



Veronika Dumalasová a kol.

Opatření k omezení škod působených snětí mazlavou a snětí zakrslou na pšenici

METODIKA PRO PRAXI
A ŠLECHTITELSKÁ PRACOVIŠTĚ



Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i,
Praha-Ruzyně

2007

Metodika vznikla za finanční podpory MZe ČR a je výstupem řešení výzkumného záměru MZe 0002700602 „Nové poznatky, metody a materiály pro genetické zlepšování biologického potenciálu plodin a využití agro-biodiversity pro setrvalý rozvoj zemědělství“.

Veronika Dumalasová, Martina Fajferová, Pavel Bartoš

Opatření k omezení škod působených snětí mazlavou a snětí zakrslou na pšenici

**METODIKA PRO PRAXI
A ŠLECHTITELSKÁ PRACOVISŤE**

**Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i,
Praha-Ruzyně**

2007

Opatření k omezení škod působených snětí mazlavou a snětí zakrslou na pšenici

Současný význam snětí mazlavých a snětí zakrslé vyplývá z uvedených údajů o jejich výskytu v posledních letech. Pro ochranu je důležité rozlišování snětí mazlavé od snětí zakrslé, které je popsáno v kapitole o biologii snětí. Jsou uvedeny zásady moření a registrovaná mořidla. Podrobně jsou popsány metody testování pšenice na odolnost k snětím. Výsledky testů na odolnost jsou seřazeny podle původu zkoušených odrůd na české a slovenské odrůdy, zahraniční odrůdy, severoamerické zdroje odolnosti a zdroje odolnosti z ringtestu. Soubor opatření k omezení škod působených snětí mazlavou a snětí zakrslou je uveden v závěru metodiky.

Measures to limit losses caused by common bunt and dwarf bunt on wheat

Presented data on the incidence of common bunt and dwarf bunt in the recent years show importance of these diseases. Discrimination of the two bunt species described in the chapter on life cycle is important for the control. Principles of the seed treatment and registered fungicides for the seed treatment are stated. Tests for resistance to common and dwarf bunt are described in details. Results of the tests are presented according to the origin of the tested cultivars: Czech and Slovak cultivars, foreign cultivars, North-American sources of resistance and sources of resistance from the ringtest. Measures for the control of common bunt and dwarf bunt are summarized in the last chapter.

Metodika je určena především pro pracovníky z řad zkušebních, výzkumných a šlechtitelských pracovišť, kteří budou její výsledky přenášet do zemědělské praxe, zemědělcům a zemědělským poradcům.

Metodika byla schválena Ministerstvem zemědělství ČR – odborem rostlinných komodit pod č.j. 696/2008-17220. O uplatnění metodiky byla 26.11.2007 uzavřena smlouva podle ustanovení § 269 zákona 513/1991 Sb. obchodního zákoníku.

Obsah

1. Úvod	4
2. Výskyt snětí	4
3. Škodlivost snětí	5
4. Biologie snětí	5
4.1. Životní cyklus snětí.....	5
4.2. Rozlišovací znaky.....	7
4.3. Hostitelé.....	8
5. Ochrana proti snětím	9
5.1. Moření osiva.....	9
5.1.1. Sněť mazlavá.....	9
5.1.2. Sněť zakrslá.....	9
5.1.3. Mořidla.....	9
5.2. Odrůdová odolnost.....	11
5.2.1. Mechanismy odolnosti.....	11
5.2.2. Testy pšenice na odolnost.....	12
Polní testy.....	12
Laboratorní a skleníkové testy.....	13
Hodnocení napadení.....	13
5.2.3. Výsledky testů.....	15
Odolnost českých a slovenských odrůd k snětím mazlavým.....	15
Odolnost zahraničních odrůd k snětím mazlavým.....	16
Odolnost k sněti zakrslé.....	17
Popis odrůd Globus a Bill.....	17
5.2.4. Závěry pro šlechtění na odolnost.....	17
6. Souhrn opatření na ochranu proti snětím mazlavým a sněti zakrslé	18
7. Literatura	20
8. Fotografická příloha	21

1. Úvod

Před zavedením účinného moření osiva v minulém století patřila sněť mazlavá k nejvýznamnějším chorobám pšenice. Důsledné povinné moření osiva problém sněti mazlavé vyřešilo. Poskytovalo dostatečnou ochranu a zamezovalo šíření sněti. Proč jsou mazlavé sněti opět aktuální? V posledních letech se často od moření upouštělo hlavně z důvodů uspoření nákladů na mořidlo a moření. Omezila se výměna osiva a rozšířilo se užívání vlastních nemořených přesevů farmářského osiva. Začalo se rovněž rozšiřovat ekologické zemědělství, kde není moření běžnými chemickými prostředky povoleno a kde nesmí být takto mořeno ani osivo k získání osiva pro ekologickou produkci. Ke zvýšenému výskytu sněti mazlavé a zakrslé mohla rovněž přispět minimalizace přípravy půdy a časté výsevy pšenice po pšenici nebo jen v intervalu několika málo let. Výskyt sněti může ovlivnit i nedostatečné namoření osiva nebo moření nevhodným mořidlem.

Tato metodika má přispět k řešení problematiky sněti mazlavých a sněti zakrslé v praxi tím, že shrnuje současné základní poznatky o zmíněných snětech, metody jejich diagnostiky v praxi, používání mořidel, využití odrudové odolnosti včetně podkladů pro šlechtění na odolnost a další opatření k snižování výskytu sněti mazlavých a sněti zakrslé. K tomu bylo využito vlastních výsledků výzkumu i literárních údajů.

2. Výskyt sněti mazlavých a sněti zakrslé na pšenici v ČR v letech 2004 – 2006

Výskyt těchto sněti sleduje Státní rostlinolékařská správa (SRS) a rovněž pracovníci Zemědělského výzkumného ústavu Kroměříž, s.r.o., jejichž údaje jsou shrnuty v této kapitole, počínaje údaji SRS.

V r. 2004 bylo ze 128 prohlédnutých porostů pšenice napadeno sněti mazlavou 27 (21,1%) a sněti zakrslou 48 (37,5%). Bez napadení bylo 53 (41,4%) sledovaných porostů. Analýza vzorků sklizně prokázala ze 135 analyzovaných vzorků výskyt sněti mazlavé u 65 vzorků, sněti zakrslé u 57 vzorků a sněti bez rozlišení druhu u 9 vzorků.

V r. 2005 odebrali pracovníci SRS 156 vzorků na pozorovacích bodech. Z toho 51 vzorků bylo kontaminováno sněti mazlavou pšeničnou, 11 sněti zakrslou a u 14 vzorků byla zjištěna směsná infekce sněti mazlavou a zakrslou.

V r. 2006 bylo odebráno 267 vzorků, z toho byla sněť mazlavá pšeničná zjištěna v 53 vzorcích, sněť zakrslá v 66 vzorcích, sněť mazlavá hladká ve 2 vzorcích a směsná infekce sněti mazlavé pšeničné a sněti zakrslé v 25 vzorcích.

V r. 2007 byl podle předběžných údajů výskyt sněti nižší než v předcházejícím roce a na rozdíl od předcházejícího roku převládla sněť mazlavá.

Výskyt sněti mazlavých a sněti zakrslé ve vzorcích analyzovaných SRS v letech 2004 - 2006.

Rok	Počet vzorků		% kontamin. vzorků	Podíl sněti v %			
	Celkem	Kontaminovaných		Sněť mazlavá pšeničná	Sněť zakrslá	Směs	Sněť mazlavá hladká
2004	135	122	90,4	53,3	46,7	-	-
2005	156	76	48,7	67,1	14,5	18,4	-
2006	267	146	54,7	36,3	45,2	17,1	1,4
2007	249	111	39,8	60,4	18,0	15,3	6,3

Sněť byla zjišťována i v porostech z mořeného osiva. Sněť zakrslá byla zjištěna, i když bylo osivo údajně mořeno účinnými mořidly Celest Extra 050 FS nebo Dividend 030 FS. To se ve zprávě SRS vysvětluje nekvalitním namořením a zvláště příznivými podmínkami pro výskyt sněti. Zima 2005/2006 s dlouhotrvající sněhovou pokrývkou byla mimořádně příznivá pro sněť zakrslou.

Výskyt sněti mazlavé byl v r. 2005 zjištěn i na odrůdě Globus, která byla nejodolnější z registrovaných odrůd ve víceletých pokusech a u níž je možno předpokládat žádné nebo jen nízké napadení i bez moření. Napadená byla i další poměrně odolná odrůda Bill. Příčinou mohly být příměsi v osivu.

V Zemědělském výzkumném ústavu Kroměříž, s.r.o. se každoročně analyzuje na přítomnost sněti mazlavé a sněti zakrslé přibližně 200 vzorků. V r. 2006 ze 193 analyzovaných vzorků byla sněť mazlavá zjištěna v 19 vzorcích (9,8%) a sněť zakrslá v 71 vzorcích (36,8%). Kontaminace sněti byla tedy zjištěna u 46,6% analyzovaných vzorků, podobně jako v údajích SRS, kde se výskyt sněti rovněž pohybuje kolem poloviny analyzovaných vzorků. Nárůst výskytů sněti zakrslé pozorovali pracovníci Zemědělského ústavu s určitými výkyvy od r. 2001 a to ve všech krajích, odkud získali vzorky sklizně.

3. Škodlivost sněti

Škody spočívají v ztrátách daných snětivými klasy, ale hlavně v znehodnocení sklizně zápachem (trimethylamin). Sklizeň je pak nepoužitelná pro potravinářské účely a nevhodná pro krmení. Při vyšší kontaminaci zkrmovaného obilí může sněť u hospodářských zvířat působit respirační alergie, poruchy trávení, růstu, vývoje i reprodukce, u drůbeže snížit snůšku vajec. Za nevhodné pro krmivářské účely se uvádí sklizeň z porostů s výskytem 4-15 snětivých klasů na 100 m² pole. V literatuře ojedinělý je údaj o karcinogenních polycyklických aromatických uhlovodících v pšenici infikované snětí mazlavou (Shanshal et al. 2004). Přímé výnosové ztráty sněti mazlavou odpovídají počtu napadených klasů, kdežto redukce po napadení sněti zakrslou je nižší vzhledem k zvýšenému odnožování vlivem této sněti (0,8% při napadení 1,0%).

K dalším ztrátám je možno počítat zamítnutí množitelských porostů pro výskyt sněti. Sbírka zákonů č. 384/2006 částka 121 uvádí jako nejvyšší dovolený počet (případně %) rostlin napadených chorobami na 100 m² porostu pro stupeň množení C u pšenice seté, tvrdé a špaldy pouze 1 rostlinu, pro stupně SE a E nepovoluje žádnou snětivou rostlinu. To se týká sněti mazlavých, kdežto v žádném stupni množení není povolen výskyt sněti zakrslé. V osivu (SE, E, C) je na 300 semen povolen maximální výskyt 10 ks sněti (*Tilletia* spp.). Pšenice k potravinářským účelům skladovaná v zemědělských veřejných skladech nesmí vykazovat napadení snětí rodu *Tilletia* (neobsahuje snětivá zrna, háčky sněti, popřípadě pach po sněti).

4. Biologie sněti mazlavých a sněti zakrslé

4.1. Životní cyklus sněti

Sněť mazlavá pšeničná (*Tilletia tritici* /Bjerk./ Wint.), sněť mazlavá hladká (*T. laevis* Kühn) a sněť zakrslá (*T. controversa* Kühn) patří mezi *Basidiomycetes*.

Sněť mazlavá pšeničná a sněť mazlavá hladká se liší pouze povrchem teliospor, který u sněti mazlavé hladké nemá síťování, na rozdíl od sněti mazlavé pšeničné. Biologií se neliší, takže se neliší ani způsoby ochrany proti těmto dvěma druhům sněti. Oba druhy se mohou

křížit vzájemně, takže může vzniknout mnoho morfologicky různých typů povrchu spor. To vedlo k tomu, že někteří autoři přechodné typy považovali za samostatné druhy. Řidčeji byli pozorováni hybridy mazlavých snětí se snětí zakrslou. Ti měli nejen povrch teliospor, ale i biologické vlastnosti přechodného charakteru mezi zmíněnými druhy. Schopnost křížení mezi snětmi napadajícími pšenici vedla naopak také k tomu, že všechny tři druhy byly někdy považovány jen za variety jednoho a téhož druhu.

Sněť zakrslá se od snětí mazlavých liší nejen povrchem teliospor, ale i biologii a z ní vyplývajícím odlišným způsobem ochrany.

Infekci snětí předchází kontakt rostliny a patogena. Teliospory, výtrusy jako hnědošedý prach, se uvolní během sklizně, při mlácení nebo manipulaci se zrním. U snětí mazlavé pšeničné a snětí mazlavé hladké je kontakt usnadněn tím, že zdrojem inocula jsou zpravidla spory ulpívající přímo na obilkách. U snětí zakrslé jsou zdrojem infekce spory pocházející z půdy z předchozí sklizně či více sklizní nebo zanesené větrem. Teliospory snětí zakrslé jsou dlouhodobě schopné přežít v půdě a také její produkty klíčení teliospor jsou odolnější k nepříznivým vlivům než produkty klíčení teliospor snětí mazlavé pšeničné a snětí mazlavé hladké.

Napadení pšenice snětmi mazlavými je podmíněno vyklíčením teliospor v dobu vhodnou pro infekci hostitele. Spory snětí mazlavých klíčí až po uvolnění se ze soru (snětivé hálky). Klíčení inhibuje trimethylamin, možná i další endogenní složky. K infekci snětí mazlavou pšeničnou a snětí mazlavou hladkou dochází pod zemí, krátce po vyklíčení obilky, dříve než se koleoptile objeví na povrchu. Na klíčení má vliv vlhkost půdy a její teplota, optimální teplota je 5-10°C.

U snětí zakrslé infekce začíná penetrací mladých rostlin infekční hyfou po vyklíčení teliospor nacházejících se na povrchu nebo blízko povrchu půdy. Infekce osivem je vzácná. Pro klíčení teliospor je důležitá stabilní dlouhodobě nízká teplota, vlhkost a světlo; proto snětí zakrslé více vyhovují oblastem s aspoň dvouměsíční sněhovou pokrývkou. Tyto podmínky nachází sněť zakrslá pouze u ozimů, na jařinách se nevyskytuje. K absenci snětí zakrslé na jařinách přispívá také jarní dormance teliospor. Spory jsou v přírodě od března do června dormantní. Dormanci působí dlouhé chladno a vlhko během zimy, za tepla a sucha pomíjí.

Úspěšná infekce je podmíněna včasným obsazením apikálního meristému vegetačního vrcholu houbou před počátkem prodlužování internodií. Hyfy rostou intercelulárně a během prodlužování internodií se pohybují vzhůru spolu s apikálním meristémem. Na zasažení apikálního meristému má vliv hloubka setí a termín výsevu. U snětí mazlavé hladké a snětí mazlavé pšeničné podporuje infekci hlubší setí a nižší teploty po výsevu, prodlužující dobu potřebnou k obsazení apikálního meristému hyfami. U snětí zakrslé jsou rostliny náchylnější k infekci při mělkém setí než při hlubokém setí. Záleží zde i na stádiu vývoje rostliny, nejnáchylnější jsou rostliny na počátku odnožování nebo dokud je jen málo odnoží. U náchylných odrůd dochází k vývoji typických projevů choroby.

Sporulace mazlavé snětí pšeničné a mazlavé snětí hladké začíná ve velmi mladém semeníku. Dokud se neobjeví klasy nemusí být symptomy choroby zjevné. Napadené klasy jsou tmavěji zelené a zůstávají zelené déle. Zralé napadené klasy jsou šedonamodralé. Stébla snětivých klasů mohou být zkrácená. Sory, snětivé hálky snětí mazlavých, mají zhruba tvar obilky, nejsou tak kulaté jako u snětí zakrslé. Klasy mohou být deformované, ale často vypadají téměř normálně. Napadené klasy neuvolňují prašníky, pyl není životaschopný, stěny mladých semeníků jsou zelené, počet základů květů je zvýšený, vřetenou klasu prodloužená. Vyskytují se i částečně snětivé klasy a obilky.

Pro sněť zakrslou je typický abnormálně vysoký počet odnoží (plus 50%) a nápadné zkrácení stébla. Teliosporogeneze začíná blízko středu mladých semeníků v době, kdy jsou asi 1,5 mm dlouhé; s růstem semeníků se hyfy šíří a tvoří se spory, je spotřebováno téměř všechno pletivo uvnitř semeníku. Modifikovaná stěna semeníku tvoří stěnu soru. Tvar soru je

u sněti zakrslé kulatější než obilka a může být i větší, dává tak napadenému klasu typický tvar. Prašníky se nevytvoří, pyl není životaschopný, k fertilizaci proto nedochází. Napadené jsou běžně jen některé odnože téže rostliny. Obvykle jsou snětivé všechny, nebo téměř všechny kvítky v klase. Napadené klasy mají zpravidla zvýšený počet květních primordií. Vřetena klasů se u napadených klasů prodlužují, dobře patrné je to u kompaktního typu klasů.

V důsledku napadení sněti mazlavými se mohou tvořit také chlorotické skvrny na listech, nevznikají však vždy a u všech odrůd. Zvýšené odnožování, zakrslost a další morfologické změny napadených rostlin jsou řízeny hormony rostliny.

4.2. Rozlišovací znaky

Teliospory

Sněť mazlavá pšeničná má teliospory hnědošedé, zpravidla kulovité, řidčeji poněkud vejčité. Měří 14-23,5 μm v průměru, někdy až 25 μm . Povrch teliospor má síťovanou polygonální strukturu o hloubce 0,5-1,5 μm , někdy připomínající povrch mozku. Velikost dvůrků v síťování kolísá. Sterilní buňky mají stejný tvar jako teliospory, ale jsou menší, o průměru 9,8-18,2 μm hyalinní nebo téměř hyalinní.

Sněť mazlavá hladká má teliospory světlejší, olivově hnědé, kulovité až vejčité o průměru 14-22 μm , někdy menší (13 μm). Povrch teliospor je hladký. Sterilní buňky jsou kulovité až lehce vejčité, někdy nepravidelných tvarů, o průměru 11-18 μm . Jsou hyalinní nebo téměř hyalinní.

Sněť zakrslá má teliospory hnědé, zpravidla světlejší, kulovité nebo mírně vejčité, opouzdřené hyalinní želatinózní vrstvou silnou 1,5-5,5 μm . Teliospory mají průměr 19-24 μm , někdy 16,8-32,0 μm včetně hyalinní vrstvy. Na povrchu teliospor je polygonální síťování o hloubce 1,5-3 μm , často nepravidelné, někdy připomínající strukturu mozku. Dvůrky v síťování mají průměr 3-5 μm , tedy větší než u sněti mazlavé pšeničné. Sterilní buňky jsou zpravidla kulovité o průměru 9-22 μm , hyalinní nebo nahnědle olivové. Někdy jsou opouzdřeny želatinózní vrstvou.

Teliospory sněti mazlavé pšeničné od sněti zakrslé je možno také rozlišovat pozorováním změny tvaru v imerzním oleji užívaném v mikroskopické praxi. Teliospory sněti mazlavé, vystavené oleji, se svažují a na jejich povrchu se projevují prolákliny. Teliospory sněti zakrslé zůstávají většinou nezměněné.

Pro pozorování teliospor je zpravidla dostačující běžný světelný mikroskop. Fluorescenční mikroskopie umožňuje zvýraznění některých rozlišovacích znaků. Síťování u teliospor sněti mazlavé nevykazuje na rozdíl od teliospor sněti zakrslé fluorescenci. Elektronová mikroskopie umožňuje detailní zkoumání povrchu teliospor.

Snětivé hálky

Sněť mazlavá pšeničná a sněť mazlavá hladká má hálky zpravidla vejčitého tvaru, tmavě hnědé. Sněť zakrslá má hálky většinou kulovité až vejčité, tmavě hnědé. Tvar hálek může být ovlivněn tvarem obilek hostitelské rostliny a proto není spolehlivým znakem k rozlišení uvedených druhů sněti.

Klíčení

Klíčení teliospor sněti mazlavé pšeničné a sněti mazlavé hladké je podobné, avšak rychlost klíčení může být různá u různých izolátů nebo patotypů sněti. Nejrychleji klíčí teliospory při teplotě 18 – 20° C, avšak nejrovnoměrnější klíčení probíhá při teplotě 14-16°C. Teliospory klíčí po 4-5 dnech při 15°C a po 10-14 dnech při teplotě 5°C za jinak optimálních laboratorních podmínek.

Klíčení teliospor sněti zakrslé se neliší morfologicky od mazlavých snětí, ale výrazně se liší vhodnými podmínkami pro klíčení a jeho průběhem. Podle údajů z USA teliospory sněti zakrslé v laboratoři zpravidla klíčí za 3-6 týdnů za optimálních podmínek, avšak některé evropské izoláty potřebují k vyklíčení ještě delší dobu. Některé izoláty klíčí rovnoměrně, jiné nepravidelně. Optimální teplota pro klíčení je 3 – 8°C. Klíčení podporuje slabé světlo, některé izoláty bez světla vůbec nevyklíčí.

Imunochemické a molekulární metody diagnostiky

Ve vývoji jsou imunochemické metody, které by ELISA testem rozlišily druhově rod *Tilletia*, a metody molekulární. Jde o metody vyžadující náročnější laboratorní vybavení. Podrobně jsou popsány v příručce: M. Kochanová a E. Prokinová: Metody diagnostiky *Tilletia* spp v teorii a praxi, kterou v r. 2004 vydala Česká fytopatologická společnost.

Diagnostika v praxi

Diagnostika snětí na zrnech pšenice se nejčastěji provádí tak, že se zrna omyjí vodou a po protřepání se získaná suspenze slije a odstředí. Sediment obsahující teliospory se mikroskopuje. Pokud se k omytí kontaminovaného zrna užije malé množství vody (několik kapek) lze při vyšší kontaminaci zrna pozorovat teliospory přímo ve slité vodě bez odstředění. Pozornost se soustřeďuje na přítomnost hyalinní vrstvy, na výšku lišt v síťování a velikost dvůrků. I sněť mazlavá pšeničná má sice hyalinní vrstvu, ta však bývá tak tenká, že není při běžném mikroskopování patrná. Sporné případy je možno vyřešit testem klíčivosti. Pokud na vodném agaru vyklíčí teliospory při 17°C za 3-5 dní, jde o sněť mazlavou. Klíčivost lze zjišťovat i za běžné pokojové teploty. Teliospory sněti zakrslé za uvedených podmínek nevyklíčí. Vodný agar 2% se připraví přidáním 20 g agaru do 1 l pokud možno destilované vody s následným rozvařením. Na vodný agar rozlitý do Petriho misek se nanášejí teliospory sněti buď rozprášením nebo v kapce vodní suspenze teliospor. Pokud je pozorování klíčení ztíženo kontaminací projevující se růstem hyf různých hub, doporučuje se povrch chlamydospor před založením testu dezinfikovat 5% roztokem přípravku SAVO. Riziko kontaminace se sníží, pokud je možno chlamydospory sterilně odebrat z vnitřku sněťivé hálky.

Podrobná metodika pro test klíčivosti je následující:

Po rozdrcení sněťivé hálky skleněnou tyčinkou se teliospory rozptýlí ve vodě. Vzniklá suspenze se přefiltruje přes látku, na níž ulpí zbytky hálky. Přefiltrovaná suspenze se pak odstředí. Teliospory rychle sedimentují i při nízkých obrátkách. Pak se teliospory přenesou do 0,25% roztoku chlornanu sodného (5% roztoku přípravku SAVO) na 1 minutu za pokojové teploty. Poté se ihned dvakrát promyjí sterilní vodou a odstředí, aby se odstranil dezinfekční prostředek a voda od promývání. Pak se teliospory rozptýlí ve vodě a suspenze se rozetře sterilní skleněnou tyčinkou rovnoměrně na vodný agar v Petriho misce (na Petriho misku o průměru 9 cm je vhodné množství suspenze 0,2-0,5 ml). Při případném nadbytku vody se doporučuje ji v Petriho miskách ponechat odpařit.

Při diagnostice snětí je třeba počítat s tím, že v jednom porostu pšenice se mohou vyskytovat všechny tři druhy snětí a že se mohou vyskytnout společně i na jedné rostlině, v jednom klasu a dokonce i v jedné napadené obilce, i když poslední případy jsou vzácné.

4.3. Hostitelé snětí mazlavých a snětí zakrslé

V literatuře se uvádějí jako hostitelé snětí mazlavých a snětí zakrslé četné druhy čeledi *Poaceae*, jak kulturní, tak planě rostoucí. Z kulturních druhů uvádí Vánky (1994) pro Evropu *Triticum aestivum*, *T. compactum*, *T. dicoccum*, *T. durum*, *T. monococcum*, *T. polonicum*, *T. thaouadar*, *T. turgidum* a *Secale cereale* pro sněť mazlavou pšeničnou. Pro sněť mazlavou hladkou udává stejné druhy vyjma *T. thaouadar* a navíc *T. spelta*. Pro sněť zakrslou je uveden menší okruh hostitelů. Jako hostitelský druh se uvádí rovněž tritikale. Výskyt snětí zakrslé na tritikale byl pozorován v ČR již od r. 1988 (Trčálek 2005). V našich pokusech se snětí mazlavou se podařila infekce z 12 testovaných odrůd tritikale jen u dvou odrůd a to s maximálním napadením pouze 2%.

Ozimý ječmen je také popsán jako potenciální hostitel snětí zakrslé. Goates (1996) uvádí, že jen málo genotypů ozimého ječmene je napadeno a to jen velmi slabě. V našich infekčních pokusech se snětí mazlavou nebyla napadena žádná ze tří testovaných odrůd ozimého ječmene.

5. Ochrana proti snětím mazlavým a snětí zakrslé

5.1. Moření osiva

5.1.1. Sněť mazlavá pšeničná a sněť mazlavá hladká

Tyto snětí napadají pšenici záhy po vyklíčení pšenice infekčními hyfami ze spor, které se nacházejí zpravidla na povrchu obilek. Řidčeji pochází infekce z inokula v půdě, poněvadž v ní si spory snětí mazlavé a hladké uchovávají klíčivost jen několik let (zpravidla se uvádějí 2 roky). Řádně mořené osivo má celé obilky pokryté patřičnou koncentrací mořidla, které ochrání klíčící obilku před infekcí spory z jejího povrchu. Účinnost moření proti infekci snětí mazlavou spory z půdy může být nižší a záleží na tom, jak dlouho moření ochrání před infekcí koleoptile.

5.1.2. Sněť zakrslá

Spory snětí zakrslé si uchovávají v půdě klíčivost řadu let (uvádí se 10 i více) a proto ochrana proti ní je obtížnější. Spory klíčí na povrchu nebo těsně pod povrchem půdy vzhledem k nárokům na světlo. K infekci koleoptilí pozdních odnoží může docházet během zimy, nejméně do února. Až do té doby musí trvat systémový účinek mořidla, aby zabránilo infekci.

5.1.3. Mořidla

Pro moření se dříve uplatňovala rtuťnatá mořidla, obecně známý byl Agronal (suché mořidlo) nebo Panogen (kapalné mořidlo). Rtuťnatá mořidla byla vysoce účinná vzhledem k jejich těkavému účinku. I malé množství rtuti difundující osivem kompenzovalo případné nedokonalé namoření. Vzhledem k celosvětovému trendu ochrany životního prostředí a snížení zdravotních rizik při moření bylo užívání Agronalu u nás ukončeno v roce 1990. V západní Evropě bylo užívání rtuťnatých mořidel zakázáno již dříve. Bylo zrušeno povinné moření osiva stanovené dříve podle vládní vyhlášky č. 62/1964.

Podle Seznamu registrovaných přípravků a evidovaných prostředků na rok 2007 jsou pro moření pšenice proti snětí mazlavé registrována tato mořidla: Sibutol 398 FS, Dividend

030 FS, Celest Extra 050 FS, Maxim 025 FS, Raxil 515 FS, Raxil 060 FS, Vitavax 200 WP, Vitavax 2000, Scenic 080 FS, Premis 25 FS, Dithane DG Neotec.

Proti sněti zakrslé jsou účinná mořidla: Sibutol, Dividend 030 FS a Celest Extra 050 FS.

Charakteristika mořidel:

Sibutol 398 FS je mořidlo ve formě suspenzního koncentrátu. Účinné látky: bitertanol 375 g/l, fuberidazol 23 g/l. Užívá se v dávce 1 l/t osiva proti snětím mazlavým a v dávce 2 l/t osiva proti sněti zakrslé. Přípravek je použitelný na všech typech mořiček, které zaručují přesné a rovnoměrné dávkování. Lze jej ředit vodou podle typu mořičky, optimální dávka je 3-5 l/t osiva.

Dividend 030 FS je mořidlo ve formě kapalného suspenzního koncentrátu. Účinná látka: difenoconazole 30 g/l. Užívá se v dávce 2 l/t osiva proti snětím mazlavým a v dávce 2,5 l/t osiva proti sněti zakrslé. Dávka 2 l/t osiva se může užívat na mořičkách typu Rotostat. Přidávaná dávka vody 0-4 l/t osiva. Přípravek může být aplikován s pomocným přípravkem k moření CETM podle technologie „100% aplikační proces“.

Celest Extra 050 FS je mořidlo ve formě suspenzního koncentrátu. Účinné látky: 25 g/l difenoconazole a 25 g/l fludioxonil. Užívá se v dávce 1,5 l/t osiva proti sněti mazlavé a v dávce 2 l/t osiva proti sněti zakrslé. Přidávaná dávka vody 0-8 l/t osiva.

Maxim 025 FS je mořidlo ve formě suspenzního koncentrátu. Účinná látka: 25 g/l gludioxonil. Užívá se v dávce 1,5 l/t osiva s přídavkem 0-8 l vody. Může být souběžně aplikován s CETM pomocným přípravkem moření osiv pomocí technologie „100% aplikační proces“.

Raxil 060 FS je mořidlo ve formě suspenzního koncentrátu. Účinná látka: tebuconazole 60 g/l. Aplikuje se v dávce 0,5 l/t osiva na všech mořičkách, které zaručují přesné a rovnoměrné dávkování suspenze mořidla.

Raxil 515 FS je mořidlo ve formě suspenzního koncentrátu. Účinné látky: tebuconazole 15 g/l a thiram 500 g/l. Používá se v dávce 2 l/t osiva s přídavkem vody 4-6 l/t osiva na všech mořičkách zaručujících přesné a rovnoměrné dávkování suspenze mořidla.

Scenic 080 FS je mořidlo ve formě suspenzního koncentrátu. Účinné látky: fluoxastrobin 37,5 g/l, prothioconazole 37,5 g/l a tebuconazole 5 g/l. Užívá se v dávce 1 l/t osiva bez přídavku vody nebo s přídavkem vody 2-5 l/t osiva.

Vitavax 200WP je práškové dispergovatelné mořidlo s kontaktními i systémovými účinky. Účinné látky: carboxin 37,5%, thiram 37,5%. Užívá se v dávce 2 kg/t osiva. Mořit je možno inkrustací s přípravkem Hydrokol 30 při dávkování Vitavax 200 WP 2kg + 3-5 l vody + 1 l Hydrokolu 30 na 1 tunu osiva nebo kombinovaným mořením při dávkování: 2-4 l vody + 1 l Hydrokolu 30 na osivo a následně Vitavax 200 WP v dávce 2 kg/t osiva.

Vitavax 2000 je mořidlo ve formě tekutého dispergovatelného koncentrátu. Účinné látky: carboxin 200 g/l, thiram 200 g/l. Užívá se v dávce 3 l/t osiva s přídavkem stejného množství vody na 1 tunu osiva, nižší dávka 2,5 l/t osiva jen při moření mořičkou Rotostat.

Premis 25 S je tekutý suspenzní koncentrát. Účinná látka: triticonazole 25 g/l. Užívá se v dávce 1,5 l/t osiva.

Dithane DG Neotec je mořidlo ve formě dispergovatelného granulátu. Účinná látka: mancozeb 80%. Užívá se v dávce 2 kg/t osiva.

Panoctine 35 LS. Účinná látka: guazatine 350 g. Užívá se v dávce 2 l/t osiva.

Premis Universal. Účinné látky iprodione 250 g/l a triticonazole 25 g/l. Užívá se v dávce 1,5 l/t osiva, v případě potřeby je možné přidat 2 l vody. Mořidlo obsahuje propylenglycol, který zajišťuje osivu vysokou sypkost.

e-ventus. Fyzikální desinfekce semen působením nízkenergetických elektronů. Provádí firma Finstar, s.r.o.

Proti sněti zakrslé účinná látka difenoconazole zajišťuje ochranu i proti poměrně vzácné půdní infekci sněti mazlavou, proti níž ochrana mořidly likvidujícími pouze inokulum na povrchu obilek nemusí být účinná. Rovněž účinné látky tebuconazole a prothioconazole obsažené v některých mořidlech působí systémově, avšak k moření proti sněti zakrslé nejsou mořidla Raxil 060 FS a Scenic 080 FS, která zmíněné látky obsahují, účinná. Systémové působení proti sněti zakrslé má být účinné tak dlouho, dokud může dojít k napadení. To může být u pozdních odnoží pšenice až do předjaří.

Vzhledem k tomu, že tři mořidla určená k moření proti sněti zakrslé jsou účinná i proti snětím mazlavým, proti nimž se užívají v nižší dávce, pro zajištění ochrany proti sněti zakrslé je nutné důsledně dbát na namoření osiva vyšší dávkou stanovenou v popisu mořidla a to i přes vyšší náklady.

Povinné moření je stanoveno vyhláškou č. 384/2006 Sb v §2 odst. 4 u osiva pšenice, které přesahuje stanovené mezní hodnoty výskytu škodlivých organismů. Tato mezní hodnota je pro sněť mazlavou maximum 10 ks (spor) na 300 semen.

Legislativně jsou také stanoveny technické a technologické parametry, které musí splňovat mechanizační prostředky na ochranu rostlin a tedy i mořičky. Mořičky testuje v dvouletých intervalech Státní rostlinolékařská správa. U kontinuálních mořiček se ověřuje průchodnost mořiček, u diskontinuálních se ověřuje dávka mořidla pro jedno moření.

Vizuálně, případně stereomikroskopem je možno posoudit podle zbarvení rovnoměrnost rozdělení mořidla na jednotlivých zrnech, ne však množství účinné látky. V laboratoři se testuje přítomnost účinné látky na agaru inokulovaném mikroorganismy citlivými na účinnou látku podle zón bez růstu mikroorganismů, které se tvoří kolem namořených obilek. Náročnějšími a nákladnějšími metodami je možno laboratorně určit přítomnost mořidla a to kvalitativně i kvantitativně.

5.2. Odrůdová odolnost

5.2.1. Mechanismy odolnosti

Po proniknutí infekční hyfy do pletiva pšenice začíná hrát roli v interakci hostitele a patogena i aktivní obrana rostliny. Sněti mazlavé a pšenice představují příklad klasického systému gen proti genu. Silně napadené jsou náchylné odrůdy bez genů rezistence. K vysokému napadení dojde však i u odrůdy s geny rezistence a to tehdy, když rasa sněti má geny virulence odpovídající všem genům rezistence, které má daná odrůda, a je tedy schopná všechny tyto geny rezistence překonat. Pokud rasa sněti postrádá virulenci třeba jen k jednomu genu rezistence v odrůdě, k napadení nedojde. Fyziologické rasy sněti mazlavých jsou dobře definovatelné na základě jejich virulence či avirulence ke genům rezistence hostitele. Tři zmiňované druhy mazlavých snětí jsou si blízce příbuzné, virulenci sněti zakrslé, sněti mazlavé pšeničné a sněti mazlavé hladké řídí stejné geny, které odpovídají příslušným genům rezistence pšenice.

Expresse některých genů rezistence je závislá na teplotě, agresivitu konkrétních fyziologických ras ovlivňuje i doba výsevu pšenice. Odolnost některých odrůd klesá pokud teploty v raných fázích vývoje rostliny dosahují přibližně 10°C. Přesívky bývají náchylné při podzimním výsevu a rezistentní při setí na jaře. Odolnost k mazlavým snětím je řízena týmiž geny pšenice. Zatím bylo popsáno nejméně 15 major genů (*Bt1* až *Bt15*); vyskytují se jednotlivě nebo v kombinacích. K určení fyziologických ras se používá soubor linií pšenice monogenních pro jednotlivé *Bt* geny. Kromě zmíněných 15 genů je znám gen *BtZ* pocházející z translokace z *Agropyron intermedium* užitý k ochraně před mazlavou snětí

hladkou a mazlavou snětí pšeničnou v bývalém Sovětském svazu. Kromě *Bt* genů jsou známy geny se slabým nebo modifikujícím účinkem. Minor geny s kumulativním účinkem mohou též podmiňovat rezistenci.

Příkladem velmi efektivního zdroje rezistence k mazlavým snětím je linie PI178383 pocházející z Turecka, hlavní zdroj rezistence k snětí zakrslé v USA. Má geny rezistence *Bt8*, *Bt9*, *Bt10* a další zatím neidentifikovaný faktor rezistence. Tato odolnost zůstala účinná 20 let, hlavně proto, že severoamerické izoláty snětí postrádají virulenci k *Bt8*. Z Evropy je známa rasa vysoce virulentní ke genům rezistence linie PI178383. Potenciál zdrojů rezistence je vždy závislý na virulenci ras snětí v určité oblasti.

Odolnost může být překonána selektivním zvýšením výskytu virulentní rasy nebo vznikem nových kombinací genů virulence v populaci snětí. Proto je potřeba neustále hledat nové zdroje rezistence a využívat je ve šlechtění na odolnost.

U nekompatibilní, rezistentní reakce nedochází k typickému vývoji symptomů choroby, mycelium houby je rostlinou potlačeno. Hyfy mohou být přítomny v pletivu rezistentních odrůd, neproniknou však do apikálního meristému z důvodů, které nejsou dosud dostatečně známé. Na nekompatibilní interakci hostitel-patogen se mohou podílet obranné reakce spouštěné po aktivaci signálních drah zahrnujících kyselinu salicylovou a/nebo jasmonát. U některých odolných odrůd dochází při obranné reakci ke zvýšené expresi antifungálních proteinů. Dále byl pozorován rozdíl v up-regulaci transkriptů pro pšeničnou lipázu, chitinázu a proteinu PR-1a, tedy rostoucí citlivost buňky k příslušným molekulám zvýšením počtu odpovídajících receptorů. Ns-LPTs, nespecifické lipidy přenášející proteiny mohou projevovat i antimikrobiální aktivitu. Toxicita pšeničných ns-LPTs je spojena se změnou v propustnosti houbové membrány a následném odlivu intracelulárních iontů. Také hromadění kalusu kolem pronikající hyfy během raných fází penetrace se jeví být součástí reakce hostitele na invazi, nejde však o rozhodující faktor.

5.2.2. Testy pšenice na odolnost k snětím mazlavým a snětí zakrslé

Polní testy

Sněť mazlavá

K testům odrůd se užívá osiva inokulovaného teliosporami snětí. Inokulace se provádí protřepáváním osiva s teliosporami snětí. Nejčastěji se užívá dávky 1-2 g teliospor na 1 kg osiva. Za optimálních podmínek pro výskyt snětí však stačí k napadení náchylné odrůdy i řádově nižší dávka inokula. Naopak Goates (1996) doporučuje vyšší dávku, totiž 10 g na 1 kg osiva. Někdy se užívá inokulace teliosporami ve vodní suspenzi se smáčedlem, zajišťujícím pravidelnější rozptýlení teliospor.

Jako inokulum se zpravidla užívá směs snětí různých proveniencí, tak aby výsledky odrážely reakci odrůd k co nejširšímu spektru virulence v daném geografickém areálu. Při užití směsi proveniencí snětí je však třeba počítat s možnou konkurencí proveniencí snětí ve směsi. Proto je vhodné po předběžných testech směsí teliospor ověřit reakci vybraných (odolných) odrůd/linií testem jednotlivými proveniencemi snětí. Nejvhodnější inokulum pro testy představují teliospory určených patotypů (ras) snětí, které mají různé geny virulence. V ČR nebyl dosud proveden rozsáhlejší průzkum patotypů. Byly zjištěny rasy T3 a T5 o souhrnné virulenci na genech rezistence *Bt1*, *Bt2* a *Bt7*. Pro výběr zdrojů rezistence jsou zvláště zajímavé výsledky z Německa, kde bylo zjištěno více kombinací virulencí, přičemž pouze geny *Bt11*, *Bt12* a *Bt13* nebyly překonány žádnou proveniencí snětí. V testu snětí

zakrslé ve VÚRV, v.v.i. v Praze-Ruzyni bylo dosaženo nízkého napadení u všech testovacích linií; jen linie s geny *Bt11*, *Bt12* a *Bt13* nebyly vůbec napadeny.

Sněť zakrslá

Nejjednodušší způsob testů je využití pozemku přirozeně zamořeného snětí zakrslou. Je třeba však počítat s tím, že zamoření nemusí být rovnoměrné a tomu přizpůsobit schéma pokusu. Umělé zamoření půdy bývá méně spolehlivé. To se provádí tak, že se na povrch půdy rozptýlí vodní suspenze teliospor snětí. Doporučuje se dávka 15-25 g teliospor/1 l vody získaných rozdrcením snětivých hálek a pročištěných přes síto. Do řádků 1,5 m dlouhých se aplikuje 25 ml suspenze. Suspenzi je třeba během aplikace protřepávat, aby se teliospory neusazovaly. Uvádí se, že za optimálních podmínek lze dosáhnout napadení přes 90% klasů. V našem pokusu s řádově nižší dávkou inokula však napadení dosáhlo maximálně 5%. Na rozdíl od snětí mazlavých se seje mělce, do hloubky asi 2 cm a půda se po zasetí utuží. Světlo podmiňuje nebo podporuje klíčení. Na přirozeně kontaminovaných pozemcích bývá největší napadení snětí zakrslou na utužených částech pole, kde zrno bylo jen mělce zaseto, což bývá na souvratích. Pro napadení je příznivá dlouho trvající sněhová pokrývka. Pokud se tato nevyskytuje, doporučuje se pokusné pole přikrýt slámou. Tu je však třeba záhy na jaře odstranit, poněvadž podporuje plísň na mladých porostech pšenice.

Laboratorní a skleníkové testy

Existují laboratorní, respektive skleníkové metody testů. Ty jsou však zpravidla příliš náročné pro šlechtitelskou praxi. U snětí mazlavých se inkubují inokulované obilky na ovlhčených filtračních papírech v Petriho miskách při teplotě přibližně 8°C do naklíčení a pak se přesazují do kořenáčů nebo vegetačních nádob. U ozimé pšenice poté následuje jarovizace při teplotě 2-5°C po dobu 7-8 týdnů. U snětí zakrslé se teliospory nechají vyklíčit na agaru v Petriho miskách. Pak se agar polije menším množstvím vody a na něj se umístí obilky. Pohybuje se s nimi na agaru dokud nejsou obilky pravidelně ovlhčeny. Poté se obilky vysazují do nádob. Inokulaci je možno rovněž provést postřikem rostlin pšenice ve fázi 1-2 listů suspenzí naklíčených teliospor. Po inokulaci je třeba rostliny udržovat přikryté za vysoké vlhkosti vzduchu po 5 dní při teplotě 10-15°C. Ve skleníkových testech je zpravidla možno dosáhnout až 100% napadení náchylných genotypů, ale pro praktické účely šlechtění na odolnost nemusí být tak přísný test optimální.

Ve Švédsku se pro testy odolnosti k snětí mazlavé po týdenní inkubaci ve studeném skleníku užívá následující režim v růstové komoře (fytotronu):

Délka dne hodiny	Intenzita světla $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$	Vlhkost %	Teplota den/noc °C	Počet dní
12	128	90	10 / 6	7
10	128	90	6 / 4	7
8	128	90	3 / 3	28
12	128	90	8 / 4	7
14	128	80	15 / 8	7
16	250	80	23 / 18	do odkvětu

Hodnocení napadení

Napadení se hodnotí podle % napadených klasů z celkového počtu klasů nebo podle % napadených rostlin z celkového počtu rostlin (skleníkové pokusy). Podle účelu pokusu se někdy hodnotí zvlášť počet částečně napadených rostlin a částečně napadených klasů. Zvláště u odolnějších odrůd bývá časté částečné napadení a to bazální části nebo jen jedné strany klasu. Velmi ojedinělé je částečné napadení obilky, které pak připomíná napadení snětí *Tilletia indica*, která se však v ČR nevyskytuje.

Napadení do 10% se považuje za ukazatel odolných odrůd, je-li v témže pokusu maximální napadení náchylné kontroly vyšší než 70%. K testům odolnosti je vhodné přiřazovat náchylnou kontrolu, poněvadž napadení v jednotlivých letech kolísá podle průběhu počasí. Další příčinou rozdílného napadení v jednotlivých letech může být rozdílné inokulum, lišící se geny virulence. Proto se doporučuje po dobu testů stejné serie odrůd (např. 3 roky) užívat stejné inokulum. Inokulum (teliospory snětí) získané rozdrčením snětivých hálek a vyčištěné přes síto vydrží klíčivé v chladné místnosti několik let, v chladničce 5-10 let i více. Srovnání mezi jednotlivými lety se usnadní, když se výsledky z jednotlivých let vztáhnou k napadení náchylné kontroly v příslušném roce. Napadení testovaných odrůd se vyjádří v % relativního napadení k náchylné kontrole, jejíž napadení se považuje za 100%.

Při hodnocení napadení většího počtu parcel se hodnotí počet rostlin, počet napadených klasů nebo rostlin na stejné ploše. Zkušený šlechtitel může napadení hodnotit i odhadem a zkoušené odrůdy/linie poměrně spolehlivě rozdělit podle odhadnutého napadení do 2-3 skupin.

Nejvhodnější období pro hodnocení napadení je před dozráváním. Napadená stébla bývají kratší než zdravá a rostliny více odnožují, což je zvlášť výrazné u snětí zakrslé. Tyčinky v infikovaných kvítcích se zpravidla nevyvíjejí. Nezralé semeníky napadených kvítků jsou tmavě zelené, zdravé bývají světlejší. Tmavší zbarvení klasů je zpravidla patrné ještě dříve než dojde ke sporulaci houby. Vyvinuté hálky mívají tvar obilky, avšak více kulovité (zejména u snětí zakrslé) a bývají větší než obilka. To způsobuje větší rozevření květních obalů a dává klasu rozčepýřený vzhled. U odrůd s kompaktním klasem bývají napadené klasy prodloužené a tak ztrácejí kompaktní charakter.

Využití geneticky založené odolnosti, to je vyšlechtění odolných odrůd, vyřešilo ochranu proti snětivosti pšenice nebo k ní významně přispělo v řadě zemí, k nimž patří zejména USA a Kanada. Z evropských zemí se větší pozornost šlechtění pšenice na odolnost k mazlavým snětím a snětí zakrslé věnovala zejména ve Švédsku a v zemích východní Evropy. Jsou však známé odolné odrůdy např. i z Dánska nebo Německa. V posledních letech nabývá v zahraničí odolnost k snětím na významu zejména v souvislosti s rozšiřováním ekologického zemědělství.

Snětí mazlavé a snět' zakrslá vytvářejí rasy (patotypy), k jejichž určování slouží linie/odrůdy s různými geny rezistence *Bt1-Bt15*, jako kontroly se využívá odrůdy Heines VII (*Bt0*). Pro praxi je významná diferenciací na těch *Bt* genech, které jsou obsaženy v odolných pěstovaných odrůdách. Z evropských odolných odrůd jsou známy jen geny rezistence ve švédských odrůdách Stava a Tjelvar, které měly zdroj rezistence s geny *Bt8*, *Bt9* a *Bt10*. K prokázání odlišných patotypů (fyziologické specializace na rasy) mohou posloužit i pěstované odrůdy. Směsi inokula mohou obsahovat různé genotypy virulence, které se fenotypově pro nízké zastoupení ve směsi projeví jen velmi nízkým napadením. Proto je nutné pro jejich zjištění opakovat pasáže (infekce odrůdy inokulem získaným z téže odrůdy), které umožní selekci virulentních patotypů.

V České republice byly prováděny v posledních letech polní testy na odolnost ke snětí mazlavé i snětí zakrslé na výzkumných pracovištích v Kroměříži a ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby, v.v.i. v Praze-Ruzyni. Souhrn kroměřížských výsledků byl publikován

v časopise Plant Protection Science 2006, 42: 21-25, ruzyňských výsledků v Journal of Plant Diseases and Protection 2006, 113: 159-163 a v Cereal Research Communications 2006, 34: 1275-1282, starší výsledky v Cereal Research Communications 1997, 25: 985-992, v časopisu Genetika a Šlechtění 1995, 31: 267-276 a v časopisu Czech Journal of Genetics and Plant Breeding 2007, 43:82-86. Nejnovější výsledky byly uveřejněny v Plant Protection Science 2007, 43: 138-141.

V kroměřížských tříletých pokusech se snětí mazlavou patřily k nejodolnějším odrudám Nela, Brea a Samanta, po dva roky to byla také odrůda Astella, jednoleté výsledky ukazovaly vyšší odolnost také odrůd Complet a Bill (Váňová et al. 2006).

Odrůdy testované na odolnost k mazlavým snětím ve VÚRV v.v.i. v Praze-Ruzyni byly rozděleny do čtyř skupin podle relativního napadení v jednotlivých letech vzhledem k nejvíce napadené odrůdě. Odrůdy sestavené do skupin: odolné, středně odolné, středně náchylné a náchylné jsou uvedeny níže a to zvláště odrůdy zahraniční, odrůdy české a slovenské a severoamerické zdroje rezistence. Relativně nízké napadení měly odrůdy Globus, Tjelvar, Bill, Bold, Magnifik, Stava, Tommi, Trintella, Mikon, Cardos, Tarso. Jde o odrůdy, které se ukázaly odolné i v německých pokusech. Zdroje rezistence pocházející z USA jsou vysoce odolné k snětí mazlavé a v USA vesměs i k snětí zakrslé. Jsou to však většinou odrůdy z agronomického hlediska málo vyhovující pro naše podmínky. Ze současných registrovaných odrůd jsou nejodolnější odrůdy Globus a Bill. Ze starších již restringovaných odrůd byly relativně odolné odrůdy Roxana, Mara, Hela a Vala.

Na některých komerčních odrudách bylo možno zjistit rozdíly v náchylnosti ke snětí mazlavé pšeničné a snětí mazlavé hladké. Česká odrůda Nela a německé odrůdy Bussard a Euris byly náchylné ke vzorku snětí *Tilletia laevis*, ale odolné k *T. tritici*. Pasáží jednoho vzorku snětí z Německa na odrůdě Globus se zvýšila virulence snětí k této odrůdě.

5.2.3. Výsledky testů

Odolnost českých a slovenských odrůd k snětím mazlavým (polní pokusy VÚRV, v.v.i., Praha-Ruzyně)

Náchylné odrůdy:

Alka, Asta, Astella, Blava, Brea, Bruneta, Dobrovická 10, Ilona, Ina, Iris, Košútka, Lada, Lívia, Meritto, Mladka, Mona, Odra, Regina, REXIA, Sabina, Samanta, Samara, Selekt, Sida, Simona, Siria, Slavia, Slovenská B, Slovenská intenzivná, Solara, Sparta, Sulamit, Svitava, Torysa, Vega, Vlada, Zdar.

Středně náchylné odrůdy:

Agra, Alana, Banquet, Boka, Branka, Česká přesívka, Danubia, Dětenická sametka, Hana, Chlumecká 12, Kaštická 58/50, Kaštická bezosinná, Kostomlatská, Nela, Rheia, Saskia, Senta, Simila, Sofia, Viginta.

Středně odolné odrůdy:

Česká přesívka, Danubia, Dobrovická přesívka, Hela, Mara, Nela, Niagara, Roxana, Šárka, Vala, Vlasta.

Napadení odrůd v jednotlivých letech značně kolísá v závislosti na podmínkách prostředí (půdní poměry, průběh počasí), což může ovlivnit i zařazení odrůd do skupin odolnosti. Větším výkyvům než odrůdy odolné a náchylné podléhají odrůdy s méně vyhraněnou reakcí k snětím (středně odolné a středně náchylné). Rozdíly ve výsledcích testů na odolnost mohou být způsobeny i odlišnostmi ve virulenci sněti různých proveniencí. S pokusy provedenými v Kroměříži pracovníky Zemědělského výzkumného ústavu (Váňová et al. 2006) se shoduje vysoká odolnost odrůdy Bill a Nela, avšak odrůdy Astella, Brea, Karolinum a Heroldo, odolné v Kroměříži, byly v Praze-Ruzyni náchylné.

Odolnost zahraničních odrůd k snětím mazlavým (polní pokusy VÚRV v.v.i. Praha-Ruzyně)

Náchylné odrůdy:

Agent, Akteur, Astron, Athlet, Atlantis, Bandit, Batis, Biscay, Bovictus, Buteo, Caphorn, CEB-9302-4, Clarus, Clever, Contra, Corsaire, Creativ, Cubus, Drifter, Dromos, Ebi, Elpa, Ephoros, Eurofit, Goldendrop, Hadm. 27021-87, Hedvika, Heroldo, Hezog, Ilias, Karolinum, KM-HYB 92-05, Konsul, Kosack, Levendis, Louvre, LP-4174.4.91, LP-537.3.92, MH 15.12, Mironovskaja 808, Orestis, Ortler, Semper, STRG 514/90, Tower, Trane, Versailles, WBE 193 40, WBE 421 A, WBI 0707 A1, Windsor, Xenos, Zentos.

Středně náchylné odrůdy:

Alibaba, Apache, Atar, Barroko, Baub. 73-84-103, Belisar, Bussard, Complet, Darwin, Estica, Exsept, Florett, Grandios, Hadm. 15-296-88, Ludwig, Perlo, Ramiro, Rapsodia, Record, Rialto, Ritmo, Segor, Toronto, Trend.

Středně odolné odrůdy:

Aron, Bold, Brutus, Cardos, Euris, Hadm. 20037-88, Korund, Lars, Limes, Mikon, Maltop, Tarso, Trintella.

Odolné odrůdy:

Bill, Globus, Magnifik, Stava, SW 51136, Tjelvar, Tommi.

Severoamerické zdroje odolnosti

V infekčních pokusech se snětmi mazlavými ve VÚRV v.v.i., Praha-Ruzyně byly bez napadení (*Bt* geny podle amerických údajů):

Amigo, Crest, Franklin, Blizzard, KW 9403, KW9410, Lewjain (*Bt8,9,10+?*), Manning, Meridian, Promontory (*Bt3,9,10*), Sprague, Ute, Winnridge (*Bt8,9,10,+?*), Wanser, Bonneville (*Bt12,+?*) Hansel (*Bt8,9,10*), M-82-2123.

V infekčních pokusech VÚRV bylo napadení do 2% u odrůd: Cardon, Wasatch, Weston (*Bt8,9,10*).

Zdroje odolnosti z ringtestu

Od r. 2006 probíhá ve VÚRV v.v.i. Praha-Ruzyně mezinárodní pokus, jehož cílem je zjistit reakci k snětím mazlavým ve více zemích. V r. 2006 se tohoto testu účastnilo Dánsko, Finsko, Francie, Německo (2 pracoviště), Švýcarsko a Ukrajina. Vysokou odolnost měly všechny linie z Ukrajiny a některé z Německa, Francie a Dánska. Pro šlechtitelské využití linií je nutný souhlas autora.

Odolnost k sněti zakrslé

V pokusech ZVÚ Kroměříž (Váňová et al. 2006) byla relativně nejméně napadená odrůda Bill (zkoušená v jednom roce), nižší než průměrné napadení měly i odrůdy Niagara Brea, Astella a Versailles (ve dvouletých zkouškách).

V rakouských pokusech (Huber a Buerstmayr 2006) patřily k nejodolnějším odrůdy Weston, Winnridge, Wasatch, Sprague, Thule III, Adomir a vzorky PI119333 (*Bt12*), PI 178383, PI 560603, PI 173437 (*Bt6*), PI 560601. S výjimkou rakouské odrůdy Adomir byly všechny uvedené odrůdy odolné i k sněti mazlavé. Náchylné k sněti zakrslé byly i odrůdy Globus, Tommi, Tambor, Stava a Amigo (obě poslední měly jen slabé až střední napadení).

V německých pokusech (Wächter et al. 2007) byly k sněti zakrslé při slabém výskytu nejvíce odolné odrůdy Stava, Magnifik, SW51136 a Tommi. Při silnějším výskytu této sněti ve srovnání s náchylnou odrůdou Jubilar měly zhruba poloviční napadení (kolem 15%) odrůdy Ataro, Toronto, Tommi a Pegassos.

Popis odrůd Globus a Bill

Globus (udržovatel Nordsaat Satzungsgesellschaft mbH, Německo, zastoupení Saaten Union CZ, s.r.o.) Původ Ralf/Astron//Haven. Potravinařská pšenice A při registraci, později B. Objem pečiva střední, obsah N-látek střední až nízký, hodnota Zelenyho testu je střední, varnost mouky střední až vysoká, hodnota čísla poklesu střední, objemová hmotnost vysoká. Pozdní odrůda, rostliny středně vysoké až nízké. Je méně odolná až náchylná k vyzimování. K poléhání je odolná až středně odolná, k porůstání je středně odolná. Vyznačuje se dobrou odolností k padlí travnímu a rzi plevové, střední odolností k listovým skvrnitostem, rzi pšeničné a chorobám pat stébel a běloklasosti. Je dosti odolná k fuzarióze klasu. Vyznačuje se odolností k snětím mazlavým, genetický základ této odolnosti však není znám.

Bill (udržovatel Nordsaat Saatungsgesellschaft mbH, Německo, zastoupení Saaten Union CZ s.r.o.) Původem dánská odrůda vzniklá jako dihaploid z mnohonásobného křížení. Potravinařská pšenice skupiny A při registraci, později B. Objem pečiva je vysoký, obsah N látek střední hodnota SDS testu vysoká až velmi vysoká, vaznost mouky vysoká, hodnota čísla poklesu velmi vysoká, objemová hmotnost střední až vysoká. Polopozdní až pozdní odrůda, rostliny nízké velmi dobře odnožující, avšak odrůda je méně odolná k poléhání a náchylná k vyzimování. Zrno je středně velké. Odrůda je středně odolná k padlí travnímu, méně k listovým skvrnitostem a je dosti odolná ke rzi pšeničné, rzi travní i rzi plevové. Odolnost ke rzím je založena na genech rezistence *Lr37*, *Sr38* a *Yr17* pocházejících z mnohoštětu (*Aegilops ventricosa*). Odrůda je méně odolná ke komplexu chorob pat stébel. Je středně odolná k běloklasosti a fuzarióze klasu.

5.2.4. Závěry pro šlechtění na odolnost k snětím mazlavým a sněti zakrslé

Zdroje rezistence k mazlavým snětím mohou být některé komerční, agronomicky vyhovující odrůdy. V našich pokusech to byly zejména v České republice registrované odrůdy Globus a Bill, jejichž odolnost byla potvrzena i větším počtem zahraničních údajů. Selektce kříženců s těmito odrůdami na odolnost dává předpoklady vyšlechtění odolné odrůdy s agronomicky žádoucími vlastnostmi. Výběr na odolnost se doporučuje ve šlechtitelských materiálech, v jejichž původu je odrůda odolná ke sněti. Odolnost ke sněti upřednostňuje odrůdu pro ekologické zemědělství.

Zdroji rezistence ke sněti zakrslé mohou být odrůdy s geny *Bt11*, *Bt12* a *Bt13*, které obsahují americké odrůdy. Tytéž geny jsou účinné i k sněti mazlavé. Zdroje odolnosti pro šlechtění jsou k dispozici ve VÚRV, v.v.i., Praha-Ruzyně.

K výběrům na odolnost k sněti mazlavé se užívá inokulace osiva. Zpravidla se užívá směsi různých proveniencí sněti. Inokuluje se dávkou spor 1-10 g/1000g osiva. K dosažení dostatečného napadení pro výběry odolných linií (napadení náchylného rodiče nad 50% snětivých klasů v příznivých podmínkách pro infekci) při pozdním výsevu do větší hloubky dostačovala dávka inokula 1-2 g/1000g osiva.

Výběr na odolnost k sněti zakrslé je vhodné provádět na pozemku zamořeném sporama této sněti. Napadení působí spory, které potřebují k vyklíčení světlo, tedy spory, které se nacházejí na povrchu nebo blízko povrchu půdy. Klíčení trvá minimálně 3 týdny, většinou déle, a proto bývají často napadeny až později se tvořící odnože. Pokud v zimě není sněhová pokrývka, doporučuje se přikrýt pokus slámou. V pokusu ve VURV v.v.i., Praha-Ruzyně bylo k zamoření půdy užito dávky 0,27 g/m². Parcela vzhledem k růstu pšenice i během zimy zůstala nepřikrytá. Bylo dosaženo maximálního napadení 4,9% klasů napadených snětí zakrslou.

Uchovávat inokula sněti mazlavé, sněti mazlavé hladké i sněti zakrslé je možné dlouhodobě v běžné chladničce při teplotě 5-8°C pokud jsou spory suché (sypké). Kolekce různých proveniencí sněti se přechovává ve VÚRV, v.v.i., Praha-Ruzyně.

Hodnocení odolnosti je zpravidla založeno na procentu snětivých klasů z celkového počtu klasů na parcele. U parcel téže hustoty je možno pouze počítat klasy na jednotku plochy. Při velkém počtu parcel se v některých šlechtitelských programech (např. Svalöf-Švédsko) napadení parcel hodnotilo odhadem. Totéž doporučil v Kanadě J. Nielsen, který optimalizoval mechanizovanou techniku testů pro šlechtění (podrobná metodika je k dispozici ve VÚRV, v.v.i., Praha-Ruzyně).

Optimální termín pro hodnocení je před plnou zralostí, kdy se napadené klasy liší nejen tvarem, ale i odlišným zbarvením.

Průzkum fyziologické specializace sněti mazlavé v České republice nebyl dosud ve větším měřítku proveden. Dosavadní výsledky ukázaly pouze virulenci ke genům *Bt1*, *Bt2* a *Bt7*. Všechny testované vzorky sněti z ČR byly avirulentní nebo jen slabě virulentní k doporučeným americkým zdrojům rezistence.

6. Souhrn opatření na ochranu proti snětím mazlavým a sněti zakrslé

1. Základním opatřením je užívání uznaného osiva z prohlédnutého semenářského porostu, osiva jehož zdravotní stav byl ověřen a odpovídá normě. I při správném namoření osiva proti sněti zakrslé se nedoporučuje vysévat pšenici na pozemek zamořený touto snětí. Proto se vyplatí evidence výskytu sněti podle pozemků.

2. Uzané osivo je mořené, ale důležité je (zejména na ochranu proti sněti zakrslé), aby k moření bylo použito k tomu doporučené mořidlo v doporučené dávce. Důležitý je nejen druh mořidla, jeho dávka, ale i kvalita namoření. Uschovaný úřední vzorek mořeného osiva může pomoci k zjištění případných příčin neúčinnosti nebo slabé účinnosti moření. Při nákupu certifikovaného osiva je možno si vyžádat protokol o mikroskopickém rozboru, kde by měl být uveden údaj o případném výskytu sněti a jejím druhu. Rozpis ceny za osivo, mořidlo a za namoření může rovněž pomoci k řešení sporných případů. Farmářské osivo je nutno užívat výhradně mořené. K tomu užívané mořičky by měly zajišťovat kvalitní namoření osiva a měly by být zapsané v úředním registru mechanizačních prostředků u Státní rostlinolékařské správy (SRS)

3. Diagnostiku druhu sněti, která je důležitá pro volbu mořidla, provádějí pracoviště SRS, případně zemědělské výzkumné ústavy nebo zemědělské university. Diagnostiku lze provést i v zemědělských závodech, kde je k dispozici alespoň školní mikroskop. K spolehlivému rozlišení sněti je však nutná určitá zkušenost.

4. Při pěstování pšenice po pšenici se zvyšuje riziko napadení, zejména při minimalizaci přípravy půdy. Teliospory sněti mazlavých si mohou v půdě uchovat klíčivost nejméně dva roky, teliospory sněti zakrslé deset i více let.

5. Volba odrůdy, která vykazala ve víceletých pokusech nízké napadení (nízké napadení sněti mazlavou měly v pokusech odrůdy Globus a Bill) může snížit riziko výskytu těchto sněti zejména v ekologickém pěstování. V běžném pěstování se však doporučuje moření i těchto odrůd zejména tam, kde je riziko výskytu sněti zakrslé. Odrůda Globus je k této sněti málo odolná. Vyšší než průměrnou náchylnost k sněti mazlavé vykazaly v pokusech např. odrůdy Batis, Ilias a Caphorn, u nichž je tedy zvláště třeba dbát na kvalitu moření.

6. V rámci agrotechniky je třeba počítat s tím, že pozdní setí ozimé pšenice a časná setba jarní pšenice zvyšuje napadení pšenice sněti mazlavými. Větší hloubka setby zvyšuje výskyt sněti mazlavé, naopak malá hloubka setí a utužená půda zvyšují výskyt sněti zakrslé.

7. Pro racionální volbu osevních sledů a vhodného mořidla je důležitá evidence výskytu sněti mazlavé a u sněti zakrslé zejména evidence zamořených pozemků.

8. Ke kontaminaci zrní pšenice sněti mazlavými i sněti zakrslou dochází nejen při sklizni žacími mlátičkami, ale teliosporami znečištěné mlátičky mohou teliosporami kontaminovat další sklizeň ze zdravého porostu. U sněti zakrslé je kontaminace osiva pro napadení po výsevu méně významná, rozhodující je zamoření půdy. Ke kontaminaci obilí může dojít i během transportu sklizně do skladů a tam během manipulace s ním. Je proto třeba rovněž ve skladech a čističkách dodržovat čistotu. V prachu z čističek byly rovněž zjištěny teliospory sněti.

9. Množitelské porosty se doporučuje zakládat tam, kde nehrozí přenos teliospor sněti ze sousedních porostů během sklizně.

10. Poněvadž ke kontaminaci osiva může dojít i v secím stroji, doporučuje se provádět výsev v takovém pořadí partií osiva, aby se možnost kontaminace osiv v secím stroji minimalizovala.

Závěr

Uvedená opatření mohou jednotlivě přispět k omezení výskytu sněti mazlavých a sněti zakrslé na pšenici. Nejlepšího efektu se však dosáhne vhodnou kombinací co největšího počtu uvedených jednotlivých opatření v rámci integrované ochrany rostlin a jejich podle potřeby víceletou opakovanou aplikací.

7. Použitá literatura

(kromě citací zařazených přímo do textu)

Goates B.J. (1996): Common Bunt and Dwarf Bunt. In: Wilcoxson R.D., Saari E.E. (eds.) Bunt and Smut Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management: 12-25. CIMMYT, Mexico, D.F., Mexico.

Chadová J. (2006): Kvalita moření. Agrotip, 12: 2-5.

Proceedings – XVth Biennial Workshop on the Smut Fungi, June 11-14, 2006, Prague, Czech Republic. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding, 42 (Special Issue), 86 pp.

Huber K., Buerstmayr H. (2006): Development of Methods for Bunt Resistance Breeding for Organic Farming. Czech J. Genet. Plant Breed., 42 (Special Issue): 66-71.

Kroutil P. (2007): Ozimá pšenice a sněti rodu *Tilletia*. Ministerstvo zemědělství a Státní rostlinolékařská správa, 8 pp.

Matušinsky P., Váňová M., Benada J., Mikolášová R. (2007): Sněť zakrslá, problémy a otázky. Úroda 4: 47-49.

Shanshal M., Aljuboori M.H., Dawood S.K., Abdullah H.H. (2004): Carcinogenic Polyaromatic Hydrocarbons in Smut Wheat Infected with *Tilletia caries* – Short communication. Deutsche Lebensmittel-Rundschau, 100 (12): 505-506.

Státní rostlinolékařská správa:
http://www.srs.cz/portaldoc/skodlive_organismy/monitoring_so_na_uzemi_cr/

Táborský V., Kochanová M. (2007): Jak úspěšně zahájit potlačování výskytu sněti. Úroda 8: 11-13.

Trčálek Z. (2005): Sněť zakrslá stále hrozí. Rostlinolékař, 5: 13-14.

Váňová M., Matušinsky P., Benada J. (2006): Survey of Incidence of Bunts (*Tilletia caries* and *Tilletia controversa*) in the Czech Republic and Susceptibility of Winter Wheat Cultivars. Plant Protection Science, 42: 21-25.

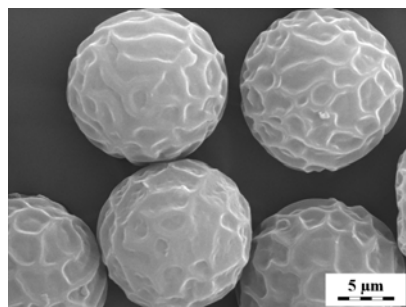
Vánky K. (1994): European Smut Fungi. Gustav Fischer Verlag, New York, 270 pp.

Wächter R., Waldow F., Müller K.-J., Spiess H., Heyden B., Furth U., Frahm J., Weng W., Miedaner T., Stephan D., Koch E. (2007): Charakterisierung der Resistenz von Winterweizensorten und –zuchtlinien gegenüber Steinbrand (*Tilletia tritici*) und Zwergsteinbrand (*T. controversa*). Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz, 59: 30-39.

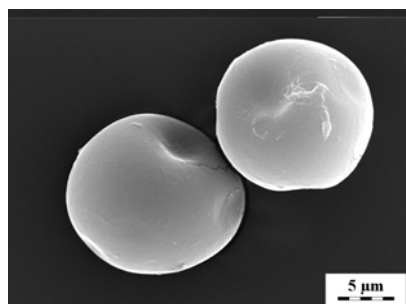
8. Fotografická příloha

Teliospory sněží

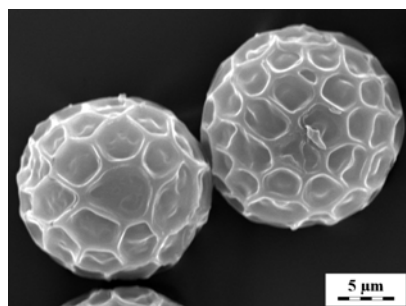
Sněť mazlavá pšeničná *Tilletia tritici* (Bjerk.) syn. *T. caries* (DC.) Tul.



Sněť mazlavá hladká *T. laevis* Kühn syn. *T. foetida* (Wallr.) Liro



Sněť zakrslá *T. controversa* Kühn



Napadení sněží mazlavou



Klasy pšenice napadené sněží mazlavou vlevo, vpravo zdravé klasy pšenice.

Napadení sněti zakrslou



Klasy sněti zakrslé



Klasy sněti zakrslé

Poznámky

Autoři: Dr. Veronika Dumalasová, PhD
Ing. Martina Fajferová
Ing. Pavel Bartoš, DrSc

Název: Opatření k omezení škod působených snětí mazlavou a snětí zakrslou na pšenici

Vydal: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně

Redakce: Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.
Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně

Grafická úprava: Bc. Jitka Hanzlíková

Náklad: 150 ks

Vyšlo v roce 2007

Vydáno bez jazykové úpravy

Metodika je poskytována bezplatně a je veřejně přístupná na adrese www.vurv.cz

Kontakt na autora: dumalaso@vurv.cz

Autor fotografií: Veronika Dumalasová

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2007

ISBN 978-80-87011-38-6



Vydal Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
Praha – Ruzyně
2007