

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby



**Využití biologicky aktivních látek při pěstování chmele
otáčivého**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Klára Malíková

Obor studia: Rostlinná produkce

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

© 2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

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

V Praze dne 10.4.2017

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu Ing. Pavlu Procházkovi, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a čas, který mi věnoval. Dále bych ráda poděkovala kolektivu ZD Podlesí Ročov pod vedením Josefa Frice za možnost uskutečnit své poloprovozní pokusy. Také děkuji své rodině a kamarádům, kteří mi během pokusů pomáhali a podporovali mě.

Využití biologicky aktivních látek při pěstování chmele otáčivého

Souhrn

Cílem této diplomové práce bylo sledování reakce chmele otáčivého na aplikované biologicky aktivní látky. Aplikace kvalitních přípravků založených na bázi huminových kyselin, fulvokyselin, auxinů, cytokininů a dalších patří mezi šetrné způsoby, jak pomoci chmelové rostlině přestát působení stresových faktorů, a zároveň jak dosáhnout stabilně vysokých a kvalitních výnosů.

Poloprovozní pokus s biologicky aktivními látkami byl založen na třech lokalitách, a to Ročov, Tuchořice a Hořesedly ve dvou vegetačních ročnících (2014 a 2016). Jako pokusné biologicky aktivní látky byly zvoleny přípravky: Lexenzym, Lexin, Lignohumát Max, čisté fulvokyseliny, čistý auxin, extrakt z řasy *Ascophyllum nodosum* a huminové kyseliny s přídavkem fulvokyseliny. V pokusu byly sledovány následující kvalitativní a kvantitativní parametry významně ovlivňující produkci chmele, tedy obsah chlorofylu v pazochových i révových listech, obsah alfa hořkých kyselin a výnos suchého chmele.

Výsledky z lokality Ročov v roce 2016 byly porovnány s výsledky v roce 2014 v lokalitách Tuchořice a Hořesedly. Z výsledků pokusů vyplývá, že všechny testované biologicky aktivní látky působily pozitivně na obsah chlorofylu v listech, čímž navýšily výnos chmelových hlávek a současně zvýšily obsah alfa hořkých látek.

Nejlépe působící biologicky aktivní látkou se ukázaly přípravky Lexin (založen na bázi auxinů, fulvokyselin a huminových kyselin) a Lexenzym (oproti Lexinu obsahuje navíc cytokininy, gibereliny, extrakt z řasy *Ascophyllum nodosum*, řadu enzymů a prekurzorů fytohormonů). Tyto dva přípravky dosáhly nejlepších výsledků mimo jiné proto, že se jednalo o nejkompaktnější z aplikovaných biologicky aktivních látek. Závěrem lze říci, že po provedeném ekonomickém rozboru výnosu a nákladů můžeme plně doporučit používání těchto biologicky aktivních látek v praxi.

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

Use of Biologically Active Substances in Hop Growing

Summary

The aim of this diploma thesis was to investigate the response of the *Humulus lupulus* to applied biologically active substances. The application of high-quality products on the basis of humic acid, fulvic acid, auxin, cytokinins and others belong to the gentle ways of helping the hop plant to withstand the exposure to stress factors, as well as to achieve consistently high yields and high quality.

This experiment with biologically active substances took place in three locations, namely Ročov, Tuchořice and Hořesedly in two growing years (2014 and 2016). As experimental biologically active substances were chosen the following: Lexenzym, Lexin, Max Lignohumate, clean fulvic acid, pure auxin, extract of algae *Ascophyllum nodosum*, and humic acid with fulvic acid additive. The experiment examined the following qualitative and quantitative parameters significantly affecting the production of hop, namely chlorophyll content in hop and vine leaves, the content of alpha bitter acid, and the yield of dry hop.

The results from the area Ročov from 2016 were compared with the results from 2014 from Hořesedly and Tuchořice. The results show that all tested biologically active substances had a positive effect on the leaf chlorophyll content, thereby they increased the yield of hop cones, while increasing the content of alpha bitter substances.

The best performing biologically active substances proved to be Lexin (based on the basis of auxins, fulvic and humic acids) and Lexenzym (compared to Lexin also contains cytokinins, gibberellins, extract of algae *Ascophyllum nodosum*, many enzymes and precursors of phytohormones). Among other things, these two products have achieved the best results, because they were the most complex of biologically active substances applied. In conclusion we can say that after conducting an economic analysis of the crop yield and expenses, it is highly advisable to use these biologically active substances in practice.

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

Obsah

1 Úvod	1
2 Vědecké hypotézy a cíle práce	2
2.1 Vědecké hypotézy	2
2.2 Cíle práce	2
1 Přehled literatury	3
1.1 Současnost pěstování chmele v ČR	3
1.1.1 Pěstitelský rok 2015/2016	3
1.1.2 Chmelařské oblasti.....	3
1.1.3 České odrůdy chmele.....	4
1.1.3.1 Žatecký poloraný červeňák	4
1.1.3.2 Složení chmelových hlávek.....	6
1.2 Technologie pěstování chmele	7
1.2.1 Podzimní ošetření chmelnic.....	8
1.2.2 Jarní ošetření chmelnic	9
1.2.3 Pozdně jarní až letní ošetřování chmelnic	10
1.2.4 Výživa chmele	10
1.2.5 Ochrana chmele	12
1.2.5.1 Škůdci chmele.....	12
1.2.5.2 Choroby chmele	13
1.3 Působení stresových faktorů	14
1.3.1 Stresové faktory, stres	14
1.3.2 Biotický a abiotický stres.....	14
1.3.3 Vybrané stresy	15
1.3.4 Mechanismy rostliny vůči působení stresů	16
1.3.5 Eliminace stresu použitím regulátorů růstu	17
1.4 Vybrané biologicky aktivní látky	18
1.4.1 Humusové látky	18
1.4.2 Auxiny	19
1.4.3 Extrakty z mořských řas	20
2 Metodika	22
2.1 Informace o pokusném stanovišti Ročov	22
2.1.1 Základní informace o stanovišti ZD Podlesí Ročov	22

2.1.2	Základní informace o pokusu	22
2.1.3	Agrotechnika	23
2.2	Informace o pokusném stanovišti Hořesedly	24
2.2.1.1	Základní informace o stanovišti	24
2.2.1.2	Základní informace o pokusu	24
2.2.1.3	Agrotechnika	25
2.3	Průběh pokusu	27
2.3.1	Aplikace biologicky aktivních látek	27
2.3.2	Sledované parametry.....	29
2.3.3	Měření sledovaných parametrů v lokalitě Ročov (2016).....	29
2.3.4	Měření sledovaných parametrů v lokalitě Hořesedly (2014)	31
2.4	Průběh počasí.....	33
2.4.1	Průběh počasí 2015/2016.....	33
2.4.2	Průběh počasí 2013/2014 (upraveno dle Štrance et al., 2014).....	34
3	Výsledky	36
3.1	Obsah chlorofylu v listech.....	36
3.1.1	Obsah chlorofylu v révových listech	36
3.1.2	Obsah chlorofylu v pazochových listech.....	37
3.2	Obsah alfa hořkých kyselin	38
3.3	Obsah beta hořkých kyselin	39
3.4	Výnos hlávek suchého chmele	40
4	Diskuze	50
4.1	Obsah chlorofylu v listech.....	50
4.2	Obsah alfa a beta hořkých kyselin.....	52
4.3	Výnos hlávek suchého chmele	52
5	Závěr	54
6	Literární zdroje.....	56

1 Úvod

Pěstování chmele otáčivého má v České republice dlouholetou tradici. Některé prameny datují první zmínky o chmelařství na našem území dokonce do 8. století. K systematickému pěstování chmele se u nás poté přistoupilo ve 12. století a již za doby vlády Karla IV. dosáhlo české chmelařství světového věhlasu. I když se chmel původně pěstoval ve všech oblastech naší vlasti, přibližně v polovině 19. století se ukázaly jako nejvhodnější lokality Žatecko, Úštěcko a Tršicko. V těchto třech oblastech České republiky se chmel pěstuje dodnes. Hlávky rostlin chmele představují jednu ze tří základních surovin pro výrobu piva. V menší míře se využívají též ve farmaceutickém, kosmetickém i potravinářském průmyslu.

Značný podíl na tom, že patříme mezi světové chmelařské velmoci, mají české chmelové odrůdy. Právě Žatecký poloraný červeňák je celosvětově nejvíce ceněnou odrůdou mezi pěstiteli chmele i výrobcí piva. Obsahuje unikátní kombinaci látek a je mu připisován jemný, méně hořký a aromatický charakter, čímž se odlišuje od spíše hořkých zahraničních odrůd. Český chmel je pojem, na který může být české zemědělství právem pyšné.

Žatecká chmelařská oblast, která je v České republice největší a nejproslulejší chmelařskou oblastí, se nachází ve srážkovém stínu Krušných hor. Dlouhá období bez deště bývají náhle střídány prudkými bouřkami a často i kroupy. V kombinaci s vysokými teplotami to představuje pro chmelovou rostlinu nesmírnou zátěž, jež ovlivňuje významně nejen výnos, ale i kvalitu chmele. Dále na ni působí mnoho biotických stresorů, škůdci a choroby chmele.

Aplikace kvalitních přípravků založených na bázi huminových kyselin, fulvokyselin, auxinů, cytokininů atd. patří mezi šetrné způsoby, jak pomoci chmelové rostlině působení těchto stresových faktorů přestát, a zároveň jak dosáhnout stabilně vysokých a kvalitních výnosů.

2 Vědecké hypotézy a cíle práce

2.1 Vědecké hypotézy

Hypotéza č. 1:

Listová aplikace biologicky aktivních látek v průběhu vegetace vede ke zvýšení produkce chmelových hlávek.

Hypotéza č. 2:

Listová aplikace biologicky aktivních látek má vliv na obsah a složení hořkých kyselin v hlávkách chmele.

2.2 Cíle práce

Cílem této diplomové práce bylo sledování reakce chmele otáčivého na aplikované biologicky aktivní látky. U osmi pokusných variant jsme sledovali a hodnotili tyto znaky:

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

1 Přehled literatury

1.1 Současnost pěstování chmele v ČR

1.1.1 Pěstitelský rok 2015/2016

Pěstitelský rok 2015/2016 byl pro české chmelaře rokem velmi úrodným, s vynikajícím výnosem i kvalitou sklizeného chmele. Byl však také rokem velmi pracným, při udržení zdravého stavu porostů a konečné sklizni (Hejda, 2017).

Díky příznivému průběhu počasí a péči pěstitelů bylo v České republice v roce 2016 celkem vypěstováno 7711,6 tun chmele s průměrným výnosem 1,61 t/ha. Oproti předchozímu neúrodnému roku se tak produkce zvýšila téměř o 60 %. Letošní obsah alfa hořkých látek 3,5 % u Žateckého poloraného červeňáku (ŽPČ) patří také k nadprůměrným (Hejda, 2017).

Chmel byl v roce 2016 pěstován 116 pěstiteli na sklizňové ploše 4775 ha (Hejda, 2017). Meziročně vzrostla sklizňová plocha o 153 hektarů, plocha chmele tak roste již třetím rokem. Pěstitelé reagují na příznivější situaci na trhu a investují do nárůstu ploch chmelnic a obnovy porostů (Anonym, 2016).

Česká republika zaujímá třetí místo v pěstování chmele co do plochy i produkce, a to za USA a Německem. Produkuje však celosvětově nejvíce jemného aromatického chmele (Hejda, 2017). Mezi pět největších odběratelů českého chmele za kalendářní rok 2015 patřili: Japonsko (879 t), Čína (863 t), Německo (827 t), Rusko (260 t) a Itálie (109 t) (Kovařík, 2017).

1.1.2 Chmelařské oblasti

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

V Žatecké chmelařské oblasti je klima mírně teplé až teplé a mírně suché až suché. Velká část Žatecké chmelařské oblasti je ovlivňována dešťovým stínem Krušných a Doupovských hor. V centru oblasti je podstatná plocha chmelnic na půdách permokarbonského geologického útvaru, které jsou označovány jako „permské červenky“.

Tyto půdy vzniklé zvětráváním lupků obsahují značné množství sloučenin železa, jsou zrnitostně těžší až těžké, špatně propustné a chladné. Po stránce půdního typu jde hlavně o půdy hnědé. V severních a severozápadních níže položených oblastech Žatecké chmelařské oblasti se nacházejí černozemě na spraších, velmi těžké černozemě na spraších, velmi těžké černozemě na slínech („smonice“) a hnědozemě na spraších, sprašových hlínách a permokarbonských uloženinách. Podél toku Ohře se rozkládají půdy nivní. V jižní a jihovýchodní části této oblasti, na křídových odvápněných opukových sedimentech jsou půdy hnědé, na vápničných opukových substrátech se pak nacházejí rendziny. Méně již jsou zastoupeny hnědozemě (Štranc et al., 2007c).

1.1.3 České odrůdy chmele

Pro české chmelařství mají zásadní význam výsledky šlechtitelské práce docenta Karla Osvalda. Osvaldovy klony 31, 72 a 114, které byly registrovány v roce 1952, patří doposud mezi nejvýznamnější odrůdy, jež zaujímají převážnou část ploch chmele ve všech chmelařských oblastech (Barborka, 2012). Tyto hospodářsky významné odrůdy jsou známé jako Žatecký poloraný červeňák nebo též pod názvem „Žatecký chmel“ (Nesvadba, 2009). Žatecký poloraný červeňák je pěstován v těchto devíti klonech: Osvaldův klon 31, Osvaldův klon 72, Osvaldův klon 114, Siřem, Lučan, Blato, Zlatan, Podlešák a Blšanka (Ježek et al., 2015).

Žatecký poloraný červeňák byl až do poloviny 90. let 20. století jedinou odrůdou chmele pěstovanou v České republice (Krofta et al., 2010). Podle Nesvadby et al. (2012) byly získány nové hybridní odrůdy z křížení vhodných rodičovských komponentů, které vykazují vyšší výkonnost při zachování pivovarské kvality – Bor (1994), Sládek (1994), Premiant (1996), Agnus (2001), Harmonie (2004), Rubín (2007), Vital (2008) a Kazbek (2008).

1.1.3.1 Žatecký poloraný červeňák

Žatecký poloraný červeňák zaujímá dominantní místo mezi odrůdami, je totiž pěstován na více než 87 % ploch chmelnic v České republice (Krofta et al., 2010).

Žatecký poloraný červeňák má středně mohutný vzrůst a pravidelně válcovitý tvar chmelového keře. Barva révy je zelenočervená a má průměrnou sílu 9–11 mm. Plodonosné pazochy jsou krátké až střední a nízko nasazené (Ježek et al., 2015). Chmelové hlávky středně až dlouze vejčitého tvaru bývají malé až střední, hustě nasazené. 100 hlávek dosahuje průměrně hmotnosti 13–17 g. Vřeténko je pravidelné, jemné a dlouhé 12–16 mm (Krofta et al., 2010).

Výrazným znakem Žateckého poloraného červeňáku je jemná a ušlechtilá chmelová vůně, která je dána jedinečnou skladbou chmelových silic (Nesvadba, 2009). Vůně těchto chmelových hlávek je posuzována jako standard kvality – jedná se o pravou, jemnou chmelovou vůni (Krofta et al., 2010). Skladba složek chmelových silic se vyznačuje poměrně nízkým obsahem myrcenu a významným obsahem β -farnasenu. Typický je též vyrovnaný poměr alfa a beta hořkých kyselin a vysoký obsah polyfenolů (Nesvadba, 2009).

Tab. 1: Obsah chmelových pryskyřic v ŽPČ.

Chmelové pryskyřice:	
Celkové pryskyřice (% hm.)	13 – 20
Alfa kyseliny (% hm.)	2,5 – 4,5
Beta kyseliny (% hm.)	4,0 – 6,0
Poměr α/β	0,6 – 1,0
Kohumulon (% rel.)	23 – 26
Kolupulon (% rel.)	39 – 43

(Nesvadba et al., 2012)

Tab. 2: Obsah chmelových polyfenolů v ŽPČ.

Chmelové polyfenoly:	
Celkové polyfenoly (% hm.)	5,5 – 7,0
Xanthohumul (% hm.)	0,3 – 0,5
DMX (% hm.)	0,05 – 0,12

(Nesvadba et al., 2012)

Tab. 3: Obsah chmelových silic v ŽPČ.

Chmelové silice:	
Obsah silic (g/100g)	0,4 – 0,8
Myrcen (% rel.)	25 – 40
β -karyofylen (% rel.)	6 – 9
β -farnesen (% rel.)	14 – 20
A-humulen (% rel.)	15 – 30
α + β -selinen (% rel.)	0,5 – 1,5

(Nesvadba et al., 2012)

1.1.3.2 Složení chmelových hlávek

Chmelová hlávka se skládá z vody, chmelových pryskyřic, silic, polyfenolů a ostatních doprovodných látek, ke kterým patří např. cukry, dusíkaté látky, lipidy, vosky nebo minerální látky (Rybáček et al., 1980; Krofta, 2008). Pivovarnicky nejdůležitější složky jsou chmelové pryskyřice, silice a polyfenoly (Prugar, 2008).

Chmelové pryskyřice jsou děleny na tvrdé pryskyřice a měkké pryskyřice (Horejsek a Zich, 1990). Nejvýznamnější měkkými pryskyřicemi jsou alfa a beta hořké kyseliny, které jsou v čistém stavu málo rozpustné ve vodě (Prugar, 2008). Jsou zdrojem hořké chuti piva (Rybáček et al., 1980) díky izomeraci během výroby piva na tzv. iso-alfa kyseliny. V přirozených směsích alfa kyselin převládají kohumulon, humulon a adhumulon (Krofta, 2008). Díky antiseptickým účinkům zvyšují biologickou trvanlivost piva a stabilizují pivní pěnu (Bamforth, 2004). Obsah α hořkých kyselin ovlivňuje délka dozrávání a intenzita osvětlení (Peacock, 1998). Jejich obsah je však také závislý na odrůdě, konkrétně u Žateckého poloraného červeňáku se pohybuje mezi 3,0 – 5,0 % (Štolcová et al., 2009).

Za aroma chmele a piva jsou nejvíce zodpovědné chmelové silice (Čepička, 2000). Jsou složitou směsí několika set přírodních látek různého chemického složení, těkavosti a polarit. Myrcen a α -humulen jsou zastoupeny řádově v desítkách procent, řada dalších silic

se ovšem vyskytuje v malém až stopovém množství (Krofta, 2008). U Žateckého poloraného červeňáku činí jejich obsah 0,4 – 1,0 % (Štolcová et al., 2009).

Žatecký poloraný červeňák obsahuje 2–6 % polyfenolů. Chmelové polyfenoly jsou z technologického hlediska velmi prospěšné (Čepička et al., 2002). Podílejí se na chemicko-fyzikální stabilitě piva, na formování pěny, na odolnosti proti stárnutí a oxidaci piva (Hofta et al., 2004) a také ovlivňují plnost chuti. Jsou též známy svými pozitivními zdravotními vlastnostmi (Van Sumere et al., 1987).

Zvláštní skupinu polyfenolů tvoří tzv. prenylované flavonoidy, jejichž nejvýznamnější podíl tvoří xanthohumol (Prugar, 2008). Této látce jsou přisuzovány zajímavé antioxidační, protizánětlivé, antikancerogenní a antimikrobiální vlastnosti. Též inhibuje proces resorpce vápníku z kostí (Karabín et al., 2012). Dále je zde zastoupen například desmethylxanthohumol (Stevens et al., 1997).

V čerstvých chmelových hlávkách se obsah vody nejčastěji pohybuje mezi 78–82 % (Štolcová et al., 2009). Podle Basařové (2010) by se měla vlhkost u klimatizovaných hlávek pohybovat mezi 10–12 %.

Chmel v mnoha případech obsahuje nežádoucí a cizorodé složky, mezi něž patří těžké kovy a rezidua pesticidů používaných v chemické ochraně chmele během vegetace (Krofta, 2008). Z tohoto důvodu jsou na ochranu chmele doporučovány pouze přípravky, které splňují požadavky importních tolerancí reziduí pesticidů v zemích exportu českého chmele (George et Bryant, 2001). Za nežádoucí složku jsou považovány především dusičnany. Chmel dále může obsahovat některé fytopatogenní organismy, jako jsou viry a viriody, jež například negativně ovlivňují obsah alfa kyselin (Krofta, 2008).

1.2 Technologie pěstování chmele

Chmel otáčivý je pěstován ve víceleté monokultuře, u které je oproti běžným polním plodinám úspěšnost pěstování mnohem více závislá na souladu jeho biologických nároků s přírodními podmínkami stanoviště (Štranc et al., 2010b). Při volbě způsobu zpracování půdy je nutné respektovat biologické požadavky chmele a celou jeho pěstební technologii. Je též

nezbytné přihlížet k výskytu škodlivých činitelů a zvážit jejich možný vliv na snížení výnosu (Štranc et al., 2008a). Nedostatečné nebo nevhodné či dokonce chybné pěstební zásahy pak mohou nejen limitovat, ale i snížit produkční potenciál porostu, případně i výrazněji poškodit chmelové rostliny a způsobit jejich odumírání (Štranc et al., 2013).

1.2.1 Podzimní ošetření chmelnic

Po předchozí sklizni je nezbytné uklidit chmelnici (Rybáček et al., 1980). Chmelnice vyžaduje dokonalou podzimní přípravu půdy, jejímž úkolem je obnova půdní struktury (Zázvorka et Zima, 1956). Podzimní zpracování půdy má taktéž důležitý fyto-sanitární význam, jelikož pomáhá v boji proti plevelům, chorobám a škůdcům chmele (Štranc et al., 2008a).

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

Vláčením se chmelnice uklidí a částečně prokypří. Dále dochází k urovnání povrchu chmelnice, čímž se usnadní následující operace a šetří se půdní vláha (Štranc et al., 2013).

Následné mělké kypření půdy se provádí do hloubky 10-15 cm. Účelem je urovnat nerovnosti půdního povrchu, ničit plevele a usnadnit orbu, případně hloubkové kypření (Štranc et al., 2013).

Správně provedená orba podpoří utváření kořenového systému a rozvoj půdní mikroflóry. Také zlepšuje strukturu půdy při vysokém stupni mechanizace. Jednou z nejdůležitějších funkcí orby je obracení vrchního plástu půdy v požadované mocnosti za účelem vynášení splavených látek a částic (Rybáček et al., 1980). Při orbě jsou také zapravena minerální a organická hnojiva (Štranc et al., 2013).

Velmi důležitá je též 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 (Štranc et al., 2013).

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).

1.2.2 Jarní ošetření chmelnic

Před 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, tzv. 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 ořezávacími do hloubky 5-7 cm (Štranc et al., 2007a).

Rybáček et al. (1980) shrnují 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.

Chmel se zásadně seřezává v mimovegetační době, tj. na jaře nebo na podzim. Podzimní řez není ovšem vhodný z hlediska biologie chmelové rostliny. Nejvhodnější je středně raný řez chmele. Ten je prováděn od konce první dekády dubna do poloviny jeho třetí dekády (Štranc et al., 2007a).

Od určité délky chmel potřebuje ke správnému růstu oporu, a to proto, aby se neplazil po zemi a nebyla tak porušena cirkulace šťáv uvnitř rostliny (Zázvorka et Zima, 1956). Vhodná délka výhonů k zavádění je okolo 60 cm (Rybáček et al., 1980).

Opora se poskytuje tak, že se dva chmelovody 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 (nebo tři) stejně vzrostlé výhony chmele. U každé chmelové rostliny se nechají dva náhradní výhony a zbytek se odstraní (Štranc et al., 2008b). Réva chmele je pravotočivá, a proto se musí zavádět ve směru hodinových ručiček (Zázvorka et Zima, 1956).

Ve druhé polovině května se poté 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).

1.2.3 Pozdně jarní až letní ošetřování chmelnic

Nejspolehlivějším a nejúčinnějším prostředkem boje proti plevelům je správně provedené plečkování (Zázvorka et Zima, 1956). Plečkování je prováděno do hloubky 10-15 cm v době květu chmele, v řádné vzdálenosti od chmelových rostlin (Štranc et al., 2013).

Přiorávkou řadů je podporována tvorba letního kořání a 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 15 cm. Přiorává se potom ještě ve třetí dekádě června, a to do výšky maximálně 25 cm (Štranc et al., 2013).

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 chmele (Štranc et al., 2008b).

1.2.4 Výživa chmele

Chmel je jednou z nejnáročnějších plodin na spotřebu živin (Šnobl, 1989). Celková roční dávka živin se odvíjí od půdní zásoby živin a předpokládaného výnosu chmele v dané lokalitě, přičemž je přihlíženo k meteorologickým podmínkám (Krofta et al., 2012). 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 biologickou hodnotu a jeho působení bývá dlouhodobější a pozvolnější (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). Chmelařské podniky limituje v používání hnoje nevyhovující skladba pěstovaných plodin z pohledu osevního postupu s návazností na živočišnou výrobu, což je způsobeno současnou tržní orientací většiny zemědělských podniků (Krofta et al., 2012). 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).

Za univerzální způsob, jak dodat do půdy snadno rozložitelnou organickou hmotu, lze považovat tzv. zelené hnojení. Zelené hnojení není jen formou hnojiva, ale i možnost, jak zlepšovat úrodnost půdy. Vhodnými rostlinami pro tyto účely jsou například hořčice bílá, hrách rolní, svazenka vratičolistá, oves setý, masťňák habešský, sléz krmný, svatojánské žito, vikev setá nebo speciální směsi pro opylovače (Krofta et al., 2012).

Stěžejní a zcela nezastupitelnou úlohu v metabolismu rostlin má dusík. Je základním elementem minerální výživy, zajišťujícím vegetativní růst a tvorbu výnosu chmele. Rostliny obecně, zejména však chmel, citlivěji reagují na koncentraci dusíku v prostředí než na přítomnost ostatních biogenních prvků. To je způsobeno zřejmě tím, že chmel jako rychle rostoucí, ovívivá a celkově velmi vzrůstná rostlina je pod výraznějším působením endogenních hormonů (auxinů, giberelinů, cytokininů) a enzymů, jejichž tvorba je v úzké korelaci s množstvím přijatého dusíku. Koncentrace a vzájemný poměr těchto látek potom podstatně ovlivňuje rychlost chemických reakcí a následně fyziologických procesů, což má ve výsledku vliv na intenzitu růstu zavedených chmelových rév, tvorbu a růst pazochů, tvorbu a hustotu nasazení generativních orgánů a jejich další vývin (květů a hlávek). Tvar nadzemních částí chmelových rostlin je v důsledku toho potom kuželovitý, válcovitý, kyjovitý nebo boudovitý. Tento habitus rostlin pak výrazně ovlivňuje výnos hlávek a jejich kvalitu (Štranc et al., 2009a).

Jednostranné hnojení dusíkem má však i své nevýhody, a to nadměrný růst nadzemních vegetativních orgánů, čímž dochází ke snižování jejich odolnosti vůči stresovým vlivům, často na úkor výnosu (Štranc et al., 2012b).

Chmelová rostlina má vysoké nároky na vápník. Vápnění významně ovlivňuje půdní procesy, plní tak 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 (Maťátko 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 chmelovou rostlinu patří bór, mangan a zinek (Malý et al., 2014). Chmel patří mezi rostliny, které poměrně často trpí nedostatkem zinku. Pro chmelařské oblasti se proto vyrábějí speciální hnojiva, jimiž je zinek rostlinám dodáván (Vaněk et al., 2007).

1.2.5 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 (Štolcová et al., 2009).

1.2.5.1 Škůdci chmele

Každoročně se na většině chmelnic provádí ochrana proti významným škůdcům – svilušce a mšici chmelové, kteří škodí sáním na spodní straně listů (Kazda et al., 2010).

Přímé škody, které mšice chmelové na chmelu působí, jsou vyvolány nejen samotným sáním mšic, ale i saprofytickými houbami, které vytvářejí na medovici tmavý povlak znesnadňující asimilaci a dýchání listů. Poškozené listy nejdříve při pohledu zdola prosvítají, poté se při silném výskytu krouťí pěstovitě okraji dovnitř. Na svrchní straně listů se objevuje medovice. Silně napadené rostliny zastavují růst, nevytvářejí postranní větévky a špičatějí. Později po vyhubení mšic zůstávají poškozená listová patra prázdná, bez postranních větévek a hlávek, což značně snižuje výnos a sklizeň chmele (Rybáček et al., 1980). Pokud se mšice dostane do hlávek, dochází k jejich znehodnocení. V hlávkách se totiž hromadí prázdné kožky a mrtvé mšice společně s medovicí, které jsou živnou půdou pro saprofytické houby, jež způsobují vznik černí. Takto napadené hlávky ztrácejí hodnotu a stávají se prakticky neprodejnými (Ježek et al., 2015).

S prvními viditelnými příznaky poškození chmele sviluškou se lze setkat zpravidla v červnu (Rybáček et al., 1980). Za teplého a suchého počasí, jež se v poslední době stává pravidlem, lze symptomy poškození mladých révových listů pozorovat již v průběhu května. Tyto první příznaky se projevují jako bílý krupičkovitý požerek viditelný na svrchní straně chmelových listů (Ježek et al., 2015). Při pohledu shora je čepel listů na líci v místě skvrny

mírně vydutá, a proto se tento typ poškození listů nazývá „sviluškové puchýře“. Při teplém a suchém počasí se skvrny na listech rychle zvětšují a postupně splývají. Listy nabývají zpočátku žlutého, později papírově šedého zbarvení. Silně posáté listy zasychají a opadávají (Rybáček et al., 1980). Svilušky poté přecházejí do vyšších listových pater, kde napadají květ a hlávky. Poškozením hlávek sviluškou je značně snižována kvalita chmele, silně napadené hlávky nejsou sklizeny, což se výrazně promítne na výnosu takto napadeného chmele. Ochrana proti svilušce chmelové spočívá v aplikaci akaricidních přípravků a v agrotechnických zásadách jako je bezplevelné okolí chmelnic a odstraňování chmelových zbytků rostlin (Ježek et al., 2015).

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

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

Klopušky se na chmelu přemnožují v nepravidelných dlouholetých cyklech. Jsou schopné poškodit révy, listy a poté i generativní orgány. Nejčastější symptomy poškození těmito škůdci jsou známy jako tzv. „kočičí hlavy“, tj. zdeformovaný vegetační vrchol (Ježek et al., 2015).

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

1.2.5.2 Choroby chmele

Nejvýznamnější houbovou chorobou chmele je peronospora chmelová (Vostřel et al., 2008). Napadá listy, výhonky i hlávky chmele (Štolcová et al., 2009). První příznaky napadení chmele peronosporou jsou patrné na jaře, a to na mladých výhonech, jejichž listy jsou v důsledku toho nápadně typickou žlutozelenou barvou. Nemocné výhony jsou zakrslé, jejich listy jsou zdeformované a ohnuté dolů. Zkrácením internodií dochází k nahloučení listů, které se označují jako klasovité. Na spodní straně listů je patrný šedofialový povlak (Rybáček et al., 1980). Během vegetace spóry infikují listy, květenství a hlávky. Na listech se objevují žlutozelené skvrny, které se postupně zvětšují, hnědou až zasychají. Za vlhkého počasí se peronospora šíří na pazochové listy. Napadené květenství hnědne a opadává. Nevyvinuté hlávky zastavují růst, zakrní a tvrdnou. U vyvinutých hlávek dochází nejprve k zhnědnutí

krycích listenů a později i listenů pravých (Ježek et al., 2015). Bez chemické ochrany by tato choroba způsobila značné ztráty, a proto je doporučováno šest plánovaných fungicidních postřiků za rok (Vostřel et al., 2008). Nezbytným krokem v ochraně chmele je optimální počet zavedených rév a vhodná agrotechnika, která významně ovlivňuje mikroklima chmelnic (Ježek et al., 2015).

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 (Štolcová et al., 2009).

1.3 Působení stresových faktorů

1.3.1 Stresové faktory, stres

Výsledky pěstování rostlin jsou výrazně ovlivňovány různými stresovými faktory. Tyto faktory nejen, že zpomalují životní funkce rostlin, ale též poškozují jejich jednotlivé orgány a mohou dokonce vést až k uhynutí rostliny (Piterková et al., 2005).

Paarek et al. (2010) uvádějí, že pojem stres znamená odchylku od fyziologického stavu a také rozvoj vlivů, které mohou rostlině škodit. Zatímco Piterková et al. (2005) popisuje stres jako dynamický komplex mnoha reakcí, podle Nilsena a Orcutta (1996) se termín stres používá pro označení stavu, ve kterém se rostlina nachází pod vlivem stresového faktoru. I podle Gaspara et al. (2002) lze stres vnímat jako faktor prostředí, který může způsobit nějaké poranění či onemocnění nebo také jako poplachovou reakci na nepříznivé podmínky nebo jako fyziologický stav, u kterého probíhají změny životních funkcí organismu.

1.3.2 Biotický a abiotický stres

Původ stresových faktorů může být abiotického nebo biotického charakteru (Nilsen et Orcutt, 1996).

Abiotický stres může být povahy fyzikální (např. nadměrné záření, extrémní teploty a vítr) nebo chemické (např. nedostatek kyslíku, sucho, nedostatek živin v půdě a toxické kovy v půdě) (Nilsen et Orcutt, 1996). Z abiotických stresorů působí v agroekologických podmínkách ČR na chmel negativně zejména častý nedostatek srážek, a to hlavně v žatecké oblasti (Štranc et al., 2007b).

Biotický stres je způsoben viry, bakteriemi, houbovými chorobami apod. (Nilsen et Orcutt, 1996). Nejvýznamnějšími biotickými stresory u chmele jsou specializovaní škůdci a choroby – sviluška, mšice a peronospora chmelová (Štranc et al., 2007b).

Podle Mittlerera (2009) je vliv stresorů na rostliny vyhodnocován ve většině případů jednotlivě, ale v přirozených podmínkách působí na rostlinu více faktorů současně. Piterková et. al (2005) také uvádějí, že studium vlivu stresu na rostliny v přírodních podmínkách je komplikováno tím, že velmi často působí najednou více stresových faktorů. Procházka et al. (1998) udávají, že rostlinu může stresovat současně například silné záření, vysoká teplota a nedostatek vody. Štranc et al. (2009b) k tomu popisují příklad současně působících stresorů, kdy v mnoha případech suchý vzduch (atmosférické sucho) podporuje napadení chmele sviluškou.

1.3.3 Vybrané stresy

Rostlina musí čelit vodnímu stresu, pokud je v ní nedostatečné množství vody. 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 dlouhodobějším 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).

Dalším zdrojem vodního stresu je nedostatek kyslíku, který je nejčastěji způsobován zaplavením půdy (Procházka et al., 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).

Energie slunečního záření, již rostliny při fotosyntéze transformují v energii chemických vazeb, je základním zdrojem energie pro jejich životní procesy. Z tohoto důvodu

se rostliny světelným podmínkám na stanovišti neustále přizpůsobují (Pavlová, 2005). Chmelové rostlině nesvědčí příliš nízká, ani příliš vysoká intenzita světla. Vysoká intenzita světla působí retardačně na růst chmelových rév a zkracuje jejich internodia. Slabá intenzita světla působí opačně. Důležitá je také kvalita světla – spektrální složení světla je významným morforegulátorem chmelových rostlin (Štranc et al., 2009b).

1.3.4 Mechanismy odolnosti rostliny vůči působení stresů

Mechanismy odolnosti vůči stresům lze rozdělit do dvou kategorií:

Do první kategorie patří mechanismy, které zabraňují tomu, aby byla hostitelská rostlina vystavena stresu („avoidance mechanisms“). Tyto mechanismy jsou představovány mechanickou bariérou, která je převážně pasivního a dlouhodobého charakteru – např. impregnace buněčných stěn, silná kutikula na listech nebo rezervoáry vody (Piterková et al., 2005).

Do druhé skupiny obranných mechanismů patří tzv. aktivní obrana rostlin („tolerance mechanisms“), jež omezuje negativní dopad stresorů až po jejich proniknutí k plazmatické membráně buněk a do symplastu. Poté dochází ke spuštění řetězce změn, které se souhrně označují jako stresové reakce (Piterková et al., 2005). Ihned po začátku působení stresoru nastává poplachová fáze, kdy dochází k narušení buněčných funkcí a struktur (Procházka et al., 1998). V případě, že se intenzita stresu sníží před vyčerpáním adaptačního potenciálu, rostlina se dostane do regenerační fáze. Na tuto fázi navazuje fáze rezistence, v níž dochází díky vlivu obranných reakcí k otužení organismu či v případě pokračujícího stresu k obnovení stability (Larcher, 2003). Při dlouhodobém a intenzivním působení stresoru může nastat fáze vyčerpání (Procházka et al., 1998). V této fázi dochází potom k nevratným poškozením či k odumření rostliny (Larcher, 2003).

Aklimatizace rostlin na měnící se podmínky životního prostředí vyžaduje biochemické, fyziologické a molekulární změny. Tyto změny se uskutečňují prostřednictvím exprese stresem-regulovaných genů. Produkty těchto genů lze rozdělit do dvou skupin, které se zapojují do genové exprese a do tolerance rostlin vůči stresovým faktorům. Do první skupiny patří geny kódující regulační proteiny, jež se zapojují do signálních drah nebo do genové exprese, která je odpovědí na stres – proteinkinasy, fosfatasy, transkripční faktory a RNA-

vázající proteinové komplexy (Kiełbowicz-Matuk, 2012). Podle Kulika et. al (2011) mají významnou roli v přenosu signálu také MAP-kinasy.

Do druhé skupiny jsou zařazeny proteiny, které rostlině umožní překonat stres – detoxikační enzymy, enzymy nutné pro biosyntézu osmoprotektantů, proteiny tvořící vodní kanály, chaperony, AFP a LEA proteiny (Kiełbowicz-Matuk, 2012).

Výsledek stresové reakce závisí na intenzitě a délce trvání stresu. Dle toho se reakce dělí na akutní (krátkodobé) a chronické (dlouhodobé) (Larcher, 2003). Záleží i na rostlině samotné – na její vitalitě, genotypu, adaptačních schopnostech či stádiu vývoje (Piterková et al., 2005).

1.3.5 Eliminace stresu použitím regulátorů růstu

Jako velmi účinnou strategií v boji proti stresu rostlin se ukazuje použití regulátorů růstu. Růstové regulátory totiž koordinují růst, metabolismus a vývoj výměnou informací mezi buňkami a orgány. Do nativních růstových regulátorů patří fytohormony a další látky s regulační aktivitou (Procházka et al., 2008). U rostlin se nachází také endogenní rostlinné hormony: auxiny, gibereliny, cytokininy, kyselina abscisová (ABA), ethylen a brassinosteroidy. Mezi další látky s růstově regulační aktivitou patří oligosacharidy, polyaminy, fenolické látky či kyselina jasmonová (Dřímálová, 2005; Pavlová, 2005).

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

Urban et al. (2006) uvádějí, že se v poslední době stimulátory růstu stávají velmi důležitým intenzifikačním faktorem. Uplatňují se na regulaci transportu látek v rostlině, a tím ovlivňují tvorbu výnosu a kvalitu rostlinné produkce. Stimulátory růstu se nejvíce projevují svými účinky po aplikaci v podmínkách, které nejsou pro dané rostliny optimální. Zůstává tak prostor pro zvyšování produktivity pěstování rostlin překonáním vlivu působení stresových faktorů.

1.4 Vybrané biologicky aktivní látky

Biologicky aktivní látky jsou strukturálně a funkčně aktivní látky přítomné v živých organismech. Za tyto látky lze považovat v širším slova smyslu všechny sloučeniny od vody až po aminokyseliny. Důraz je však třeba klást na slovo aktivní, jelikož se jedná o látky vykonávající, respektive podněcující určitou činnost a jsou pro danou činnost specifické (Dřímálová, 2005).

Biologicky aktivní látky, ať už nativní nebo syntetické, kontrolují dělení buněk, ovlivňují základní životní procesy (fotosyntézu, dýchání, kořenovou výživu, růst, tropizmy, kvetení, tvorbu plodů) a regulují fyziologickou a morfologickou korelaci orgánů a tkání rostlin. Jsou nezbytné také v procesech regenerace, a to jak fyziologické, tak patologické (Štranc et al., 2010a).

1.4.1 Humusové látky

Mezi humusové látky patří huminové kyseliny, fulvokyseliny a huminy (Vaněk et al, 2012). Jedná se o směs slabých alifatických a aromatických kyselin, která je velmi významnou součástí humusu. Množství a kvalita humusu determinuje potenciální a efektivní úrodnost půdy (Štranc et al., 2012a). Význam humusových látek spočívá v pozitivním ovlivňování všech půdních vlastností působících na půdní úrodnost i obsah živin v půdě (Vrba et Huleš, 2006). Zlepšují půdní strukturu, vytvářejí podmínky pro příjem živin a tepelný režim půdy (Trevisan et al., 2010). Se vzrůstajícím obsahem humusových kyselin vzrůstá také kvalita humusu, přičemž velmi kvalitní humus má poměr huminových kyselin vůči fulvokyselinám vyšší než 1,5:1 (Malý et al., 2014).

Podle Vrby et Huleše (2006) přítomnost humusových látek:

- má příznivý vliv na vodní, vzdušný a tepelný režim půdy,
- zvyšuje poutání živin v půdě (6-7x vyšší poutání než u jílových minerálů),
- působí pozitivně na fyzikální, biologické a biochemické vlastnosti půdy,
- kladně ovlivňuje pufrací schopnost půdy,
- působí proti vysrážení fosforečných sloučenin z půdního roztoku,
- částečně váže některé těžké kovy v půdě a vyvazuje škodlivé sloučeniny,

- má přímý stimulační vliv na rostliny.

Huminové kyseliny jsou tmavě hnědé až černé barvy a mají vysokou sorpční kapacitu. Jsou buď jen částečně rozpustné ve vodě nebo úplně nerozpustné (Malý et al., 2014). Při spojení molekul huminových kyselin různými vazbami s jílovými minerály v půdě jsou vytvářeny 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, tzv. 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).

1.4.2 Auxiny

Nejlépe prozkoumaným auxinem je kyselina indolyl-3-octová (Dharmasiri, 2006). Tvoří se v apikálním meristému stonku, v mladých listech, vyvíjejících se pupenech i květech (Vaněk et al., 2012). Biosyntéza kyseliny indolyl-3-octové vychází z aminokyseliny tryptofanu a jsou známy její 4 biosyntetické cesty (Dřímálová, 2005).

Kyselina indolyl-3-octová byla dlouhou dobu považována za jediný nativní auxin. V rostlinách byly ovšem objeveny i další látky, např. kyselina indolyl-3-máselná (IBA) a 4chlor-IAA, které byly dříve nesprávně považovány za syntetické (Procházka et al., 1998).

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

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

Auxiny hrají důležitou roli v buněčném dělení, apikální dominanci a tropismech v rostlině (Quiaomei et al., 2010). Mezi jejich základní fyziologické funkce patří indukce prodlužovacího růstu i stimulace dělení, gravitropismus a fototropismus, apikální dominance, zakládání postranních a adventních kořenů. Také se účastní opadu plodů a listů (Dřímlová, 2005). Vlivem gravitace či jednostranného osvětlení dochází k nerovnoměrné distribuci auxinů a v důsledku toho k nerovnoměrnému růstu a ohybu rostliny (Vaněk et al., 2012).

Fytohormony začínají působit již při velmi nízkých koncentracích. Podle použité koncentrace pak mohou působit stimulačně, retardačně až dokonce likvidačně (Štranc et al., 2010a). Například ke stimulaci růstu dochází při koncentraci IAA v rozmezí 10^{-7} – 10^{-5} mol.l⁻¹. Vyšší koncentrace inhibují růst zvýšenou tvorbou ethylenu (Chandler, 2009).

1.4.3 Extrakty z mořských řas

Hlavní účinné látky extraktů z mořských řas jsou fytohormony auxiny a cytokininy, kde je určující hlavně jejich poměr. Tyto extrakty se připravují především z hnědých řas. Podporují růst kořenů, optimální vývoj a růst rostlin, zvyšují výnos a kvalitu produkce (Trčková, 2010).

Nejvýznamnější hnědou řasou je *Ascophyllum nodosum*, jež 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 osidluje pobřeží od Barentsova a Bílého moře až k Portugalsku (Miller et al., 2004; South et Hill, 1970).

V řase *Ascophyllum nodosum* byly potom objeveny volné cytokininy, purinové báze a jejich nukleosidy, ABA i IAA (Kingman et Moore, 1982). Mořské řasy obsahují též všechny hlavní rostlinné živiny, stopové prvky a široké spektrum vitamínů (např. B, C, D, E, K, niacin), které mohou být využívány rostlinami (Crouch et Staden, 1993). Též 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, ječmene i kukuřice.

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

Každoročně je vyprodukováno přes 15 milionů tun řasových produktů, z nichž je značná část použita pro výrobu nutričních doplňků, biostimulantů nebo biohnojiv (Khan et al., 2009).

2 Metodika

2.1 Informace o pokusném stanovišti Ročov

Zemědělské družstvo Podlesí Ročov hospodaří na ploše 1550 ha. Tento podnik je orientován na rostlinnou i živočišnou výrobu. Převažuje pěstování ozimé pšenice (300 ha) a chmele (265 ha). Pro živočišnou výrobu družstvo disponuje 300 ha pastvin. Nemalou část výměry tvoří také řepka olejka (200 ha). Na zbývající ploše podnik pěstuje ječmen ozimý a kukuřici.

2.1.1 Základní informace o stanovišti ZD Podlesí Ročov

Chmelařská oblast: Žatecko

Lokalita: Ročov (okres Louny)

Geomorfologie území: Česká křídová pánev

Nadmořská výška: 441 m

Spon: 280 x 80 cm

Směr chmelových řadů: sever – jih

Poloha: rovina

Půdní typ: hnědozem

Půdní druh: středně těžká

Výsledky AZP (z roku 2014): pH – 6,1; P – 167 ppm; K – 447 ppm, Mg – 163 ppm, Ca – 2024 ppm, S – 64 ppm

Obsah humusu: humus střední kvality (2,1 %)

Klima oblasti: mírně teplý region

průměrná roční teplota 12,5 °C, roční úhrn srážek 297 mm

2.1.2 Základní informace o pokusu

Odrůda – klon: Žatecký poloraný červeňák (klon 72)

Rok výsadby: 1990

Počet variant: 8

Aplikační technika: rosič Laser Futura 2000

Velikost pokusné parcely: 0,2 ha

2.1.3 Agrotechnika

15. 10. 2015 Hnojení: kravský hnůj (80 t/ha).

15. 03. 2016 Hnojení: Kieserit (150 kg/ha).

15. 03. 2016 Hnojení: Draselná sůl (150 kg/ha).

07. 04. 2016 Řez chmele.

10. 05. 2016 Ochrana proti lalokonosci libečkovému – Actara (100 g/ha).

12. 05. 2016 Ochrana proti peronospoře chmelové – Alliette 80 WG (1 kg/ha).

12. – 15. 05. 2016 Zavádění chmele.

26. 05. 2016 Přiorávka chmele.

09. 06. 2016 Ochrana proti peronospoře chmelové – Curzate K (1,5 kg/ha) + Alliette 80 WG (1 kg/ha).

09. 06. 2016 Ochrana proti mšici chmelové – Teppeki (90 g/ha).

16. 06. 2016 Hnojení: Ledek amonný (200 kg/ha).

24. 06. 2016 První termín aplikace sledovaných látek.

25. 06. 2016 Ochrana proti peronospoře chmelové – Alliette 80 WG (1,5 kg/ha).

30. 06. 2016 Hnojení: Ledek amonný (200 kg/ha).

08. 07. 2016 Ochrana proti peronospoře chmelové – Bellis (2 kg/ha) + Curzate K (4 kg/ha).

12. 07. 2016 Ochrana proti mšici a svilušce chmelové – Movento (1 l/ha).

18. 07. 2016 Druhý termín aplikace sledovaných látek.

21. 07. 2016 Ochrana proti peronospoře chmelové – Cuprozin progress (5 l/ha).

28. 08. 2016 Termín sklizně pokusu.

2.2 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.

2.2.1.1 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 ppm, P – 291 ppm, K – 438 ppm, Mg – 256 ppm, Ca – 1567 ppm, S – 114 ppm (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

2.2.1.2 Základní informace o pokusu

Odrůda – klon: Žatecký poloraný červeňák (klon 72)

Rok výsadby: podzim 2010

Počet variant: 8

Aplikační technika: rosič Monzun 1540

Velikost pokusné parcely: 1,9 ha

2.2.1.3 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 (1 kg/ha) + Ochrana proti lalokonosci libečkovému – Actara 25 WG (100 g/ha).

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 (1,5 kg/ha) + Ochrana proti mšici chmelové – Teppeki (90 g/ha).

15. 06. 2014 Ochrana proti peronospoře chmelové – Curzate K (1,5 kg/ha) + Mimokořenová výživa – Vegaflor.

20. 06. 2014 Ochrana proti svilušce chmelové – Nissorun 10 WP (1,5 kg/ha).

22. 06. 2014 Ochrana proti peronospoře chmelové – Ortiva 1 l/ha).

27. 06. 2014 Ochrana proti padlímu chmelovému – Lynx (0,75 l/ha).

04. 07. 2014 První termín aplikace biologicky aktivních látek.

15. 07. 2014 Ochrana proti peronospoře chmelové – Bellis (2 kg/ha) + Ochrana proti mšici a svilušce chmelové – Movento (150 OD 1 l/ha).

18. 07. 2014 Druhý termín aplikace biologicky aktivních látek.

09. 08. 2014 Ochrana proti peronospoře chmelové – Flowbrix (3,5 l/ha).

23. 08. 2014 Termín sklizně pokusu.

2.3 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.

2.3.1.1 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 ppm, K – 347 ppm, Mg – 188 ppm, Ca – 2940 ppm, S – 9 ppm
(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

2.3.1.2 Základní informace o pokusu

Odrůda – klon: Žatecký poloraný červeňák (klon 72)

Rok výsadby: podzim 2013

Počet variant: 8

Aplikační technika: rosič Kertitox

Velikost pokusné parcely: 1,8 ha

2.3.1.3 Agrotechnika

22. 03. 2014 Hnojení: LAV (300 kg/ha).

02. 05. 2014 Ochrana proti peronospoře chmelové – Alliette 80 WG (1,5 kg/ha).

08. 05. 2014 Zavádění chmele.

22. 05. 2014 Ochrana proti peronospoře chmelové – Curzate K (1,5 kg/ha).

26. 05. 2014 Přiorávka chmele.

06. 06. 2014 Ochrana proti mšici chmelové – Teppeki (90 g/ha) + Ochrana proti peronospoře chmelové – Ridomil (1,5 kg/ha).

23. 06. 2014 Ochrana proti peronospoře chmelové – Ortiva (1 l/ha) + Curzate K (1,5 kg/ha).

23. 06. 2014 První termín aplikace sledovaných látek.

04. 07. 2014 Ochrana proti mšici chmelové – Movento 150 OD (1 l/ha).

18. 07. 2014 Druhý termín aplikace sledovaných látek.

18. 07. 2014 Ochrana proti peronospoře chmelové – Ortiva (1 l/ha) + Curzate K (1,5 kg/ha).

06. 08. 2014 Termín sklizně pokusu.

2.4 Průběh pokusu

2.4.1 Aplikace biologicky aktivních látek

Metodika tohoto poloprovozního pokusu zahrnuje 8 variant (odpovídá 8 chmelovým řadám) ve dvou opakováních. Sedmá varianta byla kontrolní, bez použití biologicky aktivních látek. V ostatních sedmi variantách byla použita vždy jedna biologicky aktivní látka (dle tabulky č. 4). Výživa a pesticidní ošetření byly ve všech osmi variantách naprosto stejné.

Tab. 4: Aplikované biologicky aktivní látky.

Chmelová řada	Biologicky aktivní látka	Dávka
1	<i>Ascophyllum nodosum</i>	0,5 kg/ha
2	Huminové kys. + trochu FK	0,5 kg/ha
3	Čistý auxin	5 ml/ha
4	Fulvokyseliny	0,5 kg/ha

5	Lexin	0,25 l/ha
6	Lignohumát Max	0,4 l/ha
7	Kontrola	
8	Lexenzym	0,25 l/ha

Charakteristika přípravků použitých v pokusu podle Procházky (2017):

- Lexenzym – koncentrát huminových kyselin a fulvokyselin obohacený o prekurzory fytohormonů, vitamíny a enzymy.
- Lexin – koncentrát huminových kyselin, fulvokyselin a auxinů.
- Lignohumát B – směs huminových kyselin a fulvokyselin v poměru 1:1.

První aplikace výše uvedených biologicky uvedených látek byla provedena na chmelnici v Ročově 24. 6. 2016 v dopoledních hodinách. Chmel se nacházel ve fázi konce dlouhivého růstu – BBCH 39, rostlina dosáhla plně stropu konstrukce. Aplikace jednotlivých látek byla realizována rosičem Laser Futura 2000. Pořadí aplikace bylo dle tabulky 4. Byla ošetřena vždy celá varianta najednou. Mezi jednotlivými variantami byla boční izolace dva chmelové řady. Přední a zadní izolace byla vždy jedno „okno“ chmelové konstrukce. Druhá aplikace biologicky aktivních látek proběhla 18. 7. 2016, vzhledem k vysokým teplotám v brzkých ranních hodinách. Chmel se nacházel ve fázi kvetení – BBCH 63, což odpovídá 30 % vývoje květu. Postup rosiče i dávka látek byly naprosto totožné s první aplikací.

Obr. 1: Aplikace biologicky aktivních látek v lokalitě Ročov (Autor, 2016).



2.4.2 Sledované parametry

Po aplikaci biologicky aktivních látek byly sledovány tyto 3 parametry:

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

2.4.3 Měření sledovaných parametrů v lokalitě Ročov (2016)

Obsah chlorofylu byl měřen Yara N-testerem – 3x na révových listech a 2x na pazochových listech. Termíny měření obsahu chlorofylu probíhaly v těchto fázích růstu chmele: BBCH 39 (30. 6. 2016), BBCH 63 (18. 7. 2016) a BBCH 71 (2. 8. 2016), které odpovídalo začátku hlávkování. V každé chmelové řadě bylo provedeno měření na pěti rostlinách po deseti opakováních. Naměřený údaj vyjadřuje relativní množství chlorofylu v listech. Obsah chlorofylu je uváděn v chlorofylmetrických jednotkách (bezrozměrné číslo).

Rozbor chmelových hlávek byl proveden po dvou odběrech: 12. 8. 2016 (BBCH 71 – začátek hlávkování) a 26. 8. 2016 (BBCH 87 – 70 % vyzrálých hlávek). Z několika náhodně zvolených chmelových rostlin byl z výšky pěti metrů odebrán vzorek chmelových hlávek. Tyto vzorky byly odvezeny ve vhodných pytlících do laboratoře V. F. Humulus v Hořesedlích, kde byl zjištěn obsah alfa a beta hořkých kyselin.

Obr. 2: Odebírání vzorku chmelových hlávek (Autor, 2016).



Skřízeň tohoto pokusu proběhla 28. 8. 2016. Ve všech z osmi variantách bylo odpočítáno a vyznačeno 100 chmelových rostlin. Z každé řady bylo těchto 100 chmelových rostlin strženo strhávačem a odvezeno návěsem ke stacionární česací lince. Zde byly očesané chmelové hlávky vloženy do chmelových žoků a pečlivě zváženy. Výnos suchého chmele byl poté přepočítán na 10% vlhkost chmele.

Obr. 3: Sklizeň pokusné varianty (Autor, 2016).



Obr. 4: Česání hlávek pokusné varianty (Autor, 2016).



2.4.4 Měření sledovaných parametrů v lokalitě Hořesedly (2014)

První aplikace vybraných biologicky aktivních látek byla provedena na chmelnicích v Hořesedlích rosičem Monzun dne 4. 7. 2014 v ranních hodinách. Přední a zadní izolace byla

taktéž vždy jedno „okno“ chmelové konstrukce. Druhá aplikace biologicky aktivních látek proběhla 18. 7. 2014 v ranních hodinách.

Měření N-testerem proběhlo 24. 7. 2014 a 31. 7. 2014 na pazochových i révových listech.

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. Chmel z každé pokusné 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.

2.4.5 Měření sledovaných parametrů v lokalitě Tuchořice (2014)

Aplikace osmi vybraných biologicky aktivních látek v lokalitě Tuchořice 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 pazochových i révových listech.

Vzorek chmelových hlávek byl odebrán ve dnech 12. 8. 2014 a 1. 9. 2014, a to z náhodně vybraných rostlin z výšky pěti metrů 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.

2.5 Průběh počasí

2.5.1 Průběh počasí 2015/2016

Říjen 2015 patřil k srážkově (v průměru 52 mm) i teplotně normálním měsícům se slabým slunečním svitem. Výkyvy průběhu počasí neprospívaly zakořeňování ozimů. Listopad byl teplotně silně nadnormální (3 °C nad normálem), srážkově nadnormální a slunný (Štranc et al., 2017).

Zimní období 2016/2015 bylo velmi teplé a srážkově normální. Po mimořádně suchém létě došlo k vzestupu půdní vláhy, na druhou stranu však teplé počasí podpořilo rozvoj některých chorob a škůdců (Štranc et al., 2017).

Obvyklý průběh jarního počasí umožnil časně a kvalitní ošetření plodin. V druhé polovině dubna došlo k výraznému ochlazení, kdy se teploty v noci a ráno pohybovaly pod nulou (až -6 °C i v níže položených oblastech). Ačkoli měly tyto mrazy negativní vliv např. na meruňky, broskve, višně, vinnou révu, cukrovku, citlivější druhy zeleniny, mák nebo jahody (Štranc et al., 2017), pěstitelům chmele velmi pomohlo zpomalením růstu výhonů při zavádění chmele (Hejda, 2017).

Teplotně a srážkově normální a vcelku slunný květen prospěl většině plodin, i když v jeho polovině (15.—17.5.) se vyskytly ranní mrazíky. Na přelomu května a června přicházely četné bouřky i přívalové deště a řada polních plodin, ovocných sadů i chmelnic byla ve středních, severních a východních Čechách byla postižena krupobitím (Štranc et al., 2017). V některých lokalitách bylo bouřkami a krupobitím poničeno 130 až 150 hektarů chmele, na Kladensku došlo k totálnímu zničení 20 hektarů chmelnic (Hejda, 2017).

Produkční schopnost prakticky všech plodin posílil i srážkově normální, slunečním svitem bohatý a teplotně nadnormální červen. Červenec patřil k extrémnějším měsícům, celkově byl teplotně i srážkově nadnormální, s normálním slunečním svitem. Zejména ve druhé a třetí dekádě tohoto měsíce teploty silně kolísaly a vyskytovaly se četné srážky s lokálními bouřkami (Štranc et al., 2017). Na přelomu července a srpna spadlo při bouřkách se silným větrem na Žatecku a na Moravě celkem 23 hektarů chmelnic a jednotlivé štoky musely být pracně znovu navěšovány (Hejda, 2017).

Deštivější první dekáda srpna zkomplikovala sklizeň ozimé řepky a obilnin, ve druhé dekádě srpna však došlo k výraznému ochlazení a srážky poklesly na minimum. Přelom druhé

a třetí dekády srpna byl opět deštivý. Srpen lze hodnotit jako teplotně normální, srážkově podnormální a s bohatým slunečním svitem (Štranc et al., 2017).

Teplé počasí s častými dešti až do období sklizně mělo vliv na rychlý a bujný vývoj rostlin, ale také podpořilo šíření plísňových chorob. Především mladé chmelnice přerůstaly, zahušťovaly se a v horních částech zavíraly, což mělo za následek špatné kvetení, nasazení hlávek i ztížení ošetření těchto porostů. Sklizeň chmele naplno propukla 20. srpna. Sklizeň trvala o polovinu delší dobu než předchozí rok vzhledem k silnému habitu rostlin (Hejda, 2017).

Podle Ježka (2017) lze souhrnně agrometeorologický rok 2015/2016 v žatecké oblasti hodnotit teplotně jako mimořádně teplý (s kladným rozdílem teplot +1,9 °C oproti normálu) a srážkově jako vlhký (115 % srážek normálu).

2.5.2 Průběh počasí 2013/2014 (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, přivalové 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.

3 Výsledky

3.1 Obsah chlorofylu v listech

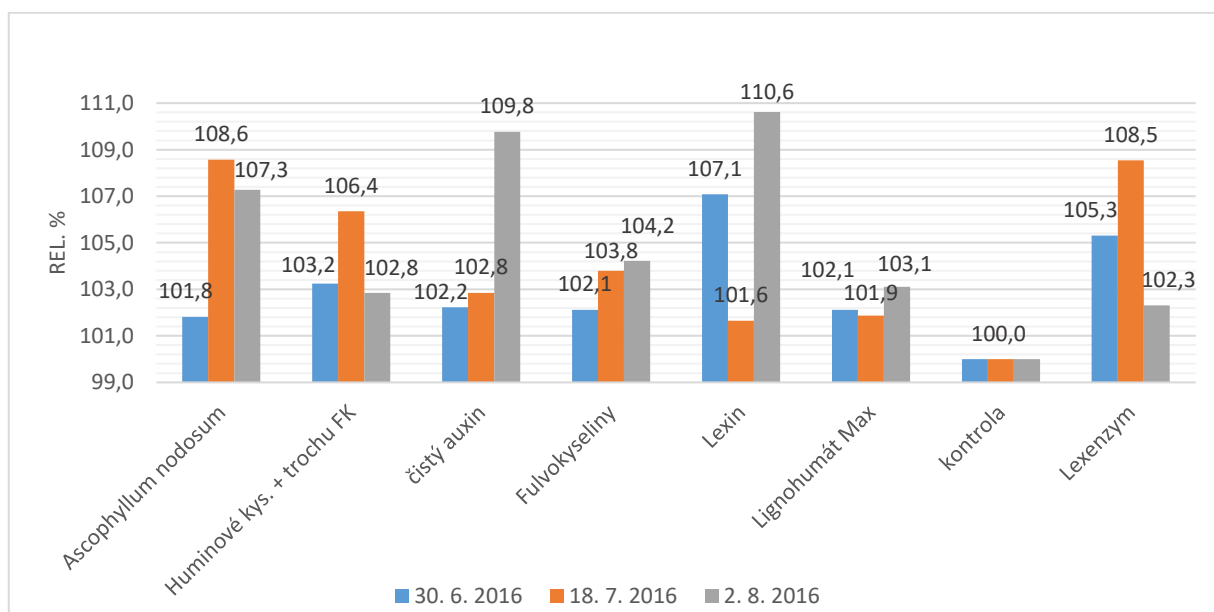
3.1.1 Obsah chlorofylu v révových listech

Nejvyšší obsah chlorofylu v révových listech v lokalitě Ročov byl prvním měřením dne 30. 6. 2016 zjištěn u pokusné varianty s přípravkem Lexin (107,1 %) a Lexenzym (105,3 %). Vyšší obsah chlorofylu byl změřen u varianty se směsí huminových kyselin s trochou fulvokyselin (103,2 %) a u varianty s čistým auxinem (102,2 %). Dále byl shodně změřen obsah chlorofylu u varianty s Lignohumátem Max a s čistými fulvokyselinami (102,1 %). Méně chlorofylu bylo změřeno u extraktu z řasy *Ascophyllum nodosum* (101,8 %). U kontrolní varianty byl zjištěn nejnižší obsah chlorofylu, který byl výchozí, tudíž 100 %.

Ve druhém měření dne 18. 7. 2016 byl největší obsah chlorofylu naměřen u varianty s aplikovaným extraktem z řasy *Ascophyllum nodosum* (108,6 %) a s přípravkem Lexenzym (108,5 %). Vyšší obsah chlorofylu vykazovala varianta huminových kyselin s přidavkem fulvokyselin (106,3 %), s fulvokyselinami (103,8 %), s čistým auxinem (102,8 %) a s Lignohumátem Max (101,9 %). Největší propad od prvního měření vůči kontrole byl zaznamenán u přípravku Lexin (101,6 %). Nejnižší obsah chlorofylu byl naměřen u kontrolní varianty (100 %).

Třetí měření dne 2. 8. 2016 prokázalo nejvyšší obsah chlorofylu u varianty s aplikovaným přípravkem Lexin (110,6 %), u kterého došlo k nejvyššímu nárůstu oproti kontrole od druhého měření. Vysokého obsahu chlorofylu v révových listech dosáhly varianty s čistým auxinem (109,8 %) a extraktem z řasy *Ascophyllum nodosum* (107,3 %). Vyšší obsah chlorofylu prokázaly varianty s fulvokyselinami (104,2 %), s Lignohumátem Max (103,1 %), s huminovými kyselinami s trochou fulvokyselin (102,8 %) a varianta s přípravkem Lexenzym (102,3 %). Nejnižší obsah chlorofylu byl změřen u kontrolní varianty, který byl výchozí, tudíž 100 %.

Graf 1: Obsah chlorofylu v révových listech (Ročov, 2016).

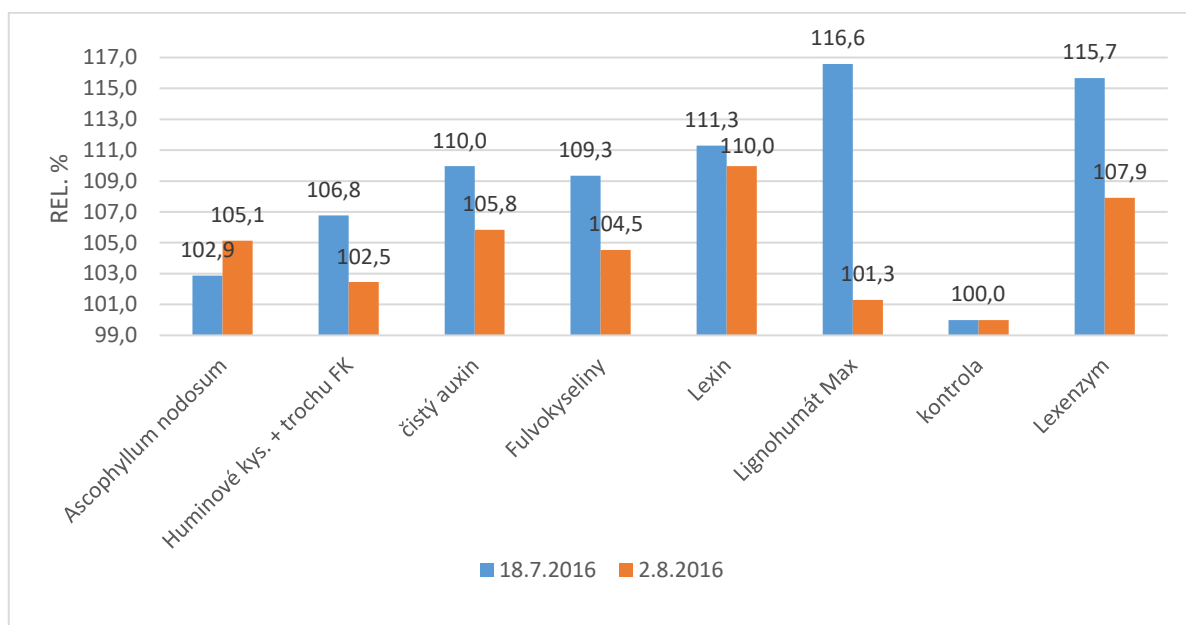


3.1.2 Obsah chlorofylu v pazochoových listech

U pazochoových listů v lokalitě Ročov byl dne 18. 7. 2016 změřen nejvyšší obsah chlorofylu u pokusné varianty s Lignohumátem Max (116,6 %). Vysoký obsah chlorofylu vykazovala také varianta s přípravky Lexenzym (115,7 %) a Lexin (111,3 %). Vyšší obsah chlorofylu vykazovala varianta s čistým auxinem (110 %), s fulvokyselinami (109,3 %), s huminovými kyselinami s přidavkem fulvokyselin (106,8 %) a extrakt z řasy *Ascophyllum nodosum* (102,9 %). U kontrolní varianty byl zjištěn nejnižší obsah chlorofylu, který byl výchozí, tudíž 100 %.

Při druhém měření dne 2. 8. 2016 byl naměřen nejvyšší obsah chlorofylu u pokusné varianty s přípravkem Lexin (110 %), následovaný variantou s Lexenzymem (107,9 %). Vysoký obsah chlorofylu byl zjištěn u varianty s čistým auxinem (105,8 %), s extraktem z řasy *Ascophyllum nodosum* (105,1 %) a s fulvokyselinami (104,5 %). Dále vyšší obsah chlorofylu vykazovala varianta s aplikovanými huminovými kyselinami s trochou fulvokyselin (102,5 %) a Lignohumátem Max (101,3 %). Nejnižší obsah chlorofylu byl změřen u kontrolní varianty, který byl výchozí, tudíž 100 %.

Graf 2: Obsah chlorofylu v pazochoových listech (Ročov, 2016).

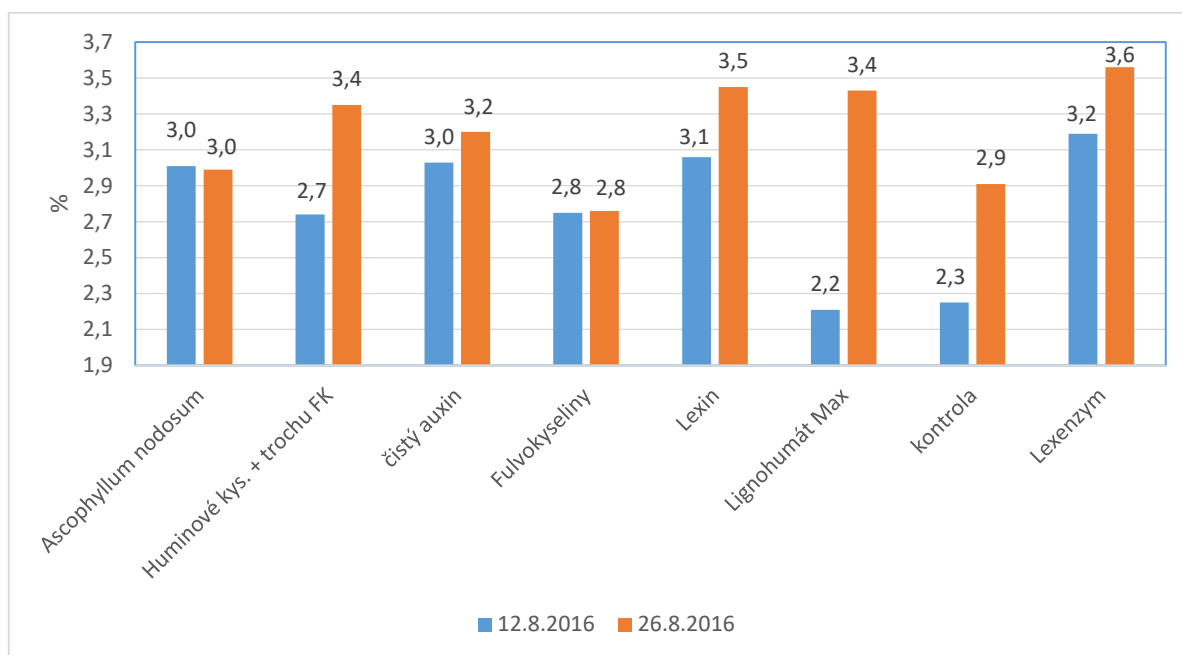


3.2 Obsah alfa hořkých kyselin

Z grafu 3 vyplývá, že při prvním měření dne 12. 8. 2016 v lokalitě Ročov byl nejvyšší obsah alfa hořkých kyselin naměřen u pokusné varianty s Lexenzymem (3,2 %), těsně následovaným přípravkem Lexin (3,1%). Za nimi se umístily shodně varianty s extraktem z řasy *Ascophyllum nodosum* a s čistým auxinem (3 %). S větším odstupem následuje varianta s přípravkem s fulvokyselinami (2,8 %) a směsí huminových kyselin s trochou fulvokyselin (2,7 %). Nižší obsah alfa hořkých kyselin než kontrolní varianta (2,3 %) vykazoval přípravek Lignohumát Max (2,2 %).

Při druhém měření dne 26. 8. 2016 byl nejvyšší obsah alfa hořkých kyselin zjištěn taktéž u pokusné varianty s Lexenzymem (3,6 %). Velmi vysokých hodnot těchto látek také dosahovaly varianty s přípravkem Lexin (3,5 %) a Lignohumát Max (3,4 %), u kterého došlo k významnému zvýšení oproti prvnímu měření. Stále vysoký obsah alfa hořkých kyselin byl naměřen u varianty huminových kyselin s přidavkem fulvokyselin (3,4 %), s čistým auxinem (3,2 %) a s extraktem z řasy *Ascophyllum nodosum* (3 %). Nižší obsah alfa hořkých kyselin než kontrolní varianta (2,9 %) vykazovala varianta se samotnými fulvokyselinami (2,8 %).

Graf 3: Obsah alfa hořkých kyselin (Ročov, 2016).



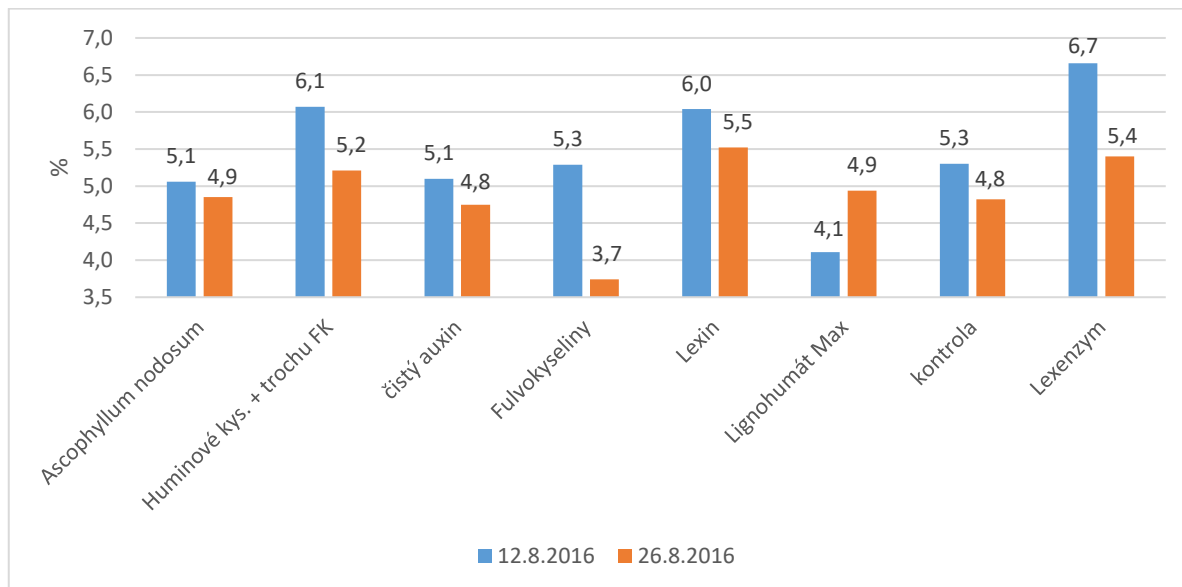
3.3 Obsah beta hořkých kyselin

Při prvním měření v lokalitě Ročov dne 12. 8. 2016 byl zjištěn nejvyšší obsah beta hořkých kyselin u varianty s aplikovaným přípravkem Lexenzym (6,7 %). Vysoký obsah beta hořkých látek vykazovala varianta s huminovými kyselinami s trochou fulvokyselin (6,1 %) a také s přípravkem Lexin (6, %). S větším odstupem ukazovala vyšší obsah těchto látek kontrolní varianta (5,3 %) a varianta s fulvokyselinami (5,3 %). Nižší obsah beta hořkých kyselin byl změřen u varianty s čistým auxinem (5,1 %), extraktu z řasy *Ascophyllum nodosum* (5,1 %) a varianty s přípravkem Lignohumát Max (4,1 %).

Dne 26.8. 2016 byl změřen nejvyšší obsah beta hořkých kyselin u pokusné varianty s přípravkem Lexin (5,5 %). Vysoké obsahy těchto kyselin vykazovala varianta s přípravkem Lexenzym (5,4 %) a s huminovými kyselinami s trochou fulvokyselin (5,2 %). Vyšší obsahy beta hořkých kyselin byly naměřeny u varianty s přípravkem Lignohumát Max (4,9 %) a s extraktem z řasy *Ascophyllum nodosum* (4,9 %). Dále byla změřen obsah beta hořkých kyselin u kontrolní varianty (4,8 %). Nižší obsahy byly zaznamenány u varianty s čistým auxinem (4,8 %) a s fulvokyselinami (3,7 %).

Obsah beta hořkých kyselin byl měřen pouze v lokalitě Ročov v roce 2016. Došlo k rozšíření o tento parametr oproti pokusům v roce 2014 v lokalitě Ročov a Tuchořice.

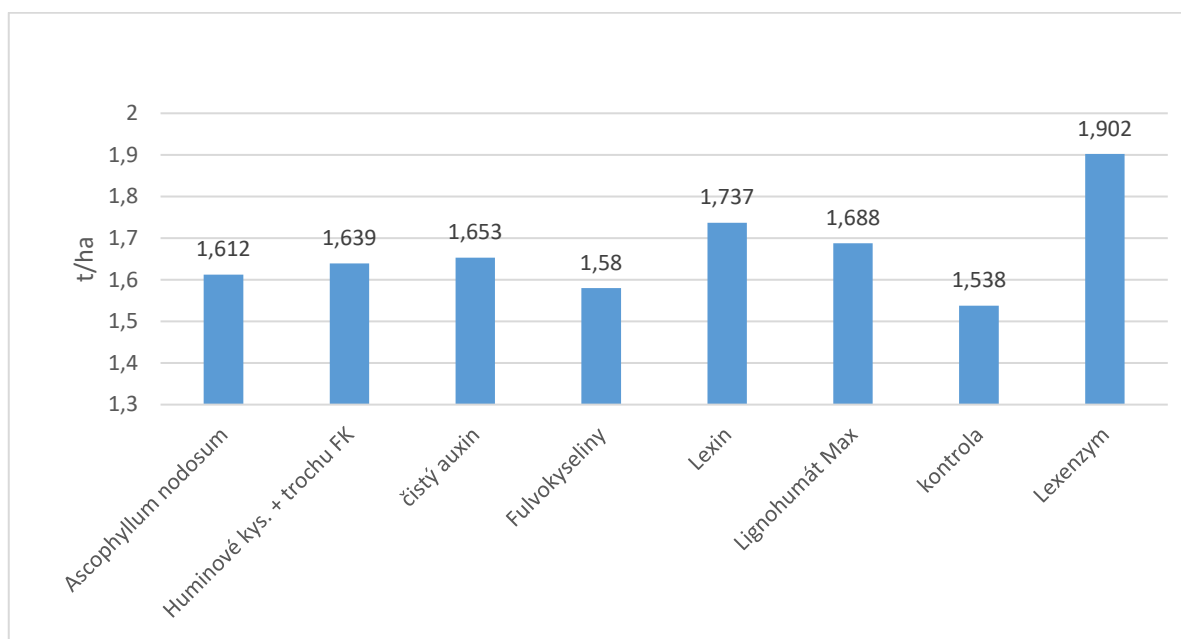
Graf 4: Obsah beta hořkých kyselin (Ročov, 2016).



3.4 Výnos hlávek suchého chmele

Nejvyšší výnos suchého chmele byl zjištěn na pokusném stanovišti Ročov u varianty s Lexenzymem (1,902 t/ha), následovaný variantou s přípravkem Lexin (1,737 t/ha). Vyšší výnos byl stanoven u pokusné varianty s Lignohumátem Max (1,688 t/ha) a s čistým auxinem (1,653 t/ha). Za nimi se umístil stále s vyššími výnosy extrakt z řasy *Ascophyllum nodosum* (1,612 t/ha), dále varianta s huminovými kyselinami s přidavkem fulvokyselin (1,639 t/ha) a varianta se samotnými fulvokyselinami (1,58 t/ha). Ze sledovaných variant nejnižší výnos suchého chmele byl zjištěn u kontrolní varianty (1,538 t/ha).

Graf 5: Výnos hlávek suchého chmele (Ročov 26. 8. 2016).

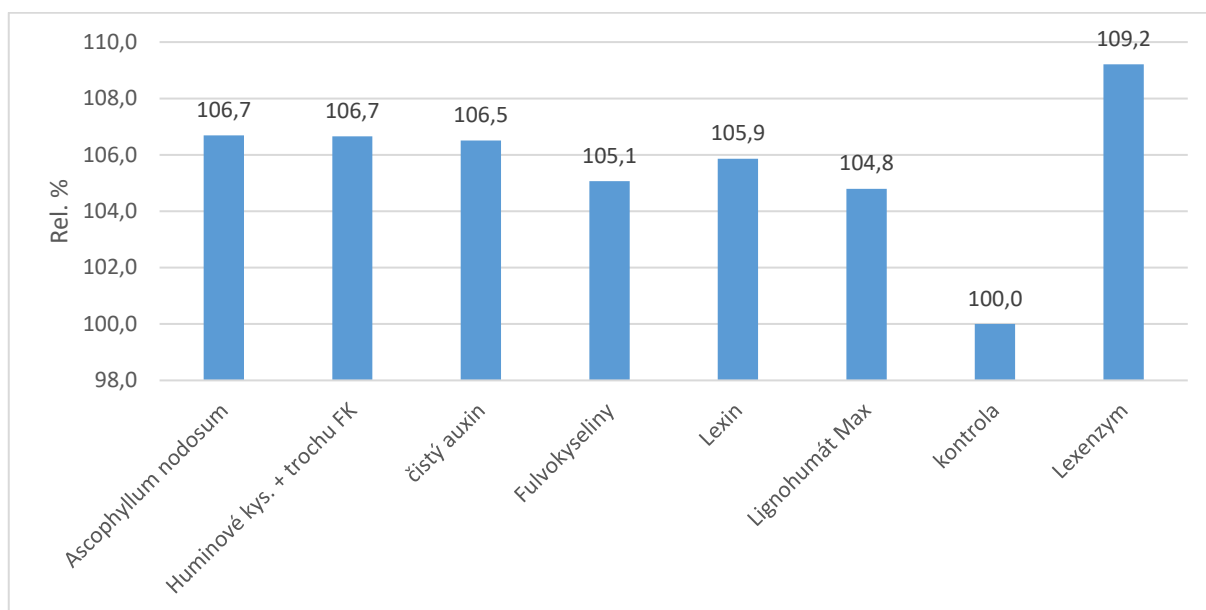


3.5 Výsledky ze všech tří lokalit (Ročov, Hořesedly, Tuchořice)

3.5.1 Obsah chlorofylu v révových listech

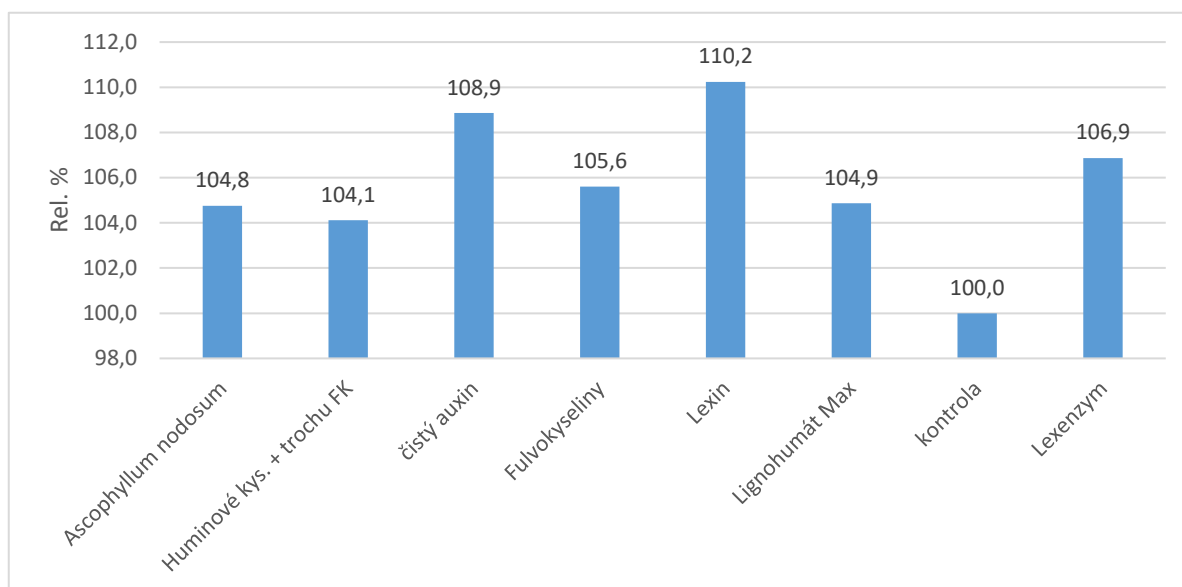
Nejvyšší obsah chlorofylu (průměr ze tří lokalit) v révových listech v lokalitách Ročov, Hořesedly a Tuchořice byl zjištěn při prvním měření u pokusné varianty s přípravkem Lexenzym (109,2 %). Vysoký obsah chlorofylu byl shodně změřen u extraktu z řasy *Ascophyllum nodosum* a huminových kyselin s přidavkem fulvokyselin (106,7 %). Vyšší obsah chlorofylu vykazaly varianty s čistým auxinem (106,5 %), s přípravkem Lexin (105,9 %), s fulvokyselinami (105,1 %) a s přípravkem Lignohumát Max (104,8 %). U kontrolní varianty byl zjištěn nejnižší obsah chlorofylu, který byl výchozí, tudíž 100 %.

Graf 6: Obsah chlorofylu v révových listech – průměr 1. měření ze tří pokusných lokalit.



Ve druhém měření byl v těchto lokalitách největší obsah chlorofylu (průměr ze tří lokalit) naměřen u varianty s přípravkem Lexin (110,2 %). Vysoký obsah chlorofylu vykazovala varianta s čistým auxinem (108,9 %) a s přípravkem Lexenzym (106,9 %). Vyšší obsah chlorofylu byl změřen u varianty s čistými fulvokyselinami (105,6 %), s Lignohumátem Max (104,9 %), s extraktem z řasy *Ascophyllum nodosum* (104,8 %) a huminovými kyselinami s přídavkem fulvokyseliny (104,1 %). Nejnižší obsah chlorofylu byl shodně naměřen u kontrolní varianty (100 %).

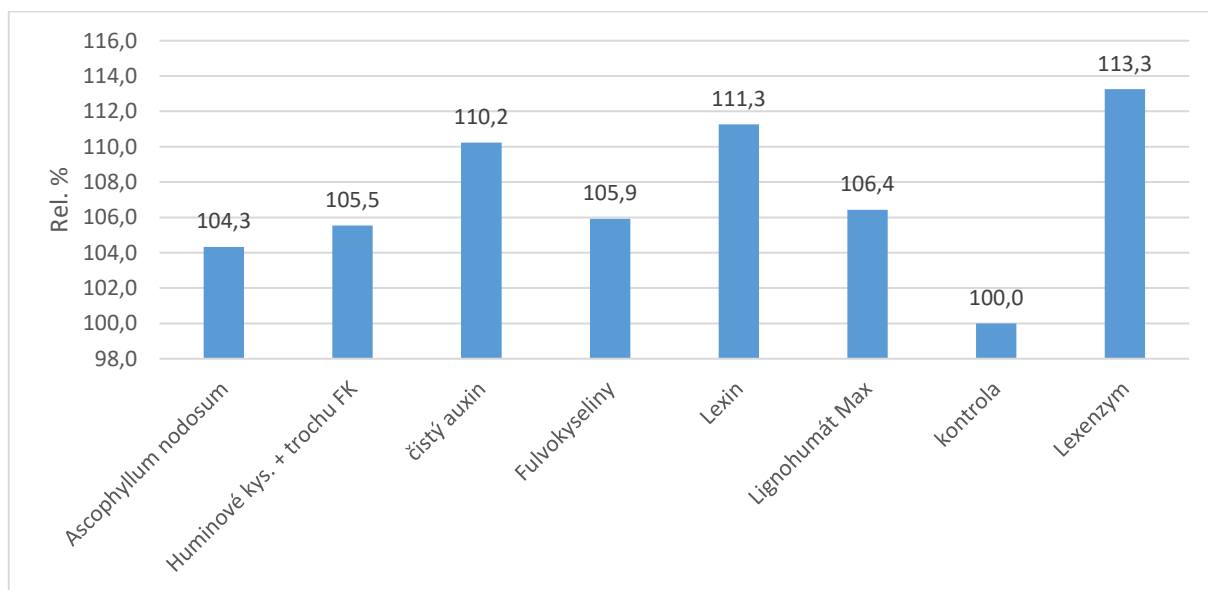
Graf 7: Obsah chlorofylu v révových listech – průměr 2. měření ze tří pokusných lokalit.



3.5.2 Obsah chlorofylu v pazochoých listech

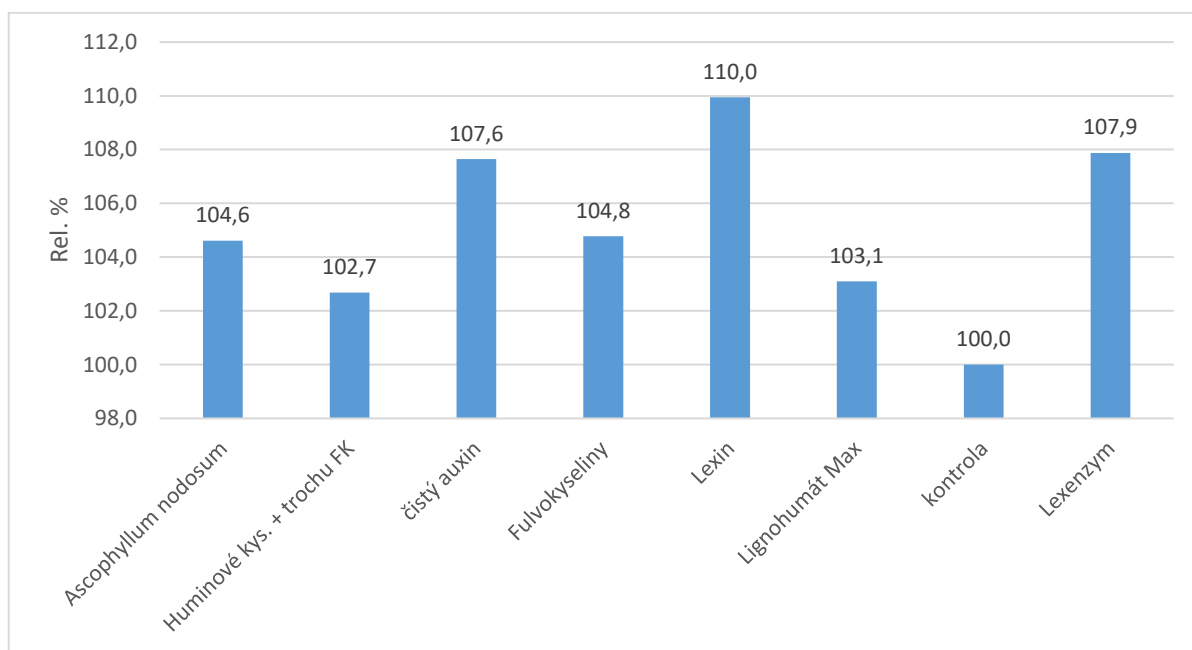
Nejvyšší obsah chlorofylu (průměr ze tří lokalit) v pazochoých listech byl pozorován u variant ošetřených přípravky Lexenzym (113,3 %) a Lexin (111,3 %). Vysoký obsah chlorofylu vykazala varianta s čistým auxinem (110,2 %), s přípravkem Lignohumát Max (106,4 %) a s fulvokyselinami (105,9 %). Vyššího obsahu chlorofylu bylo dosaženo u varianty s huminovými kyselinami s přidavkem fulvokyselin (105,5 %) a s extraktem z řasy *Ascophyllum nodosum* (104,3 %). U kontrolní varianty byl zjištěn nejnižší obsah chlorofylu, který byl výchozí, tudíž 100 %.

Graf 8: Obsah chlorofylu v pazochových listech – průměr 1. měření ze tří pokusných lokalit.



Při druhém měření byl naměřen průměrně nejvyšší obsah chlorofylu (průměr ze tří lokalit) u pokusné varianty s přípravkem Lexin (110 %), následovaný variantou s Lexenzymem (107,9 %). Vysoký obsah chlorofylu byl zjištěn u varianty s čistým auxinem (107,8 %), s fulvokyselinami (104,8 %) a s extraktem z řasy *Ascophyllum nodosum* (104,6 %). Dále vyšší obsah chlorofylu vykazala varianta s aplikovaným přípravkem Lignohumátem Max (103,1 %) a s huminovými kyselinami s trochou fulvokyselin (102,7 %). Nejnižší obsah chlorofylu byl změřen u kontrolní varianty, který byl výchozí, tudíž 100 %.

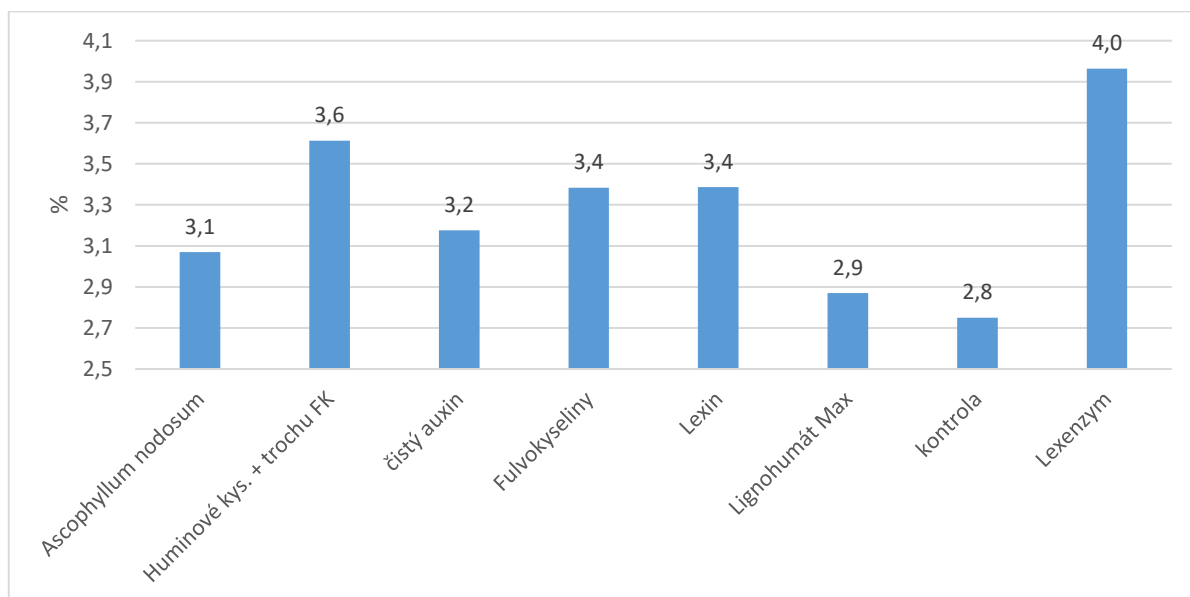
Graf 9: Obsah chlorofylu v pazochoových listech – průměr 2. měření ze tří pokusných lokalit.



3.5.3 Obsah alfa hořkých kyselin

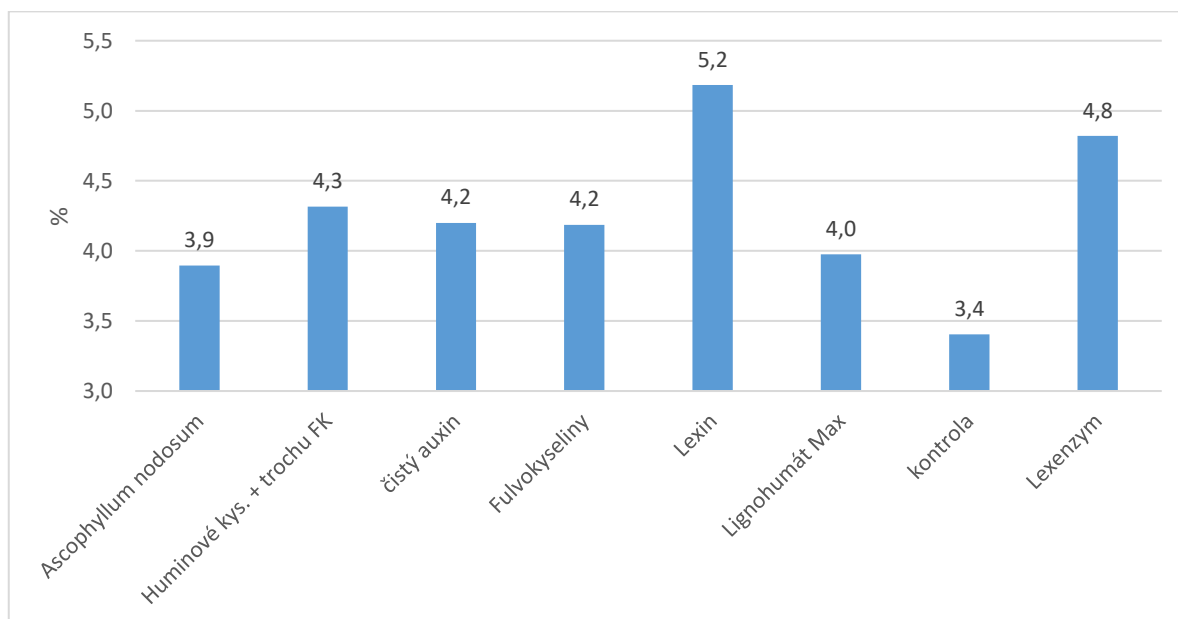
Při prvním měření v lokalitách Ročov, Hořesedly a Tuchořice byl nejvyšší obsah alfa hořkých kyselin (průměr ze tří lokalit) naměřen u pokusné varianty s Lexenzymem (4,0 %), následovaný směsí huminových kyselin s trochou fulvokyselin (3,6 %). Za nimi se umístily shodně varianty s čistými fulvokyselinami a přípravkem Lexin (3,4 %). Vyšší obsah alfa hořkých kyselin vykazala varianta s aplikovaným čistým auxinem (3,2 %), s extraktem z řasy *Ascophyllum nodosum* (3,1 %) a Lignohumátem Max (2,9 %). Nejnižší obsah alfa hořkých kyselin měla kontrolní varianta (2,8 %).

Graf 10: Průměr obsahu alfa hořkých kyselin (hm. %) – průměr 1. měření.



Při druhém měření byl nejvyšší obsah alfa hořkých kyselin (průměr ze tří lokalit) zjištěn u pokusné varianty s přípravkem Lexin (5,2 %). Velmi vysokých hodnot těchto látek také dosahovala varianta s přípravkem Lexenzym (4,8%) a Lignohumát Max (4,0 %). Stále vysoký obsah alfa hořkých kyselin byl naměřen u varianty huminových kyselin s přidavkem fulvokyselin (4,3 %) a shodně u variant s čistým auxinem a s fulvokyselinami (4,2 %). Vyšší obsah alfa hořkých kyselin vykazala varianta s přípravkem Lignohumát Max (4,0 %) a s extraktem z řasy *Ascophyllum nodosum* (3,9 %). Nejnižší obsah alfa hořkých kyselin byl zjištěn u kontrolní, tedy neošetřené varianty (3,4 %).

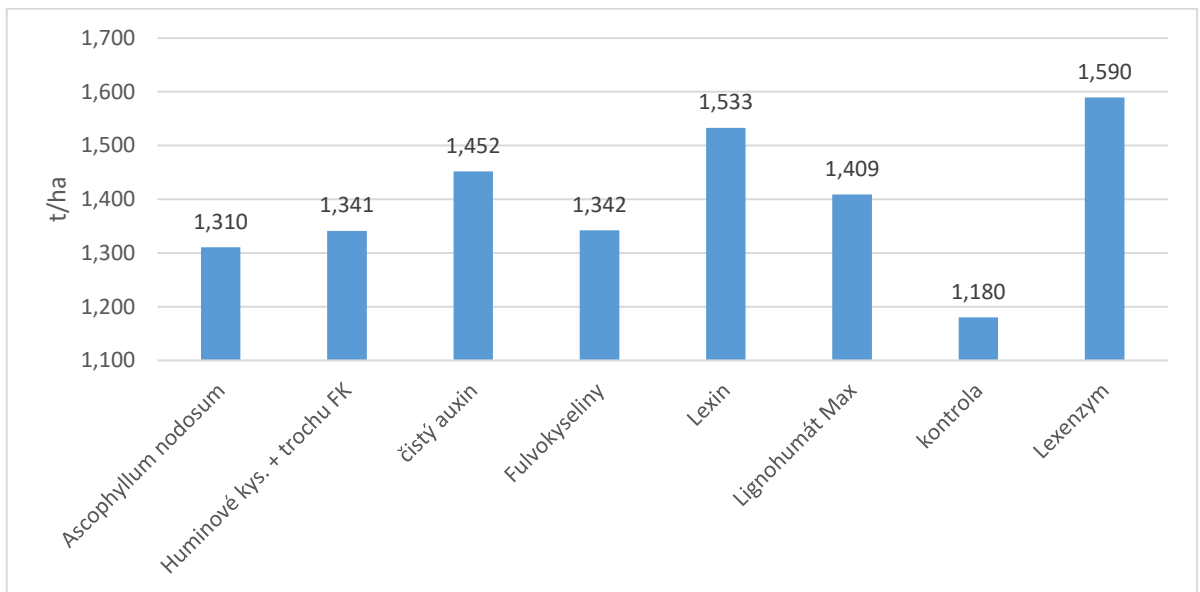
Graf 11: Průměr obsahu alfa hořkých kyselin (hm. %) – průměr 2. měření ze tří pokusných lokalit.



3.5.4 Výnos hlávek suchého chmele

Nejvyšší výnos suchého chmele (průměr ze tří lokalit) byl zjištěn na pokusných stanovištích Ročov, Hořesedly a Tuchořice u varianty s přípravkem Lexenzym (1,590 t/ha), následovaný variantou s přípravkem Lexin (1,533 t/ha). Vyšší výnos byl stanoven u pokusné varianty s čistým auxinem (1,452 t/ha) a s Lignohumátem Max (1,409 t/ha). Za nimi se umístila stále s vyššími výnosy varianta se samotnými fulvokyselinami (1,342 t/ha), varianta s huminovými kyselinami s přidavkem fulvokyselin (1,341 t/ha) a varianta s extraktem z řasy *Ascophyllum nodosum* (1,30 t/ha). Ze sledovaných variant nejnižší výnos suchého chmele byl zjištěn u kontrolní varianty (1,180 t/ha).

Graf 12: Výnos hlávek suchého chmele (t/ha) – průměr měření ze tří pokusných lokalit.



3.6 Statistické zpracování všech tří lokalit (Ročov, Hořesedly, Tuchořice)

Tab. 5.: Výsledky statistického zpracování kvalitativních parametrů chmelového porostu ve třech lokalitách, na který byly aplikovány biologicky aktivní látky.

Chmel	LEXZ	LEX	AU	LIG	FK	HK	ASC	UTC	MSD	N
Obsah chlorofylu v révových listech - 1. měření	49,41	48,86	48,56	46,63	47,52	47,13	47,90	44,90	0.9723	9
	a	ab	ab	d	cd	cd	bc	e		
Obsah chlorofylu v révových listech - 2. měření	50,53	51,97	51,39	49,49	49,89	49,11	48,70	47,19	2.0115	9
	abc	a	ab	bc	bc	cd	cd	d		
Obsah chlorofylu v pazochoových listech - 1. měření	43,49	43,22	42,52	41,18	40,94	40,96	40,67	38,84	1.2709	9
	a	a	a	b	b	b	b	c		
Obsah chlorofylu v pazochoových listech - 2. měření	47,27	47,39	47,61	45,23	45,93	45,48	45,76	43,66	1.9077	9
	abc	a	ab	de	bcd	cde	bcd	e		
Obsah alfa hořkých kyselin - 1. měření	3,97	3,40	3,17	2,87	3,40	3,61	3,07	2,76	0.2580	9
	a	bc	cd	ef	bc	bc	de	f		
Obsah alfa hořkých kyselin - 2. měření	4,83	5,19	4,20	3,97	4,20	4,33	3,90	3,40	0.2288	9
	b	a	c	de	cd	c	e	f		
Výnos	1,59	1,53	1,45	1,41	1,34	1,34	1,31	1,18	0.0313	9
	a	b	c	d	e	ef	f	g		

N - počet použitých pozorování; MSD - minimální průkazná diference; UTC - neošetřená kontrola; ASC - *Ascophyllum nodosum*; HK - huminové kyseliny; FK - fulvokyseliny; LIG - Lignohumát Max, AU - čistý auxin; LEX - Lexin; LEXZ – Lexenzym

Hodnoty se shodnými písmeny nejsou průkazně odlišné.

4 Diskuze

4.1 Obsah chlorofylu v listech

Na základě našich výsledků fyziologických měření pomocí Yara N-testeru lze říci, že všechny použité biologicky aktivní látky v tomto pokusu statisticky průkazně zvýšily obsah chlorofylu v listech (viz tab. 5). Také Lee a Barlett (1976) zjistili po aplikaci huminových látek při pokusech s kukuřicí setou navýšení obsahu chlorofylu v listech v této rostlině.

Z pokusů Štrance et al. (2008c) v lokalitě Siřejovice vyplývá, že Lexin výrazně zvyšoval chlorofyl v listech chmelové rostliny, a to zejména v pazochoových, které jsou oproti listům na hlavní révě chronologicky mladší. Štranc et al. (2014) uvádějí, že po aplikaci přípravku Lexin do rostlin sóji luštinaté v roce 2010 byl obsah chlorofylu větší oproti neošetřené variantě o 17,1 %, v roce 2011 o 22,1 % a v roce 2014 o 112,6 %, což koresponduje s našimi výsledky, kde nejintenzivněji zvyšoval obsah chlorofylu u pazochoových i révových listů (Graf 6, 7, 8, 9) přípravek Lexin, a to v obou ročnících pokusů. U pazochoových listů byl zjištěn nárůst obsahu chlorofylu vůči kontrole o 8,1 % v lokalitě Hořesedly (31. 7. 2014) a téměř o 10 % v lokalitě Ročov (2. 8. 2016). U listů révových zvyšoval přípravek Lexin obsah chlorofylu oproti neošetřené variantě o 7,2 % v lokalitě Hořesedly (31. 7. 2014) a v lokalitě Ročov dokonce o 10,6 % (2. 8. 2016).

V pokusech Štrance et al. (2014) se sójou luštinatou přípravek Lignohumát Max významně zvyšoval obsah chlorofylu v sóje. Aplikace tohoto přípravku zvýšila obsah chlorofylu vůči nešetřené variantě v roce o 12 %, v roce 2011 o 15,4 % a v roce 2014 o 5,1 %.

I když se jedná o jinou plodinu, došli Štranc et al. (2015) k podobným výsledkům, jakých jsme dosáhli my. U pazochoových listů zvýšil Lignohumát Max obsah chlorofylu oproti kontrole v průměru všech pokusných stanovišť o 6,4 % v prvním měření a o 3,1 % při druhém měření. U listů révových zvyšoval tento přípravek obsah chlorofylu vůči neošetřené variantě průměrně o 4,8 % při prvním měření a o 4,9 % při druhém měření. Tyto získané výsledky odpovídají tvrzení Zedníka (2011), že použitím Lignohumátu dochází u rostlin ke zvýšení aktivity fotosystému a tvorby chlorofylu.

Na základě dosažených výsledků hodnotí Procházka (2008) přípravky Lexin a Lignohumát jako perspektivní a velmi účinné stimulatory fotosynteticky aktivních pigmentů, které optimalizují nejen jejich tvorbu, ale i aktivitu. S touto skutečností, která mimo jiné potvrzuje údaje uváděné výrobcem, úzce souvisí produktivita fotosyntézy a celková metabolická aktivita ošetřených rostlin, včetně jejich vitality a zdravotního stavu.

Bartolo (2012) uvádí, že listová aplikace extraktů z mořských řas má za následek zvýšenou schopnost udržení hladiny chlorofylu, což vede k zelenějším rostlinám. Tento účinek vzniká v důsledku přítomnosti komplexní skupiny různých betain v extraktech z mořských řas, které pomáhají snižovat přirozeně vzniklé škody procesem fotosyntézy. Výzkum ukázal, že listová aplikace na rostliny má stejný efekt zvyšování hladiny chlorofylu a v mnoha případech dokázala dokonce zvýšit skutečnou hladinu chlorofylu v rostlinách. Také Khan et al. (2009) uvádí, že betain, jenž je součástí extraktu z mořských řas, může při ošetření tímto extraktem zvýšit obsah chlorofylu v rostlině. I Blunden et al. (1996) dokázal při svých pokusech, že aplikace vodního extraktu *Ascophyllum nodosum* měla za následek vyšší koncentrace chlorofylu v listech ošetřených rostlin ve srovnání s kontrolními rostlinami, které byly ošetřeny ekvivalentním objemem vody. Pozitivní výsledky získal s rostlinami rajčete, pšenice, ječmene i kukuřice. S podobnými výsledky přišli i Whapham et al. (1993), kteří zkoumali účinky extraktů z mořské řasy *Ascophyllum nodosum* na rostliny okurky. Učinili závěr, že ono zvýšení hladiny chlorofylu bylo způsobeno alespoň částečně betainy.

S těmito tvrzeními koresponduje i námi provedená aplikace extraktu z řas *Ascophyllum nodosum* na chmelové rostliny. U pazochoových listů zvýšil extrakt z řasy *Ascophyllum nodosum* obsah chlorofylu oproti kontrole v průměru všech pokusných stanovišť o 4,3 % při prvním měření a o 4,6 % při druhém měření. U listů révových zvyšoval tento přípravek obsah chlorofylu vůči neošetřené variantě průměrně o 6,7 % v prvním měření a o 4,8 % při druhém měření.

4.2 Obsah alfa hořkých kyselin

Nesvadba et al. (2012) uvádí, že průměrný obsah alfa hořkých kyselin se u Žateckého poloraného červeňáku pohybuje v rozmezí 2,5 – 4,5 % hm. Z tohoto pohledu lze hodnotit obsah na pokusném stanovišti v Hořesedlích i Ročově jako velmi dobrý.

Nejintenzivněji zvyšoval obsah alfa hořkých kyselin přípravek Lexin, a to oproti kontrole v průměru všech pokusných stanovišť o 17,65 % při prvním měření a o 34,6 při druhém měření (Graf 10 a 11).

Podobných výsledků dosáhli Štranc et al. (2008c) při měření obsahu alfa hořkých kyselin po dvou aplikacích přípravku Lexin v lokalitě Siřejovice. Došlo zde k nárůstu obsahu těchto kyselin o 48 % oproti kontrolní variantě.

Na pokusném stanovišti Hořesedly došlo při použití extraktu *Ascophyllum nodosum* ke zvýšení obsahu alfa hořkých kyselin o 38,7 % oproti kontrole (21. 8. 2014). V lokalitě Ročov bylo zaznamenáno zvýšení obsahu alfa hořkých kyselin o 2,7 % vůči neošetřené variantě (26. 8. 2016).

S našimi pokusy nekorrespondují výsledky Maťátka et Češky (2009), kteří prováděli rozsáhlý pokus s kapalným koncentrátem z řasy *Ascophyllum nodosum* v lokalitě Tuchořice. Při silném navýšení výnosu chmelových hlávek udržely rostliny stejný obsah alfa hořkých kyselin. Došli k závěru, že konduktometrická hodnota (KH) je těžce ovlivnitelná pomocnými látkami a při významném zvýšení výnosu může hodnota KH dokonce klesat.

4.3 Výnos hlávek suchého chmele

Tomášek (2014) zjistil u přípravku Lignohumát Max trend vyššího výnosu suché a zelené hmoty u silážní a zrnové kukuřice. Lignohumát Max zvyšoval výnos suché hmoty u zrnové kukuřice o 12,1 % (tzn. o 0,54 t/ha) a u silážní kukuřice o 7,4 % (tzn. o 0,93 t/ha). Domnívá se však, že v nepříznivých klimatických a stresových podmínkách mají huminové a fulvové kyseliny obsažené v Lignohumátu výraznější efekt na výnosové parametry kukuřice než při podmínkách pro růst kukuřice příznivých, které v tomto roce byly.

Urban (2014) uvádí, že při použití Lignohumátu Max došlo k navýšení výnosu bulev cukrovky při 16 % cukernatosti oproti kontrole o 2,3 %, což představuje významných 3,12 t/ha.

Štranc et al. (2005) vedli pokusy s ovlivňováním výnosu po aplikaci Lignohumátu B na velmi slabém porostu (po přísušku) v lokalitě Jimlín. Průměrný výnos suchých hlávek ve variantě ošetřené tímto přípravkem byl o 5 % větší než ve variantě kontrolní (0,609 t/ha).

V našich provedených pokusech byl použit Lignohumát Max, který je silnější než Lignohumát B. V Hořesedlích (2014) došlo k enormnímu nárůstu výnosu o 27,5 % oproti kontrolní variantě. V lokalitě Ročov (2016) byl zaznamenán nárůst výnosu o 9,75 % vůči variantě neošetřené (Graf 5).

V našich pokusech dopadly nejlépe přípravky Lexin a Lexenzym. V roce 2014 v lokalitě Hořesedly výnos nejvíce ovlivnil v porovnání s kontrolní variantou Lexin (o 40,9 %), následovaný Lexenzymem (o 37,1 %). V roce 2016 v lokalitě Ročov byl výnos neošetřené varianty o 23,7 % menší než varianta s Lexenzymem a o 13 % menší než varianta s přípravkem Lexin (Graf 5).

Štranc et al. (2008c) uvádějí, že aplikace přípravku Lexin v lokalitě Sirejovice navýšila výnos chmelových hlávek o 26 % vůči kontrolní variantě. Kontrolní varianta měla nadprůměrný výnos 1,325 t/ha a varianta s aplikovaným Lexinem silně nadprůměrných 1,668 t/ha.

5 Vyjádření k hypotézám

Hypotéza č. 1:

Listová aplikace biologicky aktivních látek v průběhu vegetace vede ke zvýšení produkce chmelových hlávek.

Tato hypotéza byla potvrzena po provedeném ekonomickém zhodnocení pokusu. Zvýšení produkce chmelových hlávek se odrazí na zvýšení tržeb chmele z jednoho hektaru.

Tab. 6.: Ekonomické zhodnocení pokusu.

Varianta	Výnos (t/ha)	Cena za 2 aplikační dávky přípravku (Kč/ha)	Tržba chmele (Kč/ha)	Tržba chmele po odečtení ceny za 2 aplikační dávky přípravku (Kč/ha)	Finanční přínos (Kč/ha)
Kontrola	1,538	0	307 600	307 600	0
Lignohumát Max	1,688	390	337 600	337 210	29 610
Lexin	1,737	720	347 400	346 680	39 080

Průměrná cena hlávkového chmele Žateckého poloraného červeňáku ze sklizně v roce 2016 se pohybovala okolo 200 000 Kč/t, proto je tato částka brána jako výchozí pro ekonomické zhodnocení.

Pěstители v Ročově vzrostly tržby po použití přípravku Lignohumát Max o 29 610 Kč/ha a po použití přípravku Lexin dokonce o 39 080 Kč/ha.

Biologicky aktivní látky se obvykle aplikují spolu s fungicidy či insekticidy, proto pěstители nevznikají další náklady na jejich samotnou aplikaci rosičem. Se zvýšením výnosu souvisí nárůst hmoty chmelových rostlin, což může prodloužit sklizeň a navýšit náklady za elektrickou energii, lidskou práci, naftu, sušení (LTO) či balení. V průběhu dalšího roku se musí provést adekvátní hnojení pro zachování vysokého výnosu, jelikož chmelové rostliny odebraly více živin. Tyto zvýšené náklady není možné vyčíslit (řádově se jedná stovky až tisíce korun na hektar), avšak lze předpokládat, že pro pěstitele představují příjemné starosti.

Hypotéza č. 2:

Listová aplikace biologicky aktivních látek má vliv na obsah a složení hořkých kyselin v hlávkách chmele.

Tato hypotéza byla také potvrzena. Všechny aplikované biologicky aktivní látky zvýšily obsah alfa i beta hořkých kyselin.

6 Závěr

Ze získaných výsledků vyplývá, že všechny aplikované biologicky aktivní látky působily pozitivně na obsah chlorofylu v listech, čímž navýšily výnos chmelových hlávek a současně zvýšily obsah alfa a beta hořkých látek. Byly tudíž potvrzeny rozdíly v reakci rostlin chmele otáčivého na aplikaci biologicky aktivních látek. Také obě navržené hypotézy byly potvrzeny.

Nejlépe působící biologicky aktivní látkou se ukázaly přípravky Lexin (založen na bázi auxinů, fulvokyselin a huminových kyselin) a Lexenzym (oproti Lexinu obsahuje navíc cytokininy, gibbereliny, extrakt z řasy *Ascophyllum nodosum*, řadu enzymů a prekurzorů fytohormonů). Tyto dva přípravky dosáhly nejlepších výsledků mimo jiné proto, že se jednalo o nejkompexnější z aplikovaných biologicky aktivních látek.

Závěrem lze říci, že po provedeném ekonomickém rozboru výnosu a nákladů můžeme plně doporučit používání těchto biologicky aktivních látek v praxi.

7 Literární zdroje

- Aitken, J. B., Senn, T. L. 1965. Seaweed products as a fertilizer and soil conditioner for horticulture crops. 8 (1).
- Anonym. 2016. Předběžné výsledky sklizně chmele [online]. Tisková konference chmel [cit. 26-01-2017]. Dostupné z: <http://www.czhops.cz/images/stories/download/tz_pedbn_vsledky_sklizn_chmele_092016.pdf>.
- Barborka, V. 2012. Chmelařská ročenka 2012. VÚPS. Praha. 319 s. ISBN 978-80-86576-45-9.
- Bartolo, L. Mořské řasy: vzácná surovina pro rostliny [online]. Agrobiosfer. 20. 2. 2012 [cit. 25-02-2017]. Dostupné z: <<http://www.agrobiosfer.cz/cz/morske-rasy-vzacna-surovina-pro-rostliny/104>>.
- Bamforth, C. W. 2004. Brewing new technologies. CRC Press. Boca Raton. ISBN: 978-0-8493-9159-0.
- Blunden, G., Jenkins, T., Liu, YW. 1996. Enhanced leaf chlorophyll levels in plants treated with seaweed extract. Journal of Applied Phycology. 8 (6). 535–543.
- 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 pивu. 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. 26-01-2017]. 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.
- Gaspar, T., Franck, T., Bisbis, B., Kevers, C., Jouve, L., Hausman, J.F., Dommes, J. 2002. Concepts in plant stress physiology. Application to plant tissue cultures. Plant Growth Regulation. 37 (3). 263-285.
- George, A., Bryant, B. 2001. Raising International Coordination to its Next Level. Proceedings of the Scientific Commission. I.H.G.C. Canterbury. ISSN 1814-2206.
- Hejda, L. 2017. Chmelařská ročenka 2017. Kvasný průmysl. Praha. 391 s. ISBN 978-80-86576-75-6.
- Hirt, H., Shinozaki, K. (eds.) 2004. Plant Responses to Abiotic Stress. Springer. Heidelberg. 300 s. ISBN: 3-540-20037-1.
- Hofta, P., Dostálek, P., Basařová, G., 2004. Xanthohumol – chmelové pryskyřice nebo polyfenoly? Chemické listy. 98. 825–830.
- Horejsek, J., Zich, M. 1990. Chmelařství. SZN. Praha. 285 s. ISBN 80-209-0125-6.
- Chandler, J.W. 2009. Auxin as compère in plant hormone crosstalk. Planta. 1 (231). 1-12.
- Ježek, J. Klapal, I., Krofta, K., Nesvadba, V., Patzak, J., Pokorný, J., Svoboda, P., Veselý, F., Vostřel, J. 2015. Chmel 2015. Petr Svoboda. ISBN: 978-80-86836-98-0.
- Karabín, M., Hudcová, T., Jelínek, L., Dostálek, P. 2012. Význam chmelových prenylflavonoidů pro lidské zdraví. Chemické listy. 106. 1095–1103.
- Kazda, J., Mikulka, J., Prokinová, E. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin. Profi Press. Praha. 400 s. ISBN: 978-80-86726-34-2.

- 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.
- Kiełbowicz-Matuk, A. 2012. Involvement of plant C₂H₂-type zinc finger transcription factors in stress responses. *Plant Science*. 185. 78-85.
- Kovařík, M. (ed). 2017. Chmelařská ročenka 2017. Kvasný průmysl. Praha. 391 s. ISBN 978-80-86576-75-6.
- 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.
- Kulik, A., Wawer, I., Krzywinska, E., Bucholc, M., Dobrowolska, G. 2011. SnRK2 Protein Kinases—Key Regulators of Plant Response to Abiotic Stresses. *OMICS – A Journal of Integrative Biology*. 15 (12). 859-872.
- 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.
- Krofta, K., Ježek, J., Klapal, I., Křivánek, J., Pokorný, J., Pulkrábek, J., Vostřel, J. 2012. Integrovaný systém pěstování chmele. *Časopis chmelařství*. ISBN: 978-80-86836-82-9.
- Larcher, W. 2003. *Physiological Plant Ecology: Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups*. Springer. Germany. 517 s. ISBN: 3-540-43516-6.
- Lee, Y., S., Barlett, J., R. 1976. Stimulation of plant growth by humic substances. *Soil science society of America journal*. 40. 876-879.
- 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., Āeřka, J. Chmel otáčivý – pokusy v kostce 2009 [online]. N.d. [cit. 25-01-2017]. Dostupné z: <<http://www.energen.info/files/pokusy/chmel-pokusy-v-kostce-2009-tuchorice-matatko-ceska.pdf>>.
- Mařátko, J., Āeřka, J. 2014. Seminář k agrotechnice chmele. Vápnění a organické hnojení chmele. 27-31. Āasopis Chmelařství. 77 s. ISBN: 978-80-86836-05-8.
- 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).
- Mittler, R. 2006. Abiotic stress, the field environment and stress combination. Trends in Plant Science. 11 (1). 15-19.
- Nejad T. S., Balshande A., Nasab S. B., Payande K. 2010. Effect of drought stress on corn root growth. Report and Opinion. 2 (2). 47-52.
- Nesvadba, V. 2009: Āeské odrůdy chmele. Chmelařství 7–9/2009. 67–70.
- 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.
- 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.
- Pavlová L. 2005. Fyziologie rostlin. Karolinum. Praha. 253 s. ISBN: 80-246-0985-1.
- Peacock, V. 1998. Fundamentals of hop chemistry. MBAA Technical Quarterly. 35 (1). 4-8.
- Piterková, J., Tománková, K., Luhová, L., Petřivalský, M., Peč, P. 2005. Oxidativní stres: Lokalizace tvorby aktivních forem kyslíku a jejich degradace v rostlinném organismu. Chemické listy. 99 (7). 455-466.

- Pokorný, J., Pulkrábek, J., Štranc, P., Bečka, D. 2011. Photosynthetic activity of selected genotype of hops (*Humulus lupulus* L.) in critical periods for yield formation. *Plant, Soil and Environment*. 57 (6). 264-270.
- Procházka, S. (ed.), Macháčková, I., Krekule, J., Šebánek, J., Gloser, J., Havel, L., Nátr, L., Prášil, I., Sladká, Z., Šantrůček, J., Tesařová, M., Vyskot, B. *Fyziologie rostlin*. 1998. Academia. Praha. 226-284. ISBN: 8020005862.
- Procházka, L. Čas huminových a stimulačních přípravku přichází [online]. *Green*. 17. 4. 2008 [cit. 26-02-2017]. Dostupné z: <<http://www.casopis-green.cz/articles/view/443-cas-huminovych-a-stimulacnich-pripravku-prichazi>>.
- Procházka, P. 2017. *Osivo a sadba*. Power Print. Praha. 276 s. ISBN: 978-80-213-2732-0.
- Prugar, J. 2008. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV. 327 s. ISBN: 978-80-86576-28-2.
- 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.
- Stevens, J.F., Ivancic, M., Hsu, V.L., Deinzer, M.L. 1997. Prenylflavonoids from *Humulus lupulus*. *Phytochemistry*. 44. 1575-1585.
- Šnobl, J.: Vztahy mezi výživou, výnosem a kvalitou chmelových hlávek. *Rostlinná výroba* 35, 1989 (10), s. 1079-1086.
- Štolcová, M. (ed.) 2009. *Speciální fytotechnika*. ČZU. Praha. 167 s. ISBN: 978-80-213-1893-9.

- 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, 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, P., Štranc, J., Jurčák, J., Štranc, D., Pázler, B. 2007c. Výsadba chmele. Kurent. Praha. 48 s. ISBN: 978-80-87111-02-4.
- Štranc, J., Štranc, P., Štranc, D., Perlík, Z. 2008a. Vliv zpracování půdy na rozvoj škodlivých činitelů polních plodin. Agromanuál. 7. 46-48.
- 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, 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, 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, J., Štranc, D., Štranc, P., Procházka, P. 2012a. Význam humusových kyselin pro život a produktivitu rostlin. Agromanuál. 7. 66-69.

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

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., Procházka, P., Štranc, D. 2014. Průběh počasí a výsledky odrůdových pokusů se sójou v roce 2014. Sborník Hluk. 31. Vyhodnocovací seminář Systém výroby řepky, Systém výroby slunečnice. ISBN: 978-80-87065-57-0.

Štranc, P., Štranc, J., Procházka, P., Štranc, D. 2017. Počasí a odrůdové pokusy se sójou v ročníku 2015/16. Agromanuál. 1. 88-91.

Tomášek, J. 2014. Kukuřice – maloparcelkové pokusy [online]. Výsledky provozních a maloparcelkových pokusů Amagro 2013/2014. 26. 2. 2015 [cit. 02-03-2017]. Dostupné z: <http://www.amagro.com/content/file_old/Protokoly_II_2maloparcelka_%202014.pdf>.

Trčková, M. Pomocné rostlinné přípravky v praxi [online]. 30. 7. 2010 [cit. 31-01-2017]. Dostupné z: <<http://zemedelec.cz/Pomocne-rostlinne-pripravky-v-praxi/>>.

Trevisan, S., Francioso, O., Quaggiotti, S., Nardi, S. 2010. Humic substances biological activity at the plant-soil interface. Plant Signaling & Behavior. 5(6): 635–643.

Urban, J., Pulkrábek, J., Bečková, L. 2006. Jaké možnosti ovlivnění výnosových kvalitativních ukazatelů cukrovky nám skrývá stimulátor růstu Sunagreen či BSF 3S75 [online]. Konference. 13. 2. 2006 [cit. 29-01-2017]. Dostupné z: <http://konference.agrobiologie.cz/2006-02-13/nh39_urban_pulkrabek_beckova_jake_moznosti_ovlivneni_vynosov.pdf>.

Urban, J. 2014. Cukrovka – maloparcelkové pokusy [online]. Výsledky provozních a maloparcelkových pokusů Amagro 2013/2014. 26. 2. 2015 [cit. 02-03-2017]. Dostupné z: <http://www.amagro.com/content/file_old/Protokoly_II_2maloparcelka_%202014.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.
- 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>>.
- 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.
- Woodward, A. W., Bartel, B. 2004. Auxin: Regulation, action and interaction. *Annals of botany*. 95 (5). 707-735.
- Whapham, C.A., Blunden, G., Jenkins, T. 1993. Significance of betaines in the increased chlorophyll content of plants treated with seaweed extract. *Journal of Applied Phycology*. 5. 231.
- 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. 26-02-2017]. Dostupné z: <http://konference.agrobiologie.cz/2011-12-08/45-Zednik_LIGNOHUMAT_DODAVA_CHYBEJICI_HUMINOVE_LATKY.pdf>.