

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Účinnost vybraných přírodních látek proti peronospoře chmelové
při pěstování chmele otáčivého**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Autor práce: Bc. Jan Vostřel
Obor studia: Fytotechnika - Rostlinná produkce**

Vedoucí práce: Ing. Pavel Procházka, Ph.D.

© 2019 ČZU v Praze

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: „**Účinnost vybraných přírodních látek proti peronospoře chmelové při pěstování chmele otáčivého**“ vypracoval samostatně a použil pramenů, které cituji a uvádím v přiložené bibliografii. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze, dne 11.4.2019

Podpis autora:

Poděkování

Rád bych poděkoval mému příteli a vedoucímu této práce Ing. Pavlu Procházkovi, Ph.D. za jeho podporu, trpělivost, ochotu a přátelský přístup, nejen při zpracovávání této studie, ale v průběhu celého mého studia. Dík patří také Ing. Adéle Fraňkové, Ph.D. za její rady a práci v rámci tohoto projektu. Rád bych také poděkoval všem, kteří se studie zúčastnili, jak v rámci provádění polních pokusů, tak v oblasti práce laboratorní. Nakonec obrovský dík patří mé rodině za nekonečnou podporu po dobu celého studia

Účinnost vybraných přírodních látek proti peronospoře chmelové při pěstování chmele otáčivého

Autorský referát

Dlouhodobě trvající tlak na prosazování integrované ochrany rostlin v posledních letech zasáhl i české chmelařství. Na základě zjištěných o negativních vlivech zvýšeného obsahu mědi v půdě byl od roku 2017 stanoven limit pro použití fungicidů s obsahem mědi na celkovou roční dávku 4 kg Cu, což představuje necelou polovinu dosud používaného množství. Náhradu za měďnaté fungicidy představují organické fungicidy se systemickým účinkem, přírodní látky podporující zdravotní stav chmele a přípravky s obsahem sekundárních metabolitů rostlin. Tato práce se proto zaměřila na zkoumání účinku aplikace silice tymiánu obecného (*Thymus vulgaris*) a chmelového extraktu proti peronospoře chmelové. V letech 2017 a 2018 byly provedeny provozní pokusy, které probíhaly vždy na dvou lokalitách (k.ú. Liběšovice, k.ú. Čínov). Porovnávalo bylo celkem 5 variant ošetření, první variantou byla vždy kontrola ošetřená klasickým fungicidním sledem, dalšími variantami byly přípravky rostlinného původu a přípravky určené pro ekologické zemědělství. Jednalo se o přípravek Alginure, který obsahuje 24% výtažků z mořských řas a je určen k posílení odolnosti porostu proti působení patogenů. Další variantou byl přípravek PREV-B2, což je kapalné hnojivo s obsahem 2,1% vodorozpustného bóru, které navíc obsahuje olej z kůry pomerančů s prokazatelnými antimikrobiálními účinky. Z látek rostlinného původu byl použit 0,5% roztok tymiánové silice a 1% roztok chmelového extraktu.

Ošetření vybranými látkami bylo provedeno dvakrát, s odstupem přibližně čtyř týdnů s průběžným hodnocením účinnosti. Po sklizni pokusů bylo provedeno hodnocení zdravotního stavu hlávek z jednotlivých variant.

Z výsledků bylo zjištěno, že všechny použité látky se vyznačovaly velmi dobrou účinností, srovnatelnou s konvenčně užívanými fungicidy. Velmi vysoká účinnost byla zjištěna u ošetření tymiánovou silicí (97,2%). Srovnatelné výsledky byly stanoveny i v případě zdravotního stavu hlávek. Všechny varianty, téměř se shodou účinností, dokázaly zachovat hlávky bez poškození. Zároveň u pokusu proběhlo hodnocení výnosu suchého chmele a obsahu alfa hořkých kyselin z jednotlivých variant. I v těchto parametrech bylo dosahováno velmi podobných hodnot, nelze tedy potvrdit přímý vliv ošetření na dané parametry. Statistickým šetřením bylo zjištěno, že ve všech sledovaných parametrech nebyly rozdíly ve výsledcích statisticky významné.

Klíčová slova: chmel otáčivý, antifungální účinek, přírodní látka, plíseň chmelová, výnos chmelových hlávek

Efficiency of selected natural substances against hops mildew in the cultivation of hops

Abstract

Based on the findings of the negative effects of increased copper content in soil, in 2017 a limit for the use of copper-containing fungicides was set for a total annual dose of 4 kg Cu, which represents less than half of the amount used so far. Potential replacement for copper fungicides is represented by organic systemic fungicides, natural plant stimulants or preparations containing plant secondary metabolites. In our study we focused on explaining antifungal effect of *Thymus vulgaris* essential oil and hop extract against disease hop mildew. We conducted a field trials in 2017 and 2018, simultaneously on two locations (Liběšovice and Čínov villages). The experiment consisted of five variants of treatment. First it was control variant treated with conventional fungicides. Second variant was treated with preparation Alginure, which contains 24% extract of algae *Ascophyllum nodosum*. Next variant was treated with preparation PREV-B2, which is liquid fertilizer containing mix of 2,1% of water-soluble boron (B) and part of orange essential oil. Orange essential oil is also known for its antimicrobial effects. As the last two variants we have chosen 0,5% Thyme oil solution and 1% hop extract solution. Each year we made two treatments during a vegetation, usually four weeks apart with continuous effectivity assessment. After harvest the health status of cones from each variant was evaluated. From the results it was found that all used substances are characterized by very good efficiency, comparable to conventional fungicides. Very high efficacy was found with thyme oil (97.2%).

Comparable results were also obtained for cones health status. All variants, almost with the same efficiency, were able to preserve the cones from being damaged with disease. At the same time, the evaluation of the yield of dry hops and the alpha bitter acid content of each variant was performed. Even in these parameters very similar values were achieved, so it is not possible to confirm the direct effect of the treatment on the given parameters. The statistical survey found that the differences in the results were not statistically significant in all parameters.

Key words: hops, antifungal effect, natural substance, hop mold, hop cone yield

Obsah

1 Úvod.....	8
2 Cíl práce a vědecké hypotézy	9
3 Literární rešerše	10
3.1 Chmel otáčivý	10
3.2 Pěstitelské oblasti.....	11
3.2.1 Žatecká pěstební oblast.....	11
3.2.2 Úštěcká pěstební oblast.....	12
3.2.3 Tršická pěstební oblast.....	12
3.3 Plochy chmelnic u nás	12
3.4 Odrůdy chmele.....	13
3.4.1 Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ).....	13
3.4.2 Hybridní odrůdy.....	13
3.5 Agroekologie chmele.....	14
3.6 Agrotechnika chmele	15
3.6.1 Podzimní agrotechnika	15
3.6.2 Jarní agrotechnika	15
3.6.3 Letní agrotechnika	16
3.6.4 Sklizeň a sušení chmele	16
3.6.5 Výživa a hnojení chmelnice.....	17
3.7 Škůdci chmele.....	18
3.7.1 Svíluška chmelová (<i>Tetranychus urticae</i> Koch)	18
3.7.2 Mšice chmelová (<i>Phorodon humuli</i> Schrank)	18
3.7.3 Lalokonosec libečkový (<i>Otiorhynchus ligustici</i> L.).....	19
3.8 Choroby chmele.....	19
3.8.1 Peronospora chmelová (<i>Pseudoperonospora humuli</i>)	19
3.8.2 Padlí chmelové (<i>Sphaerotheca humuli</i>)	20
3.8.3 Verticillium (<i>Verticillium albo-atrum</i>).....	21
3.9 Silice tymiánu obecného (<i>Thymus vulgaris</i>).....	21
3.9.1 Obecná charakteristika silic	21
3.9.2 Antimikrobiální aktivita silic	22
3.9.3 Metody izolace tymiánové silice	22
3.9.4 Složení tymiánové silice	23
3.10 Chmelový extrakt.....	24
3.10.1 Chemické složení chmele	24
3.10.2 Ethanolové extrakty	25

3.10.3CO ₂ chmelové extrakty	25
3.11PREV-B2.....	25
3.12Alginure	26
4Metodika práce	28
4.1Pokusné stanoviště Čínov	28
4.2Pokusné stanoviště Liběšovice	32
4.3Průběh počasí v pěstitelském roce 2016/2017	36
4.4Průběh počasí v pěstitelském roce 2017/2018	37
4.5Průběh pokusů.....	38
4.6Hodnocení sledovaných parametrů.....	44
5Výsledky	46
5.1Hodnocení účinnosti variant ošetření	46
5.2Hodnocení zdravotního stavu hlávek.....	51
5.3Výnos suchého chmele	53
5.4Obsah alfa hořkých kyselin.....	54
6Diskuze	56
7Závěr	60
8Seznam literatury	61

1 Úvod

Chmel se pěstuje již od dávných dob, avšak jeho využívání sahá ještě dále. Dříve byl k výrobě piva používán chmel planě rostoucí a jeho pěstování ve speciálních kulturách přišlo až o mnoho staletí později. Pivovarnictví poté postupně přešlo z domácí výroby, přes výrobu řemeslnou až ve výrobu průmyslovou (Vent et al. 1963).

V současnosti je hlavním a téměř jediným využitím chmelových produktů výroba piva. Ostatní produkty z chmelových hlávek představují pouze velmi malé procento z celkového vyprodukovaného množství. Tato skutečnost způsobuje, že pěstování chmele je velmi úzce spjata s konzumací piva ve světě (Remešová a Poláčková 2018). Česká Republika dlouhodobě patří mezi největší konzumenty a vývozce piva na světě. Vývoz českého piva má trvale rostoucí tendenci. Mezi jeho největší odběratele dlouhodobě patří Slovensko, Německo, Jižní Korea a Čína (Ministerstvo zemědělství 2018).

Náročnost pěstování chmele spočívá v jeho obrovské náročnosti z hlediska ruční práce a nutnosti opakovaného ošetřování proti patogenním organismům (Rybáček et al. 1980). Mezi jeho nejvýznamnější škodlivé organismy patří zejména sviluška chmelová (*Tetranychus urticae*), mšice chmelová (*Phorodon humuli*) a z houbových patogenů je nejvýznamnější plíseň chmelová (*Pseudoperonospora humuli*) (Vostřel 2003). 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 (Vent et al. 1963). 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 4kg mědi (Cu) ročně, což představuje téměř polovinu dosud užívaného množství (Šedý 2016).

Z tohoto důvodu bylo od roku 2018 omezeno užívání měďnatých pesticidů proti houbovým chorobám, což vede k zintenzivnění hledání vhodných alternativ v ochraně chmele (Šedý 2016). Optimální formu ochrany je v současnosti použití systemických fungicidů nebo jiných biologických preparátů, mezi které patří i přípravky na bázi mořských řas nebo rostlinných silic s antimikrobiálními účinky. Přípravky obsahující jako účinnou složku rostlinné metabolity jsou mezi českými zemědělci zatím jen málo významné a používají se převážně v ekologickém zemědělství. V rámci celosvětového zemědělství se však těší stále větší oblibě. Mezi hlavní výhody těchto přípravků patří zejména jejich nízká toxicita k necílovým organismům, minimální riziko vzniku rezistence a jejich snadné skladování (Pavela 2017)

2 Cíl práce a vědecké hypotézy

Hypotézy:

- 1) Vybrané přírodní látky jsou svou účinností srovnatelné s běžně používanými fungicidy v konvenčním způsobu pěstování chmele a lze je zařadit do fungicidního sledu při pěstování chmele.
- 2) Použití vybraných přírodních látek při fungicidní ochraně chmele otáčivého nemá negativní dopad na výnos chmelových hlávek.

Cíle práce:

Cílem práce bylo jednak zpracovat kvalitní literární přehled na zadané téma a jednak vyhodnotit účinnost vybraných přírodních látek při ochraně chmele otáčivého proti peronospoře chmelové.

3 Literární rešerše

3.1 Chmel otáčivý

Chmel otáčivý taxonomicky spadá do čeledi konopovité (*Cannabaceae*), řádu kopřivotvaré (*Urticales*). Jedná se o mnohaletou dvoudomou bylinu, u které každoročně dochází k odumření všech nadzemních orgánů před nástupem zimního období, přežívají pouze vyspělé orgány podzemní. Vytrvalost chmele spočívá v schopnosti spících pupenů udržet si životaschopnost po dobu až čtyř let (Horejsek a Zich 1990). Rostlina má mohutný kořenový systém, nezbytný pro zásobování nadzemních orgánů živinami. U dospělé rostliny je vyvinuto 8-12 silně rozvětvených hlavních kořenů, které vyrůstají na bázi zkráceného oddenku zvaného "babka". Životnost chmelové babky udává životnost chmelové rostliny, jehož délka se v monokultuře chmele pohybuje mezi 20 až 25 lety (Vent et al. 1963). Významným faktorem ovlivňujícím vývoj kořenového systému jsou půdní podmínky a charakteristika půdního profilu. Z výsledků Branta et al. (2016) je patrné, že půdní podmínky mají významný vliv na hloubku prokořenění rostliny a současně na plochu kořenů ve vertikálním i horizontálním směru. Kořeny chmele dosahují značných hloubek, avšak převážná část kořenového systému se nachází do hloubky 1,6m.

U dvouletých a víceletých rostliny chmele vznikají na babce postranní horizontálně rostoucí oddenky zvané vlky. Tvorba vlků probíhá na úkor rezervních orgánů podzemní části rostliny, a proto se při řezu chmele odstraňují (Rybáček et al. 1980).

Nadzemní část rostliny představují jednoleté révy vyrůstající z pupenů na babce. Z každé babky může vyrůst až několik desítek rév, ty mají z počátku pomalý vývoj a jsou velmi křehké. Později vzniká uprostřed révy dutina, která je vyplněná pouze v nodech. Po objevení třetího nadzemního článku se u rostlin začíná projevovat pravotočivost, nezbytností však je přítomnost vhodné opory v podobě chmelovodičů. V pozdějších fázích vývoje je růst révy velmi intenzivní a po dosažení výšky 6m poté opět klesá. Povrch révy je kryt pokožkovým pletivem tvořeným protáhlými buňkami ve směru osy révy. Typické zbarvení révy odrůdy Žatecký poloraný červeňák je způsobeno přítomností antokyanů v buňkách primární kůry. Z úžlabí révových listů vyrůstají postranní větévky zvané pazochy, na kterých později vzniká květenství a chmelové hlávky (Vent et al. 1963). Listy chmele jsou řapíkaté a mají vstřícné uspořádání. Na bázi mají listy srdčitý tvar, ostatní listy jsou dlanitě laločnaté. Vyznačují se taktéž hrubě pilovitými okraji a dlanitou žilnatinou s výraznými žilkami na spodní straně listu (Basařová et al. 2010).

Samičí květenství vzniká na květonosných větévkách, které vyrůstají z internodií pazochů. Označuje se osýpka a je složené z několika desítek kvítků hustě osazených na mnohokrát lomeném věténku. Kvetení je za optimálních podmínek krátké, za sucha dochází k jeho redukci, při trvalých srážkách naopak k překvétání. Polorané odrůdy za příznivých podmínek kvetou 20 dní. (Horejsek a Zich 1990).

Hlávka je složena ze stopky, na kterou navazuje tzv. věténko, na jehož lomených částech sedí listeny (pravé a krycí), lupulinové žlázy a zbytky semeníku (Zima a Zázvorka 1938). Tvar hlávky je zejména odrůdovou specifikací. Rozlišujeme nejčastěji tvar kulovitý, vejčitý, kuželovitý a hranolovitý (Vent et al. 1963).

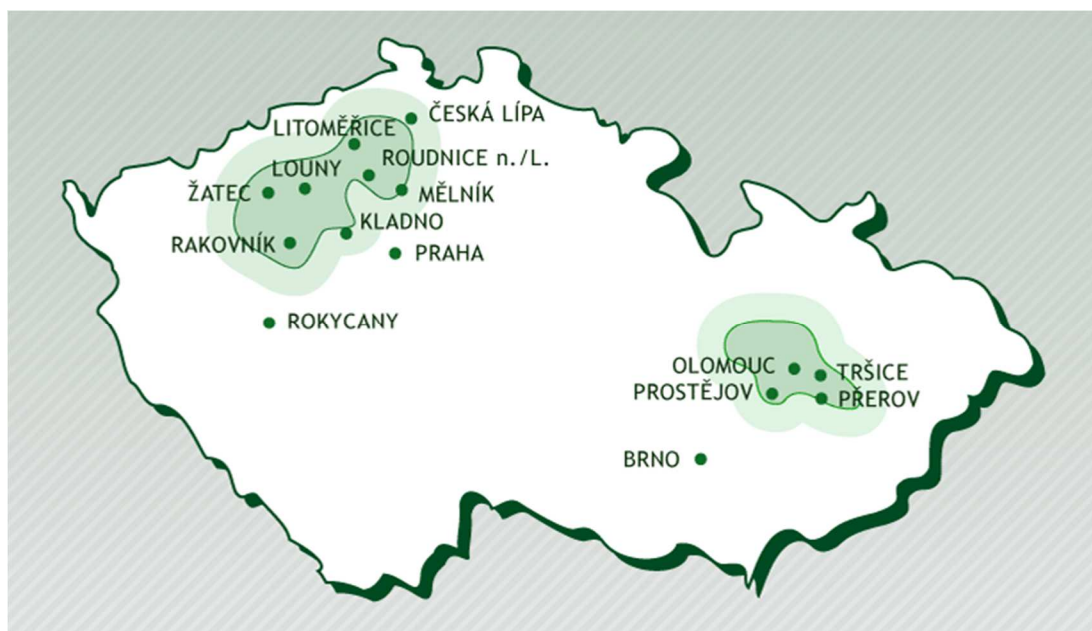
Chmelové hlávky představují nejvýznamnější část chmelové rostliny a jsou příčinou jeho pěstování. Důvodem je obsah silic, tříslovin a hořkých chmelových látek, z nichž nejvýznamnější jsou alfa a beta hořké kyseliny (Pastyřík 1989).

3.2 Pěstitelské oblasti

Původně byl u nás chmel pěstován rozptýleně, dle míst potřeby, avšak rostoucí nároky na kvalitu chmele, efektivitu pěstování a požadovaný výnos způsobily, že se pěstování chmele soustředilo pouze do oblastí s nevhodnějšími klimatickými a půdními podmínkami (Krofta et al. 2010).

České chmelařské oblasti se nacházejí na pomezí mírného přímořského a vnitrozemského klimatu. Pěstování chmele je u nás soustředěno ve třech oblastech – Žatecko, Úštěcko, Tršicko. Všechny tyto oblasti jsou charakteristické nízkým celkovým úhrnem srážek během vegetačního období (Forejtová 2007).

Obrázek č. 1: Chmelařské pěstební oblasti (zdroj: czhops.cz)



3.2.1 Žatecká pěstební oblast

Žatecká chmelařská oblast je největší a nejvýznamnější oblastí pěstování chmele. Nachází se v katastrálním území v okresech Louny, Rakovník, Chomutov, Kladno, Plzeň-sever a Rokycany (Vent et al. 1963). Pěstování chmele má v této oblasti tisíciletou tradici. Jeho centrem je město Žatec, jež je současně centrem všech institucí souvisejících s pěstováním, zpracováním a prodejem českého chmele (Rybáček et al. 1980). Klima je zde mírně teplé až teplé a mírně suché až suché. Území je od západu lemováno Krušnými horami, Doupovskými vrchy a Českým středohořím. Toto ohraničení je nazýváno tzv. srážkový stín, který je příčinou trvale

nízkého ročního úhrnu srážek. Podstatná část pěstebních ploch je zde založena na půdách permokarbonského geologického útvaru. Jedná se o těžší půdy bohaté na minerály, zpravidla o půdy hnědého typu (Štranc et al. 2007a). Výnosy chmele v letech 2017 a 2018 byly o poznání nižší než v nadprůměrném roce 2016. V roce 2017 činila celková produkce 5120 tun chmele a v roce 2018 došlo k dalšímu poklesu na celkových 3989 tun. Zpravidla 85% výnosu připadá na odrůdu Žateckého poloraného červeňáku (Barborka 2018a).

3.2.2 Ústěcká pěstební oblast

Ústěcká oblast navazuje jihozápadním okrajem na oblast žateckou a není tak tolik ovlivňována srážkovým stínem Krušných hor (Štranc et al. 2007a). Spadají sem katastrální území v okresech Litoměřice, Česká Lípa a Mělník. Převážná část území se nachází v nížině, přibližně 150-200 mm. Klima je zde teplé, mírně suché. Roční úhrn srážek se zde pohybuje v rozmezí 450-500mm, na vegetační období připadá v průměru 284 mm srážek (Forejtová 2007). V roce 2017 zde bylo dosaženo téměř totožného výnosu jako ve výnosově nadprůměrném roce 2016. Celkem bylo sklizeno 816 tun chmele, což představuje pokles pouze o 0,38%. Naopak v nepříznivém roce 2018 již došlo k značnému poklesu produkce na celkových 550 tun (Barborka 2018a).

3.2.3 Tršická pěstební oblast

Tato oblast představuje jedinou lokalitu pěstování chmele na Moravě. Na rozdíl od členité krajiny žatecké oblasti se zde chmel pěstuje v otevřeném prostoru povodí moravských řek (Krofta et al. 2010). Rozlohou se jedná o nejmenší pěstební oblast. Klima v oblasti je teplé, mírně suché až vlhké, s větším množstvím srážek během vegetačního období (Štranc et al. 2007a). V roce 2017 zde byl zaznamenán nejvyšší pokles na výnosu, a to o celých 20% na celkovou hodnotu 864 tun. Pokles byl rovněž zaznamenán i ve výnosově podprůměrném roce 2018, kdy bylo v oblasti celkem sklizeno 586 tun chmele (Barborka 2018a).

3.3 Plochy chmelnic u nás

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 nejvýraznějšímu 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 (Barborka 2018b). Od roku 2013 již dochází k pozvolnému růstu ploch. V roce 2017 bylo evidováno Ústředním kontrolním a

zkušební ústavem zemědělským 4945 hektarů sklizňových ploch (Kršková 2017). Převážnou část ploch zaujímá Žatecká pěstební oblast s 3815 ha, v Tršické oblasti bylo evidováno 600 ha a v Úštěcké 530 ha (Barborka 2017). Počátkem roku 2018 byl při finální sumarizaci sklizňových ploch zjištěn nárůst ploch o dalších 75 ha, čímž byla konečně překonána pětitisícová hranice sklizňových ploch u nás (Vaňatová 2018).

3.4 Odrůdy chmele

Dnešní kulturní odrůdy chmele patří téměř všechny k druhu chmele evropského – otáčivého. Rozeznáváme odrůdy získané výběrem z původních porostů, jež jsou po staletí vegetativně množeny a odrůdy vzniklé procesem hybridizace (Vent et al. 1963). Tradiční českou odrůdou chmele je Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ), ten je na našem území pěstován již od 8. století našeho letopočtu. Odrůdová skladba chmelů pěstovaných v ČR však prošla v minulých dvaceti letech radikální proměnou. Začínají se pěstovat tradiční české hybridní odrůdy jako je Bor, Sládek a Premiant, které po roce 2000 postupně doplnily nové odrůdy Agnus, Harmonie, Rubín, Vital, Kazbek a Saaz Late (Krofta et al. 2010).

3.4.1 Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ)

Tato tradiční česká odrůda má své kořeny ve staroúštěckém červeňáku, z něhož v roce 1856 Krištof Semš získal individuálním pozitivním výběrem první poloraný červeňák. Další milník v historii této odrůdy nastal v roce 1927, kdy doc. Dr. Karel Osvald pomocí klonové selekce Semšova chmele vyšlechtil vysoce úrodné, kvalitní a vyrovnané genotypy tzv. Osvaldovy klony (Vent et al. 1963). První byl pro komerční pěstování vybrán Osvaldův klon 114. Později byly registrovány další Osvaldovy klony, 31 a 72. Tyto klony jsou dodnes stavebními pilíři šlechtění českého chmele a zaujímají většinu jeho pěstebních ploch (Krofta et al. 2010).

Rostlina ŽPČ má středně mohutný habitus s větším olistěním, střední hustotu nasazení hlávek vejčitého tvaru, jejichž délka se v plné zralosti pohybuje mezi 2-3 cm. Chmelová réva je široká okolo 10mm a vyznačuje se zelenočerveným antokyanovým zbarvením. Odrůda je považována za středně ranou s délkou vegetace mezi 122 a 128 dny. Současně se vyznačuje velmi dobrou česatelností a výnosy mezi 0,8t až 2,0t na hektar plochy (Nesvadba 2013). Koncem roku 2018 bylo u nás evidováno 4352 ha ploch osázených ŽPČ, což představuje téměř 90% celkové sklizňové plochy chmele (Barborka 2018b)

3.4.2 Hybridní odrůdy

Hybridní odrůdy jsou výsledky křížení vhodných rodičovských komponentů, které vykazují vyšší výkonnost při současném zachování pivovarské kvality. V současné době se šlechtění chmele zaměřuje na tvorbu odrůd s jemnou chmelovou vůní, ale i specifickou vůní dle požadavků pivovarů. Současně je při šlechtění kladen důraz na posílení odolnosti k různým

biotickým i abiotických vlivům. K tvorbě nových odrůd je využíváno moderních technologií na úrovni molekulární genetiky. Prvními registrovanými odrůdami byl Sládek a Bor v roce 1987, v té době však pouze pro tvorbu sadbového materiálu pro zahraniční trh. V polovině 90. let však došlo k změně zákona o chmelu, který nově umožňoval pěstování hybridních odrůd. V návaznosti na to byly odrůdy Bor, Sládek a nově registrovaný Premiant povoleny k volnému pěstování. Začátkem nového tisíciletí se šlechtění chmele stále více zaměřovalo na šlechtění odrůd s vyšším obsahem alfa hořkých kyselin. V prvním desetiletí tak bylo registrováno několik nových odrůd chmele. První takovou odrůdou byla odrůda Agnus, jež se vyznačuje vyšším obsahem beta hořkých kyselin. V roce 2004 byla registrována nová aromatická odrůda Harmonie, která je charakteristická vyrovnaným podílem alfa a beta hořkých kyselin, stejně jako nízkým obsahem kohumulonu. Dále odrůdy Rubín, Vital, Kazbek, Bohemia a Saaz Late, jež každá má svou charakteristickou přednost (Nesvadba 2013). V roce 2017 bylo registrováno 642 ha pěstebních ploch osázených hybridními odrůdami. Nejvýznamnější z nich je bezesporu Sládek s 295 ha a Premiant se 165 ha. Přibližně na 40 ha ploch se pěstují Kazbek, Saaz Late a Saaz Special, ostatní odrůdy chmele jsou spíše minoritní a jejich pěstební plochy v ČR se pohybují do 5 ha (Barborka 2017).

3.5 Agroekologie chmele

Rostlina a prostředí tvoří neoddělitelný celek, vztahy mezi rostlinou a prostředím, v němž rostlina žije, se projevují souhrn mnoha faktorů definujících vlastnosti a morfologické znaky rostliny. V případě chmelu se podmínky prostředí odrážejí zejména na množství a kvalitě chmelových hlávek. Unikátní vlastnosti a vysoká kvalita českého aromatického chmelu je tak výsledkem sladění vývojových podmínek prostředí s nároky rostliny (Vent et al. 1963).

Výběr vhodného stanoviště je prvním krokem pro zajištění ekonomické efektivity pěstování chmele. Cílem každého pěstitele je tedy volit takový pozemek, který se svými agroekologickými podmínkami nejvíce blíží biologickým nárokům chmele. Základními parametry výběru pozemku jsou zejména půdní podmínky, avšak významnou roli v agroekologii prostředí hraje taktéž reliéf území, který se nepřímo podílí na utváření klimatických, půdních i hydrologických podmínek v dané lokalitě (Štranc et al. 2007a). Nejvhodnější oblasti pro pěstování chmele jsou vnitrozemské s přechodným klimatem, nejlépe ve svahových nebo plochých údolích, rovné a otevřené pozemky nejsou příliš vhodné (Vent et al. 1963).

Základním klimatickým faktorem je světlo, úzce související s teplotou. Chmel vyžaduje trvání slunečního svitu 1800-2000 hodin, z čehož 1300-1500 hodin připadá na vegetační období. V případě teploty jsou nejvhodnější oblasti s průměrnou roční teplotou mezi 8-10 °C a vegetační tepelnou konstantou v rozmezí 2000-2800 °C (Horejsek a Zich 1990).

Chmel má taktéž vyšší nároky na vlhkost, přestože se ale jedná o rostlinu vlhkomilnou, hlavní pěstitelské oblasti se vyznačují spíše sušším klima. Zásadní roli v tomto ohledu proto hraje volba vhodného pozemku s dobrými vlhkostními podmínkami. Hlavní zdrojem vody je tedy půdní vláha a zásoba podzemní vody. Mezi další významné zdroje vláhly patří také vzdušná vlhkost, rosa a mlhy, které rostliny přijímají celým povrchem. V sušších obdobích je velmi vhodné použití kapkové závlahy (Kopecký et al. 2008). Výsledky studie Hniličky et al. (2010)

probíhající v letech 2005-2007, dokazují navýšení výnosu chmelu až o 18% při dodání 75 mm srážek pomocí kapkové závlahy.

Půdní podmínky jako součást prostředí mají přímý vliv na vývoj rostlin a tím na kvalitu a kvantitu sklizně. Nejvýznamnějšími parametry půdy je dostatečná mocnost půdního profilu, dobrá jímavost vody, dostatečný obsah humusu v půdě a nižší hladina podzemních vod. Vhodné jsou hlinité až jílovitohlinité půdy se slabě kyselou až neutrální půdní reakcí (Šnobl et al. 2004).

Významným faktorem pěstování chmele je také proudění vzduchu. V uzavřených údolích s nižším prouděním vzduchu se vytváří optimální podmínky pro růst rostlin, avšak s rostoucí vlhkostí se zvyšuje i riziko napadení peronosporou chmelovou. Chmelnice v otevřených polohách mají naopak zvýšené riziko poškození hlávek větrem, vysušování porostu a poškození chmelové konstrukce při silném větru. Optimální podmínky představují lokality s mírným prouděním vzduchu, které zajišťuje rostlinám dostatek oxidu uhličitého a snižuje riziko napadení peronosporou (Rybáček et al. 1980).

3.6 Agrotechnika chmele

Chmel je plodinou velmi agrotechnicky náročnou, proto jedním ze základních pilířů jeho úspěšného pěstování je správná úroveň agrotechniky ve správných agrotechnických termínech. V tomto ohledu je však také nezbytná odborná činnost agronoma, který dokáže koordinovat agrotechnické zásahy s biologickými požadavky chmelových rostlin a aktuálními meteorologickými podmínkami (Šnobl 2003)

3.6.1 Podzimní agrotechnika

Podstatou podzimní agrotechniky je zejména úklid rostlinných zbytků z chmelnic a příprava půdy s případným zaoráním organických hnojiv. Provádí se příčné a podélné vláčení hřebovými bránami, čímž dochází k mělkému prokypření a urovnání povrchu a shrnutí rostlinných zbytků. Je však nežádoucí, a to zejména při příčném vláčení, aby byly bránami poškozovány i chmelové babky, u nichž mechanické poškození představuje vstupní bránu primární infekce peronospory chmelové. Dalšími podzimními zásahy jsou mělké kypření (do 15 cm), hloubkové kypření (40-50cm) nebo orba do 25 cm. Význam těchto zásahů je zlepšení fyzikálního stavu půdy, snížení zhutnění půdy a podpora regenerace kořenového systému rostlin (Kincl et al. 2018). V podzimním období je rovněž nezbytné doplnění chybějících rostlin. Mezerovitost převyšující hodnotu 5% již může významně ovlivnit výnos. Za předpokladu úbytku přibližně 1% rostlin ročně je tak vhodné doplňovat rostliny v intervalech 3 až 7 let (Šnobl 2003).

3.6.2 Jarní agrotechnika

Nejdůležitějším agrotechnickým zásahem je v tomto období bezesporu řez chmele. Řezem se formuje podzemní část rostliny a dochází k odřezávání horizontálně rostoucích oddenků, čímž se zabraňuje nadměrnému rozrůstání babky. Dalším účelem provádění řezu chmele je

zpoždění tvorby jarních výhonů, což dává pěstiteli možnost ovlivnit následující růst a vývoj rostliny (Ježek 2017).

Regulací doby rašení se optimalizuje doba zavádění výhonů, čímž se ovlivňuje tvorba hospodářsky významných částí tak, aby probíhala v klimaticky optimálních termínech (Kopecký 2008).

V současné době se k řezu chmele na většině pěstebních ploch využívají ořezávače s dvěma protichůdnými řeznými kotouči. Většina takovýchto zařízení má konstantní počet otáček, nejvýznamnějším faktorem kvalitního řezu tak je pojezdová rychlost. Z toho vyplývá, že je nezbytné, aby byl řez provádět kvalitní a zkušenou obsluhou. Hloubka řezu je zpravidla dána stářím a vitalitou chmelového porostu. Na prvně řezaných chmelnicích provádíme řez nadsazený a v následujících letech se hloubka řezu zvyšuje. U starších chmelnic s nižšími růstovými schopnostmi hloubku řezu snižujeme (Ježek 2017). Proces řezání chmele však přináší i některá rizika. Při řezu dochází k poranění vnějších i vnitřních pletiv, což působí na rostlinu stresově, současně řezná rána představuje rizikové místo pro vstup škodlivých organismů, jako jsou houby, škůdci a bakterie. Řez provádíme zásadně v mimovegetační době. Za nejvhodnější termín se považuje první až třetí dekáda dubna (Štranc et al. 2007b).

Další činností prováděnou na jaře je zavěšování chmelovodů. Chmelovod představuje oporu, po které se chmel pne do výše. Nejčastěji se pro tuto úlohu využívá ocelový vodící drátek, který se zavěšuje ručně z pojízdných plošin. Poté následuje první zavádění chmele. Jedná se o významný faktor tvorby výnosu, jelikož kvalita zavedení udává počet produkčních rostlin a tím i objem výnosu (Rybáček et al. 1980).

Termín zavádění je úzce spjat s termínem provedení řezu. Správně načasovaný řez chmele by měl posunout zavádění do druhé dekády května. V tomto období již nehrozí výrazný pokles teplot, a proto je zavádění v tomto termínu považováno za nejpříznivější pro výnos chmele (Šnobl 2003).

3.6.3 Letní agrotechnika

Letní práce ve chmelnici lze rozdělit na plečkování meziřadí a přiorávku. Hlavním důvodem kultivace meziřadí je zlepšení fyzikálních vlastností půdy a likvidace plevelů. Přiorávka má nejen odplevelovací účinek, ale omezuje i růst přebytečných výhonů. Chmelové rostliny by měly být přihrnuty do výšky 15 cm, čímž se vytvoří podmínky pro tvorbu jednoletých kořenů, které zásobují rostlinu vodou a živinami (Kopecký et al., 2008)

První přiorávka se provádí zpravidla po zavedení výhonů. Tato přiorávka musí být prováděna velmi šetrně, aby nedošlo k stržení výhonů z chmelovodů. Druhá přiorávka se provádí v 3. dekádě června (Štranc et al., 2013). Kypření je neefektivnější provádět v první polovině léta, kdy dochází k intenzivnějšímu výparu (Štranc et al., 2008)

3.6.4 Sklizeň a sušení chmele

Sklizeň chmele se provádí v období technické zralosti, to je v době, kdy jsou hlávky uzavřené a obsah hořkých látek v nich dosahuje maximálních hodnot. Sklizeň začíná zpravidla koncem druhé dekády srpna. Spočívá v odstřížení chmelových rév, jejich strhání na vůz a dopravení k česací lince. Velmi významnou roli zde hraje rychlost česání. Pokud jsou rostliny po odstřížení vystaveny např. delšímu slunečnímu záření, dochází k otevření hlávek, což může mít za následek jejich rozbití při procesu česání (Rybáček et al. 1980).

Česání je nejdůležitější částí sklizně. Je naprosto zásadní, aby česací linka byla obsluhována kvalitní a zkušenou obsluhou. Seřízení linky je v mnoha případech nutné pravidelně přizpůsobovat habitu rostlin v závislosti na odrůdě či vzrůstu rostlin v daném roce. Při špatném seřízení linky roste riziko vyšších ztrát při česání (Kořen et al., 2009)

Po očesání hlávek z rév následuje jejich separace od dalšího rostlinného materiálu. K této činnosti se již po mnoho let využívají šikmé překulovací pásy, po nichž oválné hlávky nemohou vystoupat, zatímco listí je odnášeno na odpadní pás (Rybka 2016). Separované, přečištěné chmelové hlávky jsou poté transportovány do ventilovaného zásobníku (Kořen et al. 2009). Hraniční interval pro dobu strávenou mezi česacím ústrojím a sušárnou se udává 2 hodiny, poté je nutné nashromážděné hlávky provětrávat. K samotnému sušení se v České republice využívají dva typy sušícího ústrojí - komorové (žaluziové) a pásové (kontinuální) sušárny. Proces sušení trvá 6-9 hodin v závislosti na vlhkosti chmele. Suší se na konečnou vlhkost hlávek 5-12% (dle odrůdy chmele) při teplotách 55-60 °C. Správné usušení hlávek se pozná podle stavu chmelového věténka. Vysušené věténko, ze kterého se snadno oddělují listeny, značí přesušení, naopak nedosušené věténko znamená nedosušení a představuje vysoké riziko následného zapaření chmele (Kořen et al. 2008).

Bezprostředně po klimatizaci dochází k lisování a primární certifikaci chmele. Zašitý obal je zvážen, opatřen certifikačním štítkem vydaným ÚKZÚZ a následně zaplombován. Poté dochází k transportu hranolů do skladů obchodníků nebo zpracovatelského závodu. (Krofta 2008).

3.6.5 Výživa a hnojení chmelnice

Chmel patří mezi nejnáročnější plodiny z hlediska nároků na půdní úrodnost, humóznost, dostatek živin a vhodnou reakci půdy. Při stanovování dávek živin je vhodné se vždy řídit agrochemickými rozbory půd, znalostí stanoviště a případně požadavky dané odrůdy chmele. Na jednu tunu hlávek je potřeba přibližně 90 kg N, 17 kg P, 83 kg K, 100 kg Ca a 18 kg Mg. Základním předpokladem pěstování chmele je však dobrá úrodnost půdy, kterou zemědělci podporují např. pravidelnou aplikací organických hnojiv a kvalitním zpracováním půdy (Vavera et al. 2017). Organické hnojení probíhá v době vegetačního klidu. Doporučení dávkování hnoje je na lehkých půdách 70t/ha, na středně těžkých půdách 55t/ha a na těžkých půdách 40t/ha (Ježek et al. 2015).

Při volbě minerálních hnojiv je vhodné zohlednit jejich chemickou reakci s cílem zlepšení reakce půdy. Optimální reakce půdy pro chmel je slabě kyselá až neutrální (Vavera et al. 2017). Významnou roli ve výživě chmele hrají také mikroelementy, zejména zinek a bór. V tomto

případě je zvláště výhodná jejich mimokořenová aplikace, která představuje rychlejší možnost korekce stavu živin v rostlině (Mařátka a Češka 2019). Chmel je také znám náročností na zinek, jehož nedostatek je dáván do souvislosti s výskytem kadeřavosti chmele (Vaněk et al. 2016).

3.7 Škůdci chmele

Organismů škodících na chmelových rostlinách je mnoho, avšak velká většina z nich nepředstavuje významné hospodářské riziko. Mezi nejzávažnější škůdce, pravidelně napadající chmelové porosty, řadíme svilušku chmelovou, mšici chmelovou a lalokonosce libečkového. Proti těmto je každoroční ochrana téměř nezbytná. Ostatní škůdci jako dřepčící, ploštice, klopušky nebo drátovci se nevyskytují pravidelně. Za určitých sezónních podmínek však i tyto organismy představují hospodářské riziko (Rybáček et al. 1980).

3.7.1 Sviluška chmelová (*Tetranychus urticae* Koch)

Sviluška chmelová je drobný malý roztoč patřící do kmene členovců (*Arthropoda*), podkmene klepítkačů (*Chelicerata*), třídy pavoukoců (*Arachnida*), řádu roztočů (*Acarina*), podřádu sametkoců (*Trombidiformes*) a čeledi sviluškovitých (*Tetranychidae*). Na chmelové rostlině se vyskytuje na spodní straně listu, kde vytváří pro ni typické pavučinky, v pozdějších fázích napadá i chmelové hlávky (Kazda et al. 2010). První příznaky poškození lze spatřit začátkem června, kdy je na spodní straně listu patrné poškození pletiva, a na svrchní straně jsou vydutá místa. Optimální podmínky pro rozvoj svilušky chmelové je dlouhotrvající suché a teplé počasí (Vostřel et al. 2008a)

Dospělé samičky postupně škodí ve vyšších patrech, zatímco intenzivně vysáté listy postupně žloutnou a následně zasychají. Napadení chmelové hlávky se projevuje zastavením růstu, červeným zabarvením a zasycháním (Vent et al. 1963).

Z hlediska agrotechniky je prevencí proti rozvoji svilušky udržování čistých ploch chmelnic, odplevelení, vyrovnaná výživa porostu a podpora přirozených nepřátel (Vostřel et al. 2008a). Chemická ochrana je založena na aplikaci akaricidů s ohledem na antirezistentní strategii ošetření. Ošetření se provádí za vhodných klimatických podmínek, zpravidla v době před květem (Vostřel et al. 2010).

3.7.2 Mšice chmelová (*Phorodon humuli* Schrank)

Mšice chmelová byla a je jedním z nejnebezpečnějších škůdců chmelu. Je rozšířena po celém světě, ve všech chmelařských oblastech (Vent et al. 1963). Patří do kmene členovců (*Arthropoda*), třídy hmyzu (*Insecta*), řádu stejnokřídlých (*Homoptera*) a čeledi mšicovitých (*Aphididae*) (Kazda et al. 2010). Pohlavní vývoj mšic je velmi složitý, dochází ke střídání pohlavních a nepohlavních generací. Za svůj životní cyklus poté vystřídá více hostitelů. Chmel, jenž je sekundárním hostitelem, je v polovině května napadán okřídlenými samičkami mšic, jež škodí sáním na nejmladších listech. Bez oplození následně rodí živé larvy, které se vyvíjí v

bezkrídle samičky. Za příznivých podmínek se takto může na chmelu během jediné vegetace vystřídat až 8 generací mšic (Vostřel et al. 2008b). Bezkrídle samičky škodí sáním na spodních stranách listů. Silně napadené listy se vyznačují zkroucenými okraji směrem dovnitř a jsou pokryté lesklým povlakem medovice. Napadené rostliny zpomalují či úplně zastavují růst, nabývají špičatého tvaru a dochází k omezené tvorbě pazochů. V případě napadení vyhlávkovaného chmelu dochází k poklesu kvality hlávek (Rybáček et al. 1980).

Vhodnou ochranou je chemické ošetření při prvním intenzivním náletu, zpravidla do první dekády června (Vostřel 2003).

3.7.3 Lalokonosec libečkový (*Otiorhynchus ligustici* L.)

Patří do kmene členovců (*Arthropoda*), třídy hmyzu (*Insecta*), řádu brouků (*Coleoptera*) a čeledi nosatcovitých (*Curculionidae*). Jedná o 10-14mm dlouhého černého nosatce. Poznávacími znaky jsou tupý nos, černé zbarvení a oválné krovky pokryté šedočernými šupinkami. Celý vývoj lalokonosce trvá až tři roky, kdy přezimuje dvakrát larva a jednou dospělec. Dospělci se objevují brzy na jaře, v období rašení výhonů, na kterých následně škodí žírem na mladých rostlinách. Při silném výskytu hrozí úplné poškození rostlin holožírem (Holý et al. 2017).

Významnější škody jsou způsobovány larvami na podzemních orgánech rostlin. Larvy se vyvíjí v chmelových babkách, kde škodí žírem, načež rostliny uhnívají a hynou. Suché klima žatecké oblasti představuje pro lalokonosce optimální podmínky, jelikož při intenzivních deštích bývá jejich populace regulována udušením v blátě. Ochrana spočívá v likvidaci dospělců před naklazením vajíček. Používá se aplikace pyrethroidů, případně lze použít zálivku biologického prostředku s háďátkem *Heterorhabditis megidis* (Kazda et al. 2010).

3.8 Choroby chmele

3.8.1 Peronospora chmelová (*Pseudoperonospora humuli*)

Peronospora chmelová je biotrofní patogen vyskytující se pouze na chmelu, u kterého napadá všechny rostlinné orgány. Patří do třídy *Oomycetes*, řádu *Peronosporales*, čeledi *Peronosporaceae* (Holý et al. 2017). 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 (Vostřel 2016).

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 (Petrlík a Štys 1979).

Příznaky primárního napadení peronosporou se mohou projevit již brzy na jaře po vyrašení výhonů. Napadené rostliny tvoří menší výhony s deformovanými listy – tzv. klasové výhony. Na spodní straně listů bývá patrný šedavý povlak mycelia patogenu. Na listech starších rostlin se napadení projevuje zelenožlutými nepravidelnými skvrnami, které rychle žloutnou až nakonec dochází k zasychání pletiva (Kazda et al. 2010).

Za příznivých povětrnostních podmínek patogen napadá i pazochové výhony a vegetační vrcholy což má za následek tvorbu klasových výhonů, které jsou zdrojem dalšího šíření. Napadená květenství při silném tlaku hnědnou a může dojít i k opadu. Nevynuté hlávky se deformují a zastavují vývoj. Napadení zralé hlávky se projevuje hnědnutím krycích a pravých listenů, případně až zhnědnutím celé hlávky (Vostřel et al. 2008c).

Ochrana proti této chorobě je založena na stanovení optimálních termínů jednotlivých ošetření s následnou cílenou aplikací fungicidních přípravků. Cílené ochranné zásahy proti peronospoře chmelové vedou ke snížení počtu aplikací a tím i celkového objemu mědi v průběhu vegetačního období. Výskyt a šíření peronospory je ve velmi úzkém vztahu s průběhem počasí, zvláště s teplotou, relativní vlhkostí vzduchu a srážkami. Z těchto hodnot lze stanovit krátkodobou prognózu pro šíření peronospory chmelové tzv. indexu peronosporového počasí. Zvýšená citlivost dnešních odrůd chmele k peronospoře chmelové vyžaduje vyšší počet ošetření v průběhu vegetace, počínaje již atypicky časnou aplikací fungicidních přípravků v jarním období k eliminaci primární infekce (Krofta et al. 2012). Optimální termín pro provedení prvního ošetření je v období vzcházení rostlin a řezu chmele. Od počátku června poté nastává období sekundární infekce, proti němuž se používá fungicidní ošetření na základě hodnot již zmiňovaného indexu peronosporového počasí. Tyto informace jsou předávány prostřednictvím aktualit Svazem pěstitelů chmele (Vostřel 2016).

Nepřímou formou ochrany proti plísni chmelové je udržování porostů chmele čistých a bezplevelných, správná výživa chmele a kvalitní podzimní úklid sklizňových ploch (Petrlík a Štys 1979).

3.8.2 Padlí chmelové (*Sphaerotheca humuli*)

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 (Holý et al. 2017). 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. Při vlhkých podmínkách se podhoubí rozrůstá na stonky, hlávky. Následně po primární infekci části rostliny hnědnou (Krofta et al. 2012). Základem ochrany proti padlí chmelovému je likvidace infikovaných rostlinných zbytků a pravidelná kontrola porostů pro případné preventivní fungicidní ošetření (Vostřel 2003).

V rámci integrované produkce lze využít přípravek PREV-B2, 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 (Holý et al. 2017; Krofta et al. 2012).

3.8.3 *Verticillium* (*Verticillium albo-atrum*)

Verticillium patří do třídy *Deuteromycetes*, řádu *Moniliales* a čeledi *Moniliaceae*. Rod *Verticillium* je částečně saprofytický, převážně však parazitický rod. Působí takzvané hadromykózy, tedy ucpaní 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. 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 karanténní choroba. 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 nepřenášel 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 tracheóznímu 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 (Holý et al. 2017).

3.9 Silice tymiánu obecného (*Thymus vulgaris*)

3.9.1 Obecná charakteristika silic

Silice je olejová tekutina složená z pestré směsi silně těkavých látek, obsažená v různých částech siličnatých rostlin (Valíček 2006).

Bakkali et al. (2008) popisuje rostlinné silice jako bezbarvé sekundární metabolity rostlin, vyznačující se velmi nízkou rozpustností ve vodě a charakteristickým aroma. Pro jejich rozpuštění bývá zapotřebí použití organických rozpouštědel, nejčastěji lihu nebo éteru. V přírodě plní mnoho funkcí. Látky mohou působit jako atraktant hmyzu nebo naopak jako repelent. Jejich přítomností může být taktéž snížena chutnost rostliny, což chrání rostliny před spásáním býložravci.

Silice jsou velmi složité organické sloučeniny. Sestávají z několika desítek různých složek, avšak hlavní charakter je vždy definován jen dvěma, třemi nebo čtyřmi základními látkami, které tvoří převážnou část silice. Mezi tyto látky nejčastěji patří terpeny, terpenoidy a jiné aromatické složky (Valíček 2006).

Obsah silic v rostlinném materiálu je velmi variabilní, je ovlivněn zejména klimatickými a sezónními faktory, mezidruhovými rozdíly, podmínkami prostředí, obdobím sklizně či vegetační fází rostliny (Zheljazkov et al. 2012).

3.9.2 Antimikrobiální aktivita silic

V posledních letech je kladen stále větší důraz na kvalitu potravin. V této souvislosti neustále dochází k ustanovování množství omezení a zákazů ohledně používání chemických pesticidů, čímž se otevírají dveře novým alternativám ochrany rostlin, například prostředkům založeným na obsahu rostlinných metabolitů (Isman 2000).

Antimikrobiální charakter rostlin rodu *Thymus* je znám již od starověku, kdy se využívaly jako prostředek k ochraně ovoce nebo potlačení výskytu bakterií. Významné uplatnění měl také v lékařství při výrobě mastí. V současné době se tyto látky používají k výrobě ústních vod, zubních past a kapek proti kašli (Bakkali et al. 2008). Dle Klarice et al. (2007) je silný antifungální efekt tymiánové silice způsoben vysokou koncentrací thymolu a dalších jeho synergických složek. Nelze opomenout ani insekticidní vlastnosti látek obsahujících výtažky z rostlin tymiánu. V pokusu Chi-Hoon Lee et al. (2010) se dokonce složky tymiánové silice, zejména karvakrol a β -citronellol, vyznačovali vyšším akaricidním účinkem než komerčně používané akaricidy.

3.9.3 Metody izolace tymiánové silice

Rostlinné silice se získávají řadou odlišných metod, které se vyznačují různým stupněm výtěžnosti i kvality získaného produktu. Nejvíce využívanou metodou je v tomto směru destilace vodní parou, jež se využívá k získání až 93% všech silic, včetně silice tymiánu obecného (Schmidt 2010).

Destilace vodní parou

Metoda je založena na prostupování horké páry přes navlhčený rostlinný materiál. Působením horké páry dochází k narušení buněčné struktury a následnému uvolnění těkavé složky. Nižší hustota těkavých látek zajišťuje, že nedojde k jejich smísení s vodní parou. Následně jsou páry spolu s těkavými látkami kondenzovány v chladiči. Získaný kondenzát je zachycován do sběrné nádoby, kde je již, díky různým hustotám těchto látek, možná jejich izolace (Masango, 2005). Získané aromatické látky bývají nestabilní a v prostředí rychle degradují, je proto vhodné jejich skladování ve vzduchotěsných nádobách se současným zamezením přístupu světla (Sell 2016).

3.9.4 Složení tymiánové silice

Složení tymiánové silice je velmi variabilní záležitostí. V závislosti na podmínkách prostředí se může složení skládat ze 44 až 134 složek. Ve všech případech však vždy převažují základní složky definující charakter silice tymiánu. Jedná se o thymol (40-70%), karvakrol (3-8%) a kariofilen (1-7%) (Mancini et al. 2015). Variabilitu složení silice dokládají i výsledky Pina-vaz et al. (2003), v jejichž případě byl naopak zjištěn podíl karvakrolu až 70% načež významný podíl představoval také p-cymen (21%). Ve všech případech stanovení složek tymiánové silice však byly vždy majoritními složkami thymol a karvakrol.

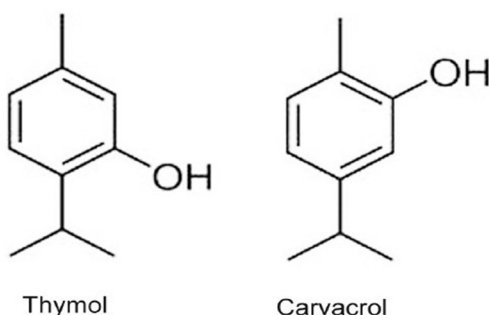
Thymol

Thymol (2-isopropyl-5-methylfenol) je monoterpenický fenol představující hlavní složku v esenciálních olejích některých rostlin rodu Hluchavkovité (*Lamiaceae*) jako je tymián, oregáno nebo bazalka. Vyznačuje se mnoha vlastnostmi – má antioxidační, protizánětlivé, anestetické a zejména antiseptické, antifungální a antibakteriální účinky (Marchese et al. 2016). Jedná se o bílý, krystalický fenol, ve vodě velmi těžko rozpustný (Jirásek a Starý 1986). Bezpečná dávka reziduí thymolu v potravinách byla stanovena na 50mg/kg, na základě čehož byl thymol označen Světovou zdravotnickou organizací za bezpečnou složku potravin. V současné době je využíván zejména ve farmacii, kosmetickém a potravinářském průmyslu (Trivedi et al. 2015).

Karvakrol

Karvakrol obsažený v silici je monoterpenický fenol, který se nachází u tymiánu obecného v 3–5 % koncentraci. Nejvíce karvakrolu se nachází v rostlinách rodu *Origanum*, *Thymus*, *Coridothymus*, *Thymbra* a *Satureja*. Karvakrol má široké využití v potravinářství, farmacii a při výrobě ochucovadel (Suntres et al. 2013). Podle Basera (2008) byli u karvakrolu zjištěny antimikrobiální, protinádorové, antimutagenní, analgetické, protizánětlivé, insekticidní aj. vlastnosti.

Obrázek č. 2: Strukturní vzorec thymolu a karvakrolu (zdroj: wikipedia.cz)



3.10 Chmelový extrakt

3.10.1 Chemické složení chmele

Průměrné složení chmelových hlávek je asi 8-12% vody, chmelové pryskyřice 15–20%, polyfenolické látky (třísloviny) 2 - 6%, silice 0,2 – 2,5%, vosky a lipidy 1 – 3%, dusíkaté látky 12 – 15%, sacharidické látky 40 – 50%, minerální látky 6 – 8%. (Krofta 2008)

Obsah látek v sušených chmelových hlávkách je velmi variabilním parametrem. Významný vliv zde má odrůda, průběh počasí, pěstební oblast a také posklizňová úprava chmele. Z pivovarnického hlediska mají největší význam chmelové pryskyřice, polyfenolické látky a chmelové silice (Kosař a Procházka 2000).

Chmelové pryskyřice jsou složité organické látky, které jsou nositelem hořké chuti. Nejvýznamnější z nich jsou α -hořké a β -hořké kyseliny (Almaguer et al. 2014). Alfa kyseliny nemají v čistém stavu chuť ani aroma. Hořkost získávají až při výrobě piva ve fázi chmelovaru, kde izomerují na iso-alfa kyseliny. Převládající složkou alfa kyselin je kohumulon, humulon a adhumulon. Beta kyseliny se liší od alfa kyselin svou strukturou a podobně jako alfa kyseliny jsou tvořeny několika základními složkami – kolupulonem, lupulonem a adlupulonem (Krofta 2008).

Chmelové polyfenoly zahrnují fenolové kyseliny (gallová, hydroxyskořicová, kávová atd.), jejich deriváty a také flavonoidy. Látky jsou to poměrně nestálé a reaktivní, hlavně vůči bílkovinám. Polyfenoly jsou rozpustné ve vodě, a proto se dostávají až do finálních produktů (Almaguer et al. 2014). Chmelové polyfenoly mají bioaktivní účinky, a proto jsou předmětem výzkumu. U prenylovaných flavonidů obsažených ve chmelu (xanthohumol, desmethyxanthohumol) byly již prokázány protirakovinné, protizánětlivé a antimikrobiální účinky (Kosař a Procházka 2000).

Obsah chmelových silic se ve chmelu pohybuje v rozmezí 0,5-3,5 %, v závislosti na odrůdě. Ze studií Krofta a Rybky (2015) však bylo prokázáno, že až 25% obsahu chmelové silice nenávratně degraduje při procesu sušení chmele. Sušení chmele se provádí pomocí horkého vzduchu, jehož teploty se pohybují v rozmezí 50-60 °C, a zatímco na alfa hořké kyseliny nemají tyto teploty výraznější vliv, u méně stabilních silic dochází ke ztrátám množství i kvalitativním. Aktuálním cílem studií je proto snížení teploty sušení na maximální hranici 50 °C.

Složky silic chmele jsou uhlovodíkové frakce, které se zráním přeměňují na kyslíkaté frakce a frakce sirné. Nejdůležitější terpenické uhlovodíky v chmelové silici jsou myrcen, humulon, karyofylen a farnesen (u ŽPČ) (Kocourková et al. 2010).

3.10.2 Ethanolové extrakty

Etanol je rozpouštědlem mírně polárním a hlavně ekologicky a zdravotně nezávadným. Při výrobě extraktu se používá 90% ethanol k vyluhování tříslovinné složky chmele a pryskyřičného extraktu. Následně je možný prodej samotného pryskyřičného extraktu, případně extraktu s určitým podílem tříslovinné složky. Získaný extrakt se vyznačuje vyšší koncentrací

alfa hořkých kyselin a odlišným složením chmelové silice. Ethanolové extrakty jsou vysoce homogenní s dlouhou dobou trvanlivosti při správném skladování (Kosař a Procházka 2000).

3.10.3 CO₂ chmelové extrakty

Extrakce chmelových pelet oxidem uhličitým probíhá ve vysokotlakých nádobách za působení tlaku až 300 barů. Teploty extrakce se pohybují mezi 15 °C až 130 °C. Za těchto podmínek přechází oxid uhličitý, plynný za normálního tlaku, do tekutého, resp. superkritického stavu. Čím vyšší je tlak a teplota, tím polárnější se stává sám o sobě relativně nepolární oxid uhličitý. Odpaření extrakčního prostředku (oxidu uhličitého) představuje jeho vyprchání jako plynu při uvolnění tlaku v extrakčních nádobách. Současně se vyloučí rozpuštěné látky. Takto získaný extrakt se následně plní do obalů. Protože se v oxidu uhličitým nerozpouštějí žádné hydrofilní složky, jde vždy o čisté pryskyřičné extrakty (Biendl 1996). Na rozdíl od ethanolového extraktu nedochází při jejich výrobě k ztrátám těkavějších složek silic (např. myrcenu). Ve srovnání s granulovaným chmelem se poté oba typy extraktu odlišují výrazně nižším obsahem cizorodých látek, jako jsou dusičnany a rezidua polárních pesticidů (Krofta 1997).

3.11 PREV-B2

Přípravek PREV-B2 je určen pro všechny druhy rostlin a současně je vhodný k ekologickému režimu pěstování. Jedná se o kapalné listové hnojivo obsahující 2,1% vodorozpustného bóru, který je rostlinnými pletivy velmi rychle absorbován. V ošetřených rostlinách optimalizuje výživu bórem a tím zvyšuje množství a kvalitu výnosů. Bór pomáhá při zrání plodu, zlepšuje kondici rostliny, zvyšuje tvorbu květů a velikost úrody. Přípravek navíc obsahuje podíl pomerančového oleje s obsahem přírodních terpenů pomerančovniku pro zajištění lepší přilnavosti a rozprostření po listové ploše (Vostřel et al. 2018). Všechny citrusy obsahují ve svých listech, plodech i květech množství aromatických a biologicky aktivních látek, zejména terpenoidů, z nichž největší podíl představuje vždy limonen. Jedná se o látky se známými antimikrobiálními účinky. Na základě pozdějších poznatků byly taktéž zjištěny účinky antifungální (Pavela 2011).

Antifungální aktivita byla ověřena ve studii Velázquez-Nunez et al. (2013). Byl prokázán účinek na potlačení šíření houby *Aspergillus flavus*. Účinnost proti potlačení výskytu škůdců potvrzuje pokus Pobozniak et al. (2016), která v roce 2014-2015 provedla aplikaci tohoto přípravku s cílem ověřit účinnost proti třásněnce zahradní na cibuli. Z výsledků bylo zjištěno, že na rostlinách ošetřených pomocí PREV-B2 byl výskyt třásněnek až čtyřikrát nižší. Stejných výsledků dosáhli Kolařík et al. (2019), kteří testovali tento přípravek proti krytonosci makovicovému (*Neoglucianus maculaalba*) a bejlomorci makové (*Dasineura papaveris*) a v jejichž pokusu vykazoval PREV-B2 srovnatelnou účinnost jako komerčně užívané insekticidy.

Pomerančová silice se nachází nejčastěji v oválných siličných váčcích slupek plodů, anebo v barevných částech kůry. Působí jako přírodní antimikrobiální a repelentní bariéra. Obsah jednotlivých složek je ovlivňován ročníkem, oblastí a odrudou. Pomerančové silice jsou

složeny přibližně z 90% z D-limonemu a seskviterpenů. 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 (Pavela 2011).

Pomerančová silice lisovaná za studena obsahuje přibližně 90% limonenu, 2,5% myrcenu, 1,4% α -pinenu a stopové množství dalších látek (linalol, n-oktanal). Ostatní metody extrakce (SPME – mikroextrakce na tuhou fázi, SDME – mikroextrakce jednou kapkou) mají za následek zvýšení výtěžnosti silic až o 8%. Mění se také poměrné zastoupení silic, a to převážně na úkor limonemu 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).

3.12 Alginure

Mořské řasy jsou skupinou fotosyntetizujících organismů obecně přichycujících se k horninám nebo jiným tvrdým substrátům. V prostředí vytváří husté porosty, které poskytují ochranná stanoviště pro širokou škálu rostlin a živočichů, udržují pobřežní společenství tím, že utváří fyzickou strukturu a tvoří základ mořského potravinového řetězce. Hlavní využití řas je v potravinářském průmyslu, k výrobě hnojiv či krmiv, jako přísada do kosmetiky nebo ve farmaceutickém průmyslu (Hu a Fraser, 2016). Již po staletí jsou řasy považovány za významný zdroj aminokyselin, vitamínů a minerálů. Současně byl znám také jejich antifungální a antibakteriální účinek. Bohužel chemické složení řas a jejich mechanismy účinků proti bakteriím a mykózám nebyly dosud podrobně prozkoumány a jsou stále předmětem mnoha studií (Holdt a Kraan 2011).

Produkt Alginure je biologický přípravek zvyšující odolnost rostlin proti houbovým chorobám, plísním, strupovitosti a padlí. Efekt spočívá ve zvýšení koncentrace fytoalexinů a mnoha dalších podpůrných látek v rostlině, čímž je posílena obranyschopnost rostliny vůči působení patogenů. Účinek ošetření je jak preventivní, tak kurativní. Přípravek obsahuje 24% výtažku z řasy *Ascophyllum nodosum*, dále u něj není stanovena ochranná lhůta a je současně vhodný pro ekologické režimy zemědělství (Vostřel et al. 2018).

Potenciál Alginuru v ochraně chmele dokládá studie Řehoře et al. (2018) a Procházky et al. (2018). Z jejich výsledků je zřejmý pozitivní vliv ošetření na obsah chlorofylu v listech, což lze považovat za ukazatel zlepšení zdravotního stavu rostlin.

Antifungální efekt potvrdila ve své práci Rychlá et al. (2012), v jejíž studii vykazoval přípravek Alginure velmi dobrou účinnost v potlačení výskytu strupovitosti jabloně. Přímý antifungální efekt potvrdily také in vitro laboratorní testy Jankury et al. (2015). V jejich práci mělo použití přípravku Alginure prokazatelný vliv na potlačení rozvoje houby *Fusarium oxysporum*. Bylo tak potvrzeno, že přípravek má nejen posilující efekt na zdravotní stav rostliny, ale působí i přímo antifungálně. Dále bylo v práci zjištěno, že antifungální aktivita výtažků řas může být způsobena obsahem různých forem fosfátů a fosfonátů.

Podle Haškové (2015) jsou mořské řasy jedním z nejbohatších zdrojů přírodních fytohormonů, bioaktivních látek a živin na světě. Jejich stimulační a antistresový účinek má prokazatelný pozitivní vliv na klíčení rostlin. Tato tvrzení dokládá studie Khan et al. (2009). Z jejich závěrů vyplývá, že mnoho druhů řas obsahuje významné množství rostlinných hormonů – cytokininů, zatímco některé druhy mořských řas dále obsahují prokazatelně vysoký obsah

auxinů. Například extrakt z řasy *Ascophyllum nodosum* obsahoval téměř 50 mg indol octové kyseliny, nejvýznamnějšího zástupce auxinů, na 1 gram extraktu. Obdobně extrakt z řasy *Ecklonia maxima* vykazoval v pokusech klíčivosti pozitivní vliv na tvorbu kořenů, což je efekt příznačný pro činnost auxinů.

4 Metodika práce

Provozní pokus probíhal na dvou pokusných lokalitách ve vegetačních obdobích 2017 a 2018. Pokusy probíhaly na běžných provozních plochách chmelnic v níže uvedených zemědělských podnicích s použitím místně obvyklé techniky.

4.1 Pokusné stanoviště Čínov

Stanoviště Čínov je chmelnice společnosti MK AGRO s.r.o. Tato společnost provozuje rostlinnou výrobu na ploše 1250 ha. Hlavní tržní plodinou je pšenice ozimá (400 ha). Druhou nejvýznamnější plodinou je řepka olejka (200 ha). Na zbylé výměře se pěstuje kukuřice (150 ha), hrách (150 ha), ječmen ozimý (100 ha), hořčice (100 ha). Přírodní a klimatické podmínky v blízkosti řeky Ohře jsou využívány pro pěstování chmele (50 ha). Zbylých 100 hektarů tvoří trvalé travní porosty.

Základní informace o stanovišti Čínov – Pokus probíhal v roce 2017 i 2018 ve stejné chmelnici

Chmelařská oblast: Žatecko

Lokalita: Čínov (okres Louny)

Geomorfologie území: Mostecká pánev

Nadmořská výška: 226 m

Spon: 280 x 110 cm

Směr chmelových řádků: sever – jih

Poloha: rovina

Půdní typ: černice

Půdní druh: středně těžká

AZP: pH 6,6; P – 203 ppm; K – 410 ppm; Mg – 262 ppm; Ca – 3230 ppm; S – 30 ppm; obsah humusu 2,5%

Klimatický region: teplý, suchý,

průměrná roční teplota 8 – 9°C, průměrný roční úhrn srážek pod 500mm

Odrůda – klon: Žatecký poloraný červeňák - klon 72

Rok výsadby: 1995

Počet variant: 5

Aplikační technika: rosič Maschio Gaspardo Futura

Obrázek č. 3: část pokusu v lokalitě Čínov 2017 (autor: Pavel Procházka)



Agrotechnika

Tabulka č. 1: Agrotechnické kroky v roce 2017 Čínov

podzim 2016	vláčení
	orba
5. 4. 2017	vláčení
15. 4. 2017	řez
6. 4. 2017	hnojení NPK 15 (300 kg/ha)
10. 5. 2017	1. zavádění
22. 5. 2017	2. zavádění
24.5. + 18.6.	1. a 2. přiorávka
25.5. + 3.7.	LAD (200kg/ha) + DAM (520 kg/ha)
1. ošetření	Aliette 80 WG (1kg/ha) + Zinkosol forte (1.5 l/ha)
2. ošetření	Aliette 80 WG (1kg/ha) + Cuprocaffaro Micro (1.25 kg/ha) + hořká sůl (1 kg/ha) + Zinkosol forte (1.5 l/ha)
3 ošetření	Ortiva (1.6 l/ha) + Confidor 200OD (0.6 l/ha) + Vegaflor (6 l ha)
4. ošetření	Ortiva (1.6 l/ha) + Movento 150 OD (1 l/ha) + Vegaflor (6 l ha)
5. ošetření	1. aplikace pokusů - pokusné varianty viz. tab. č. 5
6. ošetření	Ortiva (1.6 l/ha) + Vegaflor (6 l ha)
7. ošetření	2. aplikace pokusů - pokusné varianty viz. tab. č. 5
25. 8. 2017	sklizeň pokusů

Tabulka č. 2: Agrotechnické kroky v roce 2018 Čínov

podzim 2017	vláčení
	orba
5. 4. 2017	vláčení
30. 4. 2018	řez
13. 2. 2018	hnojení NPK 15 (300 kg/ha)
19. 5. 2018	1. zavádění
26. 5. 2018	2. zavádění
30.5. + 20.6.	1. a 2. přiorávka
12. 6. 2018	LAD (200kg/ha) + DAM (520 kg/ha)
1. ošetření	Aliette 80 WG (2.5 kg/ha) + Karate se Zeon technologií 5 CS (0.12 l/ha)
2. ošetření	Bellis (1kg/ha) + Borosan forte (1.0 l/ha) + Vegaflor (4.0 l/ha) + Zinkosol forte (2.0 l/ha)
3 ošetření	Ortiva (1.6 l/ha) + Movento 150 OD (1 l/ha) + Nisuron 10WP (1.2 kg/ha) + hořká sůl (6 l ha)
4. ošetření	Revus (1.6 l/ha) + Vegaflor (6 l ha)
4. ošetření	1. aplikace pokusů - pokusné varianty viz. tab. č. 5
5. ošetření	Ortiva (1.6 l/ha) + Karate se Zeon technologií 5 CS (0.12 l/ha)+ Vegaflor (5 l ha)
6. ošetření	Cuproxat SC (10.0 l/ha) + Acramite 480 SC (1.5 l/ha) + Vegaflor (5 l ha)
7. ošetření	Funguran progress (4 kg/ha)

7. ošetření	2. aplikace pokusů - pokusné varianty viz. tab. č. 5
20. 8. 2018	sklizeň pokusů

4.2 Pokusné stanoviště Liběšovice

Stanoviště Liběšovice je chmelnice společnosti ZOS Liběšovice s.r.o. Společnost ZOS Liběšovice s.r.o. hospodaří na Žatecku intenzivním způsobem na bezmála tisíci hektarech půdy. Hlavními plodinami jsou pšenice ozimá, ječmen jarní, řepka ozimá a také chmel.

Plochy chmelnic se každoročně pohybují okolo 47 ha, v posledních letech však podnik, jako mnoho dalších, intenzivně zakládá nové porosty. Z odrůd převládá Žatecký poloraný červeňák (45ha), dále má podnik 2ha odrůdy Premiant a nově zakládá další 2ha odrůdy Sládek.

Základní informace o stanovišti Liběšovice v roce 2017

Chmelařská oblast: Žatecko

Lokalita: Liběšovice (okres Louny)

Geomorfologie území: Mostecká pánev

Nadmořská výška: 261 m

Spon: 300x117

Směr chmelových řad: severovýchod - jihozápad

Poloha: rovina

Půdní typ: Fluvizem

Půdní druh: střední půda

AZP: pH 7,3; P – 344 ppm; K – 692 ppm; Mg – 500 ppm; Ca – 4400 ppm; S – 30 ppm; obsah humusu 2,5%

Klimatický region: teplý, suchý region,

průměrná roční teplota: 8-9 °C, průměrný roční úhrn srážek: 450mm

Odrůda – klon: Žatecký poloraný červeňák - klon 72

Rok výsadby: 2007

Počet variant: 5

Základní informace o stanovišti Liběšovice v roce 2018

Chmelařská oblast: Žatecko

Lokalita: Liběšovice (okres Louny)

Geomorfologie území: Mostecká pánev

Nadmořská výška: 261 m

Spon: 300x117

Směr chmelových řad: východ - západ

Poloha: rovina

Půdní typ: Fluvizem

Půdní druh: těžká půda

AZP: pH 7,2; P – 282 ppm; K – 611 ppm; Mg – 459 ppm; Ca – 3520 ppm; S – 40 ppm; obsah humusu 2,7%

Klimatický region: teplý, suchý region,

průměrná roční teplota: 8-9 °C, průměrný roční úhrn srážek: 450mm

Odrůda – klon: Žatecký poloraný červeňák - klon 72

Rok výsadby: 2012

Počet variant: 5

Aplikační technika: rosič Unigreen Futura

Obrázek č. 4: část pokusu lokalita Liběšovice v roce 2017 (autor: Pavel Procházka)



Agrotechnika

Tabulka č. 3: Agrotechnické kroky 2017 Liběšovice

podzim	vláčení
2016	hloubkové kypření
2. 4. 2017	vláčení
6. 4. 2017	řez
7. 4. 2017	Kieserit (200 kg/ha) + SA (200 kg/ha)
13. 5. 2017	1. zavádění
25. 5. 2017	2. zavádění
27.5. + 20.6.	1. a 2. přiorávka
26. 5.+ 20. 6.	LAD (200kg/ha) + DAM (260 kg/ha)
1. ošetření	Curzate K (4.5 kg/ha)+Actara 25 WG (300g/ha)+Plant aktiv (4 kg/ha)
2. ošetření	Curzate K (6 kg/ha) + Teppeki (180 g/ha) + hořká sůl (12.5 kg/ha) + Zintrac (1 l/ha)
3 ošetření	Curzate K (3 kg/ha) + Mirador (2 l/ha) +synergín (4 l/ha) + Calcinit (20 kg/ha)+ Borosan (1l/ha)
4. ošetření	Curzate K (1 kg/ha) + Bellis (2 kg/ha) +Movento (1 l/ha) + Calcinit (12.5 kg/ha)+ hořká sůl (8 kg/ha)+ Lexin (0.5 l/ha)
5. ošetření	1. aplikace pokusů - pokusné varianty viz. tab. č. 5
6. ošetření	Kuprikol (10 l/ha) + Farmfos (3 l/ha) +hořká sůl (8 kg/ha) + Zinkosol (3 l/ha)+ Silwet star (0.3l/ha)
7. ošetření	2. aplikace pokusů - pokusné varianty viz. tab. č. 5
21. 8. 2017	sklizeň pokusů

Tabulka č. 4: Agrotechnické kroky 2018 Liběšovice

podzim 2017	vláčení hloubkové kypření
12. 3. 2018	vláčení
14. 4. 2018	řez
10. 5. 2018	Kieserit (200 kg/ha) + LAD (250 kg/ha)
18. 5. 2018	1. zavádění
25. 5. 2018	2. zavádění
27.5. + 23.6.	1. a 2. přiorávka, při 2. přiorávce DAM (260 kg/ha)
25. 5. 2018	LAD (200kg/ha) + DAP (120 kg/ha)
1. ošetření	Actara 25 WG (100g/ha)+Plant aktiv (4 kg/ha)
2. ošetření	Curzate K (4.5 kg/ha) + Ortiva (1.5 l/ha) + hořká sůl (10.0 kg/ha) + Zintrac (0.5 l/ha)+ Močovina (10 kg/ha)
3 ošetření	Ridomil Gold Combi Pepite (4 kg/ha) + Ortus 5 SC (2.5 l/ha) + hořká sůl (10 kg/ha) + Zinkosol (2 kg/ha)+ Borosan (2l/ha)
4. ošetření	Bellis (2 kg/ha) +Agroleaf power (5 kg/ha) + Močovina (10.0 kg/ha)+ TS Květa (1.5 l/ha)+ Zinkosol forte (2.0 l/ha)
4. ošetření	1. aplikace pokusů - pokusné varianty viz. tab. č. 5
5. ošetření	Revus (1.6 l/ha) + Movento 150 OD (1 l/ha) +hořká sůl (5 kg/ha) + Calcinit (5 kg/ha)
6. ošetření	Bellis (2.0 kg/ha) + Vegaflor (4 l/ha)

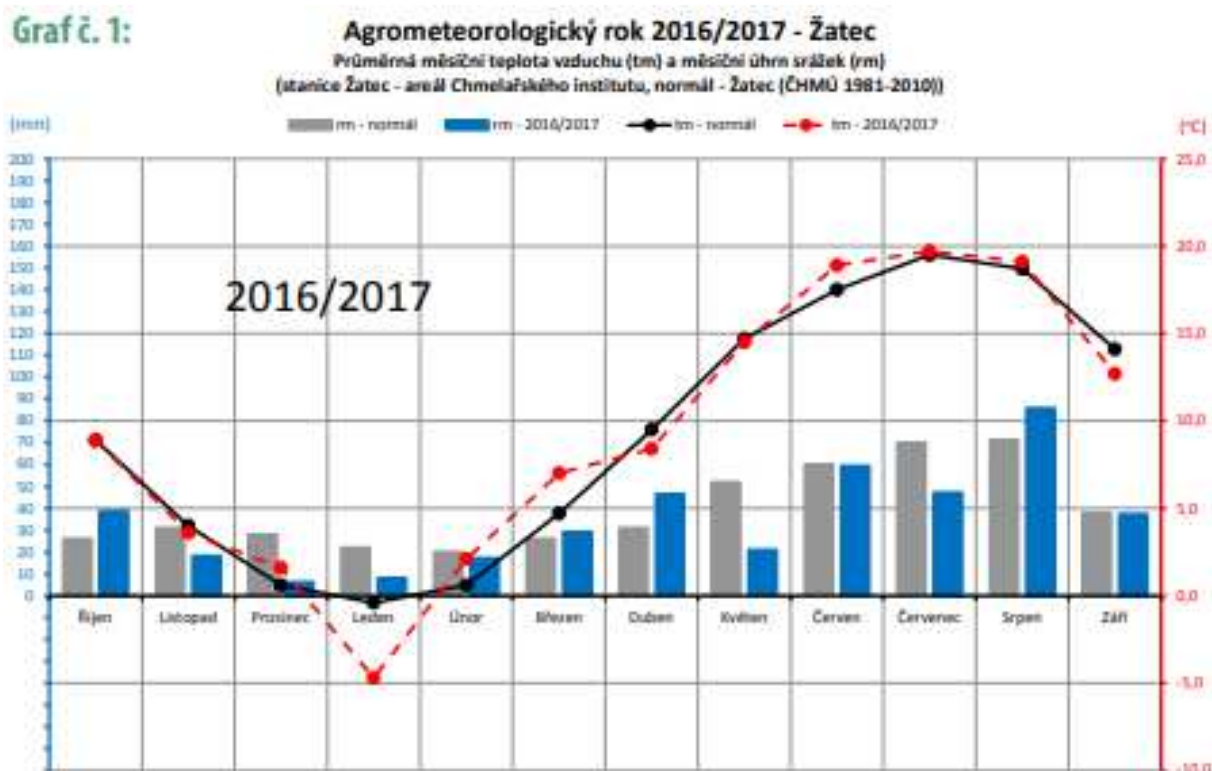
7. ošetření	Ortiva (1.6 l/ha) + hořká sůl (10 kg/ha) + Farmfos (3 l/ha)
8. ošetření	Kuprikol 250 SC (10.0 l/ha) + Silwet star (0.4 l/ha)
8. ošetření	2. aplikace pokusů - pokusné varianty viz. tab. č. 5
30. 8. 2018	sklizeň pokusů

4.3 Průběh počasí v pěstitelském roce 2016/2017

V první říjnový den roku 2016 přesahovali na většině stanic maximální denní teploty 20 °C. Následovalo však výrazné ochlazení. Průměrná denní teplota vzduchu na území ČR v první polovině října byla výrazně pod hodnotami dlouhodobého normálu. Zbytek měsíce se denní maxima teplot pohybovala kolem normálu. Z hlediska srážek byl říjen nadprůměrný, 65mm srážek představuje 155% dlouhodobého normálu. Listopad a prosinec byli teplotně v normálu, s vlnami chladu a tepla. Srážkově byl listopad průměrný, ale prosinec výrazně podprůměrný. Průměrný měsíční úhrn srážek byl za prosinec 30 mm. (Volf a Zeman, 2017)

V průběhu ledna došlo k mrazivé vlně. Následoval teplejší průběh března, a tak jarní práce v roce 2017 započaly brzo. Ochlazení v dubnu pozastavilo vegetaci chmele, tím došlo k posunu zavádění do druhé poloviny května. Suché období v květnu a červnu vedlo k časnému zakvétání chmele a zastavení dlouhivého růstu, aniž chmel dosáhl stropu chmelnic. Prognózy předpovídaly slabou sklizeň. Velikým přínosem však byly srážky počátkem srpna a kolem Vavřince. Došlo k dobrému odrostu a uzavření květů ve spodu keřů (Štranc et al. 2017).

Obrázek č. 5: Průběh agrometeorologického roku 2016/2017



4.4 Průběh počasí v pěstitelském roce 2017/2018

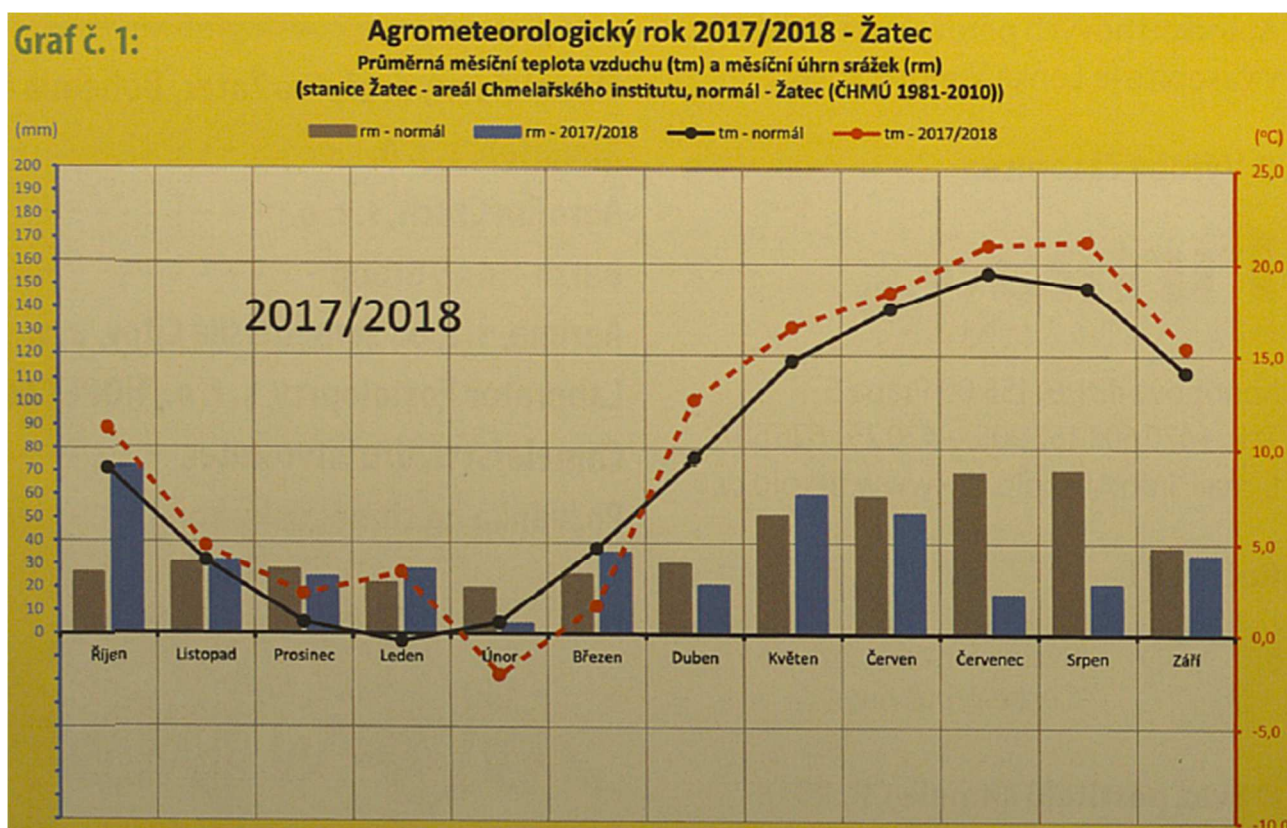
Říjen 2017 byl silně teplý s vysokým množstvím srážek, jež dosáhly 275% normálního úhrnu. Srážky představovaly spíše drobné deště do 2mm, nejvyšší úhrn byl naměřen v Žatci dne 22.10 (30mm). Listopad byl z hlediska hodnot teploty i srážek hodnocen jako normální se zaznamenanými 9 mrazovými dny. Prosinec byl teplý s úhrnem srážek činícím 89% normálu.

Leden 2018 byl hodnocen jako silně teplý (+3,8 °C od normálu) se srážkami představujícími 128% normálu. Sněhová pokrývka nad 3cm byla zaznamenána pouze ve dvou dnech. Naopak únor byl studený s 26 mrazovými dny a silně suchý, srážky činily pouze 20% normálu. Březen byl hodnocen jako studený, duben naopak jako silně teplý. V obou měsících byl zaznamenán normální úhrn srážek. Květen byl teplý, denní teploty šplhaly místy až k 29°C. V tomto měsíci přišly první srážky až 16.5 (10mm) a následně přinesla bouře mezi dny 23.5-24.5 dalších 32mm, přestože byla tedy první polovina měsíce chudá na srážky, celkově byl měsíc hodnocen jako normální. Červen byl v případě teploty i srážek hodnocen jako normální a dne 21.6 přinesl první tropický den. Bylo zaznamenáno 88 % srážkového normálu, což nebylo dostatečné k vyrovnání srážkového deficitu, způsobeného vysokými teplotami. Červenec byl teplý, silně suchý (pouze 25% srážkového normálu). Celkem bylo v červenci zaznamenáno 14 tropických dní a to zejména v období od 23.7 do konce měsíce. Srážky byly zaznamenány v 8 dnech, avšak množství nikdy nepřevýšilo 4mm, jejich deficit byl proto označen za katastrofický. Stejně jako červenec, i srpen byl vyhodnocen jako silně suchý a silně teplý. V daném měsíci bylo

zaznamenáno celkem 15 tropických dní s nejvyšší teplotou 35,9 °C, srážky přicházely převážně v podobě drobných dešťů s úhrnem do 4mm což se za daných teplot ukázalo jako bezvýznamné. Klimatické podmínky způsobily, že chmelaři zahájili sklizeň chmele mnohem dříve. Zářít bylo opět hodnoceno jako teplé a srážkově normální. Teplý půlrok tak byl hodnocen jako teplý (+1,8°C normálu) a suchý (65% normálního úhrnu srážek).

Celkově byl agrometeorologický rok 2017/2018 teplý a suchý. Rok 2018 byl nejteplejším rokem od roku 1961. Průměrná teplota v Česku dosáhla 9,6 °C, což je o 1,7 °C více než je dlouhodobý normál (Ježek et al. 2018).

Obrázek č. 6: Průběh agrometeorologického roku 2017/2018



4.5 Průběh pokusů

Použití vybraných přípravků s fungicidním účinkem

Tento poloprovozní pokus zahrnuje 5 variant a každá varianta odpovídá jedné chmelové řadě. Každá pokusná varianta má 3 opakování. Izolace mezi jednotlivými variantami byla tři chmelové řady. Pátá varianta byla kontrolní, to znamená, že zde byl aplikován klasický fungicidní sled konvenčními a registrovanými přípravky na ochranu rostlin. V jednotlivých variantách byly dva vstupy běžného fungicidu nahrazeny aplikací biologicky aktivního přípravku s fungicidním účinkem. Jedná se o přípravky Alginure, Prev B2, tymiánová silice a

chmelový extrakt. Výživa probíhala ve všech variantách stejným způsobem. Dávky přípravků jsou uvedeny v tabulce č. 4.

Tabulka č. 5: Dávkování přípravků a jejich účinné látky v letech 2017 a 2018 na obou lokalitách

	var	název přípravku	dávka/koncentrace	účinná látka	vody/ha (l)
Čínov 7.7.2017	1	Revus	1.6 l/ha	mandipropamid 250g/l	2000
	2	Alginure	1%	výtažek z mořských řas 24%	2000
	3	Prev - B2	0,50%	pomerančový olej 4.2%; ethanolamin boritý 2.1%	2000
	4	Tymiánová silice	0.50%	Tymiánová silice	2000
	5	chmelový extrakt	1%	chmelový extrakt	2000
Liběšovice 14.7.2017	1	Orvego	2.7 l/ha	dimethomorf 225g/l; ametoktradin 300g/l	2000
	2	Alginure	1%	výtažek z mořských řas 24%	2000
	3	Prev - B2	0,50%	pomerančový olej 4.2%; ethanolamin boritý 2.1%	2000
	4	Tymiánová silice	0.50%	Tymiánová silice	2000
	5	chmelový extrakt	1%	chmelový extrakt	2000
Čínov 15.8.2017	1	Kuprikol	10 l/ha	oxichlorid měďnatý 84 %	2000
	2	Alginure	1%	výtažek z mořských řas 24%	2000
	3	Prev - B2	0,50%	pomerančový olej 4.2%; ethanolamin boritý 2.1%	2000
	4	Tymiánová silice	0.50%	Tymiánová silice	2000
	5	chmelový extrakt	1%	chmelový extrakt	2000
Liběšovice 14.8.2017	1	Cuproxat SC	7l/ha	síran měďnatý 345 g/l	2000
	2	Alginure	1%	výtažek z mořských řas 24%	2000
	3	Prev - B2	0,50%	pomerančový olej 4.2%; ethanolamin boritý 2.1%	2000
	4	Tymiánová silice	0.50%	Tymiánová silice	2000
	5	chmelový extrakt	1%	chmelový extrakt	2000
Čínov 25.6.2018	1	Revus	1.6 l/ha	mandipropamid 250g/l	2000
	2	Alginure	1%	výtažek z mořských řas 24%	2000
	3	Prev - B2	0,50%	pomerančový olej 4.2%; ethanolamin boritý 2.1%	2000
	4	Tymiánová silice	0.50%	Tymiánová silice	2000
	5	chmelový extrakt	1%	chmelový extrakt	2000
Liběšovice 19.6.2018	1	Bellis	2.0 kg/ha	pyraclostrobin 128g/l; boscalid 252g/l	2000
	2	Alginure	1%	výtažek z mořských řas 24%	2000

	3	Prev - B2	0,50%	pomerančový olej 4.2%; ethanolamin boritý 2.1%	2000
	4	Tymiánová silice	0.50%	Tymiánová silice	2000
	5	chmelový extrakt	1%	chmelový extrakt	2000
Liběšovice Činov 10.8.2018	1	Funguran progress	4 kg/ha	hydroxid měďnatý 537 g/kg	2000
	2	Alginure	1%	výtažek z mořských řas 24%	2000
	3	Prev - B2	0,50%	pomerančový olej 4.2%; ethanolamin boritý 2.1%	2000
	4	Tymiánová silice	0.50%	Tymiánová silice	2000
	5	chmelový extrakt	1%	chmelový extrakt	2000
Liběšovice 22.8.2018	1	Kuprikol 250SC	10 l/ha	oxychlorid-Cu 420 g/l	2000
	2	Alginure	1%	výtažek z mořských řas 24%	2000
	3	Prev - B2	0,50%	pomerančový olej 4.2%; ethanolamin boritý 2.1%	2000
	4	Tymiánová silice	0.50%	Tymiánová silice	2000
	5	chmelový extrakt	1%	chmelový extrakt	2000

Obrázek č. 7: Příprava postřikové jíchy v lokalitě Liběšovice 2018 (autor: Pavel Procházka)



Charakteristika přípravků

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 patogen. (Řehoř et al. 2018)

PREV B2 je kapalné hnojivo, obsahující přírodní terpeny z pomerančovníku a bór. Tento přípravek v ošetřených rostlinách optimalizuje výživu bórem, a tím zvyšuje množství a kvalitu výnosů. Bór, který je rozpuštěný v roztoku, je velmi rychle absorbován rostlinnými pletivy. Zároveň PREV B2 obsahuje terpeny rostlinného původu, které zajišťují přilnavost a rovnoměrné rozptýlení postřiku na listové ploše. Přírodní terpeny mají též vedlejší účinky na omezování chorob a škůdců rostlin. (Vostřel et al. 2018)

Hlavních 15 složek tymiánové silice tvoří 99,91%. Nejvíce zastoupenou složkou je thymol (47,59%) a částečně jeho biogenetický předchůdce gama terpen (30,2%). Třetí složkou je p-cymen (8,5%). Další látky, jako carvacrol, carene, karyophylen, linalol jsou zastoupeny od p-4%. Obsah jednotlivých složek silice se mění v závislosti na vnějších podmínkách (Boruga et al. 2014)

Chmelový extrakt, obsahuje frakce alfa a beta hořkých kyselin a esenciálních olejů (silic), přidává se do mladiny během chmelovaru v mladinové pánvi s cílem dodat pivu jedinečnou a specifickou chmelovou chuť a aroma. Obsahuje 26% alfa hořkých kyselin. Poměr a skladba jednotlivých složek (aroma) je odrůdově specifická. (Vostřel et al. 2019)

Aplikace

Aplikace jednotlivých variant proběhla aplikační technikou, která je v podniku obvyklá (tab. č. 6) a po oba dva roky byla stejná. Mezi první a druhou aplikací byl použit běžný fungicidní přípravek. Aplikace ve všech případech probíhala v ranních hodinách, při teplotách do 21 °C, tedy za příznivých podmínek. Podrobný záznam o aplikaci zachycují tabulky č. 5, č. 6 a č.7.

Tabulka č. 6: Záznamy o aplikacích

lokality	pořadí aplikace	datum aplikace	čas aplikace	teplota vzduchu (°C)	oblačnost (%)	relativní vlhkost vzduchu (%)	vlhkost povrchu půdy	rychlost větru (m/s)	směr větru	děšť při aplikaci	rosa
Liběšovice	T1	14.7.2017	9:00	20.5	15	44.5	suchá	0.8	Z	NE	NE
Liběšovice	T1	14.8.2017	9:30	18.5	50	46.7	vlhká	0.5	S	NE	ANO
Čínov	T2	7.7.2017	9:00	15.5	50	46.5	vlhká	0.2	Z	NE	ANO
Čínov	T2	15.8.2017	8:00	14.5	35	45.5	vlhká	0.5	J	NE	NE
Liběšovice	T1	19.6.2018	8:00	19.1	15	63.5	suchá	0.2	Z	NE	NE
Liběšovice	T2	22.8.2018	7:00	15.9	50	81.7	vlhká	0.2	Z	NE	ANO
Čínov	T1	25.6.2018	8:00	13.9	75	76.6	vlhká	0.4	SZ	NE	ANO
Čínov	T2	10.8.20108	7:00	20.1	35	69.5	vlhká	0.3	J	NE	NE

Tabulka č. 7: Aplikáční technika

lokality	postřikovač	trysky	aplikační tlak	záběr	množství vody/ha
Čínov 2017	Maschio Gaspardo futura	TR 80-05 C	6.5 bar	2.8 m	2000
Liběšovice 2017	Unigreen Futura	TR 80-05 C	6.5 bar	2.8 m	2000
Čínov 2018	Maschio Gaspardo futura	TR 80-05 C	6.5 bar	2.8 m	2000
Liběšovice 2018	Unigreen Futura	TR 80-05 C	6.5 bar	2.8 m	2000

Aplikace probíhala postřikem na porost, a to ve směru podél parcel. Aplikace probíhali v pořadí ošetření variant 2,3,4,5,1. Aplikace pokusných variant byla vždy provedena personálem způsobilým k aplikaci přípravků na ochranu rostlin.

Obrázek č. 8: Aplikace přípravků v lokalitě Čínov 2018 (autor: Pavel Procházka)



Sledované parametry

- účinnost použitých přípravků 1 a 2 týdny po 1. aplikaci
- účinnost použitých přípravků 1 týden po druhé aplikaci (těsně před sklizní)
- zdravotní stav, respektive poškození sklizených hlávek
- výnos suchého chmele (t/ha)
- obsah alfa hořkých kyselin při sklizni

4.6 Hodnocení sledovaných parametrů

Statistické vyhodnocení výsledků proběhlo v softwaru STATISTICA verze 12,0 (Statsoft, CZ) pomocí Tukeyho HSD testu General Linear Model (GLM ANOVA) na hladině významnosti $P \leq 0,05$.

Obsah alfa hořkých kyselin

Odběr vzorků proběhl při sklizni vždy pětkrát z každého opakování a v každé variantě. Příslušné vzorky byly vždy následně homogenizovány a předány laboratoři V. F. Humulus v Hořesedlích, kde byl obsah alfa hořkých kyselin zjišťován metodou UV VIS.

Výnos suchého chmele

Sklizeň pokusu v Liběšovicích proběhla 21. 8. 2017. Následně 25. 8. 2017 došlo ke sklizni pokusu v lokalitě Čínov. V roce 2018 proběhla sklizeň v Čínově 20.8 a v Liběšovicích 30.8. Jednotlivé pokusné varianty a jejich jednotlivá opakování byly strženy a převezeny na stacionární česací linku. Očesané hlávky byly odebrány do chmelových žočků a zváženy. Z každé varianty odebral vzorek pro určení vlhkosti. A následně byl výnos přepočítán na 10% vlhkost chmele.

Obrázek č. 9: Sklizeň na stacionární lince v Liběšovicích v roce 2018 (autor: Pavel Procházka)



Účinnost použitých přípravků

Hodnocení účinnosti bylo provedeno vždy na všech rostlinách v každém opakování, a to jeden a dva týdny po první aplikaci. Hodnocení účinnosti bylo provedeno stupnicí v rozsahu 0–100 %. Ve výsledcích jsou uváděny vždy průměry

Hodnocení účinnosti po druhé aplikaci bylo provedeno pouze jeden týden po aplikaci, neboť poté již následovala sklizeň.

Hodnocení zdravotního stavu hlávek, respektive jejich napadení proběhlo ihned po sklizni. Z každé varianty a každého opakování bylo hodnoceno vždy deset souborů po deseti hlávkách. Stupnice hodnocení je uvedena v tabulce xx.

Tabulka č. 8.: Stupnice hodnocení zdravotního stavu hlávek při sklizni dle metodiky EPPO 1/3(4)

0	žádné
1	mírné skvrny na hlávkách
2	5% hlávky napadeno
3	5 – 15% hlávky napadeno
4	15 – 25% hlávky napadeno
5	25 – 50% hlávky napadeno
6	50 -90 % hlávky napadeno
7	hlávka zcela poškozena

Obrázek č. 10: Hodnocení zdravotního stavu sklizených hlávek v Liběšovicích v roce 2018 (autor: Pavel Procházka)

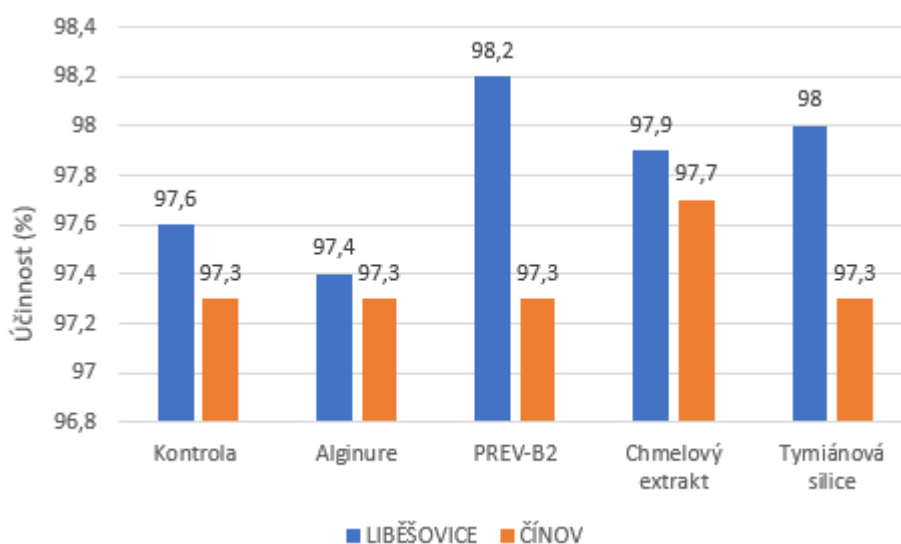


5 Výsledky

5.1 Hodnocení účinnosti variant ošetření

Cílem této práce bylo ověřit účinnost aplikace alternativních látek na ochranu chmele ve srovnání s účinností konvenčních přípravků. Hodnocení zdravotního stavu probíhalo každý rok ve třech opakováních, první a druhý týden po první aplikaci a první týden po druhé aplikaci. Hodnoty zde použité představují průměr všech tří měření, tedy průměrnou účinnost během celého sledovaného období.

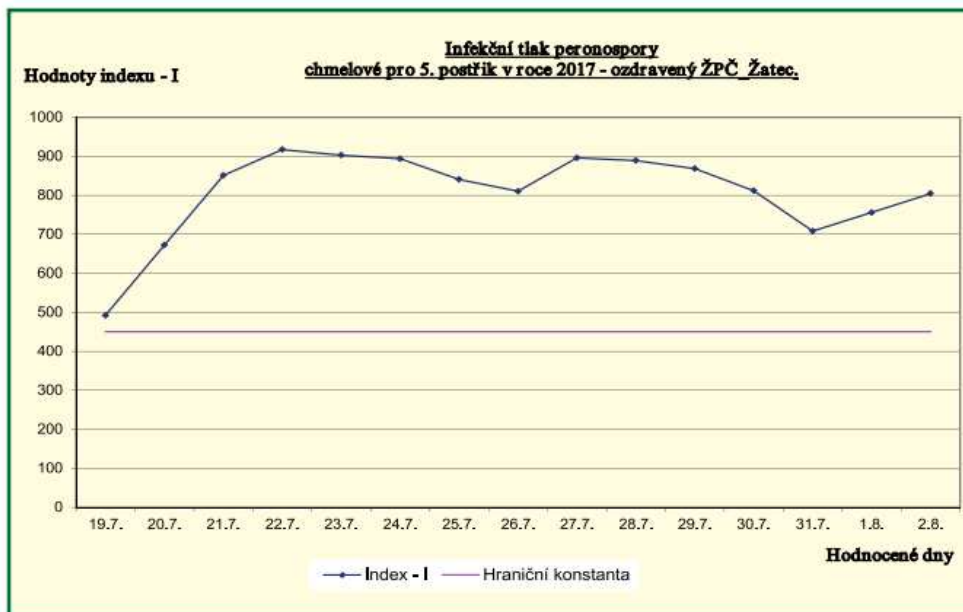
Graf č. 1: Průměrná účinnost jednotlivých ošetření v roce 2017 uvedená v %



V grafu č. 1 vidíme, že v roce 2017 vykazovaly všechny varianty aplikované v lokalitě Čínov téměř stejnou účinnost. Výsledky z lokality Liběšovice byly více variabilní, avšak průměrné hodnoty se stále pohybovaly v intervalu 97,4-98,2 %. Statistickým zpracováním jsme zjistili, že tyto rozdíly nejsou statisticky významné a lze je tedy označit jako stejné výsledky.

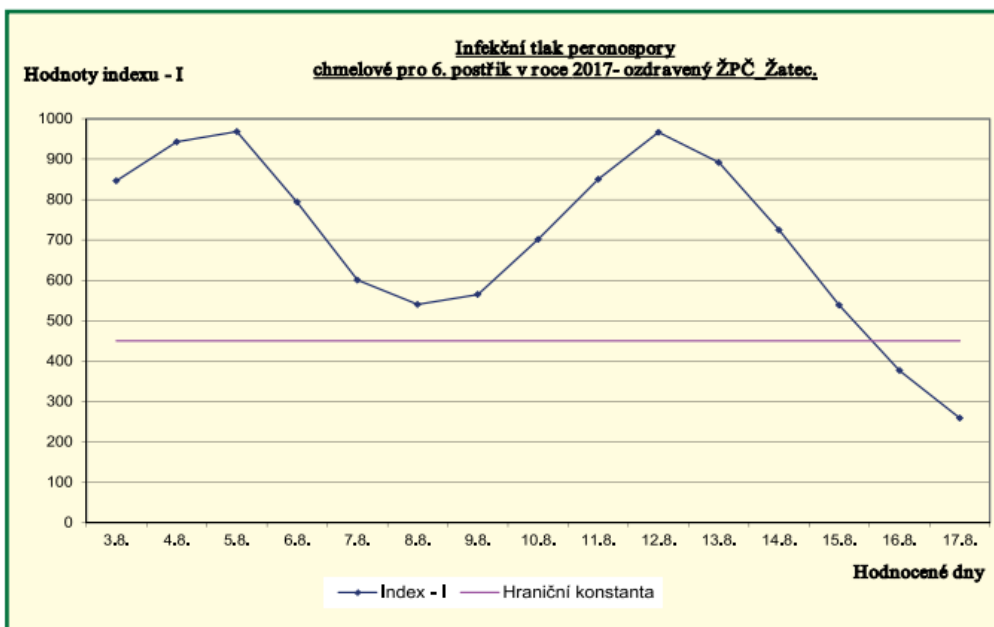
V období po první aplikaci (14.7) byly ve dnech 19.7 až 2.8 vyhodnoceny podmínky pro šíření peronospor jako velmi příznivé viz. obrázek č. 11, přesto byla vyhodnocena celková průměrná účinnost všech ošetření více než 97%. Po druhé aplikaci (14.8) začaly srážky ustávat a došlo k poklesu rizika napadení peronosporou (viz. obrázek č. 12.). Nepříznivé podmínky pro šíření patogenu následně trvaly po většinu sklizně, což přispělo k nižšímu množství napadených hlávek než v minulých letech.

Obrázek č. 11: Krátkodobá prognóza infekčního tlaku peronospory na období 19.7-2.8 2017



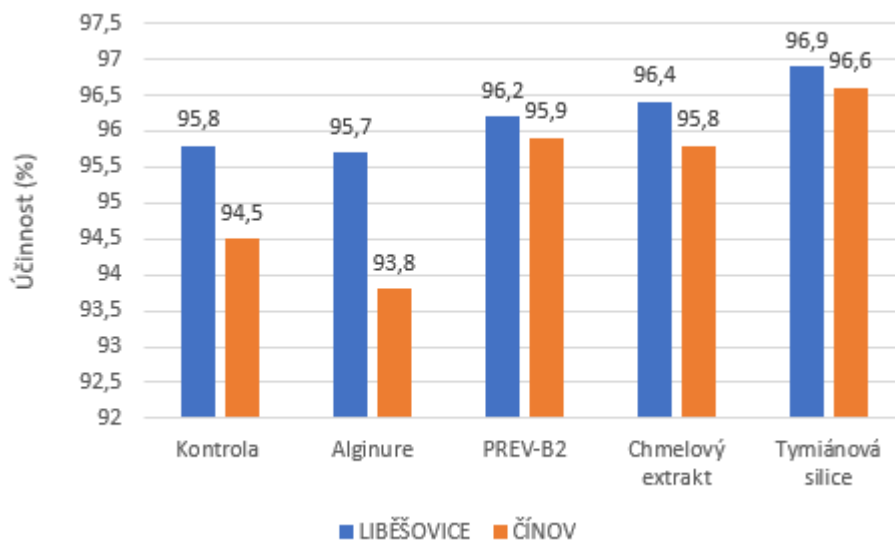
Vysvětlivky: Hraniční konstanta – je-li hodnota I rovna nebo > 500 u ŽPČ (420 pro hybridní odrůdy a 450 pro ozdravený ŽPČ), pak jsou splněny podmínky pro vývoj a šíření peronospory chmelové.

Obrázek č. 12: Krátkodobá prognóza infekčního tlaku peronospory na období 3.8-17.8 2017



Vysvětlivky: Hraniční konstanta – je-li hodnota I rovna nebo > 500 u ŽPČ (420 pro hybridní odrůdy a 450 pro ozdravený ŽPČ), pak jsou splněny podmínky pro vývoj a šíření peronospory chmelové.

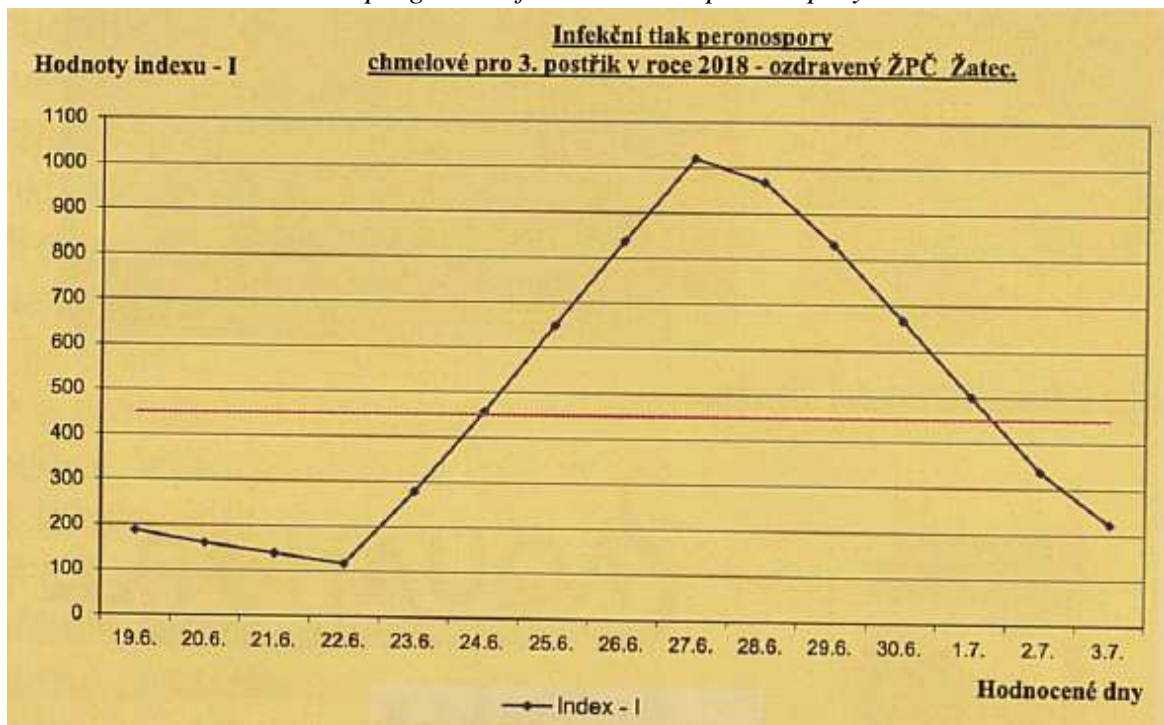
Graf č. 2: Průměrná účinnost jednotlivých ošetření v roce 2018 uvedená v %



Z grafu č. 2 je patrné, že všechny varianty v roce 2018 taktéž dosahovaly vyrovnaných výsledků (rozdíly nejsou statisticky průkazné). Účinnost se ve všech případech pohybovala v intervalu od 93,8 do 96,9%. Až na malé odchylky je patrný stejný trend variant u obou lokalit. Nejvyšší účinnosti dosahovala v obou případech varianta ošetřená roztokem tymiánové silice, naopak nejnižší průměrnou účinnost vykazovala na obou lokalitách varianta ošetřená přípravkem Alginure.

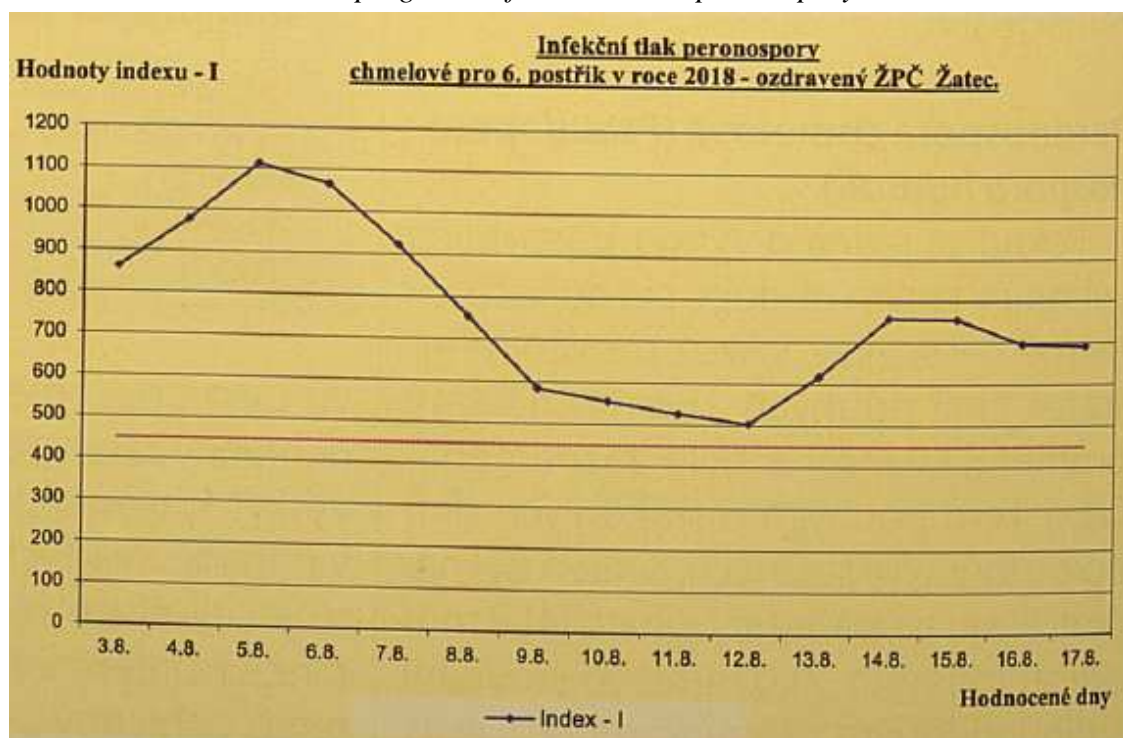
V období 24.6-1.7 tedy v období hodnocení účinnosti první aplikace, byly klimatické podmínky vyhodnoceny jako příznivé pro šíření peronospory chmelové viz. obrázek č. 13. Přesto nebylo u žádné z variant zaznamenáno zhoršení zdravotního stavu. Opačná situace nastala při hodnocení druhé aplikace probíhající na konci srpna. Celý měsíc byl vyhodnocen jako silně suchý, s celkem zaznamenanými 15 tropickými dny. Denní teploty se vyšplhaly mnohdy přes 30 °C (viz graf č. 3), srážky byly pouze sporadické a nepřesáhly 2,5 mm. Riziko šíření patogenu bylo v tomto období vyhodnoceno jako nízké (obrázek č. 14.).

Obrázek č. 13: Krátkodobá prognóza infekčního tlaku peronospor na období 19.6-3.7 2018



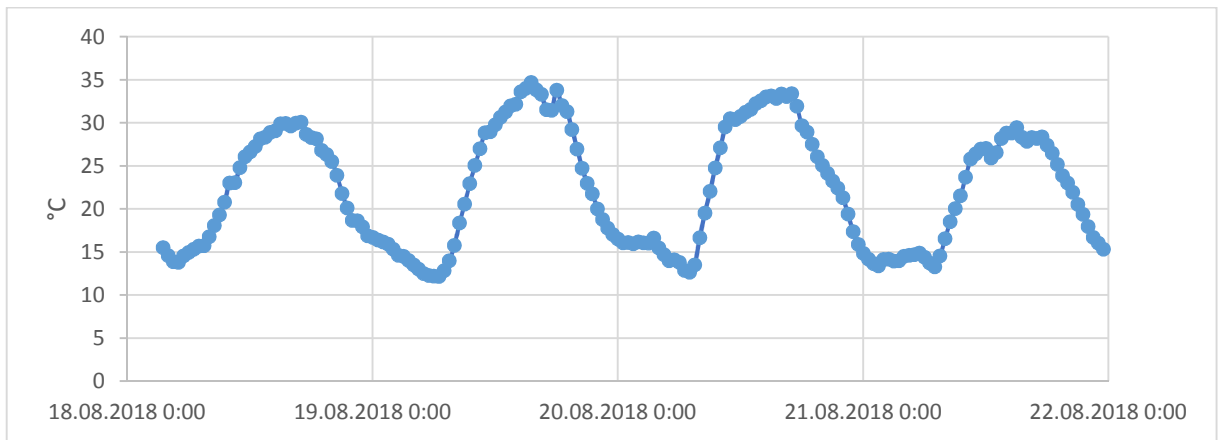
Vysvětlivky: Hraniční konstanta – je-li hodnota I rovna nebo > 500 u ŽPČ (420 pro hybridní odrůdy a 450 pro ozdravený ŽPČ), pak jsou splněny podmínky pro vývoj a šíření peronospory chmelové.

Obrázek č. 14: Krátkodobá prognóza infekčního tlaku peronospor na období 3.8-17.8 2018



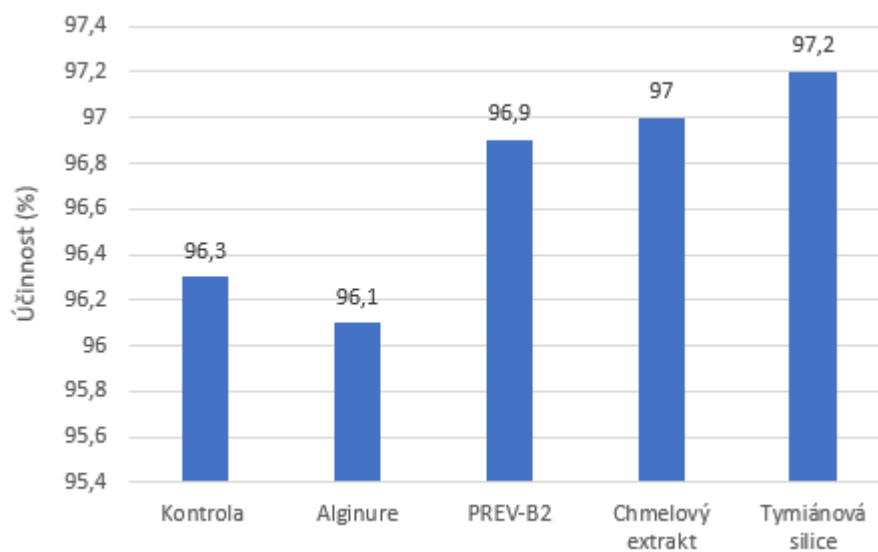
Vysvětlivky: Hraniční konstanta – je-li hodnota I rovna nebo > 500 u ŽPČ (420 pro hybridní odrůdy a 450 pro ozdravený ŽPČ), pak jsou splněny podmínky pro vývoj a šíření peronospory chmelové

Graf č. 3: Průběh teplot v pokusné chmelnici 1 metr pod stropem konstrukce v období od 18.8 – 21.8 2018 na lokalitě Liběšovice



Poznámka: Získané hodnoty byly naměřeny teplotním čidlem Minikin TH EMS Brno umístěným u stropní části pokusného porostů.

Graf č. 4: Průměrná účinnost variant za celé sledovací období (průměr obou let a obou lokalit)

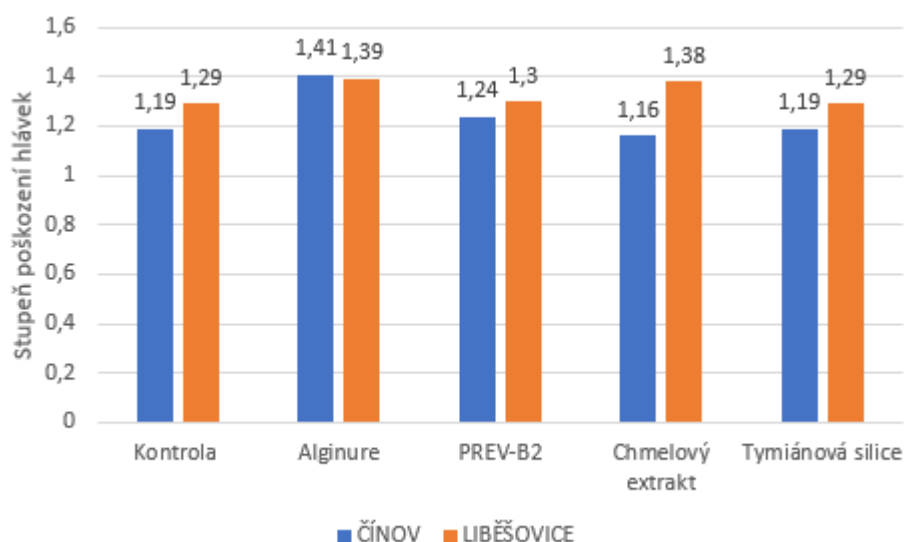


V grafu č. 4 je zobrazena průměrná účinnost jednotlivých variant za celé dvouleté období. Trend účinnosti jednotlivých variant se nezměnil, všechny varianty vykazují vysokou účinnost ošetření. Na základě statistické analýzy lze konstatovat, že rozdíly mezi účinnostmi jednotlivých variant nejsou statisticky významné. U variant s přípravkem PREV-B2, tymiánovou silicí a chmelovým extraktem byla výsledná účinnost mírně vyšší. Na žádné z variant nebyly nalezeny výraznější stopy napadení patogenem.

5.2 Hodnocení zdravotního stavu hlávek

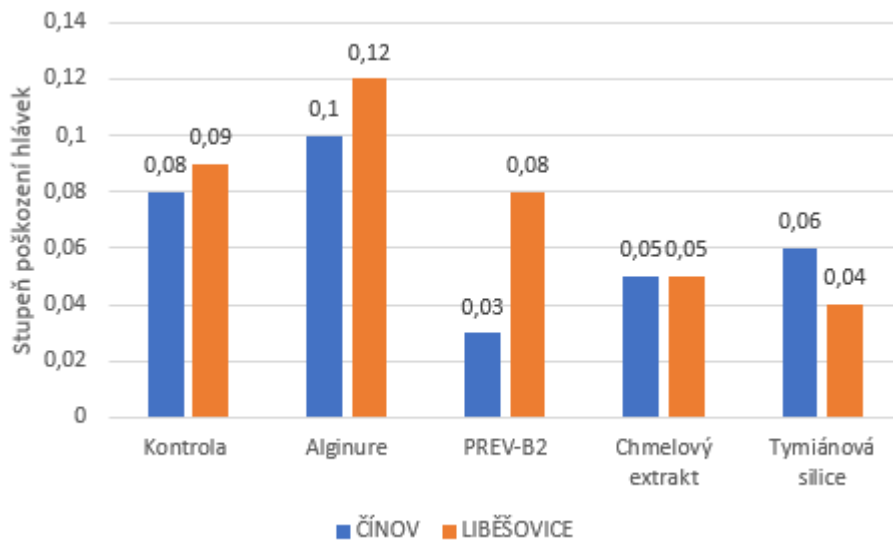
V roce 2017 vykazovaly všechny varianty obdobnou úroveň poškození hlávek, které byly pouze mírně poškozeny skvrnami (graf č. 5). V následujícím roce 2018 bylo poškození peronosporou minimální, většina hodnocených hlávek nebyla nijak poškozena (viz. graf č. 6), a to navzdory skutečnosti, že sklizeň pokusu proběhla o 9 dní později než v roce 2017. Vyšší úroveň poškození hlávek v roce 2017 je následkem delšího vystavení infekčního tlaku peronosporu chmelové. V daném roce činil úhrn srážek za teplý půlrok 297mm, což je o 88mm více než v roce 2018. Rok 2018 tak byl vyhodnocen jako suchý, s nižším rizikem napadení patogeny. Absence srážek však současně způsobila pokles výnosu o téměř 25% oproti roku 2017.

Graf č. 5: Stupeň poškození hlávek v roce 2017 dle EPPO 1/3(4) (viz. metodika pokusu)



Poznámka: stupnice hodnocen: 0 = hlávka bez známek poškození, 1 = mírné skvrny na hlávce, 2 = 5% hlávky napadeno, 3 = 5 – 15% hlávky napadeno, 4 = 15 – 25% hlávky napadeno, 5 = 25 – 50% hlávky napadeno, 6 = 50 – 90% hlávky napadeno, 7 = hlávka zcela poškozena

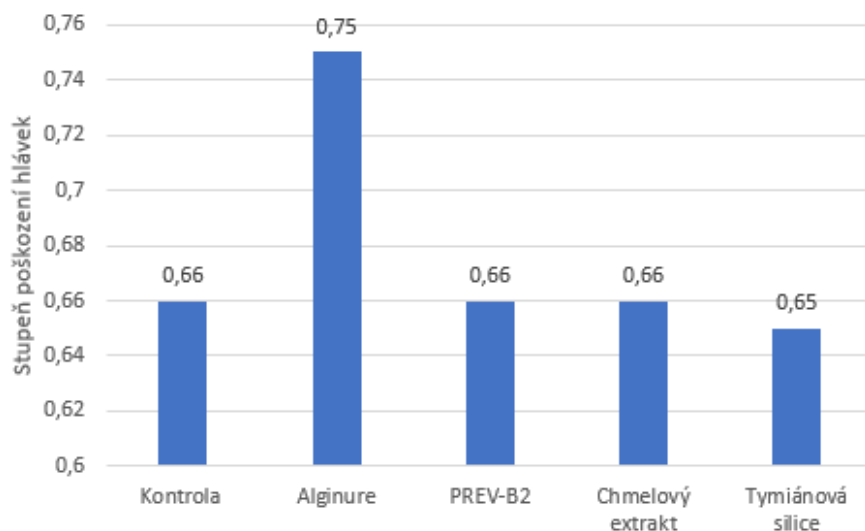
Graf č. 6: Stupeň poškození hlávek v roce 2018 dle EPPO 1/3(4) (viz. metodika pokusu)



Poznámka: stupnice hodnocen: 0 = hlávka bez známek poškození, 1 = mírné skvrny na hlávce, 2 = 5% hlávky napadeno, 3 = 5 – 15% hlávky napadeno, 4 = 15 – 25% hlávky napadeno, 5 = 25 – 50% hlávky napadeno, 6 = 50 – 90% hlávky napadeno, 7 = hlávka zcela poškozena

Z grafů č. 5. a 6. lze konstatovat, že všechny varianty ošetření dokázaly udržet požadovaný zdravotní stav hlávek téměř se shodnou účinností (rozdíly mezi jednotlivými variantami nejsou statisticky významné). Z grafu č. 7 je však patrné, že u variant ošetřených Alginurem byla úroveň poškození mírně zvýšená.

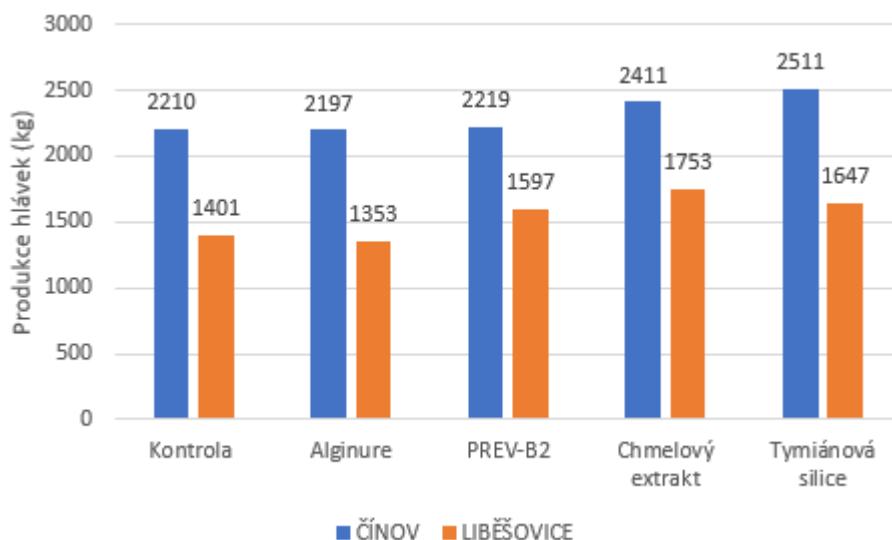
Graf č. 7: Průměrné hodnoty poškození hlávek za roky 2017-2018 (průměr obou let a obou lokalit)



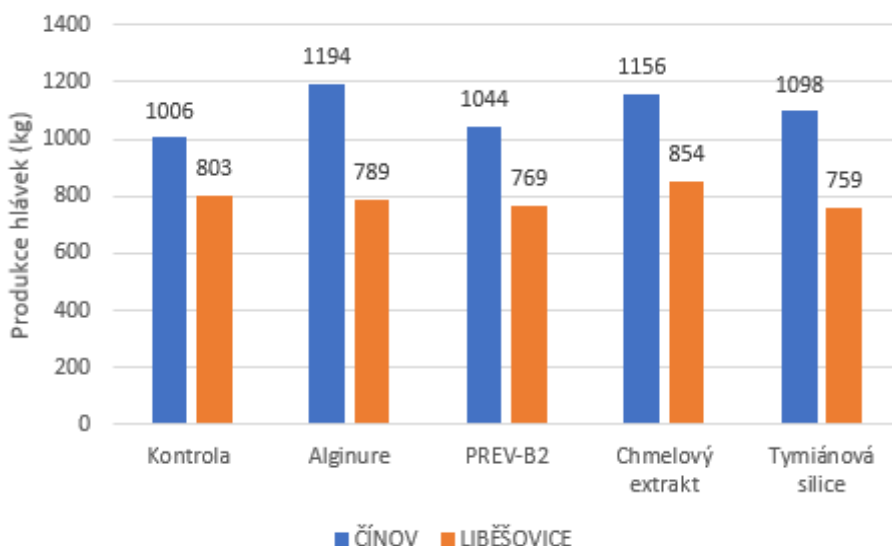
5.3 Výnos suchého chmele

Výnos suchého chmele všech variant (graf č. 8 a 9). V roce 2017 byl shodně na obou lokalitách naměřen nejvyšší výnos u variant ošetřených tymiánovou silicí a chmelovým extraktem. Obdobné výsledky byly naměřeny i v roce 2018, tentokrát však byl nejvyšší výnos naměřen u variant ošetřených chmelovým extraktem a Alginurem.

Graf č. 8: Výnos hlávek v roce 2017

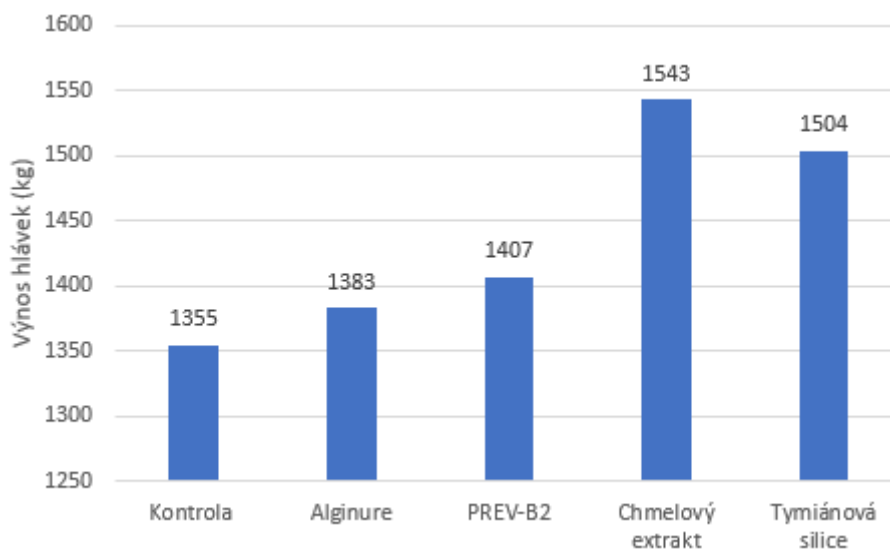


Graf č. 9: Výnos hlávek v roce 2018



Přestože nelze jednoznačně prokázat vliv ošetření na výši výnosu hlávek, je z grafů č. 8 a 9 patrný jistý trend. V obou ročnících i na obou lokalitách byl u varianty ošetřené chmelovým extraktem vždy naměřen vyšší výnos hlávek, než u zbylých variant (viz graf č. 10). Naopak u variant ošetřených konvenčními přípravky byly zpravidla naměřeny nižší hodnoty. Je však důležité poznamenat, že rozdíly ve výnosech jednotlivých variant nebyly statisticky významné.

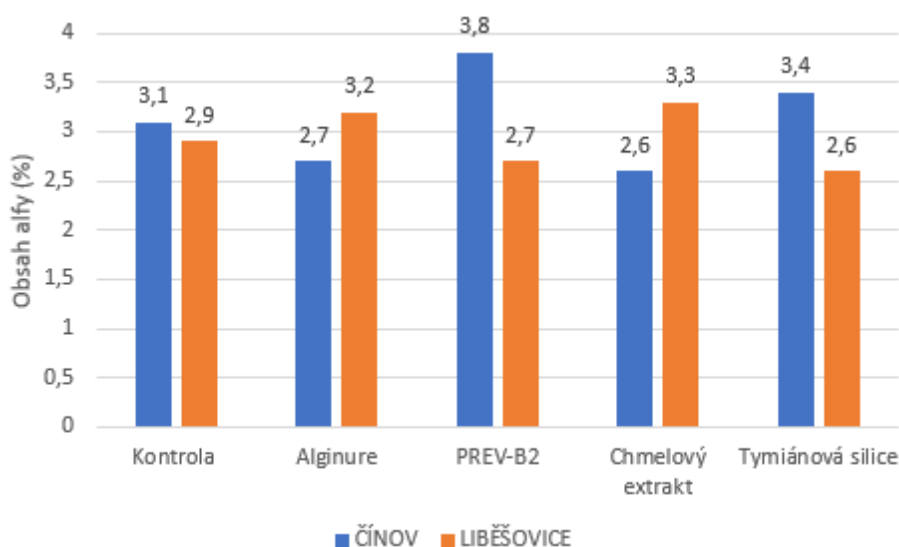
Graf č. 10: Průměrný výnos hlávek jednotlivých variant za roky 2017 a 2018 (průměr obou let a obou lokalit)



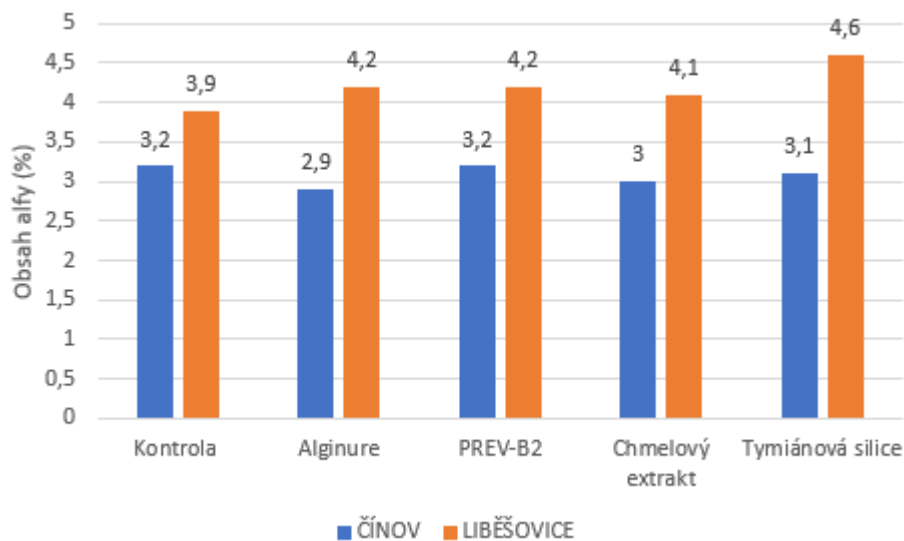
5.4 Obsah alfa hořkých kyselin

Posledním zkoumaným parametrem byl obsah alfa hořkých kyselin v hlávkách. Naměřené hodnoty jsou zobrazeny v grafech č. 11 a 12. Mezi získanými hodnotami není patrný žádný trend, nelze tedy prokázat případný vliv ošetření na daný parametr. Z grafu č. 13. vyplývá, že nejvyšší průměrné hodnoty obsahu alfa hořkých kyselin byly naměřeny u varianty ošetřené přípravkem PREV-B2, avšak celkově nebyly rozdíly hodnot obsahu alfa hořkých kyselin statisticky významné.

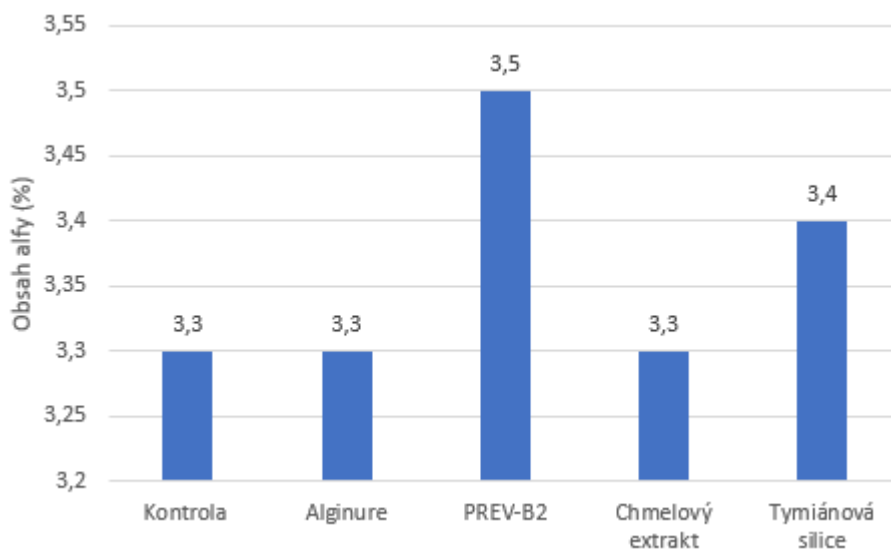
Graf č. 11: Výsledky rozboru alfa hořkých kyselin při sklizni v roce 2017



Graf č. 12: výsledky rozboru alfa hořkých kyselin při sklizni v roce 2018



Graf č. 13: průměrný obsah alfa hořkých kyselin jednotlivých variant při sklizni za roky 2017 a 2018 (průměr obou let a obou lokalit)



6 Diskuze

Výsledná účinnost všech vybraných látek byla téměř stejná jako u kontrolní varianty ošetřené klasickým fungicidním sledem. Všechny zkoumané látky vykazovaly účinnost přes 96%, což potvrzuje jejich možný antifungální efekt.

Z výsledků je patrná vysoká účinnost ošetření přípravkem PREV-B2, zpravidla mírně vyšší u všech parametrů než v případě konvenčního sledu ošetření, rozdíly však nejsou statisticky významné. Lze tedy potvrdit mnohé závěry o pozitivním antifungálním efektu pomerančových olejů, jež PREV-B2 obsahuje. Jedním takovým je např. studie Velázquez-Nuneze et al. (2013), který prokázal antifungální účinek na potlačení šíření houby *Aspergillus flavus* již od koncentrace 8g pomerančových silic na 1 litr postřiku. Obecně účinnost silic citrusových plodů dokládá studie Viuda-Martos et al. (2008), ve které byla testována účinnost silice grapefruitu, citrónu, pomeranče a mandarinky proti běžně se vyskytujícím plísním *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium chrysogenum*. Výsledky této studie potvrdily, že prakticky všechny silice citrusových plodů vykazují antifungální účinek, zřejmě podmíněný vysokým obsahem limonenu. Pomerančová silice se vyznačovala velmi vysokou účinností v potlačení šíření *Aspergillus niger*, jež je chorobou běžně se vyskytující např. na ovoci či zelenině. Účinnost přípravku PREV-B2 proti plísním dále zkoumal Nawrocki (2013), který ve své studii porovnával účinky přípravků Amistar 250 SC, PREV-B2 a Polyversum WP. Všechny testované přípravky dokázaly při preventivní aplikaci ochránit rostliny před plísněmi *Fusarium spp.* a *Alternarium spp.* Přípravky Amistar 250 SC a PREV-B2 navíc prokázali kurativní účinek proti plísni šedé (*Botrytis cinerea*).

V naší studii byl u chmelových rostlin ošetřených pomocí PREV-B2 taktéž naměřen nejvyšší obsah alfa hořkých kyselin. Toto zjištění plně koresponduje s výsledkem Vostřela et al. (2018), v jehož studii byl u chmelových rostlin zaznamenán 0,25% nárůst obsahu alfa hořkých kyselin, což představuje přibližně 10% nárůst oproti běžným hodnotám.

Nelze také opomenout insekticidní vlastnosti této látky, které, přestože jsou známy již po staletí, nejsou dosud hojněji využívány. Tento efekt dokládá např. studie Pobožniak et al. (2016), která v roce 2014-2015 provedla aplikaci tohoto přípravku s cílem ověřit účinnost proti třásněnce zahradní na cibuli. Z výsledků vyplynulo, že na rostlinách ošetřených pomocí PREV-B2 byl výskyt třásněnek až čtyřikrát nižší. Stejných výsledků dosáhl Kolařík et al. (2019), který testoval tento přípravek proti krytonosci makovicovému (*Neoglocianus maculaalba*) a bejlomorci makové (*Dasineura papaveris*) a v jehož pokusu vykazoval PREV-B2 srovnatelnou účinnost jako komerčně užívané insekticidy.

Z výsledků nadále vyplývá, že přípravek Alginure vykazoval nejnižší účinnost z hlediska zdravotního stavu porostu i zdravotního stavu hlávek, rozdíly však byly minimální a statisticky nevýznamné. Příkládat to lze skutečnosti, že se jedná o přírodní přípravek, který působí primárně na podporu zdravotního stavu rostliny. Toto tvrzení dokládá studie Khan et al. (2009), který potvrdil, že mnoho druhů mořských řas obsahuje podíl fytohormonů, které se na zdravotním stavu rostliny podílejí. Bylo zjištěno, že mnohé druhy řas obsahují významný podíl cytokininů a některé druhy navíc vyšší obsah auxinů a betainu. Provedl taktéž pokusy se stimulačními účinky betainu, který ve výsledcích vykázal pozitivní vliv na obsah chlorofylu v listech. Tyto zjištění plně korespondují s výsledky Řehoře et al. (2018), který taktéž zaznamenal

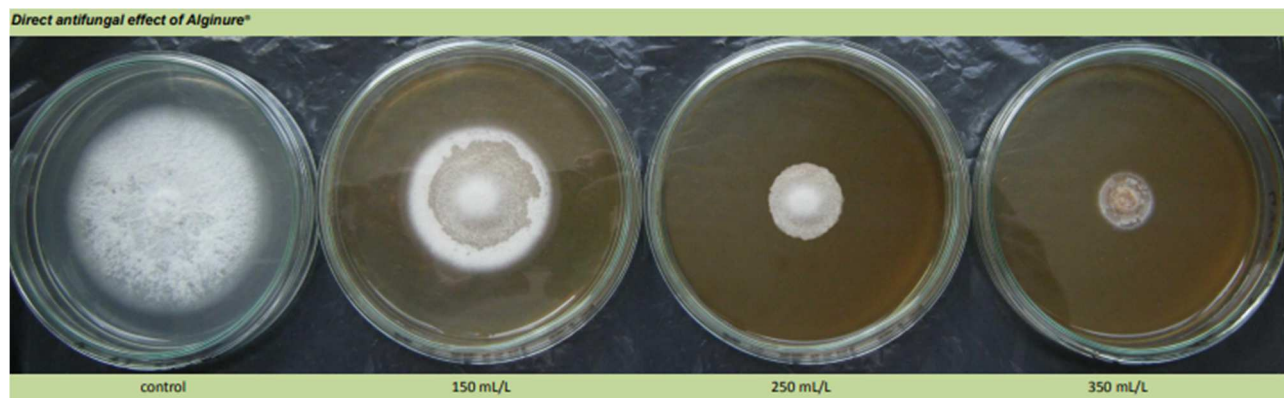
výrazný nárůst obsahu chlorofylu po aplikaci přípravku na bázi mořských řas v porostech chmele otáčivého. Nárůst chlorofylu po aplikaci přípravku s výtažky řasy *Ascophyllum nodosum* potvrdili také Stirk a Staden (2006).

Přestože se tedy jedná o podpůrný přípravek, je antifungální efekt zřejmý. Dokládá to nejen výsledná účinnost v naší studii, jež byla téměř totožná s účinností konvenčních fungicidů, ale také závěry mnoha studií. Příkladem může být práce Kellam et al. (2007), který ve své práci porovnával celkem 132 mořských a 400 sladkovodních druhů řas. Organické extrakty získané z mořských druhů vykazovaly vyšší antifungální aktivitu než řasy sladkovodní a nastínily tak případný potenciál pro jejich fungicidní využití.

Antifungální efekt potvrdila ve své práci také Rychlá et al. (2012), v jejíž studii vykazoval přípravek Alginure velmi dobrou účinnost v potlačení výskytu strupovitosti jabloně.

Přímý antifungální efekt potvrdily také in vitro laboratorní testy Jankury et al. (2015). V jejich práci mělo použití přípravku Alginure prokazatelný vliv na potlačení rozvoje houby *Fusarium oxysporum* (viz obr. č. 15). Bylo tak potvrzeno, že přípravek má nejen posilující efekt na zdravotní stav rostliny, ale působí i přímo antifungálně. Dále bylo v práci zjištěno, že antifungální aktivita výtažků řas může být způsobena obsahem různých forem fosfátů a fosfonátů.

Obrázek č. 15: Zachycení účinku jednotlivých koncentrací Alginuru na rozvoj houby Fusarium oxysporum



Z našich výsledků je také patrné, že aplikace přípravku Alginure, neměla prokazatelný vliv na obsah alfa hořkých kyselin ve chmelu. Naměřené hodnoty hořkých látek byly shodné s variantou ošetřenou konvenčním sledem. Toto tvrzení plně koresponduje s obdobnou studií Vostřela et al. (2018). Případný vliv na výnos suchého chmele taktéž nebyl z našich výsledků patrný. Mařátka a Česka (2009) však ve svých rozsáhlých pokusech s výtažky z mořských řas prezentují výsledky opačné, a sice že po aplikaci zmiňovaných látek došlo v jejich případě k navýšení výnosu chmelových hlávek.

Potvrdil se taktéž silný antifungální efekt tymiánové silice. S našimi poznatky plně korespondují závěry Zambonelli et al. (1996), který prováděl pokusy s esenciálními oleji vybraných rostlin, včetně tymiánu obecného, a zkoumal účinnost v in vitro podmínkách proti patogenům *Rhizoctonia solani*, *Pythium ultimum*, *Fusarium solani* a *Colletotrichum lindemuthianum*. Výsledky byly poté zkoumány elektronovým mikroskopem, načež se potvrdilo, že nejvyšší antifungální efekt vykazuje právě silice tymiánu obecného. Naše závěry

jsou navíc posíleny skutečností, že plíseň *Pythium ultimum* patří do stejného řádu jako námi zkoumaný patogen a má taktéž podobný mechanismus šíření. Nejvyšší účinnosti dosáhla tymiánová silice také ve studii Kumar et al. (2008). V této práci bylo porovnáváno celkem 14 druhů rostlinných silic, z nichž silice tymiánu obecného opět vykazovala nejvyšší antifungální efekt. Zajímavé výsledky také prezentuje Walter et al. (2001), který silice tymiánu testoval na vinné révě proti působení plísně šedé (*Botrytis cinerea*). Z jeho výsledků vyplývá, že silice dokázala úplně potlačit rozvoj patogenu, avšak z našeho hlediska je zejména významná skutečnost, že k dosažení tohoto efektu postačovala pouze 0,33% koncentrace. Jedná se o významné zjištění, jelikož se v rámci naší práce budeme otázkou snižování koncentrace bezpochyby zabývat. K zamyšlení dále vybízí výsledky Abder-Kader et al. (2012) v jehož studii byla tymiánová silice v kombinaci s dalšími látkami testována proti jinému významnému patogenu, jenž se vyskytuje na chmelu – padlí. V této studii se 0,5% roztok tymiánové silice, v kombinaci s dalšími látkami, jevil jako nejúčinnější variantou ošetření proti padlí na rostlinách.

Antifungální vlastnosti chmelových látek nejsou doposud podrobně prozkoumány. Dosud bylo publikováno poměrně málo studií zabývajících se touto tematikou. Jednou z nich je například studie Nionelli et al. (2018), která prokázala antifungální účinnost chmelového extraktu proti nejčastěji se vyskytujícím plísním potravin. Jednalo se o *Aspergillus parasiticus*, *Penicillium carneum*, *Penicillium polonicum*, *Penicillium paneum*, *Penicillium chermesinum*, *Aspergillus niger*, *Penicillium roqueforti*.

Ve všech případech byl zjištěn inhibiční účinek na tvorbu hyf těchto houbových patogenů. Stejně závěry získala ze svých in vitro pokusů i Engelson et al. (1980).

Možností využití chmelového extraktu jako alternativy chemického ošetření se zabývali také Bocquet et al. (2017). V jejich práci byla zjišťována a následně potvrzena účinnost ošetření chmelovým extraktem proti braničnatce pšeničné. Dále bylo při výzkumu zjištěno, že složkou extraktu, jež vykazuje nejvyšší aktivitu vůči houbovým patogenům je kohumulon a desmethylxanthohumol.

Potenciál chmelového extraktu v ochraně chmele potvrdil také Vostřel et al. (2019), který jej testoval proti výskytu peronosporu chmelové na sadbě chmele. I v tomto případě chmelový extrakt efektivně potlačil výskyt peronosporu, a to i při opakované aplikaci po dobu téměř tří měsíců.

Z našich výsledků je patrné, že ošetření chmelovým extraktem nemá prokazatelný vliv na obsah alfa hořkých kyselin ve chmelových hlávkách. Toto tvrzení také koresponduje se studií Vostřela et al. (2018).

Ekonomické zhodnocení

Jak již bylo zmíněno, všechny varianty dosáhly pozitivních výsledků z hlediska účinnosti ošetření.

Nutno však podotknout, že dané látky představují podstatně nákladnější variantu ošetření ve srovnání s konvenčními fungicidy a jejich použití by se tak mělo důkladně zvážit. Dále je nutné zohlednit skutečnost, že se jedná zatím pouze o dvouleté výsledky. V případě použití těchto látek pro fungicidní ochranu by proto stále bylo na místě dbát zvýšené pozornosti a pravidelně kontrolovat ošetřený porost.

Srovnání nákladů ošetření

Průměrná cena za 2 aplikace (Kč/ha):

- Konvenčního fungicidu → 4992 Kč
- Alginure → 21 836 Kč
- PREV-B2 → 10 936 Kč
- Tymiánová silice → 30 000 Kč
- Chmelový extrakt → 26 200 Kč

Cenový rozdíl je více než zřejmý, v rámci pokračování výzkumu je proto nezbytné upravit formulace přípravků a použité koncentrace pro dosažení přijatelné úrovně finanční náročnosti.

Přestože jednotlivé varianty vykazovaly rozdílné hodnoty výnosu suchého chmele, není ekonomické srovnání založené na porovnávání ceny ošetření a navýšení výnosu na místě. Důvodem je skutečnost, že nebyl prokázán přímý vliv ošetření na výši výnosu. Minimální rozdíly ve výnosech byly proto spíše způsobeny možnými odchylkami v podmínkách v rámci stanoviště.

7 Stanovisko k hypotézám a závěr

Z výsledků pokusu lze vyvodit následující závěry.

- Všechny vybrané přípravky se ukázaly jako účinné a potvrdily tak potenciál pro budoucí užití v tomto směru.
- Všechny vybrané látky taktéž dokázaly udržet dobrý zdravotní stav chmelových hlávek v období těsně před sklizní.
- Byla tak potvrzena hypotéza č.1 o účinnosti těchto látek, lze je tedy doporučit pro zařazení do fungicidního sledu.
- U většiny pokusných látek nebyl zjištěn přímý vliv na obsah hořkých látek ve chmelu, ani na výnos chmelových hlávek. Byla tedy potvrzena i hypotéza č.2.
- Výjimku tvoří chmelový extrakt, který trvale vykazoval jak vysokou účinnost. tak nejvyšší hodnoty výnosu suchého chmele. Jedná se sice o statisticky nevýznamné rozdíly, přesto je do budoucna vhodné věnovat této skutečnosti pozornost.
- U přípravku PREV-B2 byly již dříve zjištěny insekticidní vlastnosti. V následujících letech by se tak mohl k pokusu připojit monitoring výskytu škůdců v pokusných porostech. Případně aplikaci této varianty sladit s možnou aplikací insekticidů např. proti dřepčíku chmelovému (*Psylliodes attenuata*) pro získání porovnání.
- Použité látky se vyznačují nízkou reziduální aktivitou, lze je tedy bez potíží použít k ošetření chmelových hlávek před sklizní.

V závěru lze konstatovat, že všechny testované látky prokázaly pozitivní účinek proti působení peronospor chmelové. Je však také nutné brát v potaz, že se jedná zatím pouze o dvouleté výsledky a že pokusné porosty nebyly vlivem vysokých teplot a nízkých srážek vystaveny vysokému tlaku patogenu. V následujících letech by proto bylo vhodné ověřit účinnost těchto látek za příznivějších podmínek pro jeho rozvoj.

8 Seznam literatury

Abdel-Kader MM, El-Mougy NS, Lashin SM. 2012. Efficacy of Different Plant Resistance Inducers against Downy and Powdery mildew Diseases of Pepper under Plastic Houses Conditions.

ResearchGate. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Nehal_El-Mougy/publication/285947280_Efficacy_of_different_plant_resistance_inducers_against_downy_and_powdery_mildew_diseases_of_pepper_under_plastic_houses_conditions/links/58d68923aca2727e5ed2a7a3/Efficacy-of-different-plant-resistance-inducers-against-downy-and-powdery-mildew-diseases-of-pepper-under-plastic-houses-conditions.pdf (duben 2019)

Almaguer C, Schönberger Ch, Gastl M, Arendt EK, Becker T. 2014. Humulus lupulus – a story that begs to be told. Wiley online library. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/jib.160> (duben 2019)

Azar P, Nekoei M, Larijani K, Bahraminasab S. 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. Serbian chemical society. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/f96e/9de490e20d70c1e858f124dffe0d903bd95e.pdf> (duben 2019)

Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar M. 2008. Biological effects of essential oils. Food and Chemical Toxicology . Elsevier, Amsterdam. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160504001680> (duben 2019)

Barborka V. 2017. Sklizeň chmele v ČR 2017 podle odrůd. Chmelařství 90: 137.

Barborka V. 2018a. Sklizeň chmele v ČR 2018 podle odrůd. Chmelařství 91: 141.

Barborka V. 2018b. Prolomena pětitisícová hranice ploch chmelnic v České Republice. Chmelařství 91: 72

Basařová G, Šavel J, Basař P, Lejsek T. 2010. Pivovarství: teorie a praxe výroby piva. 1. vydání. Vysoká škola chemicko-technická, Praha.

Baser KHC. 2008. Biological and Pharmacological Activities of Carvacrol and Carvacrol Bearing Essential Oils. Ingenta. Dostupné z: <https://www.ingentaconnect.com/content/ben/cpd/2008/00000014/00000029/art00004> (duben 2019)

Biendl M. 1996. Aktuální vlastnosti ethanolových extraktů chmele ve srovnání s CO₂ extrakty. Kvasný průmysl 42: 310-314.

Bocquet L, Siah A, Samaillie J, Hilbert JL, Halama P, Sahpaz S, Rivierre C. 2017. Antifungal activity of hops extracts against the wheat pathogen *Zymoseptoria tritici*. Elsevier, Amsterdam. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669018304801> (duben 2019)

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 (duben 2019)

Brant V, Kroulík M, Krofta K, Záborský P, Procházka P, Pokorný J, Chyba J. 2016. Prostorové rozmístění kořenového systému v půdě. Chmelářství 89: 42-46

Engelson M, Solberg M, Karmas E. 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> (duben 2019)

Forejtová M. 2007. Tisková zpráva Svazu pěstitelů chmele České republiky 2007. Svaz pěstitelů chmele, Žatec. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=1&typ=1&val=62697&ids=118> (březen 2019)

Hašková P. 2015. Mořské řasy na českých polích. Agromanuál 9:77.

Hnilička F, Hniličková H, Svoboda P, Krofta K. 2010. Vliv počasí na tvorbu a výši výnosu chmele. Pages 109-115 in Kožnarová V, Sulovská S, editors. Bioklima 2010. Česká bioklimatologická společnost, Praha.

Holdt SL, Kraan S. 2011. Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation. Springer science, Dordrecht. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-010-9632-5> (duben 2019)

Holý K, Procházka P, Štranc J, Štranc D, Štranc P. 2017. Integrovaná ochrana chmele. Certifikovaná metodika. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.

Horejssek J, Zich M. 1990. Chmelařství: učebnice pro SZeŠ studijního oboru Pěstitelství a SOU učebního oboru Pěstitel(ka) se zaměřením pro chmelařství. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Hu Z-M, Fraser C. 2016. Seaweed Phylogeography from 1994 to 2014. Pages 3-22 in HU Z-M, Fraser C, editors. Seaweed Phylogeography. Springer science, Dordrecht.

Chi-Hoon L, Sang-Guei L, Hoi-Seon L. 2010. Acaricidal effects of *Thymus vulgaris* leaf-derived materials and monoterpene alcohols against *Dermatophagoides* spp. Springer Nature Switzerland AG, Cham. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.3839/jksabc.2010.028> (duben 2019)

Isman MB. 2000. Plant essential oils for pest and disease management.. Elsevier, Amsterdam. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026121940000079X> (duben 2019)

Jankura E, Lakatošová J, Sák M, Máleková E. 2015. Direct antifungal effect of Alginure. NPPC - Research Institute of Viticulture and Enology, Rovinka. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Ervin_Jankura2/publication/283075691_Direct_antifungal_effect_of_AlginureR/links/565ee71608aeafc2aac92782.pdf (duben 2019)

Ježek J, (ed). 2015. CHMEL 2015: Příručka pro pěstitele chmele. Chmelařský institut s.r.o., Žatec.

Ježek J. 2017. Zásady pro mechanizovaný řez chmele. Pages 6-20 in Ježek J, editor. Výstava techniky do chmelnic. Chmelařský institut s.r.o., Žatec.

Ježek J, Donner P, Křivská R, Klapal I. 2018. Hodnocení agrometeorologického roku 2017/2018 v Žatci, Liběšicích u Úštěka a Tršicích u Olomouce. *Chmelařství* **91**: 126-134

Jirásek V, Starý F. 1986. Atlas léčivých rostlin. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.

Kazda J, Mikulka J, Prokinová E. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin. Profi Press s.r.o., Praha.

Kellam SJ, Cannell RJP, Owsianka AM, Walke JM. 2007. Results of a large-scale screening programme to detect antifungal activity from marine and freshwater microalgae in laboratory culture. Informa UK Limited, London. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00071618800650061> (duben 2019)

Khan W, Rayirath UP, Subramanian S, Jithesh MN, Rayorath P, Hodges DM, Critchley AT, Craigie JS, Norrie J, Prithiviraj B. 2009. Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development. Springer science, Dordrecht. Dostupné z: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs00344-009-9103-x.pdf> (duben 2019)

Kincl D, Kabelka D, Srbek J, Čáp P, Petrů A, Petera M, Krofta K, Pokorný J. 2018. Půdoochranné technologie pro pěstování chmelu. Certifikovaná metodika. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha.

Klarić MŠ, Kosalec I, Mastelić J, Piecková E, Pepeljnak S. 2007. Antifungal activity of thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oil and thymol against moulds from damp dwellings. Wiley online library. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1472-765X.2006.02032.x> (duben 2019)

Kocourková H, Kocourková B, Ehrenbergerová B, Fojtová J. 2010. Zastopení a obsah silic v odrůdách chmele. Pages 99-102 in Bartlová J, editor. Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů. Profi Press, Praha.

Kolařík P, Rotrekl J, Kolaříková K. 2019. Efficacy of biological formulations against *Neogloclianus maculaalba* and *Dasineura papaveris* in *Papaver somniferum*. Česká akademie přírodních věd, Těšnov. Dostupné z: https://www.agriculturejournals.cz/web/pps.htm?type=article&id=25_2018-PPS (duben 2019)

- Kopecný J. 2008. Zásady pro kvalitní mechanizovaný řez chmele. Chmelařství 81: 21-24.
- Kopecný J, Ježek J, Klíma B, Slavík L. 2008. Zásady pro využití progresivních systémů závlahy chmele v podmínkách chmelařských oblastí ČR. Chmelařský institut s.r.o., Žatec.
- Kořen J, Ciniburk V, Podsedník J, Rybka A, Veselý F. 2008. Sušení chmele na pásových sušárnách. Chmelařský institut s.r.o., Žatec.
- Kořen J, Ciniburk V, Podsedník J, Veselý F. 2009. Monitorovací systém sklizně chmele. Chmelařský institut s.r.o., Žatec.
- Kosař K, Procházka S. 2000. Technologie výroby sladu a piva 1. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha.
- Krofta K. 1997. Chmelové extrakty. Chmelařství 70: 41-44.
- Krofta K. 2008. Hodnocení kvality chmele. Chmelařský institut s.r.o., Žatec.
- Krofta K, Brynda M, Nesvadba V. 2010. Rajonizace českých odrůd chmele: Metodika pro praxi. Chmelařský institut s.r.o., Žatec.
- Krofta K, Ježek J, Klapal I, Křivánek J, Pokorný J, Pulkrábek J, Vostřel J. 2012. Integrovaný systém pěstování chmele. Časopis Chmelařství, Žatec.
- Krofta K, Rybka A. 2015. Inovace sušení chmele je předmětem řešení nového výzkumného projektu. Chmelařství 88: 31-33.
- Kršková I. 2017. Sklizňové plochy chmelnic v České Republice 2017. Česká zemědělská univerzita, Praha. Dostupné z: <http://www.agris.cz/clanek/197216> (březen 2019)
- Kumar A, Shukla R, Singh P, Dubey NK. 2008. Assessment of *Thymus vulgaris* L. essential oil as a safe botanical preservative against post harvest fungal infestation of food

commodities. Elsevier, Amsterdam. Dostupné z:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856407001749> (duben 2019)

Mancini E, Senatore F, Del Monte D, De Martino L, Grulova D, Scognamiglio M, Snoussi M, De Feo V. 2015. Studies on Chemical Composition, Antimicrobial and Antioxidant Activities of Five *Thymus vulgaris* Essential Oils. MDPI, Basel. Dostupné z:
<https://www.mdpi.com/1420-3049/20/7/12016> (duben 2019)

Marchese A, Orhan IE, Daglia M, Barbieri R, Di Lorenzo A, Nabavi SF, Gortzi O, Izadi M, Nabavi SM. 2016. Antibacterial and antifungal activities of thymol: A brief review of the literature. Elsevier, Amsterdam. Dostupné z:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814616306392> (duben 2019)

Masango P. 2005. Cleaner production of essential oils by steam distillation. Elsevier, Amsterdam. Dostupné z:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652604000654> (duben 2019)

Mařátko J, Češka J. 2009. Chmel otáčivý – pokusy v kostce 2009. *EGT system s.r.o., Otice*. Dostupné z: <http://www.energen.info/files/pokusy/chmel-pokusy-v-kostce-2009-tuchorice-matko-ceska.pdf> (duben 2019)

Mařátko J, Češka J. 2019. Zkušenosti s hnojením chmele mikroelementy. Pages 24-33 in Ježek J, editor. Seminář k agrotechnice chmele 2019. Chmelařský institut s.r.o., Žatec.

Ministerstvo zemědělství. 2018. Český chmel 2018. Ministerstvo zemědělství. Praha

Nawrocki J. 2013. Influence of selected plant protection products on reducing the presence of fungi isolated from Chinese aster. Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja, Krakov. Dostupné z: http://www.progress.plantprotection.pl/download.php?ma_id=781 (duben 2019)

Nesvadba V. 2013. Vývoj a tradice českých odrůd chmele. Chmelařský institut s.r.o., Žatec.

Nionelli L, Pontonio E, Gobbetti M, Rizzello CG. 2018. Use of hop extract as antifungal ingredient for bread making and selection of autochthonous resistant starters for sourdough fermentation. Elsevier, Amsterdam. Dostupné z:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016816051730524X> (duben 2019)

Pastyřík V. 1989. Chmelařství. Výstavnictví zemědělství a výživy, České Budějovice

Pavela R. 2011. Botanické pesticidy I. Kurent. České Budějovice.

Pavela R. 2017. Botanické pesticidy, nadějná alternativa ochrany rostlin. Vega s.r.o., Hradec Králové. Dostupné z: <https://www.agrojournal.cz/clanky/botanicke-pesticidy-nadejna-alternativa-ochrany-rostlin-313> (březen 2019).

Petrlík Z, Štys Z. 1979. Ochrana chmele před peronosporou. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha.

Pina-Vaz C, Goncalves Rodrigues A, Pinto E, Costa-de-Oliveira S, Tavares C, Salgueiro L, Cavaleiro C, Goncalves MJ, Martinez-de-Oliva J. 2003. Antifungal activity of *Thymus* oils and their major compounds. Wiley online library. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1468-3083.2004.00886.x> (duben 2019)

Pobozniak M, Grabowska D, Olczyk M. 2016. EFFECT OF ORANGE AND CINNAMON OIL ON THE OCCURRENCE AND HARMFULNESS OF THRIPS TABACI LIND ON ONION. De Gruyter, Berlin. Dostupné z: <https://www.degruyter.com/downloadpdf/j/ahr.2016.19.issue-s1/ahr-2016-0016/ahr-2016-0016.pdf> (duben 2019)

Procházka P, Štranc P, Pazderů K, Vostřel J, Řehoř J. 2018. Use of biologically active substances in hops. Česká akademie zemědělských věd, Těšnov. Dostupné z: https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/655_2018-PSE.pdf (duben 2019)

Remešová M, Poláčková J. 2018. Sledování a analýza nákladů a rentability chmele. Chmelařství 91: 30-35

Rybáček V, (ed). 1980. Chmelařství. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Rychlá K, Katrňák M, Psota V. 2012. THE TREATMENT EFFECT WITH ALGINURE ON APPLE TREE INFECTION BY VENTURIA INAEQUALIS. Mendelova univerzita v Brně, Brno. Dostupné z: https://mnet.mendelu.cz/mendelnet2012/articles/32_rychla_701.pdf (duben 2019)

Rybka A. 2016. Výrobní technologie a mechanizace při pěstování a sklizni chmele. Vega s.r.o., Hradec Králové. Dostupné z: <https://www.agrojournal.cz/clanky/vyrobní-technologie-a-mechanizace-pri-pestovani-a-sklizni-chmele-212> (březen 2019)

Řehoř J, Procházka P, Vostřel J, Fraňková A. 2018. Vliv aplikace biopesticidů na obsah chlorofylu v listech chmele. *Úroda* 66:94-95.

Sell Ch. 2016. Chemistry of Essential oils. Pages 165-195 in Baser KHC, Buchbauer G, editors. Handbook of Essential oils – Science, technology and applications. Second edition. CRC Press, Boca Raton.

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.

Stirk WA, Staden J. 2006. SEAWEED PRODUCTS AS BIOSTIMULANTS IN AGRICULTURE. ResearchGate. Dostupné z https://www.researchgate.net/profile/Wendy_Stirk/publication/257081078_World_seaweed_resources/links/5419390f0cf203f155adc7b7/World-seaweed-resources.pdf (duben 2019)

Suntres ZE, Coccimiglio J, Alipour M. 2013. The Bioactivity and Toxicological Actions of Carvacrol. Informa UK Limited, London. Dostupné z: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408398.2011.653458?casa_token=somPQKw1LYYAAAAA:G0ONCvAnPwXZg1JqkmJJsy1-o90xsBYc7UtWE3z0BU2QUyoBiXW38KssJUDLf0axEGE0n1YrnohC (duben 2019)

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).

Šnobl J. 2003. Agrotechnika chmele - významný faktor výnosu a kvality hlávek. *AGRO* 3: 26-30.

Šnobl J, Štaud J, Vašák J, Zimolka J. 2004. Rostlinná výroba IV.. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Štranc J., Štranc P., Štranc D. 2013. Zásady správné agrotechniky chmele a analýza příčin velkého úhynu chmele na jaře roku 2012. Kurent, České Budějovice

Štranc P, Štranc J, Jurčák J, Štranc D, Pázler B. 2007a. Výsadba chmele. Kurent, České Budějovice.

Štranc P, Štranc J, Jurčák J, Štranc D, Pázler B. 2007b. Řez chmele. Kurent, České Budějovice.

Štranc P, Štranc J, Jurčák J, Štranc D, Ledvina R. 2008. Zpracování půdy ve chmelnicích. Kurent, České Budějovice.

Štranc P., Štranc J., Procházka P., Štranc D. 2017. Vývoj počasí a předběžné výsledky odrůdových pokusů se sójou v ročníku 2016/2017. In: Sborník 22. - 23.11.2017 Hluk: Systém výroby řepky. Praha: SPZO, s. 241-249.

Trivedi MK, Patil S, Mishra RK, Jana S. 2015. Structural and Physical Properties of Biofield Treated Thymol and Menthol. Elsevier, Amsterdam. Dostupné z: <https://cloudfront.escholarship.org/dist/prd/content/qt5bb3h9bm/qt5bb3h9bm.pdf> (duben 2019)

Valíček P. 2006. Technické a siličnaté rostliny. Mendelova univerzita, Brno.

Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. Výživa a hnojení polních plodin. Profi Press s.r.o., Praha.

Vaňatová P. 2018. Výměra chmelnic překročila pětitisícovou hranici. Profi Press s.r.o., Praha. Dostupné z: <https://www.zemedelec.cz/vymera-chmelnic-prekrocila-petitisicovou-hranici/> (březen 2019)

Vavera R, Křivánek J, Pechová M. 2017. Výživa a hnojení produkčních chmelnic. Certifikovaná metodika. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.

Velázquez-Nunez M, Avila-Sosa R, Palou E, López-Malo A. 2013. Antifungal activity of orange (*Citrus sinensis* var. Valencia) peel essential oil applied by direct addition or vapor

contact. Elsevier, Amsterdam. Dostupné z:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713512005294> (duben 2019)

Vent L, (ed). 1963. Chmelařství: organizace a technologie velkovýroby. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernández-López J, Pérez-Álvarez J. 2008. Antifungal activity of lemon (*Citrus lemon* L.), mandarin (*Citrus reticulata* L.), grapefruit (*Citrus paradisi* L.) and orange (*Citrus sinensis* L.) essential oils. Elsevier, Amsterdam. Dostupné z:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713507002629> (duben 2019)

Volf M., Zeman J., 2017. Výsledky pěstování řepky v ČR v roce 2017. In: Sborník 22. - 23.11.2017 Hluk: Systém výroby řepky. Praha: SPZO, s. 3-40.

Vostřel J. 2003. Ochrana chmele proti hospodářsky významným chorobám a škůdcům. AGRO 3: 22-26

Vostřel J, Klapal I, Kudrna T, Fořtová H. 2008a. Metodika ochrany chmele proti svilušce chmelové (*Tetranychus urticae* Koch). Chmelařský institut s.r.o., Žatec.

Vostřel J, Klapal I, Kudrna T, Fořtová H. 2008b. Metodika ochrany chmele proti mšici chmelové (*Phorodon humuli* Schrank). Chmelařský institut s.r.o., Žatec.

Vostřel J, Klapal I, Kudrna T. 2008c. Metodika ochrany chmele proti peronospoře chmelové (*Peronosplasmopara humuli* Miy et Tak., Wils.). Chmelařský institut s.r.o., Žatec.

Vostřel J, Klapal I, Kudrna T. 2010. Metodika ochrany chmele 2010. Chmelařský institut s.r.o., Žatec.

Vostřel J. 2016. Řešení aktuální problematiky ochrany chmele pro peronospoře chmelové s využitím fungicidu Revus. Chmelařství 89: 46-49.

Vostřel J, Procházka P, Řehoř J, Fraňková A. 2018. Vliv biopesticidů na obsah alfa hořkých kyselin ve chmelu. Úroda 66: 76-77.

Vostřel J, Procházka P, Řehoř J, Fraňková A. 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.

Walter M, Jaspers MV, Eade K, Frampton CM, Stewart A. 2001. Control of *Botrytis cinerea* in grape using thyme oil. Springer science, Dordrecht. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1071/AP00059> (duben 2019)

Zambonelli A, Zechini D´Aulerio A, Bianchi A, Albasini A. 1996. Effects of Essential Oils on Phytopathogenic Fungi *In Vitro*. Wiley online library. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-0434.1996.tb00330.x> (duben 2019)

Zheljazkov VD, Astatkie T, Hristov AN. 2012. Lavender and hyssop productivity, oil content, and bioactivity as a function of harvest time and drying. Elsevier, Amsterdam. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669011003852> (duben 2019)

Zima F, Zázvorka V. 1938. Chmelařství. Ministerstvo zemědělství republiky Československé, Praha.

Zdroje příloh

Obrázek č. 15:

Jankura E, Lakatošová J, Sák M, Máleková E. 2015. Direct antifungal effect of Alginure. NPPC - Research Institute of Viticulture and Enology, Rovinka. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Ervin_Jankura2/publication/283075691_Direct_antifungal_effect_of_AlginureR/links/565ee71608aeafc2aac92782.pdf (duben 2019)

