

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Využití přírodních látek s fungicidním účinkem při
produkcí chmele otáčivého**

Diplomová práce

Bc. Jan Řehoř

Autor práce: Bc. Jan Řehoř

Obor studia: Fytotechnika – Rostlinná produkce

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

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Využití přírodních látek s fungicidním účinkem při produkci chmele otáčivého" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé práce Ing. Pavlu Procházkovi, Ph.D. za jeho ochotu, trpělivost, čas a zkušenosti, které mi předával po celou dobu spolupráce. Dále bych chtěl poděkovat mé rodině za stálou podporu po celou dobu studia a hlavně mému strýci Miloši Kudrnáčovi za umožnění pokusů. Poděkování také patří všem, kteří se na pokusech podíleli, ať už v laboratorní, anebo polní části pokusů.

Využití přírodních látek s fungicidním účinkem při produkci chmele otáčivého

Souhrn

Cílem této diplomové práce bylo sledování vlivu ošetření chmele otáčivého vybranými přírodními látkami s antifungálním účinkem a jejich následné využití při produkci chmele. Jako vybrané látky byly použity výtažky z mořských řas, terpeny z pomerančovníku, tymiánová silice a chmelový extrakt. Předpokládanou výhodou těchto ošetření by mohla být nízká fytotoxita a tím i nižší dopad na hospodářský výnos, dále také lepší vliv na kvalitu chmelových hlávek.

Pro poloprovozní pokus byly zvoleny přípravky: Alginure (výtažky z mořských řas), Wetcit (terpeny z pomerančovníku), tymiánová silice a chmelový extrakt. Tříleté pokusy byly založeny v roce 2017 na lokalitách Číňov a Liběšovice. Kromě sledování parametrů kvality (obsahu alfa hořkých kyselin) byl sledován také výnos suchého chmele, zdravotní stav hlávek a obsah chlorofylu v révových a pazochových listech po aplikaci vybraných látek. Výsledky ukázaly, že všechny použité přípravky měly pozitivní vliv na obsah chlorofylu v listech oproti konvenčním přípravkům. Nejvyššího výnosu dosáhla varianta ošetřená chmelovým extraktem. Všechny přípravky rovněž působily pozitivně na obsah alfa hořkých kyselin i na celkovou produkci alfa hořkých kyselin na hektar.

Trend zvyšování obsahu alfa hořkých kyselin byl zaznamenán u všech variant, avšak nejvyšší a zároveň statisticky průkazný rozdíl dosáhla varianta ošetřená chmelovým extraktem a dále varianta ošetřená tymiánovou silicí (také statisticky významný rozdíl). Aplikace všech vybraných látek pozitivně působila na výnos a kvalitu chmelových hlávek, a je tedy možné doporučit přípravky pro využití v praxi.

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

Use of natural substances with fungicidal effect in the hop production

Summary

The aim of this master thesis was to monitor the influence of the treatment of hops with selected natural substances with antifungal effect and their uses in the hop production. As natural substances were selected seaweed extracts, orange terpens, thyme and hop extracts. Prerequisite benefit of this substances could be a low phytotoxicity without the consequence of decreasing yields and quality of hop cones.

For a test were selected: Alginure, Wetcit, thyme oil and hop extract. Experiment were set up in 2017 on locations of Čížov and Liběšovice. In addition to monitoring the quality parameters (alpha fatty acid content), the yield of dry hop, hop cones health and chlorophyll content in grape and pazoch leaves after the application of selected substances were also monitored. The results showed that all the used preparations had a positive effect on the chlorophyll content of the leaves. The biggest yield of the hop cones had a hop extract variant. All preparations also positively influenced the alpha bitter acid content as well as the total production of alpha bitter acids per hectare

Raising trend of content of alpha bitter acids were recorded by all the preparations and the biggest had a variant of hop extract and thyme oil (statistically significant). The application of all selected substances has positively influenced the yield and quality of hop cones, so it is therefore possible to recommend preparations for use in practice.

Keywords: hop, antifungal effect, natural substances, *Pseudoperonospora humuli*, quality of hops

Obsah

1	Úvod	13
2	Vědecká hypotéza a cíle práce	14
3	Literární rešerše.....	15
3.1	Chmel otáčivý	15
3.2	Současnost pěstování chmele v České republice	16
3.2.1	Chmelařské oblasti České republiky.....	16
3.2.1.1	Žatecká chmelařská oblast	16
3.2.1.2	Úštěcká chmelařská oblast	16
3.2.1.3	Tršická chmelařská oblast	17
3.2.2	České odrůdy chmele.....	17
3.2.2.1	Žatecký poloraný červeňák	17
3.2.2.2	Sládek.....	17
3.2.2.3	Premiant	18
3.3	Agrotechnika chmele	18
3.3.1	Zakládání chmelnice	18
3.3.2	Podzimní práce	19
3.3.3	Jarní práce	19
3.3.4	Letní práce	20
3.3.5	Sklizeň a sušení.....	20
3.3.6	Výživa a hnojení	21
3.4	Ochrana chmele.....	22
3.4.1	Škůdci chmele.....	22
3.4.1.1	Sviluška chmelová (<i>Tetranychus urticae</i> C.L. Koch)	22
3.4.1.2	Mšice chmelová (<i>Phorodon humuli</i> Schrank).....	23
3.4.1.3	Dřebčík chmelový (<i>Psylliodes attenuatus</i> Koch).....	23
3.4.1.4	Lalokonosec libečkový (<i>Otiorhynchus ligustici</i> L.).....	24
3.4.2	Choroby chmele	24
3.4.2.1	Peronospora chmelová (<i>Pseudoperonospora humuli</i> Miyabe & Takah)	24
3.4.2.2	Padlí chmelové (<i>Sphaerotheca humuli</i> Wallr)	25
3.5	Přírodní látky s fungicidním účinkem.....	25
3.5.1	Tymiánová silice	26
3.5.2	Chmelové extrakty	27
3.5.3	Pomerančovníké terpeny.....	28
3.5.4	Výtažky z řas	28
4	Metodika.....	29

4.1	Pokusné stanoviště Číňov	29
4.1.1	Základní informace o stanovišti Číňov - pokus probíhal v roce 2017 až 2019 ve stejné chmelnici	29
4.1.2	Agrotechnika.....	31
4.2	Pokusné stanoviště Liběšovice	31
4.2.1	Základní informace o stanovišti Liběšovice v roce 2017	32
4.2.2	Základní informace o stanovišti Liběšovice v roce 2018 a 2019	32
4.2.3	Agrotechnika.....	34
4.3	Průběh počasí	34
4.3.1	Pěstitelský rok 2016/2017.....	34
4.3.2	Pěstitelský rok 2017/2018.....	35
4.3.3	Pěstitelský rok 2018/2019.....	35
4.3.4	Průběh teplot a vlhkosti vzduchu v pokusných chmelnicích.....	36
4.4	Průběh pokusů.....	37
4.4.1	Použití vybraných přípravků s fungicidním účinkem.....	37
4.4.2	Charakteristika přípravků	40
4.4.3	Aplikace.....	41
4.5	Sledované parametry	42
4.6	Hodnocení sledovaných parametrů	42
4.6.1	Relativní obsah chlorofylu.....	42
4.6.2	Obsah alfa hořkých kyselin	43
4.6.3	Výnos suchého chmele	43
4.6.4	Hodnocení zdravotního stavu sklizených hlávek	44
5	Výsledky	45
5.1	Výsledky – průměr lokalit Liběšovice a Číňov za roky 2017, 2018, 2019. 45	
5.1.1	Průměrný relativní obsah chlorofylu v listech.....	45
5.1.2	Zdravotní stav hlávek	46
5.1.3	Průměrný výnos suchého chmele	47
5.1.4	Obsah alfa hořkých kyselin	47
5.1.5	Průměrný výnos alfa hořkých kyselin	48
5.2	Souhrnné statistické zhodnocení.....	49
6	Stanovisko k hypotézám.....	53
6.1	Hypotéza 1	53
6.2	Hypotéza 2	53
7	Diskuze	54
8	Závěr.....	57
8.1	Ekonomické zhodnocení.....	57
8.2	Závěrečné zhodnocení.....	57
9	Literatura.....	59

1 Úvod

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

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

Variabilita počasí posledních let postihuje všechny zemědělské plodiny. Žatecká chmelařská oblast, která je největší pěstitelskou oblastí, se nachází ve srážkovém stínu Krušných a Doupovských hor. Kromě abiotických stresů jsou rostliny chmele vystaveny biotickým stresovým faktorům, jako jsou choroby a škůdci. Biotické stresové faktory jsou nejčastěji eliminovány chemickými přípravky na ochranu rostlin. Tlak, který je v současnosti v Evropské unii vyvíjen na snižování spotřeby pesticidů, má za následek objevování alternativních způsobů ochrany proti chorobám a škůdcům.

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

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem práce bude jednak zpracovat kvalitní literární přehled na zadané téma a jednak vyhodnotit vliv vybraných přírodních látek při ochraně chmele otáčivého proti peronospoře chmelové na relativní obsah chlorofylu, produkci alfa hořkých kyselin a výnos chmele.

Hypotézy:

1) Vybrané přírodní látky nemají vliv na snížení obsahu chlorofylu v révových a pazochových listech a lze je zařadit do fungicidního sledu při pěstování chmele.

2) Použití vybraných přírodních látek při fungicidní ochraně chmele otáčivého má vliv na průběh tvorby alfa hořkých kyselin, jejich celkovou produkci a výnos chmelových hlávek.

3 Literární rešerše

3.1 Chmel otáčivý

Chmel otáčivý je řazen do rodu chmel (*Humulus*) a spolu s konopím (*Cannabis*) do čeledi konopovitých (*Cannabaceae*) (Verzele a De Keukeleire, 1991).

Je to popínavá trvalka, která každoročně obnovuje růst z oddenků. Má vstřícně postavené listy s hrubým povrchem a s 3-5 ostře zakončenými laloky. Chmel otáčivý (*Humulus lupulus* L.) je dvoudomá rostlina a má morfologicky odlišené květy. Samičí květenství jsou charakteristické šišťice, tvořené překrývajícími se listeny. Samčí květenství je hroznovité (Zanolí a Zavatti, 2008).

Babka je zloustlá podpovrchová část kořene, ze které vyrůstají hlavní, vytrvalé a křivité kořeny. Každoročním seřezáváním babky se docílí růstu výhonů tzv. nového dřeva. Z nového dřeva, 2- 10cm pod povrchem, vyrůstají jednoleté, nitkovité, podpovrchové kořínky (Zima a Závorka, 2017).

Kořenový systém chmele je prostorově větvený převážně ve směru řádku. Šířka kořenů směrem do meziřadí je maximálně 50cm. Naopak ve směru po řádku dosahují délky až 50cm na obě strany. Hloubka kořenů může sice dosahovat až 5m, ovšem nejhustší kořenová síť se pohybuje od 0,2m – 1,8m (Brant, 2016).

Pod povrchem půdy vzniká vrcholový pupen lodyhy. Pupen je čteně obalen listeny, které mění svou barvu v rámci vývoje, od bílé až po zelenou. V úžlabí listenů je základ pro tvorbu listů. Vegetační vrchol se diferencuje na jednotlivá pletiva, která dávají vzniknout všem nadzemním orgánům. V úžlabí listů se tvoří pupeny spící, k jejichž probuzení dochází při potlačení apikální dominance (Horejsek a Zich, 1990).

Lodyha (réva) vzniká z tzv. nového dřeva. Révy vyrůstají z jedné babky. Na chmelovod se zavádějí obvykle 3 révy a přebytečné se odstraňují. Barva révy se odrůdově liší. Lodyha je složena z internodií a do 50cm vzrůstu roste kolmo. Pomocí zkřemenělých ostrých háčků se poté začíná pravotočivě ovíjet kolem opory. Z oček, v úžlabí listů, vyrůstají postranní výhony (pazochy), které na sobě nesou základ pazochových listů a větví květenství (Vent et al. 1963).

Květenství se v chmelařské terminologii nazývá osýpka, plodenství hlávky a oplozené jednosemenné nažky - pecky. Chmel je rostlina dvoudomá. Samičí květenství tvoří bohatě větvená lata. Pyl se šíří větrem na vzdálenost až 20km. Samičí květenství je složeno z mnohokrát zalomeného věténka a kvítků. Vývoj květenství je nejrychlejší v horní část révy a na konci pazochů. Žádoucí je, aby doba květu byla krátká. Polorané odrůdy za příznivých podmínek kvetou 20 dní (Horejsek a Zich, 1990).

Jednotlivé odrůdy jsou rozdělené podle morfologických charakteristik. Evropskou variantou je *H. lupulus lupulus* L.. Genetická odlišnost kulturních odrůd pěstovaných v Evropě není příliš vysoká, to naznačuje, že v minulosti došlo k rychlé expanzi jedné varianty po celé Evropě. Severoamerické varianty chmele pravděpodobně migrovaly z Asie, kde jsou varianty geneticky velmi odlišné. Všechny varianty jsou pravděpodobně odvozené z původních asijských divokých variant chmele (Murakami et al., 2008).

3.2 Současnost pěstování chmele v České republice

Česká republika se i v roce 2019 řadí mezi největší producenty jemného aromatického chmele na světě. Za rok 2018 a s plochou 5020ha je Česká republika třetím největším pěstitelem chmele na světě. Česká republika tvoří 8,3% světových chmelnic (Altová, 2019).

K datu 20. 8. 2019 zaujímá sklizňová plocha 5 003ha, což je oproti loňsku o 17ha méně. Chmel je pěstován ve třech chmelařských oblastech – Žatecko, Úštěcko a Tršicko, u 119 pěstitelů. Výsazy nových porostů chmele za Českou republiku činily 248ha, což je ze součtu sklizňových ploch chmelnic ČR 4,96%. Oproti loňsku se jedná o snížení o 48ha (Kršková, 2019).

Celkem se může hodnotit sklizňový ročník 2019 v České republice jako jeden z nejlepších s celkovou produkcí chmele 7 144,71t a průměrným výnosem 1,43t/ha. Ve srovnání s ročníkem 2018 došlo ke zvýšení produkce chmele o 2018,29t (v r. 2018 bylo sklizeno 5 126, 42t), což činí meziroční nárůst 39,37% (Kršková, 2019).

3.2.1 Chmelařské oblasti České republiky

3.2.1.1 Žatecká chmelařská oblast

Žatecká chmelařská oblast je největší a nejvýznamnější oblastí pěstování chmele. Nachází se v katastrech okresů: Louny, Rakovník, Chomutov, Kladno, Plzeň-sever a Rokycany (Vent et al. 1963).

Na severu oblasti jsou lokality údolí řeky Ohře. K jihu, se stoupající nadmořskou výškou, dochází k různým expozicím chmelnic, např. do svahů, údolí, teras. Převážnou část jižní části tvoří Rakovnická plošina. Západní část oblasti je tvořena členitým povodím Blšanky.(Štranc, 2007)

Větší část chmelnic Žatecka je postavena na půdách s původem ve vrstvách permského geologického útvaru neboli permských červenkách. Tyto půdy obsahují velké množství minerálů, a to hlavně sloučeniny železa. Zastoupeny jsou zde i hnědozemě a lužní půdy. Žatecko je suchou a mírně teplou oblastí. Roční úhrn srážek se pohybuje od 400mm do 500mm (Horejsek a Zich, 1990).

3.2.1.2 Úštěcká chmelařská oblast

Úštěcko je převážně tvořeno rovinami v povodí Labe a Ohře. Jádrem oblasti jsou Polepská blata. Tato oblast postupně severně stoupá až do Českého středohoří. Jih oblasti v obci Koštice splývá s Žateckou chmelařskou oblastí (Štranc, 2007).

Hnědozemní typ je typický pro většinu chmelnic této oblasti. Objevují se zde i černozemě a půdy lužního typu. Klimaticky je oblast podobná Žatecké chmelařské oblasti. Je mírně teplá, suchá. Roční úhrn srážek je zde větší než na Žatecku 500mm až 550mm (Forejtová, 2007)

3.2.1.3 Tršická chmelařská oblast

Tršicko je jedinou chmelařskou oblastí na Moravě. Půdy jsou převážně hnědozemního typu, některé mírně podzolové. Většinou jsou to půdy hluboké, středně těžké, hlinité, ale také jílovitohlinité až jílovité (Štranc, 2007).

Roční úhrn srážek je větší než na Žatecku a Úštěcku, 600mm až 650mm. Většina chmelnic se nachází ve výšce 260 – 300m n. m (Forejtová, 2007).

3.2.2 České odrůdy chmele

3.2.2.1 Žatecký poloraný červeňák

Majoritní odrůdou v České republice je Žatecký poloraný červeňák pěstovaný na 85,2% celkové pěstitelské plochy. Pivovarských vlastností Žateckého poloraného červeňáku se využívá i při šlechtění nových odrůd chmele (Altová, 2019).

Žatecký poloraný červeňák vznikl od 19. století, postupným šlechtěním od Staročeského červeňáku, až po odrůdu Krištofa Semše. Semšův chmel byl základem pro šlechtitelskou práci Karla Osvalda. Osvaldovy klony byly uznány jako samostatné klony (odrůdy) v roce 1946. Žatecký poloraný červeňák má obsah alfa hořkých kyselin 2,5% - 4,5% (Horejsek a Zich, 1990).

Odrůda Žateckého poloraného červeňáku (ŽPČ) je registrována v devíti klonech Karla Osvalda: Osvaldův klon 31, Osvaldův klon 72, Osvaldův klon 114, Sirem, Lučan, Blato, Zlatan, Podlesák, Blšanka (Nesvadba et al., 2012).

Rostlina ŽPČ se vyznačuje středně mohutným habitem s větším olistěním, střední hustotu nasazení hlávek vejčitého tvaru, jejichž délka se v plné zralosti pohybuje mezi 2-3cm. Chmelová réva je široká asi 10mm a vyznačuje se načervenalým antokyanovým zbarvením. Odrůda je středně raná, s délkou vegetace mezi 122 a 128 dny. Vyznačuje se velmi dobrou česatelností a výnosy mezi 0,8t- 2,0t/ha (Nesvadba 2013).

I přes mírné snížení plochy jemného aromatického chmele, kterým je Žatecký poloraný červeňák, o 2,0% (87ha), zaujímá v rámci České republiky stále 85,19% s plochou 4 262ha (Kršková, 2019).

3.2.2.2 Sládek

Nejrozšířenější hybridní odrůdou je v České republice odrůda Sládek, který se pěstuje na ploše 344ha, což tvoří 6,87%. V průměru dosahovala v roce 2018 výnosu 1,52t/ha (Altová, 2019).

Základem této odrůdy byl výběr hybridního potomstva šlechtitelského materiálu, který má svůj původ v odrůdách Northern Brewer a Žateckém poloraném červeňáku. Nejprve byl registrován v roce 1987 jako VÚCH 71 a v roce 1994 jako odrůda Sládek (Krofta et al., 2010).

Habitus rostliny je mohutný a tvar válcovitý až kyjovitý. Réva je 11 – 13mm silná a vždy zelená. Plodonosné pazochy jsou středně až vysoko nasazené a jsou střední až dlouhé. Typické je husté nasazení hlávek, které mají mírně odkloněné špičky krycích listenů od hlávky. Sládek je odrůdou pozdní (Ježek et al., 2015).

Odrůda je středně odolná k primární i sekundární infekci peronosporou chmelovou (*Pseudoperonospora humuli* Miyabe & Takah), tolerantní k primární infekci a velmi tolerantní k sekundární infekci padlím chmelovým (*Sphaerotheca humuli* Wallr) (Nesvadba, 2013).

Aroma chmelových hlávek je jemné chmelové, vhodné pro druhé chmelení. Obsah alfa hořkých kyselin dosahuje 4,5 – 8,0% (Nesvadba et al., 2012).

3.2.2.3 Premiant

Premiant je k roku 2019 s plochou 193ha třetí nejpěstovanější odrůdou v ČR. Průměrný výnos dosahoval 1,82t/ha. Obsah alfa hořkých kyselin dosahoval hodnot od 8,20 do 9,40% (Kršková, 2019).

Tato odrůda má původ v různém šlechtitelském materiálu, mimo jiné v inzuchtní linii Žateckého poloraného červeňáku. Odrůda byla registrována v roce 1996 jako odrůda s vyšším obsahem chmelových pryskyřic (Nesvadba, 2013).

Rostlina se vyznačuje mohutným vzrůstem a válcovitým tvarem. Síla zelené révy je 12 – 15mm. Středně vysoko nasazené plodonosné pazochy jsou střední až dlouhé a horizontální. Typickou vlastností odrůdy Premiant je tvorba pazochů druhého řádu, které se tvoří v úžlabí révového listu a plodonosného pazochu prvního řádu. Premiant je náchylný k napadení peronosporou chmelovou (*Pseudoperonospora humuli* Miyabe & Takah), ale je tolerantní k padlí chmelovému (*Sphaerotheca humuli*) (Ježek et al., 2015).

Aroma Premiantu je jemně chmelové, charakterizováno spíše převahou ovocné vůně. Obsah alfa hořkých kyselin se pohybuje od 7 – 10% (Nesvadba et al., 2012).

3.3 Agrotechnika chmele

3.3.1 Zakládání chmelnice

Chmel je z hlediska potřeby živin jednou z nejnáročnějších plodin a pěstování chmele patří k nejintenzivnějším. Tudíž je zásadní výběr stanoviště s vhodnými agroekologickými podmínkami. Menší životnost vykazují porosty, které jsou v otevřených a návětrných polohách, tzv. polních polohách (Vent et al. 1963).

Za vhodné půdní podmínky lze obecně označit, všechny hluboké a homogenní půdy v dobrém agroekologickém stavu. Konkrétně jsou to oblasti Zlatého potoka, Podlesí a povodí řeky Ohře. Naopak horší půdní podmínky pro pěstování chmele představují místa s malou sorpční kapacitou a vysokou hladinou podzemní vody. Obdobně nevhodné jsou těžké půdy, na kterých může docházet k zhutnění půdy (Štranc et al., 2013).

Chmel je vytrvalá a hluboko kořenící rostlina, proto je před výsadbou velmi důležité důkladné zpracování půdy do hloubky. Kořeny chmele dosahují délky až 5,0m a nejhustší síť je zpravidla od 0,5 do 2,0m. Kvalitní prokypření spodních vrstev je příznivé nejen pro snadnější růst kořenů, ale i pro lepší mineralizaci, oxidaci a mikrobiologickou aktivitu (Klas, 2020).

Obecně lze konstatovat, že ztráty světelné radiace jsou nízké při orientaci řadů východ - západ. Směr řadů je však velmi závislý na podmínkách dané lokality a je nutné k tomuto

kritériu přistupovat individuálně. Stejně specifický je spon výsadby. Spon výsadby je faktor, který je odvislý jak od odrůdy, tak přírodních a klimatických podmínek. Hustota porostu je zásadní pro efektivní pěstování chmele (Štranc et al., 2007).

3.3.2 Podzimní práce

Podstatou podzimních prací je hlavně úklid rostlinných zbytků z chmelnic a příprava půdy s případným zapravením organických hnojiv. Příčným a podélným vláčením hřebovými bránami dochází k mělkému prokypření, urovnání povrchu a shrnutí rostlinných zbytků. Při příčném vláčení je však nutné dbát na kvalitu vláčení tak, aby nedošlo k poškození chmelových babek (Kincl et al. 2018).

Urovnání a prokypření chmelnice je základní podmínkou dobrého zpracování půdy. K prokypření meziřadí slouží zařazení mělkého kypření a následné orby. Při tomto systému dosahuje orba vyšší kvality. Ve specifických podmínkách lze podzimní orbu přechodně vynechat. Vliv případného úplného vynechání podzimní orby není zcela negativní. Zařazení hloubkového kypření má pozitivní účinek na fyzikální vlastnosti půdy a také na rozrušení utužených vrstev. Technologický sled operací je následující: úklid a vláčení, mělké kypření v meziřadí, orba meziřadí s odorávkou řadů anebo periodické hloubkové kypření (Štranc et al., 2008).

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 (Štranc et al., 2007).

3.3.3 Jarní práce

Řez chmele v České republice patří stále ke klíčovým jarním kultivačním zásahům. Jeho význam spočívá ve formování chmelové babky (Křivánek et al, 2008).

Při řezu dochází k odřezávání horizontálně rostoucích oddenků, čímž se zabraňuje nadměrnému rozrůstání babky. Dalším významem řezu chmele je zpoždění tvorby jarních výhonů, čímž je možné ovlivnit následující růst a vývoj rostliny (Ježek 2017).

Příprava pozemku k řezu spočívá hlavně v urovnání pozemku do roviny. Toho lze docílit opakovaným vláčením anebo kultivací. Vhodné je použití kruhových bran. Jarní práce před řezem by měly být zahájeny nejpozději do poloviny března (Kopecký et al., 2008).

Doba řezu je závislá na místních podmínkách a stáří porostu. V teplejších lokalitách s lehčími půdami se volí řez pozdější, a to z důvodu intenzivního rašení. Naopak v lokalitách chladnějších a s těžšími půdami se upřednostňuje řez ranější. U starších chmelnic dochází k ranějšímu řezu (Ježek et al., 2015).

Při řezu chmele by se měly dodržovat následující poznatky: pracovní rychlost ořezávače nezvyšovat nad 3,5km/hod, dodržovat sklon kotoučů 2 – 3°, řezný kotouč by měl mít 34 – 40 zubů. Nejlepší je provádět středně raný řez od konce první dekády dubna do poloviny jeho třetí dekády (Štranc et al., 2013).

Hloubka řezu je zpravidla dána stářím a vitalitou chmelového porostu. Při prvním řezu chmelnice se provádí řez nadsazený a v následujících letech se hloubka řezu navyšuje. U starších chmelnic se naopak hloubka řezu snižuje (Ježek 2017).

Při řezu dochází k poranění vnějších i vnitřních pletiv, což působí jako stresový faktor rostlin a zároveň jako vstupní brána pro patogenní činitele. Za nejvhodnější termín řezu se považuje první až třetí dekáda dubna (Štranc et al., 2007).

Další činností prováděnou na jaře je zavěšování chmelovodičů do „systému V“. Tento systém spočívá v uchycení dvou chmelovodičů na drát stropu konstrukce a následné propojení a ukotvení k jedné rostlině (Kopecký et al., 2008).

Zavádění rostlin je jednou z nejdůležitějších prací v tvorbě výnosu hlávek. Lze konstatovat, že nejvhodnějším obdobím pro zavádění je druhá dekáda května. Pro zavádění se vybírají zdravé, správně vyvinuté a nepoškozené výhony vyrůstající ze středové části babky. Příliš časně i příliš pozdní zavádění má negativní vliv na výnos. Stejně tak i zavedení menšího počtu výhonů. Po prvním zavádění následuje zavádění druhé a pak následuje ještě zavádění odkloněných vrcholů (Štranc et al., 2013).

3.3.4 Letní práce

Letní agrotechnické zásahy lze ve chmelnici rozdělit na plečkování meziřadí a priorávku. Hlavním důvodem kultivace meziřadí je zlepšení fyzikálních vlastností půdy a likvidace plevelů. Kromě odplevelovacího účinku má priorávka vliv na omezení růstu přebytečných výhonů. Priorávka se provádí do výšky 15cm, čímž se vytvoří podmínky pro tvorbu jednoletých kořenů, které zásobují rostlinu vodou a živinami (Kopecký et al., 2008).

První priorávka se provádí zpravidla po dokončení zavádění výhonů. Tato priorávka musí být prováděna velmi šetrně, aby nedošlo k stržení výhonů z chmelovodů. Druhá priorávka se provádí v 3. dekádě června (Štranc et al., 2013).

Kypření je neefektivnější způsob narušení kapilarity, což je vhodné hlavně v první polovině léta, kdy je nejintenzivnější odpar. V druhé polovině léta je třeba omezit výpar vytvořením zhutnělé vrstvičky, nad kterou budeme udržovat mulč z jemné drobtovité půdy. Kypření můžeme provádět pomocí různých nástrojů, např. kypřiče s různými typy slupic, rotačním kypřičem a různými typy bran (Štranc et al., 2008).

3.3.5 Sklizeň a sušení

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 (Rybáček et al., 1980).

Při mechanizované sklizni dochází k dekapitaci chmelových rév. Tento způsob značně narušuje ontogenezi rostlin, protože transport asimilátů do podzemních částí rostlin je značně omezen. Proto se sklizeň doporučuje v době technické zralosti hlávek (Štranc et al., 2013).

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. Výkon česací linky je ovlivněn habitem chmelových rév, vlhkostí rostlin, rychlostí dráhy česací linky a česacích prvků. Dále pak výkonem obsluhy zavěšovacího zařízení. Nastavení česacího stroje je různé i pro jednotlivé odrůdy (Kořen et al., 2009).

Po očesání dochází na česacím stroji k čištění a oddělení chmelových hlávek od zbylého odpadu. Separace a čištění se liší typem česacího stroje. U pěstitelů převažují starší česací linky, které jsou v provozu 20 a více let (asi 60%) (Rybka, 2016).

Sušení chmele lze rozdělit na tři části. V počátku sušení dohází k zvýšení teploty hlávek a k odpařování vlhkosti na povrchu hlávek. Konstantní rychlost sušení nastává, jakmile jsou hlávky na teplotě adiabatického nasycení. Dochází k lineárnímu odpařování vlhkosti až do kritického bodu. Při dosažení kritického bodu už není povrch hlávek vlhký a dochází k snížení rychlosti. Proces končí, když dojde k vyrovnání teplot mezi vzduchem a hlávkou. (Kořen et al., 2008a)

Poslední fází před balením je klimatizace chmele. Chmel o vlhkosti 5 – 7% se klimatizuje na vlhkost 10 – 12%. Tento krok je důležitý pro zabránění křehkosti a lámavosti hlávek (Kořen et al., 2008b).

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

3.3.6 Výživa a hnojení

Chmel je náročný na živiny a to jak z hlediska pestrosti skladby živin, tak i na objem hnojiv. Organická, pevná vápenatá, fosforečná, draselná a hořečnatá hnojiva se převážně aplikují v podzimním období. V době vegetace se využívá aplikace hnojiv dusíkatých a kapalných. Pro diagnostiku nedostatku živin se využívají metody listové analýzy (Ježek et al., 2015).

V integrované produkci chmele je snahou největší uzavření koloběhu všech živin a také zamezení ztrát živin z dodávaných hnojiv. Při stanovení dávky hnojiv se vychází ze stanovené půdní zásoby. Ideálnímu výživnému stavu může bránit nevyváženost půdního roztoku nebo pevná vazba prvků v půdě (Krofta et al., 2012).

Jedna tuna hlávek je podmíněna přibližně 90kg N, 40kg P₂O₅, 100kg K₂O, 140kg CaO a 30kg MgO. Pro chmel je z výživového hlediska důležitá stará půdní síla. Člověk zvyšuje půdní úrodnost „uměle“ různými způsoby např. zpracováním půdy, či hnojením (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).

Produkci chmele chybí návaznost na živočišnou výrobu, což způsobuje omezené vstupy organických hnojiv. Vhodnou alternativu představuje zelené hnojení. Pozitivní vliv má na dodání organické hmoty, ale také na stabilitu ekosystému chmelnic. Vhodné je zvolení podplodiny s fytosanitárními účinky (Štranc et al., 2008).

Dávku dusíkatého hnojiva je nutné rozložit do dvou nebo třech etap. První dávku aplikovat po řezu, před první a druhou přiorávkou. Přihnojování dusíkem je nutné ukončit do 15 – 20 července, v závislosti na fázi tvorby hlávek. Střední hodnota celkové roční dávky dusíku je 170kg/ha. Případné nedostatky výživy lze včasné doplnit zásahy mimokořenové výživy (Kopecký et al., 2008).

Fosfor podporuje tvorbu generativních orgánů. Nedostatek fosforu se projevuje omezeným růstem všech orgánů chmele, špatným výnosem a kvalitou chmelových hlávek. Nadbytek fosforu způsobuje předčasné zakvétání chmele a urychlené dozrávání hlávek. Při nadměrné hladině fosforu v půdě dochází k blokování příjmu zinku (Krofta et al., 2010).

Draslík má nezastupitelnou úlohu při fotosyntéze a vodním režimu rostlin, zpevňování pletiv a také zvyšuje odolnost rostlin vůči chorobám a škůdcům. Obsah draslíku by měl být udržován v adekvátní hladině, jelikož v nadbytku omezuje příjem ostatních živin. Nedostatek draslíku může způsobovat narušení apikální dominance (Ježek et al., 2015).

Hořčík je z celkového podílu z 10% vázán v chlorofylu, kde má nezastupitelnou roli při fotosyntéze. Jeho vliv na vývoj a kvalitu chmelových hlávek je zásadní. Nedostatek se projevuje barevnými odchylkami na nejstarších listech (Vavera, 2017).

Význam vápníku je hlavně jako součást organel a buněčných membrán. Vápník je málo pohyblivý, a tak je potřeba zajistit jeho zásobu po celou dobu vegetace. (Rybáček, 1980)

Nedostatek vápníku se projevuje na nejmladších částech rostliny. Nadbytek vápníku omezuje příjem ostatních iontů (Krofta et al., 2010).

Během vegetace dodáváme chybějící mikroelementy (Zn, B, Mg, Mn, Mo). Příznaky nedostatku těchto živin se projeví na listech a zjistíme je listovou analýzou. Vhodným způsobem aplikace je listová aplikace. Je možné spojit krok aplikace hnojiv s aplikací přípravků na ochranu rostlin. Některá hnojiva je možné aplikovat také kapkovou závlahou (Vavera et al., 2017).

3.4 Ochrana chmele

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

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

V integrovaném systému ochrany chmele je zásadní také soubor preventivních opatření. Mezi hlavní preventivní opatření patří péče o půdu a vytvoření stability v agroekosystému chmelnice. Stabilitu ekosystému chmelnice se dá dosáhnout např. ozeleněním meziřadí, nebo podporou užitečných organismů. (Holý et al., 2017)

3.4.1 Škůdci chmele

3.4.1.1 Sviluška chmelová (*Tetranychus urticae* C.L. Koch)

Sviluška chmelová je drobný roztoč systematicky zařazovaný do členovců (*Arthropoda*), podkmene klepítkačů (*Chelicerata*), třídy pavoukoců (*Arachnida*), řádu roztočů (*Acarina*), podřádu sametkovců (*Trombidiformes*) a čeledi sviluškovitých

(*Tetranychidae*). Na chmelové rostlině se nejčastěji vyskytuje na spodní straně listu, kde vytváří typické pavučinky, v pozdějších fázích napadá i chmelové hlávky (Kazda et al. 2010).

Mezi primární příznaky napadení patří neomezené žlutavé skvrny na spodní straně listů. Poté přecházejí na mladé výhony, květ a na hlávky. Napadení může způsobit až usychání celé rostliny (Krofta et al., 2012).

Z agrotechnických preventivních opatření proti rozvoji svlušky je nejdůležitější udržování čistých ploch chmelnic, odplevelení, vyrovnaná výživa porostu a podpora přirozených nepřátel (Vostřel et al. 2008a).

Ochrana musí být načasována na počátek výskytu dospělců a kladení vajíček. Poškození listů krátce před sklizní nemá zásadní vliv na výnos. Z hlediska biologické ochrany je možná introdukce dravého roztoče *Typhlodromus pyri*. Přirozenými nepřáteli jsou dravé ploštice, drabčáci, sluněčka a bejломorka *Feltiella acarisuga* (Holý et al., 2017).

3.4.1.2 Mšice chmelová (*Phorodon humuli* Schrank)

Mšice 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 při něm ke střídání jak pohlavních tak nepohlavních generací. Za svůj životní cyklus poté vystřídá více hostitelů. U chmele, který je sekundárním hostitelem, dochází k napadení v polovině května. V tuto dobu škodí okřídlené samičky mšic a to sáním na nejmladších listech. Bez oplození následně rodí živé larvy, které se vyvíjí v bezkřídlé samičky. Za příznivých podmínek se takto může na chmelu během jediné vegetace vystřídát až 8 generací mšic (Vostřel et al., 2008b).

Prvními příznaky jsou kadeřavění listů a žluté skvrny. Negativní vliv má i vylučovaná medovice, která se usazuje na listech a je živnou půdou pro houbové choroby (Zima a Závorka, 2017).

Ochrana by měla být cílena na vrchol náletu mšic do chmelnic a při zvýšeném tlaku provést i 2. ošetření. Mšice se snadno stávají rezistentními, a proto je vhodné dodržovat protirezistentní opatření. Vhodné je použití selektivních přípravků, které jsou šetrné k užitečným organismům např. sluněčkám, zlatoočkám, pestřenkám a dravým bejломorkám (Holý et al., 2017).

3.4.1.3 Dřebčík chmelový (*Psylliodes attenuatus* Koch)

Náleží do kmene členovců (*Arthropoda*), třídy hmyzu (*Insecta*), řádu brouků (*Coleoptera*) a čeledi mandelinkovitých (*Chrysomelidae*) (Kazda et al., 2010).

Dřebčík chmelový (*Psylliodes attenuatus* Koch) je lesklý brouk měděné barvy. Díky silně vyvinutým stehnům mají typický, rychlý, mrštný pohyb (Zima a Závorka, 2017).

Škodí žírem listů a výhonů. Napadené listy jsou řešetovitě proděravělé. Při silném napadení může docházet až k holožírui. Zpravidla se objevuje první jarní generace, letní generace potom škodí v období konce července a srpna (Vostřel et al., 2010a).

Nejlépeším způsobem ochrany je regulace přezimujících generací na jaře. Ošetření je vhodné spojit s ošetřením proti lalokonosci libečkovému (*Otiiorhynchus ligustici* L.). Při správném celoplošném provedení se škodlivost letních generací výrazně snižuje. Může

docházet k výskytu dalších druhů dřepčíků, jejich škodlivý význam je však minimální (Holý et al., 2017).

3.4.1.4 Lalokonosec libečkový (*Otiorhynchus ligustici* L.)

Patří do třídy hmyzu (*Insecta*), řádu brouků (*Coleoptera*) a čeledi nosatcovitých (*Curculionidae*). Dospělci jsou 10 – 15mm dlouzí, mají tupý noseček a široce oválné krovky. Přezimují a z půdy vylézají při teplotách půdy 8°C v 50cm. Samice kladou neoplozená vajíčka, z nichž se líhnou larvy, které jsou typické noční aktivitou. Vývoj jedince trvá od dvou, tří let. Žírem škodí až v dalším roce po zaklučení (Ježek et al., 2015).

Napadá hlavně výhony a to ještě v době před řezem. Nezanedbatelné jsou také škody způsobené žírem larev na podzemních částech rostlin. Při chladnějším období může i 5 jedinců na rostlině způsobit holožír (Krofta et al., 2012).

Ochrana se zaměřuje na regulaci dospělců při úživném žiru před kladením vajíček. Hubení larválních stádií je v současné době problematické. Lze využít dravé hlístice rodu *Heterorhabditis*. Mechanická ochrana se prováděla lapáním dospělců do ryglu vystlaného igelitovou folií. Starším příkladem byla výsadba salátu v blízkosti chmelnice za účelem koncentrace brouků a jejich následné likvidace (Holý et al., 2017).

3.4.2 Choroby chmele

3.4.2.1 Peronospora chmelová (*Pseudoperonospora humuli* Miyabe & Takah)

Peronospora chmelová je jednou z nejrozšířenějších houbových chorob chmele ve většině chmelařských oblastí severní polokoule. Systematicky se řadí do třídy řasovky (*Oomycota*). Peronospora se rozmnožuje se pohlavně i nepohlavně, to jí umožňuje přetrvávat nepříznivé podmínky a rychle se šířit v optimálních podmínkách (Gent et al. 2015).

V napadených rostlinných pletivech vytváří peronospora chmelová zimní výtrusy, které se s rostlinnými zbytky dostávají do půdy a při rozkladu se uvolňují. Tyto výtrusy mohou na jaře infikovat mladé výhony prorůstající půdou, v nichž se pak rozrůstají vlákna (hyfy) peronospor a vzniká mycelium (Vostřel et al. 2008c).

Z infikovaných výhonů vyrůstají zakrslé žlutozelené listy, které mají zkrácená internodia. Tyto výhony díky své podobě klasu dostaly označení „klasovité výhony chmele“ a jsou zdrojem primární infekce (Skotland a Johnson, 1983).

Na spodní straně poškozených listů vzniká hnědý povlak složený ze sporangiofor a zoosporangií, kterými se peronospora v průběhu vegetace šíří. Při kontaktu s vodou se ze zoosporangií uvolňují zoospory, které infikují další rostliny. Zoospory klíčí, prorůstají do průduchů listů a při silném napadení dochází k napadení květů a hlávek (Calderwood et al. 2015).

Peronospora přezimuje v podobě mycelia v chmelové babce. Na jaře z takové rostliny vyrůstají již infikované výhonky. V takovém případě se jedná o systémové napadení peronosporou, které se v chmelnici může dále šířit (Vostřel et al., 2008c).

V ochraně proti tomuto patogenu je snahou zdokonalit účinný systém ochrany. Systém, který je založen na monitoringu následně včasném stanovení optimálních termínů ošetření,

preventivních opatřeních a minimalizací negativních účinků na životní prostředí, může znamenat úsporu nákladů. Cílené ochranné zásahy vedou jak ke snížení počtu aplikací, tak ke snížení objemu použitých přípravků (Řehoř et al., 2018).

Výskyt a šíření peronospory chmelové je velmi úzce provázán na průběh počasí. Teplota převážně ovlivňuje délku a průběh inkubační doby. Při teplotách 1 – 3°C dochází pouze k vegetativnímu růstu houby. Nejkratší inkubační doba je při teplotách 21 – 25°C. Tvorba plodnic a zoosporangií je ovlivněna vlhkostí vzduchu. Ideální je vlhkost 90%, avšak ke tvorbě plodnic stačí již 40% vlhkost vzduchu. Vyšší počet srážkových dnů v průběhu vegetace také pozitivně ovlivňuje infekci (Ježek et al., 2015).

Základ ochrany proti peronospoře chmelové (*Pseudoperonospora humuli* Miyabe & Takah) je včasná eradikace primární infekce, k čemuž slouží včasné jarní ošetření. Toto ošetření se zpravidla provádí na počátku vzházení výhonů po řezu chmele. Od počátku června nastává období sekundární infekce a její ošetření se řídí krátkodobou prognózou (Holý et al., 2017).

Nepřímou metodou jak předcházet infekci je důkladný podzimní úklid posklizňových zbytků, včasné zavádění porostu a udržování porostu bez plevelů. Zabezpečit zdraví rostlin pomáhá i všestranná komplexní výživa (Vostřel et al., 2008c).

3.4.2.2 Padlí chmelové (*Sphaerotheca humuli* Wallr)

Jedná se o nejstarší houbovou chorobu chmele. V našich podmínkách se jedná o fakultativní patogen s nepravidelným výskytem. Napadá pouze botanický rod *Humulus spp.* (Kazda et al., 2010).

Padlí chmelové vytváří skvrnitý, bílý, moučnatý povlak na líci listů. Za vlhkých podmínek se podhoubí rozrůstá na stonky a hlávky. Po primární infekci napadené části rostliny hnědnou. Obecně se dá říci, že Žatecký poloraný červeňák je odolnější než hybridní odrůdy chmele (Vostřel, 2003).

Padlí chmelové není při sekundární infekci závislé na vodě. Proto nelze provádět krátkodobou předpověď výskytu. Padlí je citlivé k vysokým teplotám a nízké atmosférické vlhkosti (Krofta et al., 2012)

Základem ochrany proti padlí chmelovému (*Sphaerotheca humuli* Wallr) je likvidace infikovaných částí rostlin a preventivní, pravidelná kontrola porostů. Mimo konvenčních fungicidů lze také využít přípravky zlepšující pevnost a vitalitu pletiv např. Prev-B2. Nepřímou metodou ochrany může být i defoliace spodních pater listů (Holý et al., 2017).

3.5 Přírodní látky s fungicidním účinkem

Silice jsou složité těkavé, přírodní, organické sloučeniny vyznačující se typickým aroma. Silice jsou složité organické sloučeniny, které mohou obsahovat až 60 složek v různých poměrech a koncentracích. Jednotlivé silice jsou charakterizovány dvěma až třemi látkami s nejvyšším zastoupením v silici. Mezi hlavní skupiny látek patří terpeny, terpenoidy a další aromatické a alifatické složky (Bakkali et al., 2007).

Většina silic obsahuje sloučeniny báze terpenoidů a nebo neoterpenoidů. Všechny jsou uhlovodíky a jejich okysličené deriváty. Některé obsahují deriváty dusíku nebo síry. Základem mnoha silic jsou monoterpeny, seskviterpeny nebo diterpeny (Berger, 2007).

Silice se tvoří ve speciálních buňkách nebo speciálních pletivech. Typický je výskyt v určité části nebo orgánu rostliny. U různých čeledí je typické různé umístění siličnatých pletiv. Od žláznatých trichomů, přes květ, listy, stonek, až po siličnaté buňky v oddenku. Ze všech známých rostlinných druhů je asi 5% aromatických rostlin a jedna třetina čeledí je využitelná k extrakci silic (Lawrencet, 2001).

Nejčastěji se k získávání rostlinných silic používá destilace vodní parou. Aparatura pro destilaci vodní parou se skládá ze čtyř částí: nádrž na rostliny, zařízení na výrobu páry, chladič a nádržky na olej. Nádrže na rostlinný materiál by měly být ušlechtilého kovu, nebo z mědi. Zahříváním vody vzniká pára, která je pod tlakem poháněna k rostlinnému materiálu, kde se pozvolna začne uvolňovat silice. (Masango, 2004)

Při procesu destilace vystupuje silice nejprve na povrch rostlinného materiálu, kde kondenzují kapičky silice s horkou párou. Pak dochází ke srážení, při němž se díky různé hustotě obě látky oddělují. Silice jsou většinou lehčí a tak dochází k jejich izolaci z povrchu destilátu. Silice se uchovávají ve vzduchotěsných nádobách. Nádoby by měly být z barevného skla. Nejlepší je fialová barva, která zamezuje přístupu záření a tím napomáhá k delší trvanlivosti silice. (Baser a Buchbauer, 2010)

3.5.1 Tymiánová silice

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

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

Thymol (2-isopropyl-5-methylfenol) je monoterpenický fenol, který je hlavní složkou esenciálních olejů některých rostlin čeledi hluchavkovité (*Lamiaceae*) jako je tymián, oregáno nebo bazalka (Schmidt, 2010)

Vyazuje antioxidační, protizánětlivé, anestetické a zejména antiseptické, antifungální a antibakteriální účinky (Marchese et al. 2016).

Jeví se, že thymol by mohl zlepšit ochranu proti parazitickým roztočům, např. kleštíkoví včelím *Varroa jacobsoni* Oudemans. Thymol vykazuje také insekticidní a repelentní účinky (Singh et al., 2014).

Carvacrol je monoterpenický fenol a isomer thymolu. Má významné antimikrobiální, fungicidní a repelentní účinky (Suntres et al., 2013).

Předmětem sledování jsou protirakovinové účinky Carvacrolu (Zacharias et al., 2014).

3.5.2 Chmelové extrakty

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.5.3 Pomerančovníké terpeny

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

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

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

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

3.5.4 Výtažky z řas

Mořské řasy jsou skupinou fotosyntetizujících organismů. Obecně lze říci, že se přichycují k pevnému podkladu (hornina, podloží). Ekologický význam je primárně jako základ potravních řetězců. Mořské řasy se používají pro výrobu potravin, krmiv, hnojiv, kosmetiky, farmaceutických výrobků a biopaliv (Hu a Fraser, 2016).

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

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

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

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

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

4 Metodika

Provozní pokus probíhal na dvou pokusných lokalitách ve vegetačních obdobích 2017 až 2019. Pokusy probíhaly na běžných provozních plochách chmelnic v níže uvedených zemědělských podnicích s použitím místně obvyklé techniky.

4.1 Pokusné stanoviště Číňov

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

4.1.1 Základní informace o stanovišti Číňov - pokus probíhal v roce 2017 až 2019 ve stejné chmelnici

Chmelařská oblast: Žatecko

Lokalita: Číňov (okres Louny)

Geomorfologie území: Mostecká pánev

Nadmořská výška: 226m

Spon: 280 x 110cm

Směr chmelových řádků: sever – jih

Poloha: rovina

Půdní typ: černice

Půdní druh: středně těžká

AZP: pH 6,6; P – 203ppm; K – 410ppm; Mg – 262ppm; Ca – 3230ppm; S – 30ppm; 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 31

Rok výsadby: 1995

Počet variant: 5

Aplikační technika: rosič Maschio Gaspardo Futura

Obrázek č. 1: část pokusu v lokalitě Číňov 1.7.2019 (autor: Pavel Procházka)



4.1.2 Agrotechnika

Tabulka č. 1: Agrotechnické kroky v roce 2017 - 2019 Číňov

2017		2018		2019	
podzim 2016	vláčení orba	podzim 2017	vláčení orba	podzim 2018	vláčení hnůj 30 t/ha + orba
5.4.2017	vláčení	1.2.2018	vláčení	12.4.2019	vláčení
15.4.2017	řez	30.4.2018	řez	20.4.2019	řez
6.4.2017	hnojení NPK 15 (300 kg/ha)	13.2.2018	hnojení NPK 15 (300 kg/ha)	24.5.2019	NPK 15 (300 kg/ha)
10.5.2017	1. zavádění	19.5.2018	1. zavádění	16.5.2019	1. zavádění
22.5.2017	2. zavádění	26.5.2018	2. zavádění	23.5.2019	2. zavádění
24.5. + 18.6.	1. a 2. přiorávka	30.5. + 20.6.	1. a 2. přiorávka	26.5. + 25.6.	1. a 2. přiorávka
25.5. + 3.7.	LAD (200kg/ha) + DAM (200 kg/ha)	12.6. + 2.7.	LAD (200kg/ha) + DAM (200 kg/ha)	29.5.2019	LAD (200kg/ha)
1. ošetření	Alliete 80 WG (1kg/ha) + Zinkosol forte (1.5 l/ha)	1. ošetření	Alliete 80 WG (2.5 kg/ha) + Karate se Zeon technologii 5 CS (0.12 l/ha)	5.6.2019	DAM 390 (150 kg/ha)
2. ošetření	Alliete 80 WG (1kg/ha) + Cuprocaffaro Micro (1.25 kg/ha) + hořká sůl (1 kg/ha) + Zinkosol forte	2. ošetření	Bellis (1kg/ha) + Borosan forte (1.0 l/ha) + Vegaflor (4.0 l/ha) + Zinkosol forte (2.0 l/ha)	7.7.2019	DAM 390 (200 kg/ha)
3 ošetření	Ortiva (1.6 l/ha) + Confidor 2000D (0.6 l/ha) + Vegaflor (6 l ha)	3 ošetření	Ortiva (1.6 l/ha) + Movento 150 OD (1 l/ha) + Nissorun 10WP (1.2 kg/ha) + hořká sůl (6 l ha)	1. ošetření	Alliete 80 WG (2.4 kg/ha) + Močovina (5 kg/ha)
4. ošetření	Ortiva (1.6 l/ha) + Movento 150 OD (1 l/ha) + Vegaflor (6 l ha)	4. ošetření	Revus (1.6 l/ha) + Vegaflor (6 l ha)	2. ošetření	Alliete 80 WG (2.0 kg/ha) + Kuprikol 250 SC (1.0 l/ha) + Zimosol (1.5 l/ha) + YaraVita Mantrac (0.3 l/ha) +
5. ošetření	1. aplikace pokusů - pokusné varianty viz. tab. č. xx	4. ošetření	1. aplikace pokusů - pokusné varianty viz. tab. č. xx	2. ošetření	1. aplikace pokusů - pokusné varianty viz. tab. č. xx
6. ošetření	Ortiva (1.6 l/ha) + Vegaflor (6 l ha)	5. ošetření	1. aplikace pokusů - pokusné varianty viz. tab. č. xx	3. ošetření	Nissorun 10 WP (1.2 kg/ha) + Lexin (0.25 l/ha)
7. ošetření	2. aplikace pokusů - pokusné varianty viz. tab. č. xx	6. ošetření	Ortiva (1.6 l/ha) + Karate se Zeon technologii 5 CS (0.12 l/ha) + Vegaflor (5 l ha)	4. ošetření	Ortiva (1.0 l/ha) + Fortesim Alfa (3.0 l/ha) + Vegaflor (6 l/ha) + Močovina (3.0 l/ha) + Lexin (0.25 l/ha)
25.8.2017	sklizeň pokusů	7. ošetření	Cuprocat SC (10.0 l/ha) + Acramite 480 SC (1.5 l/ha) + Vegaflor (5 l ha)	5. aplikace	Movento 150 OD (1.0 l/ha) + Vegaflor (5 l/ha)
		7. ošetření	Funguran progress (4 kg/ha)	6. ošetření	Revus (1.6 l/ha) + Vegaflor (5 l/ha)
		7. ošetření	2. aplikace pokusů - pokusné varianty viz. tab. č. xx	7. ošetření	Cuprocat SC (7 l/ha)
		20.8.2018	sklizeň pokusů	7. ošetření	2. aplikace pokusů - pokusné varianty viz. tab. č. xx
				26.8.2019	sklizeň pokusů

4.2 Pokusné stanoviště Liběšovice

Stanoviště Liběšovice je chmelnice společnosti ZOS Liběšovice s.r.o. Společnost ZOS Liběšovice s.r.o. hospodář 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 47ha, 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.

4.2.1 Základní informace o stanovišti Liběšovice v roce 2017

Chmelařská oblast: Žatecko

Lokalita: Liběšovice (okres Louny)

Geomorfologie území: Mostecká pánev

Nadmořská výška: 261m

Spon: 300x117cm

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

4.2.2 Základní informace o stanovišti Liběšovice v roce 2018 a 2019

Chmelařská oblast: Žatecko

Lokalita: Liběšovice (okres Louny)

Geomorfologie území: Mostecká pánev

Nadmořská výška: 261m

Spon: 300x117cm

Směr chmelových řad: východ - západ

Poloha: rovina

Půdní typ: Fluvizem

Půdní druh: těžká půda

AZP: pH 7,2; P – 282ppm; K – 611ppm; Mg – 459ppm; Ca – 3520ppm; S – 40ppm; 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. 2: část pokusu lokalita Liběšovice v roce 19.6.2018 (autor: Pavel Procházka)



4.2.3 Agrotechnika

Tabulka č. 2: Agrotechnické kroky 2017 -2019 Liběšovice

		Liběšovice					
		2017		2018		2019	
		podzim 2016	podzim 2017	vláčení	vláčení	podzim 2018	vláčení
	vláčení	vláčení	vláčení	vláčení	vláčení	vláčení	vláčení
	hloubkové kyprění	hloubkové kyprění	hloubkové kyprění	hloubkové kyprění	hloubkové kyprění	hloubkové kyprění	hloubkové kyprění
2.4.2017	vláčení	12.3.2018	12.3.2018	12.3.2018	12.3.2018	5.4.2019	5.4.2019
6.4.2017	řez	14.4.2018	14.4.2018	14.4.2018	14.4.2018	16.4.2019	16.4.2019
7.4.2017	Kieserit (200 kg/ha) + SA (200 kg/ha)	10.5.2018	10.5.2018	Kieserit (200 kg/ha) + LAD (250 kg/ha)	Kieserit (200 kg/ha) + LAD (250 kg/ha)	24.4.2019	Kieserit (220 kg/ha) + DAP (120 kg/ha)
13.5.2017	1. zavádění	18.5.2018	18.5.2018	1. zavádění	1. zavádění	20.5.2019	1. zavádění
25.5.2017	2. zavádění	25.5.2018	25.5.2018	2. zavádění	2. zavádění	28.5.2019	2. zavádění
27.5. + 20.6.	1. a 2. přiorávka	27.5. + 23.6.	27.5. + 23.6.	1. a 2. přiorávka, při 2. přiorávce DAM (260 kg/ha)	1. a 2. přiorávka, při 2. přiorávce DAM (260 kg/ha)	29.5. + 25.6.	1. a 2. přiorávka, při 2. přiorávce DAM (260 kg/ha)
26.5.+20.6.	LAD (200kg/ha) + DAM (260 kg/ha)	25.5.2018	25.5.2018	LAD (200kg/ha) + DAP (120 kg/ha)	LAD (200kg/ha) + DAP (120 kg/ha)	16.5.2019	LAD (250kg/ha)
1. ošetření	Curzate K (4.5 kg/ha)+Actara 25 WG (300g/ha)+Plant aktiv (4 kg/ha)	1. ošetření	1. ošetření	Actara 25 WG (100g/ha)+Plant aktiv (4 kg/ha)	Actara 25 WG (100g/ha)+Plant aktiv (4 kg/ha)	1. ošetření	Actara 25 WG (200g/ha)
2. ošetření	Curzate K (6 kg/ha) + Tepeki (180 g/ha) + hořká sůl (12.5 kg/ha) + Zintrac (1 l/ha)	2. ošetření	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)	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)	2. ošetření	Alliete 80 WG (4.5 kg/ha) + Trend 90 (0.3 l/ha) + PlantAktiv (1 kg/ha)
3 ošetření	Curzate K (3 kg/ha) + Mirador (2 l/ha) +synergín (4 l/ha) + Calcinit (20 kg/ha)+ Borosan (1l/ha)	3 ošetření	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)+	Ridomil Gold Combi Pepite (4 kg/ha) + Ortus 5 SC (2.5 l/ha) + hořká sůl (10 kg/ha) + Zinkosol (2 kg/ha)+	3 ošetření	Bellis (2.0 kg/ha) + Zintrac (0.15 l/ha)+ Lignohumát MAX (0.6l/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)	4. ošetření	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)	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	Tepeki (0.07 kg/ha)+YaraLiva Calcinit (7.5 kg/ha) + Folpan 80 WG (1.0 kg/ha)+ TS Eva (0.7 l/ha)+ Zintrac (0.5 l/ha)+Borosan humine (1 l/ha)
5. ošetření	1. aplikace pokusů - pokusné varianty viz. tab. č. xx	4. ošetření	4. ošetření	1. aplikace pokusů - pokusné varianty viz. tab. č. xx	1. aplikace pokusů - pokusné varianty viz. tab. č. xx	5. ošetření	1. aplikace pokusů - pokusné varianty viz. tab. č. xx
6. ošetření	Kuprikol (10 l/ha) + Farnfos (3 l/ha) +hořká sůl (8 kg/ha) + Zinkosol (3 l/ha)+ Silwet star (0.3l/ha)	5. ošetření	5. ošetření	Revus (1.6 l/ha) + Movento 150 OD (1 l/ha) +hořká sůl (5 kg/ha) + Calcinit (5 kg/ha)	Revus (1.6 l/ha) + Movento 150 OD (1 l/ha) +hořká sůl (5 kg/ha) + Calcinit (5 kg/ha)	5. ošetření	Ortiva (1.5 l/ha) + Curzate K (0.8 kg/ha) + YaraLiva Calcinit (6.25 kg/ha) + Thiotrac (5 l/ha)+ Zintrac (0.5 l/ha)
7. ošetření	2. aplikace pokusů - pokusné varianty viz. tab. č. xx	6. ošetření	6. ošetření	Bellis (2.0 kg/ha) + Vegaflor (4 l/ha)	Bellis (2.0 kg/ha) + Vegaflor (4 l/ha)	6. ošetření	Bellis (2.0 kg/ha) + Movento 150 OD (4 l/ha)+ Agroleafpower (5 kg/ha) + Galleko květ (1.2 l/ha)
21.8.2017	sklizeň pokusů	7. ošetření	7. ošetření	Ortiva (1.6 l/ha) + hořká sůl (10 kg/ha) + Farnfos (3 l/ha)	Ortiva (1.6 l/ha) + hořká sůl (10 kg/ha) + Farnfos (3 l/ha)	7. ošetření	Revus (1.6 l/ha) + thiotrac (5.0 l/ha) + Vegaflor (5 l/ha)
		8. ošetření	8. ošetření	Kuprikol 250 SC (10.0 l/ha) + Silwet star (0.4 l/ha)	Kuprikol 250 SC (10.0 l/ha) + Silwet star (0.4 l/ha)	8. ošetření	Kuprikol 250 SC (10.0 l/ha) + Silwet star (0.4 l/ha)+ hořká sůl (10 kg/ha)
		8. ošetření	8. ošetření	2. aplikace pokusů - pokusné varianty viz. tab. č. xx	2. aplikace pokusů - pokusné varianty viz. tab. č. xx	9. ošetření	2. aplikace pokusů - pokusné varianty viz. tab. č. xx
		30.8.2018	30.8.2018	sklizeň pokusů	sklizeň pokusů	9. ošetření	Defender Dry (3.0 kg/ha)
						5.9.2019	sklizeň pokusů

4.3 Průběh počasí

4.3.1 Pěstitelský rok 2016/2017

Hospodářský rok 2016/2017 byl teplotně normální. Říjen byl teplotně normální a úhrn srážek činil 56,9mm, čímž se v porovnání s normálem zařadil jako silně vlhký. Listopad byl také teplotně normální, průměrná teplota dosáhla 2,7°C. Také úhrn srážek byl s 23mm srážek normální. Poslední měsíc v roce 2016 byl charakteristický tím, že byl lehce teplotně nadprůměrný. Z hlediska úhrnu srážek byl prosinec normální. Leden byl o – 2,8°C chladnější, než je normál. Celkový úhrn srážek v měsíci lednu činil 13,8mm, což je 63,9% dlouhodobého normálu. Únor řadíme mezi teplé s normálním srážkovým úhrnem (Volf a Zeman, 2017).

Březnové teploty byly s průměrnou teplotou 7,2°C mimořádně teplé. Srážkově byl březen v normálu. Duben také řadíme mezi teplotně normální a měsíční úhrn srážek činil 51,3mm. Srážkově 147% normálu a měsíc označujeme jako vlhký. Květnové teploty dosáhly v průměru 14,7°C, což řadí květen mezi teplé. Celkově napršelo za měsíc pouze 16,5mm a v porovnání s normálem je to pouze 24,6%. Naštěstí předchozí měsíc byl srážkově nadprůměrný, takže rostliny měly dostatek vody a netrpěly nedostatkem. Červen a červenec byly silně teplé měsíce, ale na srážky bohaté. Oba jsou charakterizovány jako vlhké (Štranc et al. 2017).

4.3.2 Pěstitelský rok 2017/2018

V hospodářském roce 2017/2018 se vyskytovaly zvýšené teploty oproti normálu. Mnoho měsíců je charakterizováno jako silně teplé nebo teplé. Srážkově byl hospodářský rok 2017/2018 velmi proměnlivý. Říjnové teploty byly silně teplé a dosáhly průměrné teploty 10,6°C. V říjnu napršelo 61,6mm, což je po přepočtení 232,5% normálu a měsíc je charakterizován jako silně vlhký. Průměrná listopadová teplota byla 4,4°C, což ho řadí s odchylkou od normálu +1,4°C jako teplý měsíc. Listopad dosáhl dlouhodobého normálu. Prosinec byl teplý a srážkově normální. Leden je s odchylkou od normálu +5,1°C označován za mimořádně teplý měsíc. Srážkově byl leden nadprůměrný. Únor oproti lednu byl naopak studený s průměrnou teplotou -3,8°C. Celkový měsíční úhrn byl pouze 6,3mm. Březen byl teplotně i srážkově v normálu. V dubnu jsme naměřili největší odchylku od normálu, která činila +6°C a průměrná teplota byla 13,6°C. Jelikož napršelo pouze 40,1% normálu, jednalo se o suchý měsíc. Květen byl také mimořádně teplý s průměrnou teplotou 16,7°C a srážkově silně suchý. Průměrná červnová teplota byla 18,3°C a měsíc je charakterizován jako silně teplý. Srážkově byl průměrný. Červenec byl také význačný vysokými teplotami a průměrná teplota byla 20,6°C. Sucho se stále prohlubovalo a celkový červencový úhrn srážek činil 12,1mm a je charakterizován jako silně suchý. Celkově rok 2018 byl velmi suchým rokem a způsoboval problémy při pěstování všech plodin (Ježek et al., 2018).

4.3.3 Pěstitelský rok 2018/2019

Nadnormální teploty se s určitými přestávkami udržely celý říjen až do první poloviny listopadu. Srážky byly zpočátku mírně podprůměrné, později mimořádně podprůměrné. Prosinec byl až na nižší sluneční svit teplotně i srážkově normální. Leden byl teplotně normální s výrazně chladnou epizodou mezi 19. - 25.1. Většina z celkového měsíčního srážkového úhrnu spadla v první polovině měsíce. Únor byl teplotně nadprůměrný. Srážky v únoru byly normální, avšak nerovnoměrně rozložené. Březen byl teplotně silně nadnormální (+2,7°C nad N). Srážkově byl březen normální. Duben byl teplotně nadnormální (+1,5°C nad N). Srážkově lze však duben hodnotit jako podnormální (v průměru 24mm tj. 57% N). Květen byl celkově velmi chladný, s dostatkem srážek. Jednalo se teplotně o silně podnormální měsíc. Srážkově byl květen nadnormální (130%N). Červen byl teplotně mimořádně nadnormální (4,9°C nad N) a srážkově podnormální (v průměru úhrn 53mm tj. 67% N). Červenec byl teplotně normální, průměrná teplota vzduchu (18,8°C) byla o +1,0°C vyšší než

normál. Srážkově byl červenec podnormální, průměrný měsíční úhrn srážek ve výši 58mm, představoval 66% normálu (Volf a Zeman, 2019).

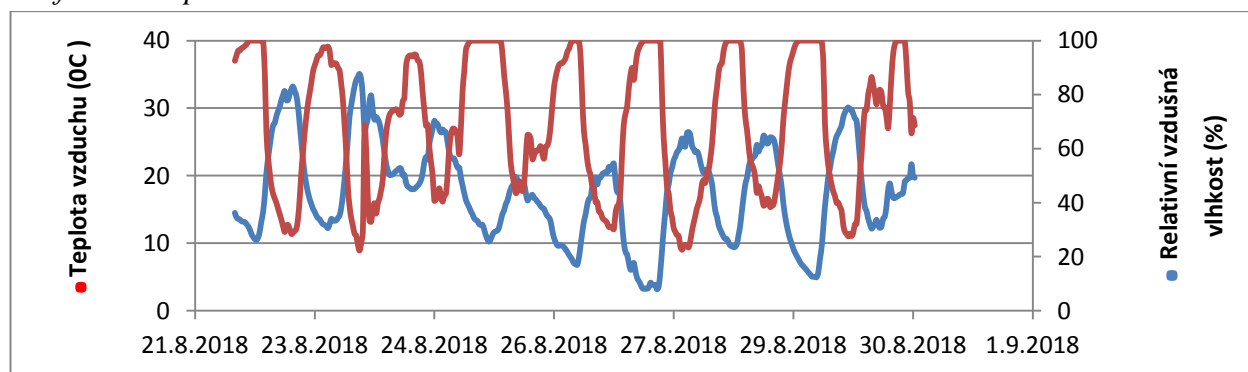
4.3.4 Průběh teplot a vlhkosti vzduchu v pokusných chmelnicích

Získané hodnoty byly naměřeny teplotním čidlem Minikin TH EMS Brno. Čidla byla umístěna ve stropní části pokusného porostu. Pro přehlednost je pro hodnocení zvolený úsek posledního týdne před sklizní, tedy po posledním ošetření pokusných variant.

Podmínky pro rozvoj peronosporu chmelové závisí z větší části na relativní vzdušné vlhkosti, optimum pro její rozvoj je 90% a více. Teplota vzduchu je dalším stěžejním faktorem rozvoje peronosporu chmelové, k uvolňování zoosporangií dochází při teplotách od 19°C. Vegetativní růst mycelia však probíhá již při teplotách od 1°C (Vostřel et al. 2010b).

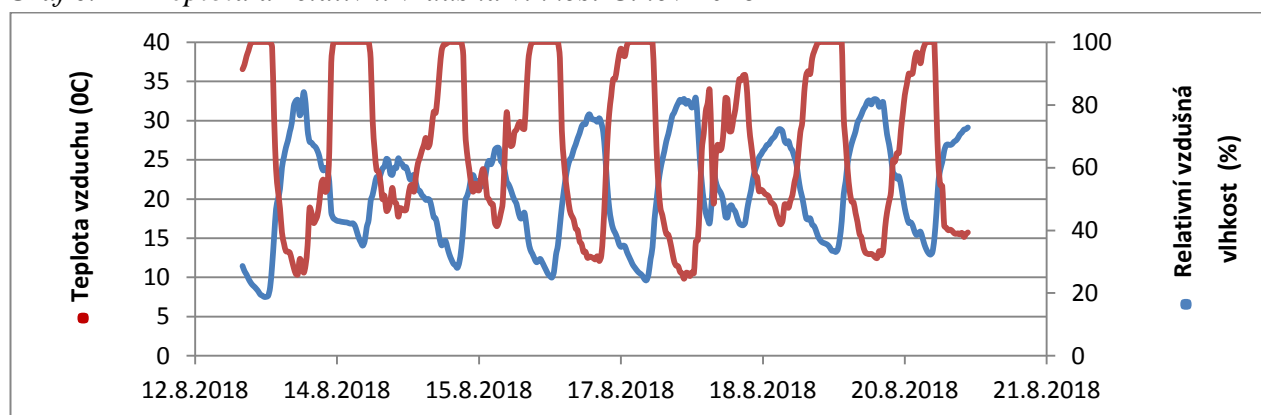
Z grafu č. 1 je zřejmé, že podmínky pro rozvoj a minimálně vegetativní růst mycelia panovaly v celém posledním týdnu.

Graf č. 1 – Teplota a relativní vzdušná vlhkost Liběšovice 2018



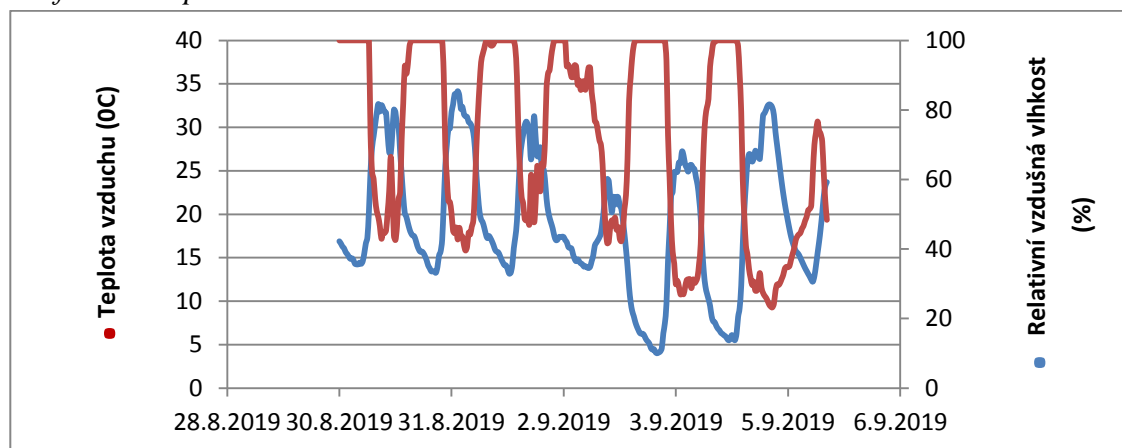
Průběh v grafu číslo dvě ukazuje vyrovnanější průběh teploty a relativní vzdušné vlhkosti a jedná se také o optimální podmínky pro rozvoj peronosporu chmelové.

Graf č. 2 – Teplota a relativní vzdušná vlhkost Čiňov 2018



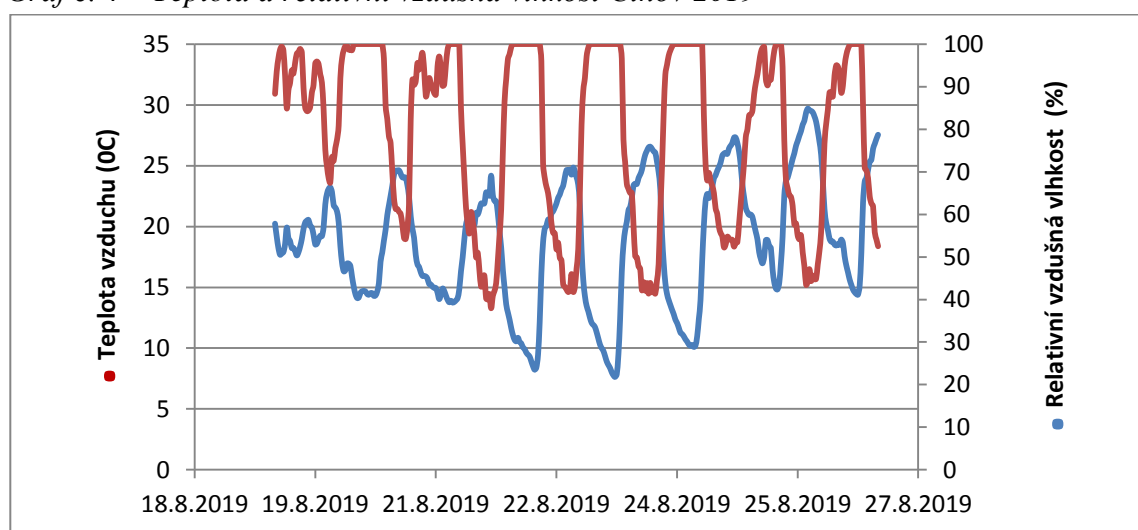
Z grafu číslo tři je patrné velké kolísání teploty a relativní vzdušné vlhkosti. Podmínky pro rozvoj peronospory chmelové by se tedy daly označit za horší, ale stále nedosáhly hodnot limitních pro rozvoj plísně.

Graf č. 3 – Teplota a relativní vzdušná vlhkost Liběšovice 2019



Graf číslo čtyři ukazuje poměrně velké rozdíly teploty a zároveň relativní vlhkosti vzduchu, avšak stále se jedná pro optimální podmínky pro rozvoj peronospory chmelové.

Graf č. 4 – Teplota a relativní vzdušná vlhkost Čížov 2019



4.4 Průběh pokusů

4.4.1 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 přírodní látky (biologického přípravku) s fungicidním účinkem. Jedná se o přípravky Alginure, Prev B2, respektive Wecit, tymiánová silice a chmelový extrakt. Výživa probíhala ve všech variantách stejným způsobem. Dávky přípravků jsou uvedeny v tabulce č. 3, č. 4, č. 5.

Tabulka č. 3: Dávkování přípravků a jejich účinné látky v letech 2017 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
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
Čínov 15.8.2017	1	Kuprikol	10l/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
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

Tabulka č. 4: Dávkování přípravků a jejich účinné látky v letech 2018 na obou lokalitách

	var	název přípravku	dávka/koncentrace	účinná látka	vody/ha (l)
Činov 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
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
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
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

Tabulka č. 5: Dávkování přípravků a jejich účinné látky v letech 2019 na obou lokalitách

	var	název přípravku	dávka/koncentrace	účinná látka	vody/ha (l)
Činov 1.7.2019	1	Ortiva	1,0 l/ha	Azoxystrobin 250 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
Liběšovice 19.6.2019	1	Curzate K + Ortiva	1,0 kg/ha + 1,0 l/ha	Cymoxanyl 40 g/kg, Oxychlorid Cu 773 g/l + Azoxystrobin 250 g/l	2000
	2	Alginure	1%	výtažek z mořských řas 24%	2000
	3	Prev - B2	0,50%	pomerančový olej 4,2%; ethanolamin boritý 2,1%	2000
Činov 14.8.2019	1	Cuproxat SC	4,0 l/ha	sáran 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
Liběšovice 28.8.2019	1	Defender Dry	3,0 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

Obrázek č. 7: Příprava postřikové jichy v lokalitě Čiňov 25.6. 2018 (autor: Pavel Procházka)



4.4.2 Charakteristika přípravků

Alginure je biologický prostředek obsahující výtažky z mořských řas a rostlinné aminokyseliny. 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. 2020).

PREV B2 je pomocný přípravek, obsahující přírodní terpeny z pomerančovníku. Přírodní terpeny mají též vedlejší účinky na omezování chorob a škůdců rostlin. Zároveň je tento přípravek také hnojivo s obsahem bóru (Řehoř et al. 2018).

Po vypršení registrace byl přípravek PREV B2 nahrazen přípravkem Wetcit a doplněn boritým hnojivem tak, aby formulace odpovídala složení přípravku PREV B2.

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; Vostřel et al., 2019)

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)

4.4.3 Aplikace

Aplikace jednotlivých variant proběhla obvyklou aplikační technikou v jednotlivých podnicích (tab. č.6) a po všechny tři roky byla stejná. Mezi první a druhou aplikací pokusných přípravků byl použit běžný fungicidní přípravek, který byl zároveň použit i na běžné provozní ploše. Aplikace ve všech případech probíhala za příznivých podmínek pro aplikaci přípravků na ochranu rostlin. Podrobný záznam o aplikaci zachycují tabulky č.6, č.7.

Tabulka č. 6: Záznamy o aplikacích

lokalita	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	21,5	15	44,5	suchá	0,8	Z	NE	NE
Liběšovice	T2	14.8.2017	9:30	18,5	50	46,7	vlhká	0,5	S	NE	ANO
Čínov	T1	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
Liběšovice	T1	19.6.2019	8:00	17,6	25	64,5	suchá	0		NE	NE
Liběšovice	T2	28.8.2019	9:00	20,7	52	87,6	suchá	0		NE	NE
Čínov	T1	1.7.2019	7:15	22,1	10	32,5	suchá	0,3	Z	NE	NE
Čínov	T2	14.8.2019	8:00	18,5	15	47,5	suchá	0,3	Z	NE	NE

Tabulka č. 7: Aplikační technika

lokalita	postřikovač	trysky	aplikační tlak	záběh	množství vody/ha
Čínov 2017 - 2019	Maschio Gaspardo futura	TR 80-05 C	6,5 bar	2,8 m	2000
Liběšovice 2017 - 2019	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 probíhaly 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 Číňov 2018 (autor: Pavel Procházka)



4.5 Sledované parametry

- Relativní obsah chlorofylu v révových a pazochových listech v intervalu jednoho týdne od období 1. týden po první aplikaci až do sklizně
- zdravotní stav, respektive poškození sklizených hlávek
- výnos suchého chmele (t/ha)
- obsah alfa hořkých kyselin tři týdny, dva týdny, jeden týden před sklizní a při sklizni

4.6 Hodnocení sledovaných parametrů

Statistické vyhodnocení výsledků proběhlo v softwaru SAS verze 9.4 (Carry, USA) pomocí Tukeyho HSD testu General Linear Model (GLM ANOVA) na hladině významnosti $P \leq 0,05$.

4.6.1 Relativní obsah chlorofylu

Relativní obsah chlorofylu byl sledován vždy odděleně v révových a pazochových listech. Měření probíhalo na obou lokalitách. První měření proběhlo vždy týden po první aplikaci a probíhalo v odstupu jednoho týdne až do sklizně. Měření bylo prováděno pomocí Yara N testeru a hodnoty následně přepočítány na relativní obsah chlorofylu ve vztahu ke kontrolní variantě, tedy konvenční variantě.

4.6.2 Obsah alfa hořkých kyselin

Odběr vzorků probíhal na obou lokalitách v intervalu jednoho týdne v období od tří týdnů před předpokládanou sklizní až do sklizně. Při sklizni byly vzorky odebrány vždy na výstupu z česací linky. Příslušné vzorky byly vždy následně homogenizovány a předány laboratoři Katedry kvality a bezpečnosti potravin FAPPZ ČZU v Praze, kde byly vzorky analyzovány metodou HPLC.

4.6.3 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. V roce 2019 proběhly sklizně na jednotlivých lokalitách 26.8. v Čínově a 5.9. v Liběšovicích. Jednotlivé pokusné varianty byly strženy a převezeny na stacionární česací linku. Očesané hlávky byly odebrány do chmelových žočků a zváženy. Z každé varianty byl odebrán vzorek pro určení vlhkosti. A následně byl výnos přepočítán na 10% vlhkost chmele.

Obrázek č. 9: Sklizeň na stacionární lince v Čínově v roce 2019 (autor: Pavel Procházka)



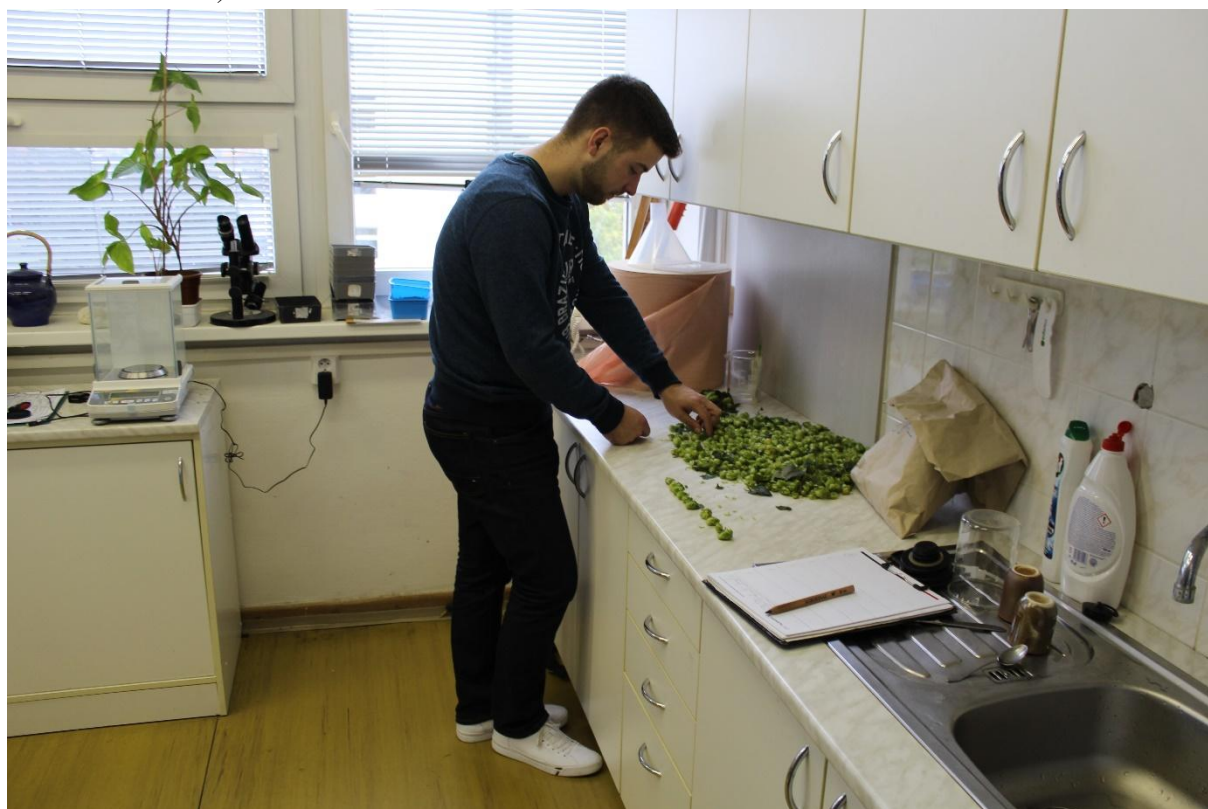
4.6.4 Hodnocení zdravotního stavu sklizených hlávek

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 č. 8.

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 Čížově v roce 2019 (autor: Pavel Procházka)



5 Výsledky

5.1 Výsledky – průměr lokalit Liběšovice a Číňov za roky 2017, 2018, 2019

5.1.1 Průměrný relativní obsah chlorofylu v listech

Z grafu č. 1 je patrné, že v prvním týdnu po první aplikaci zaznamenaly vyšší relativní obsah chlorofylu všechny pokusné varianty, a to jak v révových tak v pazochových listech. Nárůst byl u všech variant v podobné hladině. Nejvyšší obsah chlorofylu v pazochových listech (zároveň i statisticky významný – tabulka č. 10 zaznamenala varianta s použitím chmelového extraktu. Obsah chlorofylu v révových listech naopak zvyšoval přípravek Wetcit (PREV B2). Nejnižšího nárůstu relativního obsahu chlorofylu dosáhla varianta s použitím tymiánové silice a to jak u révových tak u pazochových listů.

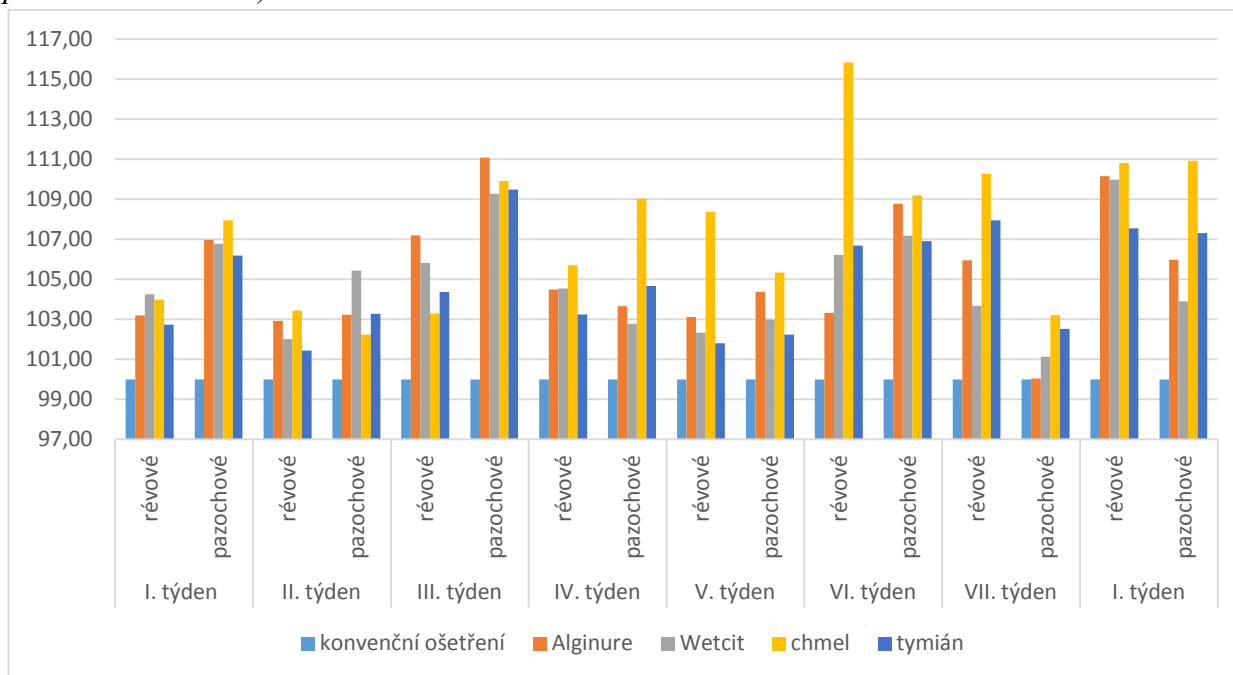
Druhý a třetí týden po první aplikaci byly rozdíly jednotlivých variant poměrně rozkolísané. Výjimkou byly nárůsty obsahu chlorofylu v pazochových listech třetí týden po první aplikaci, kdy byly hodnoty téměř vyrovnané. V druhém týdnu po aplikaci zaznamenala největší rozdíl obsahu chlorofylu v révových listech varianta ošetřená chmelovým extraktem. U pazochových listů dosáhla nejlepšího výsledku varianta s přípravkem Wetcit (Prev B2). Ve třetím týdnu zaznamenal nejvyšší navýšení obsahu chlorofylu ve všech typech listů přípravek Alginure.

Od čtvrtého týdne po první aplikaci až do druhé aplikace je viditelný silný nárůst obsahu chlorofylu u varianty ošetřené chmelovým extraktem, a to jak v révových tak v pazochových listech. Ostatní použité přípravky měly vzájemně velmi podobný trend, kdy od čtvrtého týdne obsah chlorofylu klesal, v pátém týdnu se tendence změnila na stoupající a v šestém týdnu přípravky dosáhly druhých nejvyšších hodnot. Celkově však rozdíly jednotlivých variant nebyly statisticky významné.

Sedmý týden po první aplikaci byl pozorován vyšší relativní obsah chlorofylu hlavně v révových listech. U pazochových listů byly rozdíly velmi malé. V obou případech však zaznamenala nejvyšší nárůst obsahu varianta s chmelovým extraktem.

První týden po druhé aplikaci se relativní obsah chlorofylu v révových listech pohyboval u všech variant v podobných hodnotách, až na tymiánovou silici, která ztrácela na ostatní varianty cca 2%. U pazochových listů docházelo k nevyrovnanému nárůstu obsahu chlorofylu. U všech typů listů ale zaznamenala nejvyšší nárůst obsahu chlorofylu varianta s chmelovým extraktem.

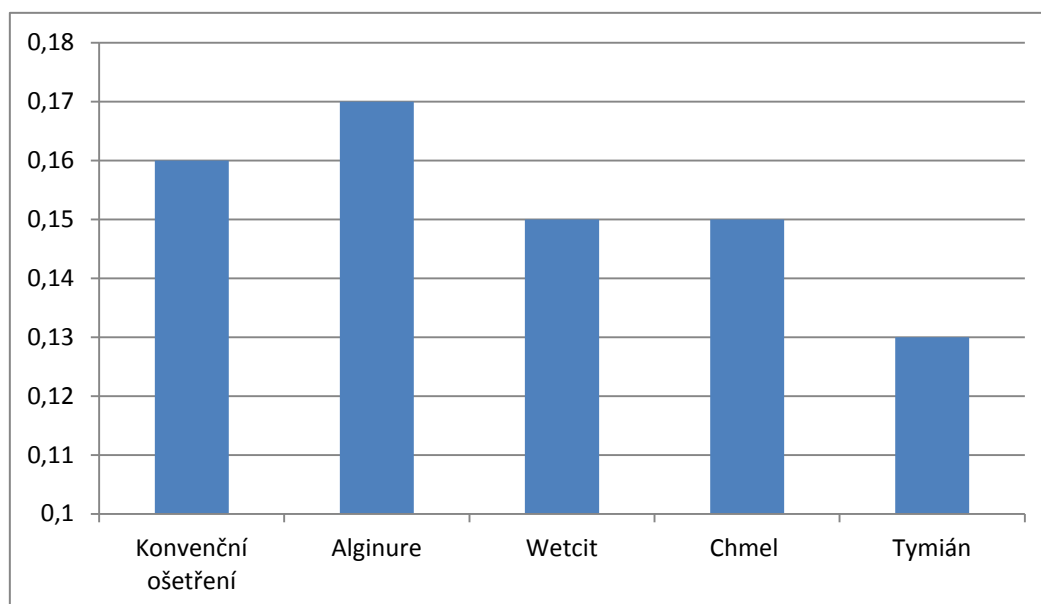
Graf č. 1 – Relativní obsah chlorofylu v révových a pazochoých listech v % kontroly (tříletý průměr obou lokalit)



5.1.2 Zdravotní stav hlávek

Graf č. 2 ukazuje, že všechny varianty dosáhly poměrně nízkého procenta poškození hlávek (bez statisticky významného rozdílu). Nejvyšší poškození vykazovaly hlávky z varianty ošetřené přípravkem Alginure a to 0,17%. S rozdílem 0,01% byla druhou nejpoškozenější variantou varianta ošetřená konvenčními fungicidy. Hlávky z variant ošetřených přípravky Wetcit a chmelový extrakt dosáhly stejných výsledků, a to poškození 0,15%. Nejmenší poškození hlávek vykazovaly hlávky ošetřené tymiánovou silicí, a to 0,13%.

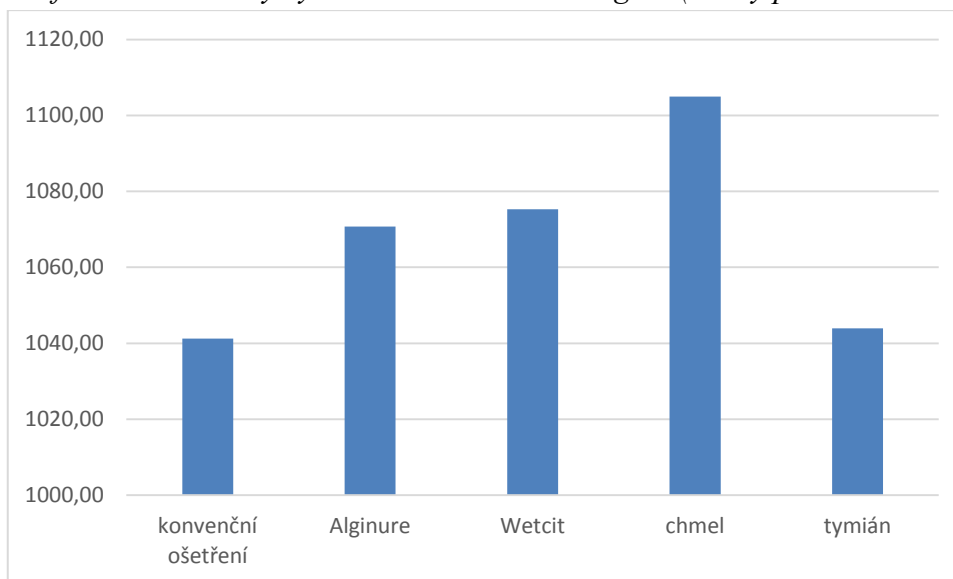
Graf č. 2 – Procentické poškození hlávek (tříletý průměr obou lokalit)



5.1.3 Průměrný výnos suchého chmele

Z grafu č. 3 vyplývá, že všechny pokusné varianty výnosově překonaly kontrolní variantu, i když rozdíly nejsou dle tabulky 9 statisticky významné. Nejvyššího průměrného výnosu suchého chmele, 1,10t/ha dosáhla varianta ošetřená chmelovým extraktem. Průměrný výnos 1,08t/ha zaznamenala varianta ošetřená přípravkem Wetcit. Podobného výsledku dosáhla varianta ošetřená přípravkem Alginure, která měla výnos nižší o 5,00kg. Varianta ošetřená tymiánovou silicí překonala svým výnosem kontrolní variantu pouze o 2,00kg.

Graf č. 3 – Průměrný výnos suchého chmele v kg/ha (tříletý průměr obou lokalit)

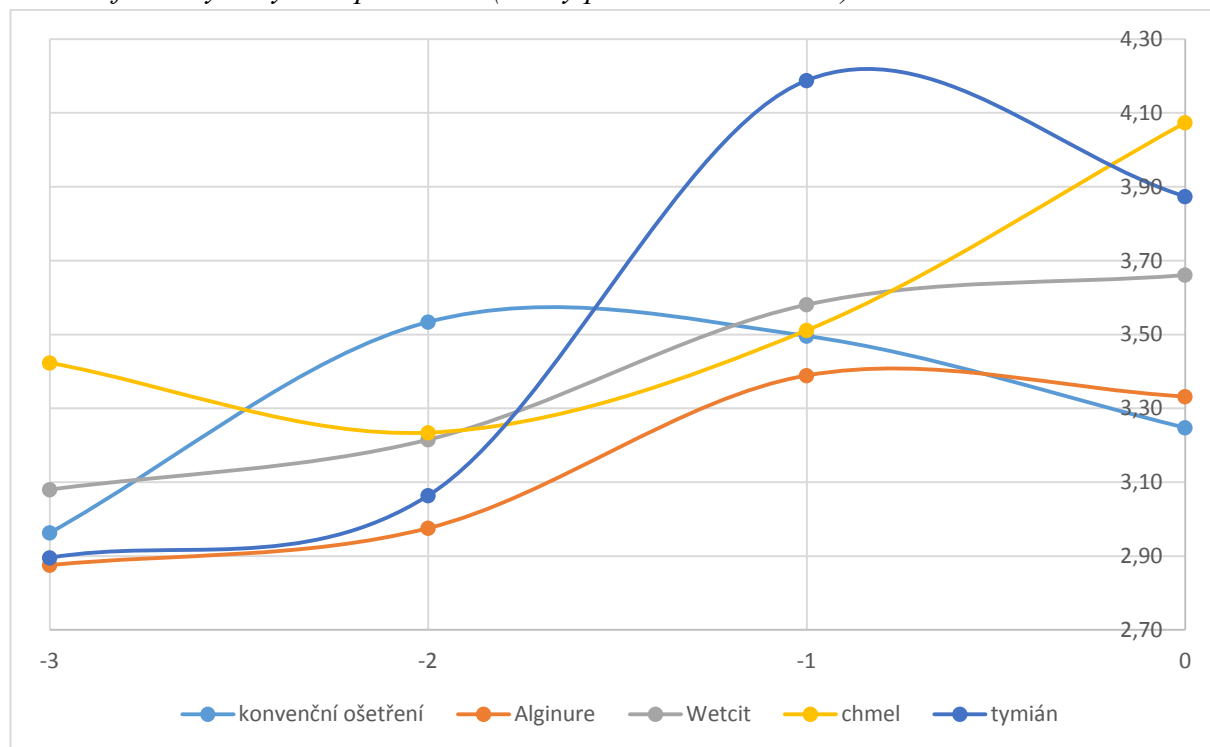


5.1.4 Obsah alfa hořkých kyselin

Graf č. 4 naznačuje odlišný trend tvorby alfa hořkých kyselin u pokusných a kontrolní varianty. Zatímco pokusné varianty měly zpočátku pomalejší nárůst obsahu alfa hořkých kyselin, jejich obsah byl v době sklizně na maximálních hodnotách. Kontrolní varianta dosahovala maxima v období dvou týdnů před sklizní, ale v době sklizně byl obsah alfa hořkých kyselin nižší.

Nejvyšší průměrný obsah alfa hořkých kyselin (zároveň statisticky průkazný oproti konvenční variantě) v době sklizně měla varianta ošetřená chmelovým extraktem, a to 4,07%. Druhý největší (taktéž statisticky průkazný oproti konvenční variantě) obsah alfa hořkých kyselin při sklizni je 3,87%, což zaznamenala varianta ošetřená tymiánovou silicí. Třetím nejvyšším obsahem alfa hořkých kyselin byla s 3,66% varianta ošetřená přípravkem Wetcit. Přípravek Alginure dosáhl oproti kontrolní variantě o 0,08% vyššího obsahu alfa hořkých kyselin.

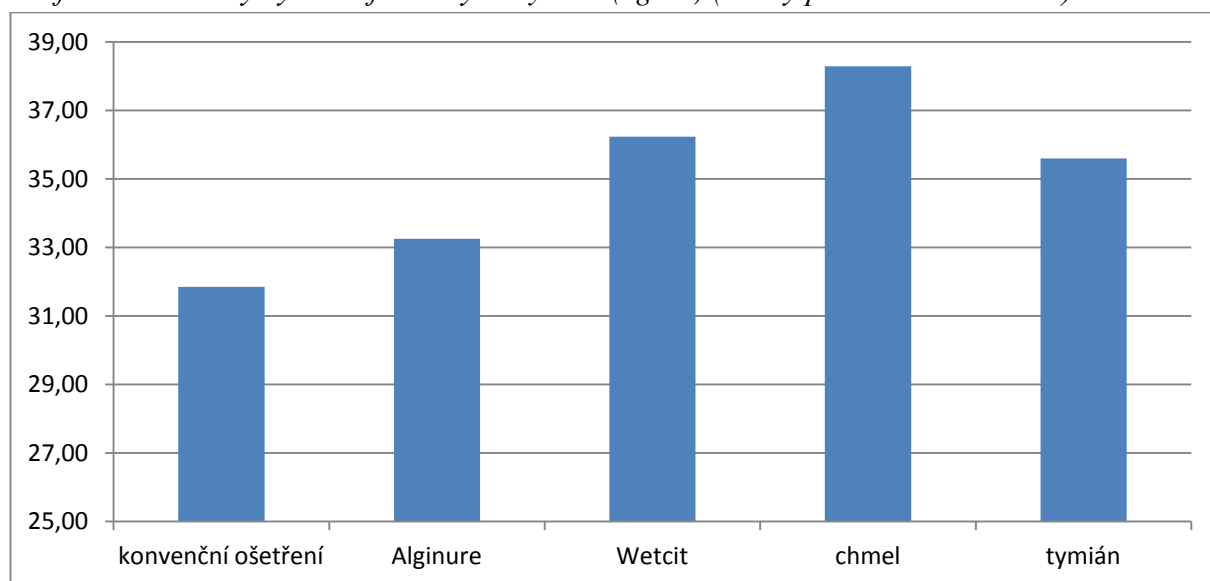
Graf č. 4 – Průměrný průběh tvorby obsahu alfa hořkých kyselin tři týdny před sklizní a obsah alfa hořkých kyselin při sklizni (tříletý průměr obou lokalit)



5.1.5 Průměrný výnos alfa hořkých kyselin

Z grafu č. 5 je zřejmé, že nejvyššího výnosu alfa hořkých kyselin dosáhla varianta ošetřená chmelovým extraktem, a to 38,29kg/ha. Druhý nejvyšší výnos 36,23kg alfa hořkých kyselin z hektaru dosáhla varianta s přípravkem Wetcit. S malým rozdílem 0,63kg byla další nejvýnosnější variantou, která byla ošetřená tymiánovou silicí. Přípravek Alginure překonal s hektarovým výnosem 33,25kg alfa hořkých kyselin konvenční variantu o 1,4kg.

Graf č. 5 Průměrný výnos alfa hořkých kyselin (kg/ha) (tříletý průměr obou lokalit)



5.2 Souhrnné statistické zhodnocení

Tabulka č. 9 ukazuje, že rozdíly v hektarovém výnosu suchého chmele nejsou statisticky významné.

Obsah alfa hořkých kyselin tři týdny před sklizní měla nejvyšší varianta ošetřená chmelovým extraktem a rozdíl oproti konvenční variantě byl statisticky průkazný. Naopak varianty ošetřené přípravky Alginure a tymiánovou silicí dosáhly v porovnání s konvenční variantou nižšího obsahu alfa hořkých kyselin. Přípravek Wetcit dosáhl srovnatelných hodnot jako konvenční ošetření.

Při odběru dva týdny před sklizní nedosáhly varianty statisticky významných rozdílů obsahu alfa hořkých kyselin. Statisticky neprůkazné jsou také rozdíly výsledků hodnocení jeden týden před sklizní.

Obsah alfa hořkých kyselin ve sklizni byl nejvyšší ve variantě ošetřené chmelovým extraktem, a rozdíl oproti kontrolní variantě byl statisticky významný. Druhého nejvyššího a také statisticky průkazného obsahu alfa hořkých kyselin dosáhla varianta s tymiánovou silicí. Varianta ošetřená přípravkem Wetcit měla třetí nejvyšší obsah alfa hořkých kyselin, statisticky byl ten výsledek ve středu minima a maxima. Přípravek Alginure v porovnání s kontrolní variantou nedosáhl statisticky průkazného rozdílu.

Všechny pokusné varianty dosáhly poměrně vyrovnané celkové produkce alfa hořkých kyselin v porovnání s konvenčním ošetřením a rozdíly nebyly statisticky významné.

Při hodnocení zdravotního stavu hlávek byly jednotlivé varianty vyrovnané a rozdíly nebyly statisticky významné.

Tabulka č. 9 – statistické zhodnocení výsledků (výnos, průběh obsahu alfa hořkých kyselin, výnos alfa hořkých kyselin, zdravotní stav hlávek) průměr tří pokusných let a dvou lokalit

sledovaný parametr	konvenční ošetření	Alginure	Wetcit	chmelový extrakt	tymiánová silice	HSD
výnos (kg/ha)	1041,2	1070,7	1075,3	1105	1043,9	124,71
	a	a	a	a	a	
alfa 3 týdny před sklizní (%)	2,96	2,88	3,08	3,42	2,90	0,47
	ab	b	ab	a	b	
alfa 2 týdny před sklizní (%)	3,53	2,98	3,22	3,23	3,06	1,1549
	a	a	a	a	a	
alfa 1 týden před sklizní (%)	3,50	3,39	3,58	3,51	4,19	1,5848
	a	a	a	a	a	
alfa při sklizni (%)	3,25	3,33	3,66	4,07	3,87	0,5509
	c	bc	abc	a	ab	
produkce alfy/ha (kg)	31,85	32,25	36,24	38,29	35,60	11,116
	a	a	a	a	a	
zdravotní stav hlávek	0,163	0,173	0,150	0,145	0,133	0,0512
	a	a	a	a	a	

Poznámka: Hodnoty se stejnými písmeny nejsou statisticky průkazné, HSD = minimální průkazná diference

Při hodnocení obsahu chlorofylu v listech dosáhla statisticky významného rozdílu pouze varianta chmelového extraktu.

V prvním týdnu po aplikaci v révových listech nedocházelo k statisticky významným rozdílům. U pazochoových listů měla nejvyšší relativní obsah chlorofylu varianta ošetřená chmelovým extraktem a tento rozdíl byl statisticky významný. Varianty s přípravky Alginure, Wetcit a tymiánová silice byly v navýšení vyrovnané.

V druhém týdnu po aplikaci byl relativní obsah chlorofylu jak v révových tak v pazochoových listech statisticky neprůkazný. Třetí týden po aplikaci byly obsahy chlorofylu révových a pazochoových listů vyrovnané a také statisticky neprůkazné.

V čtvrtém týdnu po aplikaci nedocházelo k statisticky významnému rozdílu obsahu chlorofylu v révových listech. U pazochoových listů měla nejvyšší průměrný obsah chlorofylu varianta ošetřená chmelovým extraktem. Tento rozdíl byl oproti kontrolní variantě statisticky významný. Ostatní pokusné varianty dosáhly vyrovnaného navýšení, ale ne statisticky průkazného.

V pátém týdnu po první aplikaci se obsah ani v révových, ani v pazochoových listech statisticky významně nelišil.

Šestý týden po první aplikaci zaznamenala nejvyššího a statisticky významného obsahu chlorofylu v révových listech varianta ošetřená chmelovým extraktem. Varianty s přípravky Wetcit a tymiánovou silicí navyšovaly obsah chlorofylu vyrovnaně, ale statisticky

neprůkazně. Přípravek Alginure dosáhl navýšení, které bylo srovnatelné s konvenční variantou. U pazochoových listů nedosahovaly varianty statisticky významných rozdílů. V sedmém týdnu po aplikaci došlo v révových listech k statisticky průkaznému rozdílu obsahu chlorofylu ve variantě ošetřené chmelovým extraktem. Varianty s přípravky Alginure, Wetcit a tymiánovou silicí dosáhly vyrovnaného navýšení na středu minima a maxima, které ale nebylo statisticky významné.

V prvním týdnu po druhé aplikaci nedocházelo k statisticky významným rozdílům ani v pazochoových, ani v révových listech.

Tabulka č. 10 – statistické zhodnocení (obsah chlorofylu v listech) průměr tří pokusných let a dvou lokalit

Obsah chlorofylu v listech (týdny po aplikaci)	konvenční ošetření	Alginure	Wetcit	chmelový extrakt	tymiánová silice	HSD
1 týden révové	100	103,19	104,25	103,98	102,73	9,2501
	a	a	a	a	a	
1 týden pazochové	100	106,97	106,78	107,94	106,18	7,1767
	a	ab	ab	b	ab	
2 týdny révové	100	102,92	102,01	103,43	101,43	5,9577
	a	a	a	a	a	
2 týdny pazochové	100	103,23	105,43	102,23	103,28	7,107
	a	a	a	a	a	
3 týdny révové	100	107,19	105,81	103,28	104,36	9,114
	a	a	a	a	a	
3 týdny pazochové	100	111,08	109,27	109,92	109,48	7,922
	a	a	a	a	a	
4 týdny révové	100	104,48	104,54	105,70	103,24	13,411
	a	a	a	a	a	
4 týdny pazochové	100	103,65	102,77	109,03	104,67	8,119
	b	ab	ab	a	ab	
5 týdnů révové	100	103,12	102,34	108,38	101,79	18,237
	a	a	a	a	a	
5 týdnů pazochové	100	104,37	102,99	105,34	102,23	12,118
	a	a	a	a	a	
6 týdnů révové	100	103,32	106,22	115,83	106,68	12,419
	b	b	ab	a	ab	
6 týdnů pazochové	100	108,77	107,17	109,20	106,91	12,142
	a	a	a	a	a	
7 týdnů révové	100	105,95	103,68	110,28	107,94	9,1483
	b	ab	ab	a	ab	
7 týdnů pazochové	100	100,04	101,13	103,20	102,51	10,361
	a	a	a	a	a	
1 týden révové	100	110,16	109,98	110,81	107,54	14,409
	a	a	a	a	a	
1 týden pazochové	100	105,97	103,90	110,92	107,30	16,088
	a	a	a	a	a	

Poznámka: Hodnoty se stejnými písmeny nejsou statisticky průkazné, HSD = minimální průkazná diference

6 Stanovisko k hypotézám

6.1 Hypotéza 1

Vybrané přírodní látky nemají vliv na snížení obsahu chlorofylu v révových a pazochových listech a lze je zařadit do fungicidního sledu při pěstování chmele

Vliv na obsah chlorofylu v révových a pazochových listech je dle statistických výsledků pozitivní. V prvních pěti týdnech docházelo k navýšení u všech typů listů. Statisticky průkazné byly výsledky u pazochových listů ošetřené chmelovým extraktem. Zvýšení obsahu chlorofylu právě v pazochových listech je poměrně logickou reakcí, jelikož se jedná o vývojově mladší listy, a proto se předpokládá pružnější reakce na použité přípravky. V šestém a sedmém týdnu po aplikaci byl nárůst naopak vyšší u révových listů. Dá se tedy předpokládat, že je reakce chmelových rostlin na použité přípravky pozvolná. To naznačují i výsledky v prvním týdnu po druhé aplikaci, kdy nedocházelo ke statisticky významným rozdílům. Lze tedy zkonstatovat, že z hlediska vlivu na obsah chlorofylu v révových a pazochových listech mají vybrané látky vliv pozitivní. Z výše uvedených hodnocení lze tedy první hypotézu zamítnout. Při zařazení do fungicidního sledu se z hlediska obsahu chlorofylu v listech jedná o pozitivní krok.

6.2 Hypotéza 2

Použití vybraných přírodních látek při fungicidní ochraně chmele otáčivého má vliv na průběh tvorby alfa hořkých kyselin, jejich celkovou produkci a výnos chmelových hlávek.

Při hodnocení průběhu tvorby alfa hořkých kyselin, jejich celkové produkce a výnosu chmelových hlávek dochází k statisticky průkazným výsledkům jen u obsahu alfa hořkých kyselin tři týdny před sklizní a ve sklizni. Tento trend měly varianty s chmelovým extraktem a tymiánovou silicí. Z tohoto trendu lze vyvodit, že použité látky mají vliv na zvýšení obsahu alfa hořkých kyselin až do doby sklizně. V ostatních sledovaných parametrech byly rozdíly statisticky nevýznamné. Z výše uvedeného lze tedy druhou hypotézu přijmout. Fakt, že vybrané látky neovlivňují výnos alfa hořkých kyselin ani chmelových hlávek, je vhodným předpokladem pro alternaci konvečních přípravků.

7 Diskuze

Tato práce vychází z pokusů, které probíhaly v letech 2017, 2018, 2019. V pokusech se aplikovaly výtažky z řas (*Alginure*), terpeny z pomerančovníku (*Wetcit*), chmelovým extraktem a silicí *Thymus vulgaris* L.. Chmelový extrakt, silice tymiánu a terpeny z pomerančovníku nebyly v našich podmínkách dosud předmětem poloprovozních pokusů na chmelu otáčivém.

Při pokusech Niknejad et al. (2015) byly testovány fungicidní účinky chmelového extraktu proti *Aspergillus niger*. V in vitro podmínkách vykazoval extrakt velmi dobrou účinnost.

Bocquet et al. (2017) testovali antifungální účinky chmelového extraktu proti *Zymoseptoria tritici*. Zkoušení probíhalo v laboratorních podmínkách, ale i na infikovaných rostlinách a v obou případech došlo k inhibici růstu kolonií a k potlačení vzniku nových infekcí.

Testování Nionelli et al. (2018) prokázalo fungicidní účinnost chmelového extraktu proti nejčastějším plísním potravin, jako jsou *Aspergillus parasiticus*, *Penicillium carneum*, *Penicillium polonicum*, *Penicillium paneum*, *Penicillium chermesinum*, *Aspergillus niger*, *Penicillium roqueforti*.

Al-Shahrani et al. (2017) po testování in vitro uvádí, že silice *Thymus vulgaris* L. vykazuje antifungální účinky. Zkoušení probíhalo na *Aspergillus niger* a *Candida kefir*. Tento tým také doporučuje silici *Thymus vulgaris* L. k dalšímu testování z hlediska provozních pokusů.

Velmi dobrou účinnost silice *Thymus vulgaris* L. proti patogenům *Aspergillus ochraceus* a *Fusarium graminearum* dokazují závěry Al-Baldawy et al. (2019). V laboratorních podmínkách na izolátech patogenů sledovali kompletní inhibici patogenů při použití 2% alkoholového extraktu tymiánu.

Mota et al. (2012) ověřovali fungicidní účinek a fytotoxicitu tymiánové silice proti *Rhizopus oryzae*. Pro pokusy byly zvoleny různé formulace tymiánové silice, u všech byl prokázán antifungální účinek.

Pokusy Nikkah et al. (2017) byly prováděny s různými rostlinnými silicemi a sledoval se jejich fungicidní účinek při ošetření hrušní. U silice *Thymus vulgaris* L. byly sledovány silné fungicidní účinky, což mělo ve výsledku i pozitivní vliv na výnos komodity.

Neuza et al. (2016) na základě pokusů s různými rostlinnými extrakty uvádějí, že pomerančové silice zvyšují obsah antioxidantů, ale také chlorofylu v listech rostlin.

Antifungální aktivita pomerančového oleje byla sledována také v práci Velázquez-Nuñez et al. (2013). Jejich výsledky prokázaly významný antifungální účinek oleje ze slupek pomerančů. Jako výchozí patogen byl sledován *Aspergillus flavus*.

Podle výsledků Perczak et al. (2019) není antifungální účinek pomerančového oleje příliš výrazný. Jeho inhibiční vlastnosti v porovnání s extrakty oregána a skořice byly o polovinu nižší.

Nawrockého (2013) pokusy s přípravkem Prev B2 proti houbovým chorobám rodu vyhodnotily tento přípravek obsahující pomerančový olej jako účinný. Při testování přípravek prokázal kurativní účinek proti plísni šedé (*Botrytis cinerea*).

Rozsáhlé pokusy Jayaraman et al. (2011) s extrakty z několika druhů mořských řas prováděných na skleníkových okurkách dospěly k závěrům, že extrakty řas měly silný antifungální účinek.

Jayaraj et al. (2008) ve svém testování extraktů z řas na mrkvi obecné také prokazuje jejich antifungální účinek.

Výše uvedené výsledky, které ve většině potvrzují antifungální účinnost vybraných látek, v podstatě korelují s výsledky této práce. Zatímco výše uvedené výsledky ukazují na horší antifungální účinnost pomerančovníkového oleje, výsledky této práce ukazují, že účinnost byla v porovnání všech variant průměrná. Naopak varianta ošetřená výtažky z *Ascophyllum nodosum* L. v mnohých parametrech vycházela jako nejhorší z pokusných variant.

Jayaraman et al. (2011) zároveň zjistili, že rostliny okurek ošetřené výtažky z řas dosahovaly zvýšených hodnot obsahu fenolických látek a chlorofylu.

Zvýšený obsah chlorofylu v rostlinách prokazují zkoušení Stirka a Staden (2006) s aplikací extraktu *Ascophyllum nodosum* L. u rostlin rajčat, pšenice a kukuřice.

Sabir et al. (2014) při testování extraktů *Ascophyllum nodosum* L. došli k závěrům, že tyto látky zvyšovaly obsah chlorofylu v listech a měly pozitivní vliv na výnos a kvalitu hroznů révy vinné.

K podobným závěrům dospěli i Procházka et al. (2018), když po aplikaci extraktu *Ascophyllum nodosum* L. na chmel byl statisticky významný rozdíl v obsahu chlorofylu jak v révových, tak v pazochoových listech oproti neošetřené kontrole.

Michalak a Chojnacka (2016) testovali ve svých pokusech extrakty mořských řas *Ascophyllum nodosum* L. a hnědých řas. Výsledky ukazují, že při použití přípravků s obsahem extraktů z mořských řas dochází k většímu nasazení květů a tím i většímu výnosu výsledné komodity. V pokusech byly použity různé plodiny (ovocné stromy, vinná réva, obiloviny, olejninu atp.).

Arrioliho et al. (2015) pokusy s ošetřením rostlin rajčat potvrzují, že po ošetření extraktem z mořských řas byly plody větší a bylo jich více.

Zvýšený obsah chlorofylu v rostlinách prokazují zkoušení Stirka a Staden (2006) s aplikací extraktu *Ascophyllum nodosum* L. u rostlin rajčat, pšenice a kukuřice.

V případě našich výsledků docházelo k navýšení obsahu chlorofylu v listech, což se shoduje s výše uvedenými studiemi. Avšak zvýšení obsahu chlorofylu v listech nebylo statisticky významné. Výnos byl u těchto variant třetí nejlepší, a proto lze říci, že se naše výsledky shodují s výše uvedenými.

Pobožniak et al. (2017) ve svých pokusech testovali pomerančový olej v produkci cibule. Vliv na zdravotní stav rostlin a výnos cibule zůstával srovnatelný v porovnání s konvenčním fungicidem.

Na základě dlouholetých pokusů v ekologické produkci jablek výsledky Jamar et al. (2010) doporučují použití pomerančového oleje pro ošetření jabloní jako plnohodnotného přípravku. Jako výhodu dále uvádějí mizivou reziduální stopu ve finální produkci.

Naše výsledky potvrzují předchozí výzkumy. Vliv ošetření pomerančovým olejem je na výnos pozitivní, avšak statisticky nevýznamný. Antifungální účinek je srovnatelný a v některých parametrech lepší než konvenční přípravky.

El-Mougy (2009) testoval účinky esenciálních olejů při ochraně bramboru proti *Alternaria solani*. Mimo jiné používal silice *Thymus vulgaris* L.. Jeho výstup je založen jak na laboratorním, tak na zkoušce v polních podmínkách. V polních podmínkách docházelo u brambor k navýšení výnosu hlíz.

Tyto výsledky se ne zcela shodují s výsledky této práce. Antifungální účinnost tymiánové silice je i v našich pokusech velmi dobrá, avšak vliv na výnos hlavního produktu není výrazný. Je ovšem srovnatelný s konvenčním ošetřením.

8 Závěr

8.1 Ekonomické zhodnocení

Tabulka č. 11 – Ekonomické zhodnocení aplikací vybraných přípravků (tříletý průměr obou lokalit)

Přípravek	Výnos suchého chmele (t/ha)	Nárůst výnosu oproti kontrole (t/ha)	Cena za 2 aplikační dávky (Kč/ha)	Přínos výnosu (Kč/ha)	Finanční přínos (Kč/ha)
Kontrola	1,041	-	4.992	-	-
Alginure	1,070	0,029	21.836	7.250	- 14.586
Wetcit	1,075	0,034	10.936	8.500	- 2.436
Tymiánová silice	1,043	0,002	30.000	500	- 29.500
Chmelový extrakt	1,104	0,063	26.200	15.750	- 10.450

Při ekonomickém zhodnocení byla použita cena 250.000,-Kč/t suchého chmele, což je běžná tržní cena za Žatecký poloraný červeňák. Při kalkulaci kontrolní varianty byl použit průměr cen přípravků použitých v jednotlivých aplikacích.

Z ekonomického hlediska vychází jako nejpřínosnější varianta chmelového extraktu. Všechny varianty z tříletého průměru obou lokalit vychází jako ekonomicky ztrátové. Jako ekonomicky nejvýhodnější lze označit variantu ošetřenou přípravkem Wetcit, která vykazuje nejmenší ekonomickou ztrátu aplikace. Nejhorší výsledek v porovnání s kontrolou ekonomicky dosahuje varianta ošetřená tymiánovou silicí.

Jelikož je zde předpoklad, že by testované přípravky nahradily konvenční přípravky, náklady na aplikaci jsou ve všech případech na stejné úrovni.

8.2 Závěrečné zhodnocení

Z výše uvedených výsledků vidíme, že všechny varianty zvyšují obsah chlorofylu v listech, což značí stimulační účinek všech vybraných přípravků. Antifungální účinek vykazovaly všechny varianty vybraných přípravků. Vliv na průběh tvorby alfa hořkých kyselin je zajímavý z hlediska dynamiky obsahu alfa hořkých kyselin. Zatímco konvenční přípravky se vyznačovaly rychlým dynamickým nárůstem obsahu alfa hořkých kyselin, v době sklizně měly klesající tendenci. Naopak pokusné varianty dosahovaly pozvolného nárůstu obsahu alfa hořkých kyselin, který v době sklizně dosahoval maximálních hodnot. Zvýšení obsahu alfa hořkých kyselin při sklizni bylo u variant chmelový extrakt a tymiánová silice statisticky významné. Vliv na výnos suchého chmele a následně alfa hořkých kyselin z hektaru byl statisticky nevýznamný. Výše uvedené trendy by bylo možné odůvodnit nižší fyto toxicitou vybraných látek oproti konvenčním přípravkům. Nižší stres rostlin působí

pozitivně na obsah důležitých látek v rostlině, ale i na výnosotvorné prvky plodin. Tuto úvahu by umocňoval fakt, že varianta ošetřovaná chmelovým extraktem, tedy látkami pro chmel nejvíce přirozenými, dosahovala nejlepších výsledků. Použití přípravků v běžné praxi limituje cena aplikace ošetření, která mnohonásobně převyšuje konvenční přípravky.

9 Literatura

- Al-Baldawy, Muneer Saeed M., Ahed Abd Ali H. Matloob a Hussein M. Khaeim, 2019. Antifungal inhibitory activity of *Thymus Vulgaris* L. and *Artemisia Herba-Alba* powder and its constituent phytochemicals against *Aspergillus Ochraceus* and *Fusarium Graminearum* growth. *Plant Archives*. 2019(1), 801- 804. ISSN 0972-5210.
- Almaguer C., Ch. Schönberger, M. Gastl, E. Arendt a T. Becker, 2014. *Humulus lupulus* – a story that begs to be told. *Journal of The Institute of Brewig* [online]. 2014, 2014(4), 289 - 314 [cit. 2018-04-01]. DOI: <https://doi.org/10.1002/jib.160>. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jib.160>
- Al-Shahrani, M. Hamed, M. Mahfoud, R. Anvarbatcha, M. D. T. Athar a A. Al Asmari, 2017. Evaluation of antifungal activity and cytotoxicity of *Thymus vulgaris* essential oil. *Pharmacognosy Communications* [online]. 7(1), 34-40 [cit. 2020-04-27]. DOI: 10.5530/pc.2017.1.5. ISSN 22490159. Dostupné z: <http://www.phcogcommn.org/content/116>
- Altová, M., 2019. Situační a výhledová zpráva chmel, pivo. 1. Praha: Ministerstvo zemědělství, Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1. ISBN 978-80-7434-258-9.
- Arioli, T., S. Mattner a P. Winberg, 2015. Applications of seaweed extracts in Australian agriculture: past, present and future. Springer [online]. 2015(27), 5 [cit. 2018-04-12]. DOI: 10.1007/s10811-015-0574-9. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4584108/>
- Azar, P., M. Nekoei, K. Larijani a S. Bahraminasab, 2011. Chemical composition of the essential oils of *Citrus sinensis* cv. Valencia and a quantitative structure–retention relationship study for the prediction of retention indices by multiple linear regression. *Journal of the Serbian Chemical Society* [online]. 2011(76), 11 [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/f96e/9de490e20d70c1e858f124dffe0d903bd95e.pdf>
- Baser, E. M. T., S. Mattner a P. Winberg, 2015. Applications of seaweed extracts in Australian agriculture: past, present and future. Springer [online]. 2015(27), 5 [cit. 2018-04-12]. DOI: 10.1007/s10811-015-0574-9. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4584108/>

- Bakkali, F., S. Averbeck, D. Averbeck a M. Idaomar, 2007. Biological effects of essential oils. *Food and Chemical Toxicology* [online]. 2007, 2008(46), 446-466 [cit. 2018-03-31]. DOI: 10.1016/j.fct.2007.09.106. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/c699/d9fda6cbbd26d962b3573ad12147d4c2cc31.pdf>
- Baser, K. a G. Buchbauer, ed., 2010. *Handbook of essential oils: science, technology, and applications*. 1. Boca Raton: CRC Press/Taylor. ISBN 14-200-6315-4.
- Berger, G. R., ed., 2007. *Flavours and Fragrances*. 1. Berlin: Springer Berlin Heidelberg New York. ISBN 978-3-540-49338-9.
- Biendl, M., 1996. Aktuální vlastnosti ethanolových extraktů chmele ve srovnání s CO₂ extrakty. *Kvasný průmysl* 42: 310-314.
- Bocquet, L., A. Siah, J. Samallie, J. L. Hilbert, P. Halama, S. Sahpaz a C. Rivieree, 2017. Antifungal activity of hops extracts against the wheat pathogen *Zymoseptoria tritici*. *Natural Products in Health, Agro-Food and Cosmetics* [online]. 2017(6) [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: <http://www.psemeetinglille2017.com/uploads/images/Abstract%20template.pdf>
- Boruga, O., A. Severi, L. Maggi, L. Golet, A. T. Gruia, a F. G. Horhat, 2014. Thymus vulgaris essential oil: chemical composition. *Journal of Medicine and Life* Volume [online]. 2014(7), 6 [cit. 2018-04-01]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/274964892_Thymus_vulgaris_essential_oil_chemical_composition_and_antimicrobial_activity
- Brant, V., M. Kroulík, K. Krofta, P. Zábranský, P. Procházka, J. Pokorný a J. Chyba, 2016. Prostorové rozmístění kořenového systému v půdě. *Chmelařství*. 2016(4), 42 - 46.
- Calderwood, L.B., S. A. Lewins a H. M. Darby, 2015. Survey of northeastern hop arthropod pests and their natural enemies. *Journal of Integrated Pest Management* 6:1-14.
- De Keukeleire, J., G. Ooms, A. Heyerick, I. Roldan-Ruiz, E. Van Bockstaele, a D. De Keukeleire, 2003. Formation and accumulation of alpha-acids; beta-acids; desmethylxanthohumol; and xanthohumol during flowering of hops (*Humulus lupulus* L.). *J. Agric. Food Chem.* 51:4436-4441.

- Eyres, G. T. a J. P. Dufour, 2009. Hop Essential Oil: Analysis, Chemical Composition and Odor Characteristics. *Beer in Health and Disease Prevention*:239–254. Available from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123738912000225>.
- El- Ishaq, A., M. Tijjani a M. Katuzu, 2011. EXTRACTION OF LIMONENE FROM ORANGE PEEL [online]. 2011, 10 [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/282843770_EXTRACTION_OF_LIMONENE_FROM_ORANGE_PEEL
- El-Mougy, N. S., 2009. Effect of Some Essential Oils for Limiting Early Blight (*Alternaria Solani*) Development in Potato Field. *Journal of Plant Protection Research*. 2009(49), 55-62. DOI: 10.2478/v10045-009-0008-2.
- Engelson, M., M. Solberg a E. Karmas, 1980. ANTIMYCOTIC PROPERTIES OF HOP EXTRACT IN REDUCED WATER ACTIVITY MEDIA. Wiley online library. Dostupné z:<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.1980.tb06514.x>
- Forejtová, M., 2007. Tisková zpráva Svazu pěstitelů chmele České republiky [online]. Svaz pěstitelů chmele. 21.8.2007 [cit. 16.3. 2018]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=1&typ=1&val=62697&ids=118>
- Gent, D. H., M. C. Twomey, S. N. Wolfenbarger a J. L. Woods, 2015. Pre- and Postinfection Activity of Fungicides in Control of Hop Downy Mildew. *Plant Disease* 99:858–865. Available from <http://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-10-14-1004-RE>.
- Hay, R., P. Waterman, ed., 1993. *Volatile Oil Crops – their biology, biochemistry*. 1. Essex: Hbk Longman Group UK Ltd PO Box 88, Fourth Avenue Harlow, Essex CM19 5AA, UK. ISBN 0-582-07867-9.
- Holdt, S. L. a S. Kraan, 2011. Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation. Springer science, Dordrecht. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-010-9632-5>
- Holý, K., P. Procházka, J. Štranc, D. Štranc a P. Štranc, 2017. *Integrovaná ochrana chmele: Certifikovaná metodika*. 1. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha. ISBN 978-80-7427-265-3.

- Horejsek, J. a M. Zich, 1990. Chmelařství: učebnice pro SZeŠ studijního oboru Pěstitelství a SOU učebního oboru 45-60-2 Pěstitel(ka) se zaměřením pro chmelařství. Praha: SZN. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství). ISBN 80-209-0125-6.
- Hough, S. J., R. Stevens, D. E. Briggs a T. W. Young, 1982. The Chemistry of Hop Constituents [online]. 1982, 33 [cit. 2018-04-01]. DOI: 10.1007/978-1-4615-1799-3_2. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/302296929_The_Chemistry_of_Hop_Constituents
- Hu, Z. M., C. Fraser, eds., 2016. *Seaweed Phylogeography* [online]. Dordrecht: Springer Netherlands [cit. 2018-02-12]. ISBN 978-94-017-7532-8.
- Jamar, L., M. Cavelier a M. Lateur, (2010). Primary scab control using a “during-infection” spray timing and the effect on fruit quality and yield in organic apple production. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 14 (3), pp. 423-439.
- Jayaraj, J. A., M. Wan a Z. K. Rahman Punja, 2008. Seaweed extract reduces foliar fungal diseases on carrot. *Crop Protection.*, **27**: 1360– 1366.
- Jayaraman, J., J. Norrie a Z. K. Puja, 2011. Commercial extract from the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* reduces fungal diseases in greenhouse cucumber. *Journal of Applied Phycology* [online]. 2011, 10 [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/227144791_Commercial_extract_from_the_brown_seaweed_Ascophyllum_nodosum_reduces_fungal_diseases_in_greenhouse_cucumber
- Ježek, J., ed., 2015. Chmel 2015: Příručka pro pěstitelé chmele. 1. Žatec: Chmelařský institut. ISBN 978-80-86836-98-0.
- 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., P. Donner, R. Křivská a I. Klapal, 2018. Hodnocení agrometeorologického roku 2017/2018

v Žatci, Liběšicích u Úštěka a Tršicích u Olomouce. *Chmelařství* **91**: 126-134

Karabín, M., T. Hudcová, L. Jelínek a P. Dostálek, 2016. Biologically Active Compounds from Hops and Prospects for Their Use. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 15:542–567.

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

Kincl, D., D. Kabelka, J. Srbek, P. Čáp, A. Petrů, M. Petera, K. Krofta a J. Pokorný, 2018.

Půdoochranné technologie pro pěstování chmelu. Certifikovaná metodika. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha.

Klas, M., 2020. Rigolovací orba před založením chmelnice, její význam pro výnos a úrodnost půdy chmelnic. In: *Seminář k agrotechnice chmele*. Žatec: Petr Svoboda. ISBN 978-80-86836-40-9.

Kopecký, J., M. Brynda, V. Ciniburk, J. Ježek, I. Klupal, J. Kořen, P. Kozlovský, K. Krofta, T. Kudrna, V. Nesvadba a J. Vostřel, 2008. Pěstování hybridních odrůd chmele v podmínkách chmelařských oblastí ČR. 1. Žatec: Chmelařský institut. Metodika (Chmelařský institut). ISBN 978-80-86836-24-9.

Kořen, J., V. Ciniburk, J. Podsedník a F. Veselý, 2009. Monitorovací systém sklizně chmele. Chmelařský institut s.r.o., Žatec.

Kořen, J., V. Ciniburk, J. Podsedník, A. Rybka a F. Veselý, 2008a. Sušení chmele na komorových sušárnách. 1. Žatec: Chmelařský institut. ISBN 978-80-86836-51-5.

Kořen, J., V. Ciniburk, J. Podsedník, A. Rybka a F. Veselý, 2008b. Sušení chmele na pásových sušárnách. 1. Žatec: Chmelařský institut. ISBN 978-80-86836-54-6.

Kosař, K., S. Procházka, eds., 2000. *Technologie výroby sladu a piva*. 1. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský. ISBN 80-902658-6-3.

- Krofta, K., M. Brynda a V. Nesvadba, 2010. Rajonizace českých odrůd chmele: Metodika pro praxi. 1. Žatec: Chmelařský institut. ISBN 978-80-87357-04-0.
- Krofta, K., 2008. Hodnocení kvality chmele. 1. Žatec: Chmelařský institut. ISBN 978-80-86836-84-3.
- Krofta, K., J. Ježek, J. Klapal, J. Křivánek, J. Pokorný, J. Pulkrábek a J. Vostřel, 2012. Integrovaný systém pěstování chmele. 1. Žatec: Petr Svoboda. Metodika (Chmelařský institut). ISBN 978-80-86836-82-9.
- Kršková, I., 2019. Chmelu se dařilo, letošní sklizeň je jednou z nejvyšších za poslední roky [online]. In: . 5.12.2019 [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: <http://www.akcr.cz/txt/chmelu-se-darilo-letosni-sklizen-je-jednou-z-nejvyssich-za-posledni-roky>
- Kršková, I., 2019. Nižší plocha chmelnic ke sklizni 2019 [online]. In: . ÚKZÚZ, 26.8.2019 [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/ukzuz/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/_obsah_cz_ukzuz_trvale-kultury_registrace-chmelnic_nizsi-plocha-chmelnic-ke-sklizni-2019.html
- Křivánek, J., J. Pulkrábek, R. Chaloupský, T. Kudrna a J. Pokorný, (2008). Response of the Czech hybrid hop cultivar Agnus to the term of pruning, depth of pruning and number of trained bines. *Plant Soil Environ.*, 54: 471-478.
- Lawrencet, M. B., 2001. Essential oils: From Agriculture to chemistry. *Internationa Journal of Aromatherapy* [online]. 2001, 2001, 82-98 [cit. 2018-04-01]. ISSN 0962- 4562. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0962456201800023>
- Masango, P., 2004. Cleaner production of essential oils by steam distillation. *Journal of Cleaner Production* [online]. 2005(13), 7 [cit. 2018-04-01]. DOI: 10.1016/j.jclepro.2004.02.039. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/d84c/4ee038fb026a612e394cae57e489b660f400.pdf>
- Marchese, A., I. E. Orhan, M. Daglia, R. Barbieri, A. Di Lorenzo, S. F. Nabavi, O. Gortzi, M. Izadi a S. M. Nabavi, 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>

- Michalak, I. a K. Chojnacka, 2016. The potential usefulness of a new generation of Agro-products based on raw materials of biological origin. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus* [online]. 2016(15), 24 [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <http://www.acta.media.pl/pl/full/7/2016/000070201600015000060009700120.pdf>
- Mota, K. S. L., F. Perreira, W. Oliveira a I. Lima, 2012. Antifungal Activity of *Thymus vulgaris* L. Essential Oil and Its Constituent Phytochemicals against *Rhizopus oryzae*: Interaction with Ergosterol. *Molecules* [online]. 2012(19), 16 [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: <http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjSvp6ghLfaAhXOb1AKHfC2AMUQFghQMAU&url=http%3A%2F%2Fwww.mdpi.com%3A8080%2F1420-3049%2F17%2F12%2F14418%2Fpdf&usg=AOvVaw0oXxgayK5LRckaARvWMh6S>
- Murakami, A., P. Darby, B. Javornik, M. S. S. Pais, E. Seigner, A. Lutz a P. Svoboda, 2008. Molecular phylogeny of wild hops, *Humulus lupulus* L. *Heredity*, 2008 (97), 66-74,
- Nawrocki, J., 2013. Effectiveness of new plant protection products in the protection of Chinese aster against fungal diseases. *POSTĘPY W OCHRONIE ROŚLIN* [online]. 2013(2), 4 [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: http://www.progress.plantprotection.pl/download.php?ma_id=780
- Nesvadba, V., A. Henychová, K. Krofta a J. Patzak, 2012. Atlas českých odrůd chmele. Raise. Žatec. 28 s. ISBN: 978-80-87357-11-8.
- Nesvadba, V., 2013. Vývoj a tradice českých odrůd chmele. Chmelařský institut s.r.o., Žatec.
- Neuza, J., C. A. Da Silva a P. M. Arancha, 2016. Antioxidant activity of oils extracted from orange (*Citrus sinensis*) seeds. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* [online]. 2016, 8 [cit. 2018-04-11]. ISSN 1678-2690. Dostupné z: <http://www.scielo.br/pdf/aabc/v88n2/0001-3765-aabc-201620140562.pdf>
- Nikkah, M., M. Hasssemi, M. B. Habibi a R. Farhoosh, 2017. Synergistic effects of some essential oils against fungal spoilage on pear fruit. *Int J Food Microbiol* [online]. 2017(18) [cit. 2018-04-13]. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2017.06.021. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28763743>

Niknejad, F., M. Mohammadi, M. Khomeiri a M. Aalami, 2015. Antifungal and Antioxidant Effects of Hops (*Humulus lupulus* L.) Flower Extracts. *Advances in Environmental Biology* [online]. 2015(8), 6 [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/273254229_Antifungal_and_Antioxidant_Effects_of_Hops_Humulus_lupulus_L_Flower_Extracts

Nionelli, L., E. Pontonio, M. Gobbetti a C. G. Rizzello, 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)

Norrie, J. a J. P. Keathley, 2006. Benefits of *Ascophyllum nodosum* Marine-Plant Extract Applications to Thompson Seedless' Grape Production. *IS on Plant Bioregulators in Fruit* [online]. 2006, 2006(10), 6 [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Jeffrey_Norrie/publication/284250867_Benefits_of_Ascophyllum_nodosum_marineplant_extract_applications_to_Thompson_seedless_grape_production/links/5704ff4a08ae44d70ee3032f/Benefits-of-Ascophyllum-nodosum-marine-plant-extract-applications-to-Thompson-seedless-grape-production.pdf

Nuutinen, T., 2018. Medicinal properties of terpenes found in *Cannabis sativa* and *Humulus lupulus*. *European Journal of Medicinal Chemistry* 157:198–228. Elsevier Masson SAS. Available from <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2018.07.076>.

Pavela, R., 2011. *Botanické pesticidy*. 1. České Budějovice: Kurent. ISBN 978-80-87111-26-0.

Perczak, A., D. Gwiazdowska a K. Marchwińska, K., 2019. Antifungal activity of selected essential oils against *Fusarium culmorum* and *F. graminearum* and their secondary metabolites in wheat seeds. *Arch Microbiol* 201, 1085–1097 (2019). <https://doi.org/10.1007/s00203-019-01673-5>

Perés, J. C. F., L. R. Carvalho, E. Gonzales, L. O. S. Berian a J. D. Felicio, 2012. Evaluation of antifungal activity of seaweed extracts. *Ciência e Agrotecnologia* [online]. 2012(36), 1 [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542012000300004

Pobożniak, M., D. Grabowska a M. Olczyk, 2017. Effect of Orange and Cinnamon Oil on the Occurrence and Harmfulness of Thrips *tabaci* Lind on Onion – Preliminary Results, 2017. *Acta Horticulturae et Regioecturae*. 2017(19).

- Procházka, P., P. Štranc, K. Pazderů, J. Vostřel a J. Řehoř, (2018): Use of biologically active substances in hops. *Plant Soil Environ.*, 64: 626-632.
- Rybáček, V., ed., 1980. *Chmelařství*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- 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-amechanizace-pri-pestovani-a-sklizni-chmele-212> (březen 2019)
- Řehoř, J., P. Procházka, J. Vostřel a A. Fraňková, 2018. Vliv aplikace biopesticidů na obsah chlorofylu v listech chmele. *Úroda*. Profi Press, 2018(3), 94-95.
- Řehoř, J., P. Procházka, J. Vostřel a A. Fraňková, 2020. Použití přírodních látek s antifungálním účinkem při ochraně chmele. In: *Seminář k agrotechnice chmele*. Žatec: Petr Svoboda. ISBN 978-80-86836-40-9.
- Sabir, A., Y. Kevser, F. Sabir, Z. Kara, M. A. Yazici a N. Goksu, 2014. Vine growth, yield, berry quality attributes and leaf nutrient content of grapevines as influenced by seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) and nanosize fertilizer pulverizations. *Scientia Horticulturae*. 2014(175), 1-8.
- Schmidt, E., 2010. Production of Essential oils. Pages 83-121 in Baser KHC, Buchbauer G, editors. *Handbook of Essential oils – Science, technology and applications*. CRC Press, Boca Raton.
- Singh, D., ed., 2014. *Advances in Plant Biopesticides* [online]. New Delhi: Springer India, s. 92-93 [cit. 2018-02-26]. DOI: 10.1007/978-81-322-2006-0. ISBN 978-81-322-2005-3.
- Skotland, C. B. a D. A. Johnson, 1983. Control of Downy Mildew of Hops. *Plant Disease* 67:1183–1185.
- Shabnum, S. a G. M. Wagay, 2011. Essential Oil Composition of *Thymus Vulgaris* L. and their Uses. *Journal of Research & Development* [online]. 2011(11), 12 [cit. 2018-04-01]. ISSN 0972-5407. Dostupné z: <http://www.agroresearchinternational.com/wp-content/uploads/2017/11/Essential-Oil-Composition.pdf>

Steinhaus, M. a P. Schieberle, 2000. Comparison of the Most Odor-Active Compounds in Fresh and Dried Hop Cones. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. (48), 7 [cit. 2018-04-01]. DOI: 10.1021/jf990514l. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/12498083_Comparison_of_the_Most_Odor-Active_Compounds_in_Fresh_and_Dried_Hop_Cones_Humulus_lupulus_L_Variety_Spalter_Select_Based_on_GC-Olfactometry_and_Odor_Dilution_Techniques

Stirk, W. A. a J. Staden, 2006. SEAWEED PRODUCTS AS BIOSTIMULANTS IN AGRICULTURE. *South African Journal of Botany* [online]. 2006(11), 32 [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Wendy_Stirk/publication/257081078_World_seaweed_resources/links/5419390f0cf203f155adc7b7/World-seaweed-resources.pdf

Suntres, Z. E., J. Coccimiglio a M. Alipour, 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:G0ONCvAnPwXZg1JqkmJJsy1o90xsBYc7UtWE3z0BU2QUyoBiXW38KssJUDLf0axEGE0n1YrmohC

Štranc, J., P. Štranc a D. Štranc, 2013. Zásady správné agrotechniky chmele a analýza příčin velkého úhynu chmele na jaře roku 2012. Praha [i.e. České Budějovice]: Kurent. ISBN 978-80-87111-39-0.

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

Štranc, P., J. Štranc, D. Štranc a R. Ledvina, 2008. Zpracování půdy ve chmelnicích. Praha [i.e. České Budějovice]: Kurent. ISBN 978-80-87111-11-6.

Štranc, P., J. Štranc, P. Procházka, D. Štranc, 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.

- Ünal, M., F. Ucan, A. Şener a S. Dincer, 2012. Research on antifungal and inhibitory effects of DL-limonene. Turk J Agric For [online]. 2012(36), 7 [cit. 2018-04-02]. DOI: 10.3906/tar-1104-41. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/ae92/f85f82ed3abedf04fc9f82a3bf473b999264.pdf>
- Vavera, R., J. Křivánek a M. Pechová, 2017. Výživa a hnojení produkčních chmelnic. Certifikovaná metodika. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Velázquez-Nunez, M. J., R. Avila-Sosa, E. Palou a A. Lopez-Malo, 2013. Antifungal activity of orange (*Citrus sinensis* var. Valencia) peel essential oil applied by direct addition or vapor contact. Food Control. 2013(31), 1-4.
- Vent, L., ed., 1963. Chmelařství: organizace a technologie velkovýroby. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství).
- Verzele, M. a D. De Keukeleire, 1991. Chemistry and analysis of hop and beer bitter acids. Elsevier Science Publishers B. V., Gent.
- Volf, M. a J. Zeman, 2017. Výsledky pěstování řepky v ČR v roce 2017. In: Sborník 22. - 23.11.2017 Hluk: Systém výroby řepky. Praha: SPZO, s. 3-40.
- Volf, M. a J. Zeman, 2019. Systém výroby řepky, systém výroby slunečnice: 36 vyhodnocovací seminář. Hluk: sborník 20. - 21. 11. 2019. Praha: Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin. 36:3-13.
- Vostřel, J., 2003. Ochrana chmele proti hospodářsky významným chorobám a škůdcům. AGRO 3: 22-26
- Vostřel, J., I. Klapal, T. Kudrna a H. Fořtová, 2008a. Metodika ochrany chmele proti svilušce chmelové (*Tetranychus urticae* Koch). Chmelařský institut s.r.o., Žatec.
- Vostřel, J., I. Klapal, T. Kudrna a H. Fořtová, 2008b. Metodika ochrany chmele proti mšici chmelové (*Phorodon humuli* Schrank). Chmelařský institut s.r.o., Žatec.

Vostřel, J., I. Klapal a T. Kudrna, 2008c. Metodika ochrany chmele proti peronospoře chmelové

(Peronoplasmopara humuli Miy et Tak., Wils.). Chmelařský institut s.r.o., Žatec.

Vostřel, J., I. Klapal a T. Kudrna, 2010a. Metodika ochrany chmele proti dřebčíku chmelovému: Metodika pro praxi 05/2010. 1. Žatec: Chmelařský institut. ISBN 978-80-87357-05-7.

Vostřel, J., I. Klapal a T. Kudrna, 2010b. Ochrana ozdraveného ŽPČ a hybridních odrůd chmele proti Peronospoře chmelové v Tršické chmelové oblasti 2010. Chmelařský institut s.r.o., Žatec.

Vostřel, J., P. Procházka, J. Řehoř a A. Fraňková, 2019. Možnosti ošetření chmelové sadby přírodními látkami s antifungálním účinkem. Pages 96-101 in Pazderů K, editor. Osivo a sadba – Sborník referátů. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Zacharias, E. S., J. Coccimiglio a M. Alipour, 2014. The Bioactivity and Toxicological. Critical Reviews in Food Science and Nutrition [online]. 2015(55), 16 [cit. 2018-04-01]. DOI: 10.1080/10408398.2011.653458. ISSN 1040-8398 / 1549-7852 online. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/263014005_The_Bioactivity_and_Toxicological_Actions_of_Carvacrol

Zanoli, P. a M. Zavatti, 2008. Pharmacognostic and phramacological profile of Humulus lupulus L. Journal of Ethnopharmacology. 2008(116), 383-396.

Zima, F. a V. Zázvorka, 2017. Chmelařství. 2. Chrášťany: AGROSCIENCE s.r.o. Chrášťany 175, 270 01 Kněževy. Publikace ministerstva zemědělství. ISBN 978-80-906121-

