

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby



**Vliv ošetření chmele otáčivého vybranými přírodními
látkami s fungicidním účinkem na kvalitu chmelových
hlávek**

Bakalářská práce

Autor práce: Jan Řehoř

Obor studia: Pěstování rostlin(ATZR)

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

© 2018 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Vliv ošetření chmele otáčivého vybranými přírodními látkami s fungicidním účinkem na kvalitu chmelových hlávek“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské 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 bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20.4.2018

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 strýci Miloši Kudrnáčovi za umožnění pokusů. Dále také kolektivu společnosti MK AGRO s.r.o. za pomoc při realizaci pokusů. Díky patří také společnosti ZOS Liběšovice s.r.o., kde probíhala druhá část pokusů. A v neposlední řadě bych chtěl poděkovat celé mojí rodině za trpělivost a podporu po celou dobu studia.

Vliv ošetření chmele otáčivého vybranými přírodními látkami s fungicidním účinkem na kvalitu chmelových hlávek

Souhrn

Cílem této bakalářské práce bylo sledování vlivu ošetření chmele otáčivého vybranými přírodními látkami s antifungálním účinkem na kvalitu chmelových hlávek. Aplikace přípravků na bázi výtažků z mořských řas, terpenů z pomerančovníku, tymiánové silice a chmelových extraktů by mohla patřit mezi alternativní způsoby fungicidního ošetření chmele otáčivého, bez následků snížení výnosů a kvality chmelových hlávek, což je dobrým předpokladem pro využití v integrované produkci chmele.

Pro poloprovozní pokus byly zvoleny přípravky: Alginure, Prev B2, tymiánová silice a chmelový extrakt. Pokusy byly založeny v roce 2017 na lokalitách Čínov a Liběšovice. Kromě sledování parametrů kvality (obsahu alfa hořkých kyselin), byl sledován také výnos suchého chmele a obsah chlorofylu v révových a pazochoových listech po aplikaci vybraných látek. Výsledky ukázaly, že všechny použité přípravky měly pozitivní vliv na obsah chlorofylu v listech. Přípravky Prev B2, tymiánová silice a chmelový extrakt měly výrazně pozitivní vliv na výnos chmelových hlávek. Všechny přípravky rovněž působili pozitivně na obsah alfa hořkých kyselin a i na celkovou produkci alfa hořkých kyselin na hektar.

Největšího vlivu na výnos bylo dosaženo u varianty ošetřené chmelovým extraktem (2,132 t/ha). Tymiánová silice a přípravek Prev B2 měly také výrazný vliv na výnos suchého chmele. Aplikace přípravku Prev B2 nejvíce zvýšila obsah alfa hořkých kyselin. Nejvyšší dosažená produkce čistých alfa hořkých kyselin byla u varianty ošetřené chmelovým extraktem. 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, biopesticidy, fungicidy, plíseň chmelová, kvalita chmele

Effect of treatment hops rotational selected natural substances having fungicidal effect on the quality cone hops

Abstract

The aim of this bachelor thesis was to monitor the influence of the treatment of hops with selected natural substances with antifungal effect on the quality of hops. Application of seaweed extracts, orange terpens, thyme and hop extracts could be among the alternative methods of fungicidal treatment of hops, without the consequence of decreasing yields and quality of hop cones, which is a good prerequisite for use in integrated hops production.

For a test were selected: Alginure, Prev B2, thyme oil and hop extract. Experiment were set up in 2017 on locations of Čínov and Liběšovice. In addition to monitoring the quality parameters (alpha fatty acid content), the yield of dry hop 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. Preparations Prev B2, thyme oil and hop extract had a significant positive effect on the yield of hop cones. All preparations also positively influenced the alpha bitter acid content as well as the total production of alpha bitter acids per hectare.

The biggest impact on yield was achieved in the variant treated with hop extract (2,132 t / ha). Thyme oil and Prev B2 also had a significant impact on the yield of dry hops. The application of Prev B2 most increased the content of alpha acids. The highest achieved production of pure alpha bitter acids was in the variant treated with hop extract. 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, biopesticides, fungicides, downy mildew on hops, hops quality

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce	2
3	Literární část	3
3.1	Chmel otáčivý	3
3.2	Současné pěstování chmele v ČR.....	4
3.2.1	Chmelařské oblasti ČR	4
3.2.1.1	Žatecká chmelařská oblast	4
3.2.1.2	Ústěcká chmelařská oblast	5
3.2.1.3	Tršická chmelařská oblast	5
3.2.2	Odrůdy chmele v ČR	5
3.2.2.1	Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ)	5
3.2.2.2	České hybridní odrůdy	6
3.3	Agrotechnika chmele	9
3.3.1	Zakládání chmelnice	9
3.3.2	Podzimní práce	10
3.3.3	Jarní práce	10
3.3.4	Letní práce	11
3.3.5	Sklizení, sušení a balení	12
3.3.6	Výživa a hnojení chmelnic	13
3.3.7	Ochrana chmele	15
3.3.7.1	Škůdci chmele	16
3.3.7.2	Choroby chmele	18
3.3.8	Abiotické stresové faktory	20
3.4	Přírodní látky s fungicidním účinkem.....	21
3.4.1	Tymiánová silice	23
3.4.2	Chmelové extrakty	24
3.4.3	Terpeny z pomerančovníku	25
3.4.4	Výtažky z řas	26
4	Metodika	28
4.1	Pokusné stanoviště Čínov	28
4.1.1	Základní informace o stanovišti Čínov	28
4.1.2	Základní informace o pokusu Čínov	28
4.1.3	Agrotechnika.....	30
4.2	Pokusné stanoviště Liběšovice	30
4.2.1	Základní informace o stanovišti Liběšovice	31
4.2.2	Základní informace o pokusu Liběšovice	31

4.2.3	Agrotechnika.....	32
4.3	Pěstitelský rok 2016/2017	32
4.4	Průběh pokusů.....	33
4.4.1	Použití vybraných přípravků s fungicidním účinkem.....	33
4.4.1.1	Charakteristika přípravků.....	35
4.4.1.2	Aplikace	36
4.4.2	Sledované parametry.....	37
4.4.3	Hodnocení sledovaných parametrů.....	37
4.4.3.1	Obsah chlorofylu v listech.....	37
4.4.3.2	Obsah alfa a beta hořkých kyselin.....	37
4.4.3.3	Výnos suchého chmele.....	38
5	Výsledky	40
5.1	Obsah chlorofylu v listech	40
5.1.1	Obsah chlorofylu v révových listech	40
5.1.2	Obsah chlorofylu v pazochových listech	41
5.2	Výnos suchého chmele	42
5.3	Obsah alfa hořkých kyselin	43
5.4	Výnos čistých alfa hořkých kyselin.....	44
6	Diskuze	46
7	Závěr.....	49
7.1	Ekonomické zhodnocení	49
7.2	Závěrečné zhodnocení.....	49
8	Seznam použité literatury.....	51

1 Úvod

Tradice pěstování chmele otáčivého v České republice je dlouholetá. Nástup systematického pěstování chmele je spojen s vládou Karla IV. Od té doby má české chmelařství světový věhlas. I proto docházelo k různým pokusům o certifikaci českého chmele již od roku 1884. Pěstování chmele se postupně soustřeďovalo do oblastí s nejpříhodnějšími podmínkami (Žatecko, Lounsko, Rakovnicko, Ústěcko). V průběhu historie docházelo k různým vlnám úpadku a expanze chmelařství v Čechách.

V současné době dochází k opětovnému růstu výměry chmelnic. Česká republika je třetím největším pěstitelem chmele na světě. Největší výměru zaujímá Žatecký poloraný červeňák, který je světově nejvíce ceněnou odrůdou.

Klimatické výkyvy posledních desetiletí postihují všechny rostliny na území České republiky. Největší chmelařská oblast – Žatecká chmelařská oblast je také ve srážkovém stínu Krušných a Doupovských hor. Tyto abiotické stresy se dají částečně kompenzovat agrotechnickými opatřeními, nebo např. závlahou. Jelikož je chmel pěstován v dlouholeté monokultuře, čelí rostliny chmele také biotickému stresu ze strany škůdců a chorob. Jejich eliminace je nejčastější použitím chemických pesticidů. V současné době je ovšem v Evropské unii vyvíjen tlak na snižování spotřeby chemických pesticidů a je proto nezbytné hledat alternativní způsoby eliminace biotických stresových faktorů.

Řešení mohou představovat látky, které jsou přírodního původu a kromě antifungálních účinků mají účinky stimulační. Jedná se o různé výtažky, extrakty nebo silice rostlin nebo řas. Výhodou těchto látek je jejich pozitivní role v antirezistentní strategii, a zároveň neškodnost jejich reziduí. Proto by tyto látky mohly být alternativou, se kterou se však bude dosahovat vysokých a kvalitních výnosů.

2 Cíl práce

Cílem práce je jednak zpracovat kvalitní literární přehled na zadané téma a jednak vyhodnotit vliv ošetření chmele vybranými přírodními látkami s antifungální aktivitou na kvalitativní parametry sklizených chmelových hlávek.

3 Literární část

3.1 Chmel otáčivý

Z hlediska systematického náleží chmel otáčivý (*Humulus lupulus*) do řádu kopřivovitých (*Urticales*) a čeledi konopnatých (*Cannabaceae*). (Zima a Závorka, 2017)

Chmel otáčivý (*Humulus lupulus*) je víceletou bylinou, u níž dochází každoročně, před nástupem zimy, k odumírání všech nadzemních orgánů. Přezimují pouze vyspělé podzemní části. Podzemní spící pupeny mají schopnost přetrvat v životaschopném stavu až 4 roky. U rostliny chmele rozlišujeme čtyři orgánové soustavy: kořenovou, podzemních lodyžních orgánů, nadzemních vegetativních orgánů, generativních orgánů. (Rybáček, 1980)

Tlustá podpovrchová část kořene je babka, ze které vyrůstají hlavní, vytrvalé a kulovité 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)

Prostorově jsou kořeny chmele větvené spíše po směru řádku. Šířka kořenů směrem do mezířadí je maximálně 50 cm. Kdežto ve směru po řádku dosahují délky až 50cm na každou stranu. Hloubka kořenů může sice dosahovat až 5m, ovšem nejhustší kořenová síť se pohybuje od 0,2m – 1,8m. (Brant, 2016)

Ještě 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. Rév vyrůstá hned několik z jedné babky. Přebytečné révy se odstraňují a zavádí se zpravidla 3 révy na chmelovod. Barva révy se odrůdově liší. Je složena z internodií a do 50cm vzrůstu roste kolmo. Díky zkřemenělým ostrým háčkům se poté začíná pravotočivě ovíjet kolem opory. V kolíncích z révy vyrůstají dlanité, srdčité vejčité listy. Z oček, v úžlabí listů, vyrůstají postranní výhony (pazochy), které na sobě nesou základ pazochových listů a větví květenství. (Zima a Závorka., 2017)

Květenství se v chmelařské terminologii nazývá osýpka, plodenství hlávky a oplozené jednosemenné nažky - pecky. Chmel je rostlina dvoudomá. Samčí květenství tvoří bohatě větvená lata. Pyl se šíří větrem na vzdálenost až 20km. Samičí květenství je složeno z mnohokrát zalomeného vřetenka 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)

Hlávka je složena ze stopky, na kterou navazuje tzv. věténko, na jehož lomených částech sedí listeny, tvořící samotnou hlávku. Při opylení dochází k vzniku plodu – nažky. Plod je pevný trojboký, kulovitý o průměru 1,5 – 2mm. (Zima a Závorka, 2017)

Kulturní chmel je pěstován hlavně pro samičí květenství (hlávky). Hlávky obsahují hořké chmelové látky, třísloviny a silice. Základními hořkými pryskyřicemi jsou alfa a beta hořké kyseliny. Obsah alfa hořké kyseliny je ovlivňován počasím, a to hlavně teplotou. (Pastyřík et al., 1989)

3.2 Současné pěstování chmele v ČR

Česká republika je třetím největším producentem chmele na světě. Její podíl na světové výměře je 8,3%. V pěstitelském roce 2016/2017 tvořila výměra chmelnic 4 945 ha. V ČR se za rok 2017 vyprodukovalo 6 796,79 t chmele a průměrným výnosem 1,37t/ha. (Altová, 2017)

Největší nárůst zaznamenala plocha Žateckého poloraného červeňáku a to o 131ha. Odrůdy Sládek, Kazbek, Saaz special, Agnus a Saaz Late zaznamenali spíše mírný nárůst a to do desítek hektarů. Naopak k snížení plochy došlo u odrůdy Premiant. (Kršková, 2017(a))

3.2.1 Chmelařské oblasti ČR

3.2.1.1 Žatecká chmelařská oblast

Žatecko je největší a zároveň nejčlenitější chmelařskou oblastí v České republice. 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. (Horejsek a Zich, 1990)

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 400 mm do 500 mm. (Forejtová, 2007)

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. (Vent et al., 1963)

Hnědozemní typ je typický pro většinu chmelnic této oblasti. Objevují se zde i černozemě a půdy lužního typu. V oblasti Úštěka a Litoměřic se nacházejí půdy vzniklé na křídových slínech a slinitých jílech. (Horejsek a Zich, 1990)

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. (Horejsek a Zich, 1990)

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

3.2.2 Odrůdy chmele v ČR

3.2.2.1 Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ)

Majoritní odrůdou v České republice je Žatecký poloraný červeňák pěstovaný na 87,2% celkové pěstitelské plochy. Vynikajících pivovarských vlastností Žateckého poloraného červeňáku se využívá i při šlechtění hybridních chmelových odrůd. (Altová, 2017)

Žatecký poloraný červeňák vznikl od 19. století, postupným šlechtěním od Staročeského červeňáku, až po odrůdu Křištofa Semshe. Semšův chmel byl základem pro šlechtitelskou práci Karla Osvalda. Osvaldovy klony byly uznány jako samostatné klony (odrůdy) v roce 1946. (Horejsek a Zich, 1990)

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

Chmelová rostlina je středně mohutného vzrůstu, a tvar rostliny je pravidelně válcový. Réva je zeleno-červená o tloušťce 9-11mm. Nízko nasazené plodonosné pazochy jsou krátké až střední. Chmelové hlávky jsou malé až střední a hustě nasazené, tvarem středně až dlouze

vejčité. Jemná chmelová vůně hlávek ŽPČ je charakterizována jako standart kvality. (Krofta et al., 2010)

Žatecký poloraný červeňák je středně odolný k primární infekci peronosporou chmelovou (*Pseudoperonospora humuli*) a tolerantní proti primární infekci padlím chmelovým (*Sphaerotheca humuli*). Je i středně odolný proti sekundární infekci peronosporou chmelovou (*Pseudoperonospora humuli*) a velmi tolerantní proti sekundární infekci padlím chmelovým (*Sphaerotheca humuli*). (Ježek et al., 2015)

V pivovarnictví je tato odrůda používána pro druhé a třetí chmelení, nebo pro chmelení za studena. Obsah alfa hořkých kyselin se pohybuje od 2,5% do 4,5% a beta hořkých kyselin od 4% do 6%. Obsah silic je 0,4 - 0,8 g/100g. (Nesvadba et al, 2012)

3.2.2.2 České hybridní odrůdy

3.2.2.2.1 Sládek

Nejrozšířenější hybridní odrůdou české republiky je Sládek, který se pěstuje na ploše 295ha. V průměru dosahovala v roce 2017 výnosu 2,08t/ha. Obsah alfa hořkých kyselin se pohyboval od 6,7% do 7,7%. (Altová, 2017)

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 – 13 mm silná a vždy zelená. Plodonosné pazochy jsou středně až vysoko nasazené, a 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*) a tolerantní k primární infekci a velmi tolerantní k sekundární infekci padlím chmelovým (*Sphaerotheca humuli*). (Krofta et al., 2010)

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

3.2.2.2.2 Premiant

Premiant je k roku 2017 s plochou 165ha třetí nejpěstovanější odrůdou v ČR. Průměrný výnos dosahoval 2,07t/ha. Obsah alfa hořkých kyselin dosahoval hodnot od 8,2 do 9,4 %. (Altová, 2017)

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. (Krofta et al., 2010)

Rostlina se vyznačuje mohutným vzrůstem a válcovitým tvarem. Síla zelené révy je 12 – 15 mm. 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*), 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)

3.2.2.2.3 Saaz Late

Saaz Late patří spíše k minoritním odrůdám, ale v posledních letech jeho výměra stoupá. V roce 2017 dosahoval na 44ha průměrného výnosu 1,84t/ha a průměrný obsah alfa hořkých kyselin byl 3,5 – 6%. (Altová, 2017)

Tato odrůda pochází z rozpracovaného šlechtitelského materiálu Žateckého poloraného červeňáku. Habitus rostliny je mohutný a má nepravidelný válcovitý tvar. Fialová réva má tloušťku 12 – 15mm. Plodonosné pazochy jsou nízko až středně nasazené. Odrůda je citlivá na zastínění a k vylamování pazochů, proto se doporučuje sázení do větších sponů. Saaz Late je citlivý až středně citlivý k infekci peronosporou chmelovou (*Pseudoperonospora humuli*) a tolerantní až velmi tolerantní k infekci padlí chmelovým (*Sphaerotheca humuli*). (Ježek et al., 2015)

Aroma této odrůdy je pravé, jemné a chmelové s převažující kořeněnou a citrónovou vůní. (Nesvadba et al., 2012)

3.2.2.2.4 Agnus

V roce 2017 se odrůda Agnus pěstovala na výměře 42ha a dosahovala průměrného výnosu 2,33. Obsah alfa hořkých kyselin se pohyboval od 9,8% - 10,8%. (Altová, 2017)

Agnus je odrůdou původem velmi rozmanitou, v jeho genetickém základu jsou odrůdy Sládek, Bor, Žatecký poloraný červeňák, Northern Brewer, Fuggle a další šlechtitelský materiál. Je také první českou vysokoobsažnou odrůdou registrovanou v roce 2001. Řadí se do skupiny hořkých chmelů s vyšším obsahem alfa hořkých kyselin. (Krofta et al., 2010)

Odrůda se vyznačuje středně mohutným vzrůstem a pravidelným válcovým tvarem. Réva dosahuje zeleno-červené až červené barvy a tloušťky 9 – 13mm. Plodonosné pazochy středně vysoko nasazené dosahují střední délky. (Ježek et al., 2015)

Odrůda je středně odolná jak peronospoře chmelové (*Pseudoperonospora humuli*), tak i padlí chmelovému (*Sphaerotheca humuli*). Charakteristickou vlastností je dlouhá doba technické zralosti. (Krofta et al., 2010)

Aroma je silně kořenité. Po době technické zralosti může vykazovat sirné stopy, což je způsobeno vysokým obsahem siličních látek – selinenů. (Nesvadba et al., 2012)

3.2.2.2.5 Kazbek

Kazbek je další odrůdou, jejíž plochy narůstají. K roku 2017 bylo vysázeno touto odrůdou 34ha a průměrný výnos dosahoval 2,08t/ha. Obsah alfa hořkých kyselin dosahoval 4 – 7%. (Altová, 2017)

Původem je Kazbek z výběru hybridního materiálu, kde je v původu ruský planý chmel. Tím si s sebou nese robustnost a stabilitu. (Nesvadba et al., 2012)

Habitus rostlin je mohutný a může dosahovat kyjovitého tvaru. Červeno zelená réva má tloušťku 12 – 15mm. Plodonosné pazochy jsou velmi dlouhé a středně vysoko nasazené. (Ježek et al., 2015)

Kazbek se vyznačuje střední odolností proti peronospoře chmelové (*Pseudoperonospora humuli*) a padlí chmelovému (*Sphaerotheca humuli*). Patří mezi pozdní odrůdy. (Krofta et al., 2010)

Kazbek má specifické kořenité – citronové aroma. Velmi výraznou vůní je vůně citronová, která je velmi odlišná od chmelové vůně. (Ježek et al., 2015)

3.2.2.2.6 Saaz Special

Odrůda Saaz Special dosahovala v roce 2017 výměry 26ha. Průměrný výnos byl 1,7t/ha a obsah alfa hořkých kyselin 4,5 – 6,5%. (Altová, 2017)

Saaz Special je novou odrůdou vyšlechtěnou v České republice. Svůj původ má v Žateckém poloraném červeňáku. Svým charakterem vyplňuje prostor mezi Žateckým poloraným červeňákem a Sládkem. Má velmi jemnou a vyváženou hořkost. Aroma je bylinné s jemnými ovocnými tóny. (Anonym (b), 2015)

3.3 Agrotechnika chmele

3.3.1 Zakládání chmelnice

Chmel je z hlediska potřeby živin jednou z nejnáročnějších plodin a systém pěstování chmele patří k intenzivnějším. Proto je výběr stanoviště, s vhodnými agroekologickými podmínkami, zásadní. Menší životnost vykazují porosty, které jsou v otevřených a návětrných polohách tzv. polních polohách. (Taufarová et al., 2014)

Obecně lze uvést jako vhodné všechny hluboké a homogenní půdy v dobrém agroekologickém stavu. Jsou to oblasti Zlatého potoka, Podlesí a povodí řeky Ohře. Naopak horší kondici mají rostliny chmele v místech s malou sorpční kapacitou a vysokou hladinou podzemní vody. Obdobná je situace na těžkých půdách, kde dochází hlavně za vlhkého počasí k silnému zhutnění půdy. (Štranc et al., 2013)

Chmel je vytrvalá a hluboko kořenicí rostlina, proto je před výsadbou velmi důležité důkladné zpracování půdy do hloubky. Kořeny chmele dosahují délky až 5m a nejhustší síť je zpravidla od 0,5 do 1m. Kvalitní prokypření spodních vrstev je příznivé nejen pro snadnější růst kořenů, ale i pro lepší mineralizaci, oxidaci a mikrobiologickou aktivitu. (Zima a Závorka, 2017)

Při výstavbě konstrukce je důležité zvolit správný tvar a plochu chmelnice. Nejvhodnější je obdélníkový tvar. Je vhodné volit umístění čel naproti sobě, ve vztahu k ostatním chmelnicím. (Pastyřík, 1989)

Obecně lze konstatovat, že ztráty světelné radiace jsou nízké při orientaci řadů V-Z. Směr řadů je však velmi závislý na podmínkách dané lokality a je nutné k tomuto kritériu přistupovat individuálně. Stejně tak spon výsadby. Spon výsadby je část, která je závislá jak na odrůdě, tak na přírodních a klimatických podmínkách. Přehoustlé nebo naopak řídké porosty nedosahují efektivní produkce. (Štranc et al., 2007)

Rozměřování pomocí pásma probíhá různě. Většinou se však vychází z obdélníkového tvaru a proto je zapotřebí kvalitní vyměření pravých úhlů. Kótování probíhá pomocí dřevěných značek, které značí umístění kotev a sloupů. (Zima a Závorka, 2017)

Pro výstavbu se v závislosti na účelu používá drát různých dimenzí. Po rozložení sloupů, následuje tvorba drátěné konstrukce chmelnice. Následuje postupné kotvení a zdvihání konstrukce. (Pastyřík, 1989)

3.3.2 Podzimní práce

Základem podzimních prací je odstranění zbytků rostlin a rév a úklid chmelnice. Většina podzimních úkonů se provádí za účelem provzdušnění a urovnání povrchu chmelnice. V podzimním období se ve chmelnicích provádí vláčení, mělké kypření, hloubkové kypření, orba. (Tauferová et al., 2014)

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)

3.3.3 Jarní práce

Řez chmele je v podmínkách ČR stále jedním z klíčových, jarních, kultivačních zásahů. Význam jarního řezu spočívá jak ve formování chmelové babky, tak ve zpoždování rašení jarních výhonů a tím dochází i k ovlivnění vývojových fází rostliny. (Ježek et al., 2015)

Příprava pozemku k řezu spočívá hlavně v urovnání pozemku do roviny. To se dá provádět opakovaným vláčením anebo pomocí kultivátoru. Vhodné je použití kruhových bran. Jarní práce před řezem by měly být zahájeny nejpozději do poloviny března. (Kopecký et al., 2008)

Při řezu chmele by se měli 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)

Doba řezu je závislá na místních podmínkách a stáří porostu. V lokalitách teplejších a na lehkých půdách se volí spíše pozdější řez, a to z důvodu intenzivního rašení. Naopak v lokalitách chladnějších, s těžšími půdami, volíme řez ranější. Další zásadou je: Čím starší

chmelnice, tím ranější řez. Ranější řez se provádí také v porostech, které byly v loňském roce růstově slabší. (Ježek et al., 2015)

Hloubka řezu je jedním ze zásadních kritérií pro kvalitní řez chmele. U porostů loňských výsazů je nutné zohlednit růstovou schopnost porostu v prvním roce. V případě, že byl porost v prvním roce slabší, není doporučeno řez provádět. U mladších porostů se slabší kondicí se řez nadsazuje 3 – 5cm nad horní okraj podzemních částí rostlin. Starší a slabé porosty se také řezou mělčeji. Nadsazení se vynechává u porostů s vysokou produkční schopností. (Štranc et al., 2013)

Při zavěšování chmelovodičů se používá „systému V“. Tento systém spočívá v uchycení chmelovodičů na podélný drát stropu konstrukce a následné spojení a ukotvení dvou chmelovodičů k jedné rostlině. (Kopecký et al., 2008)

Zavádění rostlin je jednou z nejdůležitějších činností v tvorbě výnosu a kvality hlávek. Lze konstatovat, že nejvhodnějším obdobím pro zavádění je druhá dekáda května. Nejlepší předpoklady k tvorbě výnosu hlávek mají výhony: zdravé, správně vyvinuté, nepoškozené, pokud možno ze středové části babky. Příliš časně i příliš pozdní zavádění se na výnosu odráží negativně. Stejně tak i zavedení menšího počtu výhonů. Důležitým aspektem je také důkladné odstranění přebytečných výhonů. Po prvním zavádění následuje zavádění druhé a poté ještě zavádění odkloněných vrcholů. (Štranc et al., 2013)

3.3.4 Letní práce

Letní práce ve chmelnici lze rozdělit na plečkování meziřadí a přiorávku (hrůbkování). Hlavní důvodem kultivace meziřadí je zlepšení fyzikálních vlastností půdy a likvidace plevelů. Přiorávka má nejen odplevelovací účinek, ale omezuje i růst přebytečných výhonů. Navršená zemina v přiorávce dává prostor pro vytvoření jednoletých kořenů, které zásobují rostlinu vodou a živinami. (Kopecký et al., 2008)

První přiorávka se provádí zpravidla po zavedení výhonů. Tato přiorávka musí být prováděna velmi šetrně. Druhá přiorávka se provádí v 3. dekádě června. Tvar hrůbků by měl být pro lepší využití srážkové a závlahové vláhy dvojité hřebenovitě zaoblený s rýhou uprostřed. (Štranc et al., 2013)

Kypření půdy má největší efekt a význam v období v první polovině léta, kdy dochází k výparu díky kapilárnímu zdvihu. Proto je nutné přerušovat kapilaritu kypřením. V druhé polovině léta převládá konvekčně difúzní výpar. Ten je třeba omezit 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, sušení a balení

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)

U chmele pěstovaného na vysoké konstrukci se révy odstřihávají těsně pod spodními pazochy a strhávají se ze stropu konstrukce. Po přenosu na speciální traktorový návěs jsou révy transportovány k česací lince. (Rybka, 2016)

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 ocesání 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)

Separované, přečištěné chmelové hlávky jsou transportovány buď přímo do sušárny, anebo do ventilovaného zásobníku. (Kořen et al., 2009)

Sušení chmele lze rozdělit na tři části. V počátku sušení dochází 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 chmelnic

Chmel je plodinou náročnou na živiny, ať už z hlediska pestrosti skladby živin, tak i na objem hnojiva. Organická, pevná vápenatá, fosforečná, draselná a hořečnatá hnojiva se převážně aplikují na podzim. V době vegetace se aplikují hnojiva dusíkatá a kapalná. K diagnostice nedostatku živin se využívá listové metody. (Taufarová et al., 2014)

V integrované produkci chmele (IPCH) je snaha o co největší uzavření koloběhu všech živin a také o zamezení ztrát živin z průmyslových hnojiv. Při stanovení dávky hnojení se vychází z půdní zásoby. Ideálnímu stavu oživenosti může bránit nevyváženost půdního roztoku nebo pevná vazba prvků v půdě. (Krofta et al., 2012)

Jedna tuna hlávek je podmíněna přibližně 90 kg N, 40 kg P₂O₅, 100 kg K₂O, 140 kg CaO a 30 kg MgO. Pro chmel je důležitá také stará půdní síla. Člověk doplňuje půdní úrodnost „uměle“ nejrůznějšími zásahy 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)

Absence návaznosti produkce chmele na živočišnou výrobu, způsobuje omezení vstupu organických hnojiv. Zelené hnojení je proto vhodnou alternativou. Dodává potřebnou organickou hmotu a také napomáhá ke stabilitě ekosystému chmelnic. Vhodně zvolené podplodiny mohou mít i fyto-sanitární účinky. (Štranc et al., 2008)

Zelené hnojení je snadno rozložitelnou formou, jak dodat organickou hmotu. Zároveň zlepšuje vstřebávání průmyslových hnojiv. Významná je také funkce protierozní. V případě velkého přísušku může na lehkých půdách a v chmelnici bez závlahy dojít ke konkurenci mezi podplodinou a chmelovou rostlinou. (Krofta et al., 2012)

Základní vzorce pro výpočet dávky živin jsou:

dávka N v kg na 1 ha = výnos suchého chmele v kg na 1 ha x 0,1,

dávka P v kg na 1 ha = dávka N x 0,44,

dávka K v kg na 1 ha = dávka N,

dávka Mg v kg na 1 ha = dávka N x 0,3. (Ježek et al., 2015)

Při stanovování dávek živin je třeba brát v potaz jejich využití chmelem, což ovlivňují půdní a klimatické podmínky. Dusíkatá hnojiva jsou využita z 65 – 80%, fosforečná z 25 – 35%, draselná ze 40 – 60%, vápenatá z 30% a hořečnatá asi z 50%. (Vavera et al., 2017)

Význam dusíku ve výživě chmele je zásadní. Je důležitý pro růst a vývoj rostlin a jejich částí. Zásadní je i při tvorbě látek bílkovinné povahy. Nedostatek se projeví menším vzrůstem rostliny, zdobněnými světlými listy. Nadbytek dusíku může způsobit přehúštění porostu, vodnatost a řídkost pletiv, omezení růstu kořenů. (Ježek et al., 2015)

Koncentrace a poměr růstových hormonů a přijatého dusíku podstatně ovlivňuje rychlost chemických a fyziologických reakcí, což má vliv na intenzitu růstu rostlin i na následnou tvorbu generativních orgánů. (Procházka et al., 1998)

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 je nedílnou součástí organických sloučenin, z nichž se některé podílí na přenosu energie. Podporuje tvorbu generativních orgánů. (Procházka et al., 1998)

Nedostatek se projevuje omezeným růstem všech orgánových soustav chmelové rostliny a špatným výnosem a kvalitou chmelových hlávek. Nadbytek fosforu způsobuje předčasné zakvétání chmele urychlené dozrávání hlávek. Při nadměrné hladině fosforu v půdě dochází k blokaci příjmu zinku. (Rybáček et al., 1980)

Z hlediska obsahu fosforu není problém nedostatek fosforu obecně, ale nedostatek přístupného fosforu rostlinám. V tomto ohledu je významná úloha žížal, které mají ve svém trusu 5 – 10krát více přístupného fosforu než okolní půda. (Krofta et al., 2010)

Střední celková dávka fosforu je 120 – 150 kg P₂O₂/ha. Aplikace dávky fosforu je zpravidla jednorázová a provedena na podzim. Větší dávku je možné rozdělit do dvou etap, první na podzim a druhou na jaře před řezem. (Vavera, 2017)

Draslík má nezastupitelnou úlohu při fotosyntéze a vodním režimu rostlin, zpevnování pletiv a zvyšuje odolnost rostlin vůči chorobám a škůdcům. Obsah draslíku je však nutný sledovat, protože v nadbytku omezuje příjem ostatních kationtů. Nedostatek draslíku může způsobovat narušení apikální dominance. (Procházka et al., 1998)

Střední celková dávka draslíku je 140 – 180kg K₂O/ha. Aplikace probíhá v jednotné dávce na podzim.(Vavera, 2017)

Hořčík je asi z 10% vázán v chlorofylu, kde má nezastupitelnou roli při fotosyntéze. Má vliv na vývoj a kvalitu chmelových hlávek. Nedostatek se projevuje barevnými odchylkami nejstarších listů. Nadbytek hořčíku se vyskytuje jen zřídka. (Ježek et al., 2015)

Celková střední dávka hořčiku je 60 – 70ka MgO. Aplikace dávka je podzimní a jednotná. (Vavera, 2017)

Síra souvisí s využíváním dusíku v rostlině a má také fyto-sanitární účinky. Minimum obsahu síry v půdě je 30mg/kg půdy. (Procházka et al., 1998)

Nedostatek síry způsobuje zakrslý habitus chmele, vytáhlé výhony a chlorózy mladých listů. Vhodnou formou hnojení sírou je použití hnojiv na síranové bázi. (Vavera et al., 2017)

Půdní reakce je jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících půdní úrodnost. Reakce půdy má vliv převážně na přístupnost a poutání živin v půdě. Půdní reakce ovlivňuje také tvorbu humusu, mikrobiální činnost, fyzikální a chemické vlastnosti půdy. Chmelnice mají průměrné pH 6,5. (Krofta et al., 2010)

Vápnění je jednou z forem jak můžeme půdní reakci upravovat. U kyselých půd je rozmezí 1 – 2t CaO/ha jednou za dva až tři roky. Roční normativ pro odběr vápníku sklizní hlávek je 240 – 280kg CaO/ha. (Šnobl, 2004)

Význam vápníku je hlavně jako součásti organel a buněčných membrán. Vápník je málo pohyblivý a tak je potřeba zajistit jeho zásobu po celou dobu vegetace. Nedostatek vápníku se projevuje na nejmladších částech rostliny. Nadbytek vápníku omezuje příjem ostatních iontů. (Procházka et al., 1998)

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)

Tabulka č.1: Obsah mikroelementů při I. a II. Odběru v listech chmele

Stav výživy	Zn (ppm)	B (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)
Nedostatek	do 29	do 19	do 24	do 39
Normální obsah	30 – 100	20 – 30	25 – 80	40 – 100
Nadbytek	nad 100	nad 30	nad 80	nad 100

(Vavera et al., 2017)

3.3.7 Ochrana chmele

V ochraně chmele se využívá konvenčního, anebo integrovaného systému. V současné době je na vzestupu integrovaný systém produkce chmele. Důvodem je tlak odběratelů, veřejnosti i Evropské unie na snižování spotřeby pesticidů. (Řehoř et al., 2018)

System integrované produkce chmele spočívá v dosažení výnosů v dobré kvalitě 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 pouze v případě překročení prahu škodlivosti dochází k zásahu ochrany. K ochraně rostlin se využívají biologické látky, bioagens a nebo vybrané pesticidy. (Krofta et al., 2012)

V integrovaném systému ochrany chmele je zásadní i 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, podporou užitečných organismů. (Holý et al., 2017)

3.3.7.1 Škůdci chmele

3.3.7.1.1 Sviluška chmelová (*Tetranychus urticae*)

Patří do kmene členovců (*Arthropoda*), podkmene klepítkačů (*Chelicerata*), třídy pavoukoců (*Arachnida*), řádu roztočů (*Acarina*), podřádu sametkovců (*Trombidiformes*) a čeledi sviluškovitých (*Tetranychidae*). (Vostřel et al., 2008a)

Sviluška chmelová (*Tetranychus urticae*) má okruh hostitelských rostlin zahrnující 270 botanických druhů, je tedy polyfágní. V potravním řetězci jsou důležitou součástí pro akarofágní predátory. Poměr pohlaví v populaci kolísá, ale v průměru je asi 75% samic a 25% samců. Samice kopulují jedenkrát za život a po oplození snášejí vajíčka, ze kterých se líhnou larvy. Další vývoj je následuje pře instary, mezi kterými jsou tři klidová stadia. Potravu přijímají jen pohyblivé instary. (Ježek et al., 2015)

U Svilušky chmelové (*Tetranychus urticae*) sledujeme barvu žlutozelenou. Nicméně přezimují pouze oplozené oranžově červené samice. Vajíčka jsou kulovitá, bezbarvá, bělavá, průsvitná. Samičky jsou asi 0,5mm dlouhé a 0,3mm široké s ochlupenými zády. Samečci jsou menší, morfologicky stejní jako samičky. Snovací žlázy se nachází u obou pohlaví a slouží k vytváření typické pavučinky. (Krofta et al., 2012)

Prvními příznaky napadení jsou neomezené žlutavé skvrny na spodní straně listů. Poté přecházejí na mladé výhony, květ i na hlávky. Napadení může způsobit až uschnutí celé rostliny. (Zima a Závorka, 2017)

Ochrana musí být načasována na počátek výskytu dospělců a kladení vajíček. V závislosti na ročníku je nutné ošetření opakovat. Poškození listů krátce před sklizní nemá zásadní vliv na výnos. Z hlediska biologické ochrany je možná introdukce dravého roztoče

Typhlodromus pyri. Přírozenými nepřáteli jsou dravé ploštice, drabčící, slunéčka a bejломorka *Feltiella acarisuga*. (Holý et al., 2017)

3.3.7.1.2 Mšice chmelová (*Phorodon humuli*)

Patří do kmene členovců (*Arthropoda*), třídy hmyzu (*Insecta*), řádu stejnokřídlých (*Homoptera*) a čeledi mšicovitých (*Aphididae*). (Buchar et al., 1995)

Fundatrix (Bezkrídla zakladatelka) se líhne z oplozeného vajíčka a postupně tmavne do tmavozelené barvy. Má průsvitná tykadla a abnormálně dlouhý sosák. Fundatrigenie je potomkem zakladatelky. Tato generace je světlejší než generace zakladatelky. Má menší sosák a výrazný čelní hrbolek. Migrantes alatae (poutnice) jsou samičky okřídlené, světle zelené, s třemi tmavými skvrnami na zadečky. První nálety do chmelu jsou v posledních letech již počátkem května. (Ježek et al., 2015)

Virginogenie bezkrídle partenogenetické samičky mají světlezelenou barvu, bez podélné pásy. Vývoj jedné této generace je asi 8 -12 dní. Oviparní samičky se liší od partenogenetických samiček na první pohled tvarem těla, které je protáhlé a mohutnější s objemnějším světle žlutým zadečkem. Pokryty nepravidelnými tmavými skvrnami. O odolnosti vajíček svědčí fakt, že jich v našich podmínkách přezimuje 90%. Jsou nakladena na letorostech, v paži listových pupenů. Mají černou barvu a lesklý vzhled. (Vostřel et al., 2008b)

Prvními příznaky jsou kadeřavění listů a žluté skvrny. Negativní vliv má i vylučovaná medovice, která se usazuje 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. slunéčkům, zlatoočkám, pestřenkám a dravým bejломorkám. (Holý et al., 2017)

3.3.7.1.3 Dřebčík chmelový (*Psylliodes attenuatus*)

Náleží do kmene členovců (*Arthropoda*), třídy hmyzu (*Insecta*), řádu brouků (*Coleoptera*) a čeledi mandelinkovitých (*Chrysomelidae*). (Buchar et al., 1995)

Dřebčík chmelový (*Psylliodes attenuatus*) je lesklý, měděné barvy. Silně vyvinutá stehna mají za následek typický, rychlý, mrštný pohyb. (Zima a Závorka, 2017)

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

Škodlivost napadení je zpracována následujícím způsobem:

1. slabé napadení (do 5% poškození listové plochy),
2. střední napadení (5–10% poškození listové plochy),
3. silné napadení (>10% poškození listové plochy).

Se zvyšováním průměrných teplot se zvyšuje i význam poškození rostlin letní generací. Včasná indikace je proto klíčová. (Krofta et al., 2012)

Nejlepším způsobem ochrany je regulace přezimujících generací na jaře. Ošetření je vhodné spojit s ošetřením proti lalokonosci libečkovému (*Otiorhynchus ligustici*). Při správném celoplošném provedení se škodlivost letních generací výrazně snižuje. Může docházet k výskytu dalších druhů dřepčičků, jejich škodlivý význam je však minimální. (Holý et al., 2017)

3.3.7.1.4 Lalokonosec libečkový (*Otiorhynchus ligustici*)

Patří do třídy hmyzu (*Insecta*), řádu brouků (*Coleoptera*) a čeledi nosatcovitých (*Curculionidae*). Brouk 10 – 15mm dlouhý, s tupým noscem a široce oválnými krovkami. Má černou barvu a je pokryt šedými šupinkami a chlupy. Dospělé samice přezimují a z půdy vylézají při teplotě půdy 8°C v 50cm. Samice kladou neoplozená vajíčka, z nichž se líhnou larvy, které jsou typické noční aktivitou. Vývoj jedince trvá dva až tři roky. Žírem škodí až v dalším roce po zaklučení. (Ježek et al., 2015)

Napadá hlavně výhony a to už v době před řezem. Zanedbatelné nejsou ani 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 žíru před kladením vajíček. Hubení larválních stádií je v současné době problematické. Lze využít dravé hlístice rodu *Heterorhabditis*. Mechanická ochrana se prováděla lapáním dospělců do rygolu vystlaného igelitovou folií. Starším příkladem byla výsadba salátu v blízkosti chmelnice za účelem koncentrace brouků a jejich následné likvidace. (Holý et al., 2017)

3.3.7.2 Choroby chmele

3.3.7.2.1 Peronospora chmelová (*Pseudoperonospora humuli*)

V ochraně proti tomuto patogenu je snahou zdokonalit účinný systém ochrany. Systém, který je založen na stanovení optimálních termínů ošetření, preventivních opatřeních a minimalizací negativních účinků na životní prostředí, může znamenat úsporu nákladů. Cílené ochranné zásahy vedou ke snížení počtu aplikací a tím i snížení objemu použitých přípravků. (Řehoř et al., 2018)

Výskyt a šíření peronospory chmelové (*Pseudoperonospora humuli*) je provázán velmi úzce na průběh počasí především na teplotu, relativní vzdušnou vlhkost a srážky. Teplota má vliv převážně na délku a průběh inkubační doby. Při teplotách 1 – 3°C dochází jen k vegetativnímu růstu houby. Nejkratší inkubační doba je při teplotách 21 – 25°C. Plodnice a zoosporangia se tvoří nejlépe při 90% vlhkosti, tvorba však probíhá již při 40% vlhkosti. Vyšší počet srážkových dnů v průběhu vegetace také pozitivně ovlivňuje infekci. (Vostřel et al., 2008c)

Peronospora chmelová (*Pseudoperonospora humuli*) napadá všechny podzemní i nadzemní části. Zimní výtrusy tvořící se v napadených pletivech, se dostávají do půdy rostlinnými zbytky. Odtud může, při příznivých podmínkách, infikovat již mladé výhony. Napadení probíhá vniknutím do listů, odkud vytváří mycelium. Hlavními příznaky na mladých výhonech jsou zelenožlutá barva, nahloučení listů (klasovité výhony) a šedofialový povlak na spodní straně listů. (Ježek et al., 2015)

U peronospory chmelové (*Pseudoperonospora humuli*) dochází k pohlavnímu i nepohlavnímu rozmnožování. K infekci během vegetace dochází letními výtrusy. Klíčící sporangiofory prorůstají přes průduchy do listů. V pozdějším období může docházet k napadení květů a hlávek. Projevem napadení listů jsou žlutozelené skvrny, které se postupně zvětšují a největší z nich hnědnou, až vysychají. (Vostřel et al., 2008c)

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. (Ježek et al., 2015)

Základ ochrany proti peronospoře chmelové (*Pseudoperonospora humuli*) 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 a kol., 2017)

V lokalitách s častými problémy s plísní chmelovou se osvědčili alternativní způsoby ochrany např. PK hnojiva, Algisure, Prev B2. (Řehoř et al., 2018)

3.3.7.2.2 Padlí chmelové (*Sphaerotheca humuli*)

Jedná se o nejstarší houbovou chorobu chmele. V našich podmínkách se jedná o fakultativního patogena s nepravidelným výskytem. Napadá pouze botanický rod *Humulus spp.* (Ježek et al, 2015)

Vytváří skvrnitý, bílý, moučnatý povlak na líci listů. Při vlhkých podmínkách se podhoubí rozrůstá na stonky, hlávky. Následně po primární infekci části rostliny hnědnou. Obecně se dá říci, že Žatecký poloraný červeňák je odolnější než hybridní odrůdy chmele. (Zima a Závorka., 2017)

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

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

3.3.8 Abiotické stresové faktory

V případě rostlin označuje pojem stres odchylku od normálního fyziologického stavu a rozvoje působení. Tyto odchylky mohou být pro rostliny škodlivé anebo je nenávratně poškozovat. Příčinnou stresu jsou jak abiotické faktory, tak živé organismy. (Pareek et al., 2010)

Stres je významným limitujícím faktorem zemědělské produkce. Voda je v rostlinách zastoupena z 80 – 95%, dostatek vody je proto zásadní. Vodní deficit se nazývá vodní stres. (Hirt et al., 2003)

Vodní stres je nejzávažnějším z abiotických stresových faktorů. Ukládání vody do zásoby je poměrně omezené. Účinnými adaptačními strategiemi jsou fixační cesty CAM (u sukulentních rostlin) a C4. (Procházka et al., 1998)

Nejrůznější strategie můžeme pozorovat u různých rostlinných druhů. Příkladem mohou být lišejníky, které jsou schopny zvládnout ve stadiu dormance i 90% ztrátu vody. Nebo rostliny aridních oblastí, které dokážou reagovat svým růstovým cyklem na silné dešťové srážky. (Mohr et al., 1995)

Nejcitlivější reakci na nedostatek vody je zpomalení růstu postižených orgánů. Zpomalení nastává již při turgoru 0,1 – 0,2 MPa. Turgor 0,3 – 0,4 MPa znamená úplné zastavení růstu. (Procházka et al., 1998)

Důležitými látkami, které pomáhají rostlinám překonávat stres způsobený suchem, jsou aminokyseliny, amonné sloučeniny nebo polyhydričné alkoholy. Zásadní význam plní s proteiny kdy udržují jejich hydrataci. Nejvýznamnější jsou LEA proteiny, jejichž význam není zcela znám, nicméně se předpokládá jejich pozitivní účinek na zadržování vody. (Taiz a Zeiger, 2010)

Snížit nebo i zcela eliminovat vodní stres můžeme ve chmelnici budováním doplňkové závlahy. Závlaha představuje významný stabilizační výnosový faktor při pěstování chmele. Úsporné závlahové systémy jsou významné jak z hlediska integrované produkce chmele, ale také z hlediska úspory vody. Nejpoužívanější je kapková závlaha umístěná na stropu konstrukce. (Krofta et al., 2012)

Kvalitně aplikovaná závlaha může prodloužit asimilaci listové plochy ve prospěch růstu vegetativních orgánů, což následně vede k většímu rozvoji generativních orgánů. Finálně může znamenat i zvýšení výnosu až o 20%. Významným faktorem je i udržení kvality chmelových hlávek. Využívání závlahy však soustřeďuje kořeny do menšího stále vlhkého prostoru, což působí problémy při následném výpadku zavlažování, kdy si rostlina nemá vyvinutý kořenový systém v hlubších vlhkých vrstvách. (Vavera et al., 2017)

Stres nedostatkem kyslíku je nejčastěji způsoben zamokřením půdy anebo utužeností půdy. Nejvíce jsou tímto stresem poškozovány kořeny. Tento fakt může rostlinám, které nejsou na tyto podmínky adaptovány vážné poškození. (Procházka et al., 1998)

Mezi důsledky stresu z nedostatku kyslíku patří například inhibice růstu kořenů, snížení příjmu anorganických látek, anebo snížení obsahu chlorofylu spodních pater listů. (Pareek et al., 2010)

3.4 Přírodní látky s fungicidním účinkem

Silice jsou těkavé, přírodní, složité organické sloučeniny vyznačující se typickým aroma. Jsou to velmi složité organické sloučeniny, které mohou obsahovat 20 – 60 složek v různých poměrech a koncentracích. Jednotlivé silice jsou charakterizovány dvěma až třemi látkami s nejvyšším podílem v silici. Hlavní skupiny látek jsou terpeny, terpenoidy a další aromatické a alifatické složky. (Bakkali et al., 2007)

Většina silic obsahuje sloučeniny původu 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)

Znečištění silic mohou zapříčinit produkty polymerace nebo oxidace, voda, jiné silice, nebo těžké kovy. Změna barvy, struktury, vůně je většinou zapříčiněna podmínkami okolí. Většinou dochází k tmavnutí. Silice s vyšším obsahem esterů, aldehydů a fenolů jsou odolnější vůči změnám. (Hay a Waterman, 1993)

Silice jsou tvořeny 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)

K izolaci silic lze využít následující způsoby: destilaci vodní parou, rychlou parní destilaci, extrakci hexanem, extrakci organickými rozpouštědly, extrakci tuky (enfleuráž), lisování. (Kadlec et al., 2009)

Ve většině se k získávání 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 měli 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 oddělí. Silice jsou většinou lehčí a tak dochází k jejich izolaci z povrchu destilátu. Silice se následně uchovává ve vzduchotěsných nádobách. Nádoby mohou být skleněné, ale z barevného skla. Nejlepší je fialová barva, která zamezuje přístupu záření a tím napomáhá k delší trvanlivosti silice. (Baser a Buchbauer, 2010)

Extrakce organickými rozpouštědly je založena na použití nepolárního činidla, které do sebe absorbuje silice. Tato metoda je vhodná pro tepelně nestálé látky. Po odpaření rozpouštědla zůstávají kromě silice samotné i nerozpustné složky a vosky. Tento extrakt se nazývá konkrét a podléhá dalšímu zpracování. Dochází k rozpuštění v etanolu, filtraci a odpaření. Sekundárním produktem mohou být pryskyřice. (Velíšek, 1999)

Extrakce tukem (enfleuráž) je starou a některých případech stále využívanou metodou. Je vhodná pro extrakci silic z rostlin, které mají nižší obsah silic, anebo jsou náchylnější na zpracování. K této metodě se používá bezpachý živočišný tuk, který je rozprostřen na

skleněné podnosy. Na vrstvu tuku se vkládá rostlinný materiál, který je třeba měnit za čerstvý. Když dojde k nasycení tuku silicemi, vytvoří se přidáním alkoholu pomáda a dojde k oddělení tuku a silice. (Kadlec et al., 2009)

Superkritická extrakce je způsob získávání silic pomocí oxidu uhličitého stlačeného na 7,38 MPa a teplotě vyšší 31,1°C. Před extrakcí je nutné rostlinný materiál rozmělnit. Po vložení do extraktoru je oxid uhličitý převeden na superkritickou tekutinu. Ta prochází materiálem a rozpouští v sobě požadované látky. V expanzní nádobě dojde k expanzi a izolaci extraktu. Tato metoda se využívá při získávání kofeinu z kávy, anebo chmelového extraktu. (Lawrencet, 2001)

Při lisování je nejvýhodnějším způsobem lisování za studena. Toho se využívá u citrusových plodů, protože jejich silice jsou lehce dostupné z jejich slupek. Po skarifikaci, což je nabodnutí slupky plodů, dochází k lisování. K směsi slupek se přidává voda. Směs silice a vody se odděluje na centrifuze. Při této metodě nedochází k poškození silic vysokými teplotami. (Baser a Buchbauer, 2010)

3.4.1 Tymiánová silice

Tymián obecný (*Thymus vulgaris*) je využíván pro své aromatické účely již od starověku. Tymián má nejrůznější příznivé účinky např. antiseptický, antimikrobiální a antioxidační. Primární složkou tymiánové silice je thymol. Dalšími složkami jsou carvacrol, linalol, flavinoidy. (Shabnum a Wagay, 2011)

Hlavních 15 složek tvoří 99,91% silice. 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)

Thymol je monoterpenický fenol a jeho isomerem je carvacrol. Je ve vodě velmi špatně rozpustný. Gama terpen a p-cymen jsou látky, ze kterých se následně thymol vytváří. (Bakkali et al., 2007)

Thymol je obsažen v mnoha dalších rostlinných produktech a esenciálních olejích. Jeví se, že thymol by mohl zlepšit ochranu proti parazitickým roztočům, např. kleštíkovi včelím *Varroa jacobsoni*. Thymol je společně s carvacrolem aktivní proti většině testovaných druhů hub. (Singh et al., 2014)

Byly prokázány i insekticidní účinky. Thymol zvyšuje propustnost neurotransmiter GABA. Ne zcela prokázáný je vliv na inhibici růstu larev. Látka není toxická pro savce, ryby a ptáky. (Pavela, 2015)

U p-cymenu nebyly prokázány antibakteriální účinky. Avšak v synergickém vztahu z carvacrolem je schopen zpříčinit rychlejší bobtnání bakteriální buněčné stěny. (Shabnum a Wagay, 2011)

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

Carene omega 2 je bicyklický monoterpen. Je nositelem sladkého pronikavého aroma. Jeho antimikrobiální účinky jsou předmětem výzkumů. (Boruga et al., 2014)

3.4.2 Chmelové extrakty

Obsah látek v sušených chmelových hlávkách je závislý na odrůdě, počasí, oblasti a také na posklizňové úpravě. Největší význam mají chmelové pryskyřice, polyfenolické látky a silice. (Kosař a Procházka, 2000)

Chmel obsahuje také nežádoucí látky a to rezidua pesticidů, těžké kovy a u některých produktů zbytky chemických katalyzátorů. Průměrné složení chmelových hlávek je asi 8 - 12% vody, chmelové pryskyřice 15 - 20%, polyfenolické látky (trísloviny) 2 - 6%, silice 0,2 - 2,5%, vosky a lipidy 1 - 3%, dusíkaté látky 12 - 15%, sacharidické látky 40 - 50%, minerální látky 6 - 8%. (Krofta, 2008)

Chmelové pryskyřice jsou nositelem hořké chuti. Jsou složeny z řady chemických látek, které jsou si podobné. Nejúčinnější jsou α -hořké a β -hořké kyseliny. Jsou to složité organické sloučeniny, které snadno podléhají oxidaci a dalším procesům. Nej náchylnější k oxidaci jsou α -hořké kyseliny. (Almaguer et al., 2014)

Pryskyřice můžeme rozdělit na měkké a tvrdé. Měkké jsou složeny hlavně z α -hořkých kyselin, β -hořkých kyselin a nesespecifických měkkých pryskyřic (resupony). 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. Nesespecifické měkké pryskyřice jsou poměrně rozsáhlou skupinou a jejich systém je odvozen od jejich původu na α resupony a β resupony. (Steinhaus a Schieberle, 2000)

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

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

Silice chmele nesou chmelové aroma. Silice jsou obsaženy v objemu 0,5 – 3% v lupulinových zrnech. Složení chmelových silic je složité, ale základem jsou převážně terpenické látky různého chemického složení. Složky silic chmele jsou uhlovodíkové frakce, které se zráním přeměňují na kyslíkaté frakce a frakce sirné. Nejdůležitější terpenické uhlovodíky jsou myrcen, humulon, karyofylen a farnesen (u ŽPČ). Ke kyslíkaté frakci patří alkoholy, epoxidy, methylketony a estery mastných kyselin. (Kocourková et al., 2010)

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. (Kosař a Procházka, 2000)

Izolace CO₂ extraktů probíhá z chmelových pelet. CO₂ prochází ve formě superkritické tekutiny přes chmelové pelety a poutá na sebe pryskyřice a silice. Po skončení extrakce dochází k odpaření CO₂, čímž se získá čistě pryskyřičný extrakt. Podkritický extrakt se vyrábí při nižším tlaku a teplotě, a proto nemá tak velkou výtěžnost. (King a Bott, 1993)

Izoextrakty jsou nejčastěji vyráběny chemickou cestou z pryskyřičných extraktů. Proces izomerace probíhá v alkalickém prostředí za působení dvojmocných kationtů. Dochází k přeměně α hořkých kyselin na izo- α -hořkých kyselin. (Kosař a Procházka, 2000)

3.4.3 Terpeny z pomerančovníku

Citrusy obsahují v listech, plodech a květech hodně aromatických a biologicky aktivních látek. Biologicky aktivní látky jsou představovány hlavně terpenoidy a to především limoninem, nomilinem a obacumonem. Mezi seskviterpeny obsažené v citrusech patří např. γ -bisabolen. První byly objeveny insekticidní účinky těchto látek. Následně se došlo k poznatkům, které ukazovaly na fungicidní účinky těchto látek. (Pavela, 2011)

Pomerančová silice se nachází nejčastěji v oválných siličných váčcích slupek plodů, anebo v barevných částech kůry. Působí jako přírodní antimikrobiální a repelentní bariéra.

Obsah jednotlivých složek je ovlivňován ročníkem, oblastí a 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). Ostatní metody extrakce (SPME – mikroextrakce na tuhou fázi, SDME – mikroextrakce jednou kapkou) mají za následek zvýšení výtěžnosti silic až o 8%. Mění se také poměrné zastoupení silic a to převážně na úkor limonemu 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)

3.4.4 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. Některé druhy vytváří husté porosty, které jsou útočištěm pro mnoho rostlinných a živočišných druhů. Podle odhadů dokáží řasy asimilovat 1,8 g C/m² za rok. 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. Jako zdroj extraktů jsou převážně hnědé řasy. Extrakty z mořských řas podporují růst kořenů, optimalizují vývoj rostlin, podílí se na zvýšení výnosů a kvality produkce. (Trčková, 2010)

Pro výrobu extraktů z mořských řas se nejčastěji používá řasa *Ascophyllum nodosum*. 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*. 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* mohou být odpovědné za fungicidní účinek extraktu *Laurencia dendroidea*. (Perés et al., 2012)

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

4 Metodika

4.1 Pokusné stanoviště Čínov

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

4.1.1 Základní informace o stanovišti Čínov

Chmelařská oblast: Žatecko

Lokalita: Čínov (okres Louny)

Geomorfologie území: Mostecká pánev

Nadmořská výška: 226 m

Spon: 280 x 110 cm

Směr chmelových řádků: sever – jih

Poloha: rovina

Půdní typ: černice

Půdní druh: středně těžká

Klimatický region: teplý, suchý,

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

4.1.2 Základní informace o pokusu Čínov

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 Čínov 2017



4.1.3 Agrotechnika

Tabulka č. 2 – Agrotechnické kroky v roce 2017 Čínov

podzim 2016	vláčení
	orba
5.4.2017	vláčení
15.4.2017	řez
6.4.2017	hnojení NPK 15 (300 kg/ha)
10.5.2017	1. zavádění
22.5.2017	2. zavádění
24.5. + 18.6.	1. a 2. přiorávka
25.5. + 3.7.	LAD (200kg/ha) + DAM (520 kg/ha)
1. ošetření	Aliette 80 WG (1kg/ha) + Zinkosol forte (1.5 l/ha)
2. ošetření	Aliette 80 WG (1kg/ha) + Cuprocaffaro Micro (1.25 kg/ha) + hořká sůl (1 kg/ha) + Zinkosol forte (1.5 l/ha)
3 ošetření	Ortiva (1.6 l/ha) + Confidor 200OD (0.6 l/ha) + Vegaflor (6 l ha)
4. ošetření	Ortiva (1.6 l/ha) + Movento 150 OD (1 l/ha) + Vegaflor (6 l ha)
5. ošetření	1. aplikace pokusů - pokusné varianty 7.7.2017
6. ošetření	Ortiva (1.6 l/ha) + Vegaflor (6 l ha)
7. ošetření	2. aplikace pokusů - pokusné varianty 15.8.2017
25.8.2017	sklizeň pokusů

4.2 Pokusné stanoviště Liběšovice

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

Chmelařská oblast: Žatecko

Lokalita: Liběšovice (okres Louny)

Geomorfologie území: Mostecká pánev

Nadmořská výška: 261 m

Spon: 300x117

Směr chmelových řad: severovýchod - jihozápad

Poloha: rovina

Půdní typ: Hnědozem

Půdní druh: těžká

Klimatický region: teplý, suchý region,

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

4.2.2 Základní informace o pokusu Liběšovice

Odrůda – klon: Žatecký poloraný červeňák - klon 72

Rok výsadby: 2007

Počet variant: 5

Aplikační technika: rosič Unigreen Futura

Obrázek č. 2 – část pokusu lokalita Liběšovice



4.2.3 Agrotechnika

Tabulka č. 3 Agrotechnické kroky 2017 Čínov

podzim 2016	vláčení hloubkové kypření
2.4.2017	vláčení
6.4.2017	řez
7.4.2017	Kieserit (200 kg/ha) + SA (200 kg/ha)
13.5.2017	1. zavádění
25.5.2017	2. zavádění
27.5. + 20.6.	1. a 2. přiorávka
26.5.+20.6.	LAD (200kg/ha) + DAM (260 kg/ha)
1. ošetření	Curzate K (4.5 kg/ha)+Actara 25 WG (300g/ha)+Plant aktiv (4 kg/ha)
2. ošetření	Curzate K (6 kg/ha) + Teppeki (180 g/ha) + hořká sůl (12.5 kg/ha) + Zintrac (1 l/ha)
3 ošetření	Curzate K (3 kg/ha) + Mirador (2 l/ha) +synergín (4 l/ha) + Calcinit (20 kg/ha)+ Borosan (1l/ha)
4. ošetření	Curzate K (1 kg/ha) + Bellis (2 kg/ha) +Movento (1 l/ha) + Calcinit (12.5 kg/ha)+ hořká sůl (8 kg/ha)+ Lexin (0.5 l/ha)
5. ošetření	1. aplikace pokusů - pokusné varianty 14.7.2017
6. ošetření	Kuprikol (10 l/ha) + Farmfos (3 l/ha) +hořká sůl (8 kg/ha) + Zinkosol (3 l/ha)+ Silwet star (0.3l/ha)
7. ošetření	2. aplikace pokusů - pokusné varianty 14.8.2017
21.8.2017	sklizeň pokusů

4.3 Pěstitelský rok 2016/2017

V roce 2017 dosáhly plochy chmele ve světě svého maxima 59 211 ha. Česká republika je třetím největším producentem chmele na světě. Její podíl na světové výměře je 8,3%. V pěstitelském roce 2016/2017 tvořila výměra chmelnic 4 945 ha. V ČR se za rok 2017 vyprodukovalo 6 796,79 t chmele a průměrným výnosem 1,37t/ha. Průběh počasí zapříčinil pokles produkce v Evropě o 3,7%. (Altová, 2017)

V Žatecké oblasti došlo k poklesu výnosu u Žateckého poloraného červeňáku o 13,46% a u odrůdy Premiant o 18,34%. Naopak zvýšení zaznamenaly odrůdy Kazbek a Saaz Late. V Ústěcké oblasti byl pokles produkce nejnižší a to 0,38%. Tršická oblast zaznamenala pokles produkce o 20,90%. (Kršková, 2017)

Obsah alfa hořkých kyselin byl u Žateckého poloraného červeňáku 3,5%, což je z dlouhodobějšího hlediska průměrný výsledek. U hybridních chmelů byl obsah alfa hořkých kyselin nadprůměrný. (Altová, 2017)

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

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

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 probíhal klasický fungicidní sled. V jednotlivých variantách byly dva vstupy běžného fungicidu nahrazeny aplikací biologicky aktivního přípravku s fungicidním účinkem. Jedná se o přípravky Alginure, Prev B2, tymiánové silice a chmelový extrakt. Výživa probíhala ve všech variantách stejným způsobem. Dávky přípravků jsou uvedeny v tabulce č. 4.

Tabulka č. 4 – Dávkování přípravků a jejich účinné látky

	var	název přípravku	dávka/koncentrace	účinná látka	vody/ha (l)
Činov 7.7.2017	1	Revus	1.6 l/ha	mandipropamid 250g/l	2000
	2	Alginure	1%	výtažek z mořských řas 24%	2000
	3	Tymiánová silice	0,50%	tymiánová silice 100%	2000
	4	Chmelový extrakt	1%	chmelový extrakt 100%	2000
	5	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	Tymiánová silice	0,50%	tymiánová silice 100%	2000
	4	Chmelový extrakt	1%	chmelový extrakt 100%	2000
	5	Prev - B2	0,50%	pomerančový olej 4.2%; ethanolamin boritý 2.1%	2000
Činov 15.8.2017	1	Kuprikol	10l/ha	oxichlorid měďnatý 84 %	2000
	2	Alginure	1%	výtažek z mořských řas 24%	2000
	3	Tymiánová silice	0,50%	tymiánová silice 100%	2000
	4	Chmelový extrakt	1%	chmelový extrakt 100%	2000
	5	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	Tymiánová silice	0,50%	tymiánová silice 100%	2000
	4	Chmelový extrakt	1%	chmelový extrakt 100%	2000
	5	Prev - B2	0,50%	pomerančový olej 4.2%; ethanolamin boritý 2.1%	2000

Obrázek č. 3 – příprava postřikové jíchy v lokalitě Liběšovice 2017



4.4.1.1 Charakteristika přípravků

Alginure je biologický prostředek obsahující výtažky z mořských řas a rostlinné aminokyseliny a podporuje odolnost rostlin vůči napadení houbovými chorobami. Po jeho aplikaci dochází v rostlině ke zvýšení obsahu fytoalexinů, PR-proteinů a dalších látek, jež ovlivňují obranyschopnost rostliny vůči chorobám. Prostředek působí preventivně a nemá přímý vliv na patogen. (Řehoř et al., 2018)

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

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

Chmelový extrakt, obsahuje frakce alfa a beta hořkých kyselin a esenciálních olejů (silic), přidává se do mladiny během chmelovaru v mladinové pánvi s cílem dodat pivu jedinečnou a specifickou chmelovou chuť a aroma. Obsahuje 26% alfa hořkých kyselin. Poměr a skladba jednotlivých složek (aroma) je odrůdově specifická. (Anonym (c), 2015)

4.4.1.2 Aplikace

První aplikace proběhla na lokalitě Čínov, a to 7.7.2017. V Liběšovicích se první dávka aplikovala 14.7.2017. Druhá aplikace proběhla na lokalitě Liběšovice 14.8.2017 a na lokalitě Čínov 15.8.2017. Mezi první a druhou aplikací byl použit běžný fungicidní přípravek. Aplikace ve všech případech probíhala v ranních hodinách, při teplotách do 21 °C, tedy za příznivých podmínek. Podrobný záznam o aplikaci zachycují tabulky č. 5, č. 6 a č.7.

Tabulka č. 5 – Záznamy o aplikacích

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
T1	7.7.2017	9:00	21,5	15	44,5	suchá	0,8	Z	NE	NE
T1	14.7.2017	9:30	18,5	50	46,7	vlhká	0,5	S	NE	ANO
T2	15.8.2017	9:00	15,5	50	46,5	vlhká	0,2	Z	NE	ANO
T2	14.8.2017	8:00	14,5	35	45,5	vlhká	0,5	J	NE	NE

Tabulka č. 6 – Aplikací technika

lokalita	postřikovač	trysky	aplikační tlak	záběr	množství vody/ha	aplikoval
Čínov	Maschio Gaspardo futura	TR 80-05 C	6.5 bar	2.8 m	2000	Řehoř
Liběšovice	Unigreen Futura	TR 80-05 C	6.5 bar	2.8 m	2000	Vostřel
Čínov	Maschio Gaspardo futura	TR 80-05 C	6.5 bar	2.8 m	2000	Řehoř
Liběšovice	Unigreen Futura	TR 80-05 C	6.5 bar	2.8 m	2000	Vostřel

Aplikace probíhala postřikem na porost, a to ve směru podél parcel. Aplikace probíhali v pořadí 2,3,4,5,1. Na stanovišti Liběšovice obě aplikace provedl Bc. Jan Vostřel a na stanovišti Čínov provedl Jan Řehoř.

Obrázek č. 4 – aplikace přípravků v lokalitě Čínov 2017



4.4.2 Sledované parametry

- obsah chlorofylu v pazočových a révových listech
- obsah alfa a beta hořkých kyselin
- výnos suchého chmele (t/ha)

4.4.3 Hodnocení sledovaných parametrů

4.4.3.1 Obsah chlorofylu v listech

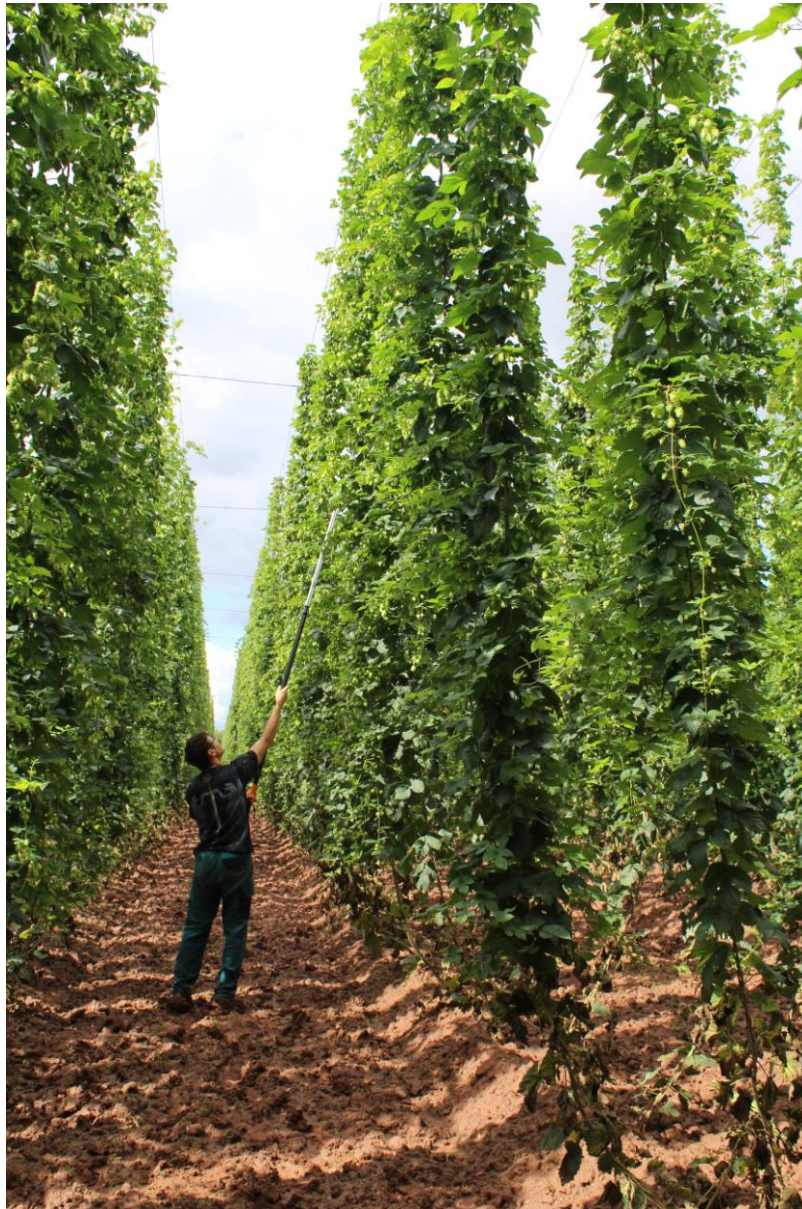
K zjištění obsahu chlorofylu v listech byl použit přístroj Yara N tester. Měření probíhala pětkrát. Čtyři měření proběhla první čtyři týdny po první aplikaci a páté měření proběhlo týden po druhé aplikaci. V každé variantě bylo provedeno měření v pěti opakováních. Chlorofyl se měřil v chlorofylmetrických jednotkách, pro výsledky byl však použit přepočítaný na % kdy 100% představovala varianta kontroly.

4.4.3.2 Obsah alfa a beta hořkých kyselin

Odběr vzorků a následný rozbor chmelových hlávek na obsah alfa a beta hořkých kyselin proběhl čtyřikrát. První odběr byl proveden dva týdny před druhou aplikací přípravků. Následně se vzorky odebíraly každý týden až do sklizně. Odebírání probíhalo tak, že

z několika náhodně zvolených rostlin byl odebrán vzorek chmelových hlávek. Rozbor hlávek na obsah alfa a beta hořkých kyselin byl zajišťován laboratoří V. F. Humulus v Hořesedlích.

Obrázek č. 5 - odběr vzorků hlávek v lokalitě Liběšovice 2017



4.4.3.3 Výnos suchého chmele

Sklizně pokusu v Liběšovicích proběhla 21.7.2017. Následně 25.8.2017 došlo ke sklizni pokusu v lokalitě Čínov. Jednotlivé pokusné varianty a jejich jednotlivá opakování byly strženy a převezeny na stacionární česací linku. Očesané hlávky byly odebrány do

chmelových žočků a zváženy. Z každé varianty odebral vzorek pro určení vlhkosti. A následně byl výnos přepočítán na 10% vlhkost chmele.

Obrázek č. 6 – sklizeň na stacionární lince v Čínově 2017



5 Výsledky

Výsledky z pokusů prováděných v roce 2017 na lokalitách Liběšovice a Čínov byly zpracovány, jako průměr obou lokalit.

5.1 Obsah chlorofylu v listech

5.1.1 Obsah chlorofylu v révových listech

Týden po první aplikaci 21.7.2017 byl obsah chlorofylu révových listů u všech variant nižší než u kontroly. Nejmenšího rozdílu dosáhla varianta s tymiánovou silicí (99,39%). Přípravky Alginure a chmelový extrakt byly vyrovnané. Prev B2 mělo největší propad obsahu chlorofylu (97,70%).

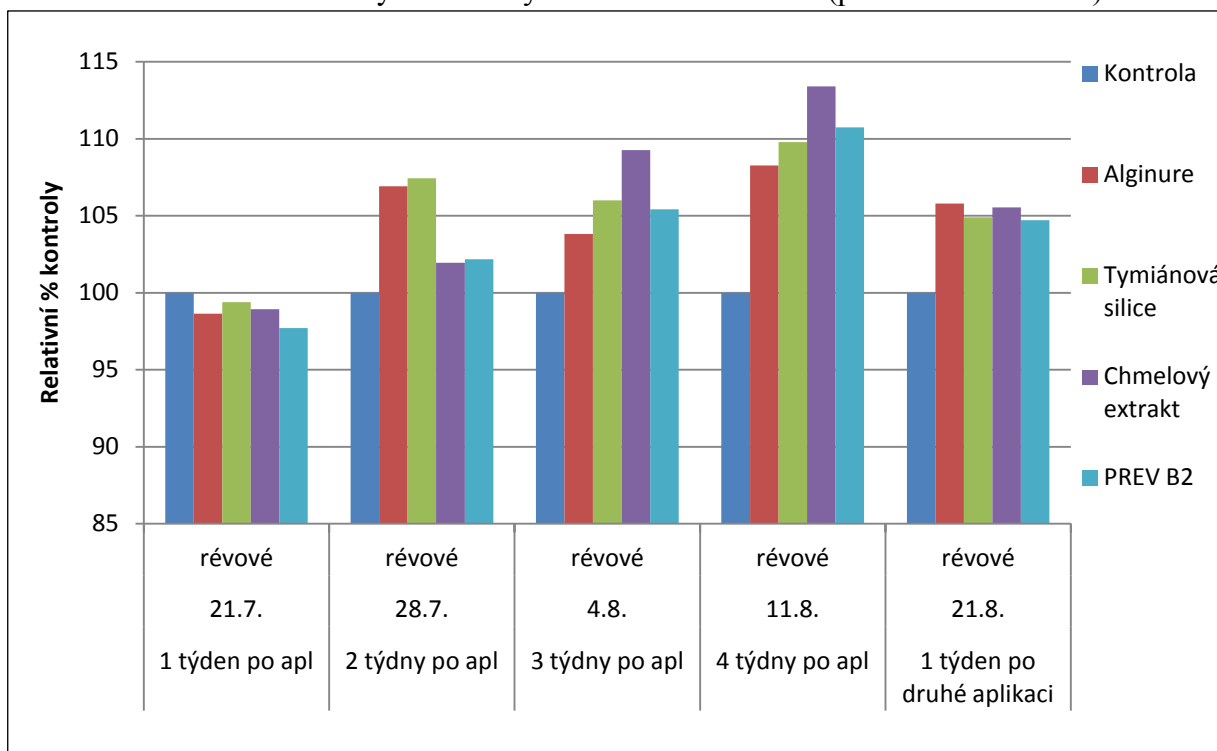
Po dvou týdnech od aplikace došlo k výraznému nárůstu všech variant oproti kontrole. Největší nárůst byl opět u tymiánové silice o 7,43% oproti kontrolní variantě. U varianty s aplikací přípravku Alginure byl změřen obsah chlorofylu 106,91%. Varianty ošetřené Prev B2 a chmelovým extraktem měly obsah chlorofylu poměrně vyrovnaný.

Tři týdny od aplikace došlo k výraznému zvýšení obsahu chlorofylu u varianty ošetřené chmelovým extraktem (109,27%). Varianty ošetřené Prev B2 a tymiánovou silicí měly obsah chlorofylu vcelku vyrovnaný, i když měla tymiánová silice mírný nárůst (106,00%). Chmel ošetřený přípravkem Alginure, měl nejnižší nárůst obsahu chlorofylu, o 3,81% oproti kontrole.

Při čtvrtém měření došlo k rozptýlení výsledků variant. Nejvýznamnější nárůst měla varianta ošetřená chmelovým extraktem (113,41%). Obsah chlorofylu u varianty s Prev B2 byl 110,75%. Tymianová silice zaznamenala nárůst o 9,78% oproti kontrole. U varianty s přípravkem Alginure byl změřen obsah chlorofylu 108,27%, ve vztahu ke kontrolní variantě.

Měření provedené týden po druhé aplikaci přípravků ukázalo vcelku vyrovnané hodnoty nárůstu obsahu chlorofylu, avšak ve všech případech vyšší, než u kontrolní varianty. Alginure – 105,80%, chmelový extrakt – 105,54%, tymiánová silice – 104,89%, Prav B2 – 104,72%. Výsledky měření ukazuje graf 1.

Graf č. 1 – Obsah chlorofylu v révových listech v roce 2017 (průměr obou lokalit)



5.1.2 Obsah chlorofylu v pazochoých listech

První měření obsahu chlorofylů proběhlo po jednom týdnu od aplikace přípravků. Největšího nárůstu dosáhla varianta ošetřená přípravkem Prev B2 (109,47%). Druhý největší obsah chlorofylu měla varianta ošetřená s chmelovým extraktem (107,22%). U varianty s přípravkem Alginure byl změřen nárůst o 6,45% oproti kontrole. Varianta s tymiánovou silicí dosáhla 104,76% obsahu chlorofylu kontrolní varianty.

Při druhém měření zaznamenaly největší nárůst varianty ošetřené tymiánovou silicí (111,83%) a Prev B2 (111,01%). U varianty s přípravkem Alginure bylo naměřeno zvýšení obsahu chlorofylu o 6,93%. Obsah chlorofylu v pazochoých listech ošetřených chmelovým extraktem byl o 5,02% vyšší oproti kontrole.

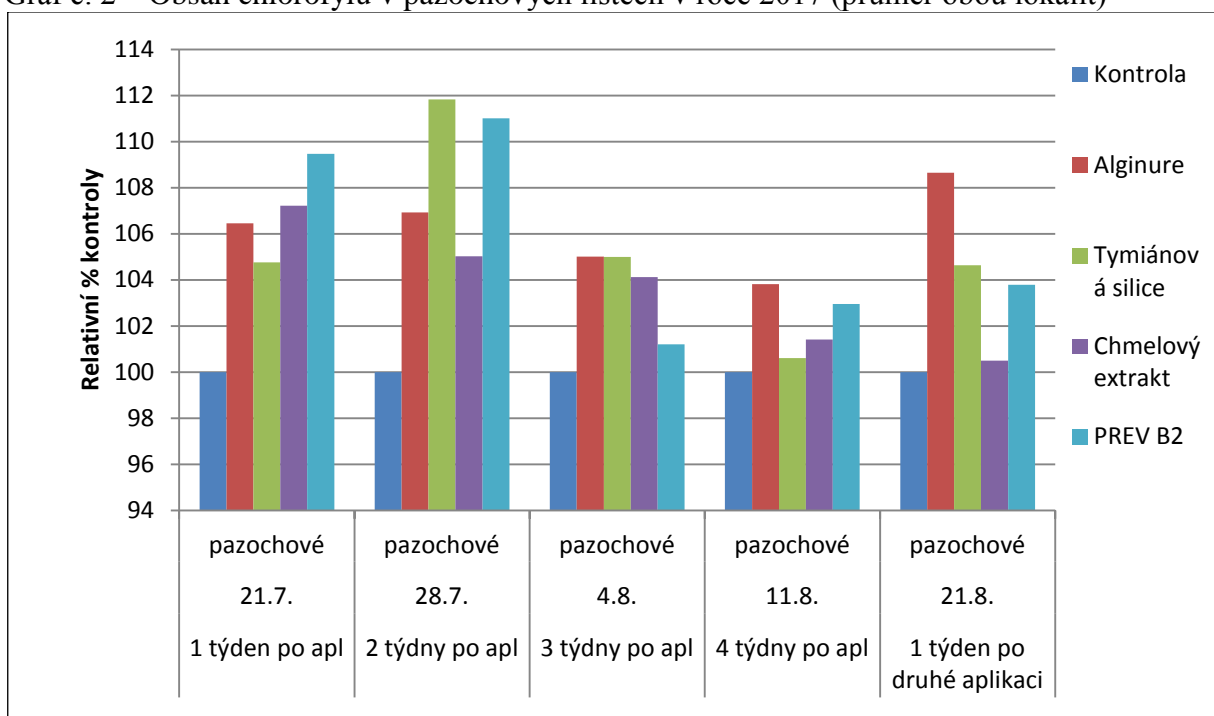
Tři týdny od první aplikace byl zaznamenán výrazný pokles obsahu chlorofylu v pazochoých listech u všech variant. Varianty s tymiánovou silicí a Alginurem zaznamenaly nejmenší propad a to na 105,00% kontrolní varianty. Naopak největší propad 10% byl změřen u varianty s Prev B2. Nejmenší změnu obsahu s rozdílem 1% měla varianta s chmelovým extraktem. I přes výše popsané výsledky je ale zřejmé, že obsah chlorofylu v pazochoých listech byl u všech variant vyšší, než u kontrolní varianty.

Kromě varianty s přípravkem Prev B2 dosáhly všechny varianty nejnižšího nárůstu obsahu chlorofylu při čtvrtém měření. Varianta s Prev B2 zaznamenala pouze 1% nárůst

obsahu chlorofylu oproti kontrole. Varianta s přípravkem Alginure dosáhla největšího obsahu 103,81% kontroly. Pokles nárůstu obsahu chlorofylu u varianty s chmelovým extraktem byl asi 3%. Největší propad měla varianta s tymiánovou silicí, kde byla naměřena hodnota 100,61% kontrolní varianty.

První měření po druhé aplikaci přípravků ukázalo největší nárůst obsahu chlorofylu v pazochovéch listech u varianty s přípravkem Alginure, a to 108,66% kontrolní varianty. Druhý největší nárůst zaznamenala varianta s tymiánovou silicí, a to nárůst o 4%. Zvýšení obsahu o 1% bylo změřeno u varianty s Prev B2. Nejnižšího nárůstu obsahu chlorofylu (100,50%) dosáhla varianta ošetřená chmelovým extraktem. Výsledky jsou znázorněny v grafu 2.

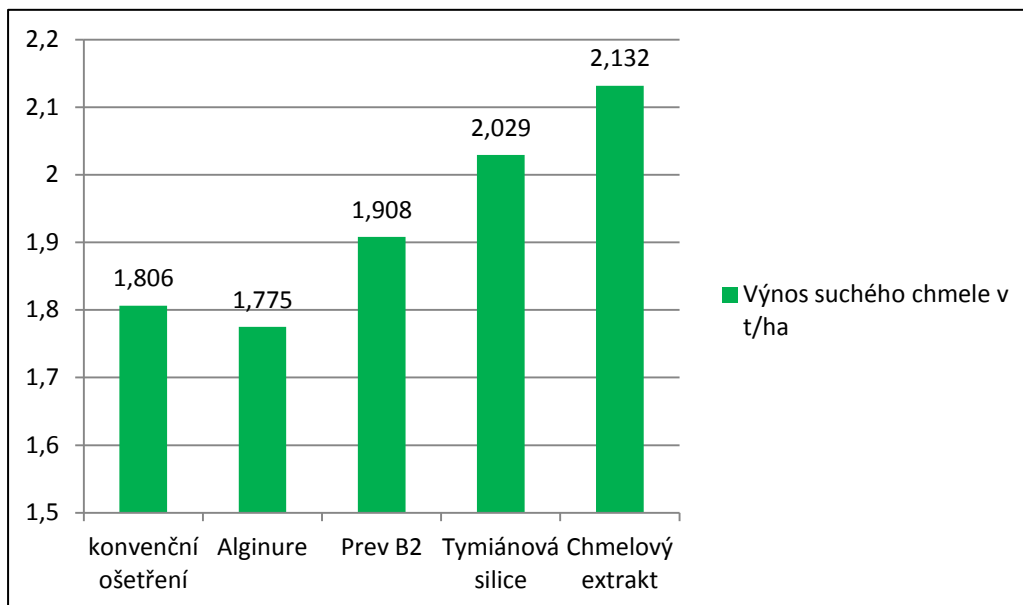
Graf č. 2 – Obsah chlorofylu v pazochovéch listech v roce 2017 (průměr obou lokalit)



5.2 Výnos suchého chmele

Z grafu č. 3 je patrné, že nejvyššího průměrného výnosu suchého chmele dosáhla varianta, kde byl použit chmelový extrakt (2,132t/ha). Druhý nejlepší výnos byl zaznamenán u varianty s tymiánovou silicí (2,029t/ha). Varianta s Prev B2 dosáhla průměrného výnosu 1,908t/ha. Varianta s přípravkem Alginure dosáhla výnosu 1,775t/ha, což je o 0,031t/ha méně než výnos suchého chmele v kontrolní variantě.

Graf č. 3 – Výnos suchého chmele v roce 2017 (průměr obou lokalit)



5.3 Obsah alfa hořkých kyselin

Při prvním odběru vzorků (2.8.2017) byl nejvyšší průměrný obsah alfa hořkých kyselin u varianty s přípravkem Prev B2 (2,51%). Varianta s tymiánovou silicí měla obsah alfa hořkých kyselin 2,48%. Obsah alfa hořkých kyselin u varianty s chmelovým extraktem byl 2,27%. Varianta s přípravkem Alginure měla nižší obsah alfa hořkých kyselin než kontrolní varianta, a to o 0,16.

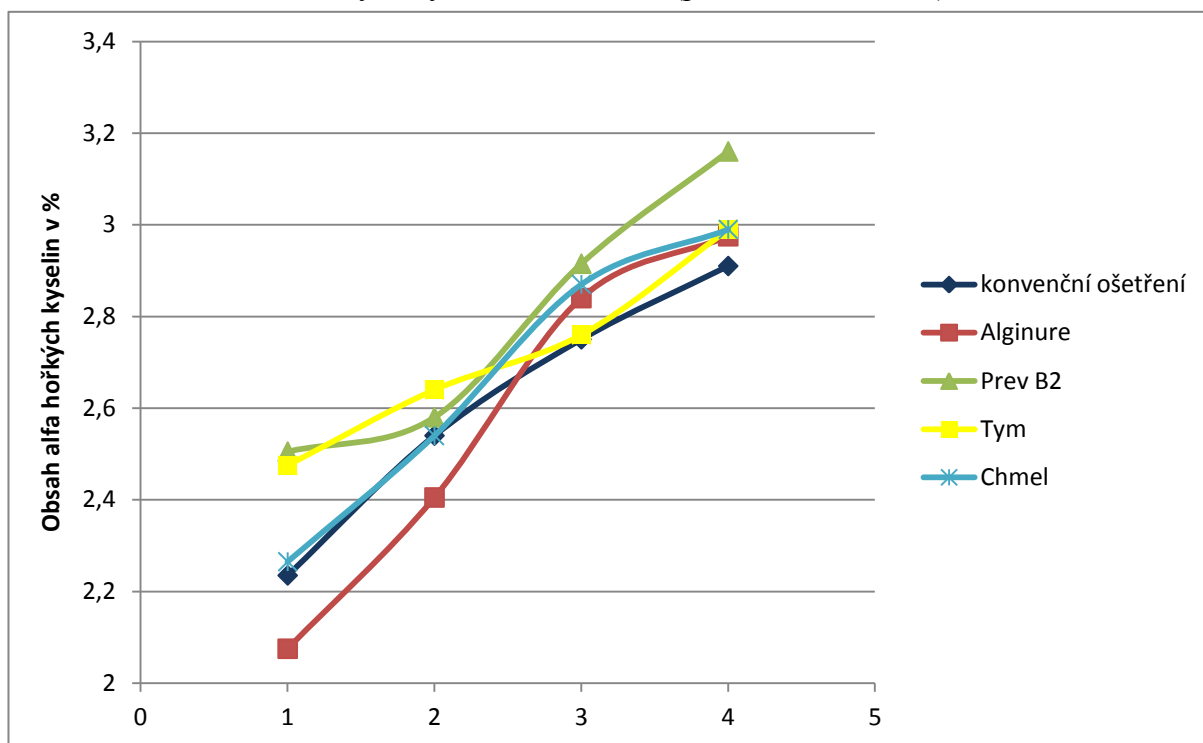
Při druhém odběru (9.8.2017) měla nejvyšší průměrný obsah alfa hořkých kyselin varianta s tymiánovou silicí 2,64%. Následovala varianta ošetřená Prev B2, 2,58%. Varianta ošetřená chmelovým extraktem měla stejný obsah alfa hořkých kyselin jako kontrolní varianta - 2,54%. Varianta s přípravkem Alginure měla obsah alfa hořkých kyselin nejnižší, a to 2,41%.

U třetího odběru (16.8.2017) dosáhly všechny pokusné varianty vyššího obsahu alfa hořkých kyselin než kontrolní varianta. Nejvyšší hodnotu měla varianta s přípravkem Prev B2 - 2,92%. Obsah alfa hořkých kyselin u varianty s chmelovým extraktem byl 2,87%. Varianta ošetřená přípravkem Alginure měla obsah alfa hořkých kyselin 2,84%. Varianta s tymiánovou silicí dosáhla o 0,01% větší obsah alfa hořkých kyselin, než varianta kontrolní, to znamená 2,76%.

Při posledním odběru, tedy při sklizni, měla nejvyšší průměrný obsah alfa hořkých kyselin varianta s přípravkem Prev B2 (3,16%). Varianty s chmelovým extraktem a tymiánovou silicí dosáhly stejného průměrného obsahu alfa hořkých kyselin 2,99%. Obsah

alfa hořkých kyselin u varianty ošetřené přípravkem Alginure byl 2,98%. V kontrolní variantě byl obsah alfa hořkých kyselin 2,91%. Výsledky znázorňuje graf č. 4.

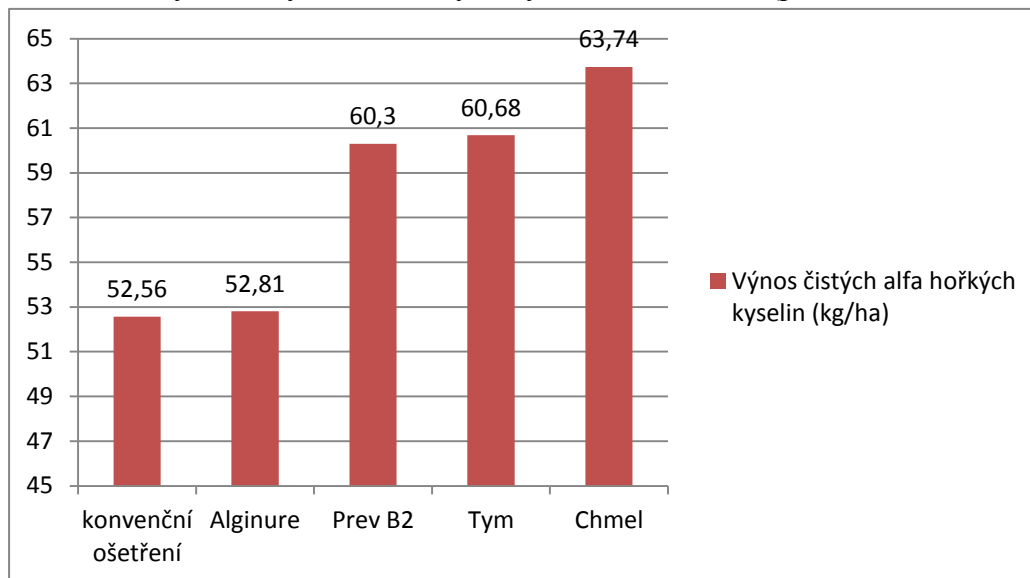
Graf č. 4 - Obsah alfa hořkých kyselin v roce 2017 (průměr obou lokalit)



5.4 Výnos čistých alfa hořkých kyselin

Graf číslo pět popisuje výnos čistých alfa hořkých kyselin v jednotlivých variantách. Nejnižšího výnosu čistých alfa hořkých kyselin dosáhla varianta kontroly (52,56kg/ha). Varianta ošetřená přípravkem Alginure dosáhla jen mírného naskoku a to 52,81kg/ha. U varianty ošetřené přípravkem Prev B2 byl průměrný výnos čistých alfa hořkých kyselin 60,30ka/ha. Průměrný výnos čistých alfa hořkých kyselin varianty ošetřené tymiánovou silicí byl 60,68kg/ha. Nejvyššího průměrného výnosu dosáhla varianta ošetřená chmelovým extraktem (63,73kg/ha).

Graf č. 5 – Výnos čistých alfa hořkých kyselin v roce 2017 (průměr obou lokalit)



6 Diskuze

Cílem této práce bylo zjištění vlivu ošetření chmele otáčivého (*Humulus lupulus*) vybranými látkami s antifungálním účinkem. Pro pokus byly kromě výtažků z mořských řas (Alginure) a pomerančových terpenů (Prev B2) použity chmelový extrakt a silice *Thymus vulgaris*. Chmelový extrakt, silice tymiánu a terpeny z pomerančovníku nebyli v našich podmínkách dosud předmětem poloprovozních pokusů na chmelu otáčivém.

V pokusech Niknejad et al. (2015) byly testovány antifungální účinky chmelového extraktu proti *Aspergillus Niger*. V podmínkách in vitro prokázal extrakt velmi dobrou účinnost. Bocquet et al. (2017) testovali fungicidní účinky chmelového extraktu proti *Zymoseptoria tritici*. V laboratorních podmínkách, ale i na infikovaných rostlinách došlo k inhibici růstu kolonií a k potlačení vzniku nových infekcí.

Antifungální efekt tymiánové silice dokazují Kumar et al. (2008), kteří provedli pokus s ošetřením 14 druhů rostlinných silic. Jako nejúčinnější byla vyhodnocena silice *Thymus vulgaris*. Největší fungicidní účinek se projevil na *Aspergillus flavus*. U ostatních hub došlo k výraznému potlačení. Mota et al. (2012) ověřovali fungicidní účinek a fytotoxicitu tymiánové silice proti *Rhizopus oryzae*. Pokus probíhal s různými formulacemi tymiánové silice, u všech byl prokázán antifungální účinek.

Antifungální účinek chmelového extraktu a tymiánové silice potvrzují i výsledky Řehoř et al., (2018). Navíc tyto výsledky ukazují na stimulační účinek a tím i vliv na zvýšení výnosu. Dle pokusů Bødkera et al. (2001) může docházet k negativnímu ovlivnění symbiotické mykorrhizy chemickými fungicidy. Jeho pokus s hrachem prokázal snížení kolonizace kořenů mykorrhizou až o polovinu. Je tedy možné odůvodnit zvýšení výnosu, při použití biologických látek s antifungálním účinkem, jejich krátkodobým reziduálním účinkem a nebo snažší odbouratelností.

Z výsledků Řehoře et al. (2018) je patrné, že všechny použité přípravky zvyšovaly obsah chlorofylu v listech ať už révových nebo pazochoových. Více popisují grafy číslo 1 a 2.

Neuza et al. (2016) na základě pokusů s různými rostlinnými druhy uvádějí, že pomerančové silice zvyšují obsah antioxidantů, ale také chlorofylu v listech rostlin. Khan et al. (2009) ve svých pokusech sledoval stimulační účinky betainu, který je obsažený ve výtažcích z mořských řas a mimo jiné dospěl k závěru, že betain může zvyšovat obsah chlorofylu v listech. Stirk a Staden (2006) prováděli pokusy s aplikací extraktu *Ascophyllum nodosum*. U rostlin rajčat, pšenice a kukuřice byly zjištěny vyšší koncentrace chlorofylu v listech než u variant ošetřených ekvivalentním množstvím vody.

Holý et al. (2017) uvádějí, že aplikace přípravků Alginure a Prev B2 má pozitivní vliv na zvýšení obsahu chlorofylu v listech. Z pokusů Řehoře et al. (2018) je patrné, že po aplikaci přípravku Alginure došlo u chmelových rostlin ke zvýšení obsahu chlorofylu pazochoových i révových listů. Ošetření přípravkem Prev B2 bylo výhodnější spíše pro listy révové. Výsledky z pokusů Procházky et al. (2018) ukazují také na zvýšení obsahu chlorofylu v listech při použití výtažku z *Ascophyllum nodosum*. Varianta ošetřená výtažkem z *Ascophyllum nodosum* zvyšovala obsah chlorofylu v listech révových i pazochoových.

S těmito výsledky v podstatě korelují výsledky pokusů Řehoře et al. (2018), kdy při použití přípravků došlo u každé z variant ke zvýšení obsahu chlorofylu v révových i pazochoových listech.

Michalak a Chojnacka (2016) ve svých pokusech testovaly extrakty mořských řas *Ascophyllum nodosum* a hnědých řas. Závěry 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 bylo využité velké množství různých plodin (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. Rozsáhlé pokusy na chmelu Maťátka a Češky (2009) potvrzují tyto poznatky, jelikož po aplikaci výtažku z mořských řas došlo ke zvýšení výnosu chmelových hlávek.

S těmito závěry se naše výsledky neshodují, jelikož varianta ošetřená právě přípravkem Alginure dosáhla nejnižšího výnosu suchých hlávek. Naše výsledky jsou však pouze jednoleté a nelze tedy vyloučit větší vliv pěstitelského ročníku.

Nawrockého (2013) pokusy s přípravkem Prev B2, proti houbovým chorobám rodu *Aster* vyhodnotili tento přípravek jako neúčinný. V těchto pokusech docházelo mnohdy k vyššímu napadení a odumírání rostlin oproti kontrole. Vanek (2016) uvádí, že použití přípravku Prev B2 má insekticidní účinek, ale také snižuje napadení houbovými chorobami. Zároveň zvyšuje výnos a kvalitu hroznů révy vinné.

Výsledky Řehoře et al. (2018) ukázaly, že použití přípravku Prev B2 má za následek antifungální účinek. Zároveň došlo ve výsledku k navýšení výnosu suchých chmelových hlávek.

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

Z vyhodnocení výsledků Řehoře et al. (2018) se dá konstatovat, že silice tymiánu měla vcelku výrazný vliv na zvýšení výnosu hlávek chmele.

Z pokusů Mařátka a Češky (2009) byl zjištěn pozitivní vliv výtažků z mořských řas na zvýšení obsahu alfa hořkých kyselin. Tento nárůst si chmelové hlávky udržely až do sklizně. Z výsledků Procházky et al. (2018) je nárůst obsahu alfa hořkých kyselin po ošetření výtažkem z *Ascophyllum nodosum* mírný. Výsledky Řehoře et al. (2018) prokázaly u přípravku Alginure mírný nárůst obsahu alfa hořkých kyselin oproti kontrolní variantě. Podobného nárůstu dosáhly varianty ošetřené chmelovým extraktem a tymiánovou silicí. S výraznějším nárůstem skončil přípravek Prev B2. Avšak při přepočtu na výnos čistých alfa hořkých kyselin z hektaru byla nejlepší varianta ošetřená chmelovým extraktem.

7 Závěr

7.1 Ekonomické zhodnocení

Tabulka č. 7 – Ekonomické zhodnocení výsledků pokusů 2017 (průměr obou lokalit)

Přípravek	Výnos suchého chmele (t/ha)	Nárůst výnosu oproti kontrole (t//ha)	Cena za 2 aplikační dávky (Kč/ha)	Tržba chmele (Kč/ha)	Přínos výnosu (Kč/ha)	Finanční přínos (Kč/ha)
Kontrola	1,806	-	4992	361 200	-	-
Alginure	1,775	-0,031	21 836	355 000	-6200	-28 036
Prev B2	1,908	0,102	10 936	381 600	20 400	9 464
Tymiánová silice	2,029	0,223	30 000	405 800	44 600	14 600
Chmelový extrakt	2,132	0,326	26 200	426 400	65 200	39 000

Pro ekonomické zhodnocení byla použita cena 200 000,-Kč/t. Tato cena odpovídá přibližně průměru výkupních cen Žateckého poloraného červeňáku. Pro výpočet ceny aplikačních dávek kontroly byl použit průměr přípravků použitých na obou lokalitách.

Z ekonomického hlediska byla nejlepší varianta ošetřená chmelovým extraktem se zvýšením tržby o 39 000,-Kč/ha. Výraznou efektivitu měla i varianta ošetřená tymiánovou silicí 14 600,-Kč/ha. Varianta ošetřená přípravkem Prev B2 zvýšila tržby oproti kontrole o 9464,-Kč/ha. Jelikož varianta ošetřená přípravkem Alginure nedosáhla vyššího výnosu oproti kontrole, je i její ekonomické zhodnocení negativní a to prodělkem 28 036,-Kč/ha.

Jelikož se o všech použitých přípravcích uvažuje, jako o alternativně klasických fungicidních ošetření jsou náklady na aplikaci postřiku stejné pro všechny varianty i kontrolu. Zvýšením výnosu dochází k nárůstu fytomasy, čímž může dojít ke zvýšení nákladů při sklizni. Logické je, že při zvýšení výnosu došlo ke zvýšení odběru živin rostlinami z půdy a i to je třeba zohlednit při hnojení v dalším roce. Kromě těchto vícenákladů má aplikace těchto látek také bonusy a to zejména ve zvýšení obsahu alfa hořkých kyselin a v minimálních reziduálních účincích.

7.2 Závěrečné zhodnocení

Z výše popsaných výsledků je antifungální vliv ošetření vybranými přírodními látkami zřejmý. Všechny použité přírodní látky měly pozitivní vliv na obsah chlorofylu v révových a pazochoových listech. Tyto výsledky potvrzují stimulační účinek použitých

přípravků. Pozitivní vliv na výnos měly přípravky Prev B2, tymiánová silice a chmelový extrakt. Tyto přípravky poskytly zvýšení výnosu, které by mohlo kompenzovat vyšší ekonomickou náročnost těchto látek. Vliv na průměrný obsah alfa hořkých kyselin byl prokázán u všech testovaných přípravků. Stejně tak došlo ke zvýšení celkové produkce čistých alfa hořkých kyselin. Obsah alfa hořkých kyselin je hlavním ukazatelem kvality chmelových hlávek. Lze tedy konstatovat, že použití testovaných přípravků může zvýšit kvalitu chmelových hlávek. Použití testovaných látek se tedy dá doporučit pro použití v praxi.

8 Seznam použité literatury

ALMAGUER, C., SCHÖNBERGER, Ch., GASTL, M., ARENDT, E., BECKER, T., 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>

ALTOVÁ, M., 2017. Situační a výhledová zpráva chmel,pivo. Praha: Ministerstvo zemědělství, Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1. ISBN 978-80-7434-409-1.

ANONYM (a) Tisková zpráva [online], 2017. 21.12.2017, 4 [cit. 2018-03-17]. Dostupné z: http://www.czhops.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=216%3Atiskova-zprava-21-12-2017&catid=1%3Aceske-aktuality&Itemid=2&lang=cs

ANONYM (b) Saaz Special [online], In: . 2015 [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: <http://www.hopproducts.cz/varieties/variete/28>

ANONYM (c) Hop Aroma Super, 2015. In: Hop products [online]. [cit. 2018-04-04]. Dostupné z: <http://www.hopproducts.cz/products/one/5>

ARIOLI, T., MATTNER, S., WINBERG, P., 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., NEKOEI, M., LARIJANI, K.,BAHRAMINASAB, S., 2011. Chemical composition of the essential oils of Citrus sinensis cv. Valencia and a quantitative structure–retention relationship study for the prediction of retention indices by multiple linear regression. Journal of the Serbian Chemical Society [online]. 2011(76), 11 [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/f96e/9de490e20d70c1e858f124dffe0d903bd95e.pdf>

BAKKALI, F., AVERBECK, S., AVERBECK, D., IDAOMAR, M., 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., BUCHBAUER, G., (eds.) , 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.

BORUGA, O., SEVERI, A., MAGGI, L., GOLEȚ, L., GRUIA, A. T., HORHAT, F.G., 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

BOCQUET, L., SIAH, A., SAMAILLIE, J., HILBERT, J. L., HALAMA, P., SAHPAZ, S., RIVIERRE, C., 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>

BØDKER, L., KJØLLER, R., KRISTENSEN, K., RØSSENDAHL, S., 2001. Interactions between indigenous arbuscular mycorrhizal fungi and *Aphanomyces euteiches* in field-grown pea. *Mycorrhiza* [online]. 2001(18), 7 [cit. 2018-04-14]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/11399232_Interactions_between_indigenous_arbuscular_mycorrhizal_fungi_and_Aphanomyces_euteiches_in_field-grown_pea

BRANT, V., KROULÍK, M., KROFTA, K., ZÁBRANSKÝ, P., PROCHÁZKA, P., POKORNÝ, J., CHYBA, J., 2016. Prostorové rozmístění kořenového systému v půdě. *Chmelařství*. 2016(4), 42 - 46.

BUCHAR, J., DUCHÁČ, V., HŮRKA, K., LELLÁK, J., 1995. Klíč k určování bezobratlých. V nakl. Scientia 1. vyd. Praha: Scientia. ISBN 80-85827-81-6.

EL-ISHAQ, A., TIJJANI, M., KATUZU, M., 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

FOREJTOVÁ, M. 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>

HAY, R., WATERMAN, P., (eds.), 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.

HIRT, H., SHINOZAKI, K., (eds.), 2004. *Plant responses to abiotic stress*. 1. Berlin: Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. ISBN 978-3-540-20037-6.

HOLÝ, K., PROCHÁZKA, P., ŠTRANC, J., ŠTRANC, D., ŠTRANC, P., 2017. *Integrovaná ochrana chmele: Certifikovaná metodika*. 1. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha. ISBN 978-80-7427-265-3.

HOREJSEK, J., ZICH, M., 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., STEVENS, R., BRIGGS, D.E., YOUNG, T. W., 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., FRASER, C., (eds.), 2016. *Seaweed Phylogeography* [online]. Dordrecht: Springer Netherlands [cit. 2018-02-12]. ISBN 978-94-017-7532-8.

JAYARAMAN, J., NORRIE, J., PUNJA, Z.K., 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 pěstitele chmele*. 1. Žatec: Chmelařský institut. ISBN 978-80-86836-98-0.

KADLEC, P., MELZUCH, K., VOLDŘICH, M., 2009. *Co byste měli vědět o výrobě potravin? : technologie potravin*. 1. Ostrava: Key Publishing. ISBN 978-80-7418-051-4.

KHAN, W., U. RAYIRATH, S. SUBRAMANIAM, M. JITHES, P. RAYORATH, M. HODGES, T.A. CRITCHLEY, J. CRAIGIE, J. NORRIE, PRITVIHIRAJ P., 2009. Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth. *Plant Growth Regul* [online]. 2009(2009), 15 [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/225338767_Seaweed_Extracts_as_Biostimulants_of_Plant_Growth_and_Development

KING, M. B., BOTT T.R., 1993. *Extraction of Natural Products Using Near-Critical Solvents*. 1. Glasgow: Blackie Academic & Professional, an imprint of Chapman & Hall. ISBN 978-94-010-4947-4.

KOCOURKOVÁ, H., KOCOURKOVÁ, B., EHRENBERGEROVÁ, J., FOJTOVÁ, J., 2010. Zastopení a obsah silic v odrůdách chmele. In: J., Bartlová. *Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů*. Praha: Profi Press, s. 6. ISSN 0139-6013.

KOPECKÝ, J., BRYNDA, M., CINIBURK, V., JEŽEK, J., KLAPAL, I., KOŘEN, J., KOZLOVSKÝ, P., KROFTA, K., KUDRNA, T., NESVADBA, V., VOSTŘEL, J., 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., CINIBURK, V., PODSEDNÍK, J., VESELÝ, F., 2009. *Monitorovací systém sklizně chmele*. 1. Žatec: Chmelařský institut. ISBN 978-80-86836-57-7.

KOŘEN, J., CINIBURK, V., PODSEDNÍK, J., RYBKA, A., VESELÝ, F., 2008a. *Sušení chmele na komorových sušárnách*. 1. Žatec: Chmelařský institut. ISBN 978-80-86836-51-5.

KOŘEN, J., CINIBURK, V., PODSEDNÍK, J., RYBKA, A., VESELÝ, F., 2008b. *Sušení chmele na pásových sušárnách*. 1. Žatec: Chmelařský institut. ISBN 978-80-86836-54-6.

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

KROFTA, K., BRYNDA, M., NESVADBA, V., 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., JEŽEK, J., KLAPAL, J., KŘIVÁNEK, J., POKORNÝ, J., PULKRÁBEK, J., VOSTŘEL, J., 2012. Integrovaný systém pěstování chmele. 1. Žatec: Petr Svoboda. Metodika (Chmelařský institut). ISBN 978-80-86836-82-9.

KRŠKOVÁ, I., Plocha chmelnic v České republice se zvyšuje [online]. 4.5.2017a [cit. 2018-03-22]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/trvale-kultury/plocha-chmelnic-v-ceske-republice-se.html>

KRŠKOVÁ, I., Sklizeň chmele 2017 je i přes nepřízeň počasí nadprůměrná [online]. 10.12.2017b, 1 [cit. 2018-03-17]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/trvale-kultury/sklizen-chmele-2017-mirne-nadprumerna.html>

KUMAR, A., SHUKLA, R., SINGH, P., DUBEY, N.K., 2008. Assessment of *Thymus vulgaris* L. essential oil as a safe botanical preservative against post harvest fungal infestation of food commodities. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* [online]. 2008(9), 5 [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/222999275_Assessment_of_Thymus_vulgaris_L_essential_oil_as_a_safe_botanical_preservative_against_post_harvest_fungal_infestation_of_food_commodities

LAWRENCET, M.B., 2001. Essential oils: From Agriculture to chemistry. *International 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>

MAŤÁTKO, J., ČEŠKA, J., 2009. Chmel otáčivý – pokusy v kostce 2009 [online]. In: . [cit. 2018-04-12]. Dostupné z: <http://www.energen.info/files/pokusy/chmel-pokusy-v-kostce-2009-tuchorice-matatko-ceska.pdf>

MICHALAK, I., CHOJNACKA, K., 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>

MOHR, H., SCHOPFER, P., 1995. *Plant physiology*. 1. Berlin: Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. ISBN 3-540-58016-6.

MOTA, K.S.L., PERREIRA F., OLIVEIRA W. a LIMA I., 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>
- 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., HENYHOVÁ, A., KROFTA, K., PATZAK, J., 2012. Atlas českých odrůd chmele. Raise. Žatec. 28 s. ISBN: 978-80-87357-11-8.
- NEUZA, J., Da SILVA, C.A. , ARANCHA, PM. C., 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., HASSHEMI, M., HABIBI, M.B., FARHOOSH, R., 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., MOHAMMADI, M., KHOMEIRI, M., AALAMI, M., 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
- NORRIE, J., KEATHLEY, J.P., 2006. Benefits of *Ascophyllum nodosum* Marine-Plant Extract Applications to Thompson Seedless' Grape Production. *IS on Plant Bioregulators in Fruit* [online]. 2006, 2006(10), 6 [cit. 2018-04-02]. Dostupné z:
https://www.researchgate.net/profile/Jeffrey_Norrie/publication/284250867_Benefits_of_Ascophyllum_nodosum_marineplant_extract_applications_to_%27Thompson_seedless%27_grape_production/links/5704ff4a08ae44d70ee3032f/Benefits-of-Ascophyllum-nodosum-marine-plant-extract-applications-to-Thompson-seedless-grape-production.pdf
- PAREEK, A., SOPORY, K. S., BOHNERT, J. H., 2010. Abiotic stress adaptation in plants: physiological, molecular, and genomic foundation. 1. Dordrecht, Netherlands: Springer. ISBN 978-90-481-3111-2.
- PASTYŘÍK, Vlastimil, 1989. Chmelařství. České Budějovice: Výstavnictví zemědělství a výživy. ISBN 8070840161.
- PAVELA, R., 2015. Essential oils for the development of eco-friendly mosquito larvicides: A review. *Industrial Crops and Products* [online]. 76, 174-187 [cit. 2018-03-23]. DOI:

10.1016/j.indcrop.2015.06.050. ISSN 09266690. Dostupné z:
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926669015302144>

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

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

PROCHÁZKA, P., VOSTŘEL, J., ŘEHOŘ, J., ŠTRANC, P., 2018. Výsledky použití biologicky aktivních látek při produkci chmele v roce 2017. *Agromanuál*. 2018(2), 86-87.

PROCHÁZKA, S., GLOSER, J., HAVEL, L., KREKULE, J., MACHÁČKOVÁ, I., NÁTR, L., PRÁŠIL, I., SLADKÝ, Z., ŠANTRŮČEK, J., ŠEBÁNEK, J., TESAŘOVÁ, M., VYSKOT, B., 1998. Fyziologie rostlin. Praha: Academia. ISBN 80-200-0586-2.

RYBÁČEK, V. (ed), 1980. Chmelařství. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 426 s. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství).

RYBKA, A., Výrobní technologie a mechanizace při pěstování a sklizni chmele [online]. 2.11.2016, 1 [cit. 2018-03-28]. Dostupné z: <https://www.agrojournal.cz/clanky/vyrobnitechnologie-a-mechanizace-pri-pestovani-a-sklizni-chmele-212>

ŘEHOŘ, J., PROCHÁZKA, P., VOSTŘEL, J., FRAŇKOVÁ, A., 2018. Vliv aplikace biopesticidů na obsah chlorofylu v listech chmele. *Úroda*. Profi Press, 2018(3), 94-95.

SHABNUM, S., WAGAY, G. M., 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>

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.

STIRK, W.A., STADEN, J., 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

STEINHAUS, M., SCHIEBERLE P., 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

ŠNOBL, J., 2004. Rostlinná výroba IV.: (chmel, len, konopí, využití biomasy k energetickým účelům). V Praze: Česká zemědělská univerzita, Agronomická fakulta, Katedra rostlinné výroby. ISBN:80-213-1153-3.

ŠTRANC, J., ŠTRANC, P., ŠTRANC, D., 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., ŠTRANC, J., JURČÁK, J., ŠTRANC, D., PÁZLER, B., 2007. Výsadba chmele. Praha [i.e. České Budějovice]: Kurent. ISBN 978-80-87111-02-4.

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

TAIZ, L., ZEIGER, E., 2010. Plant physiology. 5. Sunderland, MA: Sinauer Associates. ISBN 978-0-87893-866-7.

TAUFEROVÁ, A., PETRÁŠOVÁ, M., POKORNÁ, J., TREMLOVÁ, B., BARTL, L., 2014. Rostlinná produkce. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. ISBN 978-80-7305-717-6.

TRČKOVÁ, M., 2010. Pomocné rostlinné přípravky v praxi. In: Zemědělec [online]. Praha: Profi Press, 2010 [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: <http://zemedelec.cz/pomocne-rostlinne-pripravky-v-praxi/>

ŮNAL, M., UÇAN, F., ŞENER, A., DİNÇER S., 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>

VANEK, G., 2016. Poznámky k ochrane viniča v roku 2016. Vinič a víno [online]. 2016(1) [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: <http://www.agroporadenstvo.sk/index.php?start&t=rastlinna-vyroba-vinic-a-vino&t2=&article=788>

VAVERA, R., KŘIVÁNEK, J., PECHOVÁ, M., 2017. Výživa a hnojení produkčních chmelnic. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha. ISBN 978-80-7427-268-4.

VAVERA, Radek, Výživa a hnojení produkčních chmelnic [online]. In: . 30.1.2017 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/vyziva-a-hnojeni-produkcni-chmelnic>

VELÍŠEK, J., (ed.), 1999. Chemie potravin II. 1. Tábor: OSSIS. ISBN ISBN 80-902391-4-5.

VOLF, M., ZEMAN, J., 2017. Výsledky pěstování řepky v ČR v roce 2017. In: Sborník 22. - 23.11.2017 Hluk: Systém výroby řepky. Praha: SPZO, s. 3-40. ISBN 978-80-87065-76-1.

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

VOSTŘEL, J., KLAPAL, I., KUDRNA, T., FOŘTOVÁ, H., 2008a. Metodika ochrany chmele proti svilušce chmelové (*Tetranychus urticae* Koch). 1. Žatec: Chmelařský institut. Metodika (Chmelařský institut). ISBN 978-80-86836-72-0.

VOSTŘEL, J., KLAPAL, I., KUDRNA T., FOŘTOVÁ, H., 2008b. Metodika ochrany chmele proti mšici chmelové (*Phorodon humuli* Schrank). 1. Žatec: Chmelařský institut. Metodika (Chmelařský institut). ISBN 978-80-86836-69-0.

VOSTŘEL, J., KLAPAL, I., KUDRNA, T., FOŘTOVÁ H., 2008c. Metodika ochrany hybridních odrůd chmele proti peronospoře chmelové (*Peronosplasmopara humuli* Miy et Tak., Wils.). 1. Žatec: Chmelařský institut. Metodika (Chmelařský institut). ISBN 978-80-86836-75-1.

VOSTŘEL, J., KLAPAL, I., KUDRNA, T., 2010. Metodika ochrany chmele proti dřebčíku chmelovému: Metodika pro praxi 05/2010. 1. Žatec: Chmelařský institut. ISBN 978-80-87357-05-7.

ZACHARIAS, E. S., COCCIMIGLIO, J., ALIPOUR, M., 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

ZIMA, F. ZÁZVORKA, V., 2017. Chmelařství. 2. Chrást'any: AGROSCIENCE s.r.o. Chrást'any 175, 270 01 Kněževy. Publikace ministerstva zemědělství. ISBN 978-80-906121-0-5.