézáno *F. poae*, *F. sporotrichioides*, *F. aquiseti*, *F. sambucinum*, *F. oxysporum*, *F. acuminatum* a další (Chrpová et al., 2007).

Podle Chrpové et al. (2005) je zřejmé, že v našich podmínkách začal převládat teplomilnější druh *F. graminearum*. Je pravděpodobné, že dominance *F. graminearum* je způsobena změnami klimatu, tedy oteplováním častějším v posledních letech. Také osevní postupy, ve kterých se často střídá pšenice s kukuřicí, vytvářejí příznivé podmínky pro rozšíření *F. graminearum* (Chrpová et al., 2005).

Fusarium spp. může napadat obilniny ve všech fázích vývoje počínaje klíčením. Často se vyskytuje na zbytcích vedlejších redukovaných odnoží, které jsou pak zdrojem inokula. Napadení kořenů se podílí na chorobách pat stébel. Mladé porosty bývají oslabené během zimy namrznutím a mechanicky poškozené při pohybech půdy (kolísavé jarní mrazíky); poškození se pak stává vstupní branou pro infekci (Chrpová et al., 2007).

Podle Prokinové et al. (2014) se houby rodu *Fusarium* podílejí na odumírání klíčnicích rostlin, v prvních fázích růstu jsou jednou z příčin nekrotických a odumírání kořenů a bází rostlin, mohou být příčinou odumírání odnoží.

K největší hospodářským škodám však dochází v případě napadení klasů obilnin. Brennan et al. (2005) uvádí, že k napadení klasů obilnin sporami *Fusarium* spp. dochází jen za určitých podmínek. Dominantní vliv na vznik infekce a šíření choroby má vlhkost, resp. ovlhčení povrchu klasu v době květu, ale i teplota. Výskyt choroby však ovlivňují i pěstitelská opatření, jako je předplodina, způsob zpracování půdy a výživa (Váňová et al., 2008; Lori et al., 2009). Podle Šípa et al. (2010), Váňové et al. (2008) a Řehořové et al. (2008) sehrává významnou roli i odolnost odrůdy.

V klasech obilnin se napadení může projevit již asi po týdnu od infekce nejprve ztrátou zelené barvy květních obalů, pluch a plev, někdy se tvoří i hnědavé skvrny. Ty se postupně rozrůstají, střed zesvětlí, následuje tvorba konidií. Nejvýraznějším projevem je

po určité době tvorba sporodochií a masy konidií. Ty jsou, v závislosti na konkrétním původci, růžové až rumělkové barvy. Projev choroby masovou produkcí konidií v klasech je společný pro všechny hlavní původce fuzarióz klasu obilnin (Chrpová et al., 2007).

Podle Širučkové et al. (2007) u náchylných odrůd dojde k projevům onemocnění již po 3 – 5 dnech po infekci, u odolných toto období může trvat až 3 týdny.

Další příznakem je zasychání částí klasů – nejprve zpravidla nepravidelné zasychání jednotlivých klásků, později zasychání celých částí klasu, nejčastěji horní třetiny klasu. Ve zralosti se na klasech mohou tvořit růžové nebo oranžové povlaky mycelia a konidioforů se sporami. Choroba se vyskytuje na všech obilninách a kukuřici, patogeny napadají i trávy (Prokinová et al., 2014).

Napadená zrna jsou drobná, svráštělá a při silné infekci porostlá myceliem houby. Existuje možnost záměny s příznaky způsobenými houbovým patogenem *Stagonosporanodorum* (Širučková et al., 2007). Také Eggert et al. (2010) a Capouchová et al. (2012) uvádí, že napadená zrna jsou drobná a svráštělá, případně mohou být napadené klásky zcela hluché – to může vést k významným výnosovým ztrátám. Rovněž podle Chrpové et al. (2003) dochází v důsledku napadení obilnin fuzariózami klasů ke značným ekonomickým ztrátám v důsledku poklesu výnosů. Výnosové ztráty se v letech epidemií pohybují mezi 10 – 25 %.

Determinace druhu původce je možná klasickými diagnostickými metodami -mikroskopicky, případně další kultivací (Chrpová et al., 2007).

3.3 Škodlivé produkty *Fusarium*spp. – mykotoxiny

Mykotoxiny jsou sekundární metabolity toxinogenních kmenů hub a mají toxické účinky jak pro člověka, tak i pro hospodářská zvířata. U obilnin je DON (deoxynivalenol) považován za určitý indikátor kontaminace zrna mykotoxiny. Producenty tohoto mykotoxinu jsou druhy *Fusariumgraminearum*, *F. culmorum*, *F. poae* (Chrpová et al., 2011). DON (deoxynivalenol) je též známý u chovatelů prasat jako vomitoxin, který způsobuje zvracení po konzumaci infikované zrna mykotoxiny (Chester et al., 2003).

Kokkonen et al. (2010) uvádí, že k nejsledovanějším fuzariovým mykotoxinům patří vedle deoxynivalenolu též zearalenon (ZEA); pozornost je však věnována i dalším fuzariovým mykotoxinům, jako je např. HT-2 a T-2-toxin.

Chrpová et al. (2007) uvádí, že zearalenon (ZEA) se obvykle v zrně vyskytuje v nižších koncentracích, avšak jeho toxicita pro lidi a zvířata je vyšší než u DON. ZEA se

častěji vyskytuje u kukuřice než u pšenice nebo ječmene a společně s NIV a DON patří mezi nejčastěji vyskytované mykotoxiny nalezené v pšenici, ječmenu a kukuřici (Chester et al., 2003).

Do těla konzumentů se mykotoxiny dostávají především konzumací stravy či krmiv vyrobených z kontaminovaných obilovin. Zain (2011) uvádí, že se mohou ojediněle vyskytnout akutní otravy, ale dosavadní výsledky výzkumu ukazují na celkově větší význam chronických toxikóz.

Toxikózy vyvolané toxiny produkovanými druhy rodu *Fusarium* se objevují hlavně u vepřů a hovězího dobytka. Typickým projevem je hemoragický syndrom vedoucí ke ztrátě krve krvácením do střev a břišní dutiny, často končící uhynutím (Prokinováet al., 2014). Mimo přímou toxicitu mají mykotoxiny ještě rakovinotvorný účinek (např. T-2 toxin, kyselina fuzáriová), působí i deformace změny v pohlavních orgánech (Zimolka et al., 2005).

Produkce mykotoxinů je ovlivněna řadou faktorů. Je to především záležitost jednotlivých druhů patogena. I uvnitř stejného rodu jsou rozdíly v intenzitě produkce mykotoxinů mezi jednotlivými kmeny původce. Některé kmeny produkují méně toxinů, jiné podstatně více. Vliv na produkci mykotoxinů má i stres. Pokud se dostává patogen do stresu, produkce mykotoxinů stoupá (Chrpová et al., 2007).

Rovněž Smith et al. (2004) uvádí, že podle dostupných literárních údajů nemusí existovat těsná korelace mezi úrovní napadení klasu FHB a produkcí mykotoxinů; lze však očekávat, že v případě produkce mykotoxinů muselo úspěšně proběhnout i vlastní napadení klasu houbou. Výsledný obsah mykotoxinů je tak ovlivněn jak jednotlivými druhy patogena, tak i agroekologickými podmínkami dané lokality a samozřejmě i odolností odrůd.

Ekonomické ztráty i zdravotní rizika způsobené kontaminací zrna mykotoxiny mohou být významné. Používání kontaminovaného krmiva u hospodářských zvířat vede ke snížení váhových přírůstků, konverze krmiva, plodnosti a reprodukce, stejně jako ke snížení funkce imunitního systému a obranyschopnosti hospodářských zvířat (Chrpová et al., 2007). Problémem je i značná termostabilita fuzáriových mykotoxinů, které jsou schopné odolat nejrůznějším zpracovatelským technologiím, včetně působení vysokých teplot (např. při vaření, pečení) (Wang et al., 2005).

3.4 Pěstitelská opatření k omezení rizika výskytu fuzarióz klasů obilnin

3.4.1 Výběr druhu obilniny a odrůdy

Pěstování odolných odrůd je pro pěstitele nejlevnější způsob omezení škodlivosti chorob (Horáková et al., 2015).

V současné době však nemají pěstitelé k dispozici žádné odrůdy obilnin rezistentní nebo vysoce tolerantní k napadení fuzariózami klasů. Dostupné jsou pouze odrůdy středně odolné, kterým je potřeba dávat přednost před odrůdami citlivými k napadení (Prokinová et al., 2014).

Langevin et al. (2004) uvádí, že mezi jednotlivými druhy obilnin byly v citlivosti klasů vůči napadení houbami *Fusarium* spp. prokázány určité rozdíly. Různou citlivost jednotlivých druhů obilnin vůči napadení klasu *Fusarium* spp. zmiňují na základě svých výsledků i Prokinová et al. (2014) a uvádí, že z jarních obilnin byla nejodolnější pšenice dvouzrnka a nejcitlivější ječmen; v případě ozimých obilnin vykazovalo žito vyšší citlivost vůči napadení než pšenice. Z výsledků Prokinové et al. (2014) dále vyplynulo, že poměrně velké rozdíly v intenzitě napadení *Fusarium* spp. byly zjištěny i mezi odrůdy – jednotlivé odrůdy se lišily v obsahu DON nejen mezi sebou, ale stejná odrůda reagovala rozdílným způsobem při různých agroekologických podmínkách.

Odolnost odrůd pšenice vůči fuzariózám klasu může být podle Matusinsky et al. (2013) způsobena rezistencí k invazi patogena (bývá označována jako rezistence typu I), dále je to odolnost k šíření houby v klasu (typ II) a rezistence k hromadění mykotoxinů v znu (rezistence typu III).

Podle Chrpové et al. (2007) se na odolnosti odrůd k fuzarióze klasu podílejí také nepřímé faktory. Jedná se o morfologické znaky, které mohou ovlivnit invazi patogena do klasu (výška rostliny) a šíření patogena v klasu (hustota klasu). Chrpová (2015) dále uvádí, že při pěstování současných komerčně využívaných odrůd je vždy třeba s určitou mírou rizika spojenou s výskytem klasových fuzarióz počítat.

Je např. vhodné volit odrůdy s různou raností, aby při nepříznivém počasí nebyly postiženy všechny porosty (Chrpová et al., 2003).

V případě více rizikových faktorů (riziková oblast, minimalizace, předplodina kukuřice, riziková poloha pozemku) není vhodné volit odrůdy s prokázanou náchylností k fuzarióze klasu; v případě podmínek s velkým rizikem napadení a tvorby mykotoxinů doporučujeme volit ranější odrůdy (Chrpová et al., 2007).

3.4.2 Zařazení do osevního postupu, vliv předplodiny

Důležitost střídání plodin je známá už od 18. století. Horáková et al. (2015) uvádí, že čím pestřejší je skladba pěstovaných plodin a odrůd, tím menší je riziko šíření chorob. Podle Prokinové et al. (2014) je z hlediska původců chorob rostlin je důležité to, že řada z nich, včetně fytopatogenních druhů rodu *Fusarium*, přežívá na nerozložených posklizňových zbytcích. Pokud zařadíme stejnou plodinu, resp. hostitelskou rostlinu na daný pozemek dříve, než se posklizňové zbytky rozloží, je třeba počítat s tím, že v půdě může být poměrně velká populace patogena tím i zvýšené riziko napadení dané plodiny. Z hlediska fytopatologa by v případě obilnin neměla být obilnina po obilnině zařazena dříve než za tři roky. Také podle Širučkové et al. (2007) epidemický výskyt fuzarióz podporuje vysoké zastoupení obilnin v osevním postupu. Rovněž Matthies, Buchenauer (2000) uvádí, že správně sestavený osevní postup, vyhýbání se obilním předplodinám a klasické orební zpracování půdy mohou významně redukovat výskyt fuzarióz klasů obilnin.

Výrazně zvýšené riziko výskytu fuzarióz klasu obilnin a kumulace mykotoxinů je v případě, že je obilnina zařazena v osevním postupu po kukuřici, která patří k nejvýznamnějším hostitelským rostlinám hub rodu *Fusarium* (Váňová et al., 2008, Prokinová et al., 2014). Prokinová et al. (2014) dodávají, že problémem není jen řazení obilnin po nevhodných předplodinách, ale i situace, pokud má pěstitel v sousedství svého porostu pozemky, na kterých není dodržován správný osevní postup a obilnina je zařazována na příklad po kukuřici; pěstitel pak prakticky nemá žádnou možnost zabránit náletu spor *Fusarium* spp. na svůj porost. Také podle Chrpové et al. (2007) je z hlediska výskytu fuzarióz klasů obilnin kukuřice na zrno nejrizikovější předplodinou, roli však hraje i plodina pěstovaná v roce před předplodinou, neboť patogen produkující askospory a makrokonidie může přežívat na nerozložených zbytcích až 3 roky; naproti tomu ke zlepšujícím předplodinám lze řadit okopaniny, luskoviny, ale např. i a řepku.

Význam předplodiny z hlediska napadení klasů obilnin fuzariózami zmiňují i Váňová et al. (2013); i podle nich ne zcela vhodnou předplodinou jsou obiloviny, které jednak zhoršují půdní vlastnosti, ale také zvyšují riziko zaplevelení a výskyt houbových chorob a škůdců, pro něž jsou obilné posklizňové zbytky vhodným substrátem.

Rostlinolékařské problémy v těchto sledech nemohou být dlouhodobě dostatečně efektivně řešeny pouze fungicidní ochranou, správně sestavený osevní postup je základním opatřením (Zimolka et al., 2005).

Zejména v případě ekologických farem by pak mělo být střídání dostatečně širokého spektra plodin samozřejmostí, vyplývající z Nařízení rady (ES) 834/2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů a o zrušení nařízení (EHS) č. 2092/9 (Prokinová et al., 2014).

3.4.3 Osivo a jeho kvalita

Biologická hodnota osiva je základním, určujícím faktorem pro vzejití vitálních, zdravých rostlin. Nedílnou součástí biologické hodnoty osiva je jeho zdravotní stav. Je to jeden z hlavních faktorů, které ovlivňují polní vzcházivost, ale i zdravotní stav a celkovou vitalitu nové generace rostlin a tím bezprostředně i ekonomiku pěstování (Prokinová et al., 2014).

Pod pojmem „zdravé osivo“ je třeba vidět dvě složky – jednak přítomnost původců chorob (příp. škůdců) v (na) semenu, jednak vlastní onemocnění a poškození semen. Obvykle větší význam má přenos původců chorob osivem a v tomto smyslu je také zdravotní stav osiva obvykle vnímán. Mezi původce chorob přenosných osivem patří i druhy rodu *Fusarium*. Napadení osiva nemusí výrazně ovlivňovat laboratorní klíčivost, ale může značně ovlivnit další vývoj rostliny. Vyšší napadení osiva obvykle znamená o něco nižší vzcházivost (Prokinová et al., 2014).

V běžných (konvenčních) pěstebních systémech patří k základním opatřením fungicidní moření osiva. Přitom je třeba mít na paměti, že každé mořidlo má vysoký efekt jen proti některým patogenům. Např. účinná látka difenoconazole má vynikající účinek proti původci zakrslé snětivosti, ale proti *Fusarium* spp. je nedostačující. Naopak, účinná látka fludioxonil výborně potlačuje fuzária, ale neúčinkuje proti *Tilletia controversa* (původce zakrslé snětivosti pšenice). Nezastupitelné místo zaujímá i kvalita moření – lze jen doporučit, aby pěstitelé kvalitu namoření v rámci svých možností kontrolovali a v případě pochybností se doporučuje odebrat úřední vzorek pro potřeby případného dalšího jednání a ověřování (Kazda et al., 2010).

V případě ekologického způsobu hospodaření v souladu s patnými předpisy nelze chemická mořidla používat, obecně nelze ani využívat osivo získané z porostů vypěstovaných z mořeného osiva (Prokinová et al., 2014). Lze však využít biologické ošetření osiva dostupnými biologickými přípravky, používanými jako biomořidla na osivo. K nejrozšířenějším a nejdostupnějším v ČR patří přípravek Polyversum (na bázi houby *Pythium oligandrum*), který je registrován pro ekologické zemědělství. V dohledné době se

očekává registrace pomocného přípravku na bázi houby rodu *Clonostachys*. V zahraničí je využíván přípravek k moření bezpluchých obiliek přípravek Cerall (v ČR dosud není k dispozici) (Prokinová et al., 2014). Účinnost uvedených biologických přípravků zpravidla bývá ovlivněna agroekologickými podmínkami (zejména vláhovými poměry v půdě) během setí, klíčení a vzcházení obilnin.

3.4.4 Zpracování půdy

Značný význam má kvalitní zapravení posklizňových zbytků, na kterých přežívá řada patogenů. Jedním z hlavních zásahů je proto zpracování půdy, které bezprostředně ovlivňuje vláhový režim v půdě a její provzdušněnost. Tyto faktory působí nejen na funkci kořenů, ale i na mikrobiální život v půdě – čím je bohatší, tím menší je pravděpodobnost přemnožení některého rodu či druhu. Mezi fytopatogenní houby, které jsou součástí půdní mikroflory, patří i *Fusarium* spp.. Největší množství těchto hub se nachází do hloubky 10 – 15 cm, kde čerpají živiny především z odumřelých rostlinných zbytků (Prokinová et al., 2014). V případě vlivu zpracování půdy na napadení klasů druhu *Fusarium* spp. existují rozdílné názory – výsledky některých autorů dokladují negativní vliv bezorebných systémů a zvýšený výskyt fuzarióz klasů při jejich používání; např. Váňová (2006) zaznamenala na základě výsledků svých pokusů, kdy hodnotila vliv zpracování půdy na obsah DON v zrně jarního ječmene po předplodině kukuřici, že v případě bezorebného setí došlo oproti klasickému orebnému zpracování půdy ke znatelnému navýšení četnosti výskytu hub *Fusarium* spp. na zrně a současně došlo i ke zvýšené kumulaci DON v zrně. Podle Prokinové et al. (2014) však převažují práce, podle kterých je vliv způsobu zpracování půdy jakožto samostatného faktoru ve srovnání s jinými činiteli (odrůda, počasí atp.) na výskytu fuzarióz klasů obilnin jen malý. Především v ekologickém zemědělství by však měla být dána přednost klasickému orebnému zpracování půdy, zejména s ohledem na prevenci růstu populací půdních patogenů, u kterých je vazba na způsob zpracování půdy, ale i s ohledem na regulaci plevelů.

Podle Širučkové et al. (2007) makrokonidie i askospory jako zdroje infekce mohou být na zbytcích hostitelských rostlin na povrchu půdy až tři roky. Toto je důležité brát v potaz především tam, kde se provádí minimalizace při osevních sledech s vysokým podílem hostitelských rostlin. Rovněž Chrptová et al. (2007) uvádí, že minimalizační zpracování zanechává na povrchu posklizňové zbytky a zvyšuje riziko infekce fuzariózou klasu.

3.4.5 Výživa

Nedostatky ve výživě obecně zvyšují citlivost rostlin k napadení houbovými patogeny včetně *Fusarium* spp. Rizikem je především nadměrná výživa dusíkem, kdy jsou pletiva rostlin měkčí a tím snadněji prostupná pro patogenní houby. Takové porosty (a současně i příliš husté porosty) bývají současně náchylné k poléhání, které může mít rovněž na napadení klasů obilnin *Fusarium* spp. a šíření choroby negativní vliv (Prokinová et al., 2014).

3.4.6 Ochrana rostlin

Ochrana při této chorobě je komplikovaná a vždy je nutné ji chápat jako komplexní opatření (Horáková et al., 2015). Podle Chrpové et al. (2007) agrotechnická opatření, která se opírají o redukci patogena na posklizňových zbytcích, dostatečnou ochranu negarantují. Také vývoj biologických látek, působících účinně proti fuzarióze klasu (potlačení patogena) představuje obtížný úkol.

Vzhledem k celkově relativně nízké hladině odolnosti většiny odrůd obilnin vůči napadení fuzariózami klasu představuje podstatné snížení rizika napadení a následné kontaminace zrna mykotoxiny zařazení (pěstování) odrůd hodnocených jako méně náchylné (Horáková et al., 2015).

Jako preventivní opatření se může jevit i hluboké a kvalitní zpracování půdy, výsev uznaného, mořeného osiva a nepřehnojování dusíkem (Prokinová et al., 2014).

Podle Chrpové et al. (2007) fungicidy cíleně používané k ochraně před fuzariózami klasu potlačují projev choroby a akumulaci mykotoxinů, avšak nemohou vždy zaručit dostatečnou ochranu.

Tento způsob ochrany je drahý a skrývá v sobě určitá rizika. Reakce odrůd na ošetření fungicidy závisí na odolnosti či toleranci odrůdy k chorobě, na účinnost zvoleného přípravku, případně i na jeho vedlejší působení na danou odrůdu (Horáková et al., 2015).

Aplikace fungicidu by měla proběhnout od počátku kvetení – BBCH 61 do konce kvetení BBCH 69. Vhodnější je aplikace fungicidu na počátku kvetení (do fáze 65). Pozitivní vliv cílené fungicidní ochrany (přibližně 50 %) v zemědělské praxi byl prokázán pouze při použití doporučené dávky přípravku a aplikace fungicidu ve vhodném termínu (Chrpová, 2015).

Podle Zimolky et al. (2005) je ochrana reálná pouze ve fázi začátek kvetení, s účinností do 70%. Je důležité držet se striktně dávek účinných látek i dávek vody

a termínu aplikace. Chrpová et al. (2007) uvádí, že v současné době jsou k dispozici fungicidy na bázi metconazole, tebuconazole a prothioconazole. Fungicidní postřik cíleně aplikovaný proti klasovým fuzariózám je vhodné provést po vymetání klasů, na počátku kvetení.

Chrpová et al. (2005) doplňují, že zatím nejefektivnější účinek na omezení výnosových ztrát a kontaminace mykotoxiny je hlášen u fungicidů na bázi tebuconazolu, event. metconazolu a bromuconazolu. Účinnost fungicidů je silně variabilní, ovlivněná odrůdou, izolátem (druhem) patogena, jeho agresivitou a podmínkami prostředí.

Podle Kazdy et al. (2010) jsou aktuálně z hlediska prodejnosti a zdravotní nezávadnosti produkce nejvýznamnějšími patogeny klasů obilnin právě houby rodu *Fusarium*. Ochrana proti fuzariózám musí být komplexní a spočívá především v dodržování zásad správné pěstitelské praxe. Především v letech s očekávaným deštivým počasím v době kvetení porostů obilnin je potřebné fungicidní ošetření. Základem je jeho včasné provedení, tj. aplikace na počátku kvetení (BBCH 61). Jako dobře účinné se jeví např. látky jako tebuconazol či prothioconazol.

3.5 Rizika výskytu fuzarióz klasu obilnin neovlivnitelná (vliv prostředí)

Přestože Česká republika nepatří k nejvíce ohroženým oblastem, v některých ročních dochází ke zvýšenému výskytu klasových fuzarióz a v důsledku toho ke zvýšené akumulaci mykotoxinů v znu. Bylo např. zjištěno, že na území ČR existují oblasti s každoročním výskytem klasových fuzarióz (především kraje Zlínský, Moravskoslezský a Olomoucký). Naopak nejméně bývá ohrožen napadením fuzariózami klasu kraj Ústecký a relativně nižší bývá i napadení v Libereckém a Pardubickém kraji a v kraji Vysočina (Chrpová, 2015).

Pro výskyt fuzariových mykotoxinů je jedním z nejdůležitějších ovlivňujících faktorů průběh počasí v dané vegetační sezóně (Polišenská, 2010).

Sucho a teploty příliš vysoké nebo naopak nízké brání infekci (Chrpová et al., 2007). Duben je v České republice jedním z měsíců s nejvíce variabilním počasím. Období s teplotami pod 10°C jsou velmi častá, a to zpožďuje tvorbu perithecií na zbytcích plodin mající za následek pozdní uvolnění askospor (po kvetení) a nižší napadení fuzárií (Váňová et al., 2014).

Pokud v době kvetení obilnin nastane povětrnostní situace s teplotami kolem 20 °C a vysokou vzdušnou vlhkostí, jsou to podmínky příznivé pro infekci klasů houbou *Fusarium spp.* (Chrpová et al., 2007; Jirsa et al., 2009). Zdrojem vysoké vzdušné vlhkosti jsou především dešťové srážky. Z hlediska srážek je pro rozvoj infekce a akumulaci mykotoxinů rozhodující období 10, popř. 20 dní před kvetením a dále i období těsně po infekci (Chrpová, 2015).

V této souvislosti je třeba upozornit na to, že důležité je i ovlhčení povrchu klasu. Vyšší ovlhčení rostlin je nejen při dešti, ale trvá déle i u příliš hustých porostů (Prokinová et al., 2014).

Důležité je také správné načasování sklizně z hlediska zralosti, počasí apod. Kombajnová sklizeň představuje určitý filtr, pomocí kterého mohou být odstraněna lehká infikovaná zrna (Chrpová, 2015).

3.6 Skladování a posklizňová úprava zrna

V případě vysokého napadení zrna lze tříděním a čistěním velmi výrazně zredukovat množství mykotoxinů (až o 32%) (Chrpová et al., 2015).

Důležité je důkladné vyčištění – obsah příměsí obvykle znamená i zvýšení vlhkosti během skladování (Prokinová et al., 2014).

Podle Chrpové et al. (2007) je kvalitní skladování základním opatřením pro uchování produkce v dobré kvalitě.

Po sklizni je třeba udržovat fyzikálně-chemické podmínky na takových úrovních, aby nedocházelo k růstu plísní. Jedná se zejména o kontrolu faktorů, jako jsou aktivita vody (u obilovin je žádoucí dosáhnout hodnoty 0,7, což odpovídá 14% vlhkosti zrna), teplota a obsah kyslíku v atmosféře (plísně rodu *Fusarium* rychle odumírají v anaerobním prostředí). Je známo, že např. k tvorbě zearalenonu, mykotoxinu s estrogenními účinky, dochází především až v rámci skladování při vlhkosti zrna 22 až 25% a teplotách 12-18 °C (Chrpová, 2015). Birzele et al. (2000) zaznamenali nárůstu obsahu DON v zrna pšenice v průběhu skladování, a to při vlhkosti zrna 17 % a teplotě 20 %.

Nejlepší výsledky – zastavení růstu fuzarií a tvorby toxinů – byly získány při skladovací teplotě 24 °C v aktivně větraném skladu (Prokinová et al., 2014).

3.7 Vliv fuzarióz klasu na kvalitu produkce

Řada autorů, např. Eggert et al. (2010) či Capouchová et al. (2012) zmiňují, že napadení klasů obilnin *Fusarium* spp. vede ke snížení hmotnosti zrna a tvorbě scvrklých zrn, přičemž dochází i ke snížení jakosti zrna.

Dexter et al. (1996) uvádí, že infekce *F. graminearum* může způsobit významné změny ve struktuře karbohydrátů, lipidů a bílkovin. Boyacioglu, Hettiarachchy (1995) charakterizují *F. graminearum* jako agresivního patogena; v důsledku napadení tímto patogenem dochází v zrně obilnin k destrukci buněčných stěn, škrobových zrn a zásobních proteinů.

Řada autorů zmiňuje negativní vliv fuzarióz klasu pšenice na pekařskou kvalitu zrna. Gärtner et al. (2008), Papoušková et al. (2011) a Capouchová et al. (2012) zaznamenali u pšenice s vyšší mírou napadení zrna *Fusarium* spp. negativní ovlivnění sedimentačního indexu – Zeleného testu, což přičítají zhoršení kvality bílkovin, v důsledku jejich narušení.

Podle Harelana (2003) lze očekávat, že infekce zrna pšenice *Fusarium* spp. povede ke snížení hodnot čísla poklesu v důsledku narušení škrobových zrn a výsledky Capouchové et al. (2012) a Papouškové et al. (2011) to potvrzují. Nightingale et al. (1999) uvádí, že měrný objem pečiva z pšenice napadené *Fusarium* spp. nemusí být výrazně nižší ve srovnání s měrným objemem pečiva z pšenice nenapadené, avšak tvar pečiva (bochníčku) bude výrazně horší.

4. Metody a materiál

Cílem bakalářské práce bylo zhodnotit soubor šlechtitelských materiálů ozimé a jarní pšenice z pohledu odolnosti těchto materiálů vůči fuzariózám klasu. Pokusy se šlechtitelským materiálem ve fázi zkoušení ve fytoškolkách probíhaly ve firmě Selgen, a.s., na ŠS Úhřetice, kde je autor bakalářské práce zaměstnán a zabývá se problematikou testování pšenice na rezistenci k chorobám. V bakalářské práci jsou zahrnuty dvouleté výsledky testování, z let 2013/2014 a 2014/2015.

4.1 Stručná charakteristika pokusného stanoviště

Klimatický region

- ŠS Úhřetice patří do třetího klimatického regionu (teplý, mírně vlhký). Suma průměrných ročních teplot nad 10°C činí 2500-2800. Průměrná roční teplota °C je (7) 8-9°C. Průměrný úhrn srážek je 550-650 (700) mm. Pravděpodobnost suchých vegetačních období v 10-20%. Vláhová jistota ve vegetačním období je 4-7.

Charakter půdy

- Půda lehčí až střední hlinitá. Půdní typ černozem hnědozemní. Struktura drobtovitá, skeletovitost bez skeletu až slabě skeletovitá. Půda má slabou až střední náchylnost k utužení. Vláhové pověry jsou většinou příznivé.

4.2 Testovaný materiál

Pro testování na odolnost vůči fuzariózám klasu byly použity šlechtitelské materiály:

- **V2** (Šlechtitelský materiál v generaci F6. Tento materiál již lze považovat za stabilní. Je možné hodnotit výkonnost, jakostní parametry).
- **MPZ** (Novošlechtění).

V 1. roce bylo testováno: 28 ozimých a 29 jarních materiálů.

Ve 2. roce bylo testováno: 22 ozimých a 22 jarních materiálů.

V obou letech byly použity následující kontrolní odrůdy:

- **Ozimé:**
 - rezistentní: Petrus
 - ✓ Německá odrůda, registrována v roce 1998. Vlastní gen rezistence Typu I.
 - náchylná: Biscay
 - ✓ Pozdní odrůda, nevhodná pro pekařské využití (C). Nízkého vzrůstu, dobrá odnožovací schopnost, středně velké zrno. Náchylnost k napadení fuzariózami klasů.
- **Jarní:**
 - rezistentní: Sumai3
 - ✓ Čínská odrůda, registrována v roce 2001. Je v něm obsažen gen rezistence Typu II.
 - náchylná: SW Kadrij
 - ✓ Poloraná elitní (E) odrůda. Je středně vysoká až vysoká, dobře odnožuje. Výnos je vysoký jak v ošetřené, tak i v neošetřené variantě.
 - náchylná: Leguan
 - ✓ Poloraná výnosná odrůda s pekařskou jakostí (B). Je spíše nižšího vzrůstu, vhodná do všech pěstebních oblastí. Odolnost k fuzariózám klasů je nižší až střední.

4.3 Vlastní metodika testování

4.3.1 Zakládání polních pokusů na ŠS Úhřetice

ŠS Úhřetice testuje šlechtitelské materiály v tzv. fytoškolkách. Pokusy jsou zakládány vždy po zlepšující předplodině, v našem případě svazence. Využívá se klasický způsob zpracování půdy - podmítka, orba, příprava půdy, setí a válení.

Výsev a všechny pracovní úkony s ním spojené se provádí ručně. Jako první se provádí přesné vyměření a umístění fytoškolky na pozemku, dále se vytyčí pomocí tzv. „marglu“ obrazec ve tvaru šachovnice ve sponu 30 x 30 cm. Takto připravená šachovnice se rozdělí na jednotlivé záhony. Pro samotný výsev je nezbytné do naznačeného záhonu nakopat tzv. hnízda, ve kterých jsou vysévány testované materiály (co hnízdo, to jeden

vysetý materiál) a kontrolní odrůdy. Do každého hnízda (jamky) se vysévá cca 30 zrn. Větší počet zrn shloučený na jednom místě (v hnízdě) navozuje "pocit" hustě nasetého porostu, což napomáhá k lepšímu projevu napadení u rostliny. Po výsevu se záhony uválí a herbicidně ošetří.

Po celou dobu vegetace jsou fytoškolky udržovány v bezplevelném stavu pomocí herbicidních přípravků. V případě potřeby je možné použít i insekticidní ošetření, ale v žádném případě nesmí být použito po celou dobu vegetace fungicidní ošetření.

Hnojení (podzim – NPK, jaro – DASA, LAV)

- Před setím 40 kg N.ha⁻¹
- Regenerační 40 kg N.ha⁻¹
- Počátek sloupkování 40 kg N.ha⁻¹
- Konec sloupkování 30 kg N.ha⁻¹

4.3.2 Používaný izolát a tvorba inokula

Na všechny testované materiály byl použit stejný izolát *Fusarium culmorum* (ve formě houby na agaru), který je získáván z VÚRV Praha-Ruzyně, v.v.i. Vlastní inokulum je připravováno na ŠS Úhřetice, kde je izolát (houba) přenesen na sterilizovaná pšeničná zrna.

K produkci inokula se používá pěstování houby na sterilizovaných zrnech pšenice v Erlenmayerových baňkách (500 ml).

Do Erlenmayerovy baňky vložíme 50 g zrna pšenice, přidáme 40 ml destilované vody a autoklávueme po dobu 20 minut při teplotě 120°C. Poté necháme baňky vychladnout a vše opakujeme ještě 2x za stejných podmínek s tím rozdílem, že množství vody si určujeme sami podle stavu sterilizovaného zrna. Množství vody je velice důležité, protože je to jeden z hlavních faktorů, který rozhoduje o kvalitě nasterilizovaného zrna. Při použití většího množství vody může docházet k tzv. "rozvaření" zrna a na takto připravené zrno se houba špatně „chytá“ nebo může dojít i k tomu, že se „neuchytí“.

Houbu naaplikujeme na sterilní zrno ve flow-boxu, který nám umožní pracovat ve sterilním prostředí a neumožní vznik nežádoucí kontaminace.

Takto připravený materiál v baňkách vložíme do klimaboxu asi na 14 dní při teplotě okolo 20°C. Klimabox je vybaven UV zářivkami, které dopomáhají k lepšímu růstu houby. Asi 3. až 4. den po vložení do klimaboxu, kdy již houba začíná dostatečně prorůstat

zrnem, je nutné začít baňky každodenně protřepávat. Toto opatření napomáhá tomu, že houba dostatečně proroste kompletně celým zrnem v baňce.

Po vyndání baňek z klimaboxu porostlá zrna vysypeme a na filtračním papíru je ještě necháme po UV lampou doschnout.

4.3.3 Příprava postřikové suspenze

Připravíme si zásobní suspenzi, ve které budeme následně mikroskopicky stanovovat počet konidií na 1 ml zásobní suspenze pomocí Bürkeho komůrky.

Porostlá zrna vložíme na 30 minut do 1 l vody a vložíme do třepačky. Poté mikroskopicky ve čtverci Bürkeho komůrky napočítáme přítomné konidie a na základě toho zvolíme příslušné naředění suspenze pro vlastní aplikaci na porost, abychom dosáhli požadované koncentrace konidií v ní, tzn. cca 500 000 konidií/ml. Před vlastní aplikací do porostu se do suspenze ještě přidá smáčedlo.

4.3.4 Vlastní aplikace suspenze na porost

Aplikaci se provádí pouze u těch hnízd, která jsou na počátku kvetení (BBCH 61-64). Postřik se doporučuje aplikovat v časných ranních hodinách nebo v podvečer. Z daného hnízda se vybere vždy cca 15 – 20 klasů (dle vývojového stádia květů) a ty se svážou k sobě barevným provázkem pro daný den aplikace (tím se také oddělí od ostatních klasů). Poté se na klasy takto označené barevnými provázky aplikuje suspenze spór pomocí ručního rozprašovače. Úplně stejný postup se používá i v následujících dnech, pouze se změní barva provázku, aby bylo jasné, v jaký den bylo dané hnízdo ošetřováno. Aplikaci je třeba provádět za pěkného počasí, kdy nehrozí žádné vydatné srážky, neboť inokulované klasy se po inokulaci nijak nezakrývají. Po 24 hodinách od aplikace je zapínán zavlažovací systém, který v určitých intervalech zavlažuje porost pro zdárný vývoj choroby.

4.3.5 Hodnocení (bonitace) porostu

Hodnocení úrovně (intenzity) napadení testovaných materiálů se provádí celkem 3x. První hodnocení se provádí po sedmém dni od aplikace inokula a potom následují ještě dvě další hodnocení, vždy po týdnu. K hodnocení se používá klasická bonitační stupnice 1 – 9, přičemž hodnocení bodem 1 znamená nejhorší stav, tj. 100 % náchylnost a 9 bodů je nejlepší stav, tj. 100 % rezistentní materiál.

4.4 Sklizeň a posklizňové hodnocení

Nainokulované klasy byly sklizeny v plné zralosti. Po sklizni pobíhalo jejich další hodnocení, které spočívalo ve stanovení počtu zrn v klasu, hmotnosti klasu a HTS.

Poté bylo zrno našrotováno a odvezeno k jakostním analýzám na ČZU Praha – vlastní jakostní hodnocení proběhlo v laboratoři katedry rostlinné výroby. U testovaných šlechtitelských materiálů i kontrolních odrůd bylo provedeno stanovení obsahu N-látek v sušině zrna (dle Kjeldahla – ČSN ISO 1871); u vzorků, kde byl k dispozici dostatek šrotu, bylo ještě provedeno sedimentační hodnoty – SDS-testu (ČSN 46 1100-2), čísla poklesu (ČSN ISO 3093) – ke stanovení byl použit FallingNumber 1400 a obsahu mokrého lepku v sušině zrna (ČSN ISO 5531, ke stanovení byl použit Glutomatic 2200; současně se stanovením obsahu mokrého lepku byl stanoven Gluten Index).

5. Výsledky

5.1 Výsledky sklizňového roku 2014

5.1.1 Hodnocení šlechtitelských materiálů pšenice ozimé

V roce 2013 - 2014 bylo celkem testováno 540 šlechtitelských materiálů pšenice ozimé. Jako náchylná kontrolní odrůda byla použita odrůda Biscay, jako odolná kontrolní odrůda byla použita odrůda Petrus.

Na základě výsledků hodnocení bylo poté vybráno a dále vyhodnoceno pouze 27 uvedených šlechtitelských materiálů, a to těch, které dosáhly při hodnocení odolnosti vůči fuzariózám klasu nejlepších a nejhorších výsledků. K náchylným vůči fuzariózám klasu bylo přiřazeno 17 materiálů a k odolným 10 materiálů. Výsledky jsou uvedeny v tab. 1 a 2.

První hodnocení projevů napadení bylo provedeno po 7 dnech od aplikace inokulátu. V tomto termínu se hodnocení pohybovalo u šlechtitelských materiálů, které byly v rámci finálního hodnocení zařazeny jako „odolné“ mezi 8 a 9 body (průměr 8,8 bodu) (tab. 2), u šlechtitelských materiálů, které byly v rámci finálního hodnocení zařazeny jako „náchylné“ mezi 7 – 9 body (průměr 8,3 bodu) (tab. 1) – to znamená, že 7 dní po inokulaci byly projevy napadení u všech hodnocených materiálů minimální. Odolná kontrolní odrůda Petrus dosáhla v tomto termínu hodnocení 9 bodů, náchylná kontrolní odrůda Biscay 7 bodů.

Při druhém termínu hodnocení projevů napadení po 14 dnech od aplikace inokulátu byla již situace rozdílná. U odolnějších šlechtitelských materiálů se ještě stále pohybovalo hodnocení mezi 7 – 9 body (v průměru 7,9 bodu); u náchylnějších šlechtitelských materiálů však již byly projevy napadení klasů patrnější a hodnocení se pohybovalo mezi 4 – 8 body (průměr 6,4 bodu). Náchylná kontrolní odrůda Biscay dosáhla při tomto hodnocení 5 bodů a odolná kontrola Petrus 8 bodů.

Při třetím hodnocení projevů napadení klasů *Fusarium* spp. 3 týdny po aplikace inokulátu se již odolnost, resp. náchylnost hodnocených šlechtitelských materiálů projevila v plné míře. Soubor 10 materiálů, které vykazovaly poměrně vysokou odolnost, dosáhl při tomto hodnocení úrovně napadení mezi 7 – 8 body (průměr 7,5 bodu), zatímco u souboru náchylných materiálů bylo při tomto termínu hodnocení zaznamenáno napadení mezi 1 – 4 body (v průměru 2,9 bodu). Náchylná kontrolní odrůda Biscay dosáhla při tomto termínu hodnocení napadení na úrovni 3 bodů, odolná odrůda na úrovni 8 bodů.

Po sklizni klasů bylo provedeno jejich další hodnocení – u každého šlechtitelského materiálu byl stanoven počet zrn v klasu a hmotnost zrna u největšího a nejmenšího klasu, a dále pak průměrný počet zrn v klasu a průměrná hmotnost zrna v klasu daného šlechtitelského materiálu (tab. 1 a 2).

Z výsledků je patrné, že úroveň napadení klasů *Fusarium* spp. se na výše uvedených znacích projevila rozdílným způsobem. Počet zrn v klasu příliš ovlivněn nebyl - u odolných materiálů činil počet zrn v největším klasu v průměru celého souboru 46,6 zrna, u náchylných materiálů v průměru souboru to bylo 44, 4 zrna; u nejmenšího klasu činil počet zrn v průměru souboru u odolných materiálů 35,0 zrn, u náchylných 26,4 zrna. Průměrný počet zrn v klasu (hodnoceny všechny klasy u každého šlechtitelského materiálu) pak činil u odolných materiálů 41 zrn, u náchylných 35,8 zrn. Průměrný počet zrn v klasu u odolné kontrolní odrůdy Petrus činil 47 zrn, u náchylné kontrolní odrůdy Biscay 30 zrn.

Výrazně se však úroveň napadení projevila na hmotnosti zrna v klasu. Ta činila u největšího klasu v případě odolných materiálů v průměru celého souboru 2,44 g, u náchylných materiálů pouze 1,62 g; v případě nejmenšího klasu to bylo u odolných materiálů v průměru celého souboru 1,60 g, u náchylných 0,81 g. Průměrná hmotnost zrna v klasu pak činila u odolných materiálů 2,12 g, u náchylných 1,31 g. U odolné kontrolní odrůdy Petrus činila průměrná hmotnost zrna 2,20 g, u náchylné odrůdy Biscay 1,10 g. Je tedy zřejmé, že i u silně napadených šlechtitelských materiálů se zrno v klasu zpravidla vytvořilo, ale bylo podstatně drobnější, než u materiálů napadených méně, o čemž svědčí i zjištěné hodnoty HTS.

Hmotnost tisíce semen (HTS) činila v průměru souboru odolných materiálů 49,71g, u souboru náchylných materiálů to bylo v průměru pouze 32,38 g. Odolná kontrolní odrůda Petrus dosáhla HTS 44,74 g, náchylná odrůda Biscay pak pouze 31,49 g.

U šlechtitelských materiálů, kde se podařilo získat dostatečné množství vzorku zrna, bylo následně provedeno ještě stanovení vybraných jakostních ukazatelů. To se podařilo pouze u našeho souboru odolných materiálů. U nich bylo provedeno stanovení obsahu N-látek v sušině zrna. Obsah N-látek v sušině zrna se pohyboval v rozmezí od 11,2 – 13,2 % (v průměru to bylo 12,20 %). Kontrolní odrůda Petrus dosáhla obsahu N-látek v sušině zrna 11,9 %. V případě ozimé pšenice ze sklizně roku 2014 jsme tak neměli možnost porovnání jakostních ukazatelů odolných a náchylných materiálů;

u dalších hodnocených souborů se podařilo získat vzorky zrna o něco větší a určité porovnání tam tak bylo možné provést.

Tab. 1 Šlechtitelské materiály pšenice seté ozimé, které dosáhly ve sklizňovém roce 2014 nejhorších výsledků

Poř. číslo	Označení šlechtitel. materiálu	Termín aplikace inokulátu	1. hodnocení po 7 dnech (body)	2. hodnocení po 14 dnech (body)	3. hodnocení po 21 dnech (body)	Termín sklizně klasů	Počet sklizených Klasů	Největší klas		Nejmenší klas		Průměr. hmotnost zrna v klasu (g)	Průměr. počet zrn v klasu	HTS (g)
								Počet zrn v klasu	Hmotnost zrna (g)	Počet zrn v klasu	Hmotnost zrna (g)			
1	5158-IV	4.6.	8	4	1	6.8.	4	39	1,5	25	0,9	1,1	32	30,21
2	6126-81	4.6.	8	6	2	6.8.	6	39	1,5	30	1,4	1,4	35	37,10
3	5180-9-9	4.6.	9	6	2	6.8.	6	51	1,8	35	1,0	1,3	43	30,61
4	KR2/13	4.6.	8	7	2	6.8.	9	34	1,3	21	0,6	1,1	28	37,31
5	5083-12	4.6.	8	6	2	6.8.	14	38	1,8	5	0,3	1,0	22	30,81
6	KR32/13	6.6.	7	4	2	6.8.	6	43	1,4	14	0,1	1,2	29	36,74
7	MZB17	4.6.	7	5	3	6.8.	5	64	2,5	34	0,7	1,9	49	35,32
9	MZB26	4.6.	8	7	3	6.8.	7	36	0,9	26	0,6	0,8	31	23,01
10	6168-61	6.6.	9	7	3	6.8.	7	36	1,0	5	0,0	1,3	21	35,43
11	5157-4-26	4.6.	8	6	3	6.8.	6	46	1,4	37	1,1	1,1	42	32,10
12	ST-1151	4.6.	9	8	3	6.8.	8	33	1,0	15	0,4	0,7	24	23,12
13	MZB9	6.6.	8	8	4	6.8.	6	51	1,8	25	0,5	1,6	38	35,46
14	5025-3	4.6.	9	8	4	6.8.	5	53	2,3	42	1,4	1,7	48	32,14
15	6125-1	4.6.	8	7	4	6.8.	8	26	0,6	34	1,0	0,9	30	27,71
16	5157-20-5	4.6.	9	6	4	6.8.	6	52	1,9	31	0,6	1,4	42	33,11
17	KR29/13	4.6.	9	7	4	6.8.	6	62	2,4	54	2,6	1,8	58	33,21
Průměr			8,25	6,38	2,9		6,81	44,36	1,62	26,40	0,81	1,31	35,75	32,38
18	BISCAY	4.6.	7	5	3	6.8.	11	39	1,0	20	0,4	1,1	30	31,49

- Hodnocení 1 bod
- Hodnocení 2 body
- Hodnocení 3 body
- Hodnocení 4 body
- Kontrola - náchylná odrůda

Tab. 2 Šlechtitelské materiály pšenice seté ozimé, které dosáhly ve sklizňovém roce 2014 nejlepších výsledků

Poř. číslo	Označení šlechtitel. materiálu	Termín aplikace inokulátu	1. hodnocení po 7 dnech (body)	2. hodnocení po 14 dnech (body)	3. hodnocení po 21 dnech (body)	Termín sklizně Klasů	Počet sklizených klasů	Největší klas		Nejmenší klas		Průměr. hmotnost zrna v klasu (g)	Průměr. počet zrn v klasu	HTS (g)	Obsah N-látek v suš.zrna (%)
								Počet zrn v klasu	Hmotnost zrna (g)	Počet zrn v klasu	Hmotnost zrna (g)				
1	L9065 B-2	4.6.	8	8	8	6.8.	5	66	3,3	68	3,1	3,1	67	48,20	11,2
2	KR8/11	4.6.	9	9	8	6.8.	6	57	3,2	43	1,7	2,6	50	52,05	11,9
3	ST40012 08-6	4.6.	9	8	8	6.8.	5	45	2,3	41	2,0	2,3	43	50,20	12,3
4	6024-68	4.6.	9	8	8	6.8.	8	40	2,2	23	1,1	1,6	32	49,11	12,0
5	KR11/13	6.6.	9	8	8	6.8.	4	55	3,0	46	1,9	2,7	51	49,06	12,5
6	6033-31	4.6.	9	8	7	6.8.	5	34	1,8	22	1,0	1,9	28	49,20	12,3
7	6039-5	4.6.	9	8	7	6.8.	5	24	1,3	20	1,1	1,2	22	50,30	13,2
8	6110-10	4.6.	8	7	7	6.8.	7	39	2,2	41	2,0	1,9	40	52,11	11,8
9	ST40012 08-3	6.6.	9	8	7	6.8.	9	52	2,6	27	1,4	1,8	40	48,67	11,6
10	5159-2	4.6.	9	7	7	6.8.	8	54	2,5	19	1,0	2,1	37	48,21	13,2
Průměr			8,8	7,9	7,5		6,2	46,6	2,44	35	1,6	2,12	41	49,71	12,20
11	PETRUS	4.6.	9	8	8	6.8.	6	61	2,6	32	1,0	2,2	47	44,74	11,9

Hodnocení 8 body
 Hodnocení 7 body
 Kontrola - odolná odrůda

5.1.2 Hodnocení šlechtitelských materiálů pšenice jarní

V roce 2014 bylo celkem testováno 144 šlechtitelských materiálů pšenice jarní. Jako náchylná kontrolní odrůda byla použita odrůda Leguan, jako odolná kontrolní odrůda byla použita odrůda Sumai3.

Na základě výsledků hodnocení bylo poté vybráno a dále hodnoceno pouze 27 šlechtitelských materiálů. K náchylným vůči fuzariózám klasu bylo přiřazeno 16 materiálů a k odolným 11 materiálů. Výsledky jsou uvedeny v tab. 3 a 4.

První hodnocení projevů napadení fuzariózou klasu bylo opět provedeno po 7 dnech od aplikace inokulátu. V tomto termínu se hodnocení pohybovalo u šlechtitelských materiálů, které byly v rámci finálního hodnocení zařazeny jako „odolné“ mezi 8 a 9 body (průměr 8,7 bodu) (tab. 4), u šlechtitelských materiálů, které byly v rámci finálního hodnocení zařazeny jako „náchylné“ mezi 7 – 9 body (průměr 8,4 bodu) (tab. 3) – to znamená, že 7 dní po inokulaci byly projevy napadení u všech hodnocených materiálů minimální. Odolná kontrolní odrůda Sumai3 dosáhla v tomto termínu hodnocení 8 bodů, náchylná kontrolní odrůda Leguan 9 bodů.

Při druhém termínu hodnocení projevů napadení po 14 dnech od aplikace inokulátu již byly projevy napadení zřetelnější. U odolnějších šlechtitelských materiálů se ještě stále pohybovalo hodnocení mezi 7 – 9 body (v průměru 8,1 bodu); u náchylnějších šlechtitelských materiálů již byly projevy napadení klasů výraznější a hodnocení se pohybovalo mezi 3 – 8 body (průměr 6,9 bodu). Náchylná kontrolní odrůda Leguan dosáhla při tomto termínu hodnocení 7 bodů a odolná kontrola Sumai3 7 bodů.

Při třetím termínu hodnocení projevů napadení klasů fuzariózami 3 týdny po aplikaci inokulátu se již odolnost, resp. náchylnost hodnocených šlechtitelských materiálů projevila daleko výrazněji. Soubor 11 materiálů, které vykazovaly poměrně vysokou odolnost, dosáhl při tomto hodnocení úrovně napadení mezi 6 – 8 body (průměr 6,6 bodu), zatímco u souboru náchylných materiálů bylo při tomto termínu hodnocení zaznamenáno napadení jen mezi 1 – 4 body (v průměru 2,9 bodu). Náchylná kontrolní odrůda Leguan dosáhla při tomto termínu hodnocení napadení na úrovni 3 bodů, odolná odrůda na úrovni 6 bodů.

Po sklizni klasů bylo provedeno jejich další hodnocení – u každého šlechtitelského materiálu byl opět stanoven počet zrn v klasu a hmotnost zrna u největšího a nejmenšího klasu, dále pak průměrný počet zrn v klasu a průměrná hmotnost zrna v klasu daného šlechtitelského materiálu (tab. 3 a 4).

Z výsledků je patrné, že počet zrn v klasu vlivem různé úrovně napadení *Fusarium* spp. příliš ovlivněn nebyl – u odolných materiálů činil počet zrn v největším klasu v průměru celého souboru 45,7 zrna, u náchylných materiálů v průměru souboru to bylo 43,4 zrna; u nejmenšího klasu činil počet zrn v průměru souboru u odolných materiálů 20,8 zrn, u náchylných 19,5 zrna. Průměrný počet zrn v klasu (hodnoceny všechny sklizené klasy u každého šlechtitelského materiálu) pak činil u odolných materiálů 33,5 zrn, u náchylných 30,7 zrn. Průměrný počet zrn v klasu u odolné kontrolní odrůdy Sumai3 činil 31 zrn, u náchylné kontrolní odrůdy Leguan 39 zrn.

Hmotnost zrna v klasu však byla, stejně jako v případě ozimé pšenice, v důsledku různé úrovně napadení *Fusarium* spp. ovlivněna výrazně. U největšího klasu v případě odolných materiálů činila v průměru celého souboru 1,90 g, u náchylných materiálů pouze 1,16 g; v případě nejmenšího klasu to bylo u odolných materiálů v průměru celého souboru 0,67 g, u náchylných 0,34 g. Průměrná hmotnost zrna v klasu pak činila u odolných materiálů 1,52 g, u náchylných 0,80 g. U odolné kontrolní odrůdy Sumai3 činila průměrná hmotnost zrna v klasu 1,40 g, u náchylné odrůdy Leguan 0,90 g. I u silně napadených šlechtitelských materiálů se tedy zrno v klasu zpravidla vytvořilo, ale bylo podstatně drobnější, než u materiálů napadených méně, o čemž svědčí i zjištěné hodnoty HTS.

Hmotnost tisíce semen (HTS) činila v průměru souboru odolných materiálů 39,70 g, u souboru náchylných materiálů to bylo v průměru pouze 22,75 g. Odolná kontrolní odrůda Sumai3 dosáhla HTS 45,11 g, náchylná odrůda Leguan pak pouze 21,02 g.

U šlechtitelských materiálů, kde se podařilo získat dostatečné množství vzorku zrna, bylo následně provedeno ještě stanovení vybraných jakostních ukazatelů. To se podařilo nejen u souboru odolných materiálů, ale také u souboru náchylných materiálů. Bylo provedeno stanovení obsahu N-látek v sušině zrna. Obsah N-látek v sušině zrna činil u odolných odrůd v průměru 13,27 %, u náchylných odrůd v průměru 22,75 %. Odolná kontrolní odrůda Sumai3 dosáhla obsahu N-látek v sušině zrna 12,30 %, u náchylné kontrolní odrůdy Leguan dosáhl obsah N-látek v sušině zrna 21,02 %. Vyšší obsah N-látek v sušině zrna u náchylných odrůd patrně souvisí s nižší HTS – u drobnějšího, až zadinovitého zrna lze vyšší obsah N-látek, které jsou soustředěny zejména v aleuronové vrstvě, očekávat (na rozdíl od většího zrna s vyšším podílem škrobového endospermu). Díky dostatečnému množství zrna u odolných šlechtitelských materiálů bylo možno navíc provést stanovení čísla poklesu. Číslo poklesu se u těchto šlechtitelských materiálů

pohybovalo v rozmezí 395 – 466 s (v průměru to bylo 386,64 s). Pro stanovení čísla poklesu u náchylných materiálů již bohužel množství vzorku nestačilo.

Tab. 3 Šlechtitelské materiály pšenice seté jarní, které dosáhly ve sklizňovém roce 2014 nejhorších výsledků

Poř. číslo	Označení šlechtitel. materiálu	Termín aplikace inokulátu	1. hodnocení po 7 dnech (body)	2. hodnocení po 14 dnech (body)	3. hodnocení po 21 dnech (body)	Termín sklizně klasů	Počet sklizených klasů	Největší klas		Nejmenší klas		Průměr. hmotnost zrna v klasu (g)	Průměr. počet zrn v klasu	HTS (g)	Obsah N-látek v suš.zrna (%)
								Počet zrn v klasu	Hmotnost zrna (g)	Počet zrn v klasu	Hmotnost zrna (g)				
1	MPZ29	15.6.	7	3	1	12.8.	30	36	0,6	21	0,4	0,7	29	20,81	16,2
2	346-4	12.6.	8	8	2	12.8.	24	26	0,4	16	0,0	0,5	21	20,25	17,0
3	Aranka b-2	16.6.	9	7	2	12.8.	21	40	1,9	28	1,1	1,2	18	32,81	15,1
4	535-67	12.6.	8	6	2	12.8.	19	41	0,6	10	0,0	0,4	26	16,01	19,2
5	c640-1	15.6.	8	8	2	12.8.	16	43	0,9	24	0,4	0,7	34	18,50	15,8
6	439-8	16.6.	9	4	2	12.8.	16	34	0,7	12	0,0	0,8	23	24,00	16,3
7	MPZ1	12.6.	8	8	3	12.8.	28	56	1,8	6	0,0	0,8	31	26,21	12,2
8	334c	12.6.	9	8	3	12.8.	21	33	0,5	14	0,3	0,3	24	14,25	18,1
9	S 1218-12	10.6.	8	8	3	12.8.	23	49	1,3	12	0,0	0,9	31	25,80	14,2
10	c629-34	15.6.	9	7	3	12.8.	28	45	1,0	14	0,2	0,8	30	19,71	15,2
11	S983-12	15.6.	8	7	3	12.8.	20	44	1,3	22	0,4	0,9	33	22,64	14,7
12	S 705-12	10.6.	9	8	4	12.8.	30	64	1,8	39	0,7	1,6	52	30,40	14,3
13	ST 980	10.6.	9	8	4	12.8.	21	35	1,0	27	0,5	0,9	31	25,22	16,0
14	Granny A-1	15.6.	9	8	4	12.8.	19	45	1,5	25	0,5	0,9	35	23,61	13,8
15	Granny B-2	10.6.	8	6	4	12.8.	23	57	2,3	17	0,5	0,9	37	28,63	12,3
16	S 1213-10a	12.6.	9	6	4	12.8.	21	46	1,0	25	0,4	0,5	36	15,10	20,9
Průměr			8,44	6,88	2,88		22,50	43,38	1,16	19,50	0,34	0,80	30,69	22,75	15,71
17	LEGUAN	15.6.	9	7	3	12.8.	16	38	0,9	39	0,8	0,9	39	21,02	17,7

- Hodnocení 1 bod
- Hodnocení 2 body
- Hodnocení 3 body
- Hodnocení 4 body
- Kontrola - náchylná odrůda

Tab. 4 Šlechtitelské materiály pšenice seté jarní, které dosáhly ve sklizňovém roce 2014 nejlepších výsledků

Poř. číslo	Označení šlechtitel. materiálu	Termín aplikace inokulátu	1. hodnocení po 7 dnech (body)	2. hodnocení po 14 dnech (body)	3. hodnocení po 21 dnech (body)	Termín sklizně klasů	Počet sklizených klasů	Největší klas		Nejmenší klas		Průměr. hmotnost klasu (g)	Průměr. počet zrn v klasu	HTS (g)	Obsah N-látek v suš.zrna (%)	Číslo poklesu
								Počet zrn v klasu	Hmotnost zrna (g)	Počet zrn v klasu	Hmotnost zrna (g)					
1	460-7	15.6.	9	9	8	12.8.	23	35	1,3	7	0	1,4	21	42,22	12,5	395
2	MPZ14	15.6.	9	8	7	12.8.	24	49	2,0	31	1,2	2,0	40	40,41	12,4	318
3	445-1	10.6.	9	8	7	12.8.	26	56	2,9	16	0,5	1,6	36	42,10	13,3	325
4	631-12	10.6.	8	8	7	12.8.	11	41	2,0	12	0,6	1,5	27	45,09	16,0	306
5	S924-12	12.6.	9	8	7	12.8.	20	52	2,7	2	0,0	1,9	27	46,20	13,9	397
6	303-7-1	15.6.	9	8	7	12.8.	15	49	2,0	39	1,4	1,6	44	43,20	13,2	404
7	MPZ3	10.6.	9	9	6	12.8.	17	47	1,8	37	0,8	1,3	42	32,81	13,9	491
8	MPZ5	12.6.	8	7	6	12.8.	29	54	1,9	13	0,4	1,1	34	31,05	12,4	422
9	MPZ8	15.6.	9	8	6	12.8.	25	39	1,2	27	0,7	1,4	33	30,21	14,0	359
10	MPZ10	15.6.	9	8	6	12.8.	23	27	0,9	10	0,4	1,5	19	43,21	12,8	370
11	MPZ11	12.6.	8	8	6	12.8.	22	54	2,2	35	1,4	1,4	45	40,22	11,6	466
Průměr			8,73	8,09	6,64		21,36	45,73	1,90	20,82	0,67	1,52	33,45	39,70	13,27	386,64
12	SUMAI3	12.6.	8	7	6	12.8.	14	47	2,3	14	0,5	1,4	31	45,11	12,3	290

	Hodnocení 8 body
	Hodnocení 7 body
	Hodnocení 6 body
	Kontrola - odolná odrůda

5.2 Výsledky sklizňového roku 2015

5.2.1 Hodnocení šlechtitelských materiálů pšenice ozimé

V roce 2014 – 2015 bylo celkem testováno 559 šlechtitelských materiálů pšenice ozimé. Jako náchylná kontrolní odrůda byla použita, stejně jako v předchozím roce, odrůda Biscay, jako odolná kontrolní odrůda byla použita odrůda Petrus.

Na základě výsledků hodnocení odolnosti, resp. náchylnosti k fuzariózám klasu, bylo poté vybráno a dále vyhodnocováno pouze 20 šlechtitelských materiálů. K náchylným vůči fuzariózám klasu bylo přiřazeno 10 materiálů a k odolným rovněž 10 materiálů. Výsledky jsou uvedeny v tab. č. 5. a 6.

První hodnocení projevů napadení bylo opět provedeno po 7 dnech od aplikace inokulátu. V tomto termínu se hodnocení pohybovalo u šlechtitelských materiálů, které byly v rámci finálního hodnocení zařazeny jako „odolné“ mezi 8 a 9 body (průměr 8,3 bodu) (tab. 5), u šlechtitelských materiálů, které byly v rámci finálního hodnocení zařazeny jako „náchylné“ mezi 4 – 8 body (průměr 7,1 bodu) (tab. 6) – to znamená, že již po 7 dnech od inokulace byly projevy napadení u některých náchylných materiálů docela významné, na rozdíl od odolných materiálů, kde byl projev v tomto termínu hodnocení minimální. Odolná kontrolní odrůda Petrus dosáhla v tomto hodnocení 9 bodů, náchylná kontrolní odrůda Biscay 7 bodů.

Při druhém termínu hodnocení projevů napadení po 14 dnech od aplikace inokulátu byla situace obdobná jako již při prvním hodnocení. U odolnějších šlechtitelských materiálů se ještě stále pohybovalo hodnocení mezi 7 – 8 body (v průměru 7,9 bodu); u náchylnějších šlechtitelských materiálů již byly projevy napadení klasů výraznější u všech materiálů a hodnocení se pohybovalo mezi 1 – 6 body (průměr 4 body). Náchylná kontrolní odrůda Biscay dosáhla při tomto hodnocení 6 bodů a odolná kontrola Petrus 9 bodů.

Při třetím hodnocení projevů napadení klasů *Fusarium* spp. 3 týdny po aplikaci inokulátu se odolnost, resp. náchylnost hodnocených šlechtitelských materiálů projevila v plné míře. Soubor 10 materiálů, které vykazovaly poměrně vysokou odolnost, dosáhl při tomto hodnocení úrovně napadení mezi 7 – 8 body (průměr 7,7 bodů), zatímco u souboru náchylných materiálů bylo při tomto termínu hodnocení zaznamenáno napadení mezi 1 – 2 body (v průměru 1,2 bodu). Náchylná kontrolní odrůda Biscay dosáhla při tomto hodnocení 4 bodů a odolná kontrola Petrus 8 bodů.

Po sklizni klasů bylo, stejně jako v předchozím roce, provedeno jejich další hodnocení – u každého šlechtitelského materiálu byl stanoven počet zrn v klasu a hmotnost zrna u největšího a nejmenšího klasu, a dále pak průměrný počet zrn v klasu a průměrná hmotnost zrna v klasu daného šlechtitelského materiálu (tab. 5 a 6).

Z výsledků opět vyplynulo, že úroveň napadení klasů *Fusarium* spp. se na výše uvedených znacích projevila rozdílně. U odolných materiálů činil počet zrn v největším klasu v průměru celého souboru 49,8 zrna, u náchylných materiálů v průměru souboru to bylo 43,4 zrna; u nejmenšího klasu činil počet zrn v průměru souboru u odolných materiálů 12,9 zrn, u náchylných 21,9 zrna. Průměrný počet zrn v klasu (hodnoceny všechny klasy u každého šlechtitelského materiálu) pak činil u odolných materiálů 31,6 zrn, u náchylných 32,8 zrn. Průměrný počet zrn v klasu u odolné kontrolní odrůdy Petrus činil 34 zrn, u náchylné kontrolní odrůdy Biscay 37 zrn.

Hmotnost zrna v klasu byla v důsledku napadení *Fusarium* spp. ovlivněna výrazně. U největšího klasu v případě odolných materiálů činila v průměru celého souboru 2,51 g, u náchylných materiálů pouze 1,26 g; v případě nejmenšího klasu to bylo u odolných materiálů v průměru celého souboru 0,60 g, u náchylných 0,48 g. Průměrná hmotnost zrna v klasu pak činila u odolných materiálů 1,60 g, u náchylných 0,92 g. U odolné kontrolní odrůdy Petrus činila průměrná hmotnost zrna 1,40 g, u náchylné odrůdy Biscay 1,20 g. Opět se potvrdilo, stejně jako v předchozím roce, že u silně napadených šlechtitelských materiálů se zrno v klasu vytvořilo, ale bylo podstatně drobnější, než u materiálů napadených méně, o čemž svědčí i zjištěné hodnoty HTS.

Hmotnost tisíce semen (HTS) činila v průměru souboru odolných materiálů 52,37g, u souboru náchylných materiálů to bylo v průměru pouze 28,54 g. Odolná kontrolní odrůda Petrus dosáhla HTS 41,27 g, náchylná odrůda Biscay pak pouze 37,41 g.

U šlechtitelských materiálů, kde se podařilo získat dostatečné množství vzorku zrna, bylo následně provedeno ještě stanovení vybraných jakostních ukazatelů. U odolných i náchylných materiálů bylo provedeno stanovení obsahu N-látek v sušině zrna. U odolných materiálů obsah N-látek v sušině zrna činil v průměru 11,19 %, u náchylných materiálů 14,26 %. Odolná kontrolní odrůda Petrus dosáhla obsahu N-látek v sušině zrna 12,6 %, náchylná kontrolní odrůda Biscay dosáhla 10,9 %. Další jakostní stanovení bylo možné provést již pouze u souboru odolných materiálů (vzhledem k nedostatečnému množství vzorku u náchylných materiálů). U odolných materiálů bylo provedeno stanovení

SDS testu. Výsledky SDS testu se pohybovaly v rozmezí 44 – 74 ml (v průměru 59,50 ml).
Kontrolní odrůda Petrus dosáhla výsledku SDS testu 52,00 ml.

Tab. 5 Šlechtitelské materiály pšenice seté ozimé, které dosáhly ve sklizňovém roce 2015 nejlepších výsledků

Poř. číslo	Označení šlechtitel. materiálu	Termín aplikace inokulátu	1. hodnocení po 7 dnech (body)	2. hodnocení po 14 dnech (body)	3. hodnocení po 21 dnech (body)	Termín sklizně klasů	Počet sklizených klasů	Největší klas		Nejmenší klas		Průměr. hmotnost zrna v klasu (g)	Průměr. počet zrn v klasu	HTS (g)	Obsah N-látek v suš.zrna (%)	SDS test (ml)
								Počet zrn v klasu	Hmotnost zrna (g)	Počet zrn v klasu	Hmotnost zrna (g)					
1	7023 -21	5.6.	8	8	8	1.8.	16	52	2,7	5	0,2	1,5	29	51,21	11,2	54
2	7029 -20	3.6.	8	8	8	1.8.	21	52	2,8	19	1,0	1,6	36	54,01	9,9	44
3	7033 -24	3.6.	9	8	8	1.8.	16	62	3,2	12	0,7	1,8	37	53,00	9,3	51
4	7035 -25	10.6.	8	8	8	1.8.	12	40	2,3	15	0,7	1,6	28	54,51	10,9	54
5	7035 -29	3.6.	8	8	8	1.8.	14	54	2,7	16	0,7	1,6	35	54,39	11,0	65
6	8002C -2	5.6.	8	8	8	1.8.	22	54	2,4	4	0,2	1,8	29	51,24	12,2	55
7	KR9/14	10.6.	9	8	8	1.8.	25	50	2,3	18	0,7	1,5	34	50,23	12,1	71
8	7035 -1	8.6.	8	7	7	1.8.	16	46	2,3	19	0,9	1,6	33	53,00	10,1	55
9	7044 -5	3.6.	9	8	7	1.8.	22	39	2,0	5	0,2	1,3	22	52,10	12,7	72
10	7048 -24	8.6.	8	8	7	1.8.	16	49	2,4	16	0,7	1,7	33	50,02	12,5	74
Průměr			8,3	7,9	7,7		18	49,8	2,51	12,9	0,6	1,6	31,6	52,37	11,19	59,5
11	PETRUS	5.6.	9	9	8	1.8.	22	51	1,9	16	0,7	1,4	34	41,27	12,6	52

Hodnocení 8 body
 Hodnocení 7 body
 Kontrola rezistentní

Tab. 6 Šlechtitelské materiály pšenice seté ozimé, které dosáhly ve sklizňovém roce 2015 nejhorších výsledků

Poř. číslo	Označení šlechtitel. materiálu	Termín aplikace inokulátu	1. hodnocení po 7 dnech (body)	2. hodnocení po 14 dnech (body)	3. hodnocení po 21 dnech (body)	Termín sklizně klasů	Počet Sklizených Klasů	Největší klas		Nejmenší klas		Průměr. hmotnost zrna v klasu (g)	Průměr. počet zrn v klasu	HTS (g)	Obsah N-látek v suš.zrna (%)
								Počet zrn v klasu	Hmotnost zrna (g)	Počet zrn v klasu	Hmotnost zrna (g)				
1	7155 -5	8.6.	7	4	1	1.8.	11	43	1,1	29	0,6	1,2	36	30,10	13,4
2	7161 -33	3.6.	4	1	1	1.8.	21	42	1,6	11	0,3	0,7	27	32,24	13,8
3	LO 484	8.6.	7	4	1	1.8.	13	54	0,9	30	0,4	0,6	42	18,03	14,4
4	40056 -3	5.6.	8	4	1	1.8.	16	38	1,2	22	0,7	0,9	30	30,78	15,2
5	40 132 -9	8.6.	7	3	1	1.8.	19	61	2,2	27	0,7	1,3	44	29,00	13,5
6	40 138 -5	5.6.	7	4	1	1.8.	11	30	0,6	16	0,3	0,5	23	22,35	14,9
7	ST-14-516	10.6.	8	5	1	1.8.	13	48	1,5	28	0,7	0,9	38	29,21	14,7
8	LO458	3.6.	7	4	1	1.8.	23	42	1,7	14	0,2	0,6	28	31,00	17,1
9	7155 -38	5.6.	8	5	2	1.8.	13	34	1,0	29	0,7	1,1	32	30,21	12,1
10	7002 -1	5.6.	8	6	2	1.8.	22	42	1,1	13	0,2	1,4	28	32,50	13,5
Průměr			7,1	4	1,2		16,2	43,4	1,29	21,9	0,48	0,92	32,8	28,54	14,26
11	Biscay	3.6.	7	6	4	1.8.	18	54	2,4	20	0,7	1,2	37	37,41	10,9

	Hodnocení 1 bod
	Hodnocení 2 body
	Kontrola náchylná

5.2.2 Hodnocení šlechtitelských materiálů pšenice jarní

V roce 2015 bylo celkem testováno 171 šlechtitelských materiálů pšenice jarní. Jako náchylná kontrolní odrůda byla použita odrůda SW Kadrij, jako odolná kontrolní odrůda byla použita odrůda Sumai3.

Na základě výsledků hodnocení bylo poté vybráno a dále vyhodnoceno pouze 20 uvedených šlechtitelských materiálů. K náchylným vůči fuzariózám klasu bylo přiřazeno 10 materiálů a k odolným 10 materiálů. Výsledky jsou uvedeny v tab. 7 a 8.

První hodnocení projevů napadení *Fusarium* spp. bylo opět provedeno po 7 dnech od aplikace inokulátu. V tomto termínu se hodnocení pohybovalo u šlechtitelských materiálů, které byly v rámci finálního hodnocení zařazeny jako „odolné“ mezi 7 – 9 body (průměr 8,4 body) (tab. 7), u šlechtitelských materiálů, které byly v rámci finálního hodnocení zařazeny jako „náchylné“ mezi 7 – 8 body (průměr 7,6 body) (tab. 8) – to znamená, že 7 dní po inokulaci byly projevy napadení u všech hodnocených materiálů opět jen minimální. Odolná kontrolní odrůda Sumai3 dosáhla v tomto termínu hodnocení 9 bodů, náchylná kontrolní odrůda SW Kadrij 7 bodů.

Při druhém termínu hodnocení projevů napadení po 14 dnech od aplikace inokulátu se u odolnějších šlechtitelských materiálů ještě stále pohybovalo hodnocení mezi 7 – 9 body (v průměru 8 bodů); u náchylnějších šlechtitelských materiálů byla situace obdobná, až na několik materiálů, u kterých již byly projevy napadení klasů patrnější a hodnocení se pohybovalo mezi 5 – 7 body (průměr 6 bodů).

Při třetím hodnocení projevů napadení klasů *Fusarium* spp. 3 týdny po aplikaci inokulátu se opět odolnost, resp. náchylnost hodnocených šlechtitelských materiálů projevila v plné míře. Soubor 10 materiálů, které vykazovaly poměrně vysokou odolnost, dosáhl při tomto hodnocení úrovně napadení mezi 7 – 8 body (průměr 7,7 bodu), zatímco u souboru náchylných materiálů bylo při tomto termínu hodnocení zaznamenáno napadení mezi 1 – 3 body (v průměru 2,3 bodu). Náchylná kontrolní odrůda SW Kadrij dosáhla při tomto termínu hodnocení napadení na úrovni 3 bodů, odolná odrůda při tomto hodnocení dosáhla úrovně pouze 5 bodů.

Po sklizni klasů bylo znovu provedeno jejich další hodnocení – u každého šlechtitelského materiálu byl stanoven počet zrn v klasu a hmotnost zrna u největšího a nejmenšího klasu, a dále pak průměrný počet zrn v klasu a průměrná hmotnost zrna v klasu daného šlechtitelského materiálu (tab. 7 a 8).

Z výsledků je zřejmé, že obdobně jako u pšenice ozimé počet zrn v klasu příliš ovlivněn nebyl – u odolných materiálů činil počet zrn v největším klasu v průměru celého souboru 45,6 zrna, u náchylných materiálů v průměru souboru to bylo 34,9 zrn; u nejmenšího klasu činil počet zrn v klasu souboru u odolných materiálů 22,7 zrna, u náchylných 25,5 zrna. Průměrný počet zrn v klasu (hodnoceny všechny klasy u každého šlechtitelského materiálu) pak činil u odolných materiálů 34,3 zrna, u náchylných 30,6 zrna. Průměrný počet zrn v klasu u odolné kontrolní odrůdy Sumai3 činil 22 zrn, u náchylné kontrolní odrůdy SW Kadrijl rovněž 22 zrn.

Stejně jako u ozimé pšenice (a stejně jako u výsledků předchozího roku) se úroveň napadení projevila na hmotnosti zrna v klasu. Ta činila u největšího klasu v případě odolných materiálů v průměru celého souboru 1,97 g, u náchylných materiálů pouze 6,9 g; v případě nejmenšího klasu to bylo u odolných materiálů v průměru celého souboru 0,77 g, u náchylných 0,49 g. Průměrná hmotnost zrna v klasu pak činila u odolných materiálů 1,56 g, u náchylných 0,69 g. U odolné kontrolní odrůdy Sumai3 činila průměrná hmotnost zrna 0,50 g, u náchylné odrůdy SW Kadrijl 0,7 g.

Hmotnost tisíce semen (HTS) činila v průměru souboru odolných materiálů 44,56g, u souboru náchylných materiálů to bylo v průměru pouze 20,88 g. Odolná kontrolní odrůda Sumai3 dosáhla HTS 24,41 g, náchylná odrůda SW Kadrijl pak pouze 24,13 g.

Závěrem bylo opět provedeno stanovení základních jakostních ukazatelů zrna – u daného souboru šlechtitelských materiálů (jak odolných, tak i náchylných) bylo provedeno pouze stanovení obsahu N-látek v sušině zrna. U odolných šlechtitelských materiálů se obsah N-látek v sušině zrna pohyboval v rozmezí od 14,1 – 16,4 % (v průměru to bylo 14,38 %). U náchylných materiálů se pohyboval v rozmezí od 13,8 – 18,1 % (v průměru to bylo 15,57 %). Odolná kontrolní odrůda Sumai3 dosáhla obsahu N-látek v sušině zrna 13,4 %, náchylná kontrolní odrůda SW Kadrijl dosáhla 17,4 %.

Tab. 7 Šlechtitelské materiály pšenice seté jarní, které dosáhly ve sklizňovém roce 2015 nejlepších výsledků

Poř. číslo	Označení šlechtitel. materiálu	Termín aplikace inokulátu	1. hodnocení po 7 dnech (body)	2. hodnocení po 14 dnech (body)	3. hodnocení po 21 dnech (body)	Termín sklizně klasů	Počet sklizených klasů	Největší klas		Nejmenší klas		Průměr. hmotnost zrna v klasu (g)	Průměr. počet zrn v klasu	HTS (g)	Obsah N-látek v suš.zrna (%)
								Počet zrn v klasu	Hmotnost Zrna (g)	Počet zrn v klasu	Hmotnost zrna (g)				
1	C 820-79	12.6.	8	8	8	10.8.	24	55	2,1	22	0,9	1,6	39	41,20	14,1
2	S924-12	15.6.	9	8	8	10.8.	14	39	1,7	13	0,5	1,4	26	46,13	16,4
3	c635 34	12.6.	8	8	8	10.8.	17	57	1,7	27	1,1	1,8	42	43,00	14,3
4	S 789-1	17.6.	9	8	8	10.8.	14	49	1,9	25	0,9	1,7	37	46,46	15,4
5	S 790-14	15.6.	9	9	8	10.8.	14	46	2,1	20	0,5	1,5	33	44,21	15,2
6	C 808-8	12.6.	9	9	8	10.8.	17	41	2,2	23	0,7	1,2	32	42,00	14,3
7	ST 1224-2	17.6.	9	8	8	10.8.	12	38	1,9	19	0,7	1,7	29	45,40	14,1
8	533-66	17.6.	8	7	7	10.8.	17	44	2,1	25	1,2	1,8	35	48,41	13,7
9	S1017-12	12.6.	7	7	7	10.8.	20	50	2,3	38	0,6	1,6	44	45,80	13,4
10	ST980	12.6.	8	8	7	10.8.	19	37	1,7	15	0,6	1,3	26	43,00	12,9
Průměr			8,4	8	7,7		16,8	45,6	1,97	22,7	0,77	1,56	34,3	44,56	14,38
11	SUMA13	15.6.	9	7	5	10.8.	16	35	0,8	9	0,1	0,5	22	24,41	13,4

	Hodnocení 8 body
	Hodnocení 7 body
	Kontrola rezistentní

Tab. 8 Šlechtitelské materiály pšenice seté jarní, které dosáhly ve sklizňovém roce 2015 nejhorších výsledků

Poř. Číslo	Označení šlechtitel. materiálu	Termín aplikace inokulátu	1. hodnocení po 7 dnech (body)	2. hodnocení po 14 dnech (body)	3. hodnocení po 21 dnech (body)	Termín sklizeň klasů	Počet sklizených klasů	Největší klas		Nejmenší klas		Průměr. hmotnost zrna v klasu (g)	Průměr. počet zrn v klasu	HTS (g)	Obsah N-látek v suš.zrna (%)
								Počet zrn v klasu	Hmotnost zrna (g)	Počet zrn v klasu	Hmotnost zrna (g)				
1	C 731-6	15.6.	8	7	1	10.8.	19	26	0,4	25	0,2	0,5	26	18,00	16,1
2	S 70-10-1	17.6.	7	6	2	10.8.	14	27	0,8	40	0,8	0,4	34	18,21	15,5
3	30748-19	17.6.	8	6	2	10.8.	22	29	0,3	27	0,8	0,8	28	22,10	15,3
4	S934-13	12.6.	8	6	2	10.8.	17	38	0,8	15	0,3	0,7	27	24,73	15,9
5	S1218-12- 1	15.6.	7	6	2	10.8.	14	40	0,9	19	0,4	0,8	30	22,26	14,9
6	MPZ 29	17.6.	8	6	2	10.8.	12	31	0,6	36	0,8	0,9	34	24,15	14,8
7	S904-13	12.6.	8	6	3	10.8.	20	47	0,9	28	0,5	0,6	38	18,31	18,1
8	S1405-12	15.6.	8	5	3	10.8.	21	31	0,6	25	0,5	0,6	28	17,62	16,5
9	353 a-5	15.6.	7	6	3	10.8.	18	35	0,5	22	0,4	0,7	29	20,12	14,8
10	S1267-12	17.6.	7	6	3	10.8.	18	45	1,1	18	0,2	0,9	32	23,34	13,8
Průměr			7,6	6	2,3		17,5	34,9	6,9	25,5	0,49	0,69	30,6	20,88	15,57
11	SW Kadrlj	15.6.	7	5	3	10.8.	16	35	0,8	9	0,1	0,7	22	24,13	17,4

	Hodnocení 1 bod
	Hodnocení 2 body
	Hodnocení 3 body
	Kontrola náchylná

6. Diskuze

Cílem této bakalářské práce bylo zhodnotit soubor šlechtitelských materiálů ozimé a jarní pšenice z pohledu odolnosti těchto materiálů vůči fuzariózám klasu. V bakalářské práci jsou zahrnuty dvouleté výsledky testování, z let 2013/2014 a 2014/2015.

Fuzariózy klasů jsou v současné době nejvýznamnější klasovou chorobou pšenice. Způsobují nejen snížení výnosu, ale především kontaminují sklizené zrno (Horáková et al., 2015). Podle Chrpové et al. (2007) se klasové fuzariózy nejčastěji vyskytují na pšenici, a to ozimé i jarní, méně časté jsou na žitu a tritikale.

Pěstování odolnějších odrůd představuje základní ochranné opatření, které zamezí ztrátám na výnosech, které činí v průměru 4,2 % (Chrpová et al., 2003) a vede k omezení rizika výskytu nebezpečných mykotoxinů v zrnu (Capouchová et al., 2012; Chrpová et al., 2013). Podle Prokinové et al. (2014) v současné době nemají pěstitelé k dispozici žádné odrůdy obilnin zcela rezistentní k napadení fuzariózami klasů. Dostupné jsou pouze odrůdy středně odolné, kterým je potřeba dávat přednost před odrůdami citlivými k napadení.

Chrpová et al. (2015) uvádí, že i přes současný rozvoj molekulárních metod je hodnocení rezistence k fuzariózám klasu v polních podmínkách stále nezbytnou součástí šlechtitelského procesu. To platí samozřejmě i pro Šlechtitelskou společnost Selgen, a.s., jejíž součástí je i mé pracoviště – Šlechtitelská stanice Úhřetice.

Stále probíhá hledání zdrojů rezistence využitelných ve šlechtění. Zdroje s vysokým stupněm rezistence (u pšenice např. Sumai3) jsou sice dostupné, ale v mnoha evropských šlechtitelských programech bylo prokázáno, že kombinování vysoké úrovně rezistence s vysokou produktivitou a zvláště s potravinářskou jakostí zrna je velmi obtížné (Chrpová et al., 2015). S tím souhlasí i Matušinsky et al. (2013) a dodávají, že u napadení odrůd fuzariózami klasů existují sice rozdíly, nicméně uspokojivě odolné odrůdy dosud k dispozici nejsou.

Biologická hodnota osiva je základním, určujícím faktorem pro vzejití vitálních, zdravých rostlin, neboť, jak zmiňují Chrpová et al. (2007), *Fusarium* spp. může napadat obilniny ve všech fázích vývoje počínaje klíčením. Nedílnou součástí biologické hodnoty osiva je jeho zdravotní stav (Prokinová et al., 2014). K tomuto tvrzení se přiklání i Chrpová et al. (2007) a uvádí, že zdrojem může být i osivo nesprávně nebo nedostatečně namořené. Chrpová et al. (2003) dále uvádí, že by nemělo být použito osivo ze silně

napadených porostů. S těmito tvrzeními souhlasím, protože i na naší šlechtitelské stanici sklizené zrno důkladně čistíme a k moření používáme mořidla s fungicidní ochranou.

Výskyt fuzarióz klasu je podporován prodlouženou dobou (48 až 72 h) při > 90 % relativní vlhkosti s teplotami 15 až 30 °C (Váňová et al., 2014). Výskyt nadlimitních hodnot byl zaznamenán v oblastech s průměrnou roční teplotou vyšší než 6 °C (Chrpová et al., 2015). Dále Chrpová et. al. (2007) uvádí, že nebezpečné jsou zejména drobné srážky střídané s obdobím slunečního svitu. Větší jednorázové srážky, třeba i 5 – 10 mm nejsou tak nebezpečné, jako stejný úhrn srážek rozdělený do více drobných srážek. S tím souhlasí na základě výsledků svých pokusů i Matušinsky et. al. (2013), Váňová et al. (2008) a Prokinová et al. (2011).

V případě testování rezistence šlechtitelských materiálů k fuzariózám klasu v polních podmínkách se běžně využívají umělé inokulace. Chrpová et. al. (2015) ve své metodice uvádí, že aplikaci inokula je třeba provádět v době květu (nejvíce citlivé stádium pro infekci). Pro rozvoj infekce je vhodné využití závlahy. Tvarůžek et. al. (2012) též uvádí, že inokulace se provádí na kvetoucí porost obilnin (BBCH 61-64). Také my na naší Šlechtitelské stanici Úhřetice aplikujeme v tomto termínu suspenzi spór, a abychom navodili lepší podmínky pro rozvoj choroby, spouštíme závlahu v porostu.

Stejně tak lze souhlasit s doporučením Tvarůžka et. al. (2012), že vždy je vhodné provést inokulaci navečer nebo nejlépe ve dnech, kdy není silný sluneční svit. I my v našich pokusech provádíme umělou inokulaci navečer, nebo ve dnech bez intenzivního slunečního svitu.

Chrpová et. al. (2015) uvádí, že pro zvýšení přesnosti je doporučováno infikovat 10 vybraných klasů suspenzí spór. Po aplikaci inokula je vhodné překrýt klasy na 24 hodin polyetylenovým sáčkem, aby byla zajištěna vysoká vlhkost, potřebná pro rozvoj infekce, ale i ochrana před případnými srážkami, které by mohly infekci smýt. Tvarůžek et. al. (2012) se naopak přiklání k metodě, kdy inokulují celý porost; pro zvýšení úspěšnosti inokulace je možno inokulaci opakovat týden po první inokulaci, tím infikujeme i klasy, které při první inokulaci ještě nekvetly. K tomuto účelu je nezbytné použít aplikační techniku, která zajistí aplikaci stálého a pro celý pokus shodného množství inokula. Podle Capouchové et al. (2012) je tato metoda vhodná zejména v případě, kdy potřebujeme získat větší množství zrna pro následné analýzy. Na naší šlechtitelské stanici byly zkoušeny obě dvě metody, tak jak jsou popisovány. Na základě získaných zkušeností jsme

se rozhodli pro metodu inokulace 10 vybraných kvetoucích klasů - jak uvádí Chrpová et. al. (2015), s tím rozdílem, že my infikované klasy nenakrýváme polyetylenovým sáčkem.

Chrpová et. al. (2015) uvádí, že výhodou pokusů s umělou infekcí je možnost dosáhnout vysokých hodnot obsahu DON, což umožňuje lépe posoudit odrůdové rozdíly v rezistenci k této chorobě. Ke shodným závěrům dospěli také Lemmens et al. (2005) a Pazderů et al. (2013). Výše uvedená metoda s umělou inokulací vybraných 10 klasů, vyvinutá a aplikovaná ve VÚRV, je navíc při podpoření infekce mikrozávlahou úspěšná při různém průběhu počasí.

Tvarůžek et. al. (2012) doporučují vizuální hodnocení provádět nejdříve v době dvou týdnů po inokulaci. Celý proces hodnocení končí po 1 měsíci od inokulace. K hodnocení je použita modifikovaná desetibodová stupnice Horsfall – Baretta. Chrpová et. al. (2015) doporučují obvyklé hodnocení ve 3 termínech (v 7denních intervalech) se začátkem 14. den po infekci (možno hodnotit i dříve od objevení příznaků). Výsledné symptomatické hodnocení prováděné po ukončení infekční doby (obvykle 28. popř. 35. den po infekci) vychází z procenta napadení klásků a intenzity symptomatické reakce. Pro hodnocení využívají devítibodové stupnice ÚKZÚZ, kdy $9 < 5\%$ a $1 > 95\%$ napadení klasu. V bonitačním hodnocení se přikláníme k postupu, který popisují Chrpová et. al. (2015).

V rámci šlechtitelského procesu je rezistence k fuzariózám klasu obvykle hodnocena až od generace F5. Již v generaci F1 však lze zjistit specifickou kombinační schopnost rodičů (donorů rezistence k fuzarióze klasu) a vybrat rodičovské kombinace perspektivní pro dosažení požadované úrovně rezistence k fuzarióze klasu (Chrpová et. al., 2015).

Váňová et al. (2008) a Capouchová et al. (2012) poukazují na to, že po infekci rostlin dochází ke značným ekonomickým ztrátám v důsledku poklesu výnosů. Podle Chrpové et al. (2003) se výnosové ztráty v letech epidemií pohybují mezi 10-25 %. Beck et al. (1997) uvádí, že infekce *Fusarium* spp. v době květu vede ke snížení hmotnosti zrna a ke tvorbě sevrklých zrn; častý je rovněž výskyt hluchých klásků, případně i celých klasů. Z našich výsledků vyplynulo, že úroveň napadení klasů *Fusarium* spp. se nijak významně neprojevila na počtu zrn v klasu – počet zrn v klasu u náchylných materiálů byl zpravidla jen o málo nižší ve srovnání s odolnými materiály. Výrazným způsobem se však úroveň napadení klasů *Fusarium* spp. projevila na hmotnosti zrna v klasu, která byla u náchylných materiálů výrazně nižší. Totéž platí o hodnotách HTS – i ta byla výrazně nižší ve srovnání

s odolnými materiály. To potvrzují i Foltýn et al. (1970), kteří uvádí, že při napadení klasu dochází ke zvýšení podílu zadinovitého zrna a sklizeň se znehodnocuje i jako krmivo. K těmto tvrzením se přiklání i Tvarůžek et. al. (2012) a dodávají, že mimořádně nepříznivý dopad má infekce *Fusarium* spp. na kontaminaci produkce mykotoxiny. Tyto látky sekundárního mechanismu patogenních hub rodu *Fusarium* mají celou řadu nepříznivých vlivů na zdraví zvířat a člověka.

Kromě produkce mykotoxinů má však infekce zrna *Fusarium* spp. negativní dopad i na technologickou jakost zrna. Např. Boyacioglu a Hettiarachchy (1995) uvádí, že při napadení zrna pšenice *F. graminearum* došlo k destrukci škrobových zrn a zásobních proteinů. Rovněž podle Pawelzik et al. (1998) je vysoká kontaminace zrna *Fusarium* spp. spojena se zhoršením pekařské jakosti. V našich pokusech bylo možné díky malému množství vzorku provést porovnání odolných a náchylných šlechtitelských materiálů pouze u obsahu N-látek v sušině zrna – ten byl vyšší u náchylných materiálů, pravděpodobně díky nižší HTS. U drobnějšího zrna s nižším podílem škrobového endospermu můžeme vyšší obsah N-látek očekávat.

7. Závěr

Ve sklizňových letech 2014 a 2015 byly na Šlechtitelské stanici Úhřetice v rámci testování na rezistenci vůči fuzariózám klasu hodnoceny širší soubory šlechtitelských materiálů pšenice seté ozimé i jarní formy. Na základě výsledků symptomatického hodnocení byly následně vybrány zúžené soubory šlechtitelských materiálů, které byly v rámci finálního hodnocení zařazeny jako „odolné“ a „náchylné“ a u těchto šlechtitelských materiálů bylo provedeno ještě další, podrobnější hodnocení.

Z výsledků hodnocení šlechtitelských materiálů jarní i ozimé pšenice z obou sklizňových let 2014 a 2015 lze vyvodit následující závěry:

- při prvním hodnocení projevů napadení klasů *Fusarium* spp. 7 dní od aplikace inokulátu byly projevy napadení minimální; při druhém hodnocení po 14 dnech od aplikace inokulátu se u odolnějších šlechtitelských materiálů napadení projevovalo ještě v malé míře, u náchylných materiálů však již byly projevy napadení zřetelnější. Při třetím hodnocení projevů napadení 3 týdny od aplikace inokulátu se již odolnost, resp. náchylnost hodnocených šlechtitelských materiálů projevila v plné míře.
- úroveň napadení klasů *Fusarium* spp. se nijak výrazně neprojevila na počtu zrn v klasu; počet zrn v klasu u náchylných materiálů byl zpravidla jen o málo nižší ve srovnání s materiály odolnými
- výrazným způsobem se úroveň napadení klasů *Fusarium* spp. projevila na hmotnosti zrna v klasu – ta byla u náchylných materiálů výrazně nižší. Totéž platí o hodnotách HTS – i ta byla výrazně nižší u náchylných materiálů ve srovnání s odolnými.
- z jakostního hodnocení bylo možné díky malému množství vzorku provést porovnání odolných a náchylných materiálů pouze u obsahu N-látek v sušině zrna – ten byl vyšší u náchylných materiálů (pravděpodobně díky nižší HTS)

8. Seznam použité literatury

Beck, R., Lepschy, J., Obst, A. 1997. Fusarien schon im Herbst aufs Korn nehmen. Deutsche Landwirtschaftszeitung, 9:28-32

Birzele, B., Prange, A., Krämer, J. 2000. Deoxynivalenol and ochratoxin A in German wheat and changes of level in relation to storage parameters. Food Additives Contaminants, 17(2):1027-1035

Boyacioglu, A., Hettiarachchy, N. S. 1995. Changes in some biochemical components of wheat grain that was infected with *Fusarium graminearum*. J. of Cereal Science, 21:57-62

Brennan, J. M., Egan, D., Cooke, B. M., Doohan, F. M. 2005. Effect of temperature on Head Blight of wheat cause by *Fusarium culmorum* and *F. graminearum*. Plant Pathology, 54: 156-160

Capouchová, I., Papoušková, L., Kostelanská, M., Prokinová, E., Škeříková, A., Hajšlová, J., Konvalinam, P., Faměra, O. 2012. Effect of different intensities of *Fusarium* infestation on grain yield, deoxynivalenol content and baking quality of winter wheat. Romanian Agricultural Research, 29:297-306

Dexter, J. E., Clear, R. M., Preston, K.R., 1996. *Fusarium* Head Blight: Effect on milling and baking of some Canadian wheats. Cereal Chemistry, 73:695-701.

Eggert, K., Wieser, H., Pawelzik, E., 2010. The influence of *Fusarium* infection and growing location on the quantitative protein composition of (part I) emmer (*Triticum dicoccum*). European Food Research and Technology, 230:837–847.

Foltýn, J., a kol. 1970. Pšenice. Státní zemědělské nakladatelství Praha, 441 s.

Gärtner, B.H., Munich, M., Kleijer, G., Mascher, F., 2008. Characterisation of kernel resistance against Fusarium infection in spring wheat by baking quality and mycotoxin assessments. *European Journal of Plant Pathology*, 120:61- 68.

Hareland, G.A., 2003. Effects of pearling on falling number and alpha-amylase activity of preharvest sprouted spring wheat. *Cereal Chemistry*, 80:232-237.

Horáková, V., Dvořáčková, O., Mezlík, T. 2015. *Obiloviny a luskoviny 2015. Seznam doporučených odrůd*, ÚKZÚZ Brno, 195 s., ISBN: 978-80-7401-108-5

Chester, J. Mirocha, Weiping, Xie, and Edson, R. Filho, 2003. Fusarium Head Blight of Wheat and Barley. *Chemistry and Detection of Fusarium Mycotoxins*, USA, 144-164, 512 s.

Chrprová, J. 2015. Fuzariózy klasu u pšenice. Pěstební doporučení k odrůdám ozimé pšenice, Kurent, s.r.o., Č. Budějovice, CZ: 12-15, 49 s., ISBN: 978-80 87111-52-9

Chrprová, J. Šíp, V., Štočková, L., Stehno, L., Capouchová, I. 2013. Evaluation of resistance to Fusarium Head Blight in spring wheat genotypes belonging to various Triticum species. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 49(4):149-156

Chrprová, J., a kol. 2011. Využití metody imunoafinitní chromatografie pro stanovení obsahu deoxynivalenolu v zrně obilovin. *Metodika pro praxi*. VÚRV, v.v.i., Praha, 12 s., ISBN: 978-80-7427-067-3

Chrprová, J., Šíp, V. 2005. Fuzariózy klasu u obilovin. Listové a klasové choroby pšenice. Diagnostika, symptomy chorob a rezistence odrůd. Sb. odb. semináře, VÚRV, Praha, 3.11. 2005, 12-13 s.

Chrprová, J., Šíp, V., Sýkorová, S., Sychrová E. 2007. Možnosti snížení rizika napadení obilnin klasovými fuzariózami. *Metodika pro praxi*, VÚRV, v.v.i., Praha, 18 s., ISBN: 978-80-87011-33-1

Chrpová, J., Šíp, V., Sýkorová, S., Sychrová, E. 2003. Fuzariózy klasu u obilnin. Významné choroby obilnin, jejich epidemiologie, kontrola a odolnost odrůd, Sb. odb. semináře, VÚRV, v.v.i. Praha, 17 – 18, 42 s., ISBN: 80-86555-28-3

Chrpová, j., Šíp, V., Štěrbová, L., Sumíková, T., Palicová, J. 2015. Metodika hodnocení rezistence pšenice ke klasovým fuzariózám v polních podmínkách. Metodika pro praxi, VÚRV, v.v.i., Praha, 16 s., ISBN: 978-80-7427-186-1

Jírša, O., Polišenská, I., Matušinský, P. 2009. Monitoring askospor *Gibberella zeae* v porostu ozimé pšenice. *Obilnářské listy*, 27(4):95-98

Kazda, J., Mikulka, J., Prokinová, E. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin. Profi Press, Praha, 399 s., ISBN: 978-80-86726-34-2

Kokkonen, M., Ojala, L., Parikka, P., Jestoi, M. 2010. Mycotoxin production of selected *Fusarium* species at different culture conditions. *Int. Food Microbiol.*, 143(1-2):17-25

Langevin, F., Eudes, F., Comeau, A. 2004. Effect of Trichothecenes Produced by *Fusarium graminearum* during *Fusarium* Head Blight Development in Six Cereal Species. *European Journal of Plant Pathology*, 110(7):735-746

Lemmens, M., Scholz, U., Berthiller, F. 2005. The ability to detoxify the mycotoxin deoxynivalenol with the major quantitative trait locus for *Fusarium* Head Blight resistance in wheat. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 18:1318-1324

Lori, G. A., Sisterna, M. N., Rizzo, I., Chidichimo, H. 2009. *Fusarium* Head Blight in wheat: Impact of tillage and other agronomic practices under natural infection. *Crop Protection*, 28(6):495-502

Ma, L-J., Geiser, D. M., Proctor, R. H., Rooney, A. P., O'Donnell, K., Trail, F., Gardiner, D. M., Manners, J. M., Kazan, K. 2013. *Fusarium* Pathogenomics. *Annu. Rev. Microbiology*, 67: 399-416

Matthies, A., Buchenauer, H., 2000. Effect of tebuconazole (Folicur) and prochloraz (Sportak) treatments on Fusarium Head Scab development, yield and deoxynivalenol (DON) content in grains of wheat following artificial inoculation with *Fusarium culmorum*. *Z. Pfl. – Krankh. Pfl. – Schutz*, 107:33-52.

Matušinsky, P., Váňová, M., Polišínská, I., Spitzerová, D., Janeček, M., Smutný, V. 2013. Nepřímá opatření k omezení výskytu klasových fuzarióz u obilnin. *Obilnářské listy*, 21(3-4):62–64.

Mauler-Machnik, A., Suty, A., 1997. New findings on the epidemiology, importance and control of Fusarium ear blight on wheat. *Cereal Res. Commun.*, 25:705–709.

Nightingale, M.J., Marchylo, B.A., Clear, R.M., Dexter, J.E., Preston, K.R., 1999. Fusarium Head Blight: Effect of fungal proteases on wheat storage proteins. *Cereal Chemistry*, 76:150–158.

Papoušková, L., Capouchová, I., Kostelanská, M., Škeříková, A., Prokinová, E., Hajšlová, J., Salava, J., Faměra, O. 2011. Changes in baking quality of winter wheat with different intensity of *Fusarium* spp. contamination detected by means of new rheological systém Mixolab. *Czech J. of Food Sciences*, 29(4):420-429

Pawelzik, H. H. et al. 1998. Untersuchungen zum Einfluss einer Fusarien-Kontamination auf ausgewählte Qualitätsmerkmale von Weizen. *Getreide Mehl und Brot*, 52:264-266

Pazderů, K., Vepříková, Z., Václavíková, M., Capouchová, I., Hajšlová, J., Konvalina, P., Prokinová, E., Janovská, D., Honsová H. 2013. Diagnostický klíčící test pro stanovení celkové kontaminace zrna obilnin fusariiovými mykotoxiny. *Certifikovaná metodika*, ČZU Praha, 28 s.

Polišínská, I. 2011: Fuzariiové mykotoxiny v obilovinách sklizně 2010. *Obilnářské listy*, 19(1):9–12.

Prokinová, E., Capouchová, I., Konvalina, P., Janovská, D., Vepříková, Z. 2014. Opatření k omezení rizika výskytu fuzarióz klasů obilnin v ekologickém zemědělství. Certifikovaná metodika, ČZU Praha, 40 s., ISBN: 978-80-213-2521-0

Prokinová, E., Capouchová, I., Kostelanská, M. 2011. Fusarium Head Blight of winter wheat and the importance of it for seed. Proc. of 10th Scientific and Technical Seminar on Seed and Seedlings, CULS Prague, 10.2. 2011, 70–77 p.

Řehořová, K., Veškna, O., Horčíčka, P., Sedláček, T., 2008. Vliv napadení klasu fuzariózami na výnosové a kvalitativní parametry pšenice ozimé a význam rezistence odrůd potravinářské pšenice k fuzariózám. In: Pšenice: Od genomu po rohlík. Kurent, s.r.o., Č. Budějovice, CZ: 73 – 81.

Smith, K.P., Evans, C.K., Dill-Macky, R., Gustus, C., Xie, W., Dong, Y., 2004. Host genetic effect on deoxynivalenol accumulation in Fusarium Head Blight of barley. *Phytopathology*, 94:766–771.

Šíp, V., Chrpová, J., Veškna, O., Bobková, L., 2010. The Impact of Cultivar Resistance and Fungicide Treatment on Mycotoxin Content in Grain and Yield Losses Cause by Fusarium Head Blight in Wheat. *Czech J. Genet. Plant Breed.*, 46(1):21-26

Širučková, I., Kroutil, P. 2007. Fuzariózy na obilninách (*Fusarium* spp.). Ministerstvo zemědělství ve spolupráci se Státní rostlinolékařskou správou, Praha, 8 s.

Tvarůžek, L., Matušinsky P., Vyšehlidová, M. 2012. Metodika pro zakládání a hodnocení pokusů s umělou inokulací obilnin fuzariózami klasů. Agrotest fyto, s.r.o., Kroměříž, 16 s., ISBN: 978-80-87555-09-5

Váňová M., Klem, K., Míša, P., Matušinsky, P., Hajšlová, J., Lancová, K. 2008. The content of Fusarium mycotoxins, grain yield and quality of winter wheat cultivars under organic and conventional ceopping systems. *Plant, Soil and Environment*, 54:395-402

Váňová, M. 2006: Fusaria v klasech jarního ječmene. Sborník z konference "Úspěšné plodiny pro velký trh" – ječmen a cukrovka", 52-54

Váňová, M., Klem, K. 2014. Model predikce obsahu deoxynivalenolu v zrně pšenice na základě meteorologických údajů a předplodiny. *Obilnářské listy*, 22(2):52–4.

Wang, J.H., Wieser, H., Pawelzik, E., 2005. Impact of the fungal protease produced by *Fusarium culmorum* on the protein quality and breadmaking properties of winter wheat. *European Food Research and Technology*, 220:552–559.

Zain, M. E. 2011. Impact of mycotoxins on humans and animals. *J. Saudi Chem. Soc.*, 15(2):129-144

Zimolka, J., a kol. 2005. Pšenice. Pěstování, hodnocení a užití zrna. Profi Press, Praha, 180 s., ISBN: 80-86726-09-6

9. Seznam použitých tabulek:

- Tab. 1 Šlechtitelské materiály pšenice seté ozimé, které dosáhly ve sklizňovém roce 2014 nejhorších výsledků
- Tab. 2 Šlechtitelské materiály pšenice seté ozimé, které dosáhly ve sklizňovém roce 2014 nejlepších výsledků
- Tab. 3 Šlechtitelské materiály pšenice seté jarní, které dosáhly ve sklizňovém roce 2014 nejhorších výsledků
- Tab. 4 Šlechtitelské materiály pšenice seté jarní, které dosáhly ve sklizňovém roce 2014 nejlepších výsledků
- Tab. 5 Šlechtitelské materiály pšenice seté ozimé, které dosáhly ve sklizňovém roce 2015 nejlepších výsledků
- Tab. 6 Šlechtitelské materiály pšenice seté ozimé, které dosáhly ve sklizňovém roce 2015 nejhorších výsledků
- Tab. 7 Šlechtitelské materiály pšenice seté jarní, které dosáhly ve sklizňovém roce 2015 nejlepších výsledků
- Tab. 8 Šlechtitelské materiály pšenice seté jarní, které dosáhly ve sklizňovém roce 2015 nejhorších výsledků