

Ing. Pavel Procházka, Ph.D., Ing. Adéla Fraňková, Ph.D.,
Ing. Jan Řehoř, Ing. Jan Vostřel, Ing. Jan Tauchen, Ph.D.

Použití chmelového extraktu a tymiánové silice v ochraně chmele proti plísni chmelové



Metodika pro praxi

T A
Č R

Program **Zéta**

ČZU Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů



MK AGRO s.r.o.

Použití chmelového extraktu a tymiánové silice v ochraně chmele proti plísni chmelové

Metodika pro praxi

Autorský kolektiv:

Ing. Pavel Procházka, Ph.D.

Ing. Adéla Fraňková, Ph.D.

Ing. Jan Řehoř

Ing. Jan Vostřel

Ing. Jan Tauchen, Ph.D.

Autorský kolektiv

Ing. Pavel Procházka, Ph.D.

Česká zemědělská univerzita v Praze

Ing. Adéla Fraňková, Ph.D.

Česká zemědělská univerzita v Praze

Ing. Jan Řehoř

MK Agro s.r.o.

Ing. Jan Vostřel

ZOS Liběšovice s.r.o.

Ing. Jan Tauchen, Ph.D.

Česká zemědělská univerzita v Praze

Vydavatel: Kurent s.r.o.

Rok vydání: 2021

Dedikace:

Výsledek řešení projektu TJ02000193:

Vývoj alternativních přípravků na ochranu a podporu obranyschopnosti chmele

Oponentní posudky vypracoval:

Ing. Jindřich Křivánek, Ph.D.,

Akreditovaný poradce pro zemědělství, rostlinnou výrobu

Žďárek 3, Chyše, 364 53

© Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha 2021

ISBN: 978-80-87111-89-5

Poděkování

Práce vznikla za přispění projektu TAČR TJ02000193:
Vývoj alternativních přípravků na ochranu
a podporu obranyschopnosti chmele

Autoři děkují zejména podnikům, ve kterých probíhal výzkum
použití popisovaných látek, tedy MK Agro a ZOS Liběšovice.

T A
Č R

Program **Zéta**



Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů



MK AGRO s.r.o.

Obsah

1. Úvod	8
2. Cíl metodiky	9
3. Choroby	10
3.1. Preventivní opatření	10
3.2. Přehled chorob chmele	10
3.2.1. Peronospora chmelová	10
3.2.2. Padlí chmelové (Sphaerotheca humuli)	15
3.2.3. Verticillium (Verticillium albo-atrum)	18
3.2.4. Bazální korová nekróza chmele - Fusarióza (Fusarium sambucinum; teleomorfa Giberella pulicaris)	19
3.2.5. Chorobný zvrát chmele (Phytophthora citricola, Phytophthora cactorum)	20
3.2.6. Virová (Anglická) mozaika chmele - Hop mosaic virus (HpMV)	20
3.2.7. Zborcení listů	20
3.2.8. Virová kreslená mozaika chmele (Apple mosaic virus - ApMV), Latentní B viróza chmele (Prunus necrotic ringspot virus - PNRSV)	21
3.2.9. Kopřivovitost chmele - Virus mozaiky huseníku - Arabis mosaic virus (ArMV)	21
3.2.10. Nettlehead	21
3.2.11. Virus latentní kroužkovitosti jahodníku - Strawberry latent ringspot virus (SLRSV)	22
3.2.12. Latentní virus chmele - Hop latent virus (HpLV)	22
3.2.13. Americký latentní viru chmele - American hop latent virus (AmHLV)	22
3.2.14. Nádorovitost sazeček (Agrobacterium tumefaciens)	22

4. Metoda diagnostiky a krátkodobé prognózy výskytu plísně chmelové . . .	23
5. Zadoxova stupnice vývojových a růstových fází BBCH.	27
6. Schéma postupu rozhodování o použití přípravků na ochranu rostlin a přírodních látek ve vztahu k agrobiologické kontrole chmelel	29
7. Příprava směsí pro postřik proti peronospoře chmelové.	32
7.1. Příprava koncentráту chmelového postřiku	32
7.2. Názorný postup přípravy koncentráту chmelového postřiku	33
7.3. Příprava koncentráту tymiánového extraktu.	38
7.4. Názorný postup přípravy koncentráту tymiánového extraktu	39
8. Popis výše zmíněných látek používaných k ochraně chmele proti peronospoře chmelové	42
8.1. Chmelový extrakt.	42
8.2. Tymiánová silice	43
9. Další látky a přípravky na bázi přírodních látek využitelné k ochraně chmele proti peronospoře chmelové.	44
9.1. Wetcit - terpeny z pomerančovníku	44
9.2. Alginure - výtažky z mořských řas	44
10. Dosavadní výsledky popsanych látek a přípravků	45
11. Novost postupů.	50
12. Popis uplatnění metodiky pro praxi	50
13. Ekonomické aspekty uplatnění metodiky	51
14. Seznam použité související literatury	52

Abstrakt

Metodika je určena pěstitelům chmele. Zahrnuje poznatky získané v průběhu řešení projektu TJ02000193: Vývoj alternativních přípravků na ochranu a podporu obranyschopnosti chmele, v letech 2019–2021. Publikace obsahuje informace o využití přírodních látek s antifungálním účinkem proti plísni chmelové.

Česká republika má dlouholetou tradici pěstování chmele otáčivého. Systematické pěstování chmele je spojeno s vládou Karla IV. Od té doby má české chmelařství světový věhlas. Pěstování chmele se postupem doby soustřeďovalo do oblastí s nejpříhodnějšími podmínkami (Žatecko, Lounsko, Rakovnicko, Ústěcko). Historicky zažívalo chmelařství v Čechách vlny expanze a úpadku.

V současnosti dochází v České republice k nárůstu výměry chmelnic a je tak na třetím místě světového žebříčku pěstitelských států. Z celkové výměry má největší podíl Žatecký poloraný červeňák, který je tradiční českou odrůdou světového věhlasu.

Variabilita počasí posledních let postihuje všechny zemědělské plodiny. Žatecká chmelařská oblast, která je největší pěstitelskou oblastí, se nachází ve srážkovém stínu Krušných a Doupovských hor. Kromě abiotických stresů jsou rostliny chmele vystaveny biotickým stresovým faktorům, jako jsou choroby a škůdci. Mezi nejvýznamnější škodlivé organismy patří zejména sviluška chmelová (*Tetranychus urticae*), mšice chmelová (*Phorodon humuli*) a z houbových patogenů je nejvýznamnější plíseň chmelová (*Pseudoperonospora humuli*). Po mnoho desetiletí se ve všech státech produkujících chmel používaly k ochraně porostů přípravky založené na bázi mědi. Mezi účinné látky trvale patřil oxychlorid mědi a později i hydroxid měďnatý. V průběhu vegetace pak bylo mnohdy zapotřebí několik ošetření těmito látkami. V roce 2015 však ze závěrů monitorovacích studií vyplynulo, že vysoké dávky měďnatých pesticidů opakovaně užívaných ve chmelových porostech představují závažné riziko pro půdní makroorganismy, zejména pak kroužkovce. Jako akceptovatelná byla následně stanovena dávka 4 kg mědi (Cu) na hektar ročně, což představuje téměř polovinu dosud užívaného množství.

Z tohoto důvodu bylo od roku 2018 omezeno užívání měďnatých pesticidů proti houbovým chorobám, což vede k zintenzivnění hledání vhodných alternativ v ochraně chmele.

Jednu z alternativ, mohou představovat látky přírodního původu, které kromě antifungálního účinku mají i účinky stimulační. Jedná se převážně o výtažky, extrakty nebo silice rostlin. Výhodou těchto látek je příznivá role při uplatňování antirezistentní strategie a zároveň nezávadnost jejich reziduí. Proto tyto látky představují možnou alternativu eliminace biotických stresových faktorů.

Abstract

Proposed methodology is dedicated to farmers and includes new knowledge and experience gained in frame of the TJ02000193 project: **Development of alternative agents for the protection and defensive capacity of hop** realized from 2019 to 2021. The publication provides information about the fungicidal activity of biologically active substances against downy mildew (*Pseudoperonospora humuli*).

The Czech Republic has a long tradition of hop cultivation. Systematic hop cultivation is dated to the era of the king Charles IV. Since that times, the Czech hop growing has gained very good reputation worldwide. In the course of time the hop cultivation was concentrated to the three regions (Žatecko, Rakovnicko, Uštěcko, Tršicko) with the most favourable environmental conditions for hop plants. During the history the Czech hop growers experienced periods of expansions but also decline. Currently the cultivation area of hop is increasing. Therefore, the Czech Republic became the third biggest hop grower worldwide, with the traditional Czech variety Saaz cultivated as the most.

Weather variability during last years affects with no doubt all crops. Žatec area represents the main hop growing region in the Czech republic and is located in the rain shadow of the Krušné and Doupov mountain's. Apart from abiotic stresses, the hop plants are also exposed to biotic stress factors such as diseases and pests. The most important harmful organisms are hop spider (*Tetranychus urticae*), hop aphid (*Phorodon humuli*) and the most important fungal pathogen is downy mildew (*Pseudoperonospora humuli*).

Copper based preparations (especially copper oxychloride and copper hydroxide) were for decades successfully used in hop growing countries as a protection against pest and diseases. The substances were usually applied several times during the hop vegetation. However, in 2015 it was found out that repeatedly used high doses of copper-based pesticides represent severe risk to soil macro-organisms, especially for *Annelids*. Therefore, the acceptable dose of copper which can be applied on the hop was decreased almost to half i.e. to 4 kg/ha annually.

The use of copper pesticides against fungal diseases was legislatively restricted in 2018, consequently, search for suitable alternatives of copper-based pesticides was intensified. It seems that one of the promising alternatives could be substances of natural origin (mainly plant extracts or essential oils) which, in addition to their antifungal effect, can also stimulate plant growth. The main advantage of these complex substances is that the pathogenic organisms will not develop resistance to them easily. Moreover, they are highly degradable so it is supposed that their residues to not represent harm to living organisms. Therefore, these substances represent a possible alternative to the elimination of biotic stress factors.

1. Úvod

Chmel je nejen původním druhem naší květeny, ale zejména jednou z nejdůležitějších a zároveň velmi tradičních zemědělských komodit v ČR. Divoké formy se vyskytují v nižších polohách na celém území, místy je dosti hojný. Roste především na vlhčích lokalitách - v lužních lesích, v okolí potoků a řek. Pěstební oblasti se v české republice soustřeďují na tři oblasti, a to Žatecko, Ústěcko a Tršicko. Spolu s konopím patří do malé čeledi konopovité (*Cannabaceae*).

Česká Republika patří trvale mezi největší pěstitele chmele na světě. Největší rozmach českého chmelařství je datován k roku 1938, kdy Česká republika představovala s 11 457 ha chmelnic téměř 17 % světových ploch (Vent et al. 1963). Poté však došlo k pozvolnému klesání ploch, které trvalo až téměř do současnosti. Příčinou byly zejména stále se zvyšující výnosy na jednotce plochy, nízká ekonomická efektivita pěstování chmele a právní a půdní nejistota při zakládání nových porostů (Šnobl 2003). V posledních letech došlo k nejméně výraznějšímu poklesu na přelomu roku 2010–2011, příčinou byla celosvětově nízká poptávka, způsobená nadúrodou předchozích ročníků. Pokles ploch poté pokračoval až do roku 2013, kdy byla zaznamenána historicky nejnižší plocha chmelnic u nás, a to 4319 ha. V současnosti, tedy od roku 2018 opět plochy chmelnic v české republice překonaly 5000 ha, i když se okolo této výměry jen velmi těsně drží. I přes tuto skutečnost, zůstává ČR třetím nejvýznamnějším pěstitelem chmele po USA a Německu.

V ochraně chmele se využívá převážně konvenčního nebo integrovaného systému. V současnosti je na vzestupu integrovaný systém produkce chmele. Důvodem je tlak veřejnosti, odběratelů a následně tedy i politiků na snižování spotřeby pesticidů. (Řehoř et al., 2018)

Integrovaná produkce chmele spočívá v dosažení vysokých výnosů dobré kvality a přitom s co nejmenší zátěží životního prostředí. Je zde omezen vstup průmyslových hnojiv a pesticidů. Z hlediska ochrany se jedná hlavně o kvalitní monitoring škůdců a chorob a k ošetření dochází jen při překročení prahu škodlivosti. K ochraně chmele se využívá biologických látek, bioagens a nebo vybraných pesticidů. (Krofta et al., 2012)

V integrovaném systému ochrany chmele je zásadní také soubor preventivních opatření. Mezi hlavní preventivní opatření patří péče o půdu a vytvoření stability v agrosystému chmelnice. Stabilitu ekosystému chmelnice se dá dosáhnout např. snížením zátěže konvenčních přípravků na ochranu rostlin, ozeleněním meziřadí, nebo podporou užitečných organismů. Nedílnou součástí integrované ochrany chmele, ale samozřejmě také celkové technologie pěstování chmele je důsledná a častá agrobiologická kontrola chmelnic, na kterou je v této metodice kladen velký důraz.

2. Cíl metodiky

Cílem metodiky je poskytnout pěstitelům chmele aktuální informace o biologii a ekologii plísně chmelové se zaměřením na ochranu chmele proti této plísní. Metodika vychází z faktu, že je třeba hledat nové cesty v ochraně chmele před plísní chmelovou, neboť neustále ubývá portfolio konvenčních přípravků, které by pěstitel mohl využít. Metodika si dává za cíl implementovat výsledky mnohaletého výzkumu přírodních látek s antifungálním účinkem proti plísní chmelové a přinést pěstiteli jasné informace a návod, jak tyto látky při ochraně chmele využít. Metodika si také klade za cíl pěstitelům chmele poskytnout přehled možností integrované ochrany rostlin v návaznosti na pečlivou agrobiologickou kontrolu chmelnic a precizní diagnostiku chorob chmele.



3. Choroby

3.1. Preventivní opatření

Důležitým, ale v současné době opomíjeným preventivním opatřením, je důsledná agrobiologická kontrola chmelnic během celého roku, péče o půdu ve chmelnicích a péče o okolí chmelnic, neboť je chmelnici potřeba brát v širším kontextu krajiny a místní vazby ekosystém - agroekosystém. Vyrovnané hnojení a vhodně strukturovaná, druhově bohatá půda s dostatkem organické hmoty, je základním předpokladem dobrého zdravotního stavu rostlin chmele, které jsou odolnější k napadení chorobami, škůdci, ale také jsou odolnější vůči abiotickým i biotickým stresům.

3.2. Přehled chorob chmele

Úvodem je uveden výčet nejběžnějších a nejvýznamnějších chorob vyskytujících se na rostlinách chmele.

3.2.1. Peronospora chmelová (*Pseudoperonospora humuli*)

Třída: *Oomycetes*

Řád: *Peronosporales*

Čeď: *Peronosporaceae*

Příznaky poškození

Peronospora chmelová je biotrofní patogen vyskytující se pouze na chmelu, u kterého napadá všechny rostlinné orgány. Patří do třídy *Oomycetes*, řádu *Peronosporales*, čeledi *Peronosporaceae*. V Evropě se objevila poprvé v roce 1920 a v průběhu několika let se rozšířila po celém kontinentu. V současné době je nejnebezpečnější chorobou chmele.

Zimní výtrusy se tvoří v napadených pletivech během vegetace a posléze se dostávají do půdy s rostlinnými zbytky. V půdě výtrusy infikují mladé prorůstající výhony, kdy při proniknutí do rostliny vytváří uvnitř husté mycelium. Příznaky napadení peronosporou jsou tak patrné již na jaře, kdy dochází k primární infekci. Typické jsou v tomto období klasové výhony žluté barvy se zkrácenými internodii a nahloučenými listy (obrázek 1 a 2). Na spodní straně napadených listů je šedofialový povlak plodonošů a letních výtrusnic. V průběhu vegetace se peronospora šíří letními zoosporangii jejichž spory infikují listy. Napadení se následně projeví žlutozelenými skvrnami, které se za vlhka zvětšují. Později hnědnou a zasychají. Za příznivých povětrnostních podmínek patogen napadá i pazochové výhony a vegetační vrcholy což má za následek tvorbu klasových výhonů, které jsou zdrojem dalšího šíření.

Obrázek 1 a 2: Klasovitý výhon rostliny napadené Peronosporou chmelovou. Výhon se již dále nevyvíjí a postupně odumírá.

Foto P. Procházka



Foto J. Křivánek



Napadená květenství při silném tlaku hnědnou a může dojít i k opadu. Nevyvinuté hlávky se deformují a zastavují vývoj. Napadení zralé hlávky se projevuje hnědnutím krycích a pravých listenů (obrázek 3 a 4). Při silném napadení dojde k zhnědnutí celého pazochu (obrázek 5).

Rozmnožování probíhá pohlavním i nepohlavním způsobem, což patogenu poskytuje vyšší odolnost k nepříznivým podmínkám a naopak schopnost rychlého nástupu infekce při podmínkách optimálních. Pohlavní rozmnožování je představováno splynutím hyf různého pohlaví. Vzniklé oospory se poté mohou tvořit ve všech orgánech rostliny po celou dobu vegetace. Vyznačují se odolností k nízkým teplotám a infekčním potenciálem po dobu 2 let. Do půdy se dostávají v rostlinných zbytcích, čímž představují riziko nákazy pro mladé výhony. Nepohlavní rozmnožování probíhá pouze v létě během vegetace. V napadených rostlinných pletivech se tvoří mycelia, ze kterých později vyrůstají nosné hyfy (sporangiofory) se zoosporami. Zoospory se šíří primárně větrem a k uvolnění výtrusů je pro ně nezbytné vlhké prostředí. Celý životní cyklus je ukázán na obrázku 6.

Obrázek 3 a 4: Chmelové hlávky napadené peronosporou chmelovou (foto J. Křivánek)



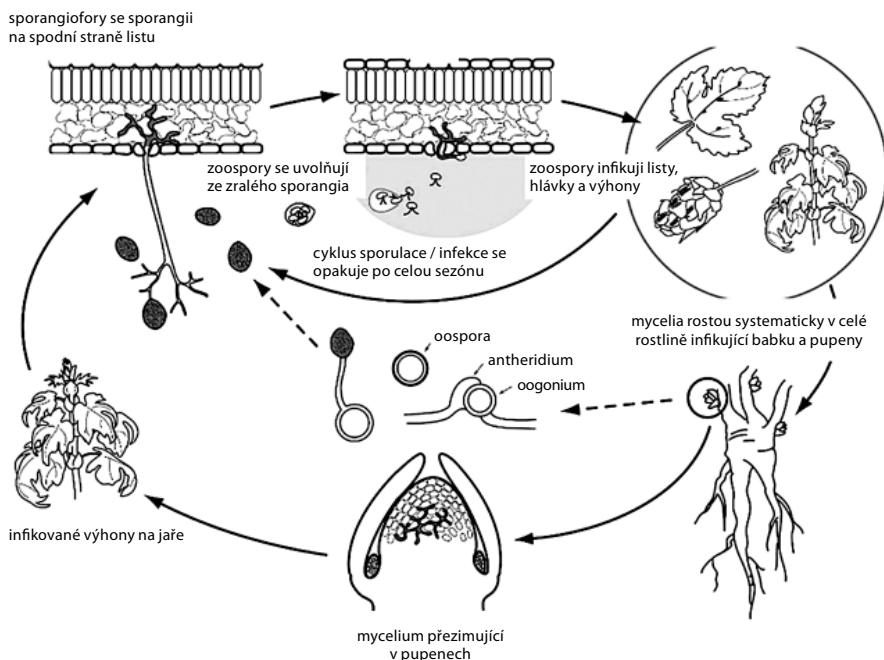
Obrázek 4: Chmelové hlávky napadené peronosporou chmelovou (foto J. Křivánek)



Obrázek 5: Chmelová réva napadená peronosporou chmelovou se zcela zhnědlými pazochy (foto J. Křivánek)



Obrázek 6: Životní cyklus peronospory chmelové



Ochrana

Základem ochrany proti peronospoře je včasná eradikace primární infekce. Nezbytné je včasné provedení jarního ošetření. Optimálně na počátku vzházení po řezu chmele. Od počátku června nastává období sekundární infekce peronospory chmelové. Ochrana se řídí krátkodobou prognózou, kdy se na základě počtu srážkových dnů vypočítá index peronosporového počasí, jehož hodnota je různá pro jednotlivé odrůdy. Na chmelnicích s každoročními problémy s plísní chmelovou se osvědčily také alternativní způsoby ochrany. Jde například o aplikaci PK hnojiva Farm -Fos 44 (fosforitan draselný 32 % P_2O_5 , 29 % K_2O), který zvyšuje přirozenou odolnost k houbovým patogenům. Další formou alternativní ochrany chmele před primární i sekundární infekcí je použití přípravků na bázi výtažků z mořských řas (př. Algisure 24 % výtažek z mořských řas). Tyto přípravky posilují rezistenci rostlin vůči patogenu zvyšováním obsahu fytoalexinů a dalších látek. Lze je použít v aplikaci společně se sníženou dávkou konvenčních přípravků, nebo v případě nízkého tlaku peronosporu i samostatně. Jako nepřímou formu ochrany proti plísní chmelové lze uvést udržování porostů chmele čistých a bezplevelných, defoliaci spodních listových pater, správnou výživu chmele a kvalitní podzimní úklid chmelnic.

3.2.2. Padlí chmelové (*Sphaerotheca humuli*)

Třída: *Ascomycetes*

Řád: *Erysiphales*

Čeleď: *Erysiphaceae*

Příznaky poškození

Padlí je nejstarší houbovou chorobou chmele. Patří do třídy *Ascomycetes*, řádu *Erysiphales* a čeledi *Erysiphaceae*. Choroba měla po dlouhou dobu pouze malý význam, avšak na konci osmdesátých let 20. století se objevily zprávy o rozšíření choroby. Na rozdíl od peronospory chmelové, není tato choroba výrazně závislá na klimatických a povětrnostních podmínkách. Prvotním příznakem napadení je tvorba puchýřků na mladých listech rostliny, na kterých se později tvoří mycelium. Vytváří skvrnitý, bílý, moučnatý povlak na líci listů. Odtud je někdy označována jako tzv. bílá plíseň. Při vlhkých podmínkách se podhoubí rozrůstá na stonky, hlávky. Následně po primární infekci části rostliny hnědnou. Základem ochrany proti padlí chmelovému je likvidace infikovaných rostlinných zbytků a pravidelná kontrola porostů pro případné preventivní fungicidní ošetření.

V rámci integrované produkce lze využít například přípravek na bázi pomerančového oleje (Wetcit), který má prokazatelný efekt na potlačení rozvoje padlí díky obsahu pomerančových olejů. Účinnou formu ochrany může taktéž představovat aplikace biologicky aktivních látek, jež zlepšují zdravotní stav rostliny a odolnost jejích pletiv. Nepřímo metodou ochrany je také defoliace spodních pater porostu.

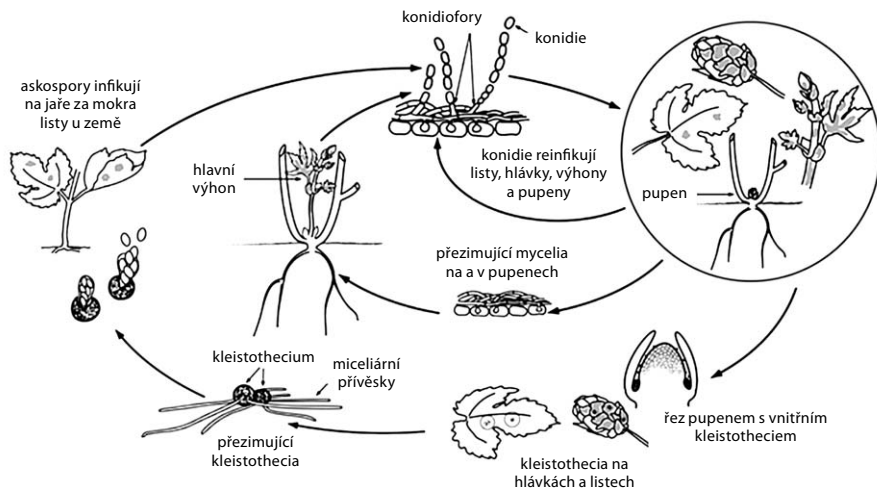
Padlí je nejstarší houbovou chorobou chmele. Padlí chmelové, na rozdíl od peronospory chmelové, není výrazně závislá na klimatických a povětrnostních podmínkách. Prvotní příznak napadení je tvorba puchýřků na mladých listech, na kterých se později tvoří mycelium. Při napadení hlávky v raném stádiu růstu dochází k zastavení růstu, v pozdějších fázích se objevují deformace hlávek. V raných stádiích infekce jsou puchýřky zbarvené do bíla díky konidiiím hustě rostoucích z mycelia. Toto stádium se také nazývá „bíla plíseň“. Během pozdějších fází infekce, se zpravidla na hlávkách začínají tvořit v místě mycelii plodnice. Hlávky tak získávají červenou barvu, proto bývá toto stádium také označováno jako „červená plíseň“. Tvorba bílého mycelia nepředstavuje výraznou hrozbu a lze ji chemickým ošetřením poměrně snadno odstranit. Napadení hlávek je problém mnohem závažnější a dochází zde často k výnosovým ztrátám. Životní cyklus padlí chmelového je znázorněn na obrázku 7. Projevy padlí jsou znázorněny na obrázcích 8–10.

Ochrana

Základem ochrany proti padlí chmelovému je likvidace infikovaných rostlinných zbytků a pravidelná kontrola porostů pro případné preventivní fungicidní ošetření. Proti

padlí chmelovému existuje několik konvenčních fungicidů. V rámci integrované produkce lze využít například přípravek na bázi pomerančového oleje (Wetcit), který má prokazatelný efekt na potlačení rozvoje padlí díky obsahu pomerančových olejů. Účinnou formou ochrany může taktéž představovat aplikace biologicky aktivních látek, jež zlepšují zdravotní stav rostliny a odolnost jejích pletiv. Nepřímo metodou ochrany je také defoliace spodních pater porostu.

Obrázek 7: Životní cyklus Padlí chmelového



Obrázek 8: Jarní výhony napadené padlím chmelovým (foto Holý a kol.)



Obrázek 9: Listy chmele napadené padlím chmelovým (foto Holý a kol.)



Obrázek 10: Neúplně vyvinuté hlávky napadené padlím chmelovým (foto J. Křivánek)



3.2.3. *Verticillium* (*Verticillium albo-atrum*)

Třída: *Deuteromycetes*

Řád: *Moniliales*

Čeleď: *Moniliaceae*

Rod *Verticillium* je částečně saprofytický, převážně však parazitický rod. Působí takzvané hadromykózy, tedy ucpání vodivých drah dřevní části cévních svazků vedoucích vodu a rozpuštěné minerální soli. Hadromykózy na kořenech chmele způsobují hnilobu kořenů. Kořeny hnědnou a odumírají. V důsledku napadení dochází k nekróze cévních svazků, na révě postupně odspodu vadnou a žloutnou listy. Chlorofyl v listech je zachován pouze u listové žilnatiny. V některých případech může houba vytvářet sklerociové útvary, které jsou odpočinkovým stádiem houby. Velmi podobné projevy má běžnější patogen *Fusarium* vadnutí chmele, se kterým se dá na první pohled snadno zaměnit. V ČR byl v roce 2017 zaznamenán vůbec první výskyt tohoto patogena a to na odrůdě Kazbek a Sládek v produkční chmelnici na okrese Přerov. *Verticillium* je regulovaný nekaranténní škodlivý organismus. Je proto důležité zamezit přenosu infikovaných rostlinných zbytků na jiné pozemky. Doporučuje se likvidace napadených rostlin. Při napadení se doporučuje dbát na to, aby se patogen nepřenašels pomocí zemědělské techniky a pracovníků v chmelnicích. Použitou techniku i pracovní pomůcky je nutné dezinfikovat. Jedno z možných opatření je také omezení aplikace dusíkatých hnojiv. Pro výsadbu chmelnic v oblasti napadení je nutné volit rezistentní odrůdy a zejména zdravou sadbu.

K ochraně proti tomuto onemocnění je možné využít biologických preparátů založených na antagonistických mikroorganismech založených na *Bacillus subtilis*, *Pythium oligarchum* nebo *Trichoderma harzianum*. *Bacillus subtilis* funguje na bázi antibiotických účinků. *Pythium oligarchum* a *Trichoderma harzianum* fungují na bázi kompetice s *Verticillium*. Biopreparáty obsahující zmíněné mikroorganismy lze použít i jako prevenci před onemocněním.

Obrázek 11: Rostliny napadené *Verticillium* (foto: I. Svobodová)



Obrázek 12: Detail rostliny napadené *Verticillium* (Foto: I. Svobodová)



3.2.4. Bazální korová nekróza chmele - Fusarióza (*Fusarium sambucinum*; teleomorfa *Giberella pulicaris*)

Třída: *Ascomycetes*

Řád: *Hypocreales*

Rod: *Fusarium*

Tato choroba se vyskytuje zejména na těžších a zamokřených půdách, obvykle ve vlhčích letech. Nejčastěji bývá fuzariózou napadené mladé dřevo, ve kterém vlákna houby prorůstají cévními svazky, které ucpávají. Z napadené babky raší jen malý počet výhonů, které mají špatně vyvinuté listy, nejsou schopné vinutí a postupně zasychají. Révy lze snadno vytrhnout, mladé dřevo je naduřené a u babky zaškrcené. Při silném napadení vůbec nenaraší očka. Choroba má za následek zejména odumírání babek a tím snižování počtu jedinců na hektar. Ochrana proti fuzarióze je nepřímá. Snižování možnosti napadení fusáriem je dodržení vyrovnaného hnojení, čistota chmelnice (podzemní úklid) a při výskytu ve vlhkých letech chmel nepřiorávat. Při zakládání chmelnice je vhodné dbát na optimální vodní režim chmelnice.

3.2.5. Chorobný zvrat chmele (*Phytophthora citricola*, *Phytophthora cactorum*)

Třída: *Oomycetes*

Řád: *Pythiales*

Rod: *Phytophthora*

Při chorobném zvratu chmele dochází k zaschnutí celých rostlin, vytváření náhradních kořenů a následně tvorbě slabých rostlin. Může docházet k vymírání chmelových babek. Půdní druhy r. *Phytophthora* jsou svým šířením a ekologií významně vázány na vodu, proto často dochází k poškozením rostlin zejména v příliš zamokřených podmínkách. Šíření choroby je spolu s rostlinným materiálem, nebo na mechanizaci, popřípadě substrátem či na obuvi. V rámci lokality se patogen může šířit vodou pomocí aktivně se pohybujících dvoubíčíkatých zoospor. Mezi základní principy ochrany patří používání zdravé sadby. Kurativně lze tohoto patogena eliminovat běžně dostupnými fungicidy.

Virózy

3.2.6. Virová (Anglická) mozaika chmele - Hop mosaic virus (HpMV)

Brzy po zavedení je okolí žilek listů mozaikovitě světlejší. Listy nemocných rostlin jsou později žlutavě strakaté, křehké a jejich okraje se miskovitě stáčejí. Vegetační vrchol ztrácí schopnost ovíjení, odklání se, sesouvá a často odumírá. Pazochy bývají krátké, květenství deformované, málo nasazených hlávek, špatně vyvinuté, nebo jsou pazochy neplodné. V našich podmínkách se objevuje v červenci, rostliny jsou slabší s tmavými listy. Zdrojem infekce jsou zejména napadené rostliny a přenos virózy je mechanický. Virus je také přenosný neperzistentně mšicí chmelovou. V případě výskytu napadených rostlin je nutné tyto rostliny odstranit. Pro přesné stanovení viru je nutné využít analytickou metodu PCR nebo ELISA.

3.2.7. Zborcení listů

Révové listy se deformují (bortí) následkem nekrotizace částí hlavní nervatury, listy se miskovitě kroutí a mají tmavě zelenou barvu. Tyto projevy se objevují již v květnu. Vegetační vrchol ztrácí schopnost ovíjení, rostliny předčasně kvetou malým počtem květů. V horních patrech jsou zkrácená internodia. Virus má významný vliv jak na množství, tak na kvalitu produkce chmele.

3.2.8. Virová kreslená mozaika chmele (Apple mosaic virus - ApMV), Latentní B viróza chmele (Prunus necrotic ringspot virus - PNRSV)

V případě ApMV viru se jedná o serotyp Latentní B virózy chmele (PNRSV). První příznaky se obvykle projeví koncem června, kdy se objevují na révových a pazochových listech světle zelené a žluté kresby tvaru kroužků, popřípadě pásků či vlnovek. Listy jsou žlutavě strakaté, křehké a zkadeřené. Příznaky jsou omezeny jen na spodní pazochové listy, někdy příznaky mizí úplně, nebo se objevují v druhé polovině července a zůstávají omezeny na vrchní patro révy. V některých letech se nemusejí vůbec objevit. Virus se, ale také může projevovat po celé období do konce června často až do sklizně v intenzivní až nekrotizující formě. Je to v podstatě druhý typ projevu tohoto viru. Choroba postupuje na všechny listy, nepřechází do latentního stavu a neovlivňuje ji ani průběh počasí. Tento typ může podstatně snížit výnos.

Virus je přenášen mšicemi. Ochrana je proto nutné zaměřit proti mšicím. Napadené rostliny je vhodné odstranit. Důležitá je rovněž zdravá sadba.

3.2.9. Kopřivovitost chmele - Virus mozaiky huseníku - Arabis mosaic virus (ArMV)

Kopřivovitost chmele se projevuje podobně jako kadeřavosti chmele. V Evropě je tento virus reprezentován zejména chmelovým kmenem ArMV-H. Všechny odrůdy chmele jsou k tomuto viru citlivé. Infekce se přenáší mechanicky, roubem a hádátkem. Zavedené výhony rostou pomaleji, listy jsou světle zelené, lodičkovitě zkroucené, pazochoy jsou krátké, vegetační vrchol ztrácí schopnost ovíjení. Přenašečem je půdní hádátka rodu *Xiphinema* spp. Dospělci tohoto hádátka však nepřenášejí virus na potomstvo.

Základní ochrana je v případě tohoto viru zejména zdravá sadba, popřípadě dezinfekce proti přenašeči.

3.2.10. Nettlehead

Vznik této choroby je vysvětlován jako komplex chorob způsobených ArMV, tedy Virem mozaiky Huseníku a PNRSV (Latentní B viróza chmele). Choroba se projevuje pomalým růstem zavedených výhonů, u kterých jsou listy světle žluté a lodičkovitě otočené vzhůru. Listová čepel má obvykle zřetelně vystouplou žilnatinu a je velmi křehká. Rostliny často ztrácí schopnost ovíjet. Tato choroba významně snižuje výnos. Vyšší pravděpodobnost výskytu je u odrůd, které mají ve svém rodičovském materiálu odrůdu Northern Brewer.

3.2.11. Virus latentní kroužkovitosti jahodníku - Strawberry latent ringspot virus (SLRSV)

Infekce tímto virem je často bez příznaků. Má ovšem společného přenašeče jako virus mozaiky huseníku, a tak je častá směsná infekce těchto virů. Výskyt viru latentní kroužkovitosti je běžný v celé Evropě. Ochrana spočívá především v použití zdravé sadby a likvidaci přenašeče.

3.2.12. Latentní virus chmele - Hop latent virus (HpLV)

Tento virus je přenášen neperzistentně mšicí chmelovou. Infekce tímto virem jsou obvykle bezpříznakové, pouze někdy se mohou objevit chlorózy či pokroucení listů. Jeho vliv na výnos není dosud objasněn, ale má se za to, že je malý.

3.2.13. Americký latentní virus chmele - American hop latent virus (AmHLV)

Přenos tohoto viru je mechanický a mšicí chmelovou neperzistentně. Příznaky a vliv na výnos není znám. Obvykle se vyskytuje ve směsné infekci s HpLV a HpMv.

Bakteriózy

3.2.14. Nádorovitost sazeček (*Agrobacterium tumefaciens*)

Třída: *Alphaproteobacteria*

Čeleď: *Rhizobiaceae*

Rod: *Agrobacterium*

Touto bakteriózou je napadáno mladé dřevo nad babkou. Zde se vytvářejí nádory o velikosti až několika centimetrů. Pletivo postupně hnědne a rozpadá se. Výskyt této bakteriózy není příliš častý a je patrný spíše ve vlhkých letech s tím, že náchylnější jsou chmelnice na vlhkých a těžkých půdách. Ochrana je nepřímá, soustředěná na výsadbu zdravé a mechanicky nepoškozené sadby.

4. Metoda diagnostiky a krátkodobé prognózy výskytu plísně chmelové

Pokud má pěstitel možnost získat ve své lokalitě průměrnou denní teplotu, průměrnou denní relativní vlhkost vzduchu, denní úhrn srážek a tím pádem i počet dní bez srážek, lze pro krátkodobou prognózu peronosporového počasí sestavit index, který je obvykle značen jako „i“. Pětidenním součtem těchto indexů následně vypočítáme takzvaný velký index „I“, ze kterého je stanoven index, který názorně ukazuje prognózu peronosporu chmelové pro danou lokalitu.

Výpočet indexu „i“

$$„i“ = 100 + 10 \times (t-15) + 2 \times (R-60) + r$$

Kde t je průměrná denní teplota v °C, R je průměrná denní vlhkost vzduchu v %, r je denní úhrn srážek zaokrouhlený na celé mm.

Při výpočtu indexu „i“ je potřeba věnovat pozornost takzvaným suchým periodám. Následuje-li po vlhké periodě jeden den bez srážek, píšeme do jmenovatele vzorce 1, při dvou dnech 2, atd. Je-li suchá perioda 10 dní, hodnota „malého“ indexu klesne na desítku. Jeden den bez srážek po vlhké periodě tedy nezmenšuje intenzitu „peronosporového počasí“, a proto se jeho hodnota nemění. Množství srážek zaokrouhlujeme na celé mm. Následují-li po vlhké periodě neměřitelné srážky (>0,1 mm), počítáme je ještě jako srážkový den. Přerušil-li však takový den suchou periodu nebo navazuje-li přímo na suchou periodu, řadíme jej ke dnům bez srážek. Hodnoty indexu peronosporového počasí počítáme od 15. 5. do 31. 8.

Výpočet indexu „i“ pro dny bez srážek:

$$„i“ = \frac{100 + 10 \times (t-15) + 2 \times (R-60) + r}{S}$$

Kde t je průměrná denní teplota v °C, R je průměrná denní vlhkost vzduchu v %, r je denní úhrn srážek v zaokrouhlený na celé mm a S je počet dní bez srážek, neboli délka suché periody.

Tuto prognózu si může každý pěstitel vypočítat sám, pokud má možnost získat vstupní údaje. Z tohoto důvodu je vhodné mít ve chmelnicích nějaké záznamové zařízení pro základní meteorologické údaje. V praxi se v současné době osvědčuje síť srážkoměrů se záznamem průběhu teplot ISIDOR (koordinace Česká zemědělská univerzita v Praze a EMS Brno). Tato síť bohužel nedisponuje měřením vlhkosti vzduchu. Pro tyto účely by muselo být měřené místo ještě osazeno zařízením pro měření relativní vlhkosti vzduchu. Dále jsou

běžně dostupné základní meteorologické údaje on-line na řadě meteorologických stanic v rámci jednak ČHMÚ a jednak mnoha výzkumných organizací, jako například Chmelařský institut, Výzkumný ústav rostlinné výroby a další. Index peronospory pravidelně vydává v průběhu sezóny Chmelařský institut.

Dále je pro určení napadení chmelnice peronosporou chmelovou vhodná metodika diagnostiky, kterou vydává Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělství jednak v různých metodikách a jednak prostřednictvím rostlinolékařského portálu.

Od poloviny dubna do přibližně poloviny května (záleží na termínu řezu), kdy se objevuje primární infekce rostlin je vhodné 1× týdně kontrolovat uhlopříčně ve chmelnici 100 náhodně vybraných listů při odběru cca 2 až 3 listy z jedné rostliny. Zaznamenáván je výskyt prvních příznaků plísně chmelové v podobě skvrn na listech a klasových výhonech. Klasové výhony se mohou objevovat již při vzcházení chmele po řezu, při velmi vlhkém průběhu jara. Hodnocení je pouze dvoustranné, tedy výskyt „ano“ a „ne“.

Od prvního výskytu, ale nejpozději od začátku června do konce hlávkování, tedy cca 15. 8., se kontroluje 100 listů uhlopříčně odebraných ve chmelnici při odběru 2 až 3 listy z jedné rostliny. Na listech se hodnotí intenzita napadení, tedy počet skvrn na 100 listech. Hodnocení je ve čtyřech třídách, kde 0 je bez výskytu, méně než 100 skvrn na 100 listech je slabý výskyt, 100–150 skvrn na 100 listech je střední výskyt a více jak 150 skvrn na 100 listech je silný výskyt.

Dále se v období tvorby bočních výhonů (pazochů) hodnotí procento napadení. Hodnotí se všechny pazochy na náhodně vybraných 10 rostlinách napříč chmelnicí. Zaznamenáván je celkový počet zklasovatělých vzrůstných vrcholů na větévkách. Výpočet procenta napadených pazochů se získá výpočtem

$X = C \times (100/N)$, kde X je procento napadených pazochů, C je počet napadených pazochů a N je počet hodnocených pazochů.

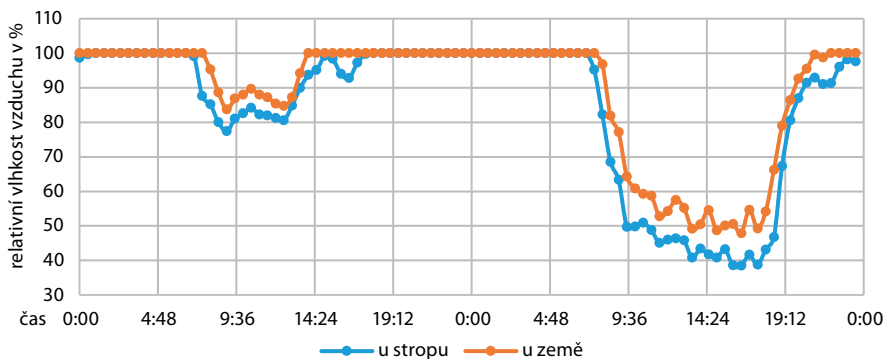
Zde je potřeba připomenout, že nelze hodnotit pouze pazochy z porostu kam „dosáhne člověk“, ale je potřeba provádět odběr a kontrolu jak pazochů, tak květenství a následně i hlávek také z produkční výšky chmelnice a to ideálně pomocí teleskopických nůžek, jak ukazuje obrázek 13. Obecně je při agrobiologické kontrole chmelnice doporučováno se zaměřit na kontrolu nejen ve dvojrozměrném schématu, ale právě ve trojrozměrném schématu, tedy i v různých výškách porostu chmele.

Obrázek 13: Odběr vzorku z produkční výšky chmelnice cca 5 m pomocí teleskopických nůžek

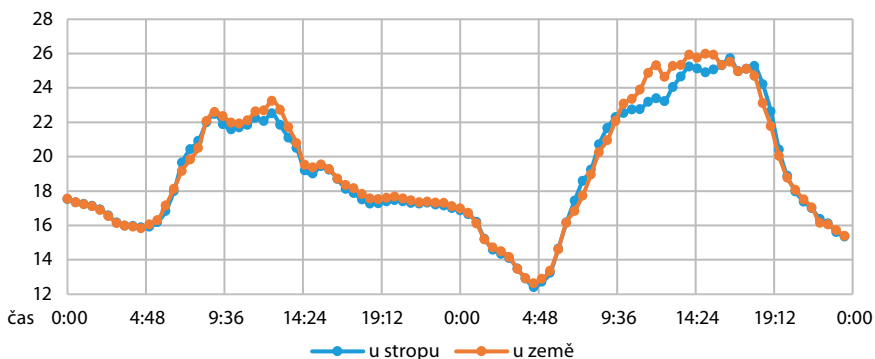


Význam trojrozměrnosti agrobiologické kontroly ve chmelnici dokládají dále grafy 1 a 2, kde je znázorněna relativní vlhkost vzduchu a průběh teplot ve chmelnici v produkční výšce cca 5 – 6 m nad zemí, tedy pod stropem konstrukce a dále ve výšce cca 1 metr nad zemí. Z obou grafů a jejich porovnání je zřejmé, že v různých částech chmelnice panuje odlišné mikroklima a tím pádem i jiné podmínky pro šíření plísně chmelové v porostu. Obecně lze z pozorování konstatovat, že jakmile spadla do porostu významnější srážka (nad 1 mm za den), jsou relativní vlhkosti vzduch ve chmelnici po většinu dne blízké 100 % jak u stropu konstrukce, tak u země. Je však potřeba zdůraznit, že v patrech blízkých stropu konstrukce lze pozorovat výrazně rychlejší prosychání porostu, zejména za slunečného počasí) a v konečném důsledku je v těchto patrech doba se 100 % relativní vlhkostí vzduchu až o 40 % nižší s tím, že i ostatní naměřené hodnoty jsou zhruba o 5–10 % relativní vlhkosti nižší v průběhu celého dne.

Graf 1: Průběh relativní vlhkosti vzduch ve dvou různých výškách chmelnice ve dvou po sobě následujících dnech po významné srážce 20,8 mm za 24 hodin



Graf 2: Průběh teploty vzduch ve dvou různých výškách chmelnice ve dvou po sobě následujících dnech po významné srážce 20,8 mm za 24 hodin



Hodnocení je opět děleno do 4 tříd výskytu, kde 0 % je bez výskytu, do 10 % je slabý výskyt, 10 až 25 % je střední výskyt a nad 25 % je silný výskyt.

V poslední fázi vegetace chmele se hodnotí napadení květů a hlávek. Hodnotí se odběr z 10 rostlin uhlopříčně chmelnicí, ze kterých se odebere vždy 1 pazoch v produkční výšce chmelnice (4–5 m nad zemí). Hodnotí se vždy všechny hlávky na každém pazochu. Výpočet procenta napadených květů, nebo hlávek se získá výpočtem.

$X = C \times (100/N)$, kde X je procento napadených hlávek (květů), C je počet napadených hlávek (květů) a N je počet hodnocených hlávek (květů).

Hodnocení je opět děleno do 4 tříd výskytu, kde 0 % je bez výskytu, do 10 % je slabý výskyt, 10 až 25 % je střední výskyt a nad 25 % je silný výskyt.

Na následujících stranách je uvedené schéma s návodem k postupu při integrované ochraně chmele.

5. Zadoxova stupnice vývojových a růstových fází BBCH

Rašení

0	období klidu, babka bez výhonů - před řezem
1	období klidu, babka bez výhonu - po řezu
7	babka s výhony - rašení před řezem
8	začátek rašení po řezu
9	začátek vzcházení po řezu - první výhony se objevují nad povrchem půdy

Vývoj listů

11	1. pár rozvinutých lístků vytvořený
12	2. pár rozvinutých lístků - počátek vinutí
13	3. pár rozvinutých lístků
14	4. pár rozvinutých lístků
15	5. pár rozvinutých lístků
16	6. pár rozvinutých lístků
17	7. pár rozvinutých lístků
18	8. pár rozvinutých lístků
19	9 a více rozvinutých párů lístků

Tvorba pazochů

21	viditelný 1. pár bočních výhonů (pazochů)
22	viditelný 2. pár bočních výhonů (pazochů)
23	viditelný 3. pár bočních výhonů (pazochů)
24	viditelný 4. pár bočních výhonů (pazochů)
25	viditelný 5. pár bočních výhonů (pazochů)
26	viditelný 6. pár bočních výhonů (pazochů)
27	viditelný 7. pár bočních výhonů (pazochů)
28	viditelný 8. pár bočních výhonů (pazochů)
29	9 a více pazochů vyvynutých

Prodlužovací růst

31	rostlina dosáhla 10 % výšky stropu konstrukce
32	rostlina dosáhla 20 % výšky stropu konstrukce
33	rostlina dosáhla 30 % výšky stropu konstrukce
34	rostlina dosáhla 40 % výšky stropu konstrukce
35	rostlina dosáhla 50 % výšky stropu konstrukce

36	rostlina dosáhla 60 % výšky stropu konstrukce
37	rostlina dosáhla 70 % výšky stropu konstrukce
38	rostlina dosáhla stropu konstrukce
39	konec dlouhivého růstu

Objevení květenství

51	viditelný začátek vývoje květenství - počátek vývoje pupenů
55	vývoj květenství - zvětšené (rozšířené) pupeny, vývoj osýpky

Kvetení

61	počátek květu - 10 % květů kvete
62	20 % květů kvete
63	30 % květů kvete
64	40 % květů kvete
65	plný květ, 50 % květů kvete
66	60 % květů kvete
67	70 % květů kvete
68	80 % květů kvete
69	konec kvetení - dokvétání

Vývoj hlávek

71	počátek hlávkování - 10 % květenství se vyvíjí v hlávky
75	hlávky jsou z 50 % vyvynuté a všechny hlávky jsou viditelné
79	hlávky zcela vyvynuté a dosahují konečné velikosti, ukončení vývoje

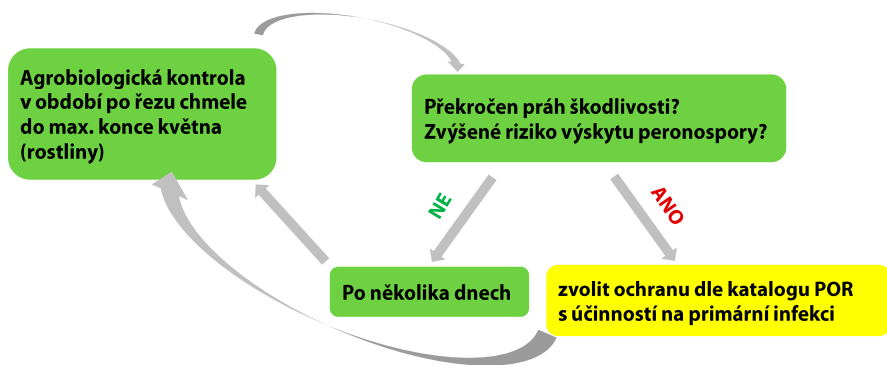
Zrání

81	počátek zralosti, 10 % hlávek je vyzrálých
82	20 % hlávek vyzrálých
83	30 % hlávek vyzrálých
84	40 % hlávek vyzrálých
85	50 % hlávek vyzrálých, hlávky jsou kompaktní
86	60 % hlávek vyzrálých
87	70 % hlávek vyzrálých hlávky kompaktní a uzavřené
88	80 % hlávek vyzrálých
89	sklizňová zralost, hlávky uzavřené

Senescence

92	hlávky přezrálé, patrné zhoršené aroma a změna barvy
97	období dormance, listy a révy odumírají

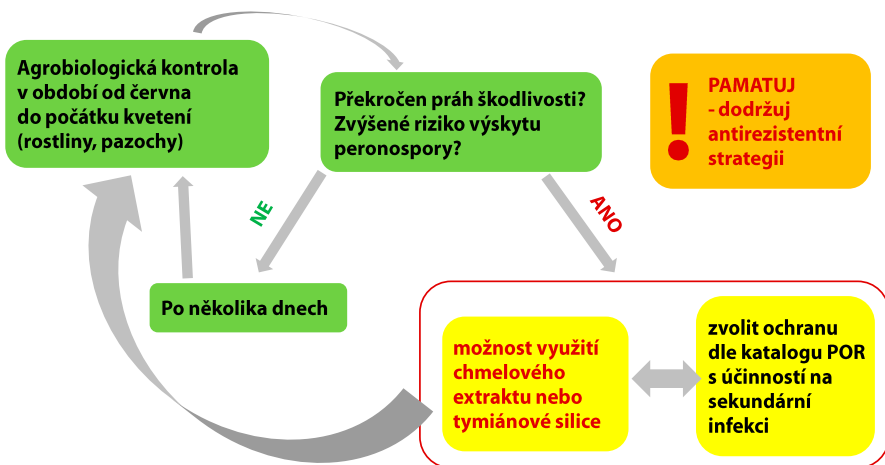
6. Schéma postupu rozhodování o použití přípravků na ochranu rostlin a přírodních látek ve vztahu k agrobiologické kontrole chmele



BBCH 11 – 19
vývoj listů



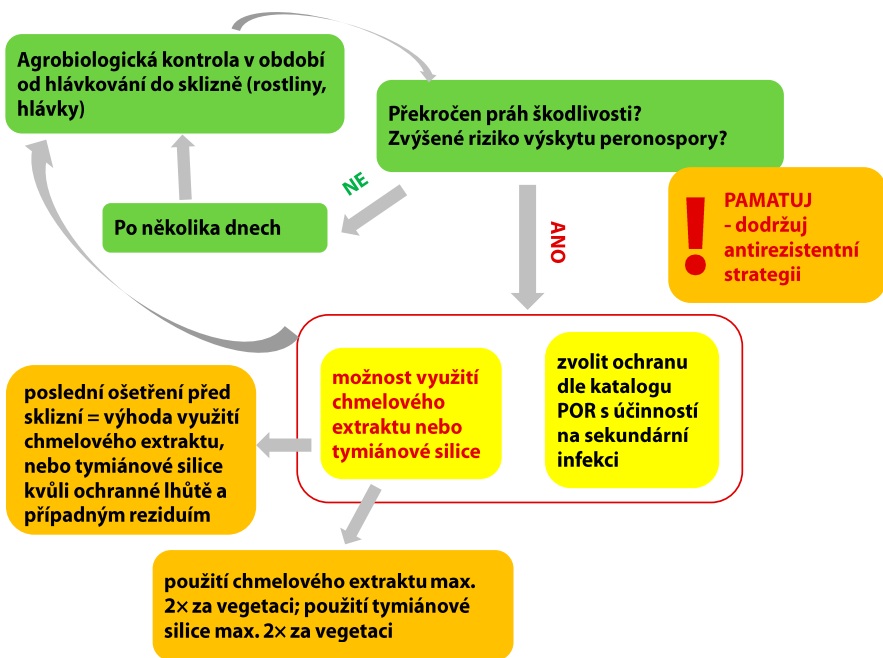
BBCH 31 – 39
prodlužovací růst



BBCH 39
prodlužování pazochů



BBCH 51
počátek vývoje květenství



BBCH 51
počátek vývoje květenství



BBCH 89
sklízňová zralost

7. Příprava směsí pro postřik proti peronospoře chmelové

7.1. Příprava koncentráту chmelového postřiku

Koncentrát chmelového extraktu je připravován jako emulze sestávající z následujících složek: CO₂ chmelový extrakt, lecitin, slunečnicový olej a technický líh (96 %) v množství uvedeném v tabulce míchání. Příprava koncentrátu vyžaduje použití mixéru, nebo míchacího nástavce na vrtačku a je prováděna ve dvou krocích.

- 1) Homogenizace chmelového extraktu s lihem a lecitinem
Chmelový extrakt je velmi viskózní látka, obtížně rozpustná ve vodě, pro lepší manipulovatelnost je vhodné extrakt částečně rozpustit v lihu s přísadkou lecitinu v nádobě (plechovce) od dodavatele. Po otevření plechovky je přidán líh s lecitinem a promíchán tyčovým mixérem, nebo postačí i lžice, dokud se nevytvoří lehce viskózní, avšak tekutá pasta
- 2) Ve větší nádobě se tyčovým mixérem, nebo míchacím nástavcem na vrtačku rozmíchají zbylé přísady (olej, líh, lecitin), vytvoří se emulze, do ní se vlije rozmíchaný extrakt připravený v prvním kroku. Vše se opět cca 1 min. promíchá. Koncentrát je možné skladovat v chladu v uzavřeném plastovém kontejneru.

Chmelový extrakt je určen k aplikaci do porostu v koncentraci od 0,25 do max. 0,8 % aktivní látky, což je nejvyšší přípustná koncentrace, nad kterou již hrozí poškození rostlin popálením pletiv, která ale nebyla v praxi využívána. V praxi byly použity koncentrace 0,5 % a 0,25 %. Pro přípravu koncentrátu chmelového postřiku je tedy třeba vytvořit potřebné množství chmelového koncentrátu v předepsaném poměru (viz výše) a dle tabulky míchání jednotlivých komponent, který nalijeme do postřikovače a dolijeme vodou.

Chmelový postřik již není vhodné doplňovat žádným smáčedlem, ani přípravkem pro zvýšení ulpívání na povrch rostlin. Je však možné vytvářet tank-mix s veškerou běžně využívanou listovou výživou a stimulací. Zde je důležité se řídit doporučením a etiketou jednotlivých přípravků a hnojiv. Vždy je vhodné konkrétní kombinaci předem odzkoušet na několika rostlinách před plošnou aplikací, stejně jako u jakýchkoliv jiných konvenčních přípravků.

Chmelový postřik lze připravit buď zde zmíněným postupem, nebo lze oslovit některého z výrobců, nebo prodejců chmelových produktů a ten jej připraví velkokapacitně v požadovaném množství. Kontakty na případné výrobce jsou u k dispozici u autorů této publikace.

Tabulka míchání jednotlivých komponent chmelového postřiku

konzentrace výsledného postřiku (%)	celkové množství (l/ha)	počet plechovek (ks) obsahujících 150 g alfa hořkých kyselin	extrakt chmele (kg)*	lecitin (kg)	olej (l)	líh 96 % (l)
0,25	1000	5	1,6	0,5	10	8,5
	1500	7,5	2,4	0,75	15	13
	2000	10	3,3	1	20	17
0,5	1000	10	3,3	1	20	17
	1500	15	4,9	1,5	30	26
	2000	20	6,5	2	40	35

* z plechovky obsahující 150 g (46 % alfa hořkých kyselin)

7.2. Názorný postup přípravy zásobního roztoku chmelového postřiku

Názorný postup je modelován na přípravě 10 l koncentráту chmelového postřiku, který je dále doředěn v rosiči.

1. Pomůcky a látky nutné pro přípravu: Kbelík s víkem, Odměrka 2 l, vrtačka s míchadlem, váha, otvírák na konzervy (je-li extrakt v plechovce), rukavice, lžice, slunečnicový olej, sójový lecitin, ethanol (foto A). Příprava bude trvat cca 10 minut.



2. Přibližně 1,5 l ethanolu, 1,25 l oleje, polovinu naváženého lecitinu a cca 2 l vody vložíme do kbelíku (foto B) a míchadlem promícháme (foto C)



3. Otevřeme balení chmelového extraktu, navážíme 100 g lecitinu, odměříme 0,5 l ethanolu. Do balení s extraktem přidáme trochu lecitinu, ethanolu a oleje. Vše důkladně promícháme lžící, dokud nevznikne homogenní velmi viskózní roztok (foto D–G).





4. Rozmíchanou směs vlijeme do připravené směsi v kbelíku (foto H) a celý postup opakujeme, dokud není vše z nádoby plně převedeno do kbelíku (foto I). K tomu používáme části lecitinu, oleje a ethanolu, které jsme nepoužili při míchání ve kbelíku.



5. Do kbelíku dolijeme vodu na celkové množství vody 5 l. Ideálně na kbelík nasadíme víko, kterým máme otvorem prostoupené míchadlo na vrtačce. Kbelík uzavřeme a mícháme za vysokých otáček, dokud není směs homogenní (foto J–K). Cca 2 minuty.



J



K

U směsi připravené pro postřik lze udělat kontrolu nabráním do průhledné nádoby, kde je dobře vidět, že ve směsi nejsou žádné shluky jednotlivých komponent (foto L).



L

Takový roztok je připraven pro plnění do rosiče a následnému ředění na požadovanou koncentraci (viz tabulka ředění). Kbelík s roztokem je třeba vždy před použitím protřepat, aby se oddělené vrstvy opět spojily. Výše uvedeným názorným postupem jsme získali kbelík chmelového postřiku, kterých pro přípravu postřikové jichy 0,5 % roztoku na 1 ha při objemu 2 000 l/ha, bude třeba celkem 20. Dle tabulky určující potřebná množství jednotlivých komponent můžeme chmelový postřik připravit ve větších nádobách. Příprava bude efektivnější. Je však potřeba dbát na výsledné množství jednotlivých komponent v požadovaném množství a koncentraci na hektar.

Při plnění postřikovače již postupujeme stejně, jako u jakéhokoliv přípravku na ochranu rostlin, jak ukazuje následující obrázek (foto M). Před plněním rosiče nádobu s připraveným chmelovým postřikem důkladně promícháme (stačí důkladně protřepat kanystr, nebo zásobní nádobu) a nalijeme do postřikové jichy. Z obrázku je patrné, že připravený a řádně promíchaný roztok chmelového extraktu má konzistentní sytě nažloutlou (popřípadě žlutozelenou) barvu a je zcela homogenní.

Dále je potřeba po použití chmelového extraktu, stejně jako po použití jakéhokoliv jiného přípravku na ochranu rostlin rosič řádně vypláchnout a to včetně filtru rosiče. Pro vypláchnutí je ideální využít vysokotlakého čističe. V případě nevypláchnutí, může dojít při následném kontaktu, zejména s měďnatými fungicidy, k vysrážení a usazení zbytků postřiků na stěnách rosiče. Případná charakteristická vůně chmele, která v rosiči po nějakou dobu zůstane je běžná a není na závadu.



7.3. Příprava zásobního roztoku tymiánového extraktu

Koncentrát tymiánového extraktu je připravován jako emulze sestávající ze slunečnicového (řepkového) oleje, tymiánové silice v poměru 1:1 a vody. Nejprve je tyčovým mixérem (míchadlem na vrtačku) smíchána silice s olejem, emulze je přílita do vody a opět promíchána tyčovým mixérem (míchadlem na vrtačku).

Tymiánový extrakt je určen k aplikaci do porostu v koncentraci od 0,125 do 0,25 % aktivní látky.

Postřik tymiánovou silicí již není vhodné doplňovat žádným smáčedlem, ani přípravkem pro zvýšení ulpívání na povrch rostlin. Je však možné vytvářet tank-mix s veškerou běžně využívanou listovou výživou a stimulací a vždy je vhodné konkrétní kombinaci předem odzkoušet na několika rostlinách před plošnou aplikací. Zde je důležité se řídit doporučením a etiketou jednotlivých přípravků a hnojiv.

Tento postřik lze připravit buď zde zmíněným postupem, nebo oslovit některého z výrobců, či distributorů silice a ten připraví koncentrát postřiku v požadovaném množství. Kontakt na případné dodavatele je k dispozici u autorů této publikace.

Tabulka míchání jednotlivých komponent tymiánového postřiku

	množství vody v (l) na 1 ha		
	1000	1500	2000
koncentrace výsledného extraktu (%)	množství čisté tymiánové silice (l)		
0,125	1,25	1,875	2,5
0,25	2,5	3,75	5
koncentrace výsledného extraktu (%)	množství oleje (l)		
0,125	1,25	1,875	2,5
0,25	2,5	3,75	5

7.4. Názorný postup přípravy koncentráту chmelového postřiku

1. Pomůcky a látky nutné pro přípravu: Kbelík s víkem, Odměrka 2 l, vrtačka s míchadlem, rukavice, slunečnicový (řepkový) olej (foto A). Příprava bude trvat cca 5 minut.



2. Odměříme potřebné množství tymiánové silice ze zásobní nádoby a přelijeme do kbelíku na míchání (foto B–D).



3. Odměříme a nalijeme do kbelíku potřebné množství oleje

4. Dolijeme vodou tak, aby poměr sílice : olej : voda byl 1:1:3 (foto E).



5. Zavřeme víko a mícháme nejméně dvě až tři minuty na plný výkon, dokud není směs zcela homogenní (foto F)



Takový roztok je připraven pro plnění do rosiče a následnému ředění na požadovanou koncentraci (viz. tabulka ředění). Kbelík s roztokem je třeba vždy před použitím protřepat, aby se oddělené vrstvy opět spojily.

Při plnění postřikovače již postupujeme stejně, jako u jakéhokoliv přípravku na ochranu rostlin, jak ukazuje následující obrázek (foto H). Před plněním rosiče nádobu s připraveným chmelovým postřikem důkladně promíchám (stačí důkladně protřepat kanistr, nebo zásobní nádobu) a nalijeme do postřikové jichy. Z obrázku je patrné, že připravený a řádně promíchaný roztok má konzistentní lehce mléčnou barvu. Dále je potřeba po použití tymiánového postřiku, stejně jako po použití jakéhokoliv jiného přípravku na ochranu rostlin rosič řádně vypláchnout a to včetně filtru rosiče. Charakteristická vůně, která v rosiči zůstane je zcela normální a není na závadu.



H

8. Popis výše zmíněných látek používaných k ochraně chmele proti peronospoře chmelové

8.1. Chmelový extrakt

Obsah látek v sušených chmelových hlávkách je závislý na odrůdě, počasí, oblasti a také na způsobu posklizňové úpravy. Nejzastoupenější jsou chmelové pryskyřice, polyfenolické látky a silice (Kosař a Procházka, 2000).

Chmelové pryskyřice produkují lupulinové žlázy, které se vyskytují především v samičích chmelových hlávkách (De Keukeleire et al. 2003).

Chmelové pryskyřice jsou definovány jako frakce rozpustné v diethyletheru a studeném methanolu. Z chemického hlediska se jedná o deriváty floroglucinolu, které vznikají jeho acylací některými nepolárními aminokyselinami (isoleucin, leucin, valin). Podle rozpustnosti v hexanu se rozlišují měkké (rozpustné) a tvrdé (nerozpustné) pryskyřice. Měkké pryskyřice tvoří 10–25 % sušiny hlávek a jsou stěžejní pro pivovarskou hodnotu. Rozdělují se dále na α -hořké kyseliny a frakci β , kterou tvoří β -hořké kyseliny a nespecifické měkké pryskyřice. Tvrdé pryskyřice tvoří 3–5 % hmotnosti sušiny (Almaguer et al. 2014).

Základními složkami α -hořkých kyselin jsou humulon, adhumulon a kohumulon, které se liší jen v postranním acylovém řetězci. Základem β -hořkých kyselin je lupulon, adlupulon, kolupulon. Nespecifické měkké pryskyřice jsou poměrně rozsáhlou skupinou a jejich systém je odvozen od jejich původu na α resupony a β resupony (Steinhaus a Schieberle, 2000).

Jako tvrdé pryskyřice se většinou označují γ -tvrdé pryskyřice δ -tvrdé pryskyřice. Při správném zpracování a zacházení je obsah tvrdých pryskyřic nízký. (Hough et al., 1982)

Chmelová silice tvoří 0,5–3,0 % hmotnosti sušiny hlávek. Skládá se z několika set sloučenin, z nichž bylo dosud 485 identifikovaných. Podle probíhajících výzkumů se ukazuje, že může jít až o 1000 různých chemických látek. Chmelová silice se rozděluje na tři základní skupiny, a to terpenovou frakci, terpenoidní frakci, frakci sirných sloučenin (Eyles a Dufour 2009).

Terpenová frakce zahrnuje především sloučeniny, jejichž základními stavebními prvky jsou izoprenové jednotky. Mezi hlavní složky terpenové frakce monoterpen myrcen, seskviterpeny α -humulen a β -karyofylen a v žateckých odrůdách obsažený seskviterpen β -farnesen (Nuutinen 2018).

Polyfenolové látky chmele lze rozdělit do čtyř skupin: flavonoly, flavan-3-oly, fenolické karboxylové kyseliny (deriváty benzoové a skořicové kyseliny) a další fenolické sloučeniny 23 (např. prenylflavonoidy a stilbenoidy) (Karabín et al. 2016).

Při získávání etanolových chmelových extraktů dochází k vyluhování sušeného chmele v 90 % etanolu. Následně vzniká tříslovinový podíl a pryskyřičný extrakt. Etanolový extrakt obsahuje vyšší koncentraci α -hořkých kyselin a má pozměněné složení chmelových silic (Engelson et al., 1980).

Extrakce chmelových pelet oxidem uhličitým probíhá ve vysokotlakých nádobách za působení tlaku až 300 barů. Teploty extrakce se pohybují od 15 °C do 130 °C. Za těchto podmínek přechází oxid uhličitý do tekutého, resp. superkritického stavu. Při odpaření extrakčního prostředí se současně vyloučí rozpuštěné látky. Protože se v oxidu uhličitým nerozpouštějí žádné hydrofilní složky, jde vždy o čisté pryskyřičné extrakty (Biendl 1996).

8.2. Tymiánová silice

Tymián obecný (*Thymus vulgaris* L.) je využíván pro své aromatické účely již od starověku. Tymián má různé příznivé účinky jako např. antiseptický, antimikrobiální a antioxidační. Primární složkou tymiánové silice je thymol. Jako další složky lze uvést karvakrol, linalol, flavinoidy (Shabnum a Wagay, 2011).

Hlavních 15 složek tvoří 99,91 % silice. Nejvíce zastoupenou složkou je thymol (50–70 %) a částečně jeho biogenetický předchůdce gama terpen. Druhou složkou je karvakrol (5–8 %). Další látky p-cymen, carene, karyofylen, linalol jsou zastoupeny od 4 %. Obsah jednotlivých složek silice se mění v závislosti na vnějších podmínkách, ale vždy jsou majoritní složkou thymol a karvakrol (Boruga et al., 2014).

Thymol (2-isopropyl-5-methylfenol) je monoterpenický fenol, který je hlavní složkou esenciálních olejů některých rostlin čeledi hluchavkovité (*Lamiaceae*) jako je tymián, oregáno nebo bazalka (Schmidt, 2010). Vykazuje antioxidační, protizánětlivé, anestetické a zejména antiseptické, antifungální a antibakteriální účinky (Marchese et al. 2016). Jeví se, že thymol by mohl zlepšit ochranu proti parazitickým roztočům, např. kleštíkoví včelím *Varroa jacobsoni* Oudemans. Thymol vykazuje také insekticidní a repelentní účinky (Singh et al., 2014).

Carvacrol je monoterpenický fenol a isomer thymolu. Má významné antimikrobiální, fungicidní a repelentní účinky (Suntres et al., 2013). Předmětem sledování jsou protirakovinové účinky Carvacrolu (Zacharias et al., 2014).

9. Další látky a přípravky na bázi přírodních látek využitelné k ochraně chmele proti peronospoře chmelové

9.1. Wetcit – terpeny z pomerančovníku

Wetcit je pomocný přípravek, obsahující přírodní terpeny z pomerančovníku. Terpeny rostlinného původu zajišťují přilnavost a rovnoměrné rozptýlení postřiku na listové ploše. Přírodní terpeny mají též vedlejší účinky na omezování chorob a škůdců rostlin.

Citrusy obsahují v listech, plodech a květech hodně aromatických a biologicky aktivních látek. Hlavními biologickými látkami jsou terpenoidy a to především limoninem, nomilinem a obacumonem. Mezi seskviterpeny obsažené v citrusech patří např. γ -bis-abolen. Jako první byly objeveny insekticidní účinky těchto látek. Následně však došlo k poznatkům ukazujících na fungicidní účinky těchto látek. (Hay a Waterman, 1993)

Pomerančová silice se nachází nejčastěji v oválných siličných váčcích slupek plodů, anebo v barevných částech kůry. Silice působí jako přírodní antimikrobiální a repelentní bariéra. Obsah jednotlivých složek je ovlivňován ročníkem, oblastí a odrůdou. Pomerančové silice jsou složeny kolem 90 % z D-limonemu a seskviterpeny. (Únal et al., 2012)

Limonem se získává z pomerančové kůry. Je to terpen, který je při pokojové teplotě kapalný a čirý, vyniká silnou citrusovou vůní. Je nerozpustný ve vodě, ale dobře rozpustný v alkoholech. (El-Ishaq et al., 2011)

Pomerančová silice lisovaná za studena obsahuje přibližně 90 % limonemu, 2,5 % myrcenu, 1,4 % α -pinenu a stopové množství dalších látek (linalol, n-oktanal). Při použití jiné metody se zvyšuje výtěžnost silic a také se mění poměrné zastoupení silic a to převážně na úkor limonemu a ve prospěch myrcenu a sabinenu. Limonem však i při zvolení jiného způsobu extrakce zůstává dominantní a jeho obsah neklesá pod 70 %. (Azar et al., 2011)

9.2. Alginure – výtažky z mořských řas

Alginure je biologický prostředek obsahující výtažky z mořských řas a rostlinné aminokyseliny a podporuje odolnost rostlin vůči napadení houbovými chorobami. Po jeho aplikaci dochází v rostlině ke zvýšení obsahu fytoalexinů, PR-proteinů a dalších látek, jež ovlivňují obranyschopnost rostliny vůči chorobám. Prostředek působí preventivně a nemá přímý vliv na patogena. Mořské řasy jsou skupinou fotosyntetizujících organismů. Obecně lze říci, že se přichycují k pevnému podkladu (hornina, podloží). Ekologický význam je primárně jako základ potravních řetězců. Mořské řasy se používají pro výrobu potravin, krmiv, hnojiv, kosmetiky, farmaceutických výrobků a biopaliv (Hu a Fraser, 2016).

Extrakty z mořských řas mají jako hlavní účinné látky fytohormony auxiny a cytokininy. Pro zdroj extraktů jsou převážně hnědé řasy (Arioli et al., 2015).

Extrakty z mořských řas mají stimulační účinek na růst kořenů a také optimalizují vývoj rostlin. Zároveň se podílí na zvýšení výnosů a kvality produkce (Holdt a Kraan 2011).

Pro výrobu extraktů z mořských řas se nejčastěji používá řasa *Ascophyllum nodosum* L.. V této řase bylo zjištěno velké množství biologicky aktivních látek, např. cytokininy, kyselina abscisová, kyselina alginová, stopové prvky a vitamíny. (Norrie a Kheatley, 2006)

Antifungální účinek byl zkoumán u *Laurencia dendroidea* J.A.. Rf faktor látky, která byla identifikována v jejím výtažku, byl zařazen mezi terpeny. Látky se nacházejí v bioautografickém testu proti *Colletotrichum lagenarium*, který ukazuje korelaci s látkami vykazujícími fungicidní účinek. To vede k závěru, že i terpeny *Laurencia dendroidea* J. A. mohou být odpovědné za fungicidní účinek extraktu *Laurencia dendroidea*. (Perés et al., 2012)

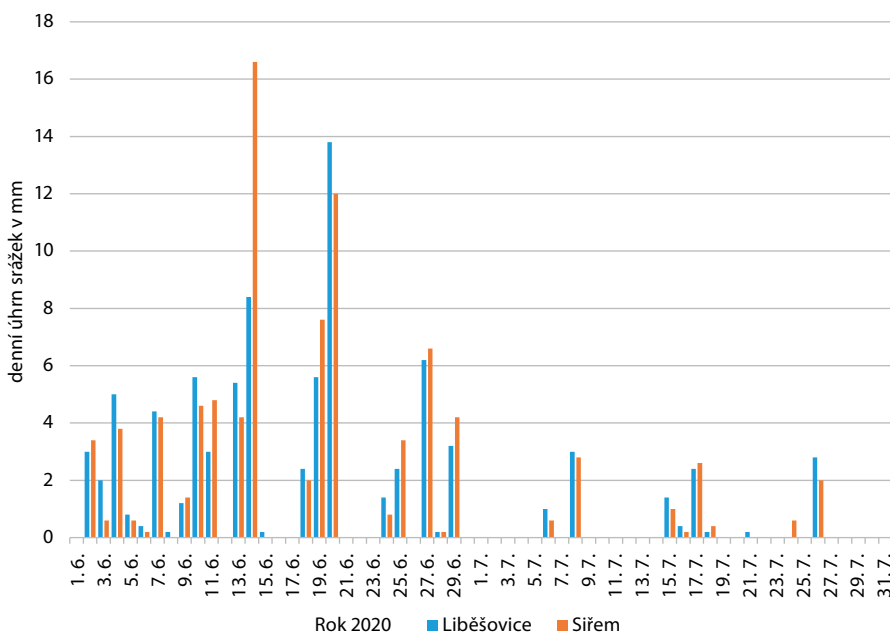
Aplikace samotného extraktu z *Ascophyllum nodosum* L. měla fungicidní účinnost průměrně asi 85 %. Použití extraktu z *Ascophyllum nodosum* L. vykazuje výrazné potlačení infekce houbovými chorobami. (Jayamaran et al., 2011)

10. Dosavadní výsledky popsání látek a přípravků

Výzkum v oblasti využití přírodních látek při ochraně chmele proti plísni chmelové probíhá již řadu let. V rámci nádobových pokusů byla stanovena nejvyšší netoxická koncentrace jak chmelového extraktu, tak tymiánové silice. Na základě těchto poznatků, byla provedena řada provozních pokusů. V provozních pokusech se obě použité látky ukázaly svou funkčností z hlediska fungicidní účinnosti srovnatelné s konvenčně používanými fungicidy. Z hlediska ekonomické efektivity ošetření a dále také z hlediska fytotoxicity jsou současné koncentrace uváděné v metodice již výrazně nižší. Z hlediska funkčnosti ošetření byly v rámci projektu ověřovány dvě základní koncentrace od obou použitých látek. Koncentrace chmelového extraktu byla zvolena na 0,5 % a dále koncentrace 0,25 %. Koncentrace tymiánové silice byla zvolena 0,25 % a rovněž poloviční koncentrace, tedy 0,125 %. Zde je dále vhodné připomenout, že tak, jako bychom neměli v rámci antirezistentní strategie používat stejné účinné látky u konvenčních fungicidů, i u přírodních látek bychom je měli střídát. Provozní pokusy, jejichž výsledky jsou zde popsány, probíhají tak, že se dvě aplikace konvenčního fungicidu v průběhu vegetace nahradí aplikací popsání přírodních látek. První aplikace těchto látek proběhne obvykle v druhé polovině června a druhá aplikace je volena v termínu poslední předpokládané aplikace před sklizní. Na základě poznatků z praxe a dále z povahy účinných látek jsou jak chmelový extrakt, tak tymiánová silice určeny zejména k ochraně proti sekundární infekci plísní chmelové. Vzhledem k tomu, že se jedná o přírodní látky, je v období jejich aplikace nutná zvýšená agrobiologická kontrola chmelnice, která by ovšem měla být samozřejmostí v každé chmelnici. Součástí agrobiologické kontroly by mělo být i pravidelné lokální sledování

základních meteorologických údajů ve chmelnici, tedy teplotu vzduch, relativní vlhkost vzduchu a úhrn srážek. Zde je třeba zohlednit značnou lokálnost srážek a zejména jejich distribuce v rámci daného podniku. Jako příklad je uveden průběh srážek ve chmelnicích ZOS Liběšovice, kde meteorologické stanice zaznamenávající srážky jsou ve chmelnicích vzdálených vzdušnou čarou pouze 1,4 km.

Graf 3: Denní úhrn srážek na lokalitě Liběšovice a Síferem v období 1. 6. 2020–31. 7. 2020. Stanice jsou od sebe vzdálené 1,4 km.



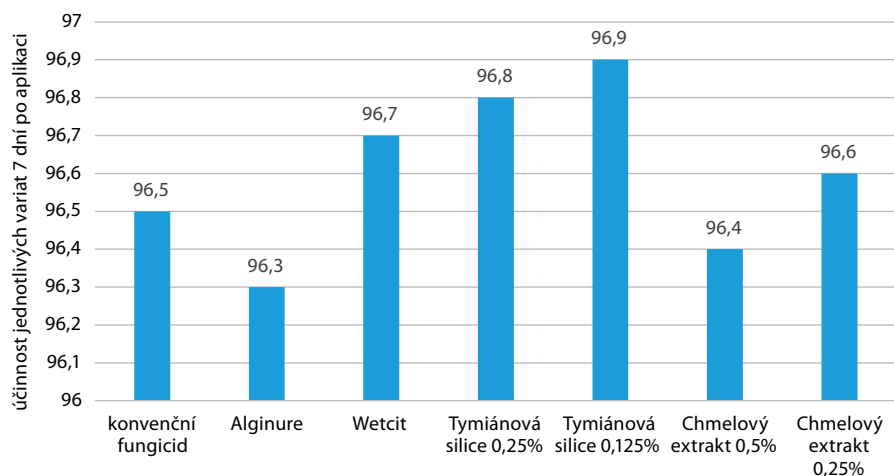
Výhodou je, pokud má pěstitel možnost využití meteostanic s automatickým přenosem, ale samozřejmě je postačující i využití klasických měřicích zařízení, ke kterým musí pěstitel fyzicky dojít. Dále se bude kapitola věnovat dosavadním výsledkům. V provozních pokusech byly vedle chmelového extraktu a tymiánové silice ve dvou různých koncentracích porovnávány také již komerčně dostupné přípravky, a sice Alginure (registrovaný jako fungicid na ochranu révy vinné) a Wetcit (registrovaný jako smáčedlo, avšak z chemické povahy - obsahu pomerančového oleje, s fungicidním účinkem). U komerčních přípravků se lze řídit vždy doporučením na etiketě přípravku. V tabulce 3 se nachází přehled testovaných přípravků.

Z grafu 4 je patrné, že všechny použité látky měly srovnatelnou účinnost proti peronospoře chmelové, jako konvenční přípravky. V tabulce jsou uvedeny jednotlivé varianty konvenčních přípravků používaných v provozních pokusech v průběhu let. Hodnocení bylo provedeno vždy 7 dní po aplikaci

Tabulka 3: Ukázka jednotlivých testovaných variant v průběhu provozních pokusů
 Varianty I, II, V, VI znázorňují aplikaci v druhé polovině června. Aplikace III, IV, VII, VIII
 znázorňují poslední aplikaci před plánovanou sklizní. Vždy se jedná pouze o příklady
 na jednotlivých lokalitách.

	var	název přípravku	dávka/ koncentrace	účinná látka	vody/ha (l)
I	1	Ortiva	1,0 l/ha	Azoxystrobin 250 g/l	2 000
	2	pokusné varianty	dle doporučení	dle látky	2 000
II	1	Curzate K + Ortiva	1,0 kg/ha + 1,0 l/ha	Cymoxanyl 40 g/kg, Oxychlorid Cu 773 g/l + Azoxystrobin 250 g/l	2 000
	2	pokusné varianty	dle doporučení	dle látky	2 000
III	1	Cuproxat SC	4,0 l/ha	sáran měďnatý 345 g/l	2 000
	2	pokusné varianty	dle doporučení	dle látky	2 000
IV	1	Defender Dry	3,0 kg/ha	hydroxid měďnatý 537 g/kg	2 000
	2	pokusné varianty	dle doporučení	dle látky	2 000
V	1	Ortiva	1,0 l/ha	Azoxystrobin 250 g/l	2 000
	2	pokusné varianty	dle doporučení	dle látky	2 000
VI	1	Curzate K + Mirador	1,0 kg/ha + 1,0 l/ha	Cymoxanyl 40 g/kg, Oxychlorid Cu 773 g/l + Azoxystrobin 250 g/l	2 000
	2	pokusné varianty	dle doporučení	dle látky	2 000
VII	1	Cuproxat SC	4,0 l/ha	sáran měďnatý 345 g/l	2 000
	2	pokusné varianty	dle doporučení	dle látky	2 000
VIII	1	Defender Dry	3,0 kg/ha	hydroxid měďnatý 537 g/kg	2 000
	2	pokusné varianty	dle doporučení	dle látky	2 000

Graf 4: Průměrná účinnost variant (průměr dvou let a dvou lokalit) 7 dní po aplikaci



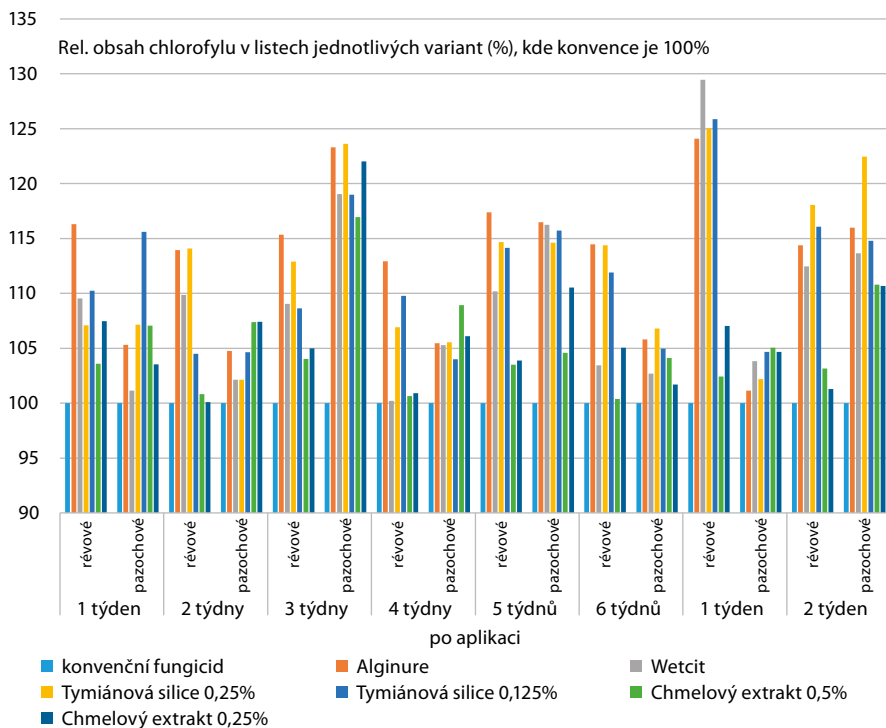
Z grafu 5 je patrné, že v prvním týdnu po první aplikaci zaznamenaly vyšší relativní obsah chlorofylu všechny pokusné varianty, a to jak v révových tak v pazochoových listech. Nárůst byl u všech variant v podobné hladině.

Druhá a třetí týden po první aplikaci byly rozdíly jednotlivých variant poměrně rozkolísané, avšak velmi dobře patrné. Od čtvrtého týdne dále již byly rozdíly rozkolísané a spíše se již postupně vliv použití přírodních látek vytrácel, avšak stále byl patrný pozitivní vliv.

První týden po druhé aplikaci docházelo k poměrně silnému zvýšení obsahu chlorofylu zejména v révových listech, který se v podstatě udržel i v dalším týdnu, tedy těsně před sklizní. Ve druhém týdnu po druhé aplikaci byl patrný vliv na relativní obsah chlorofylu jak v révových, tak v pazochoových listech

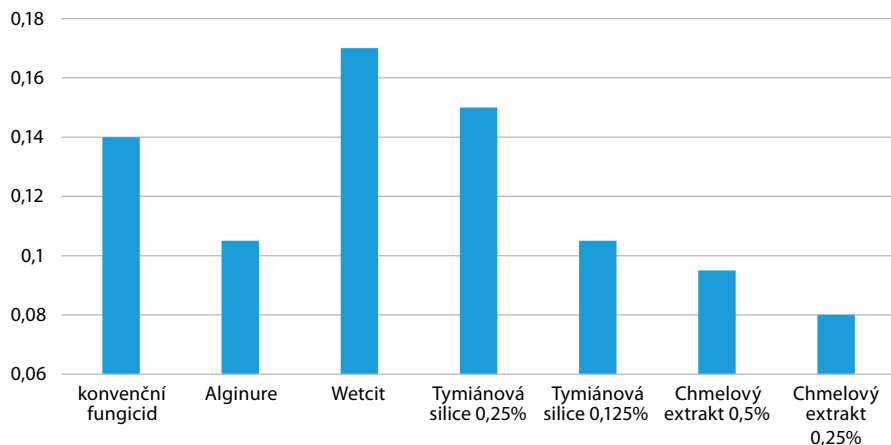
Na relativní obsah chlorofylu je potřeba pohlížet zejména tak, že přírodní látky použité k ochraně chmele (pokud jsou použity správně) nezatežují listový aparát rostlin tolik, jako konvenční fungicidy (ať systemické, tak kontaktní) a tím pádem nedochází k tak velkému stresu pro rostlinu.

Graf 5: Relativní obsah chlorofylu v révových a pazochoových listech v % kontroly (dvouletý průměr dvou lokalit)



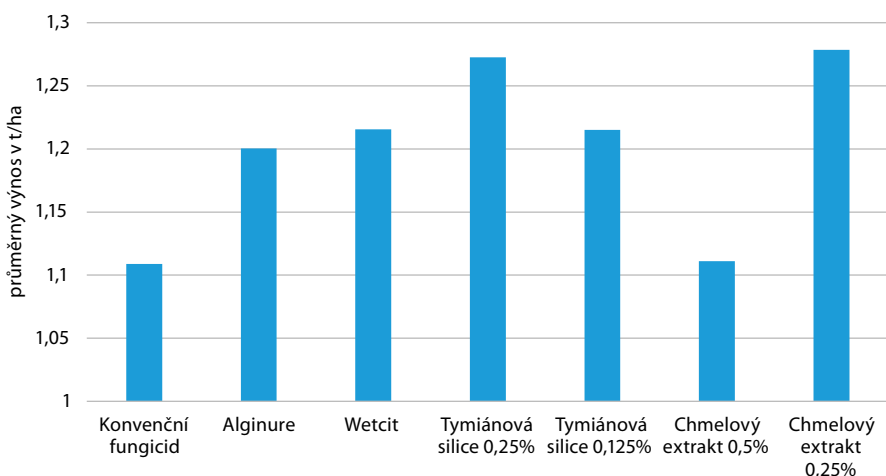
Graf č. 6 ukazuje, že všechny varianty dosáhly poměrně nízkého procenta poškození hlávek. Procento poškození hlávek plísni chmelovou se v průměru pohybovalo od 0,08 % do 0,17 %, což je více méně zanedbatelný rozdíl. Z grafu je zároveň vidět, že všechny varianty vykazovaly při sklizni velmi dobrý zdravotní stav hlávek, který bohatě plní požadavky odbytu.

Graf 6: Procentické poškození hlávek (víceletý průměr dvou lokalit)



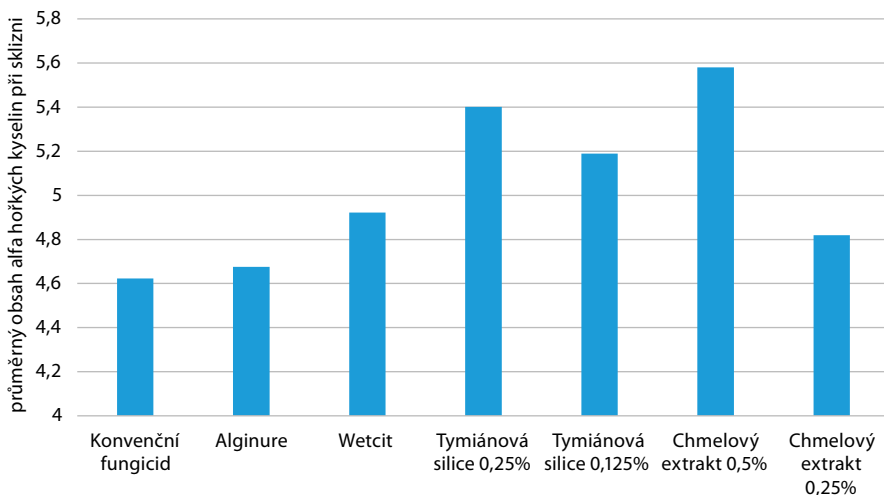
Z grafu č. vyplývá, že všechny varianty, které byly v průběhu vegetace ošetřeny dvakrát přírodním fungicidem, místo konvenčním fungicidem, poskytly vyšší výnos suchého chmele.

Graf 7: Průměrný výnos suchého chmele v t/ha (víceletý průměr dvou lokalit)



Graf 8 ukazuje obsah alfa hořkých kyselin při sklizni a je z něj patrné, že při použití přírodních látek při fungicidní ochraně chmele vede ke zvýšení produkce alfa hořkých kyselin.

Graf 8: Průměrný obsah alfa hořkých kyselin při sklizni (víceletý průměr dvou lokalit)



11. Novost postupů

Kniha je sepsána jako metodika a přináší nové poznatky získané při řešení projektu TJ02000193: Vývoj alternativních přípravků na ochranu a podporu obranyschopnosti chmele. Obsahuje údaje o všech významných chorobách a jejich diagnostice. Metodika se věnuje především ochraně proti plísni chmelové pomocí přírodních látek s antifungálním účinkem. V metodice uvedená schémata a popisy přípravy umožní uživateli adekvátní rozhodování při agrobiologické kontrole chmele při využití přírodních látek. Metodika je sepsána na základě poznatků získaných řešením zmíněného projektu a dále na základě výsledků mnohaletých provozních pokusů.

12. Popis uplatnění metodiky pro praxi

Metodika je primárně určena pěstitelům chmele, ale i pracovníkům státní správy a studentům agronomických oborů a rostlinolékařství. Je zveřejněna na stránkách příjemce www.czu.cz a je volně ke stažení všem zájemcům. Metodika najde uplatnění při ochraně chmele v systému integrované i ekologické produkce.

13. Ekonomické aspekty uplatnění metodiky

Přínosy z uplatnění metodiky lze očekávat v oblasti ekonomické i environmentální. Odhad ekonomického přínosu vychází z předpokladu, že včasnou diagnostikou a optimální strategií ochrany dojde ke snížení ztrát výnosu chmele v závislosti na ročníku. Zpřesněním diagnostiky plísně chmelové a prognózy jejího výskytu lze očekávat vyšší efektivitu používání přípravků na ochranu rostlin. Využití přírodních látek má sice vyšší náklady na látky samotné (tabulka 4), avšak z dosavadních poznatků (graf 7 a 8) je patrné, že porost chmele tyto zvýšené náklady vynahradí jednak vyšším výnosem suchého chmele a jednak vyšším obsahem alfa hořkých kyselin ve sklizených hlávkách. Environmentální přínosy spočívají jednak v omezení neodůvodněných aplikací pesticidů a jednak vyřazením nejméně dvou aplikací konvenčních přípravků na ochranu rostlin a tím snížení jejich vedlejšího vlivu na životní prostředí. Dále je třeba brát v úvahu, že při aplikaci přírodních látek při posledním postřiku před plánovanou sklizní se významně snižuje nebezpečí reziduí jak systemických účinných látek, tak mědi, která je nejčastěji využívána v tomto období.

Tabulka 4: Orientační cena jednotlivých použitých přípravků za dvě aplikace. Uváděné ceny vycházejí z obvyklých tržních cen přípravků na ochranu rostlin a surovin pro jejich výrobu.

varianta	Cena za 2 aplikační dávky (Kč/ha)
Konvenční fungicid průměr	8 522
Alginure	13 160
Wetcit	15 250
Tymiánová silice 0,25 %	15 000
Tymiánová silice 0,125 %	7 500
Chmelový extrakt 0,5 %	19 700
Chmelový extrakt 0,25 %	9 850

14. Seznam použité související literatury

V textu i seznamu literatury jsou uvedeny pouze nejvýznamnější zdroje informací, kde lze dohledat

- Almaguer C., Ch. Schönberger, M. Gastl, E. Arendt a T. Becker, 2014. *Humulus lupulus – a story that begs to be told*. Journal of The Institute of Brewig [online]. 2014, 2014(4), 289 - 314 [cit. 2018-04-01]. DOI: <https://doi.org/10.1002/jib.160>. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jib.160>
- Arioli, T., S. Mattner a P. Winberg, 2015. *Applications of seaweed extracts in Australian agriculture: past, present and future*. Springer [online]. 2015(27), 5 [cit. 2018-04-12]. DOI: 10.1007/s10811-015-0574-9. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4584108/>
- Azar, P., M. Nekoei, K. Larijani a S. Bahrminasab, 2011. *Chemical composition of the essential oils of Citrus sinensis cv. Valencia and a quantitative structure–retention relationship study for the prediction of retention indices by multiple linear regression*. Journal of the Serbian Chemical Society [online]. 2011(76), 11 [cit. 2018-04-02].
- Biendl, M., 1996. *Aktuální vlastnosti ethanolových extraktů chmele ve srovnání s CO₂*
- Boruga O, Severi A, Maggi L, Golet L, Gruia AT, Horhat FG. 2014. *Thymus vulgaris essential oil: chemical composition*. ResearchGate. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/274964892_Thymus_vulgaris_essential_oil_chemical_composition_and_antimicrobial_activity
- De Keukeleire, J., G. Ooms, A. Heyerick, I. Roldan-Ruiz, E. Van Bockstaele, a D. De Keukeleire, 2003. *Formation and accumulation of alpha-acids; beta-acids; desmethylxanthohumol; and xanthohumol during flowering of hops (Humulus lupulus L.)*. J. Agric. Food Chem. 51:4436–4441
- El- Ishaq, A., M. Tijjani a M. Katuzu, 2011. *EXTRACTION OF LIMONENE FROM ORANGE PEEL* [online]. 2011, 10 [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/282843770_EXTRACTION_OF_LIMONENE_FROM_ORANGE_PEEL
- Engelson, M., M. Solberg a E. Karmas, 1980. *ANTIMYCOTIC PROPERTIES OF HOP EXTRACT IN REDUCED WATER ACTIVITY MEDIA*. Wiley online library. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.1980.tb06514.x>extrakty. Kvasný průmysl 42: 310-314.

- Eyres, G. T. a J. P. Dufour, 2009. Hop Essential Oil: Analysis, Chemical Composition and Odor Characteristics. *Beer in Health and Disease Prevention*:239–254. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123738912000225>.
- Hay, R., P. Waterman, ed., 1993. *Volatile Oil Crops – their biology, biochemistry*. 1. Essex: Hbk Longman Group UK Ltd PO Box 88, Fourth Avenue Harlow, Essex CM19 5AA, UK. ISBN 0-582-07867-9.
- Holdt, S. L. a S. Kraan, 2011. *Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation*. Springer science, Dordrecht. Dostupné z:
- Holý, K., P. Procházka, J. Štranc, D. Štranc a P. Štranc, 2017. *Integrovaná ochrana chmele: Certifikovaná metodika*. 1. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha. ISBN 978-80-7427-265-3.
- Hough, S. J., R. Stevens, D. E. Briggs a T. W. Young, 1982. *The Chemistry of Hop Constituents* [online]. 1982, 33 [cit. 2018-04-01]. DOI: 10.1007/978-1-4615-1799-3_2. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/302296929_The_Chemistry_of_Hop_Constituents
- Hu, Z. M., C. Fraser, eds., 2016. *Seaweed Phylogeography* [online]. Dordrecht: Springer Netherlands [cit. 2018-02-12]. ISBN 978-94-017-7532-8.
- Jayaraman, J., J. Norrie a Z. K. Puja, 2011. Commercial extract from the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* reduces fungal diseases in greenhouse cucumber. *Journal of Applied Phycology* [online]. 2011, 10 [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/227144791_Commercial_extract_from_the_brown_seaweed_Ascophyllum_nodosum_reduces_fungal_diseases_in_greenhouse_cucumber
- Karabín, M., T. Hudcová, L. Jelínek a P. Dostálek, 2016. *Biologically Active Compounds from Hops and Prospects for Their Use*. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 15:542–567.
- Kosař, K., S. Procházka, eds., 2000. *Technologie výroby sladu a piva*. 1. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský. ISBN 80-902658-6-3.
- Krofta K, Ježek J, Klapal I, Křivánek J, Pokorný J, Pulkrábek J, Vostřel J. 2012. *Integrovaný systém pěstování chmele*. *Časopis Chmelářství, Žatec*.

- Norrie, J. a J. P. Keathley, 2006. Benefits of *Ascophyllum nodosum* Marine-Plant Extract Applications to Thompson Seedless' Grape Production. IS on Plant Bioregulators in Fruit [online]. 2006, 2006(10), 6 [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Jeffrey_Norrie/publication/284250867_Benefits_of_Ascophyllum_nodosum_marineplant_extract_applications_to_%27Thompson_seedless%27_grape_production/links/5704ff4a08ae44d70ee3032f/Benefits-of-Ascophyllum-nodosum-marine-plant-extract-applications-to-Thompson-seedless-grape-production.pdf
- Nuutinen, T., 2018. Medicinal properties of terpenes found in *Cannabis sativa* and *Humulus lupulus*. *European Journal of Medicinal Chemistry* 157:198–228. Elsevier Masson SAS. Available from <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2018.07.076>.
- Perés, J. C. F., L. R. Carvalho, E. Gonzales, L. O. S. Berian a J. D. Felicio, 2012. Evaluation of antifungal activity of seaweed extracts. *Ciência e Agrotecnologia* [online]. 2012(36), 1 [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542012000300004
- Procházka, P., P. Štranc, K. Pazderů, J. Vostřel a J. Řehoř, (2018): Use of biologically active substances in hops. *Plant Soil Environ.*, 64: 626-632.
- Řehoř, J., P. Procházka, J. Vostřel a A. Fraňková, 2018. Vliv aplikace biopesticidů na obsah chlorofylu v listech chmele. *Úroda*. Profi Press, 2018(3), 94-95.
- Řehoř, J., P. Procházka, J. Vostřel a A. Fraňková, 2020. Použití přírodních látek s antifungálním účinkem při ochraně chmele. In: *Seminář k agrotechnice chmele*. Žatec: Petr Svoboda. ISBN 978-80-86836-40-9.
- Shabnum, S. a G. M. Wagay, 2011. Essential Oil Composition of *Thymus Vulgaris* L. and their Uses. *Journal of Research & Development* [online]. 2011(11), 12 [cit. 2018-04-01]. ISSN 0972-5407. Dostupné z: <http://www.agroresearchinternational.com/wp-content/uploads/2017/11/Essential-Oil-Composition.pdf>
- Schmidt E. 2010. Production of Essential oils. Pages 83-121 in Baser KHC, Buchbauer G, editors. *Handbook of Essential oils – Science, technology and applications*. CRC Press, Boca Raton.
- Singh, D., ed., 2014. *Advances in Plant Biopesticides* [online]. New Delhi: Springer India, s. 92-93 [cit. 2018-02-26]. DOI: 10.1007/978-81-322-2006-0. ISBN 978-81-322-2005-3.
- Steinhaus, M. a P. Schieberle, 2000. Comparison of the Most Odor-Active Compounds in Fresh and Dried Hop Cones. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. (48), 7 [cit. 2018-04-01]. DOI: 10.1021/jf990514l.

- Suntres, Z. E., J. Coccimiglio a M. Alipour, 2013. The Bioactivity and Toxicological Actions of Carvacrol. Informa UK Limited, London. Dostupné z:
- Šedý R. 2016. Omezení při ochraně chmele by nemusel být problém. Jde to i ekologicky a levněji. Česká zemědělská univerzita, Praha. Dostupné z: http://www.agris.cz/zemedelstvi/omezeni-pri-ochrane-chmele-by-nemusel-byt-problem-jde-to-i-ekologicky-a-levneji?id_a=194624 (březen 2019).
- Ünal, M., F. Ucan, A. Şener a S. Dincer, 2012. Research on antifungal and inhibitory effects of DL-limonene. Turk J Agric For [online]. 2012(36), 7 [cit. 2018-04-02]. DOI: 10.3906/tar-1104-41. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/ae92/f85f82ed3abedf04fc9f82a3bf473b999264.pdf>
- Vent L, (ed). 1963. Chmelařství: organizace a technologie velkovýroby. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Vostřel J. 2003. Ochrana chmele proti hospodářsky významným chorobám a škůdcům. AGRO 3: 22-26
- Vostřel J, Procházka P, Řehoř J, Fraňková A. 2018. Vliv biopesticidů na obsah alfa hořkých kyselin ve chmelu. Úroda 66: 76-77.
- Vostřel, J., I. Klupal a M. Werschallová, 2020. Metodika ochrany chmele 2020. Chmelařský institut s.r.o., Žatec.
- Vostřel, J., P. Procházka, J. Řehoř a A. Fraňková, 2019. Možnosti ošetření chmelové sadby přírodními látkami s antifungálním účinkem. Pages 96-101 in Pazderů K, editor. Osivo a sadba – Sborník referátů. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Zacharias, E. S., J. Coccimiglio a M. Alipour, 2014. The Bioactivity and Toxicological. Critical Reviews in Food Science and Nutrition [online]. 2015(55), 16 [cit. 2018-04-01]. DOI: 10.1080/10408398.2011.653458. ISSN 1040-8398 / 1549-7852 online.

© **Česká zemědělská univerzita v Praze**
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra agroekologie a rostlinné produkce
Kamýcká 129, 165 00 Praha 6 - Suchdol

Vydavatel: Kurent s.r.o.

Rok vydání: 2021



ISBN: 978-80-87111-89-5