

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby



**Možnosti uplatnění biologicky aktivních látek při
pěstování chmele otáčivého**

Bakalářská práce

Autor práce: Klára Malíková

Vedoucí práce: Ing. Přemysl Štranc, Ph.D.

© 2015 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Možnosti uplatnění biologicky aktivních látek při pěstování chmele otáčivého" jsem vypracovala 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 autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 17. 04. 2015

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu Ing. Přemyslovi Štrancovi, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a čas, který mi věnoval. Dále bych ráda poděkovala panu Ludřkovi Počtovi a Ing. Tomáši Kudrnovi za možnost uskutečnit své poloprovozní pokusy. Také děkuji své rodině a kamarádům, kteří mi během pokusů pomáhali a podporovali mě.

Možnosti uplatnění biologicky aktivních látek při pěstování chmele otáčivého

Souhrn

Cílem této bakalářské práce bylo sledovat reakci chmele otáčivého na vybrané biologicky aktivní látky. Aplikace kvalitních přípravků založených na bázi huminových kyselin, fulvokyselin, auxinů, cytokininů atd. patří mezi způsoby, jak dosáhnout vyššího výnosu a lepší kvality. Konkrétně byly aplikovány přípravky Lexin, Lexenzym, Lignohumát Max, extrakt z řasy *Ascophyllum nodosum*, čistý auxin, čisté fulvokyseliny a huminové kyseliny s přídavkem fulvokyselin.

Poloprovozní pokusy s biologicky aktivními látkami byly založeny na dvou lokalitách – Hořesedly a Tuchořice. U osmi pokusných variant byly sledovány a hodnoceny tyto tři znaky: obsah chlorofylu v pazochových i révových listech (%), obsah alfa hořkých látek v chmelových hlávkách (%) a výnos suchého chmele (t/ha).

Obsah chlorofylu v pazochových a révových listech byl měřen N-testerem od firmy Yara (Norsk Hydro). Dále byl měřen obsah alfa hořkých kyselin v chmelových hlávkách pomocí konduktometrické metody. Rozbor těchto hlávek provedla akreditovaná zemědělská laboratoř v Postoloprtech. Jako poslední byl hodnocen vliv biologicky aktivních látek na výnos chmele. Nejvyrovnanější řada chmelových rév dané varianty byla stržena a odvezena na česací linku, kde byly chmelové hlávky ocesány a následně zváženy.

Ze získaných výsledků vyplývá, že všechny vybrané biologicky aktivní látky působily pozitivně na obsah chlorofylu v listech, čímž navýšily výnos chmelových hlávek a současně zvýšily obsah alfa hořkých látek.

Jako nejlépe působící stimulátor rostlin se ukázal přípravek Lexin, který je založen na bázi auxinů, fulvokyselin a huminových kyselin. Velmi dobře se také osvědčil přípravek Lexenzym, který kromě fulvokyselin, huminových kyselin a auxinů obsahuje cytokininy, gibbereliny, extrakt z řasy *Ascophyllum nodosum*, řadu enzymů a prekurzorů fytohormonů. Tyto přípravky dosáhly nejlepších výsledků zřejmě z důvodu, že se jednalo o nejkomplexnější z aplikovaných biologicky aktivních látek. Všechny testované biologicky aktivní látky prokázaly pozitivní vliv na sledované znaky. Po provedeném ekonomickém rozboru výnosu a nákladů tak lze plně doporučit používání těchto biologicky aktivních látek v praxi.

Klíčová slova: chmel otáčivý, biologicky aktivní látky, obsah chlorofylu, výnos hlávek, kvalita chmele.

Possibilities of Application of Biologically Active Substances in Hop Growing

Summary

The aim of this bachelor thesis is to follow the reaction of *Humulus lupulus* on chosen biologically active substances. The application of high-quality preparations on the basis of humic acids, fulvic acids, auxins, cytokinins etc. belong to the ways how to achieve bigger yield of the crop and better quality. Specifically, these following preparations were used: Lexin, Lexenzym, Lignohumát Max, extract from alga *Ascophyllum nodosum*, pure auxin, pure fulvic acids and humic acids with the addition of fulvic acids.

Our experiments with biologically active substances were placed in two locations – Hořesedly and Tuchořice. With eight experimental variants we followed and evaluated: the leaf chlorophyll content (%), the alpha bitter substances content in hop heads (%) and the yield of the hop (t/ha).

The capacity of chlorophyll in hop leaves was measured by the N-test from a company called Yara. Next we measured the content of alpha bitter acids in hop heads. The analysis of these heads was conducted by a certified agricultural laboratory in Postoloprty. The last measurement was the impact of biologically active substances on the crop yield of the hops. The most balanced line of vine hops for certain variation was torn down and taken to a hop house, where the hop heads were manufactured and afterwards weighted.

From the obtained data we can see that the biologically active substances reacted positively to the amount of chlorophyll in the leaves and thus increasing yield of the crop in the heads and simultaneously increasing the amount of alpha bitter substances.

The best stimulant for plants is Lexin, which is based on auxins, fulvic acids and humic acids. The next one is Lexenzym, which except for fulvic acids, humic acids and auxins contains cytokinins, gibberelins, extract from alga *Ascophyllum nodosum*, a series of enzymes and precursors and phytohormones. These substances accomplished the best results for being the most complex from the applied biologically active substances. All tested biologically active substances demonstrated positive impact on the monitored characteristics. After the economic analysis of yield of the crop and costs, the recommendation for the usage of these substances is permitted in practical application.

Keywords: *Humulus lupulus*, biologically active substances, leaf chlorophyll content, yield of hop, quality of hop.

Obsah

1 Úvod	8
2 Cíl práce	9
3 Literární rešerše	10
3.1 Hospodářský význam chmele	10
3.1.1 Pěstování chmele v ČR.....	10
3.1.2 Plochy chmele.....	10
3.1.3 Postavení českého chmele ve světě.....	11
3.1.4 Odrůdy chmele.....	11
3.1.4.1 Žatecký poloraný červeňák.....	12
3.2 Agrotechnika chmele	12
3.2.1 Podzimní ošetřování chmelnic.....	12
3.2.1.1 Vláčení a posklizňový úklid chmelnice.....	13
3.2.1.2 Mělké kypření půdy v meziřadí.....	13
3.2.1.3 Orba meziřadí, základní hnojení a odorávka řadů.....	13
3.2.1.4 Hlubkové kypření půdy v meziřadí.....	14
3.2.2 Jarní ošetřování chmelových porostů.....	14
3.2.2.1 Řez chmele.....	14
3.2.2.2 Zavěšování chmelovodů a zavádění výhonů.....	15
3.2.3 Pozdně jarní až letní ošetřování chmelnic.....	16
3.2.3.1 Plečkování meziřadí.....	16
3.2.3.2 Přiorávka řadů.....	16
3.2.3.3 Zavádění odkloněných vegetačních vrcholů a zavěšování spadlých rév.....	16
3.2.4 Hnojení chmele.....	16
3.2.5 Ochrana chmele.....	18
3.2.6 Sklizeň chmele.....	18
3.2.6.1 Složení hlávek.....	19
3.3 Stresové podmínky	20
3.4 Vybrané biologicky aktivní látky	21
3.4.1 Humusové kyseliny.....	21
3.4.2 Auxiny.....	22
3.4.3 Extrakty z mořských řas.....	23
4 Materiál a metody	25

4.1	Informace o pokusných stanovištích	25
4.1.1	Informace o pokusném stanovišti Hořesedly	25
4.1.1.1	Základní informace o stanovišti	25
4.1.1.2	Základní informace o pokusu	26
4.1.1.3	Agrotechnika	26
4.1.2	Informace o pokusném stanovišti Tuchořice.....	27
4.1.2.1	Základní informace o stanovišti	27
4.1.2.2	Základní informace o pokusu	27
4.1.2.3	Agrotechnika	28
4.2	Sledované parametry	28
4.3	Aplikované biologicky aktivní látky	28
4.4	Průběh pokusu	29
4.4.1	Průběh pokusu v Hořesedlích	29
4.4.2	Průběh pokusu v Tuchořicích.....	29
4.5	Průběh počasí (upraveno dle Štrance et al., 2014)	30
5	Výsledky	32
5.1	Výsledky z pokusné lokality v Hořesedlích.....	32
5.1.1	Obsah chlorofylu v listech.....	32
5.1.1.1	Obsah chlorofylu v révových listech.....	32
5.1.1.2	Obsah chlorofylu v pazočových listech	33
5.1.2	Obsah alfa hořkých kyselin ve chmelových hlávkách	34
5.1.3	Výnos hlávek suchého chmele.....	35
5.2	Výsledky z pokusné lokality v Tuchořicích	36
5.2.1	Obsah chlorofylu v listech.....	36
5.2.2	Obsah alfa hořkých kyselin ve chmelových hlávkách	38
5.2.3	Výnos hlávek suchého chmele	39
5.3	Ekonomické zhodnocení	39
6	Diskuze	41
7	Závěr	44
8	Seznam literatury.....	45

1 Úvod

Pěstování chmele otáčivého má na území České republiky tisíciletou tradici, zasahující až do 8. století našeho letopočtu. Chmelové hlávky se využívají ve farmaceutickém, kosmetickém i potravinářském průmyslu. A především představují jednu z hlavních surovin pro pivovarský průmysl - obsahují totiž hořké látky, které dávají pivu jeho charakteristickou nahořklou chuť.

Vzhledem k vynikající jakosti a ušlechtilosti českého chmele, zejména odrůdy Žatecký poloraný červeňák, má naše chmelařství zcela ojedinělé a nezastupitelné postavení jak v tuzemském, tak i ve světovém zemědělství (Štranc et al., 2008e).

Chmel otáčivý patří k vytrvalým rostlinám, pěstovaným ve víceleté monokultuře. V porovnání s běžnými polními plodinami je úspěšnost dlouhodobého monokulturního pěstování chmele podstatně více závislá na co největším souladu jeho biologických nároků a zvláštností s přírodními podmínkami stanoviště. Tento soulad musí být udržován adekvátní pěstitelskou péčí (Štranc et al., 2010).

Na chmelovou rostlinu působí neustále velmi silný tlak stresových faktorů. Mezi nejvýznamnější abiotické stresové faktory patří nedostatek a nerovnoměrnost srážek. Z biotických stresorů způsobují největší škody škůdci a choroby chmele, a to především sviluška, mšice a peronospora chmelová (Štranc et al., 2008d).

K hlavním možnostem eliminace stresu patří správná agrotechnika, doplňková závlaha, hnojení nebo použití kvalitních přípravků s biologicky aktivními látkami.

Velký důraz je kladen na správně provedenou agrotechniku, jež je nezbytná pro dlouhodobě vysoké výnosy chmelových hlávek s vysokým obsahem hořkých kyselin.

Pomocí vhodných biologicky aktivních látek lze do určité míry snížit stres rostliny. Tyto látky se v posledních letech stávají velmi důležitým intenzifikačním faktorem. Tím, že se uplatňují na regulaci transportu látek v rostlině, ovlivňují kvalitu rostlinné produkce a tvorbu výnosu (Urban et al., 2006).

Velká pozornost je v této práci věnována především vybraným biologickým látkám, které byly využity v poloprovozních pokusech: huminovým kyselinám, fulvokyselinám, auxinům a extraktům z mořských řas.

Pokusy s biologicky aktivními látkami byly uskutečněny v žatecké chmelařské oblasti, která je v České republice chmelařsky největší a nejvýznamnější oblastí.

2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce bylo sledovat reakci chmele otáčivého na vybrané biologicky aktivní látky. Aplikace kvalitních přípravků založených na bázi huminových kyselin, fulvokyselin, auxinů a cytokininů atd. patří mezi šetrné způsoby, jak dosáhnout stabilně vysokých a kvalitních výnosů.

U pokusných variant byly sledovány a hodnoceny tyto tři významné znaky: obsah chlorofylu v pazochových i révových listech, obsah alfa hořkých látek v chmelových hlávkách a výnos suchého chmele.

3 Literární rešerše

3.1 Hospodářský význam chmele

3.1.1 Pěstování chmele v ČR

V posledních letech provázely české pěstitele mnohé problémy (nadvýroba, výrazné sucho, mrazy v roce 2012, povodně v roce 2013), které měly vliv na prudký pokles plochy chmelnic. Jen během období 2008 – 2013 došlo k poklesu o více jak tisíc hektarů. V roce 2014 došlo poprvé za posledních čtrnáct let k mírnému meziročnímu nárůstu sklizňové plochy. Na podzim loňského roku došlo k vysázení či obnovení 406 ha, což představuje 9,1% nárůst (Anon., 2014b).

3.1.2 Plochy chmele

Chmel je v České republice pěstován ve třech oblastech: Žatecko, Tršicko a Úštěcko (Krofta et al., 2010). Největší, nejvýznamnější a nejproslulejší oblastí je oblast žatecká (Štranc et al., 2008d).

Tab. 3.1 Plochy chmele v jednotlivých oblastech ČR v roce 2014 (ha).

Odrůda/ Oblast	Žatecko	Úštěcko	Tršicko	ČR
ŽPČ	3086	407	401	3894
Celkem	3451	474	535	4460

(Anon., 2014c)

Tab. 3.2 Vývoj ploch chmele v ČR od roku 2005 (ha).

Rok	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ŽPČ	5231	4926	4840	4738	4627	4559	4040	3806	3786	3894
Celkem	5672	5414	5389	5335	5307	5210	4632	4366	4319	4460

(Anon., 2014a)

Tab. 3.3 Průměrný výnos chmele v ČR za posledních 10 let (t/ha).

2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1,08	1,38	1,01	1,04	1,27	1,25	1,49	1,31	0,99	1,23	1,21

(Anon., 2014a)

3.1.3 Postavení českého chmele ve světě

Mezinárodní sdružení pěstitelů chmele odhaduje světovou plochu chmele v roce 2014 na 47 352 hektarů, z čehož by mělo být vypěstováno asi 90 820 tun chmele. Česká republika je tak třetím největším pěstitelům chmele na světě (Anon., 2014a).

V roce 2013 vyvezly české obchodní firmy 3 531 tun chmele, což činí více než třetiny produkce. Celková hodnota exportovaného chmele činila částku přibližně 736 milionů Kč. Chmel proto patří bez jakýchkoliv pochyb k důležité položce českého agrárního zahraničního obchodu a znamená posílení HDP. V roce 2013 se český chmel roku vyvezl nejvíce do těchto deseti zemí: Japonsko (923 t), Čína (685 t), Německo (671 t), Rusko (578 t), Vietnam (138 t), Jižní Afrika (87 t), Belgie (64 t), USA (56 t), Ukrajina (55 t) a Peru (39 t). K dalším významným odběratelům českého chmelu patří: Finsko, Indie, Velká Británie, Kolumbie, Jižní Korea, Slovensko, Uganda, Austrálie a další. Z 80 % se chmel vyvezl ve formě pelet (granulí) a z 20 % ve formě sušeného lisovaného chmele (Anon., 2014b).

3.1.4 Odrůdy chmele

Až do poloviny 90. let 20. století byl Žatecký poloraný červeňák jedinou odrůdou chmele pěstovanou v České republice. Snahy o zlepšení pivovarských i ekonomických vlastností pěstovaného chmele vedly postupně k registraci těchto hybridních odrůd: Bor (1994), Sládek (1994), Premiant (1996), Agnus (2001), Harmonie (2004), Rubín (2007), Vital (2008) a Kazbek (2008). Žatecký poloraný červeňák zaujímá dominantní místo mezi odrůdami, protože je pěstován na více než 87 % ploch chmelnic v České republice (Krofta et al., 2010).

3.1.4.1 Žatecký poloraný červeňák

Rostlina Žateckého poloraného červeňáku je středně mohutného vzrůstu s pravidelně válcovitým tvarem chmelového keře. Réva má průměrnou sílu 9 - 11 mm a červenozelenou barvu. Plodonosné pazochy patří ke krátkým až středním a nízko nasazeným (Nesvadba et al., 2008).

Chmelové hlávky středně až dlouze vejčitého tvaru bývají malé až střední, hustě nasazené. 100 hlávek dosahuje průměrně hmotnosti 13 – 17 g. Vřetenko je pravidelné, jemné a dlouhé 12 -16 mm. Vůně těchto chmelových hlávek je posuzována jako standard kvality, jedná se totiž o pravou, jemnou chmelovou vůni (Krofta et al., 2010).

Žatecký poloraný červeňák je pěstován v devíti klonech (Osvaldovy klony 114, 31 a 72, Sirem, Zlatan, Podlešák, Blšanka a další). Patří ke středně rané odrůdě s vegetační dobou v rozmezí 122 - 128 dnů (Nesvadba et al., 2008).

3.2 Agrotechnika chmele

Chmel otáčivý patří mezi plodiny pěstované ve víceleté monokultuře. Oproti běžným polním plodinám je úspěšnost tohoto monokulturního pěstování chmele mnohem více závislá na souladu jeho biologických nároků s přírodními podmínkami stanoviště. Proto je nezbytná k udržování tohoto souladu odpovídající pěstitelská péče (Štranc et al., 2010b). Při volbě způsobu zpracování půdy je nezbytné plně respektovat biologické požadavky chmele a celou jeho pěstební technologii. Je také nutné přihlížet k výskytu škodlivých činitelů a zvážit jejich možný vliv na snížení výnosu (Štranc et al., 2008a).

3.2.1 Podzimní ošetřování chmelnic

Po předchozí sklizni je nutné chmelnici uklidit a provést podzimní zpracování půdy (Rybáček et al., 1980). Chmelnice si žádá dokonalou podzimní přípravu půdy, jejímž úkolem je obnovit půdní strukturu (Zázvorka et Zima, 1956). Podzimní zpracování půdy má také důležitý fyto-sanitární význam, neboť pomáhá v boji proti plevelům, chorobám a škůdcům chmele (Štranc et al., 2008a).

Podzimní období je také ideální pro dosadbu chybějících rostlin pomocí chmelových kořenáčů (Rybáček et al., 1980).

3.2.1.1 Vlácení a posklizňový úklid chmelnice

Poté, co se asimiláty stáhnou z nadzemních posklizňových zbytků chmele do jeho podzemních orgánů, jsou tyto zbytky ručně odřezávány nebo odstříhovány. Poté se nechají na hromadě proschnout a spálí. Háčky a vodící drátek se z chmelnic odvázejí (Štranc et al., 2008b).

Vlácením je chmelnice uklizena a částečně prokypřena. Dochází také k urovňování povrchu chmelnice, čímž se usnadní následující operace a šetří se půdní vláhá (Štranc et al., 2013).

3.2.1.2 Mělké kypření půdy v meziřadí

Mělké kypření půdy se provádí do hloubky 10 – 15 cm. Má za úkol urovnat nerovnosti půdního povrchu, ničit plevele a usadnit orbu, případně hloubkové kypření. Pokud po tomto mělkém kypření následuje kypření hloubkové, provede se současně odorávka chmelových řadů a zapraví se minerální hnojiva (P, K, případně Ca, Mg) (Štranc et al., 2013).

Dle Mikulky (1999) dochází při minimalizačních postupech zpracování půdy ke zvýšení zaplevelení a poklesu druhové pestrosti plevelů. Tanskij (2007) uvádí, že nulové zpracování půdy většinou zvyšuje intenzitu chorob, které jsou spojeny s půdou, ale nedochází k jejich katastrofickému rozvoji.

3.2.1.3 Orba meziřadí, základní hnojení a odorávka řadů

Jednou z nejdůležitějších funkcí orby je obracení vrchního plástu půdy v požadované mocnosti za účelem vynášení splavených látek a částic. Správně provedená orba podpoří utváření kořenového systému a rozvoj půdní mikroflóry. Dále zlepšuje strukturu půdy při vysokém stupni mechanizace (Rybáček et al., 1980).

Při orbě se též zapravují minerální a organická hnojiva (Štranc et al., 2013).

Velmi důležitá je také kvalita odorávky chmelových řadů. Pomocí odorávky se sníží množství zeminy v blízkosti chmelových rostlin, čímž se usnadní jarní příprava půdy pro mechanizovaný řez. Provádí se dle hloubky uložení podzemních orgánů chmele, maximálně však do hloubky 20 cm. Také se odřezávají a odklápí podzemní oddenky chmele (vlky). Při

této činnosti je však nutné dávat pozor na poškození vlastních babek chmele, jelikož toto poškození může způsobovat jejich infekci a odumírání (Štranc et al., 2013).

3.2.1.4 Hloubkové kypření půdy v meziřadí

Hloubkové kypření půdy v meziřadí se provádí jednou za 3 – 5 let hloubkovým kypřičem, a to až do hloubky 60 cm (Rybáček et al., 1980). Cílem tohoto kypření je obnova půdních vlastností, které byly narušeny používáním těžších mechanizačních prostředků nebo nedostatečnou péčí o půdu (Štranc et al., 2013).

3.2.2 Jarní ošetřování chmelových porostů

3.2.2.1 Řez chmele

Před samotným řezem chmele by se mělo provést příčné a podélné vláčení. To má za úkol snížit výpar z povrchu půdy a urovnat pozemek k řezu (Štranc et al., 2008a).

Řez chmele patří k nejdůležitějším agrotechnickým opatřením, protože se týká základu celé rostliny – babky. Řezem jsou odstraňovány „vlky“ a loňské výhony až téměř k babce, aby poté vyrostlo méně výhonů, které však budou silnější. Bez řezu by se tvořilo mnoho slabých výhonů, jež by chmel oslabovaly a snižovaly jeho kvalitu i kvantitu (Zázvorka et Zima, 1956).

V současnosti se využívá mechanizovaného řezu chmele, který je prováděn kotoučovými ořezávači do hloubky 5-7cm (Štranc et al., 2007a).

Rybáček et al. (1980) shrnuje význam řezu chmele dle zpracování četných údajů z odborné literatury a vlastních výsledků do těchto 5 závěrů:

1. Řez chmele reguluje dobu rašení výhonů a délku vegetační doby nadzemních částí.
2. Řez chmele významně omezuje rozrůstání podzemní části chmelových rostlin do stran.
3. Řez chmele snižuje spotřebu ruční práce při zavádění vyrůstajících výhonů na chmelovodič tím, že omezuje a zužuje jejich okruh.
4. Rostliny díky řezu zůstávají ve stanoveném sponu.
5. Podzemní babka se udržuje pod povrchem půdy ve stanovené hloubce.

V odřezaných částech babky však dochází k velké ztrátě živin. Vzniklá velká řezná rána umožňuje ztrátu mízy a usnadňuje vstup patogenů do chmelové rostliny. Při rovinném způsobu řezu v úrovni chmelnice jsou babky odkryty a vystaveny povětrnostním podmínkám, které přispívají k jejich vysychání, napadání dřevokaznými houbami, případně i k jejich trouchnivění a odumírání (Štranc et al., 2013).

Chmel se zásadně seřezává v mimovegetační době, tj. na jaře nebo na podzim. Podzimní řez není ovšem vhodný z hlediska biologie chmelové rostliny. Provádí se většinou z organizačních důvodů, pro slabé a poškozené chmelové porosty, při chladnějším počasí během roku nebo na porosty v nevhodných polohách (Štranc et al., 2007a).

Jarní řez chmele se dělí dle termínu provedení na časně jarní, pozdně jarní a nejvhodnější středně raný řez chmele. Ten se provádí od konce první dekády dubna do poloviny jeho třetí dekády (Štranc et al., 2007a).

3.2.2.2 Zavěšování chmelovodů a zavádění výhonů

Chmel obvykle vzhází po řezu za 6-15 dnů. Od určité délky potřebuje ke správnému růstu oporu, aby se neplazil po zemi a nebyla tak porušena cirkulace šťáv v rostlině (Zázvorka et Zima, 1956).

Dva chmelovody se zavěsí na podélný drát stropu konstrukce a v půdě se upevní vedle každé chmelové rostliny (Štranc et al., 2008b).

Na každý chmelovod se zavádí dva (případně tři) stejně vzrostlé výhony chmele. U každé chmelové rostliny se nechají dva náhradní výhony a zbytek se odstraní (Štranc et al., 2008b). Vhodná délka výhonů k zavádění je průměrně 60 cm (Rybáček et al., 1980). Réva chmele je pravotočivá, tudíž se musí zavádět ve směru hodinových ručiček (Zázvorka et Zima, 1956).

Ve druhé polovině května se provádí opravné zavádění výhonů chmele. U každé rostliny se musí zkontrolovat počet a kvalita zavedených rév. V případě potřeby se zavádí náhradní výhony a přebytečné výhony se odstraňují (Štranc et al., 2008b).

3.2.3 Pozdně jarní až letní ošetřování chmelnic

3.2.3.1 Plečkování meziřadí

Plevele zhoršují stanoviště rostlin, a tím i všechny nutné životní podmínky pro dobrý rozvoj chmele. Nejspolehlivějším a nejúčinnějším prostředkem boje proti plevelům je správně provedené plečkování (Zázvorka et Zima, 1956). Plečkování je spojeno s prokypřením půdy a zapravením průmyslových hnojiv (Štranc et al., 2008b).

Plečkování se provádí do hloubky 10 – 15 cm v době květu chmele, v řádné vzdálenosti od chmelových rostlin. Půda se neobrací a ani nemísí. Plevelé jsou tak spolehlivě podřezávány, čímž dochází k rozrušení ulehlejší povrchové vrstvy půdy (případně půdního škraloupu) a zvýšení infiltrační schopnosti půdy (Štranc et al., 2013).

3.2.3.2 Přiorávka řadů

Přiorávkou řadů je podporována tvorba letního kořání, omezován růst přebytečných výhonů chmele a plevelů. Zčásti jsou odstraňovány i podzemní oddenky (vlky) chmele. Nejdříve se šetrně přiorává po zavedení výhonů do maximální výšky 15cm. Přiorává se potom ještě ve třetí dekádě června, a to do výšky maximálně 25 cm (Štranc et al., 2013).

3.2.3.3 Zavádění odkloněných vegetačních vrcholů a zavěšování spadlých rév

Zavádění odkloněných vegetačních vrcholů a zavěšování spadlých rév se provádí průběžně tak, aby se dosáhlo maximálního počtu rév dorostlých stropu konstrukce, a tím i co možná nejvyššího výnosu (Štranc et al., 2008b).

3.2.4 Hnojení chmele

Na jednu tunu hlávek chmelnice v plné plodnosti je potřeba přibližně 90 kg N, 40 kg P₂O₅, 100 kg K₂O, 140 kg CaO a 30 kg MgO (Malý et al., 2014).

Organické hnojení má vysokou hnojivovou hodnotu a jeho působení bývá dlouhodobější a pozvolnější. Do půdy jsou dodávány nejen rostlinné živiny, organické látky, mikroorganismy, ale i látky stimulační, růstové a hormonální. Půdy, které se pravidelně hnojí statkovými hnojivy, jsou úrodnější, protože mají lepší fyzikální vlastnosti, více zadržují

živiny, lépe přijímají vodu, jsou odolnější k výkyvům pH a také optimalizují dávkování minerálních hnojiv a využití živin rostlinami (Vaněk et al., 2012).

Osvědčeným hnojivem k hnojení chmelnic je chlévský hnůj, který bývá obvykle aplikován na podzim. Dávka hnoje se určuje dle druhu půdy – na lehkých půdách 70 t/ha, na středních 55 t/ha a na těžkých půdách 40 t/ha (Rybáček et al., 1980).

V poslední době je organické hnojení bohužel omezováno z důvodu snižování objemu živočišné výroby (Mařátko et Češka, 2014).

Jakmile chmel ukončí svou dormanci, rozmetají se plošně minerální hnojiva, zejména dusíkatá. Poté v druhé polovině května a na počátku června dochází k přihnojování dusíkatými hnojivy k řadům chmelových rostlin (Štranc et al., 2008a). Na počátku července se ke chmelovým řadům přihnojuje rychle působícími dusíkatými hnojivy (Štranc et al., 2008b).

Chmel je ovíjivá, rychle rostoucí, velmi vzrůstná rostlina, která velmi citlivě reaguje na koncentraci dusíku. Je to způsobeno výraznějším působením fytohormonů (auxinů, cytokininů a gibberelinů) a enzymů. Jejich tvorba totiž úzce souvisí s množstvím přijatého dusíku. Vzájemný poměr a koncentrace těchto látek ovlivňuje rychlost chemických reakcí a fyziologických procesů (Štranc et al., 2009a). Avšak jednostranné hnojení dusíkem má za následek nadměrný růst nadzemních vegetativních orgánů a snižuje jejich odolnost ke stresovým vlivům, často na úkor výnosu (Štranc et al., 2012b).

Chmelová rostlina má vysoké nároky na vápník. Vápnění významně výrazně ovlivňuje půdní procesy, a proto plní agronomicky a ekologicky důležité funkce. V případě nedostatku vápníku je negativně ovlivňováno využívání živin z půdy, při vysokém obsahu vápníku jsou naopak blokovány některé mikroelementy a objevují se chlorózy chmele (Mařátko et Češka, 2014).

Malý et al. (2014) uvádějí, že chmelovým půdám vyhovuje hodnota pH 6,5 – 7. Kyselé půdy by se měly vápnit jednou za dva až tři roky dle pH dávkou 1 – 2 t CaO/ha.

Mezi nejvýznamnější mikroelementy potřebné pro chmel patří zinek, mangan a bor. Deficit zinku má za následek kadeřavost chmele. Dochází k redukci výnosu u hlávek a zhoršení kvality (Malý et al., 2014). Bylo dokázáno, že kadeřavost chmele způsobují rickettsie, ale právě dostatek zinku může toto onemocnění omezovat (Vaněk et al., 2007).

3.2.5 Ochrana chmele

Ochrana chmele musí být zajišťována včas a na vysoké úrovni, neboť škodliví činitelé mají vysoce negativní vliv na výnos i kvalitu chmelových hlávek (Štranc 2009 in Štolcová et al., 2009).

Nejvýznamnější houbovou chorobou chmele je peronospora chmelová (Vostřel et al., 2008). Napadá výhonky, listy i hlávky chmele (Štranc 2009 in Štolcová et al., 2009). Bez chemické ochrany by způsobila značné ztráty. Proto se předpokládá šest plánovaných fungicidních postřiků během roku (Vostřel et al., 2008). Výskyt peronospor v období květu a hlávkování je regulován měďnatými fungicidy (Kovařík, 2011).

Padlí chmelové je významným onemocněním, které se objevuje každoročně, avšak záleží na četnosti napadených rostlin a intenzitě onemocnění (Kazda et al., 2010). Projevuje se bílými skvrnami až velkými moučnatými povlaky na listech, osýpce a hlávkách (Štranc 2009 in Štolcová et al., 2009).

Každý rok se provádí na většině chmelnic ochrana proti významným škůdcům - svilušce a mšici chmelové. Tito škůdci škodí sáním na spodní straně listů (Kazda et al., 2010).

Larvy šedavky luční ožírají podzemní části chmele a vyžirají v nich směrem vzhůru chodbičky do dřene révy (Štranc 2009 in Štolcová et al., 2009).

Brzy zjara škodí chmelu též lalokonosec libečkový žírem rašících pupenů a výhonů chmele (Kazda et al., 2010).

Mezi další škůdce chmele patří například dřepčící, fytofágní ploštice, drátovci, zavíječ kukuřičný, plodomorka chmelová nebo hrotnokřídlec chmelový (Štranc 2009 in Štolcová et al., 2009).

3.2.6 Sklizeň chmele

Chmel je sklizen ve správné technické zralosti hlávek. Chmelové hlávky mají být uzavřené, s typickou vůní a s velkým množstvím lupulinu. Jejich barva je jasně zelená až zelenožlutá (Zázvorka et Zima, 1956). Tento stav nastává v našich chmelařských oblastech u jemných aromatických červeňáků kolem 18. až 22. srpna (Štranc 2009 in Štolcová et al., 2009).

Při sklizni je chmel dekapitován, stržen, naložen na speciální návěsy a dopraven ke stacionárním česacím strojům, kde by měl být co nejrychleji ocesán (Rybáček et al., 1980).

Nejjednodušším způsobem konzervace chmele je jeho sušení. Sušení probíhá v komorových nebo pásových sušárnách (Rybáček et al., 1980). Poté následuje lisování usušených hlávek do žoků či hranolů (Štranc 2009 in Štolcová et al., 2009).

3.2.6.1 Složení hlávek

Chmelová hlávka se skládá z vody, chmelových pryskyřic, polyfenolů, silic a ostatních doprovodných látek jako jsou např. sacharidy, dusíkaté látky, minerální látky, vosky, lipidy a problémové složky (Krofta, 2008).

V čerstvých chmelových hlávkách se obsah vody nejčastěji pohybuje mezi 78 – 82 % (Štranc 2009 in Štolcová et al., 2009). V klimatizovaných hlávkách by se měla vlhkost pohybovat mezi 10 až 12 % (Basařová, 2010).

Chmelové pryskyřice se člení na tvrdé pryskyřice a měkké pryskyřice, mezi které patří α , β - hořké kyseliny (Horejsek a Zich, 1990). Jsou zdrojem hořké chuti piva (Rybáček et al., 1980). Díky antiseptickým účinkům zvyšují biologickou trvanlivost piva a stabilizují pивní pěnu (Bamforth, 2004). Obsah α -hořkých kyselin ovlivňuje délka dozrávání a intenzita osvětlení (Peacock, 1998). Jejich obsah je závislý na odrůdě – u Žateckého poloraného červeňáku se pohybuje mezi 3,0 – 5,0 % (Štranc 2009 in Štolcová et al., 2009).

Chmelové silice jsou nejvíce odpovědné za chmelové aroma (Čepička, 2000). Mají tékavý charakter. U Žateckého poloraného červeňáku činí jejich obsah 0,4 – 1,0 % (Štranc 2009 in Štolcová et al., 2009).

Chmelové polyfenoly jsou z technologického hlediska velice prospěšné. Srážejí bílkoviny, mají vliv na koloidní a senzoričnou stabilitu piva (Čepička et al., 2002) a ovlivňují plnost chuti. Jsou také známy svými pozitivní zdravotní vlastnosti (Van Sumere et al., 1987). Žatecký poloraný červeňák obsahuje 2 - 6 % polyfenolů (Čepička et al., 2002).

Při sklizni a zpracování je nejdůležitějším ukazatelem vlhkost, obsah příměsí a alfa kyselin. Pivovary vyžadují kromě obsahu alfa kyselin i deklaraci absence obsahu řady nežádoucích a cizorodých látek (dusičnany, rezidua pesticidů, těžké kovy a mykotoxiny) (Krofta, 2008).

3.3 Stresové podmínky

Pěstování chmele výrazně ovlivňuje působení řady různých stresů (Štranc et al., 2009b). Pojem stres znamená odchylku od fyziologického stavu a rozvoj vlivů, které mohou rostlině škodit (Paarek et al., 2010).

Původ stresových faktorů je buď abiotický, nebo biotický. Abiotický stres může být fyzikální (např. extrémní teploty, nadměrné záření či vítr) nebo chemické (např. sucho, nedostatek kyslíku, nedostatek živin v půdě či toxické kovy v půdě) povahy. Biotický stres způsobují viry, bakterie, houbové choroby apod. (Nilsen et Orcutt, 1996).

Rostlina musí čelit vodnímu stresu v případě, že je množství vody v ní nedostatečné. Vodní deficit však může kromě nedostatku vody způsobovat i nízká teplota nebo zasolení půdy (Hirt et Shinozaki, 2004). Nejcitlivější reakce na deficit vody jsou pozorovány u dlouhivého růstu buněk zasažených orgánů. Při dlouhodobém trvání vodního stresu může docházet k změnám membrán i organel, odumření orgánů až k odumření celé rostliny (Procházka et al., 1998). U kořenů dochází při nedostatku vody k poklesu jejich objemu, délky a hmotnosti (Nejad et al., 2010).

K eliminaci vodního stresu je používána doplňková závlaha. V českých chmelnicích se uplatňují lokální závlahy, tzv. mikrozávlahy. Dle konstrukčního uspořádání se mikrozávlahy dělí na kapkovou závlahu, která dodává vodu z kapkovačů po kapkách a mikropostřik, jenž umožňuje rozptýlení vody na plochu pomocí mikropostřikovačů (Kopecký et al., 2008). Velmi kladně se doplňková závlaha projevuje především u výsazů a chmelnic během 1. roku plodnosti (Gregor, 2005).

Dalším zdrojem stresu je nedostatek kyslíku, který je nejčastěji způsobován zaplavením půdy (Procházka, 1998). Při deficitu kyslíku dochází ke změnám v metabolismu rostliny, ke snížení příjmu organických látek rostlinou, inhibici růstu kořenů až k následnému vadnutí rostliny (Pavlová, 2005).

Pro dobrý růst potřebují rostliny dostatečné množství živin. Při jejich omezeném přísunu se sníží přírůstek biomasy, je nepříznivě ovlivňován metabolismus, dochází k deformacím listů, plodů a stonků (Vaněk et al., 2012).

Chmel patří mezi velmi intenzivní plodiny, které vyžadují velký počet pěstebních zásahů. Mnoho z těchto zásahů, především chemická ochrana, má negativní dopad na fyzikální vlastnosti půdy. Zvyšuje se hlavně ulehlost půdy a snižuje její infiltrační schopnost (Štranc et al., 2010b). Výsledky pokusu Štrance et al. (2010b) prokázaly, že nepříznivé

dopady přejezdů těžkých strojů se dají snížit pěstováním podplodin (zeleným pokryvem) v meziřadí chmele.

Chmelové rostlině nesvědčí ani příliš velká, ani příliš nízká intenzita světla. Vysoká intenzita světla působí retardačně na růst chmelových rév a zkracuje jejich internodia. Slabá intenzita světla působí naopak (Štranc et al., 2009b).

V průběhu sezony může rostlina také zažít stres po krupobití. Při silnějším větru dochází k otlukům chmelu, což způsobuje drobné hnědé nekrózy (Malíková, 2013).

K nejvýznamnějším biotickým stresorům patří škůdci a choroby, zejména sviluška, mšice a peronospora (Štranc et al., 2008d).

Velmi účinnou strategií eliminace stresu je použití regulátorů růstu. Růstové regulátory koordinují růst, vývoj a metabolismus výměnou informací mezi orgány a buňkami. Mezi nativní růstové regulátory patří fytohormony a mnoho dalších látek s regulační aktivitou (Procházka et al., 2008). U rostlin se nachází tyto endogenní rostlinné hormony: auxiny, cytokininy, gibbereliny, kyselina abscisová (ABA), brassinosteroidy a ethylen. Dalšími látkami s růstově regulační aktivitou jsou oligosacharidy, fenolické látky, polyaminy nebo kyselina jasmonová (Dřímálová, 2005).

Pokusy Štrance et al. (2008d) naznačují, že pomocí vhodných stimulátorů lze stres, jenž je vyvolán nedostatkem vody nebo vlivem vysokých a nízkých teplot, do určité míry snížit.

Urban et al. (2006) uvádějí, že v posledních letech se stimulátory růstu stávají velice důležitým intenzifikačním faktorem. Tím, že se uplatňují na regulaci transportu látek v rostlině, ovlivňují kvalitu rostlinné produkce a tvorbu výnosu. Stimulátory růstu se nejvíce projevují svými účinky po aplikaci v podmínkách, které nejsou pro dané rostliny optimální. Nechávací tak prostor pro zvýšení produktivity pěstování rostlin překonáním vlivu různých stresových faktorů.

3.4 Vybrané biologicky aktivní látky

3.4.1 Humusové kyseliny

Mezi humusové kyseliny patří fulvokyseliny, huminové kyseliny a huminy, které vznikají procesem humifikace (Vaněk et al., 2012). Jedná se o směs slabých alifatických a

aromatických kyselin, jež je velmi významnou součástí humusu. Množství a kvalita humusu determinuje potenciální a efektivní úrodnost půdy (Štranc et al., 2012a). Se vzrůstajícím obsahem humusových kyselin vzrůstá také kvalita humusu, přičemž velmi kvalitní humus má poměr HK:FK vyšší než 1,5:1. Tyto půdy jsou mnohem odolnější vůči zhutnění i okyselení (Malý et al., 2014).

Vrba a Huleš (2006) uvádí, že význam humusových látek spočívá v pozitivním ovlivňování veškerých půdních vlastností působících na půdní úrodnost i obsah živin v půdě.

Přítomnost humusových látek:

- Zvyšuje poutání živin v půdě (6-7x vyšší poutání než u jílových minerálů).
- Má příznivý vliv na vodní, vzdušný a teplotní režim půdy.
- Pozitivně ovlivňuje pufrační schopnost půdy.
- Působí kladně na fyzikální, biologické a biochemické vlastnosti půdy.
- Částečně váže některé těžké kovy v půdě a vyvazuje škodlivé sloučeniny.
- Působí proti vysrážení fosforečných sloučenin z půdního roztoku.
- Má přímý stimulační vliv na rostliny.

Huminové kyseliny jsou na rozdíl od fulvokyselin tmavě hnědé až černé barvy. Mají vysokou sorpční kapacitu. Jsou buď nerozpustné, nebo jen částečně rozpustné ve vodě (Malý et al., 2014). Jestliže se molekuly huminových kyselin spojí různými vazbami s jílovými minerály v půdě, vytvářejí tzv. organominerální komplexy. Částice jílových minerálů se spojují s nerozpustnými humáty vápníku nebo jinými ionty, a tak vytváří velké molekuly s obrovským povrchem a schopností poutat různé ionty – sorpční komplex (Vrba et Huleš, 2006).

Fulvokyseliny obsahují oproti huminovým kyselinám méně uhlíku (pod 50%) i dusíku (méně než 3%) (Vrba et Huleš, 2006). Světle zbarvené fulvokyseliny jsou rozpustné ve vodě, kyselinách, hydroxidech a roztocích hydrolytických zásaditých solí. Jsou nejméně odolné proti mineralizaci (Malý et al., 2014).

3.4.2 Auxiny

Hlavním nativním auxinem je kyselina indolyl-3-octová neboli IAA (Dharmasiri, 2006). Tvoří se v apikálním meristému stonku, v mladých listech, vyvíjejících se pupenech a květech (Vaněk et al., 2012).

Získávání těchto přírodních fytohormonů je však finančně velmi nákladné a málo účinné kvůli rychlé degradaci po aplikaci. Proto jsou převážně používány syntetické analogy přirozených hormonů (Štranc et al., 2008c). Mezi uměle vyrobené auxiny patří například kyselina 2-metyl-4-chlorfenoxyoctová (MCPA), kyselina 2,4-dichlorfenoxyoctová (2,4-D), kyselina 2,4,5-trichlorfenoxyoctová (2,4,5-T) či kyselina α -naftyloctová (NAA) (Kincl et Krpeš, 2006).

Auxin IAA dokáže být transportován v celé délce rostliny – od vzrostného vrcholu až ke kořenům (Woodward et Bartel, 2004). Transport auxinů v rostlině je polární a velmi rychlý (Štranc et al., 2008c).

Fytohormony začínají působit již při velmi nízkých koncentracích. Podle použité koncentrace pak mohou působit stimulačně, retardačně až dokonce likvidačně (Štranc et al., 2010a).

Auxiny hrají důležitou roli v buněčném dělení, apikální dominanci a tropizmech v rostlině (Quiaomei et al., 2010).

Štranc et al. (2008c) shrnují funkce auxinů do pěti bodů:

- 1) Ovlivňují diferenciální růst, stimulují činnost kambia a regulují prodlužování a dělení buněk.
- 2) U chmele podporují zakořeňování řízků a chmelové sadby. Také posilují tvorbu kořenů u dospělých chmelových rostlin.
- 3) U chmelových rostlin stimulují nárůst hlávek tím, že zintenzivňují transport plastických látek.
- 4) Brzdí růst postranních pupenů tím, že podporují apikální dominanci vzrostného vrcholu. Během fáze dlouhivého růstu chmele umožňují rychlejší růst zavedených rév tím, že brzdí tvorbu a růst pazochů.
- 5) Dle experimentálních výsledků bylo vyhodnoceno, že aplikací auxinů dochází k odsunu zrání chmele do výrazněji se zkracujících se dnů, které jsou příznivější pro tvorbu hořkých látek ve chmelových hlávkách díky optimálnějšímu průběhu teplot.

3.4.3 Extrakty z mořských řas

Trčková (2010) uvádí jako hlavní účinné látky extraktů z mořských řas fytohormony auxiny a cytokininy, kde je určující hlavně jejich poměr. Extrakty se připravují hlavně z hnědých řas. Podporují růst kořenů, optimální vývoj a růst rostlin, zvyšují výnos a kvalitu produkce.

Nejvýznamnější hnědou řasou je *Ascophyllum nodosum*, která osidluje čisté vody Severního Atlantického oceánu (Vadas et al., 1990). V Severní Americe ji lze nalézt mezi Baffinovým ostrovem a Long Island Sound. V Evropské části osidluje pobřeží od Barentsova a Bílého moře až k Portugalsku (Miller et al., 2004; South et Hill, 1970).

V řase *Ascophyllum nodosum* byly objeveny jak volné cytokininy, purinové báze a jejich nukleosidy, tak ABA i IAA (Kingman et Moore, 1982). Mořské řasy také obsahují všechny hlavní rostlinné živiny, stopové prvky a široké spektrum vitamínů (např. C, B, D, E, K, niacin), které mohou být rostlinami využívány (Crouch et Staden, 1993). Dále obsahují kyselinu alginovou, aminokyseliny a mannitol (Aitken et Senn, 1965).

Experimentální pokusy Blundena et al. (1997) s aplikací vodního alkalického extraktu z hnědé řasy *Ascophyllum nodosum* do půdy vedly k jednoznačným výsledkům, že rostliny ošetřené tímto extraktem měly vyšší koncentraci chlorofylu v listech než rostliny ošetřené pouze ekvivalentním množstvím vody. Tyto pozitivní výsledky byly získány u všech testovaných druhů – u rajčete, trpasličí francouzská fazole, pšenice, ječmenu i kukuřice.

Aplikace extraktu mořských řas k rostlinám přináší vyšší výnosy, zlepšuje klíčivost semen, posiluje rezistenci vůči stresům (mráz, škůdci, houbové choroby) a zvyšuje příjem anorganických látek z půdy (Blunden, 1977).

Každoročně je vyprodukováno přes 15 milionů tun řasových produktů, ze kterých je značná část použita jako nutriční doplňky, biostimulanty nebo biohnojiva (Khan et al., 2009).

4 Materiál a metody

4.1 Informace o pokusných stanovištích

Pokusy s vybranými biologicky aktivními látkami byly prováděny ve dvou lokalitách Žatecké chmelařské oblasti – v zemědělském podniku TUFA s.r.o. v Tuchořicích a v zemědělském podniku Chmelex s.r.o. v Hořesedlích.

4.1.1 Informace o pokusném stanovišti Hořesedly

Zemědělský podnik Chmelex s.r.o. v Hořesedlích hospodaří na ploše 1166 ha. Je zaměřen pouze na rostlinnou výrobu. Hlavními pěstovanými plodinami je ozimá pšenice (460 ha), jarní ječmen (290), řepka olejka (205 ha) a chmel (115 ha). Na zbývajících hektarech je pěstována kukuřice a hrách.

4.1.1.1 Základní informace o stanovišti

Chmelařská oblast: Žatecko

Lokalita: Hořesedly (okres Rakovník)

Geomorfologie území: Rakovnická pánev

Chmelnice: Zadní Trýše (konstrukce 350)

Nadmořská výška: 410 m

Spon: 280 x 115 cm

Směr chmelových řadů: východ - západ

Poloha: mírný svah (směrem k jihu)

Půdní typ: kambizem eubazická až mezobazická (podloží: svahoviny sedimentárních hornin – pískovce, permokarbon, flyše)

Půdní druh: středně těžká

Výsledky AZP: pH - 6,2, P - 291, K - 438, Mg - 256, Ca - 1567, S - 114 (1. 12. 2014)

Obsah humusu: humus střední kvality (2%)

Klima oblasti: mírně teplý, suchý region

průměrná roční teplota 7°C – 8,5°C, roční úhrn srážek 450 – 550 mm

4.1.1.2 Základní informace o pokusu

Odrůda – klon: ŽPČ (klon 72)

Rok výsadby: podzim 2010

Počet variant: 8

Aplikační technika: rosič Monzun 1540

Velikost pokusné parcely: 1,9 ha

4.1.1.3 Agrotechnika

19. 03. 2014 Hnojení: Amofos (150 kg/ha) + Síran amonný (250 kg/ha).

11. 04. 2014 Řez chmele.

05. 05. 2014 Zavádění chmele.

13. 05. 2014 Hnojení: Ledek amonný s dolomitem (200 kg/ha).

20. 05. 2014 Opravné zavádění chmele.

21. 05. 2014 Ochrana proti peronospoře chmelové (Alliette 80 WG) + Ochrana proti lalokonosci libečkovému (Actara 25 WG).

22. 05. 2014 První přiorávka.

26. 05. 2014 Hnojení: Močovina (100 kg/ha).

02. 06. 2014 Druhá přiorávka.

02. 06. 2014 Ochrana proti peronospoře chmelové (Curzate K) + Ochrana proti mšici chmelové (Teppeki).

15. 06. 2014 Ochrana proti peronospoře chmelové (Curzate K) + Mimokořenová výživa (Vegaflor).

20. 06. 2014 Ochrana proti svilušce chmelové (Nissorun 10 WP).

22. 06. 2014 Ochrana proti peronospoře chmelové (Ortiva).

27. 06. 2014 Ochrana proti padlímu chmelovému (Lynx).

04. 07. 2014 První termín aplikace sledovaných látek.

15. 07. 2014 Ochrana proti peronospoře chmelové (Bellis) + Ochrana proti mšici a svilušce chmelové (Movento 150 OD).

18. 07. 2014 Druhý termín aplikace sledovaných látek.

09. 08. 2014 Ochrana proti peronospoře chmelové (Flowbrix).

23. 08. 2014 Termín sklizně.

4.1.2 Informace o pokusném stanovišti Tuchořice

Zemědělský podnik TUFA s.r.o. v Tuchořicích hospodaří na ploše 960 ha. Tento podnik je též orientován výhradně na rostlinnou výrobu. Převažuje pěstování chmele (70 ha) a ozimé pšenice (560 ha). Nemalou část výměry tvoří také řepka olejka (180 ha). Na zbývající ploše podnik pěstuje ozimý ječmen, jarní pšenici, hořčici a sóju.

4.1.2.1 Základní informace o stanovišti

Chmelařská oblast: Žatecko

Lokalita: Tuchořice (okres Louny)

Geomorfologie území: Česká křídová pánev

Chmelnice: Šírova stodola

Nadmořská výška: 311 m

Spon: 320 x 110 cm

Směr chmelových řadů: sever – jih

Poloha: mírný svah (směrem k jihu)

Půdní typ: černozemě modální a karbonátové na spraších

Půdní druh: středně těžká

Výsledky AZP: pH - 6,5, P - 224, K - 347, Mg - 188, Ca – 2940, S – 9 (16. 12. 2014)

Obsah humusu: humus střední kvality (2,4 %)

Klima oblasti: mírně teplý, suchý region

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

4.1.2.2 Základní informace o pokusu

Odrůda – klon: ŽPČ (klon 72)

Rok výsadby: podzim 2013

Počet variant: 8

Aplikační technika: rosič Kertitox

Velikost pokusné parcely: 1,8 ha

4.1.2.3 Agrotechnika

22. 03. 2014 Hnojení: LAV (300 kg/ha).
02. 05. 2014 Ochrana proti peronospoře chmelové (Alliette 80 WG).
08. 05. 2014 Zavádění chmele.
22. 05. 2014 Ochrana proti peronospoře chmelové (Curzate K).
26. 05. 2014 Přiorávka chmele.
06. 06. 2014 Ochrana proti mšici chmelové (Teppeki) + Ochrana proti peronospoře chmelové (Ridomil).
23. 06. 2014 Ochrana proti peronospoře chmelové (Ortiva + Curzate K).
23. 06. 2014 První termín aplikace sledovaných látek.
04. 07. 2014 Ochrana proti mšici chmelové (Movento 150 OD).
18. 07. 2014 Druhý termín aplikace sledovaných látek.
18. 07. 2014 Ochrana proti peronospoře chmelové (Ortiva + Curzate K).
06. 08. 2014 Termín sklizně.

4.2 Sledované parametry

- 1) Výnos suchého chmele (t/ha).
- 2) Obsah alfa hořkých kyselin (%).
- 3) Obsah chlorofylu v listech (%).

4.3 Aplikované biologicky aktivní látky

Tab. 4.1 Aplikované biologicky aktivní látky.

1.	Kontrola
2.	Ascophyllum nodosum
3.	Huminové kyseliny + Fulvokyseliny (HK:FK 8:1)
4.	Fulvokyseliny
5.	Lignohumát Max (HK:FK 1:1)
6.	Lexin
7.	Lexenzym
8.	Auxin

4.4 Průběh pokusu

4.4.1 Průběh pokusu v Hořesedlích

První aplikace vybraných biologicky aktivních látek byla provedena na chmelnicích v Hořesedlích rosičem Monzun dne 4. 7. 2014 v ranních hodinách. Všech osm variant pokusu bylo aplikováno na šest chmelových řad vedle sebe (jedna varianta tak zaujala celkově 0,24 ha). Druhá aplikace biologicky aktivních látek proběhla 18. 7. 2014 taktéž v ranních hodinách.

Měření N-testerem proběhlo 24. 7. 2014 a 31. 7. 2014 na pazochoových i révových listech. Získávané výsledky byly okamžitě zapisovány do tabulek a později zpracovány do grafů.

Obsah alfa hořkých kyselin v chmelových hlávkách byl měřen ve dnech 12. 8. 2014 a 21. 8. 2014. Ve výšce pěti metrů byl náhodně z několika chmelových rostlin odebrán vzorek chmelových hlávek do pytlíku s objemem více než jednoho litru. Poté byly tyto vzorky odvezeny do Zemědělské oblastní laboratoře Malý a spol. v Postoloprtech, kde byly podrobeny rozboru.

Sklizeň pokusu proběhla 23. 8. 2014. Z šesti chmelových řad jedné varianty byla vybrána vždy ta nejvyrovnanější, avšak nesměla být okrajová. Chmel z této řady byl stržen a odvezen návěsem k česacímu stroji. Poté byly chmelové hlávky v chmelových žocích zváženy. Výnos suchého chmele byl poté přepočítán na 10% vlhkost chmele.

4.4.2 Průběh pokusu v Tuchořicích

Aplikace osmi vybraných biologicky aktivních látek proběhla ve dnech 23. 6. 2014 a 18. 7. 2014 rosičem Kertitox. Jedna varianta zaujala přibližně 0,23 ha.

Měření N-testerem bylo provedeno dne 24. 7. 2014. Obsah chlorofylu byl měřen v pazochoových i révových listech.

Vzorek chmelových hlávek byl odebrán ve dnech 12. 8. 2014 a 1. 9.2014, a to z náhodně vybraných rostlin z pětmetrové výšky v každé pokusné variantě. Poté byly vzorky odvezeny do Zemědělské oblastní laboratoře Malý a spol. v Postoloprtech, kde byly podrobeny rozboru.

Sklizeň chmele začala v Tuchořicích již dne 6. 8. 2014. Vzhledem k tomu, že pokusné varianty byly založeny na výsazu, došlo ke sklizni těchto chmelových rostlin až 31. 8. 2014. Protože na místní česače odchází chmel pásem rovnou do sušárny, nebylo možné použít stejný postup jako v Hořesedlích.

U každé varianty bylo zvoleno 10 vyrovnaných chmelových štoků, které byly ručně strženy. Poté bylo nezbytné tyto štoky ručně očesat a otrhané chmelové hlávky zvážít. Výnos suchého chmele byl přepočítán na 10% vlhkost chmele.

4.5 Průběh počasí (upraveno dle Štrance et al., 2014)

Začátek podzimu roku 2013 byl neobvykle deštivý a studený. Ve druhé dekádě září podnormální teploty pokračovaly, avšak výrazně klesla intenzita srážek. Ke konci září a na začátku října se vyskytovaly intenzivní přízemní mrazíky. V dalším průběhu podzimu bylo počasí srážkově a teplotně nadnormální.

Zimní období bylo nadprůměrně teplé a suché. Chyběla tak přirozená redukce škodlivých činitelů. Sněhová pokrývka byla dokonce nejnižší v historii celého jejího měření.

Celý březen byl také velmi suchý, teplý a slunečný. To umožnilo neobvykle brzké zahájení prací na poli. Toto počasí vydrželo až do druhé půle dubna, kdy došlo k výraznému ochlazení. Ve dnech 17. a 18. dubna dosahovaly přízemní mrazíky až -8°C . Na konci dubna se opět oteplilo a objevily se bouřky často spolu s krupobitím. Celkově byl měsíc duben teplotně mimořádně nadnormální.

V důsledku deficitu srážek byla zásoba vody v půdě velmi nízká, čímž byla limitována produkční schopnost plodin. Koncem dubna a počátkem května se srážková situace zlepšila. Téměř celý květen bylo počasí velmi proměnlivé. Objevovaly se přízemní mrazíky, četné bouřky, přívalové deště, místy i krupobití. Teplotně byl měsíc květen podnormální až normální, srážkově mimořádně nadnormální a s podnormálním počtem hodin slunečního svitu. Četné srážky v průběhu května podpořily rozvoj houbových chorob.

Počátek června byl ve znamení přívalových dešťů a bouřek, často doprovázených kroupami. Poté byl tento měsíc velmi suchý a teplotně průměrný až nadprůměrný, s bohatším slunečním svitem. Na konci června došlo k vylepšení této srážkové situace.

Červencové počasí bylo velmi proměnlivé. Objevovala se zde mírná ochlazení, které střídaly několikadenní velmi vysoké až tropické teploty, doprovázené bouřkami, přívalovými dešti, silnými poryvy větry a krupobitím. Tento průběh počasí způsoboval polehnutí porostů na polích a pády chmelnicových konstrukcí. Také zde opět došlo k podpoře rozvoje houbových chorob. Červenec tak patřil k vlhkým a teplotně nadnormálním měsícům.

Počasí v srpnu bylo též vlhké a panovalo relativně chladno s nižším počtem hodin slunečního svitu.

5 Výsledky

5.1 Výsledky z pokusné lokality v Hořesedlích

5.1.1 Obsah chlorofylu v listech

5.1.1.1 Obsah chlorofylu v révových listech

Dne 24. 7. 2014 proběhlo první měření obsahu chlorofylu v révových listech. Nejvyšší obsah chlorofylu vykazovala varianta s Lexinem (110,3 %). Za ní se umístila varianta s čistým auxinem (107,5 %), následovaná Lexenzymem (107,2 %). Více chlorofylu obsahovaly huminové kyseliny s přidavkem fulvokyselin (106,8 %) a také extrakt z řas *Ascophyllum nodosum* (106,2 %). Vysoké obsahy chlorofylu byly zjištěny u Lignohumátu Max (105,3 %) a fulvokyselin (103,2 %). U kontrolní varianty byl zjištěn nejnižší obsah chlorofylu, který byl výchozí, tudíž 100 %.

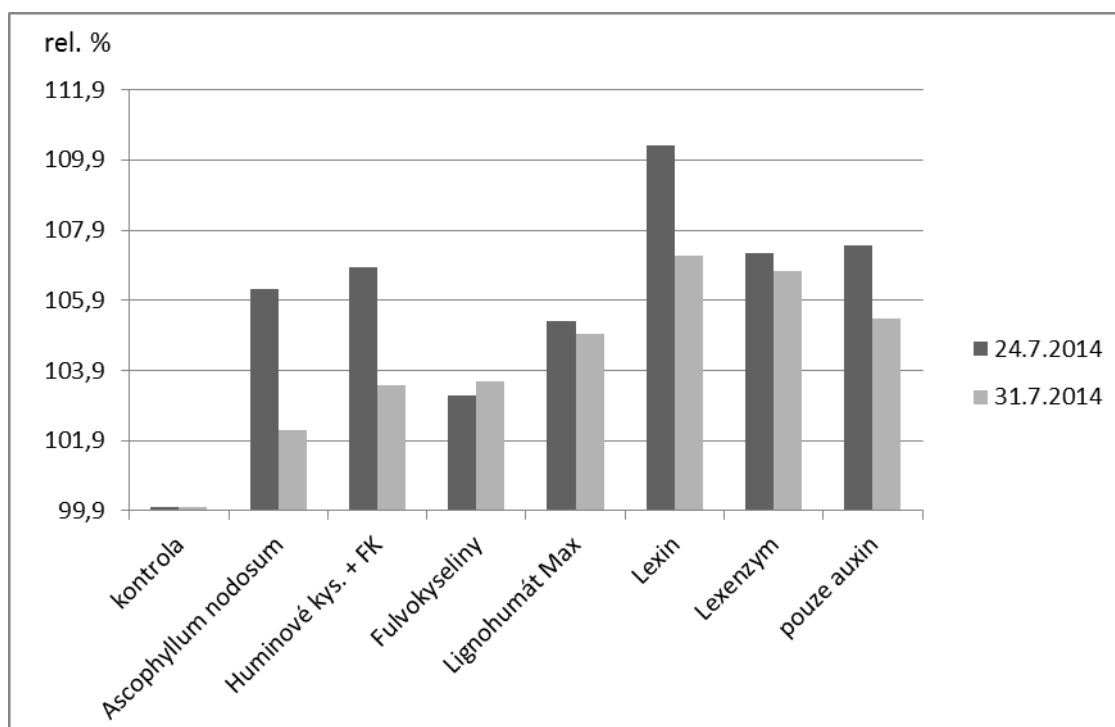
Druhé měření obsahu chlorofylu v révových listech bylo provedeno dne 31. 7. 2014. U tohoto měření prokazovala nejvyšší hodnoty pokusná varianta s Lexinem (107,2 %), následovaná Lexenzymem (106,7 %). Vyšší hodnoty obsahu chlorofylu prokazoval čistý auxin (105,4 %) a také Lignohumát Max (104,9 %). Menší nárůst obsahu chlorofylu byl změřen u fulvokyselin (103,6 %), u huminových kyselin s přidavkem fulvokyselin (103,5 %) a u řasy *Ascophyllum nodosum* (102,2 %). U kontrolní varianty byl opět zjištěn nejnižší obsah chlorofylu (100 %).

Tab. 5.3 Obsah chlorofylu v révových listech 24. 7. 2014 a 31. 7. 2014 (Hořesedly).

révové listy	24. 7. 2014	31. 7. 2014
kontrola	100,0	100,0
<i>Ascophyllum nodosum</i>	106,2	102,2
Huminové kys. + FK	106,8	103,5
Fulvokyseliny	103,2	103,6
Lignohumát Max	105,3	104,9
Lexin	110,3	107,2
Lexenzym	107,2	106,7
pouze auxin	107,5	105,4

Pozn.: rel. % (kde 100 % je kontrola)

Graf 5.1 Obsah chlorofylu v révových listech 24. 7. 2014 a 31. 7. 2014 (Hořesedly).



5.1.1.2 Obsah chlorofylu v pazochoových listech

Dne 24. 7. 2014 byl měřen obsah chlorofylu i v pazochoových listech. Nejvyšší hodnoty vykazovala varianta s Lexenzymem (110,3 %), následovaný Lexinem (109,9 %) a také čistým auxinem (108,5 %). Vyšší obsah chlorofylu byl prokázán u huminových kyselin s přidavkem fulvokyselin (106,2 %) a též u řas *Ascophyllum nodosum* (105,3 %). Nižší hodnoty obsahu chlorofylu byly změřeny u fulvokyselin (101,2 %), u kontroly (100%) a u Lignohumátu Max (99,1 %).

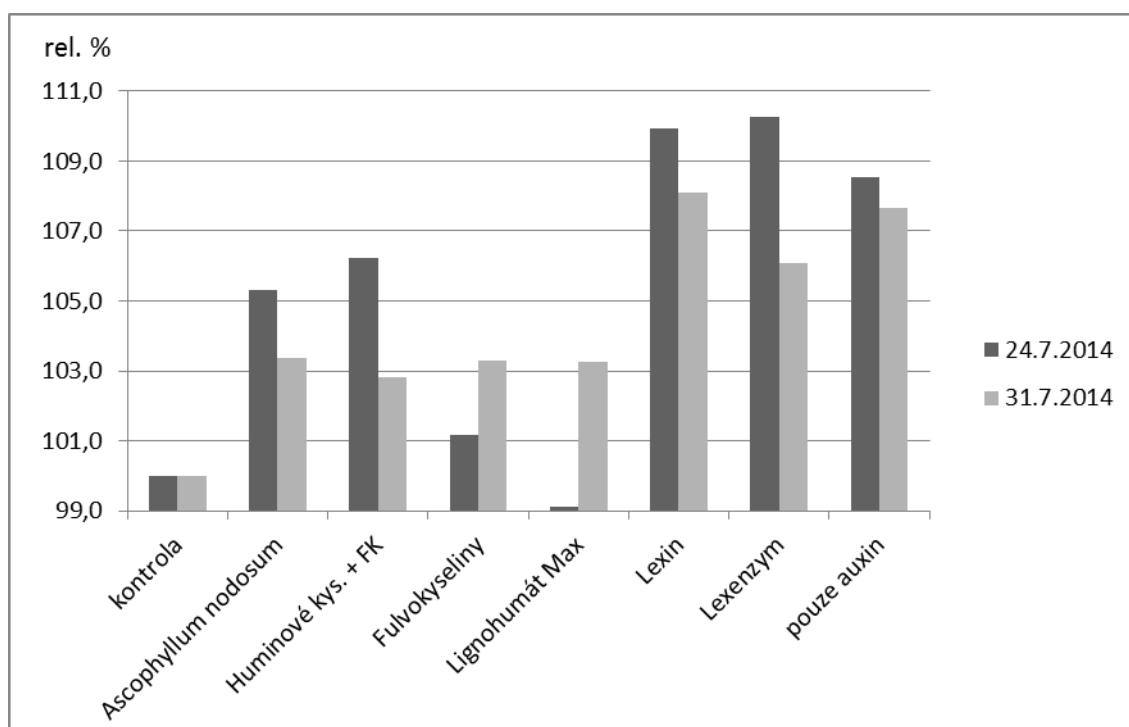
Druhé měření obsahu chlorofylu v pazochoových listech proběhlo 31. 7. 2014. Nejvyšší obsah byl prokázán u variant s Lexinem (108,1 %), následovaný čistým auxinem (107,7 %) a také Lexenzymem (106,1 %). Vyšší hodnoty vykazala varianta s řasou *Ascophyllum nodosum* (103,4 %), s fulvokyselinami (103,3 %), Lignohumátem Max (103,3 %) a s huminovými kyselinami s přidavkem fulvokyselin (102,8 %). U kontrolní varianty byl zjištěn nejnižší obsah chlorofylu, který byl výchozí, tudíž 100 %.

Tab. 5.4 Obsah chlorofylu v pazochoových listech 24. 7. 2014 a 31. 7. 2014 (Hořesedly).

pazochové listy	24. 7. 2014	31. 7. 2014
kontrola	100,0	100,0
Ascophyllum nodosum	105,3	103,4
Huminové kys. + FK	106,2	102,8
Fulvokyseliny	101,2	103,3
Lignohumát Max	99,1	103,3
Lexin	109,9	108,1
Lexenzym	110,3	106,1
pouze auxin	108,5	107,7

Pozn.: rel. % (kde 100 % je kontrola)

Graf. 5.2 Obsah chlorofylu v pazochoových listech 24. 7. 2014 a 31. 7. 2014 (Hořesedly).



5.1.2 Obsah alfa hořkých kyselin ve chmelových hlávkách

Z tabulky 5.2 je patrné, že obsah alfa hořkých kyselin ve chmelových hlávkách byl při prvním odběru dne 12. 8. 2014 nejvyšší u pokusné varianty s Lexenzymem (5,8 %), s

fulvokyselinami (5,7 %) a u huminových kyselin s přidavkem fulvokyselin (5,5%). Vyšší obsah těchto hořkých látek byl zjištěn u Lexinu (4,3 %), u čistého auxinu (4,3%), u řasy *Ascophyllum nodosum* (4,2 %) a u Lignohumátu Max (4%). U kontrolní (neošetřené) varianty byl zjištěn nejnižší obsah alfa hořkých kyselin ze všech sledovaných variant, a to 3,3%.

Druhé odebrání vzorků chmelových hlávek proběhlo dne 21. 8. 2014. K velkému nárůstu obsahu alfa hořkých kyselin došlo zejména u Lexinu (6,3 %), kde byl zjištěn jejich nejvyšší obsah. Vysoký obsah těchto kyselin byl také u pokusné varianty s Lexenzymem (6,1 %) a dále s fulvokyselinami (5,4 %). Vyšší obsah alfa kyselin byl zjištěn u huminových kyselin s přidavkem fulvokyselin (5,1 %) a také u čistého auxinu (4,7 %). U varianty s řasou *Ascophyllum nodosum* (4,3 %) a s Lignohumátem Max (4,1 %) obsah hořkých látek mírně vzrostl. U kontroly byl zjištěn opět nejnižší obsah alfa hořkých kyselin 3,1%, který oproti předchozímu měření poklesl.

Nesvadba et al. (2012) uvádí průměrný obsah alfa kyselin u Žateckého poloraného červeňáku 2,5 – 4,5 % hm. Z tohoto pohledu lze hodnotit tento obsah na pokusném stanovišti v Hořesedlích jako velmi dobrý až nadprůměrný.

Tab. 5.2 Obsah alfa hořkých kyselin (Hořesedly 2014).

	12. 8. 2014 hm. %	12. 8. 2014 rel. %	21. 8. 2014 Hm. %	21. 8. 2014 rel. %
kontrola	3,3	100,0	3,1	100,0
<i>Ascophyllum nodosum</i>	4,2	127,3	4,3	138,7
Huminové kys. + FK	5,5	166,7	5,1	164,5
Fulvokyseliny	5,7	172,7	5,4	174,2
Lignohumát Max	4,0	121,2	4,1	132,3
Lexin	4,3	130,3	6,3	203,2
Lexenzym	5,8	175,8	6,1	196,8
pouze auxin	4,3	130,3	4,7	151,6

Pozn.: KH (%) ve 100% sušině

5.1.3 Výnos hlávek suchého chmele

Nejvyšší výnos suchého chmele byl zjištěn u pokusné varianty s Lexinem (1,566 t/ha), následovaný Lexenzymem (1,525 t/ha). Vyšší výnos byl dále zaznamenán u variant s čistým

auxinem (1,493 t/ha) a Lignohumátem Max (1,415 t/ha). S odstupem za nimi s vysokým výnosem byla varianta se samotnými fulvokyselinami (1,371 t/ha) a také s huminovými kyselinami s přidavkem fulvokyselin (1,281 t/ha). Mírně vyšší výnos prokázala varianta s řasou *Ascophyllum nodosum* (1,196 t/ha). Nejnižší, avšak stále uspokojivý výnos suchého chmele byl zjištěn u kontrolní varianty (1,112 t/ha).

Tab. 5.1 Výnos hlávek suchého chmele (Hořesedly 2014).

	t/ha	rel. %
kontrola	1,112	100
<i>Ascophyllum nodosum</i>	1,196	107,6
Huminové kys. + FK	1,281	115,2
Fulvokyseliny	1,371	123,3
Lignohumát Max	1,415	127,5
Lexin	1,566	140,9
Lexenzym	1,525	137,1
pouze auxin	1,493	134,3

Pozn.: přepočet na 10% vlhkost chmele

5.2 Výsledky z pokusné lokality v Tuchořicích

5.2.1 Obsah chlorofylu v listech

Nejvyšší obsah chlorofylu v révových listech byl zjištěn u pokusné varianty s Lexinem (112,9 %), Lexenzymem (111,6 %) a s čistým auxinem (111,4 %). Vysoký obsah chlorofylu prokázalo měření u fulvokyselin (109,0 %), Lignohumátu Max (106,5 %), u huminových kyselin s přidavkem fulvokyselin (106,0 %) a u řasy *Ascophyllum nodosum* (104,8 %). U kontrolní varianty byl zjištěn nejnižší obsah chlorofylu, který byl výchozí, tudíž 100 %.

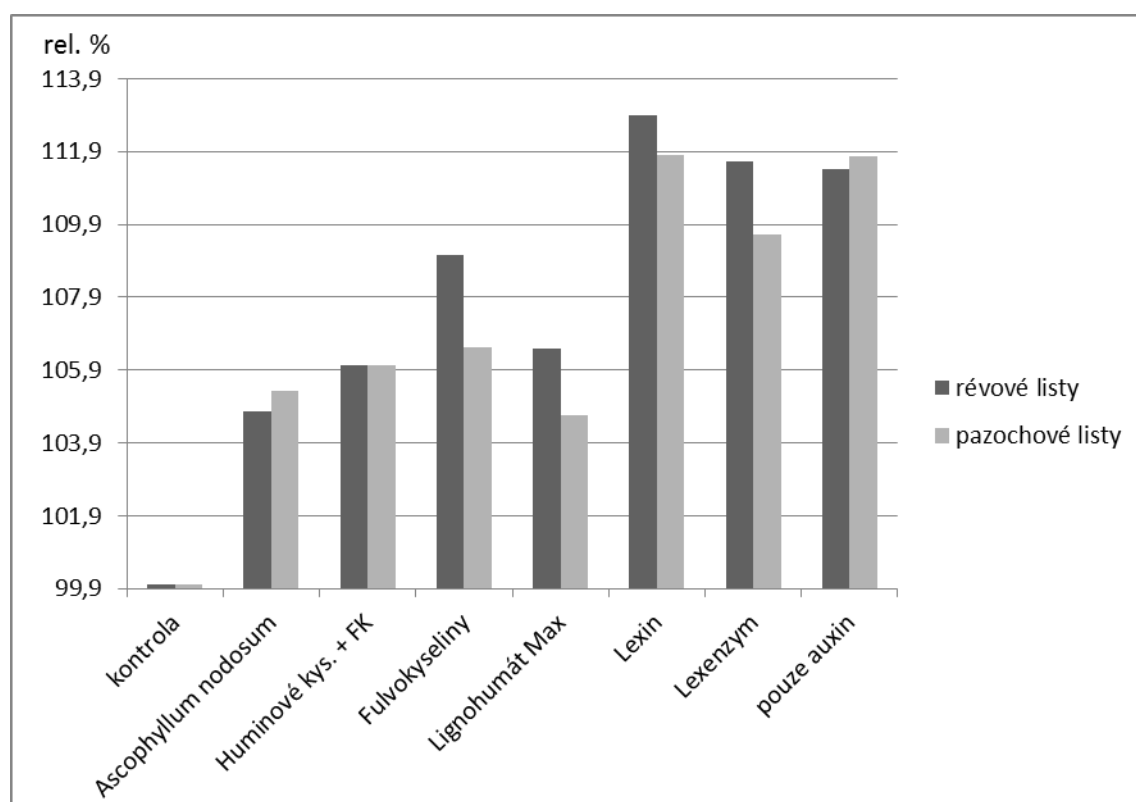
U pazochoových listů byl změřen nejvyšší obsah chlorofylu u pokusné varianty s Lexinem a také s čistým auxinem (shodně 111,8 %). Vysoký obsah chlorofylu vykazovala varianta s Lexenzymem (109,6 %). Vyšší obsah chlorofylu vykazaly fulvokyseliny (106,5 %), huminové kyseliny s přidavkem fulvokyselin (106,0 %), řasa *Ascophyllum nodosum* (105,3 %) a Lignohumát Max (104,7 %).

Tab. 5.7 Obsah chlorofylu v révových listech a pazochoových listech 24. 7. 2014 (Tuchořice 2014).

	révové listy	pazochové listy
kontrola	100,0	100,0
Ascophyllum nodosum	104,8	105,3
Huminové kys. + FK	106,0	106,0
Fulvokyseliny	109,0	106,5
Lignohumát Max	106,5	104,7
Lexin	112,9	111,8
Lexenzym	111,6	109,6
pouze auxin	111,4	111,8

Pozn.: rel. % (kde 100 % je kontrola)

Graf 5.3 Obsah chlorofylu v révových a pazochoových listech 24. 7. 2014 (Tuchořice 2014).



5.2.2 Obsah alfa hořkých kyselin ve chmelových hlávkách

Z tabulky 5.6 vyplývá, že při prvním měření byl nejvyšší obsah alfa hořkých kyselin ve chmelových hlávkách naměřen u pokusné varianty s Lexenzymem (2,9 %), těsně následovaný Lexinem (2,8 %). Za nimi se umístila kontrolní (neošetřená) varianta (2,7 %). Nižší hodnoty byly prokázány u huminových kyselin s přidavkem fulvokyselin (2,6 %) a u Lignohumátu Max (2,4 %). Nízký obsah alfa hořkých látek vykazovaly varianty s řasou *Ascophyllum nodosum* (2,0 %) a s fulvokyselinami (1,7 %).

Při druhém měření dne 1. 9. 2014 bylo zjištěno zdvojnásobení obsahu alfa hořkých kyselin oproti měření dne 12. 8. 2014. Nejvyšší obsah těchto látek byl naměřen u varianty s Lexinem (5,8 %). Stále vysoký obsah alfa hořkých látek byl zjištěn u Lexenzymu (4,8 %), čistého auxinu (4,7 %) a u huminových kyselin s přidavkem fulvokyselin (4,5 %). U řasy *Ascophyllum nodosum*, u fulvokyselin a Lignohumátu Max byly naměřeny stejné hodnoty obsahu hořkých látek (shodně 4,4 %). Ze sledovaných variant vykázala kontrola nejnižší, avšak velmi dobrý obsah alfa hořkých kyselin (4,2 %).

Nesvadba et al. (2012) uvádí průměrný obsah alfa kyselin u Žateckého poloraného červeňáku 2,5 – 4,5 % hm. Z tohoto pohledu lze hodnotit tento obsah na pokusném stanovišti v Tuchořicích jako velmi dobrý až nadprůměrný.

Tab. 5.6 Obsah alfa hořkých kyselin (Tuchořice 2014).

	12. 8. 2014 %	12. 8. 2014 rel. %	1. 9. 2014 %	1. 9. 2014 rel. %
kontrola	2,7	100	4,2	100
<i>Ascophyllum nodosum</i>	2,0	74,1	4,4	104,8
Huminové kys. + FK	2,6	96,3	4,5	107,1
Fulvokyseliny	1,7	63,0	4,4	104,8
Lignohumát Max	2,4	88,9	4,4	104,8
Lexin	2,8	103,7	5,8	138,1
Lexenzym	2,9	107,4	4,8	114,3
pouze auxin	2,2	81,5	4,7	111,9

Pozn.: KH (%) ve 100% sušině

5.2.3 Výnos hlávek suchého chmele

Nejvyšší výnos suchého chmele byl zjištěn u pokusné varianty s Lexenzymem (1,342 t/ha), následovaný Lexinem (1,295 t/ha). Vyšší výnos byl stanoven u varianty s čistým auxinem (1,210 t/ha), Lignohumátem Max (1,123 t/ha) a s řasou *Ascophyllum nodosum* (1,123 t/ha). Za nimi se umístily stále s vysokými výnosy huminové kyseliny s přidavkem fulvokyselin (1,103 t/ha) a samotné fulvokyseliny (1,076 t/ha). Ze sledovaných variant nejnižší, avšak na výsaz velmi dobrý výnos suchého chmele byl zjištěn u kontrolní varianty (0,890 t/ha).

Tab. 5.5 Výnos hlávek suchého chmele (Tuchořice 2014).

	t/ha	rel. %
kontrola	0,890	100
<i>Ascophyllum nodosum</i>	1,123	126,2
Huminové kys. + FK	1,103	123,9
Fulvokyseliny	1,076	120,9
Lignohumát Max	1,123	126,2
Lexin	1,295	145,5
Lexenzym	1,342	150,8
pouze auxin	1,210	136,0

Pozn.: přepočítáno na 10% vlhkost chmele

5.3 Ekonomické zhodnocení

Průměrná cena hlávkového chmele ŽPČ ze sklizně v roce 2014 se pohybovala okolo 180 000 Kč/t – tato částka je proto brána jako výchozí pro další ekonomické zhodnocení.

- Pěstitel v Hořesedlích tak v tržbách obdržel za sklizeň kontrolní (neošetřené) varianty s výnosem 1,112 t/ha asi 200 160 Kč/ha.
- Sklizeň varianty s přípravkem Lexin s výnosem 1,566 t/ha přinesla pěstiteli částku přibližně 281 880 Kč/ha. Náklady za přípravek (při dávce 2 x 0,25 l/ha) představovaly 690 Kč/ha za obě aplikace. Tržby tak vzrostly o 81 720 Kč.

- Za sklizeň varianty s přípravkem Lignohumát Max s výnosem 1,415 t/ha pěstitel získal asi 254 700 Kč/ha. Zde představují náklady za tento přípravek (při dávce 2 x 1 l/ha) 684 Kč/ha za obě aplikace. Tržby tak vzrostly o 54 540 Kč.
- V Tuchořicích pěstitel obdržel za sklizeň kontrolní (neošetřené) varianty s výnosem 0,890 t/ha asi 160 200 Kč/ha.
- Sklizeň varianty s přípravkem Lexin s výnosem 1,295 t/ha přinesla pěstiteli částku přibližně 233 100 Kč/ha. Náklady za přípravek (při dávce 2 x 0,25 l/ha) představovaly 690 Kč/ha za obě aplikace. Tržby tak vzrostly o 72 900 Kč.
- Za sklizeň varianty s přípravkem Lignohumát Max s výnosem 1,1123 t/ha pěstitel získal asi 202 140 Kč/ha. Zde představují náklady za tento přípravek (při dávce 2 x 1 l/ha) 684 Kč/ha za obě aplikace. Tržby tak vzrostly o 41 940 Kč.

Pěstiteli nevznikají další náklady za aplikaci biologicky aktivních látek rosičem, protože se obvykle aplikují spolu s fungicidy či insekticidy.

Se zvýšením výnosu souvisí vyšší nárůst hmoty chmelových rostlin. To může prodloužit dobu sklizně a navýšit náklady např. za lidskou práci, elektrickou energii, naftu, sušení (LTO) a balení. V příštím roce by se také nemělo zapomínat, že chmelové rostliny odebraly více živin a je proto nezbytné provést adekvátní hnojení pro zachování vysokého výnosu. Tyto zvýšené náklady se špatně vyčíslují (řádově se jedná o stovky až tisíce korun na hektar), avšak lze předpokládat, že pro pěstitele představují příjemné starosti.

Pro ucelení informace uvádíme, že výše ověřené biologicky aktivní látky výrazně zvyšovaly obsah alfa hořkých látek, což se může taktéž projevit ve vyšší realizační ceně (kterou nezapočítáváme), a tím pádem téměř vyrovnat zvýšené náklady na sklizeň, způsobené vyšším výnosem.

Z výše uvedených ekonomických rozborů s vybranými přípravky lze aplikování biologicky aktivních látek z hlediska tvorbu výnosu chmelových hlávek plně doporučit pro praxi.

6 Diskuze

Pokusy Štrance et al. (2015) dokázaly, že přípravek Lignohumát Max významně zvyšoval obsah chlorofylu v sóje. Aplikace Lignohumátu Max zvýšila obsah chlorofylu vůči kontrole v roce 2010 na 112,0 %, v roce 2011 na 115,4 % a v roce 2014 na 105,1%.

I když se jedná o jinou plodinu, došli Štranc et al. (2015) k podobným výsledkům jakých jsme dosáhli my. Lignohumát Max zvýšil na stanovišti v Hořesedlích obsah chlorofylu oproti neošetřené variantě na 104,9 % u révových a na 103,3 % u pazochových listů. V Tuchořicích došlo k nárůstu obsahu chlorofylu u révových listů na 106,5 % a u pazochových listů na 104,2 % vůči kontrole. Naše výsledky tak odpovídají i tvrzení Zedníka (2011), že Lignohumát zvyšuje aktivitu fotosystému a tvorbu chlorofylu.

Štranc et al. (2015) dále také uvádí, že po aplikaci přípravku Lexin v roce 2010 byl zjištěn nárůst obsah chlorofylu oproti neošetřené variantě na 117,1 %, v roce 2011 na 122,1 % a v roce 2014 na 112,6 %.

V našich pokusech se nejvíce osvědčil právě výše uvedený přípravek Lexin, který zvýšil na pokusném stanovišti v Tuchořicích obsah chlorofylu v révových listech na 112,9 % a v pazochových listech na 111,8 % vůči kontrolní (neošetřené) variantě. V Hořesedlích došlo k nárůstu chlorofylu u révových listů oproti kontrole na 107,2% a u pazochových listů na 108,1 %.

Získané výsledky tak korespondují i s Procházkou et al. (2008), že Lexin v rostlinách zvyšuje obsah chlorofylu, produktivitu fotosyntézy a transport asimilátů.

Dále výzkum ukázal, že listová aplikace extraktů z mořských řas na rostliny v mnoha případech dokázala zvýšit hladinu chlorofylu v rostlinách. Tato aplikace má za následek zvýšenou schopnost udržení hladiny chlorofylu, což vede k zelenějším rostlinám. Tento účinek vzniká v důsledku přítomnosti komplexní skupiny betain v extraktech z mořských řas, které pomáhají snižovat přirozeně vzniklé škody fotosyntézou (Bartolo, 2012). I Khan et al. (2009) uvádí, že betain, který je součástí extraktu z mořských řas, může při ošetření zvýšit obsah chlorofylu.

Námi provedená aplikace extraktu z řas *Ascophyllum nodosum* tyto tvrzení potvrdila. V Hořesedlích došlo k nárůstu chlorofylu oproti kontrole v révových listech na 106,2 % a v pazochových listech na 105,3 %. V Tuchořicích byl zjištěn nárůst obsahu chlorofylu oproti kontrole na 104,8 % v révových a na 105,3 % v pazochových listech.

Štranc et al. (2008c) prováděli měření obsahu alfa hořkých kyselin po dvou aplikacích přípravku Lexin na lokalitě Sirejovice. Zde došlo k nárůstu obsahu těchto kyselin po aplikaci Lexinu na 3,7 % hm. oproti hodnotě kontrolní (neošetřené) varianty s 2,5 % hm.

S těmito výsledky korespondují i naše pokusy na obou lokalitách. V Hořesedlích dosáhla varianta ošetřená Lexinem dokonce dvojnásobné hodnoty obsahu alfa hořkých látek (6,1 % hm.) oproti neošetřené kontrole (3,1 % hm.). V Tuchořicích kontrolní varianta obsahovala 4,2 % hm. alfa hořkých kyselin a varianta ošetřená Lexinem 5,8 % hm.

Mařátko et Češka (2009) prováděli pokus s kapalným koncentrátem s přídavkem z řasy *Ascophyllum nodosum* na lokalitě Tuchořice. Došli k závěru, že hodnota KH je těžce ovlivnitelná pomocnými látkami. Při významném zvýšení výnosu může hodnota dokonce KH klesat. V jejich pokusech došlo k vysokému výnosu z hektaru o 21 % (rel.), kdy při silném navýšení výnosu chmelových hlávek rostliny udržely obsah alfa hořkých kyselin (3,4 % hm.)

Naše pokusy s extraktem z řasy *Ascophyllum nodosum* ukázaly, že na pokusném stanovišti Hořesedly došlo ke zvýšení obsahu alfa hořkých kyselin na 4,3 % hm. oproti kontrole s 3,1 % hm. V Tuchořicích došlo k mírnějšímu nárůstu na 4,4 % hm. oproti kontrole s 4,2 % hm.

Podle našich dosažených výsledků obsahu alfa hořkých látek všech sedmi biologicky aktivních látek nelze souhlasit se stanoviskem, že „hodnota KH je těžce ovlivnitelná pomocnými látkami“. Extrémní vliv měly aplikované biologicky aktivní látky na obsah alfa hořkých kyselin na pokusném stanovišti v Hořesedlích. Při sklizni dosahovaly varianty oproti kontrolní (neošetřené) variantě od 132,3 % (Lignohumát Max) do 203,2 % (Lexin). Na pokusném stanovišti v Tuchořicích byl tento vliv také významný – 104,8 % až 138,11 % vůči kontrolní variantě. Tento rozdíl mezi oběma stanovišti lze vysvětlit tím, že v Tuchořicích se jedná o nově vysazený porost a v Hořesedlích o chmelnici v plné plodnosti.

Štranc et al. (2008c) uvádějí, že aplikace přípravku Lexin na lokalitě Sirejovice navýšila výnos chmelových hlávek na 126 % vůči neošetřené variantě. Kontrolní varianta měla nadprůměrný výnos 1,325 t/ha a varianta s aplikovaným Lexinem silně nadprůměrných 1,668 t/ha.

V našich pokusech v Hořesedlích výnos chmelových hlávek nejvíce ovlivnil v porovnání s kontrolní (neošetřenou) variantou právě přípravek Lexin (140,9 %). V Tuchořicích byl tento výnos nejvíce ovlivněn v porovnání s kontrolou přípravkem Lexenzym (150,8 %) a Lexin (145,5 %).

Štranc et al. (2005) vedli pokusy s ovlivňováním výnosu po aplikaci přípravku Lignohumát B na velmi slabém porostu (po přísušku) na lokalitě Jimlín. Průměrný výnos suchých hlávek na neošetřené kontrolní variantě byl 0,609 t/ha. Ve variantě ošetřené Lignohumátem byl zaznamenán 5% nárůst výnosu (0,640 t/ha).

V našich provedených pokusech s Lignohumátem Max (který je silnější než Lignohumát B) došlo k mnohem většímu k nárůstu výnosu, v Hořesedlích oproti kontrolní variantě o 27,5 % a v Tuchořicích o 26,2 %.

7 Závěr

Ze získaných výsledků vyplývá, že všechny vybrané biologicky aktivní látky působily pozitivně na obsah chlorofylu v listech, čímž navýšily výnos chmelových hlávek a současně zvýšily obsah alfa hořkých látek.

Nejlépe působícím stimulantem rostlin se ukázal přípravek Lexin, který je založen na bázi auxinů, fulvokyselin a huminových kyselin.

Velmi dobře se také osvědčil přípravek Lexenzym, který kromě fulvokyselin, huminových kyselin a auxinů obsahuje cytokininy, gibereliny, extrakt z řasy *Ascophyllum nodosum*, řadu enzymů a prekurzorů fytohormonů.

Tyto dva přípravky dosáhly nejlepších výsledků zřejmě z důvodu, že se jednalo o nejkompexnější z aplikovaných biologicky aktivních látek. Všechny testované biologicky aktivní látky prokázaly pozitivní vliv na sledované znaky. Po provedeném ekonomickém rozboru výnosu a nákladů tak lze plně doporučit používání těchto biologicky aktivních látek v praxi.

8 Seznam literatury

Aitken, J. B., Senn, T. L. 1965. Seaweed products as a fertilizer and soil conditioner for horticulture crops. 8 (1).

Anonym. 2014a. Tisková zpráva 3. 9. 2014. Chmelařství. 7-9. 110-112.

Anonym. 2014b. Tisková zpráva 11. 4. 2014 [online]. Svaz pěstitelů chmele České republiky. [cit. 1. 12. 2014] Dostupné z:

<http://www.cz hops.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=174%3Atiskova-zprava-1142014&catid=1%3Aceske-aktuality&Itemid=2&lang=cs>.

Anonym. 2014c. Sklizňová plocha ČR – podle odrůd dle ÚKZÚZ [online]. 15. 9. 2014 [cit. 2. 12. 2014]. Dostupné z:

<http://eagri.cz/public/web/file/336666/Skliznove_plochy_chmele_k_20._8._2014.pdf>.

Bamforth, C. W. 2004. Brewing new technologies. CRC Press. Boca Raton. ISBN: 978-0-8493-9159-0.

Bartolo, L. Mořské řasy: vzácná surovina pro rostliny [online]. Agrobiosfer. 20. 2. 2012 [cit. 25-03-2015]. Dostupné z: <<http://www.agrobiosfer.cz/cz/morske-rasy-vzacna-surovina-pro-rostliny/104>>.

Basařová, G. 2010. Pivovarství. VŠCHT. Praha. 863 s. ISBN: 978-80-7080-734-7.

Blunden, G. 1977. Cytokinin activity of seaweed extracts. Marine natural products chemistry. 1. 377-344.

Blunden, G., Jenkins, T., Liu, Y. 1997. Enhanced leaf chlorophyll levels in plants treated with seaweed extract. Journal of applied phycology. 8. 535-543.

Crouch, I. J., van Staden, J. 1993. Evidence for the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products. Plant growth regulation. 13. 21-29.

- Čepička, J. 2000. Kvantifikace chmelového aroma v pivu. VÚPS. Praha. 243 s. ISBN: 80-902658-3-9.
- Čepička, J., Dostálek, P., Karabín, M. 2002. Polyfenolové látky chmele. 211 s. VÚPS. Praha. ISBN 80-86576-06-X
- Dharmasiri, N. Structural requirements necessary for auxin activity. Research Enhancement Program Final Reports [online]. 2006 [cit. 28-02-2015]. Dostupné z: <<https://digital.library.txstate.edu/bitstream/handle/10877/2824/fulltext.pdf?sequence=1>>.
- Dřimalová, D. 2005. Růstové regulátory v řasách. Czech phycology. 5. 91-100.
- Gregor, R. 2005. Zkušenosti a výsledky se zavlažováním chmelnic. Výživa a zálaha chmele: sborník přednášek ze semináře konaného dne 15. 2. 2005. Chmelařský institut. Žatec. 40 s. ISBN: 80-86836-05-3.
- Horejsek, J., Zich, M. 1990. Chmelařství. SZN. Praha. 285 s. ISBN 80-209-0125-6.
- Hirt, H., Shinozaki, K. (eds.) 2004. Plant Responses to Abiotic Stress. Springer. Heidelberg. 300 s. ISBN 3-540-20037-1.
- Khan, W., Rayirath, U. P., Subramanian S., Jithesh, M. N., Rayorath P., Hodges D. M., Critchley, A. T., Craigie, J. S., Norrie, J., Prithiviraj, B. 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. Journal of plant regulation. 28 (4). 386-399.
- Kazda, J., Mikulka, J., Prokinová, E. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin. Profi Press. Praha. 400 s. ISBN: 978-80-86726-34-2.
- Kincl, M., Krpeš, V. 2006. Základy fyziologie rostlin. Václav Krpeš. Ostrava. 220 s. ISBN: 978-80-239-8375-3.
- Kingman, A. R., Moore, J. 1982. Isolation, purification and quantitation of several growth regulating substances in *Ascophyllum nodosum* (Phaeophyta). Botanica marina. 25. 149-153.

Kopecný, J., Ježek, J., Klíma, B., Slavík, J. 2008. Zásady pro využití progresivních systémů zavlaky chmele v podmínkách chmelařských oblastí ČR. Digon s.r.o. Louny. 77 s. ISBN: 978-80-86836-12-6.

Kovařík, M. (ed.). 2011. Český chmel 2011. MS Polygrafie. Praha. 40 s. ISBN: 978-80-7434-003-1.

Krofta, K. 2008. Hodnocení kvality chmele. Digon. Louny. 50 s. ISBN: 978-80-86836-84-3.

Krofta, K., Brynda, M., Nesvadba, V. 2010. Rajonizace českých odrůd chmele. Raise. 76 s. ISBN: 978-80-87357-04-0.

Malíková, M. 2013. Odborná přednáška. Chmelařský seminář 28. 5. 2013. Žatec.

Malý, J., Vaňousek, J., Andielová, P. 2014. Seminář k agrotechnice chmele. Stav zásobenosti chmelařských půd z hlediska pH a vápníku, organická hmota v půdě a její kvalita. 3-5. Časopis Chmelařství. 77 s. ISBN: 978-80-86836-05-8.

Mařátko, J., Češka, J. Chmel otáčivý – pokusy v kostce 2009 [online]. N.d. [cit. 25-03-2015]. Dostupné z: <<http://www.energen.info/files/pokusy/chmel-pokusy-v-kostce-2009-tuchorice-matanko-ceska.pdf>>.

Mařátko, J., Češka, J. 2014. Seminář k agrotechnice chmele. Vápnění a organické hnojení chmele. 27-31. Časopis Chmelařství. 77 s. ISBN: 978-80-86836-05-8.

Mikulka, J. 1999. Plevelné rostliny polí, luk a zahrad. Profí Press. Praha. 160 s. ISBN: 978-80-86726-02-9.

Miller, A. W., Chang, A. L., Cosentino-Manning, N., Ruiz, G. M. 2004. A new record and eradication of the northern atlantic alga *Acophyllum nodosum* (Phaeophyceae) from San Francisco bay, California, USA. 40 (6).

Nejad T. S., Balhshande A., Nasab S. B., Payande K. 2010. Effect of drought stress on corn root growth. Report and Opinion. 2 (2). 47-52.

Nesvadba, V., Brynda, M., Krofta, K., Patzak, J. 2008. Metodika pro udržení odrůdové čistoty chmelových porostů. N-Gine. Žatec. 36 s. ISBN: 978-80-86836-87-4.

Nesvadba, V., Polončíková Z., Henychová, A., Krofta, K., Patzak, J. 2012. Atlas českých odrůd chmele. Raise. Žatec. 28 s. ISBN: 978-80-87357-11-8.

Nilsen, E. T., Orcutt, D. M. 1996. The Physiology of Plants under Stress - Abiotic factors. John Wiley et. Sons, Inc. New York. 689 s. ISBN: 0471035126.

Pavlová L. 2005. Fyziologie rostlin. Karolinum. Praha. 253 s. ISBN 80-246-0985-1.

Pareek A., Sopory S., Bohnert H. J., Govindjee (eds.). 2010. Abiotic Stress Adaptation in Plant. Springer. Dordrecht. 526 s. ISBN 978-90-481-3111-2.

Peacock, V. 1998. Fundamentals of hop chemistry. MBAA Technical Quarterly. 35 (1). 4-8.

Procházka, L. Čas huminových a stimulačních přípravků přichází [online]. Green. 17. 4. 2008 [cit. 26-03-2015]. Dostupné z: <<http://www.casopis-green.cz/articles/view/443-cas-huminovych-a-stimulacnich-pripravku-prichazi>>.

Procházka, S. 1998. Fyziologie rostlin. Academia. Praha. 484 s. ISBN: 978-80-200-0586-2.

Quiaomei, L., Lihui, Ch., Minghua L., Guonan, Ch., Zhang, L. 2010. Extraction and analysis of auxins in plants using dispersive liquid-liquid microextraction followed by high-performance liquid chromatography with fluorescence detection. Journal of agriculture and food chemistry. 58 (5). 2763 – 2770.

Rybáček, V. (eds). 1980. Chmelařství. SZN. Praha. 426 s.

South, G. R., Hill, R. D. 1970. Studies on marine algae of Newfoundland. I. Occurrence and distribution of free-living *Ascophyllum nodosum* in Newfoundland. Canadian Journal of Botany. 48 (10). 1697-1701.

Štolcová, M. (ed.) 2009. Speciální fytotechnika. ČZU. Praha. 167s. ISBN: 978-80-213-1893-9.

Štranc, J., Štranc, P., Hradecká, D., Doležal, K., Strnad, M. Jurčák, J. Štranc, D. 2007b. Možnosti využití cytokininů ke zmírnění poškození chmele ošetřeného herbicidem auxinového typu. Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin.

Štranc, J., Štranc, P., Štranc, D., Perlík, Z. 2008a. Vliv zpracování půdy na rozvoj škodlivých činitelů polních plodin. Agromanuál. 7. 46-48.

Štranc, J., Štranc, P., Štranc, D., Erhartová, D. 2009a. Dusík ve fyziologii chmele. Úroda. 4. 78-80.

Štranc, J., Štranc, P., Štranc, D., Jurčák, D. 2009b. Předčasné zasychání generativních orgánů chmele. Agromanuál. 8. 58-63.

Štranc, J., Štranc, D., Štranc, P., Procházka, P. 2012a. Význam humusových kyselin pro život a produktivitu rostlin. Agromanuál. 7. 66-69.

Štranc, J., Štranc, P., Štranc, D. 2013. Zásady správné agrotechniky chmele a analýza příčin velkého úhynu chmele na jaře 2012. Kurent. Praha. 34 s. ISBN: 978-80-87111-39-0.

Štranc, P., Štranc, J., Štranc, D., Šmídl, R., David, V. 2005. Výsledky ověřování Lignohumátu ve chmelařství. Agromanuál. 1. 30 - 31.

Štranc, P., Štranc, J., Jurčák, J., Štranc, D., Pázler, B. 2007a. Řez chmele odrůdy Žatecký poloraný červeňák v podmínkách ČR. Kurent. Praha. 48 s. ISBN: 978-80-87111-03-1.

Štranc, P., Štranc, J., Štranc, D., Ledvina, R. 2008b. Zpracování půdy ve chmelnicích. Kurent. Praha. 140 s. ISBN: 978-80-87111-11-6.

Štranc, P., Štranc, J., Štranc, D., Kohout L., Šnajdauf, R., Libich, V., Kubatko, T. 2008c. Fytohormony a jejich význam ve chmelařství. Chmelařství. 6. 81-86.

Štranc, P., Štranc, J., Štranc, D., Kohout, L., Libich, V., Šnajdauf, R., Kubatko, T., Pokorný, J. 2008d. Jak se osvědčily nové stimulatory růstu v chmelařství v roce 2007. Úroda. 5. 75-79.

Štranc, P., Štranc, J., Štranc, D., Pokorný, J., Kohout L. 2008e. Výsledky pokusů s vybranými stimulatory ve chmelařství. Sborník dokumentů česko-německé konference Moderní trendy v zemědělství. Praha.

Štranc, P., Jursík, M., Štranc, J., Štranc, D. 2010a. Význam biologicky aktivních látek při pěstování rostlin, tentokrát sóji. Agromanuál. 5. 58-59.

Štranc, P., Štranc, J., Štranc, D., Holý, K. 2010b. Vliv podplodin na utužení a vlhkost půdy ve chmelnici. Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů. Vědecká příloha časopisu úroda.

Štranc, P., Štranc, J., Štranc, D., Krupička, M. 2012b. Pokusy s hnojením chmelnice v roce 2011. Agromanuál. 7 (3). 74-76.

Štranc, P., Štranc, J., Procházka, P., Štranc, D. 2015. Průběh počasí a výsledky odrůdových pokusů se sójou v roce 2014. Sborník Hluk. 31. Vyhodnocovací seminář Systém výroby řepky, Systém výroby slunečnice.

Štranc, P., Štranc, J., Procházka, P., Štranc, D. Sója maloparcelkové pokusy [online]. Výsledky provozních a maloparcelkových pokusů Amagro 2013/2014. 26. 2. 2015 [cit. 28-03-2015]. Dostupné z:

<http://www.amagro.com/content/file/Protokoly_II_2maloparcelka_%202014.pdf>.

Tanskij, V. I. 2007. Vlijanije sposobov obrobotki počvy na rozvitije vrednych organizmov. Vestnik zaščity rastenij. 3. 14–22.

Trčková, M. Pomocné rostlinné přípravky v praxi [online]. 30. 7. 2010 [cit. 02-02-2015]. Dostupné z: <<http://zemedelec.cz/Pomocne-rostlinne-pripravky-v-praxi/>>.

Urban, J., Pulkrábek, J., Bečková, L. Jaké možnosti ovlivnění výnosových kvalitativních ukazatelů cukrovky nám skrývá stimulator růstu Sunagreen či BSF 3S75 [online].

- Konference. 13. 2. 2006 [cit. 02-02-2015]. Dostupné z:
<http://konference.agrobiologie.cz/2006-02-13/nh39_urban_pulkrabek_beckova_jake_moznosti_ovlivneni_vynosov.pdf>.
- Vadas, R., Wright, W. A., Miller, S. L. 1990. Recruitment of *Ascophyllum nodosum*: Wave action as a source of mortality. *Marine Ecology-Progress series*. 61 (3). 263-272.
- Van Sumere, C. F., Van de Castele, K., Hutsebant, W., Everaert, E., Cooman, L., Meulemans, W. 1987. RP-HPLC analysis of flavonoids and the biochemical identification of hop cultivars. *EBC Symposium on Hops location: Freising-Weihenstephan*. Fachverlag Hans Carl. 146-175. ISBN: 978-34-18007-17-1.
- Vaněk, V., Balík, J., Pavlíková, D., Tlustoš, P. 2007. *Výživa polních a zahradních plodin*. Profi Press. Praha. 176 s. ISBN: 976-80-86726-25-0.
- Vaněk, V., Balík, J., Černý, J., Pavlík, M., Pavlíková, D., Tlustoš, P., Valtera, J. 2012. *Výživa zahradních rostlin*. Academia. Praha. 568 s. ISBN: 978-80-200-2147-2.
- Vostřel, J., Klapal, I., Kudrna, T., Fořtová, H. 2008. *Metodika ochrany hybridních odrůd chmele proti peronospoře chmelové*. Digon. Louny. 24 s. ISBN: 978-80-86836-75-1.
- Vrba, V., Huleš, L. Humus – půda – rostlina. Humus a půda [online]. 23. 11. 2006 [cit. 28-02-2015]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/humus-puda-rostlina-2-humus-a-puda>>.
- Woodward, A. W., Bartel, B. 2004. Auxin: Regulation, action and interaction. *Annals of botany*. 95 (5). 707-735.
- Zázvorka, V., Zima, F. 1956. *Chmelařství*. SZN. Praha. 279 s.
- Zedník, Z. Lignohumát dodává chybějící huminové látky [online]. *Sborník z konference „Prosperující olejniny“*, 8. - 9. 12. 2011 [cit. 26-03-2015]. Dostupné z:
<http://konference.agrobiologie.cz/2011-12-08/45-Zednik_LIGNOHUMAT_DODAVA_CHYBEJICI_HUMINOVE_LATKY.pdf>.