

proteiny. Po analýze sekvencí pěti genů získaných z 15 testovacích izolátů jsme však nenašli ani jeden polymorfismus (rozdíl použitelný jako marker). Proto se pro odvozování DNA markerů stala klíčovou bioinformatická analýza genomu DH14, která odhalila masivní kolonizaci genomu *Bgh* transponovatelnými elementy, tvořícími minimálně 64 % genomu (Spanu a kol. 2010). Vysoký obsah repetitivních sekvencí pravděpodobně souvisí s absencí mechanismů regulujících jejich počet. Důsledkem nahromadění repetitivních sekvencí je dvoj- až trojnásobné zvětšení genomu padlí trav oproti ostatním druhům vřeko-výtrusných hub. Nejpočetnější zastoupenými rodinami repetitivních elementů jsou LTR (Long Terminal Repeats) retrotranspozony a retrotranspozony bez LTR, představující téměř polovinu všech opakujících se sekvencí. Retrotranspozony vykazují rovnoměrnou distribuci v genomu bez známek hromadění se v určitých místech (klastrování). Tímto se sekvence LTR staly ideálním cílem pro navrhování markerů z rozhraní repetit – Repeat Junction Markers (RJM), protože se jejich hranice dají jednoznačně určit a místo inserce bývá v rámci genomu obvykle unikátní. V případě nepřítomnosti polymorfismu jsou LTR vhodné k identifikaci záměn jednotlivých nukleotidů (Single Nucleotide Polymorphism, SNP). Důvodem je nepřítomnost selekčního tlaku na zachování sekvence repetitivního elementu a rychlá akumulace SNP.

Další markery s typicky rovnoměrnou genomovou distribucí a velkou mírou polymorfismu představují Simple Sequence Repeats (SSR), markery odvozené od sekvencí mikrosatelitů. I tyto sekvence byly v genomu *Bgh* nalezeny v hojně míře. Pro odpověď, jestli mají izoláty v populaci rov-

noměrné zastoupení, nebo zda existuje dominantní izolát, bylo použito 33 polymorfních alel zahrnujících všechny tři typy markerů na 97 izolátů z ČR, 11 izolátů reprezentujících světovou populaci a 50 izolátů z Austrálie (Komínková a kol. 2016). Fylogenetická analýza potvrdila výrazně nižší genetickou variabilitu australských izolátů ve srovnání s izoláty z jiných oblastí světa. Naproti tomu variabilita českých izolátů se téměř vyrovná celosvětové variabilitě. Australská populace obsahuje jen málo haplotypových variant (haplotyp – charakteristická kombinace genů/markerů). Byly identifikovány pouze tři skupiny (obr. 7) – první (A) má identický haplotyp pro všechny testované markery a představuje 60 % všech získaných izolátů. Tento haplotyp byl nalezen ve vzorcích ze všech míst sběru a zřejmě reprezentuje jeden izolát rozšířený po celé Austrálii. Skupinu B tvoří opět identické izoláty (14 %) velmi příbuzné skupině A, s původem omezeným do spojitě oblasti jihovýchodních teritorií. Třetí skupina C nemá jednoznačný haplotyp a je podobnější komplexním izolátům z ČR, Uruguaye a Jižní Afriky. Tyto izoláty pocházejí z fragmentovaných a od sebe velmi vzdálených pobřežních oblastí s přístavy, což naznačuje možnost jejich nedávného zavlečení do Austrálie i navzdory přísným opatřením australské legislativy. Zajímavostí je přítomnost izolátu/haplotypu společného pro celou Austrálii (obr. 7, skupina A). To znamená, že buď přežívá v haploidní podobě na živých hostitelích i v době, kdy se nepěstuje ječmen, nebo je tak málo příležitostí křížení s jinými izoláty, že se kříží mezi sebou navzájem. V tomto případě jakákoli rekombinace bude produkovat stejné haplotypy. Dále by mohlo jít o nedostatečnou rozlišovací schopnost použitého panelu mar-

kerů, což je ale málo pravděpodobné, jak ukázala analýza 97 českých izolátů (obr. 7), kde jako individuální haplotyp bylo rozlišeno 84,5 % izolátů. Nerozlišená zůstala pouze jedna skupina o pěti, jedna skupina o třech izolátech a několik dvojic. Srovnání českých izolátů se zástupci světové populace ukázalo, že diverzita *Bgh* v ČR je porovnatelná se světovou. Další rozdíl oproti australské populaci spočívá v nepřítomnosti majoritního izolátu rozšířeného po většině nebo na celém území ČR.

Pro zodpovězení otázky, zda se nějaký izolát v ČR přenáší v nezměněné formě mezi sezonami, byla populace z r. 2012 doplněna o 232 izolátů ze sezón 2014 a 2015 a panel markerů byl rozšířen na 158 polymorfismů. Rozšíření umožnilo rozlišit přes 97 % českých izolátů, avšak žádný z určených haplotypů se neopakoval mezi sezonami. Z toho vyplývá, že k přezimování na živých rostlinách v České republice nedochází, nebo jen výjimečně a pod detekčním limitem jak fenotypové, tak genomické charakterizace izolátů. Jasně se ale ukazuje, že díky pěstování široké škály odrůd ječmene a nepřítomnosti zásadních přírodních bariér, jež umožňují přesun na velké vzdálenosti, se Česká republika a po tažmo střední Evropa stala místem, kde se prolínají haplotypy *Bgh* z většiny Eurasie a vznikají nové kombinace genů virulence v nekonečném souboji o přežití. Detailnější studium genových toků *Bgh* v prostoru a čase a jejich omezení nám snad umožní navrhnout efektivnější šlechtitelské postupy, abychom získali výhodu v tomto souboji.

Práce byla podpořena grantem národního programu udržitelnosti č. LO 1204.

Doporučená literatura je na webu Živy.

Veronika Dumasová

Sněti, obilí a šlechtění k rezistenci

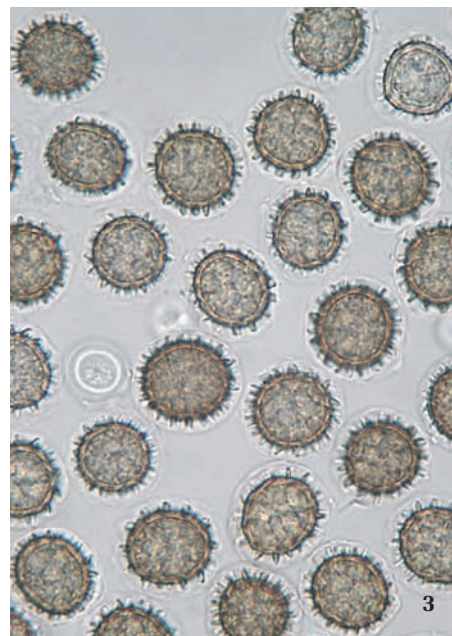
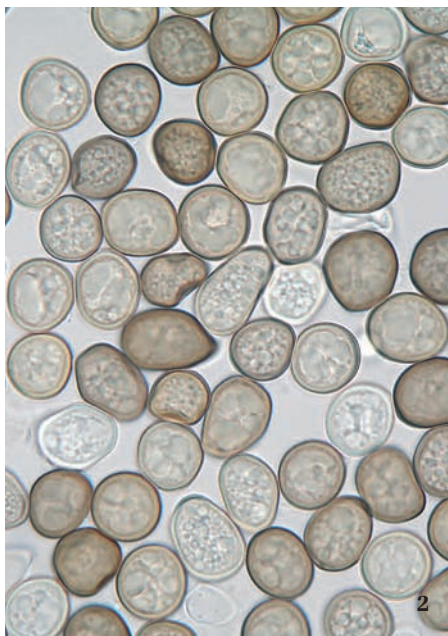
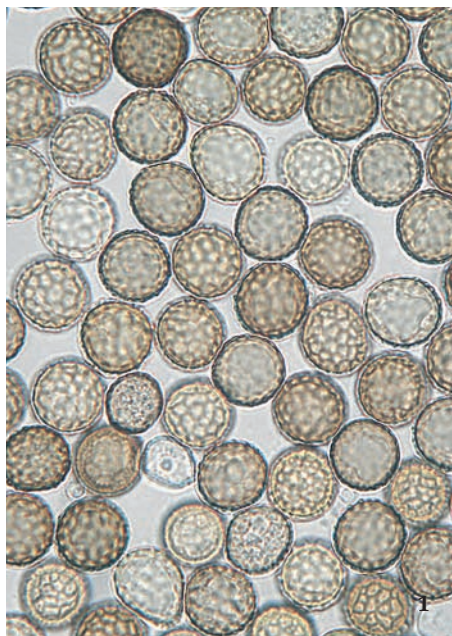
Sněti, zástupci stopkovýtrusných hub s příčně dělenou nebo nedělenou bazidií (Ustilaginomycotina, Basidiomycota), jsou obligátně biotrofními parazity rostlin – své hostitele potřebují živé, ale oslabují je a omezují jejich reprodukci. Patří sem řády Ustilaginales, Tilletiales, Urocystidales a Microbotryales. Vyskytují se běžně na planě rostoucích druzích rostlin, např. *Urocystis anemones* na sasance hajní (*Anemone nemorosa*), ale napadají také kulturní plodiny, jako *Microbotryum dianthorum* u čeledi hvozdíkovitých (*Caryophyllaceae*) nebo *Urocystis cepulae* na cibuli a příbuzných plodinách. Termín sněť (podle staršího názvosloví) nebo snětivost se také používá k označení choroby, kterou tyto organismy vyvolávají. V tomto příspěvku se zaměříme na snětivost obilnin, jež mohou celosvětově způsobovat vysoké ztráty jejich výnosu, a na možnosti ochrany vůči nim.

Sněti patří mezi úzce specializované parazity, kteří jsou často vázání na konkrétní druh či rod hostitelských rostlin. Náka-

za je u některých druhů snětí systémová, tj. mycelium prorůstá více nebo méně celou rostlinou. U jiných zástupců se růst

mycelia omezuje výhradně na určité orgány rostlin (nejčastěji reprodukční). V mnoha případech se u napadené rostliny neprojevují pouhým okem viditelné příznaky infekce (symptomy) až do tvorby ložisek spor nazývaných sory (sněti nevytvářejí plodnice). Jindy přítomnost mycelia sněti v rostlině vyvolává nepřírozené zmnožení počtu buněk (hyperplazii) nebo zvětšování jejich objemu (hypertrofii) a vede ke vzniku hálek a tumorů (viz např. Živa 2007, 6: 250–253).

Mycelium snětí parazitující mezi buňkami uvnitř pletiv hostitele je zpravidla dikaryotické (jeho buňky obsahují dvě jádra). Po určité době růstu mycelia vytváří sory s tlustostěnnými teliosporami, v nichž teprve probíhá fúze jader (karyogamie) a meióza. Při klíčení vyrostle z teliospory promycelium (útvár analogický bazidii), na kterém se tvoří jednojaderné haploidní bazidiospory (sporidie) a z nich blastospory nebo hyfy a balistospory. Před infekcí hostitele musí dojít k plazmogamii, fúze jader však zatím neproběhne. Rostliny jsou infikovány dikaryotickou infekční hyfou. K přenosu inokula (zdroj infekce) může docházet půdou, větrem či osivem (v podobě dormantního mycelia uvnitř obilky nebo pod semennými obaly, teliosporami ulpívajícími na povrchu obilky).



1 až 4 Síťované teliospory mazlavé sněti pšeničné (*Tilletia caries*, obr. 1), hladké teliospory mazlavé sněti hladké (*T. laevis*, 2), výrazně síťované a s hyalinní pochvou u sněti zakrslé (*T. controversa*, 3) a jemně osténkaté teliospory prašné sněti ječné (*Ustilago nuda*, 4)

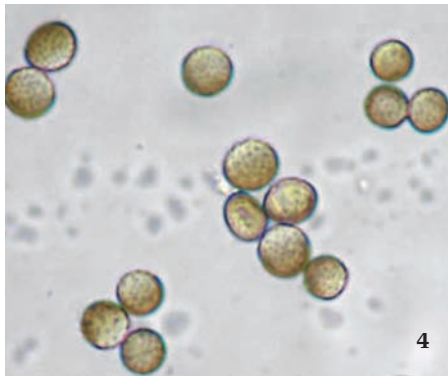
Z hlediska celosvětové zemědělské produkce mají význam především sněti mazlavé (zástupci řádu Tilletiales) a sněti prašné (řád Ustilaginales). V České republice jsou to zejména sněti obilnin, které vyvíjející se obilky přeměňují na ložiska spor obalená tenkou blanou. Zástupci obou řádů snětí se liší životním cyklem a morfologickými znaky. Zatímco sněti prašné mají přehrádkované bazidie a bazidiospory klíčí v kvasinkové buňky, sněti mazlavé mají nepřehrádkované bazidie a kvasinková stadia nerozvíjejí. Pro diagnostiku jsou nejvýznamnější mikroskopické znaky teliospor, např. rozdíly v jejich povrchové struktuře, ornamentace může být např. osténkatá, hladká nebo síťovaná (obr. 1–4 a dále v textu).

Ochrana obilnin proti snětím

Způsob šíření teliospor se u jednotlivých skupin snětí liší a je třeba mu přizpůsobit volbu ochranného přípravku pro ošetření osiva. Je rozdíl, jestli má ošetření účinkovat pouze na spory na povrchu obilky, nebo na mycelium chráněné před nepříznivými vlivy uvnitř obilky, případně na infekci, která přichází z půdy až několik týdnů po vysetí.

K metodám ochrany obilnin proti snětím patří aplikace fungicidů, odolnost odrůd a agrotechnická opatření. Jde o běžný, nejrozšířenější a účinný postup prováděný nejčastěji formou moření osiva. Existuje řada přípravků založených na bázi různých účinných látek, na čistících stanicích je ale nutné vybírat vhodná mořidla specifická pro konkrétní druh sněti. Např. přípravky proti sněti zakrslé (*Tilletia controversa*) musejí obsahovat difenokonazol, látku působící v rostlině systémově a dlouhodobě.

K snětím mazlavým se po mnoha letech znovu obrací velká pozornost v souvislosti s jejich šířením v podmínkách ekologické



kého zemědělství, kde není praktikováno fungicidní ošetření osiva. Použití difenokonazolu je rovněž zakázáno v ochranném pásmu II. stupně zdrojů podzemní vody. Možnosti účinné ochrany v těchto případech jsou omezené (podrobněji dále v textu).

● Sněti prašné

Ze snětí prašných se vyskytuje na pšenici a žitě *Ustilago tritici*, na ovsu a na travách *U. avenae*, na ječmeni *U. nuda*, na ječmeni a ovsu *U. hordei*, na kukuřici *U. maydis*.

Na ječmeni se tedy setkáváme se dvěma druhy snětí prašných – *U. nuda* a *U. hordei*. První způsobuje výraznější poškození struktury klasu, někdy je zachováno pouze vréteno (obr. 5). U druhého původce obvykle zůstává struktura klasu lépe zachována. Sněti ječmene *U. nuda* a *U. hordei* lze rozlišit pod světelným mikroskopem. Teliospory *U. nuda* jsou na povrchu jemně osténkaté (obr. 4), druhu *U. hordei* hladké.

U prašných snětí *U. nuda* a *U. tritici* dochází k nákaze hostitelské rostliny v době květu. Teliospory přenesené větrem ze snětivých klasů do otevřených kvetoucích klasů sousedních rostlin dopadají na bliznu, kde klíčí. Infekční vlákno prorůstá čnělkou do semeníku. Mycelium zůstává ve štítku embrya v dormantní fázi až do doby klíčení obilky, kdy se houba začíná vyvíjet zároveň s rostlinou, prorůstá jejími pletivy a nakonec vytváří snětivé klasy. Ložiska teliospor obou druhů chrání v klasech tenká membrána, spory se snadno uvolní a šíří větrem do otevřených květů.

Ložiska teliospor *U. hordei* mají o něco trvalejší charakter. Životní cyklus této sněti se liší tím, že se teliospory ze snětivých klasů sice dostávají do klasů v době květu, ale infekční hyfy nepronikají dovnitř do obilky, zůstávají v dormantní fázi až do klíčení obilky ukryté pod semennými obaly, případně infekce vzniká z teliospor ulpívajících na povrchu obilky.

Sněti prašné působí většinou pouze nízké až střední škody. Jejich zvýšený výskyt lze předpokládat zejména tam, kde bylo osivo namořeno špatně, nebo vůbec. Škodlivost se projevuje ztrátou klasů, v nichž se netvoří obilky, ale také ohrožením výroby certifikovaného osiva. Jeden snětivý klas obsahuje miliony teliospor, při jejich přenosu v době kvetení na vzdálenost 100 m může nákaza zasáhnout poměrně velkou pěstební plochu a v dalším roce způsobit, že porost nebude uznán na sklizeň jako množitelý porost.

Význam prašných snětí roste se snižováním vstupů. Velký dopad mají samozřejmě v podmínkách ekologického zemědělství, kde registrované přípravky nemáme a k řešení problému by mohly přispět odolné odrůdy a používání zdravého osiva.

● Rod *Urocystis* (řád *Urocystidales*)

Druhy *U. occulta* a *U. agropyri* vytvářejí černá ložiska teliospor na listech v pásech podél žilnatiny na žitě, resp. na pšenici. Shluky teliospor jsou provázené sterilními buňkami. Infikují vzcházející rostlinu, prorůstají systémově pletivy rostliny a posléze tvoří ložiska teliospor na listech, případně v klasech, odkud se teliospory dostávají do půdy.

● Sněti mazlavé

Na pšenici u nás najdeme tři zástupce – *Tilletia caries*, *T. laevis* a *T. controversa*. Infekce druhem *T. controversa* se projevuje výrazným zkrácením délky stébel – napadené odnože mohou dorůst výšky třeba i jen 10–15 cm. Hálky sněti zakrslé jsou kulovité, drobnější a tvrdší, mají pevnější konzistenci. U dalších dvou druhů, *T. caries* a *T. laevis*, k tak výraznému zkrácování stébla nedochází.

Rozpoznávání jednotlivých druhů snětí na obilnách je do jisté míry možné provádět podle symptomů hostitele, ale pro přesné určení je nezbytné mikroskopické vyšetření morfologie spor. Nejzřetelnější rozdíl u *T. caries* a *T. laevis* spočívá v povrchové struktuře teliospor (obr. 1 a 2). Zatímco *T. caries* má na povrchu nízké lišty, které vytvářejí mnohoúhelníkové dvůrky, *T. laevis* se vyznačuje hladkou povrchovou strukturou (obr. 3). Druh *T. controversa* má povrchovou strukturu nejvýraznější. Lišty u něj tvoří hluboké dvůrky a teliospory obklopuje průsvitná (hyalinní) vrstva, která je chrání a přispívá k jejich schopnosti přežít v půdě delší dobu; uvádí se až 10 let.

Většina teliospor *T. caries* a *T. laevis* se z hálek uvolní až při sklizni nebo při manipulaci s ní, což napomáhá ulpívání teliospor na povrchu obilky. Z konzistentních hálek *T. controversa* se teliospory rovněž uvolňují především při sklizni nebo při manipulaci s ní, tentokrát do půdy. Šíření *T. controversa* napomáhají výrazně zkrácená stébla infikovaných klasů, která se nacházejí zhruba ve výši list kombajnu při sklizni. Při masivním výskytu zrno nelze použít k potravinářskému zpracování ani jako krmivo a půda zůstává nadlouho silně zamořena spory. K epidemickým výskytům *T. controversa* docházelo v 50. letech 20. stol. v USA, kde se při sklizni uvolňovala do vzduchu černá oblaka teliospor v takovém množství, že docházelo i k samovznícení sklízecí techniky.

Přítomnost mazlavých snětí může prozradit typický zápach. Trimethylamin obsažený ve sporách je známý svou výraznou vůní po slanečcích nebo zkažených rybách. Vyskytuje se také jako produkt rozkladu buněk rostlin i živočichů a provází i některá onemocnění člověka. Látky toxické pro člověka nebo hospodářská zvířata u mazlavých snětí uváděny nejsou.

Vliv podmínek prostředí na výskyt snětí mazlavých

Zásadní rozdíly mezi třemi popisovanými druhy spočívají v průběhu klíčení teliospor a infekce. *T. controversa* vyžaduje pro vyklíčení teliospor po dobu 3–6 týdnů nižší teploty v rozmezí -2 °C až 15 °C, optimum je 3–8 °C. Infekční proces tohoto druhu je stimulován světlem. Dormance teliospor v době od března do června nejspíš souvisí s absencí *T. controversa* na jařinách. *T. caries* a *T. laevis* klíčí nejrychleji při 18–20 °C a nejstejnoměrněji při 14–16 °C. Při 15 °C trvá jejich klíčení 4–5 dnů, při 5 °C pak 10–14 dnů.

Spory *T. caries* a *T. laevis* na povrchu obilky klíčí zároveň s obilkou a infikována je vzházející rostlina. U *T. controversa* přichází nákaza z půdy v době, kdy má rostlina vyvinuty 1–2 pravé listy. V obou případech pak sněť prorůstá systémově rostlinné orgány mezibuněčnými prostory a pokud dokáže zasáhnout růstový meristém, dojde k tvorbě snětivých klasů (viz obr. 5). U odolných odrůd se mycelium snětí uvnitř rostliny sice může šířit, ale nezasáhne růstový meristém, rostlina „odroste“ a snětivé klasy se nevytvoří.

Přestože užívání mořeného osiva je dlouhodobě rozšířená praxe, snětí mazlavé se vyskytují běžně. Vyplyvá to např. z údajů

o druzích snětí mazlavých v ČR, kterými disponuje Agrotest fyto, s. r. o., v Kroměříži. Napadení více než 10 % zkoumaných vzorků je v jednotlivých letech obvyklé, některé roky obsahuje spory snětí mazlavých více než 30 % zkoumaných vzorků.

V přehledech laboratorně ověřených výskytů původců zakrslé a mazlavé snětivosti pšenice uvádí Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ) případy nálezů snětí mazlavých i u zrna sklizeného z porostů, které byly založeny z mořeného osiva, dokonce ošetřeného mořidly registrovanými proti *T. controversa*. Rezistence k fungicidům přitom však zatím u snětí mazlavých známa není.

Pro přehled laboratorně ověřených výskytů v r. 2016 bylo odebráno 254 vzorků zrna pšenice ozimé z různých oblastí ČR s důrazem na předem stanovené porosty, v nichž ÚKZÚZ průběžně sleduje výskyt škodlivých organismů a poruch (viz přehled Původci mazlavé a zakrslé snětivosti obilnin 2016 na adrese <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/>). Na výskyt původců snětivosti bylo pozitivních 13,4 % vzorků. Spory *T. caries* obsahovalo 50 % z pozitivních vzorků, v 44,1 % byly přítomny spory *T. controversa*, v 5,9 % došlo ke směsné infekci oběma druhy. V některých případech může být příčinou výskytů snětí mazlavých i u certifikovaného osiva nekvalitně provedené moření. Jaké jsou však další možné důvody? U *T. controversa* infekce přichází z půdy, proto je nutný systémový účinek fungicidu. Uvádí se možnost nákazy *T. controversa* v zimních měsících až do března. Během této poměrně dlouhé doby může koncentrace účinné látky v rostlině poklesnout natolik, že již neposkytuje dostatečnou ochranu. U některých výskytů *T. caries* u certifikovaného osiva se může projevit nevhodný osevní postup, tedy opakované pěstování pšenice po pšenici. Pokud dochází k hromadění spor v půdě, riziko infekce spory z půdy roste i u *T. caries*.

Běžné a alternativní způsoby ochrany proti snětím mazlavým

Používání zdravého certifikovaného a mořeného osiva může zamezit šíření snětivosti. Cena je sice ve srovnání s farmářským osivem výrazně vyšší, ale neobsahuje infekční propagule snětí a fungicidy ochrání rostlinu během úvodních fází růstu před nákazou z půdy.

Kontrola zdravotního stavu osiva se řadí k základům ochrany proti snětím mazlavým. Na výskyt spor by měly být kontrolovány i kombajny a sklízecí technika. Ohledně diagnostiky se může pěstitel obracet na inspektory z dané spádové oblasti, nebo přímo na laboratoř ÚKZÚZ, pro všechny snětí máme stanoveny mezní hodnoty výskytu. U snětí mazlavých na pšenici je nejvyšší povolený výskyt 10 teliospor na obilku.

Možnosti ochrany v ekologickém zemědělství jsou omezené. Kvóty pro počet spor na zrno v osivu jsou přísné a metodami dostupnými pro ekologické zemědělství je splnění obtížné. Jde o různé fyzikální metody založené na mechanickém přečišťování osiva např. kartáčováním, využití se také horká voda, pára v kombinaci s mikrovlnným zářením, elektromagnetické záření,

proud elektronů, horká pára v kombinaci s ultrazvukem, horký vlhký vzduch.

Další možností ochrany je ošetřit osivo přírodními substancemi. Hořčičné glukosinoláty tvoří základ přípravku ze semen hořčice Tillecur, který je u nás registrovaný jako prostředek na posílení odolnosti rostlin a podporu zdravotního stavu. K ošetření osiva se dále užívá sušené odstředěné mléko, pšeničná mouka nebo 5 % kyselina octová.

Ke snížení výskytu snětí mazlavých přispívá i biologická ochrana. Přípravek Polyversum, obsahující mykoparazitickou řasovku *Pythium oligandrum* (Peronosporomycota), se v současnosti aplikuje pouze proti *T. caries*, na *T. controversa* registrovaný účinek nemá. Výskyt snětí snižují i bakterie *Pseudomonas chlororaphis*, zástupci rodů *Streptomyces* a *Bacillus*, druh *Pseudomonas fluorescens*, chvostokoski či párovací feromony snětí *Ustilago hordei* – tyto feromony, které se rozkládají na menší peptidické složky, účinkují jako inhibitory klíčení teliospor.

Také lze provést plynování (fumigaci) osiva parami kyseliny octové. V budoucnu možná najde uplatnění i ošetření biofumigačními látkami, obsaženými v bělohořčici seté (*Sinapis alba*), ředkvi seté olejné (*Raphanus sativus* var. *oleifera*) nebo vřeckovýtusné houbě *Muscodor albus* z řádu dřevnatkotvaré (Xylariales), jež se vyznačují silnou produkci řady antagonistických látek proti bakteriím a houbám.

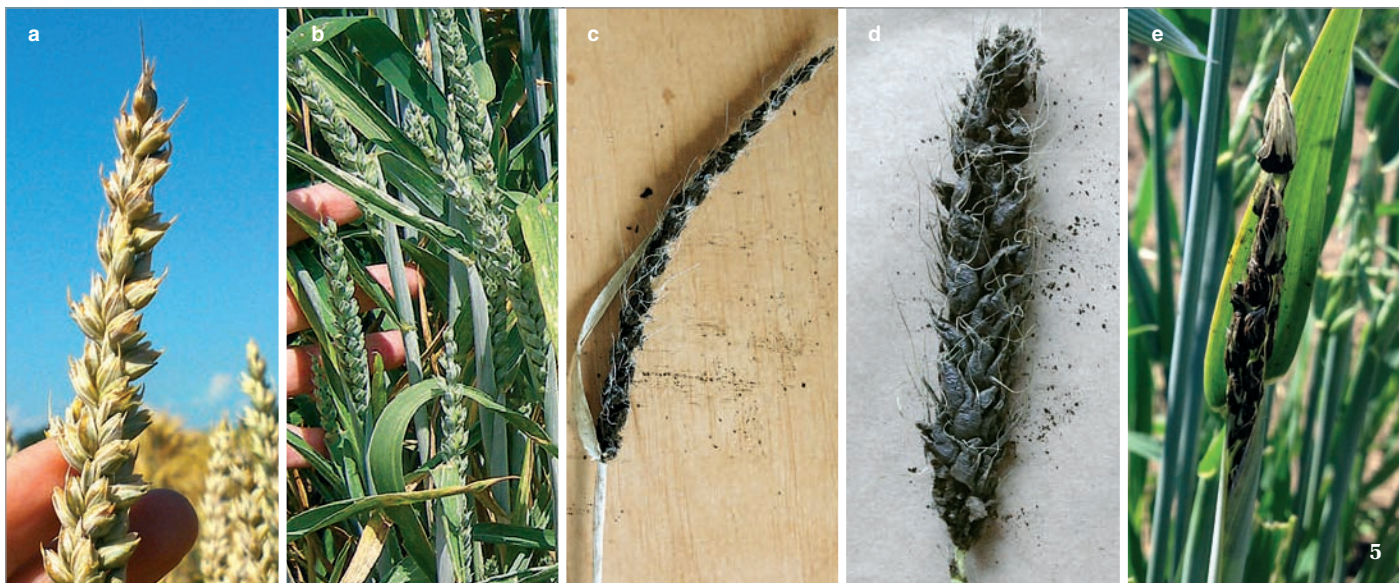
Pěstitelská opatření k omezení výskytu snětí mazlavých

Doporučovány jsou tři- až čtyřleté odstupy v osevních sledech mezi pšenici, špaldou, dvouzrnkou, jednozrnkou a tritikale. Péče o okrajové části pěstební plochy zabrání, aby se infekce udržela na výdrolu (před sklizní nebo během sklizně vypadávající semena, která mohou vyklíčit; v následných plodinách jsou takto vzniklé rostliny považovány za plevel). Podpora vyšší biologické aktivity antagonistických půdních mikroorganismů organickým hnojením snižuje množství životaschopných teliospor v půdě. Napomáhá údajně i přízrúsobení termínu setí co nejrychlejšímu vzházení, k tomu přispívá dobrá kvalita osiva.

Uvádí se, že živé spory snětí zakrslé mohou zůstat v půdě 10 let, ostatní mazlavé snětí 4–5 let, v závislosti na biologické aktivitě půdy. Proto někteří autoři doporučují zorať první rok po výskytu mazlavých snětí spory co nehlouběji a v dalších letech provádět jen mělkou orbu.

Velmi důležitá je v ekologickém zemědělství prevence. Pokud zaznamenáme při rozboru výskyt většího rozsahu než jedna spora na obilku, musíme osivo ošetřit. V Německu byl proveden výzkum, při kterém se zjistilo, že k masivním výskytům dochází při počtu 10 a více spor na obilku.

Tritikale patří mezi hostitele snětí mazlavých, přesto jsme v našich pokusech pozorovali odolnost jeho odrůd k těmto původcům. Žádná ze 17 odrůd, které jsme testovali na odolnost k *T. caries* a *T. laevis*, nebyla náchylná. Vysoce rezistentní byl i soubor odrůd testovaných v pokuse zaměřeném na *T. controversa*. Většinou napadení nepřesáhlo 1 %. Výjimku tvoří pouze odrůda 'Agrano', u níž míra napa-



5 Ve snětivých klasech se místo obilek tvoří hálky sněti obsahující tmavou masu teliospor. Zleva: mazlavá sněť pšeničná (a), sněť zakrslá (b), prašná sněť ječná (c), prašná sněť pšeničná (*Ustilago tritici*, d) a prašná sněť ovesná (*U. avenae*, e)

6 Polní pokusy s umělou inokulací ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby, v. v. i., v Praze-Ruzyni. Probíhá zde testování odrůd ozimé pšenice na rezistenci k houbovým chorobám. Snímky V. Dumalasoové

dení v našich polních pokusech v r. 2011 vycházela 6,7 %.

Ve srovnání s napadením ozimů jsou jařiny postihovány snětmi *T. caries* a *T. laevis* relativně méně. Infekce jařin v pokusech je silně ovlivněna podmínkami prostředí a výrazně kolísá. *T. controversa* se jařinám vyhýbá. Oproti ozimé pšenici je také úroveň napadení pšenice špaldy druhu *T. caries* a *T. laevis* nižší. U pšenice špaldy přispívají k relativně méně častému napadení „mechanické“ důvody. Nevylopané obilky jsou chráněny semennými obaly, např. odrůda 'Franckenkorn' testovaná v r. 2009 v našich pokusech byla infikována z 1,7 %, odrůda 'Rubiota' z 1,9 %. Po odstranění semenných obalů bylo u odrůdy 'Franckenkorn' napadeno 28,5 % klasů a u odrůdy 'Rubiota' 47,9 %. Na půdní infekci *T. controversa* přítomnost semenných obalů vliv nemá.

Šlechtění pšenice na odolnost vůči snětím mazlavým

Většina našich odrůd pšenice je náchylná k těmto druhům snětí, odolnost se při testování registrovaných odrůd v ČR vyskytuje pouze vzácně. Z našeho sledování odolnosti registrovaných odrůd k *T. caries* a *T. laevis* v polních pokusech s umělou infekcí vyplývá, že v současnosti prokázala rezistenci v obou letech testování jen odrůda 'Genius'. Odrůda 'Sailor' byla odolná pouze v jednom roce testování.

Šlechtění na odolnost ke snětím mazlavým v současné době v České republice neprobíhá, ale rezistenci k nim věnují pozornost např. na pracovištích v Německu, Rakousku, ve Švýcarsku, v Dánsku, Rumunsku a ve Švédsku. Některé evropské odrůdy

pšenice, které nesou geny rezistence k snětím mazlavým, by bylo možné u nás pěstovat v rámci společného katalogu a lze je najít v Plant variety database of European Commission.

Zdroje rezistence jsou bohužel známy hlavně mezi severoamerickými odrůdami a krajovými odrůdami z Turecka, neadaptovanými na středoevropské podmínky. Využití genů pro odolnost proto často komplikují nežádoucí vlastnosti zdrojových rezistentních odrůd. Účinné geny proti *T. caries* a *T. laevis* nesou odolné odrůdy špaldy 'Sofia 1' a 'Albin'.

Kulinářské využití snětí kukuřičné

Tyto houby překvapivě nemusejí být pro člověka jen škodlivé. Nedo zralé hálky snětí *Ustilago maydis* (mnohonásobně zvětšené obilky vzniklé po narušení rovnováhy cytokininů a auxinů při vzniku soru teliospor) se v Mexiku a jiných latinskoamerických zemích cení někdy víc než samotná kukuřice. Dříve tradiční součást

jídelníčku, známá též pod názvem huitlacoche si v poslední době nachází oblibu také v Severní Americe. Využívá se v kuchyni podobným způsobem jako žampiony a konzumuje se i v syrovém stavu. Čerstvé hálky *U. maydis* lze koupit v Mexiku na trzích, v konzervovaném stavu se vyvážejí i do zahraničí. U tohoto druhu byla popsána přítomnost alkaloidů, jako např. ustilaginu, konzumaci však zřejmě nebrání.

Pozitiva a negativa způsobů ochrany

Fungicidy jsou účinným prostředkem ochrany, ale mohou být finančně nákladné, mohou poškozovat prospěšné mikroorganismy a znečišťovat životní prostředí, poškozovat zdraví s nimi manipulujících osob a nelze je použít v ekologickém zemědělství.

Agrotechnická opatření nemusejí poskytnout dostatečnou ochranu a nejsou vždy akceptována pěstiteli, protože často sice chrání proti jedné konkrétní chorobě, ale zároveň mohou vyvolat jiné problémy. Např. u pšenice vede časné setí k vyššímu napadení chorobami pat stébel a listovými chorobami, při pozdním výsevu pšenice dochází ke snižování výnosu.

Vývoj odolné odrůdy představuje dlouhodobý proces a tyto odrůdy mohou mít v nepřítomnosti patogenu ve srovnání s jinými odrůdami nižší výnos. Vzhledem k proměnlivosti populací patogenů může dojít k překonání genů rezistence. Přesto odrůdová odolnost dává podstatné přínosy. Kromě snížení výskytu snětí jde o ekonomické a vysoce účinné opatření, dostupné i tam, kde z nějakého důvodu není vhodné použít fungicidy. Ze zdravotního hlediska je přínosem vyšší spotřebitelská jakost, omezení negativních vlivů fungicidů na životní prostředí i zdraví člověka.

Článek byl uveřejněn za podpory Ministerstva zemědělství ČR při České technologické platformě pro zemědělství, projektu NAZV QJ1530373 a institucionálního příspěvku MZe RO0416.

Doporučená literatura je uvedena na webové stránce Živý.

