



Chmelařský institut s. r. o.

METODIKA OCHRANY CHMELE PROTI PADLÍ CHMELOVÉMU

(*Podosphaera macularis*, syn.: *Sphaerotheca humuli*)

Ing. Josef Vostřel, CSc.

Ing. Vladimír Nesvadba, Ph.D.

Ing. Ivo Klapal

Ing. Tomáš Kudrna



Chmelařský institut s. r. o.



Chmelařský institut s. r. o.

METODIKA OCHRANY CHMELE PROTI PADLÍ CHMELOVÉMU

(Podosphaera macularis, syn.: Sphaerotheca humuli)

Ing. Josef Vostřel, CSc.,

Ing. Vladimír Nesvadba, Ph.D., Ing. Ivo Klapal Ing. Tomáš Kudrna

METODIKA PRO PRAXI

Stávající metodika byla zpracována
v rámci řešení výzkumného projektu **MZe NAZV QD1179:**
„Komplexní integrovaná ochrana chmele proti škodlivým organismům“
v období od 01. 06. 2001 do 31. 12. 2004.

Nositelem projektu byl Chmelařský institut, s.r.o. v Žatci,
spolunositelem Výzkumný ústav rostlinné výroby v Praze-Ruzyni.



METODIKA OCHRANY CHMELE PROTI PADLÍ CHMELOVÉMU

Metodika pro praxi 07/2010

VEDOUcí AUTORSKÉHO KOLEKTIVU

Ing. Josef Vostřel, CSc.

AUTOŘI

Ing. Josef Vostřel, CSc.

Ing. Vladimír Nesvadba, Ph.D.

Ing. Ivo Klapal

Ing. Tomáš Kudrna

RECENZENTI

Ing. Marcela Benediktová Státní rostlinolékařská správa, Žatec,

Ing. Radek Gregor Družstvo Agrochmel, Kněževy

© Chmelařský institut s.r.o., 2010



Petr Stuna

ISBN 978-80-87357-07-1



OBSAH

METODIKA OCHRANY CHMELE PROTI PADLÍ CHMELOVÉMU

(*Podosphaera macularis*, syn.: *Sphaerotheca humuli*)

I.	CÍL METODIKY A DEDIKACE	4
II.	VLASTNÍ POPIS METODIKY	4
	1. Charakteristika houbových patogenů	4
	2. Padlí chmelové	5
	2.1. Výskyt	5
	2.2. Bionomie	5
	2.3. Přezimování	7
	2.4. Sekundární infekce	8
	2.5. Hygiena	9
	2.6. Epidemiologie	10
	2.7. Prognóza a signalizace	11
	3. Fungicidní přípravky registrované v ochraně chmele proti padlí chmelovému v ČR	12
	3.1. Ortiva (azoxystrobin)	12
	3.2. IQ-Crystal (quinoxifen)	12
	3.3. Horizon 250 EW (tebucanozole)	13
	3.4. Ostatní přípravky	13
	3.5. Nové perspektivní fungicidy	13
	4. Metodická doporučení pro ochranu chmele proti padlí chmelovému	14
	5. Šlechtění na odolnost	16
	5.1. Testace juvenilních rostlin	16
	5.2. Testace rostlin v průběhu růstu	17
III.	SROVNÁNÍ „NOVOSTI“ POSTUPŮ	19
III.	POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY	19
V.	SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY	20
VI.	SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE	23
VII.	ABSTRAKT	24
VIII.	ABSTRACT	25
	PŘÍLOHY	26



I. CÍL METODIKY A DEDIKACE

Cílem metodiky ochrany chmele proti padlí chmelovému (*Podosphaera macularis*, syn. *Sphaerotheca humuli*) je stanovení optimálního systému ochrany chmele proti této hospodářsky významné houbové chorobě, který bude zaručovat její udržení pod prahem hospodářské škodlivosti a zároveň bude respektovat požadavky na zdravotní bezpečnost chmele. Především se jedná o importní tolerance nejvýznamnějších dovozců českého chmele, tzv. MRL, tj. Maximum Residue Level a to jak na národní úrovni (Japonsko, SRN, USA), tak i na mezinárodní úrovni (EU). K ošetření chmele proti padlí chmelovému mohou být využity pouze přípravky registrované v ČR v rámci ochrany chmele proti tomuto patogenu. Konkrétní metodická doporučení vychází z aktuální metodiky ochrany chmele. Cílenou aplikací v ochraně chmele proti padlí chmelovému předcházíme poškození vegetativních orgánů (listy). Rovněž tím předcházíme následnému poškození květu a hlávek, čímž zlepšujeme jejich kvalitu a zvyšujeme tím konkurenceschopnost českého chmele na světovém trhu.

Metodika byla zpracována s využitím výsledků získaných v rámci řešení výzkumného projektu **MZe NAZV QD1179**: „Komplexní integrovaná ochrana chmele proti škodlivým organismům.“

II. VLASTNÍ POPIS METODIKY

1. CHARAKTERISTIKA HOUBOVÝCH PATOGENŮ

Padlí chmelové (*Podosphaera macularis*, syn: *Sphaerotheca humuli*) patří do **říše houby (Fungi)**, **kmene Ascomycota**, **třídy Ascomycetes** (vřeckovýtusné), **podtřídy Erysiphomycetidae**. V rámci této třídy jej zařazujeme do **řádu padlí (*Erysiphales*)**, **čeledi Erysiphaceae**.

Padlí je společné české jméno pro jeden řád vřeckatých hub. Různé rody a druhy jsou často hostitelsky specifické, tzn. že každý druh má jen omezený okruh hostitelských rostlin. Např. padlí travní napadá výhradně rostliny z čel. *Poaceae* (trávy).

Jedná se o mikroskopické houby, obligátní biotrofní patogeny. **Nepohlavní vývojové stádium** vytváří bezbarvé, oválné, na koncích mírně zploštělé **výtrusy (oidie)**, které se tvoří na povrchu napadeného pletiva hostitele v řetězcích. Plodnička **pohlavního stádia** je tzv. **kleistothecium (chasmothecium)**, z něhož vyrůstají vlákna. V plodničce jsou vřečka s **askosporami**. Tvar a počet vřecek v plodnici (kleistotheciu) a tvar zakončení vláken jsou základní morfologické mikroskopické diagnostické znaky pro determinaci jednotlivých rodů v rámci řádu *Erysiphales* (padlí). Houby přežívají na hostitelských rostlinách, během vegetace se šíří **konidiemi**, které jsou roznášeny větrem a deštěm. Rozvoj padlí všeobecně podporuje vysoká vzdušná vlhkost v porostu a nedostatek či nadbytek dusíku.



2. PADLÍ CHMELOVÉ (*Podosphaera macularis*, syn.: *Sphaerotheca humuli*)

2.1. VÝSKYT

Na rozdíl od peronospory je výskyt padlí na chmelu nepravidelný. V našich podmínkách se jedná o fakultativního patogena gradačního charakteru, což dokládá i jeho škodlivý výskyt po dlouhých desetiletích na některých chmelnicích na přelomu tisíciletí. Podíváme-li se do historie, zjistíme, že na Slovensku se padlí naposledy před tím objevilo v piešťansko-topolčanské oblasti na konci šedesátých let a na Žatecku ojediněle v polovině let sedmdesátých. V současné době je jeho výskyt v ČR omezen pouze na některé lokality a ani zde se neobjevuje každoročně. V Evropě jsou známy největší problémy s touto mykózou z Velké Británie, kde je tudíž věnována značná pozornost šlechtění na odolnost vůči tomuto patogenu.

Jedná se o nejstarší houbovou chorobu chmele. V Německu se nazývá „Echter Mehltau, (pravá plíseň), aby byla takto rozlišena ode peronospory, která byla na chmelu zjištěna mnohem později. V Německu mělo padlí pouze omezený význam až do doby, dokud zde nebyla ve větším měřítku pěstována anglická citlivá odrůda Northern Brewer. V současné době je i zde, stejně jako ve všech pěstitelských zemích Evropy, výskyt padlí značně proměnlivý a v posledních letech jsou typické symptomy (bílé mycelium) zjišťovány pouze ojediněle.

Nicméně, v USA jsou v posledních letech pro **padlí chmelovému** (*Podosphaera macularis*) typické příznaky napadení generativních orgánů v horních partiích chmelových rostlin v před sklizňovém období. Právě ochraně hlávek v tomto období je věnován mykologický výzkum ochrany chmele v této oblasti. Karanténní opatření jsou příčinou toho, proč se padlí dosud nerozšířilo i v Jižní Africe, v Tasmánii a na Novém Zélandu.

Jedná se o obligatorního parazitického houbového patogena, specifického pro botanický rod *Humulus spp.* Napadá tudíž výhradně chmel a nikoliv jiné druhy rostlin či plevelů, vyskytujících se ve chmelnici či jejím okolí. Nelze však vyloučit, že *P. macularis* může napadat i další zástupce čel. *Cannabaceae*, především pak rostliny rodu *Cannabis spp.*

2.2. BIONOMIE

První příznaky napadení na mladých listech především na chmelových rostlinách pěstovaných ve sklenících, se projevují ve formě **puchýřků**, na kterých se později objevuje **sporující mycelium** (Obr. 3, 5, 6). Tyto puchýřky jsou důsledkem **hypertrofie buněk** v okolí infekčního místa. Za optimálních podmínek pro vývoj patogena může mycelium pokrývat prakticky celý list (Obr. 4). Jelikož jeho růst je omezen okolními pletivy, jsou přinuceny vytvořit vychlípěninu směrem nahoru. Puchýřky nejsou tak dobře viditelné



na tužších listech, které se na chmelových rostlinách vytvářejí v polních podmínkách či na starších listech v době vzniku infekce. Na rostlinách ve skleníku mohou být tyto puchýřky patrné jak na líci, tak i na rubu listu. V polních podmínkách jsou většinou omezeny pouze na spodní část listů nacházejících se v nižších listových patrech, ačkoliv je jejich přítomnost poznatelná podle bledých skvrn na líci listů. Slabší infekce na líci listů je pravděpodobně způsobena tou skutečností, že jsou více vystaveny postřikové tekutině (Royle and Liyanage, 1973).

Negativní vliv choroby na hlávky závisí do značné míry na jejich vývojovém stádiu. Další růst je zde v důsledku infekce téměř zastaven (**Obr. 1**). Pokud je květ (osýpka) či velmi mladé hlávky napadeny, zůstávají nadále ve formě ztvrdlých bílých paliček. Při pozdějším napadení mohou být chmelové hlávky různě deformovány (**Obr. 2, 7**).

Neobsahuje-li chmelová hlávka jádérka, zůstává po napadení ve stádiu osýpky mnohem déle než chmel opylený a to je v tomto případě stádium, ve kterém může infekce padlím způsobit největší škodu.

V raných stádiích infekce se puchýřky zdají být bílé díky bohatým řetězcům konidií, které se vytvářejí z povrchového mycelia. V pozdější části vegetace, tj. od července do sklizně, dochází již obvykle k tvorbě plodnic. V této fázi je vývoj mycelia potlačován právě plodnicemi, které jsou tmavé barvy a mohou být rozpoznány poměrně jednoduše pomocí ruční lupy. Plodnice se mohou vytvářet na listech, ale jsou obvykle mnohem častější na chmelových hlávkách, kdy již je chemická ochrana na konci sezóny mnohem problematictější.

Hlávky, na kterých se plodnice hojně vytvářejí získávají **rezavě červenou barvu** a toto stádium choroby je nazýváno „**červená plíseň**“ narozdíl od „**bílá plíseň**“ v **konidiovém stádiu**. V některých letech si chmelaři stěžovali, že hlávky dozrávají předčasně. V této souvislosti bylo prokázáno, že se často jedná o důsledek plodnicového stádia na těchto hlávkách, i přesto, že nemusely být předtím patrné příznaky „bílá plíseň“ na rostlinách (Coley-Smith, 1964).

Royle (1976) poukazuje na skutečnost, že rozdílné patogenní kmeny, které byly identifikovány z jejich reakce k rezistentním genům v hostitelských odrůdách, mohou obsahovat oba pohlavní typy (jejich genetické základy), takže ke splnutí může dojít buď mezi nebo v rámci daných kmenů.

Bílý povlak, který se vyvíjí na listech může být obvykle odstraněn chemickým ošetřením, takže nemusí mít následující negativní vliv na výnos chmele. Nejzávažnější z tohoto pohledu je infekce hlávek, která je hlavní příčinou výnosových ztrát. Hlávky, napadené v raném vývojovém stádiu se vůbec dále nevyvíjejí. Tento jev byl pozorován např. v roce 1999 na odrůdě Sládek a vedl ke značné výnosové redukci. Hlávky napadené později se do určité míry vyvíjejí v závislosti na intenzitě infekce. Následkem tohoto napadení je určité snížení výnosu a především pak ztráty kvalitativní, které se projevují jednak vizuálně a jednak nepříjemným, po plísňích zapáchajícím aroma. V minulosti



bylo ve Velké Británii pozorováno mnoho chmelnic, které byly padlím tak silně napadeny, že nemělo smysl je sklízet.

Rovněž v USA jsou v posledních letech pro **padlí chmelové** (*Podosphaera macularis*) typické především příznaky napadení v horních partiích chmelových rostlin v podobě **hnědě zbarvených hlávek** (obr. 8 a 9), což negativně ovlivňuje kvalitu sklizeného produktu. Toto je pro americké pěstitele nový prvek, jelikož až dosud převládaly spíše příznaky v podobě bílých povlaků na líci chmelových listů a později bílým myceliem napadené a zdeformované hlávky.

2.3. PŘEZIMOVÁNÍ

Padlí chmelové přezimuje obvykle ve stádiu **plodnic**, které jsou produkovány v pozdější části vegetačního období. Při dozrávání obsahují plodnice osm **askospór**, které jsou uvolňovány na jaře, kdy dochází k reinfekci chmelových listů. Liyanage a Royle (1976) zjistili, že existují dvě vrcholové periody v rámci procesu dozrávání, první v listopadu a druhá v březnu. Nebyli však schopni indukovat aktivitu plodnic pokud se týká uvolnění askospór dříve než v dubnu. Toto se shoduje s obdobím, kdy chmel začíná biologicky svoji růstovou fází a kdy již uvolněné askospóry mohou být nalezeny ve chmelnicích.

Teplota, při které dochází k infekci chmele, měla v zimním období pouze malý vliv na proces uvolňování askospór, ale její vliv byl mnohem markantnější v pozdější době, kdy již docházelo k přirozené infekci v polních podmínkách. V pokusech byly chmelové rostliny vystaveny teplotám 4, 8, 18 a 24 °C v průběhu měsíce dubna. Optimální teplota pro uvolňování askospór byla 18 °C. Dokonce i za optimálních podmínek bylo však v této době uvolňováno velmi malé procento spór (2%). Pro vyklíčení askospór byla rovněž optimální teplota 18 °C, kdy jich klíčilo téměř 10%, zatímco za ostatních výše uvedených tepelných hodnot byla jejich klíčivost omezena pouze na 1-2%. Askospóry se uvolňovaly z plodniček pouze za vlhka. Bylo rovněž prokázáno, že na severní polokouli dozrávají kleistothécia buď před počátkem listopadu nebo až počátkem následujícího jara (březen-duben). Nicméně, uvolňování askospór bylo pozorováno až na jaře se zkracující se noční periodou (od 21.00 hod. do 5.00 hod.), s noční teplotou > 10 °C a se srážkami > 1 mm, nebo při denní teplotě > 10 °C a > 1,5 mm srážek. Není sice známo, jaké abiotické podmínky jsou vhodné pro infekci askospórami, je však pravděpodobné, že odpovídají ostatním druhům padlí, kde jsou uváděny prahové hodnoty > 10 °C, přičemž ovlhčení listů zde nehraje významnou roli (Mahaffee et al., 2003).

Liyanage a Royle (1976) se dále zmiňují o silném výskytu padlí ve chmelnici, jejíž část zůstala nesklizena kvůli silnému napadení právě touto chorobou. Reinfekce v jarním období byla téměř výlučně omezena na tu část chmelnice, jež nebyla v předchozím roce sklizena, což bylo způsobeno askospórami, které se uvolňovaly se zbytků chmelových



hlávek. Více než 10% odebraných listů na mladých jarních výhonech bylo v tomto případě infikováno, zatímco žádná infekce nebyla patrná na listech na té části chmelnice, která byla v předchozím roce sklizena.

Rovněž byly v Anglii pozorovány jarní výhony téměř úplně pokryté bílým povlakem namísto obvyklých bílých puchýrků na listech (**Obr. 4**). Tento jev souvisí s nekultivační technologií a Lyianage a Royle (1976) uvádějí, že tento druh infekce vzniká z pupenů, které přezimovaly pokryté myceliem a občas jsou doprovázeny plodničkami nacházejícími se mezi pupenovými šupinami.

Je třeba si uvědomit, že se v této souvislosti jedná pouze o ty pupeny, které se nacházejí přímo na povrchu půdy nebo těsně nad ním, jež mohou být infikovány padlím. Pokud se ve chmelnicích provádí kultivace, jsou tyto infikované pupeny odstraněny řezem. Není-li však řez proveden, zůstávají tyto pupeny nerušeným zdrojem infekce, který způsobuje napadení rašících výhonů.

Další nevýhodou vynechání kultivačních zásahů je ta skutečnost, že hlávky, které spadnou na zem při sklizni, zde zůstávají ležet jako zdroj infekce, zatímco kultivací je jejich značná část zapravena do půdy, čímž nemůže již docházet k uvolňování askospór do vzduchu a tudíž následné infekci mladých výhonů. V Anglii je tudíž padlí neustálým problémem, protože je zde rozšířen právě způsob pěstování chmele bez kultivace meziřadí.

2.4. SEKUNDÁRNÍ INFEKCE

Jakmile dojde k primární infekci, choroba se šíří pomocí **konidií**. Jedná se o útvary vejčité-elipsoidního tvaru o velikosti 20-33 x 13-20 μm . Konidie spočívají na řetězcích nesoucích konidiofory 40-70 μm dlouhé. Zatímco askospóry vyžadují ovlhčení pro vyklíčení, konidie mohou vytvářet klíčící spóry, které se vyvíjejí i na suchých listech při různých atmosférických vlhkostech. Další vývoj konidií závisí na citlivosti chmelové odrůdy. U citlivějších chmelových odrůd se první klíčící spory vytvářejí z konidií šest hodin po inokulaci, pronikají povrchem listů a vytvářejí haustoria v pokožkových (epidermálních) buňkách během 12-15 hodin. Po 48 hodinách se z původní klíčící spory stává rozvětvená hyfa a vytvářejí se další tři klíčící spory. Po 96 hodinách jsou patrné první konidie. Proces sporulace graduje v době 5-7 dní po inokulaci. Napadány jsou pouze pokožkové (epidermální) buňky hostitelské rostliny. Byla zaznamenána až tři haustoria v jedné buňce, nicméně obvyklé je pouze jedno.

Po zavádění a v době před počátkem tvorby generativních orgánů jsou příznaky mnohem více zřetelné ve spodních listových patrech (< 1m od povrchu země). Kolonie konidií jsou více patrné v na spodní straně listů, především za vlhkého počasí. Při rychlém růstu chmelových rostlin je rychlejší i přenos patogena na těchto rostlinách. Ten se zrychluje v době tvorby pazochů a pokračuje i později při tvorbě květu a hlávek.



Jak listy postupně stárnou, stávají se odolnějšími k infekci. Šíření sekundární infekce je stimulováno **příznivými podmínkami** pro rozvoj patogena, mezi něž patří **nízká sluneční intenzita** způsobená oblačným počasím, **vyšoká půdní vlhkost a nadměrné hnojení dusíkem**. Naopak, **negativně na vývoj patogena působí déle trvající ovlhčení listů, intenzivní sluneční záření a nižší půdní vlhkost**. Asexuálně produkovaná konidia přenášená větrem jsou primárním zdrojem infekce. **Infekce** je možná v rozsahu teplot 8-28 °C, přičemž optimální je rozsah **18-21 °C**. Potenciálně se může objevit až 40 generací patogena v průběhu vegetační sezóny. Infekce a sporulace jsou redukovány o 50% , pokud teploty překročí hodnotu 30 °C po dobu delší než 3 hodiny v průběhu dne (Mahaffee et al., 2003).

2.5. HYGIENA

V případě peronospory se jedná o velmi individuální původní zdroj infekce ve vrcholových částech výhonů, takže jejich odstraněním minimalizujeme sekundární šíření. V případě padlí můžeme rovněž použít ruční vylamování a to u silně infikovaných výhonů, které vznikají z infikovaných pupenů. Nicméně, většinou se primární infekce projevuje ve formě bílých puchýřků na listech, které vznikají z askospór a jejich ruční odstraňování je prakticky nemožné.

Defoliací spodních listových pater, jež se doporučuje v případě peronospory, odstraníme některé primární zdroje infekce a listy vystavené sekundární infekci. Defoliace chemickou cestou se považuje rovněž za vhodnou, podobně jako v případě peronospory, protože tímto **dochází ke zničení spór a předchází se tak šíření infikovaného rostlinného materiálu**.

Pravděpodobně **nejdůležitějším prevenčním opatřením**, které by mělo být praktizováno, je vytvoření podmínek pro **minimalizaci zanechaných rostlinných infikovaných zbytků**, především napadených hlávek. Jejich odstraněním ze chmelnice na konci vegetace po sklizni chmele zabráníme vytvoření podmínek pro vznik infekce v příštím roce. Největší nebezpečí nastává tehdy, je-li chmelnice do té míry silně poškozena, že se pěstitel rozhodne ji nesklízet. Velkou výhodou mechanizované sklizně na stacionární česače je v tomto případě ta skutečnost, že na chmelnici zůstávají pouze nejspodnější části révy, z nichž mnohé jsou bezlisté, čímž dochází k odstranění infikovaného materiálu a zdroje infekce pro příští jaro. Pokud dojde k tak silnému poškození, že chmelnici nemá smysl sklízet, doporučuje se odštíhnout révy až u země a co nejrychleji je spálit. Čím déle jsou ponechány na chmelnici, tím většímu riziku šíření infekce do okolí se vystavujeme.



2.6. EPIDEMIOLOGIE

Zatímco epidemiologická studia byla velmi úspěšná pokud se jedná o vztah peronospor ke klimatickým podmínkám, nelze toto konstatovat v rámci bionomických znalostí o padlí. Hlavním důvodem je, že padlí chmelové není závislé na přítomnosti vodní kapky pokud jde o sekundární infekci. Delší periody suchého počasí mohou redukovat infekci peronosporou ve chmelnicích a to do té míry, že zde dochází ke značnému zpoždění než se znovu symptomaticky projeví v období s příchodem vlhčího počasí. Naproti tomu **padlí všeobecně není ani zdaleka tak citlivé k měnícím se povětrnostním podmínkám.**

Konidie padlí chmelového jsou schopny vyklíčit i za suchých podmínek a všeobecně platí, že jejich výskyt je inhibován vodou, i když byla na druhé straně zjištěna silná infekce po postřiku chmelových listů vodní suspenzí konidií.

Ačkoliv se sekundární infekce může objevit jak na vlhkých, tak i suchých listech, zdá se, že je **padlí citlivé k vysokým teplotám a nízké atmosférické vlhkosti.** Toto bylo potvrzeno i v několika letech v Anglii, kdy např. rok 1977, který byl jedním z nejsušších za sledované období, byl typický extrémně nízkým výskytem této mykózy. V rámci bionomických studií padlí chmelového v anglickém Wye bylo rovněž zjištěno, že i když se padlí šíří velmi rychle ve skleníkových podmínkách na počátku vegetační sezóny, prakticky mizí v období pozdějším, kdy jsou teploty ve sklenicích mnohem vyšší. Jedná se pravděpodobně právě o velmi suché klimatické podmínky coby příčinu všeobecně nižšího výskytu padlí v USA.. Rovněž zde bylo potvrzeno, **že deštivé počasí zvyšuje stupeň napadení hlávek v předsklizňovém období, především pak srážky od konce měsíce července.** Jako nejdůležitější faktory ovlivňující rozvoj choroby v době hlávkování byly určeny: výskyt patogena na listech a optimální doba ošetření, včetně termínu posledního ošetření proti padlí chmelovému.

Na základě vyhodnocení výtrusových lapačů lze konstatovat, že výskyt padlí se zvyšuje s objevením se mladých přírůstků chmele, které jsou k chorobě citlivější. Byla zjištěna **celkem tři nebezpečná období v průběhu vegetace: před zaváděním, na počátku pazochování a hlávkování.**

Tímto je dán určitý návod pěstitelům z hlediska rozvrhnutí si časového harmonogramu chemické ochrany. Ve Velké Británii se z důvodu vynechávání kultivačních zásahů doporučuje provést první ošetření preventivně, tj. bez ohledu na výskyt choroby v tomto období. Důvodem je, že se tímto ošetřením pomůže eradikovat primární infekci a současně se chrání chmelové rostliny v průběhu prvního rizikového období. Časový harmonogram dalších ošetření by měl být přizpůsoben aktuálnímu vývoji choroby v průběhu vegetace, i když mnozí angličtí pěstitelé spoléhají na rutinní aplikaci v intervalech 10-14 dní. **V každém případě by však mělo být ošetření provedeno v obou dalších dvou rizikových obdobích v průběhu vegetace, tj. na počátku pazochování a hlávkování.**



2.7. PROGNOZA A SIGNALIZACE

Se zavedením chmelových odrůd citlivých k padlí chmelovému v rámci bavorské oblasti **Hallertau** se tato choroba stala prakticky nepředvídatelnou, pokud se jedná o její výskyt. Jelikož žádná metoda prognózy týkající se epidemiologie této choroby nebyla známa, musí být prováděna preventivní ošetření fungicidy. Výskyt choroby na počátku tisíciletí značně kolísal v rámci jednotlivých ročníků pravděpodobně především díky měnícím se povětrnostním podmínkám.

V rámci projektu zaměřeného na **prognózu výskytu padlí chmelového** byly srovnávány povětrnostní faktory v různých sekvencích s aktuálním výskytem choroby v letech 1997-2004. Poté byl empiricky stanoven předběžný **prognostický model** pro výskyt této choroby v této nejvýznamnější německé pěstitelské oblasti.

Empiricky determinované povětrnostní podmínky, coby handicap pro prognostický model výskytu padlí chmelového, odpovídají požadavkům na ošetření a aktuální infekci padlím v polních podmínkách. Rozbory z různých meteorologických stanic naznačovaly, že tento předběžný prognostický model by mohl být využit v praxi pro celou pěstitelskou oblast Hallertau. Celkem bylo do projektu zahrnuto 35 pěstitelských subjektů. Nicméně, očekávalo se, že tento model si vyžádá další studium v polních podmínkách. Jeho zpřesnění a aplikace v praktických podmínkách byly negativně ovlivněny značným všeobecným poklesem výskytu padlí v posledních letech, takže praktické využití prognózy padlí v SRN je tím značně limitována.

V ČR byla problematika padlí řešena v rámci výzkumného projektu **MZe NAZV QD1179**: „Komplexní integrovaná ochrana chmele proti škodlivým organismům“ v letech 2001-2004. Stěžejní pozornost byla věnována citlivosti jednotlivých pěstovaných odrůd k padlí chmelovému, vhodnému termínu prvního ošetření a biologické účinnosti stávajících fungicidů. Využití prognostického modelu vypracovaného německými kolegy bylo již v době řešení tohoto projektu v ČR problematické, vzhledem k rozdílným podmínkám a z toho vyplývajících pouze omezeného použití fungicidů. Zatímco v sousedním Německu se běžně v té době provádělo 4-5 preventivních ošetření proti této chorobě a prognostický model přináší úsporu 2-3 ošetření, v ČR se v průměru prováděla pouze 1-2 ošetření, takže další redukce zde byla prakticky nemožná. Nicméně, jak již bylo výše uvedeno, sporadický výskyt padlí v posledních letech vedl k omezenému počtu ošetření proti této mykóze a tím i problémům s využitím tohoto modelu v SRN.

Rovněž USA měly především díky zavedení pěstování některých citlivých vysokoobsažných odrůd, tzv. „CTZ“ (Columbus, Tomahawk, Zeus) značné problémy se škodlivostí padlí chmelového a věnovaly tudíž pozornost vypracování prognostické metody, která by vedla k racionálnímu počtu ošetření a tím i úspoře značných nákladů na realizaci velkého počtu ošetření (4-7) proti tomuto patogenu.



3. FUNGICIDNÍ PŘÍPRAVKY REGISTROVANÉ V OCHRANĚ CHMELE PROTI PADLÍ CHMELOVÉMU V ČR

3.1. ORTIVA (AZOXYSTROBIN)

Jedná se o fungicid, který je v ČR sice zaregistrován v ochraně chmele proti peronospoře chmelové, nicméně je znám svým vedlejším účinkem rovněž na padlí chmelové. Jeho aplikací tudíž, především v kritické době **na počátku pazochování**, pomáháme rovněž předcházet infekci tohoto patogena. Účinná látka azoxystrobin patří do chemické skupiny β -methoxyakrylátů (strobilurinové deriváty). Má systémové a translaminární vlastnosti, zastavuje transport elektronů při dýchání mitochondrií. Účinek je především preventivní, a proto musí být aplikována ještě před nebo na samém počátku vzniku infekce. Azoxystrobin působí dlouhodobě, čímž může zabránit vzniku nové infekce. Ošetřované porosty jsou delší dobu zelené (tzv. „green effect“). Jedná se o širokospektrální fungicid, účinný proti původcům důležitých chorob ze skupin *Oomycetes*, *Ascomycetes*, *Basidiomycetes* a *Deuteromycetes*. O vedlejším účinku na padlí chmelové svědčí jednak výsledky polních pokusů prováděné v provozních podmínkách plodných chmelnic a jednak ta skutečnost, že azoxystrobin je zaregistrován v ČR mj. v ochraně proti padlí např. okurek, mrkve, papriky, petržele, rajčat a jiných druhů zeleniny.

V ochraně chmele se řídí dávka přípravku růstovou fází: do BBA 37 (rostliny zhruba ve 1/3 drátu) 0,75 l/ha, do BBA 55 (ukončení vývoje pazochů) 1,0 l/ha a nad BBA 55: 1,6 l/ha. Vyšší hranice doporučeného dávkování je mimo plně vzrostlé porosty určena také pro ošetření při výskytu a za zvýšeného rizika onemocnění. Přípravek se doporučuje neaplikovat při teplotách nad 28 °C z důvodu nebezpečí fytoxicity. Fungicid je možné kombinovat s insekticidy proti mšici chmelové, běžně používanými kapalnými hnojivy a stopovými prvky. Azoxystrobin je netoxický (mortalita do 10%) pro dospělce nejvýznamnějších přirozených nepřátel mšice chmelové, afidofágní slunéčka druhu *Coccinella septempunctata* L.

3.2. IQ-CRYSTAL (QUINOXYFEN)

Fungicid IQ-Crystal obsahuje 250 g/l účinné látky **quinoxifyenu**. Jedná se o vysoce selektivní fungicid ve formě suspenzního koncentrátu, určený k preventivní ochraně proti padlí révovému a padlí chmelovému. IQ-Crystal je v běžně používaných dávkách neškodný pro včely a užitečný hmyz. Quinoxifyfen brání prorůstání spor do rostlinných pletiv a tím znemožňuje vznik infekce konidemi padlí. Přípravek se vyznačuje aktivní redistribucí účinné látky z ošetřených listů na povrchová pletiva neošetřených a postupně rostoucích listů a hlávek, čímž se výrazně prodlužuje doba jeho biologické aktivity. Délka biologické účinnosti je úměrná použité dávce přípravku. IQ-Crystal se doporučuje používat preventivně. Vzhledem k poměrně dlouhé ochranné lhůtě (35 dnů) je quinoxifyfen



vhodný pro aplikace od třetí dekády června (počátek květu) do poloviny července (počátek tvorby hlávek) s odstupem 10-18 dnů dle aktuálního infekčního tlaku patogena v dávce aplikační tekutiny 1500-2000 l/ha. Ošetření quinoxyfenem je nutné zahájit ještě před rozšířením příznaků choroby. Přípravek vyniká dlouhodobým preventivním účinkem, nemá však účinek kurativní. V USA je quinoxyfen distribuován pod obchodním označením Quintec. V polních pokusech prováděných ve státě Washington prokázal tento fungicid rovněž vysokou účinnost při pozdní aplikaci (druhá polovina měsíce července) na padlí chmelové, spočívající ve značné redukci počtu napadených hlávek (hnědé zbarvení) v před sklizňovém období.

3.3. HORIZON 250 EW (TEBUCANOZOLE)

Fungicid **Horizon 250 EW** obsahuje systémově působící účinnou látku tebucaozole (250 g/l). Je vysoce účinný na široké spektrum houbových chorob a vyznačuje se dlouhou dobou trvání účinku. V ČR je zaregistrován v ochraně řepky, obilovin a peckovin proti široké škále mykóz. Je známý rovněž svým morforegulačním účinkem (stimuluje růst kořenového systému, zpomaluje prodlužovací růst). Není tudíž vhodný pro ošetření v době, kdy se chmel nachází ve vegetativní fázi, tj. období, kdy dochází k prodlužování révy (BBA 59). Celkové množství přípravku aplikovaného během vegetace nesmí překročit 4,5 l/ha. Maximálně se tudíž doporučuje provést dva postřiky tebucaozolem. Ošetření provádíme nejpozději při zjištění prvních symptomů padlí v intervalu 7-14 dnů, v závislosti na aktuálním průběhu počasí a infekčním tlaku patogena. Objem postřikové tekutiny přizpůsobujeme habitu chmelových rostlin v době realizace ochranného zásahu (2000-2500 l/ha). Stejně zásady platí i pro další dva fungicidy, obsahující stejné množství ú.l. tebucaozole (250 g/l): **Ornament 250 EW** a **Lynx**.

3.4. OSTATNÍ PŘÍPRAVKY

Vzhledem ke slabému výskytu padlí chmelového v posledním desetiletí je ochrana chmele proti této chorobě vesměs zajišťována výše uvedenými přípravky. Fungicid **Bayfidan 250 EC** (triadimenol) se již prakticky nepoužívá, což vyplývá ze skutečnosti, že nefiguruje v portfoliu fungicidů v katalogu registranta, tj. firmy Bayer CropScience. Rovněž použití sirnatých fungicidů **Sulikol K** a **Kumulus WG** je pouze omezené.

3.5. NOVÉ PERSPEKTIVNÍ FUNGICIDY

Nejlepší výsledky v ochraně chmele proti napadení hlávek v před sklizňovém období přináší ošetření přípravkem (**pyraclostrobin**). Tento přípravek, v USA známý pod názvem **Pristine**, v Evropě pak pod komerčním názvem **Bellis**, je nyní rovněž součástí registračních



pokusů v rámci EU. Vhodnější termín pro jeho aplikaci je v období od 18.07. do 01.08., než později (01.08. – 15.08.), jelikož citlivost hlávek vzrůstá obvykle od počátku měsíce srpna a tudíž časnějším ošetřením vytváříme prevenci proti vzniku těchto symptomů.

4. METODICKÁ DOPORUČENÍ PRO OCHRANU CHMELE PROTI PADLÍ CHMELOVÉMU

Tabulka 1: Fungicidní přípravky povolené v ochraně chmele proti padlí chmelovému v ČR v r. 2010

Název přípravku (účinná látka)	Koncentrace přípravku, dávka (kg, l/ha)	Toxicita člověk	Toxicita včely	Ochranná lhůta - dny	Pozn.
Bayfidan 250 EC (triadimenol)	0,05 %	Xn	PR	14	2
IQ-Crystal (quinoxifen)	0,02-0,03% (max. 0,6 kg)	Xi	PR	35	1
Horizon 250 EW (tebuconazole)	0,075 %	Xn	PR	21	2, 3
Lynx (tebuconazole)	0,075 %	Xn	PR	21	2, 3
Ornament 250 EW (tebuconazole)	0,075 %	Xn	PR	21	2, 3
Sulikol K (síra)	15 - 20 kg	Xi	PR	7	-
Kumulus WG (síra)	10 - 14 kg	-	PR	7	-

Poznámka:

- 1/ IQ-Crystal je určen pro preventivní aplikaci od počátku květu do tvorby hlávek, max. 3x.
- 2/ Maximálně 4x.
- 3/ Použití po dohodě s odběratelem!
- 4/ Xn = zdraví škodlivý, Xi = dráždivý
- 5/ PR = riziko vyplývající z použití přípravku je při dodržení návodu na použití a správné aplikace pro včely přijatelné.



Ostatní metodické údaje: přípravky se aplikují rosením v dávce 1000-2800 l postřikové tekutiny na 1 ha dle aktuálního habitu chmelových rostlin. **Chmel ošetřujeme preventivně v nejrizikovějších obdobích vegetace, tj. na počátku pazochování a hlávkování. Dále pak při zjištění prvních příznaků choroby na vrchní straně listů (bílé puchýřky) a zásahy dle potřeby opakujeme.** Přípravky na bázi síry jsou mísitelné s fungicidy Kuprikol 50 a Curzate K.

V dřívější době byla pro ochranu chmele proti padlí doporučována především síra (Sulikol K, Thiovit, Kumulus WG), která je, i když v menším měřítku, používána dodnes. V ČR jsou v současné době stále zaregistrovány a metodicky doporučovány **Sulikol K** a **Kumulus WG**. V dávce 15-20 kg/ha se doporučuje aplikovat Sulikol K a v dávce 10-14 kg/ha Kumulus WG. Později se začal používat rovněž fungicid dinocap (Karathane FN 57), který již v současné době není v ČR v ochraně chmele registrován.

V Anglii byly vzhledem k největšímu výskytu padlí registrovány v dřívějším období rovněž další přípravky: bupirimat (Nimrod), triadimefon (Bayleton 25 WP), triforine (Saprol New) a penconazol (Topas 100 EC). Z tohoto spektra byl biologicky neúčinnější triforine (Saprol New).

Ačkoliv měďnaté přípravky (**Cuproxat SC**, **Kuprikol 250 SC**, **Kuprikol 50** a další) nemají přímý účinek na padlí, bylo zjištěno, že nepřímo přispívají k jeho potlačení díky tomu, že **po jejich aplikaci jsou listy tvrdší a tím i méně citlivé k infekci.**

Protože se mycelium této houby vyskytuje v povrchových epidermálních pletivech, je na listech snáze hubitelné chemickou ochranou než je tomu u peronospor, která se šíří uvnitř rostlinných pletiv.

Výskyt padlí na některých chmelnicích na Žatecku na konci devadesátých let vedl k tomu, že byli požádáni výrobci fungicidů Saprol New a Bayfidan 250 EC) o provedení registračních pokusů, které byly posléze realizovány a oba tyto přípravky se v té době staly stěžejními fungicidy v ochraně chmele proti padlí chmelovému v ČR. Později se podařilo zaregistrovat rovněž další výše zmíněné fungicidy: **IQ Crystal** (quinoxifen) a **Horizon 250 EW** (tebucanozole). Stejnou účinnou látku (tebucanozole) obsahují i další dva fungicidy **Lynx** a **Ornatment 250 EW**.

Jak již bylo výše uvedeno, je ochrana chmele v podmínkách ČR založena téměř výhradně na preventivním ošetření, což vyplývá z toho, že v současnosti není k dispozici fungicid s kurativním účinkem. **Úspěšná ochrana je založena na včasné realizaci ochranného zásahu v optimálním termínu, tj. na počátku pazochování (druhá dekáda června) a na počátku hlávkování (druhá polovina července).** V případě, že se jedná o silně napadené chmelnice z předchozího roku, je nezbytné provést ošetření již v jarním období, aby se tím předešlo šíření primární infekce ve formě askospór. Nezbytná jsou rovněž opatření vedoucí k regulaci výskytu patogena, především **odstranění napadených částí chmelových rostlin a vyvážená výživa**, kde je hlavní zásadou **nepřehnojování dusíkem**. V případě citlivých odrůd a poloh, kde se padlí častěji vyskytuje, je i v tomto



případě doporučována **včasná chemická či mechanická defoliace spodních listových pater**, prováděná v době kdy rostliny dosáhnou výšky 3-4 m. Tímto zásahem rovněž předcházíme šíření primární infekce peronospor z klasovitých výhonů a migraci svilušky chmelové do vyšších listových pater. Pokud již dojde k napadení hlávek, doporučuje se provést včasnou sklizeň těchto chmelnic, aby se tak minimalizovaly následné ztráty. Po sklizni napadených chmelnic je nutné odstranit napadené části rostlin z chmelnice. Rovněž je doporučováno přihnojení kompostem, čímž dochází k pokrytí kleistothecií po sklizni a snížení rizika napadení chmelových rostlin v následujícím roce. V našich podmínkách není jarní napadení z napadených pupenů tak nebezpečné, jako v těch zemích, kde se jarní mechanický řez neprovádí, jelikož touto operací odstraníme značnou část napadených pletiv, čímž eliminujeme i výskyt primární infekce v tomto období.

5. ŠLECHTĚNÍ NA ODOLNOST PROTI PADLÍ CHMELOVÉMU

V posledních letech je šlechtění chmele v České republice zaměřeno výhradně na odolnost k biotickým i abiotickým činitelům s preferencí na rezistenci k houbovým chorobám. Až po testování šlechtitelského materiálu na odolnost k významným houbovým chorobám jsou sledovány výkonnostní (výnos, obsah chmelových pryskyřic) a kvalitativní parametry (složení chmelových pryskyřic a silic, pivovarské složky, atd.). V souvislosti s gradačním výskytem padlí chmelového na konci devadesátých let bylo zahájeno i cílené šlechtění na odolnost k této chorobě. Základem šlechtění je široký soubor genetických zdrojů a následné využití rezistentních genotypů. Rezistence rostlin proti různým patogenům je založena na mechanismu genu proti genu. Specifický gen rezistence (R) rozpoznává patogenní gen virulence (Avr), čímž se rozbíhá mechanismus hypersenzitivní reakce (HR – hypersensitive response) vedoucí až k systematické získané rezistenci (SAR – systematic acquired resistance) a výrazné redukci infekce. Na základě nejnovějších poznatků bylo zjištěno, že mechanismus rezistence a architektura jednotlivých genů rezistence rostlin k různým patogenům jsou velice podobné.

Základem je testace výchozích rodičovských komponentů, jak předává rezistenci na potomstva. Současně se po této testaci získávají odolné genotypy pro šlechtění chmele. Šlechtění na odolnost probíhá dvěma směry:

5.1. TESTACE JUVENILNÍCH ROSTLIN

Pro stanovení odolnosti jsou využívány umělé infekce ve skleníkových podmínkách (**Obr. 11**). Jedná se o rychlou metodu, která byla získána v rámci řešení výzkumného záměru MSM 1486434701. Tímto způsobem se vyřazují náchylné rostliny a do další etapy šlechtitelského cyklu se vysazují výhradně tolerantní nebo rezistentní jedinci.



Z dosažených výsledků v rámci šlechtění chmele (**Tab. 2**) je patrné, že potomstvo po rodičích Agnus x Liběšice vykazuje 100 % citlivost k padlí chmelovému. Vysoké procento silně napadených rostlin vykazuje potomstvo po anglické odrůdě Challenger (88 %). Nejnižší procento silně napadených rostlin vykazují potomstva Taurus x Sm03H37 (58 %) a 4709 x 99/14 (56 %). Kategorie tolerantních rostlin je charakterizována slabým napadením (tuto odolnost vykazují téměř všechny české odrůdy chmele). Z výsledků je patrné, že u některých potomstev je až 44 % genotypů tolerantních až odolných. Z hlediska odolnosti (genotypy bez symptomů napadení) vykazují nejvyšší podíl potomstva po anglické odrůdě Zenith (17,9 %).

Tabulka 2: Podíl odolných a napadených rostlin padlím chmelovým u jednotlivých potomstev při skleníkových testacích

Původ (♀ x ♂)	Silně napadené (%)	Tolerantní (%)	Odolné (%)
Agnus x Liběšice	100,0	0,0	0,0
Taurus x Sm03H37	58,0	33,1	8,9
4709 x 99/14	56,0	37,9	6,1
Taurus x 99/14	75,2	17,7	7,1
Agnus x volné	71,6	21,6	6,8
4849 x volné	76,1	18,5	5,4
Challenger x volné	88,0	8,0	4,0
Zenith x volné	65,7	16,4	17,9

5.2. TESTACE ROSTLIN V PRŮBĚHU RŮSTU

Získaný šlechtitelský materiál je vysazen do šlechtitelské chmelnice, kde není prováděna chemická ochrana proti padlí chmelovému. Druhá testace se provádí z důvodu výskytu jiných ras patogena, které nemusí být použity ve skleníkových podmínkách. Přirozené infekce napadají náchylné rostliny (**Obr. 3**). Před sklizní se provádí hodnocení rostlin na odolnost k padlí chmelovému – stupeň poškození chmelových hlávek dle klasifikátoru chmele (5 tříd):

1. odolné - bez poškození
2. slabě napadené - poškození hlávek do 10 %
3. středně napadené - poškození hlávek do 30 %
4. silně napadené - poškození hlávek do 50 %
5. velmi silně napadené - poškození nad 50 %.



Vybrané odolné a tolerantní rostliny se vysazují do polních podmínek. U těchto rostlin je před sklizní hodnoceno poškození chmelových hlávek padlím chmelovým. Z **Tab. 3** je patrné, že rostliny, které byly odolné již po umělých infekcích, vykazují nižší poškození chmelových hlávek. Z celého souboru testovaných potomstev nevykazuje 83 % rostlin výskyt padlí chmelového a pouze 17 % rostlin vykazuje slabé napadení (poškození hlávek do 10 %). Rostliny, které mají již při umělých infekcích silnější výskyt této choroby vykazují i v polních podmínkách vyšší podíl poškozených hlávek. Z tohoto souboru testovaných rostlin vykazuje 57,6 % rostlin slabé napadení a 11,8 % středně slabé napadení (poškození hlávek do 30 %).

Tabulka 3: Podíl stupně poškození chmelových hlávek padlím chmelovým u vybraných chmelových rostlin po skleníkových infekcích

Původ (♀ x ♂)	Odolné po skleníkových infekcích					Tolerantní po skleníkových infekcích				
	1	3	5	7	9	1	3	5	7	9
Taurus x Sm03H37	100 %	0	0	0	0	13 %	74 %	13 %	0	0
4709 x 99/14	85 %	15 %	0	0	0	62 %	31 %	7 %	0	0
Agnus x volné	80 %	20 %	0	0	0	18 %	73 %	9 %	0	0
4849 x volné	80 %	20 %	0	0	0	20 %	60 %	20 %	0	0
Zenith x volné	70 %	30 %	0	0	0	50 %	40 %	10 %	0	0
Průměr (x)	83,0%	17,0%	0	0	0	32,7%	57,6%	11,8%	0	0

Uvedené výsledky poukazují na postup šlechtění chmele na odolnost k padlí chmelovému. Dvoustupňová testace hodnotí jak rodičovské komponenty, tak současně selektuje základní šlechtitelský materiál.



III. SROVNÁNÍ „NOVOSTI“ POSTUPŮ

Stávající sortiment registrovaných přípravků v ochraně chmele proti padlí chmelovému je, vzhledem k nízké škodlivosti tohoto patogena v posledním desetiletí, dostatečně široký, což platí i z hlediska exportu českého chmele do zahraničí, neboť tyto přípravky mají vesměs stanoveny importní tolerance (MRL) pro EU, USA i Japonsko. Výjimkou je pouze triadimenol (Bayfidan 250 EC), který postrádá importní tolerance pro USA. Fungicid Ortiva (azoxystrobin) je sice registrován v ochraně chmele proti peronospoře chmelové, nicméně je známý rovněž svým vedlejším účinkem na padlí chmelové, což rovněž předurčuje optimální termín jeho aplikace, tj. počátek pazochování, což je i optimální termín preventivního ošetření i pro ostatní fungicidní přípravky registrované v ČR v ochraně chmele proti tomuto patogenu.

Metodika ochrany chmele proti této mykóze obsahuje vedle jejího popisu, bionomie a konkrétních metodických doporučení rovněž zobrazení typických příznaků na vegetativních a generativních orgánech chmele. V metodice je využito výsledků získaných v rámci řešení projektu MZe NAZV QD1179 „Komplexní integrovaná ochrana chmele proti škodlivým organismům“, který byl řešen ve spolupráci s VÚRV Praha..

V rámci harmonizace registračních procesů v EU jsou realizovány pokusy s novými vysoce účinnými fungicidy. Dle aktuální potřeby jsou tyto nové přípravky zařazovány do Seznamu povolených přípravků pro chmel rovněž v ČR.

IV. POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Metodika ochrany chmele proti padlí chmelovému poskytuje informace o tomto patogenu, včetně doporučované strategie ochrany, která byla zpracována na základě dostupné literatury, diskuzí s předními světovými experty v tomto oboru, poznatků získaných v rámci řešení výše uvedeného projektu a dosažených výsledků získaných v polních komparačních a registračních pokusech prováděných mimo rámec tohoto projektu v období po jeho skončení. Metodika bude sloužit pracovníkům státní správy, pedagogům vysokých a středních škol, výzkumným pracovníkům, obchodníkům s chmelem, distributorům pesticidů a především pěstitelům chmele, zkrátka široké chmelařské veřejnosti. Realizací metodicky správné praxe pro používání přípravků se minimalizuje zátěž životního prostředí ve chmelařských oblastech, rovněž jako riziko selhání biologické účinnosti z důvodu nedostatků v aplikaci. Dodržováním metodických pokynů se předchází nebezpečí vzniku problémů se zvýšeným obsahem reziduí ve chmelových hlávkách, čímž se zlepšuje zobchodovatelnost českého chmele a tím i jeho konkurenceschopnost na světovém trhu.



V. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

Asao, H., Nishizawa, Y., Arai, S., Sato, T., Yoshida, K., Shinmyo, A., Hibi, T., 1997: Enhanced resistance against a fungal pathogen *Sphaerotheca humuli* in transgenic strawberry expressing a rice chitinase gene. *Plant. Biotechnol.* 14: 145-149.

Batista, D., Sousa, M.J., Pais, M.S., 2001: Improving hops (*Humulus lupulus* L.) for resistance against fungi. In *Proc. Scient. Comm. I.H.G.C., Canterbury, Kent, England:* 16.

Bayer CropScience, 2010: Přípravky na ochranu rostlin a prostředky pro DDD činnost. Přehled využití přípravků firmy Bayer CropScience v jednotlivých plodinách: 182 s.

Blattný, C., Osvald, V., 1950: Jen zdravý a jakostní chmel. Brázda, Praha: 368 s.

Coley-Smith, J.R., 1964: An association between so-called premature ripening of hops and the presence of powdery mildew (*Sphaerotheca macularis*). *Rep. Dept. Hop Res. Wye Coll. for 1963:* 30-31.

DOW AgroSciences, 2007: Přípravky na ochranu rostlin. Přehled využití přípravků firmy DOW AgroSciences v jednotlivých plodinách: 92 s.

Engelhard, B.A., Lutz, A., Mayer, M., 1997: Die Harmonisierung in der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln als Voraussetzung für den internationalen Hopfenhandel. In *Proc. Scient. Comm. I.H.G.C., Žatec, Czech Republic:* 5-10.

Engelhard, B.A., Kammhuber, K., Huber, R., Lutz, A., Hesse, H., 2005: Development and testing of a forecasting model for Powdery Mildew (*Podosphaera macularis*) in Bavarian hops. In *Proc. Scient. Comm. I.H.G.C., George, South Africa:* 59-62.

Engelhard, B., Schwarz, J., Weihrauch, F., 2007: Standard ranges of the application of pesticides on hops – a proposal for the EPPG guidelines: In *Proc. Scient. Comm. I.H.G.C., Tett nang, Germany:* 110-113.

Engelhard, B., Schlagenhauer, S., 2009: A forecasting model for the control of powdery mildew (*Podosphaera macularis*) in hops (*Humulus lupulus* L.) under climatic conditions in the Hallertau. In *Proc. Scient. Comm. I.H.G.C., León, Spain:* 70-72.

Engelhard, B., Schlagenhauer, S., 2009: Prognosemodell als neue Entscheidungshilfe zur Bekämpfung des Echten Methltaus (*Podosphaera macularis*) im Hopfen. *Hopfen-Rundschau*, 4: 77-82.

George, A.E., Bryant, W.L., 1997: Pesticide research, registration and international harmonization. In *Proc. Scient. Comm. I.H.G.C., Žatec, Czech Republic:* 6-11.

George, A., Bryant, B., 2001: Raising International Coordination to its Next Level. In *Proc. Scient. Comm. I.H.G.C., Canterbury, Kent, England:* 1-3.



- Kazda, J., Mikulka, J., Prokinová, E., 2010:** Encyklopedie ochrany rostlin. Profi Press s.r.o., Praha, ISBN 978-8086726-34-2: 399 s.
- Kůdela, V., Kocourek, F. a kol., 2002:** Seznam škodlivých organismů rostlin. Agrospoj, s.r.o., Těšnov, Praha: 342 s.
- Kunkel, D.L., Holm, R., 2001:** The IR-4 Project – Providing pest management solutions to growers of hops, fruits, vegetables and other minor crops. In Proc. Scient. Comm. I.H.G.C., Canterbury, Kent, England: 4-7.
- Liyanage, A.d.S., Royle, D.J., 1976:** Overwintering of *Sphaerotheca humuli*, the cause of hop powdery mildew. Ann. Appl. Biol., 83: 381-394.
- Lutz, A., Kneidl, J., Seigner, E., 2007:** Wild hops – new sources for resistance to powdery mildew. In Proc. Scient. Comm. I.H.G.C., Tettngang, Germany: 31.
- Mahaffee, W.F., Thomas, C., Ocamb, M., Turechek, W.W., 2001:** Development of a risk infection forecasting model for hop powdery mildew. In Proc. Scient. Comm. I.H.G.C., Canterbury, Kent, England: 111.
- Mahaffee, W.F., Turechek, W.W., Ocamb, M., 2003:** Effect of variable temperature on infection severity of *Podosphaera macularis* on hops. Phytopathology 93: 1587-1592.
- Mahaffee, W.F., Pethybridge, S.J., Gent, D.H., 2009:** Compendium of Hop Diseases and Pests. APS (American Phytopathological Society) Press: 93 p.
- Miehle, H., Seigner, E., 2005:** Transfer of a resistance gene into hops. In Proc. Scient. Comm. I.H.G.C., George, South Africa: 23.
- Miehle, H., Seigner, E., 2007:** Production of powdery mildew resistant hops via gene transfer. In Proc. Scient. Comm. I.H.G.C., Tettngang, Germany: 78-81.
- Nesvadba, V., Krofta, K., Patzak, J., 2005:** Problematika šlechtění chmele (*Humulus lupulus* L.) na odolnost k houbovým chorobám. Sborník přednášek Nové poznatky z genetika a šlachtenia polnohospodárskych rastlín, 23. – 24.11.2005 VÚRV Piešťany, Slovensko: 57 – 60. ISBN 80-88790-43-3.
- Nesvadba, V., Patzak, J., 2006:** Šlechtění chmele na odolnost k padlí chmelovému (*Podosphaera macularis*). Sborník přednášek Nové poznatky z genetika a šlachtenia polnohospodárskych rastlín, 14. – 15.11.2006 VÚRV Piešťany, Slovensko: 162 – 163. ISBN 80-88872-57-X.
- Nesvadba V., 2007:** Hop breeding on resistance to powdery mildew (*Podosphaera macularis*). International Scientific meeting Use Genetic Resource of Cultivated Plant. Žatec. 2007
- Neve, R.A., 1991:** Hops. Chapman and Hall, London: 266 pp.



- Oberhollenzer, K., Seigner, E., Lutz, A., Eichmann, R., Hüchelhoven, R., 2009:** Powdery mildew on hops (*Humulus lupulus* L.): Histochemical studies and development of a transient transformation assay. In Proc. Scient Comm. I.H.G.C., León, Spain: 23-26.
- Radic-Miehle, H., Seigner, E., 2003:** Genetic engineering of hop (*Humulus lupulus* L.). In Proc. Scient. Comm. I.H.G.C., Dobrna-Žalec, Slovenia: 120.
- Royle, D.J., Liyanage, A.d.S., 1973:** Plant Pathology Section Rep. Dept. Hop Res. Wye Coll. for 1972: 24-41.
- Royle, D.J., 1976:** Plant Pathology Section Rep. Dept. Hop Res. Wye Coll. for 1975: 25-29.
- Royle, D.J., 1978:** Powdery mildew of the hop. In The Powdery Mildews. D.M. Spencer, ed. Academic Press, London: 381-409.
- Rybáček, V. a kol., 1980:** Chmelařství, SZN Praha: 426 s.
- Seefelder, S., Seigner, E., 2003:** Molecular markers for powdery mildew (*Sphaerotheca humuli*) resistance in hops. In Proc. Scient. Comm. I.H.G.C., Dobrna-Žalec, Slovenia: 8-11.
- Seefelder, S., Lutz, A., Seigner, E., 2005:** Mapping of a powdery mildew resistance gene in hop (*Humulus lupulus* L.). In Proc. Scient. Comm. I.H.G.C., George, South Africa: 31-34.
- Seigner, E., Seefelder, S., Haugg, B., Hesse, H., Rösch, H., Felsenstein, F., 2001:** Investigations on the virulence of hop powdery mildew. In Proc. Scient. Comm. I.H.G.C., Canterbury, Kent, England: 33-37.
- Seigner, E., Seefelder, S., Felsenstein, F., 2002:** Untersuchungen zum Virulenzspektrum des Echten Mehltaus bei Hopfen (*Sphaerotheca humuli*) und zur Wirksamkeit rassen-spezifischer Resistenzgene. Nachrichten des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 54: 147-151.
- Seigner, E., Seefelder, S., Haugg, B., Hesse, H., Engelhard, B., Hasyn, S., Felsenstein, F., 2003:** Potential of powdery mildew (*Sphaerotheca humuli*) to infect hops (*Humulus lupulus*) in various developmental stages. Ges. Pflanz. 55: 29-33.
- Seigner, E., Lutz, A., Radic-Miehle, H., Seefelder, S., Felsenstein, F.G., 2005:** Breeding for powdery mildew resistance in Hop (*Humulus lupulus* L.): Strategies at the Hop Research Center, Huell, Germany. ActaHort 668, 19-30.
- Seigner, E., Lutz, A., Seefelder, S., 2008:** Breeding of new Innovative Hop Varieties for the Future. In Proc. Internation. Hop Symp., Wolnzach, Germany: 52-55.
- Schlagenhauser, S., Engelhard, B., Wolf, P.F.J., 2009:** Sporenverteilung des Echten Mehltaus im Hopfen ausgehend von Infektionsherden und Abhängigkeit vom Vegetationsstadium. Gesunde Pflanzen, 61: 31-37.



- Syngenta, 2010:** Katalog přípravků na ochranu rostlin 2010. Přehled využití přípravků firmy Syngenta Czech s.r.o. v jednotlivých plodinách:157 s.
- Turechek, W.W., Mahaffee, W.F., 2004:** Spatial pattern analysis of hop powdery mildew in the Pacific Northwest: Implications for sampling. *Phytopathology* 94: 1116-1128.
- Vostřel, J., Veselý, F., 1995:** Hop protection against pests in Czech Republic. In Proc. Scient. Comm. I.H.G.C., Strasbourg, France: 99-101.
- Vostřel, J., 1998:** Padlí chmelové (*Sphaerotheca humuli*). *Chmelařství*, 71, (7-8): 96-99.
- Vostřel, J., 1999:** Hop protection against pests and diseases in Czech Republic (up-to-date information). In Proc. Scient. Comm. I.H.G.C., Pulawy, Poland: 120-122.
- Vostřel, J., 2006:** Metodická doporučení v ochraně chmele proti škodlivým organismům v roce 2006. *Chmelařství*, 79: 45-54.
- Vostřel, J., 2007:** Ochrana chmele proti škodlivým organismům v roce 2007 a metodická doporučení pro letošní rok. *Chmelařství*, 80: 38-44.
- Vostřel, J., Filkuka, I., 2008:** Hop Protection against Pests and Diseases in Central Europe in 2020. In Proc. International Hop Symp., Wolnzach, Germany: 63-67.
- Vostřel, J., Klapal, I., Kudrna, T., 2009:** Metodika ochrany chmele 2009. Chmel. Inst., Žatec. ISBN 978-80-8686-07-2: 17 s.
- Vostřel, J., Klapal, I., Kudrna, T., 2010:** Metodika ochrany chmele 2010. Chmel. Inst., Žatec. ISBN 978-80-86836-37-9: 24 s.

VI. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

- Vostřel, J., 2006:** Metodická doporučení v ochraně chmele proti škodlivým organismům v roce 2006. *Chmelařství*, 79: 45-54.
- Vostřel, J., 2007:** Ochrana chmele proti škodlivým organismům v roce 2007 a metodická doporučení pro letošní rok. *Chmelařství*, 80: 38-44.
- Vostřel, J., Klapal, I., Kudrna, T., 2009:** Metodika ochrany chmele 2009. Chmel. Inst., Žatec. ISBN 978-80-8686-07-2: 17 s.
- Vostřel, J., Klapal, I., Kudrna, T., 2010:** Metodika ochrany chmele 2010. Chmel. Inst., Žatec. ISBN 978-80-86836-37-9: 24 s.
- Vostřel, J., Filkuka, I., 2008:** Hop Protection against Pests and Diseases in Central Europe in 2020. In Proc. International Hop Symposium, Wolnzach, Germany: 63-67.



VII. ABSTRAKT

Metodika ochrany chmele proti padlí chmelovému (*Podosphaera macularis*) poskytuje informace týkající se popisu patogena, včetně obrazových příloh zahrnujících symptomy choroby na listech a generativních orgánech. Samostatná kapitola je rovněž věnována bionomii a metodickým doporučením ochrany proti této mykóze.

I když výskyt padlí chmelového v posledních letech je všeobecně nižší, je nezbytné věnovat tomuto patogenu neustálou pozornost, což vyplývá jednak z jeho gradačního charakteru a vzniku rezistentních kmenů a jednak ze změny symptomatických projevů, spočívajících v napadení hlávek před sklizní, které může být zaměňováno s projevy jiných škodlivých činitelů.

V rámci strategie ochrany chmele proti padlí chmelovému je nezbytné dodržovat určité zásady, jimiž minimalizujeme riziko napadení. Tato opatření spočívají především v odstranění napadených částí rostlin ze chmelnice, vyvážené výživě a včasné defoliaci spodních listových pater, jíž předcházíme rovněž šíření primární infekce peronospory a svilušky chmelové do vyšších listových pater. Úspěšná ochrana je založena na včasné realizaci ochranného zásahu v optimálním termínu, tj. na počátku pazočování a na počátku hlávkování. Z hlediska perspektivy je nezbytné šlechtění na odolnost proti této nebezpečné mykóze, které je v současné době nedílnou součástí všech šlechtitelských pracovišť.

Aktuální informace týkající se výskytu, škodlivosti a metodických doporučení ochranných zásahů proti škodlivým organismům jsou každoročně dostupné jednak na adrese www.chizatec.cz. a jednak jsou předávány e-mailem prostřednictvím Svazu pěstitelů chmele ČR.



VIII. ABSTRACT

The handbook is aimed at hop protection against powdery mildew (*Podosphaera macularis*). It provides information concerning the pathogen including some pictures of typical symptoms of this disease. Despite the lower occurrence of the disease recently, it is necessary to be concerned with it, which ensues not only from its gradational character and existence of resistant strains but from the change of symptoms resulting in damage of hops before harvest as well. This damage may be easily mistaken for symptoms caused by other organisms.

To be able to cope with the disease some necessary precautions must be kept. They include removal of damaged parts of plant from the field and rational nutrition without excessive fertilization by nitrogen. Early mechanical or chemical defoliation of basal growth is recommended. It helps to prevent infection of downy mildew as well as migration of spider mites to higher leaves as well. Chemical treatment is necessary to carry out in the period when hop plants are most sensitive to the infection. The beginnings of the development of laterals and cones are crucial to prevent the damage. Resistance breeding against this disease has become a necessary part of all breeding programs.

Up-to-date information on the occurrence of pests and diseases including methodical recommendations on treatments are available on the following address: www.chizatec.cz. as well as it may be send via e-mail by Czech Hop Grower's Association.



PŘÍLOHY

Tabulka 4: Limity reziduí fungicidů povolených v ochraně chmele proti padlí chmelovému v ČR v r. 2010 (suché hlávky)

Účinná látka (údaje v mg/kg sušiny)	Přípravek	EU	USA	Japonsko
azoxystrobin	Ortiva	20	20	20
quinoxyfen MRL	IQ-Crystal	0,5	3	1
síra	sirnaté přípravky	100	neomez.	ano
tebuconazol	Horizon 250 EW, Lynx, Ornament 250 EW	30	35	30
triadimenol	Bayfidan 250 EC	10	ne	5



Obr. 1: Chmelová neuzavřená hlávka napadená padlím chmelovým ve vývojové fázi počátku tvorby hlávek



Obr. 2: Chmelové hlávky silně napadené padlím chmelovým



Obr. 3: *Typické příznaky napadení chmelových listů ve formě bílých vypouklých puchýřků obsahujících mycelium patogena*



Obr. 4: Za příznivých podmínek pro vývoj vytváří mycelium patogena souvislý povlak na chmelových listech



Obr. 5: *Mladý semenáček chmele infikovaný na listech typickým bílým mycelium patogena*



Obr. 6: *Mladý semenáček chmele infikovaný na listech typickým bílým mycelium patogena (detail)*



Obr. 7: Poškozené chmelové hlávky infikované sekundární konidiovou infekcí padlí chmelového



Obr. 8: Napadený hnědě zbarvený krycí listen v předsklizňovém období. Obvyklý příznak napadení v posledních letech při dozrávání hlávek.



Obr. 9: Napadené hnědě zbarvené listeny v předsklizňovém období. Obvyklý příznak napadení v posledních letech při dozrávání hlávek.



Obr. 10: *Infikovaná stopka chmelové hlávky*



Obr. 11: Umělá infekce mladých semenáčků ve skleníku pomocí chmelových rostlin napadených patogenem.



CHMELAŘSKÝ INSTITUT s.r.o.

HOP RESEARCH INSTITUTE Co., Ltd.



Kadaňská 2525, 438 46 Žatec

Tel.: +420 415 732 111

Jednatel: Ing. Jiří Kořen, Ph.D.

Fax: +420 415 732 150

Tel.: +420 415 732 133

Internet: www.chizatec.cz

E-mail: jiri.koren@telecom.cz

Vědeckovýzkumná činnost

- Šlechtění chmele
- Chemie chmele
- Agrotechnika chmele
- Ochrana chmele
- Biotechnologie
- Pokusný pivovárek

Poradenská a školicí činnost

Výroba chmele

Výroba chmelové sadby

- Žatecký poloraný červeňák
- Hybridní odrůdy

Zemědělská výroba

Obchodní činnost



Chmelařský institut s. r. o.

Účelové hospodářství Stekník

Tel.: +420 415 735 861

Fax: +420 415 725 334

Výzkumná stanice Tršice

Tel.: +420 585 957 237



Stávající metodika byla zpracována v rámci řešení výzkumného projektu **MZe NAZV QD1179:**
„Komplexní integrovaná ochrana chmele proti škodlivým organismům“
v období od 01. 06. 2001 do 31. 12. 2004.

Nositelem projektu byl Chmelařský institut, s.r.o. v Žatci,
spolunositelem Výzkumný ústav rostlinné výroby v Praze-Ruzyni.

