

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**  
**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Studijní program: N4101/ Zemědělství

Studijní obor: 4106T019 Agroekologie – Péče o krajinu

Katedra: Agroekosystémů

Vedoucí katedry: Prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Technologie pěstování chmele (*Humulus lupulus L.*). Vliv elicitorů na výnos a kvalitu produktu. Jeho potravinářské a nepotravinářské využití.

Vedoucí bakalářské práce: Prof. Ing. Stanislav Kužel, CSc.

Autor bakalářské práce: Petra Haškovcová

České Budějovice, duben 2016

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum.....

.....

Petra Haškovcová

## **Poděkování**

Tímto si dovoluji poděkovat vedoucímu bakalářské práce Prof. Ing. Stanislavu Kuželovi, CSc. za odborné připomínky, cenné rady, všestrannou pomoc a ochotu při vypracování mé bakalářské práce.

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá technologií pěstování chmele, jeho využitím, použitím elicitorů a rostlinných přípravků na zemědělských plodinách. Obecná část bakalářské práce pojednává o historii chmele, morfologii chmelové rostliny, technologii pěstování chmele, výživě a hnojení, ochraně před škůdci a proti chorobám, o sklizni a chemickém složení chmele. Česká republika patří tradičně mezi největší světové producenty chmele. Český chmel je světově proslulý svou kvalitou, danou naprosto převažující jemnou aromatickou odrůdou Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ). Dále jsou v této části uvedeny informace o vlivu elicitorů na zemědělské plodiny, vliv rostlinných preparátů a využití chmele. V závěru práce jsou shrnuty základní údaje o chmelu otáčivém.

## **SUMMARY**

This thesis deals with growing hops technology, its use, the use of elicitation and herbal products for agricultural crops. The general part of the thesis deals with the history of hops, the morphology of the hop plant, hop growing technology, nutrition and fertilization, pest and disease control, harvesting and chemical composition of hops. The Czech Republic is traditionally one of the world's largest hop producers. Czech hops is world renowned for its quality, given by the absolutely predominant fine aromatic sort Žatecký poloraný červeňák. (ŽPC). Furthermore, this part provides information about the impact of elicitation on agricultural crops, the effect of herbal preparations and the use of hops. The last part summarizes the basic information about the common hops.

### **Klíčová slova:**

Chmel otáčivý, technologie pěstování, výživa a hnojení, sklizeň, elicitory

### **KeyWords:**

Hop, growing technology, nutrition and fertilizing, harvest, elicitors

# Obsah

1. ÚVOD .....	6
2. OBECNÁ ČÁST .....	7
2.1. Historie chmele.....	7
2.2. Rozsah pěstování chmele u nás a ve světě .....	8
2.3. České odrůdy chmele .....	10
2.4. Morfologie chmelové rostliny .....	12
2.4.1. Kořenová soustava .....	12
2.4.2. Podzemní lodyžní orgány (babka) .....	13
2.4.3. Nadzemní vegetativní orgány .....	13
2.4.4. Generativní orgány.....	14
2.4.5. Chmelová hlávka.....	14
2.4.6. Perioda vegetace.....	16
2.5. Technologie pěstování chmele .....	17
2.5.1. Požadavky chmele na stanovištní podmínky .....	17
2.5.2. Sadba chmele .....	18
2.5.3. Řez chmele .....	19
2.5.4. Podzimní zpracování půdy .....	20
2.5.5. Jarní ošetření .....	21
2.5.6. Letní práce.....	22
2.5.7. Výživa a hnojení .....	22
2.6. Ochrana před škůdci a proti chorobám.....	25
2.7. Sklizeň a posklizňová úprava .....	29
2.8. Chemické složení a parametry kvality chmele .....	30
2.9. Vliv elicitorů na kvalitu a výnos zemědělských produktů .....	33
2.10. Preparáty N-FENOL MIX <sup>®</sup> , ELITiC <sup>®</sup> a NanoFYTSi <sup>®</sup> (Kužel, Cígler, Hrubý 2015)	

2.11.	Využití chmele.....	38
2.11.1.	Využití v pivovarnictví.....	38
2.11.2.	Využití v kosmetice.....	39
2.11.3.	Lékařství.....	39
3.	ZÁVĚR.....	41

# 1. ÚVOD

Chmel otáčivý je vytrvalá pravotočivá rostlina, patřící do čeledi konopovitých. V českých zemích má pěstování chmele tisíciletou tradici. Že šlo o plodinu významnou z hlediska hospodářského využití, již dokazují zprávy z přelomu tisíciletí. Během třicetileté války bylo pěstování v českých zemích ohroženo a sád českého chmele se používala pro zakládání chmelnic v Braniborsku, Bavorsku, Slezsku, Štýrsku, v Rusku a jinde. Dnes je jednoznačné využití chmele jako základní suroviny pro výrobu piva. Jeho význam je však znám ve farmacii, kosmetice, léčitelství apod. Světová produkce chmele v roce 2013 dosáhla dle údajů firmy Hopsteiner 82 631 t, průměrný výnos činí 1,79 t/ha.

Pěstování chmele se vyznačuje velkou potřebou lidské práce, náročností na materiálové a investiční vstupy. V porovnání s některými plodinami klesá jeho atraktivnost i rentabilita. Agrotechnické podmínky by měly co nejvíce odpovídat biologickým nárokům chmele. V ČR se proto chmelnice zakládají v renomovaných oblastech (Žatecko, Ústěcko), kde je hlavní vegetační období doprovázeno zvýšenou evaporací i evapotranspirací. Chmelová rostlina má velice vyhrazené nároky na vlastnosti půdy. V naší republice se chmel pěstuje v oblastech nížin až pahorkatin (nadmořská výška od 150 – 500 m. n. m.). Velice důležitá je svažitost terénu a expozice ke světovým stranám. Chmel patří k nejnáročnějším rostlinám na všechny základní živiny i na mikroprvky.

Sklizeň se provádí po dosažení technické zralosti chmele – hlávky jsou uzavřené, při zmáčknutí pružné, žlutozelené a lesklé, s vysokým obsahem lupulinu a typickou chmelovou vůní. Žatecký poloraný červenák se sklízí mezi 25. – 28. srpnem. Sklizeň by měla být provedena do 14 – 16 dnů.

Chmel v pivu původně zajišťoval vyšší trvanlivost piva, až mnohem později se začal používat pro dodání hořké chuti a úpravu dalších vlastností piva. Pivovarnicky důležité složky jsou chmelové pryskyřice, silice a polyfenoly. Z ostatních složek sledujeme problémové složky, které kvalitu chmele a jeho výrobků negativně ovlivňují.

Dále jsem se v bakalářské práci zabývala vlivem elicitace na rostliny.

## 2. OBECNÁ ČÁST

### 2.1. Historie chmele

Nížiny Kavkazu a oblasti kolem Černého moře jsou pravděpodobně pravlastí chmele, odkud se od 5. století šířil do Evropy. První písemné zmínky o chmelu pochází z 8. a 9. století z různých míst, mezi nimi i z Čech, roku 859 (Nesvadba, 2002).

V českých zemích má pěstování chmele tisíciletou tradici. Že šlo o plodinu významnou z hlediska hospodářského využití, již dokazují zprávy z přelomu tisíciletí. Od začátku druhého tisíciletí se chmel vyvážel do sousedních zemí. Chmelařství zaznamenalo významné zvelebení za vlády císaře Karla IV, který se zasloužil o ochranu proti vývozu sádí a dozor nad jeho pěstováním. Pěstování se soustřeďovalo na Rakovnicko, Lounsko, Úštěcko a Klatovsko. Během třicetileté války bylo pěstování v českých zemích ohroženo a sád' českého chmele se používala pro zakládání chmelnic v Braniborsku, Bavorsku, Slezsku, Štýrsku, v Rusku a jinde. Četné posudky z druhé poloviny 18. století ukazují, že kvalita českého chmele byla výborná. S rozvojem pivovarnictví se objevují i negativní jevy, jako je prodej méně hodnotného zboží vydávaného za český chmel. Z tohoto důvodu byla v roce 1884 zřízena Známkovna chmele v Žatci a byla přijata nová zákonná opatření včetně Zákona o ochraně chmele č. 97/1996 Sb. (Český chmel, 2015).

Nejznámější ze šlechtitelů byli M. Semš a J. Tomeš. V polovině minulého století vyšlechtil Semš výběrem ze starouštěckého červeňáku populaci „Semšův chmel“, velmi vyrovnaný v růstu, zrání i jakosti. J. Tomeš provedl v roce 1893 první písemně doložené křížení chmele na světě. Následný rozvoj chmele byl zásluhou šlechtitelů Osvalda, Linkeho a Klapala (Němec a kol., 2000).

Dnes je jednoznačné využití chmele jako základní suroviny pro výrobu piva. Jeho význam je však znám ve farmacii, kosmetice, léčitelství apod. Za účelem sladění výroby chmele vzniklo Mezinárodní sdružení pěstitelů chmele, jehož členy jsou význačné pěstitelské státy (Vrzalová, Fric, 1994).



Světové pivovarnictví nyní požaduje tyto formy úprav a jim odpovídající kvalitativní skupiny chmele:

- a) Chmelový extrakt- výtazek a koncentrát z hlávek. Extrakcí absorbuje určité spektrum látek obsažených ve chmelových hlávkách např. alfa hořké kyseliny.
- b) Mletý chmel upravený do granulí- granulované koncentráty zbavené balastních složek. Chmel není dotčen chemickou úpravou a složky jsou lépe přestupné do piva. Lze dlouhodobě skladovat.
- c) Hlávková forma- tradiční, používaný u zastaralých pivovarů (Nesvadba, 2002).

Obrázek 1: Chmel otáčivý



Zdroj: <http://bylinkopedie.cz/bylinky-na-nervy/>

## 2.2. Rozsah pěstování chmele u nás a ve světě

Světová produkce chmele v roce 2013 dosáhla dle údajů firmy Hopsteiner 82 631 t, průměrný výnos činí 1,79 t/ha. Nejvíce se snížily pěstitelské plochy například v Číně (o 26,7 %), v Polsku (o 10,1 %), ve Francii (o 13,2 %) a v ČR (o 1,1%). K nárůstu pěstitelských ploch došlo v USA (o 10,3 %), Rumunsku (o 2%) a Ukrajině (o 0,8%). Celkově se celosvětová výměra chmele snížila o 2,5% (Situační a výhledová zpráva CHMEL, PIVO 2014).

Celková plocha chmele se v ČR v letech 1970 – 1990 pohybovala v rozmezí 10 000 až 12 000 ha. Po roce 1990 nastal pokles ploch v rámci probíhající privatizace (Vrzalová, Fric, 1994).

Tabulka 1: Výměra pěstování chmele ve světě (ha)

Země/rok	Plocha v ha					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Česká republika	5 335	5 307	5 201	4 632	4 366	4 319
Německo	18 695	18 472	18 386	18 228	17 124	16 849
Belgie	186	186	183	189	189	158
Bulharsko	221	160	160	150	150	105
Velká Británie	1 100	1 075	1 080	1 113	1 051	982
Francie	801	524	433	492	439	381
Polsko	2 179	2 233	1 840	1 297	1 510	1 357
Rumunsko	429	240	240	241	245	250
Ruská federace	220	420	220	158	158	158
Slovensko	300	260	235	222	214	174
Slovinsko	1 706	1 579	1 217	1 376	1 160	1 165
Španělsko	466	477	480	510	525	485
Turecko	331	308	350	350	350	350
Ukrajina	1 359	1 320	950	646	465	469
Evropa $\Sigma$	33 733	32 973	31 515	30 017	28 369	27 643
USA	16 551	16 238	12 647	12 054	12 923	14 254
Čína	6 459	7 197	5 028	4 390	3 600	2 638
Argentina	167	129	129	188	188	195
Austrálie	484	514	448	455	452	449
Japonsko	210	200	190	180	180	179
Nový Zéland	360	400	400	380	385	378
Jižní Afrika	444	481	481	492	492	492
ostatní země	61	60	60	60	60	60
Svět $\Sigma$	58 469	58 192	50 798	48 226	46 649	46 288

Zdroj: Drozdová, 2015

Dlouhodobě bylo v České republice dosahováno průměrného výnosu 1 t/ha suchých hlávek, tj. podstatně nižší výnos než v jiných pěstitelských zemích. Na těchto výnosech se podílí méně příznivé povětrnostní podmínky, typ pěstovaného chmele (poloraný žatecký červeňák – chmel kvalitní, vyznačující se nižšími výnosy), nevhodná věková struktura chmelnic a vyšší mezerovitost porostů (Šroller a kol., 1997).

## 2.3. České odrůdy chmele

Na základě obsahu  $\alpha$  hořkých kyselin se chmele rozdělují do čtyř odlišných skupin:

1. Jemné aromatické chmele- světový standard jakosti, vhodné pro přímé chmelení. Obsahují 2,5 – 4 %  $\alpha$  kyselin.
2. Aromatické- 4 – 7 %  $\alpha$  kyselin. Příjemná chmelová vůně.
3. Hořké- 7 – 10 %  $\alpha$  kyselin. Používány jako částečná náhrada za aromatické odrůdy.
4. Vysokoobsažné- 12 – 17 %  $\alpha$  kyselin. Ostrá vůně, k výrobě chmelových extraktů (Prugar a kol., 2008).

Dle zbarvení chmelové révy se rozdělují na červeňáky (žatecké odrůdy) a zeleňáky (pěstované zejména v Anglii, Belgii a Americe (Čepička, 1999).

Většina odrůd chmele na trhu je hybridního původu. To platí i o českých odrůdách jako je Sládek, Bor, Premiant a Agnus (Krofta, 2003).

Šlechtěním nových odrůd se získávají rostliny s větší odolností vůči suchu a vysokým teplotám. Vynikají vysokými výnosy, obsahem hořkých látek a zvýšenou fotosyntetickou aktivitou (Pokorný a kol., 2011).

**Žatecký poloraný červeňák**- pěstován v devíti klonech. Jemná a aromatická odrůda, standard vysoké kvality. Využití na hlávky i pelety.

Obrázek 2: Žatecký poloraný červeňák



Zdroj:

[http://www.czhops.cz/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=34&Itemid=55&lang=cs](http://www.czhops.cz/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=34&Itemid=55&lang=cs)

**Sládek** – vysoký podíl beta hořkých kyselin a vysoké výnosy. Stěžejní odrůda chmele u ležáckých piv. Využití na pelety.

Obrázek 3: Sládek



Zdroj:

[http://www.czhops.cz/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=34&Itemid=55&lang=cs](http://www.czhops.cz/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=34&Itemid=55&lang=cs)

**Premiant-** vyšší obsah alfa hořkých kyselin, vysoké výnosy. Ovlivňuje jemnost hořkosti piva. V původu má 50 % žateckého poloraného červeňáku.

**Bor-** dobré pivovarské parametry. Příjemné chmelové aroma, vhodný pro druhé chmelení. Z důvodu stability chmelových pryskyřic je nahrazován Premiantem.

**Agnus-** vysoký obsah  $\beta$  kyselin. Má nejlepší vliv na stabilitu piva. Vhodný pro extrakci i výrobu pelet. Aroma vysoké intenzity (Chmelařský institut s.r.o. Žatec, 2012).

Tabulka 2: Plochy chmele, rok 2015

Odrůda	Žatecko (ha)	Úštěcko (ha)	Tršicko (ha)	ČR (ha)
Žatecký poloraný červeňák	3 190	433	416	4 039
Agnus	35	3	0	38
Saaz Late	32	0	2	34
Premiant	100	37	43	180
Sládek	163	22	82	267
Kazbek	12	2	5	19
Celkem	3 576	497	549	4 622

Zdroj:

[http://www.czhops.cz/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=35&Itemid=65&lang=cs](http://www.czhops.cz/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=35&Itemid=65&lang=cs)

## 2.4. Morfologie chmelové rostliny

Chmel patří do čeledi konopovitých (*Cannabaceae*). Je to vytrvalá pravotočivá rostlina (Rak, 2007).

Samičí rostliny vytvářejí chmelové hlávky, jejich opylení je však z hlediska kvality hlávek nežádoucí. Z tohoto důvodu jsou ve chmelnicích pěstovány rostliny pouze samičí a planě rostoucí rostliny jsou z blízkosti chmelnic odstraněny. Chmel patří mezi vytrvalé rostliny a na jednom pozemku vydrží 20, 30 i více let. Rostliny do stáří 15 – 20 let představují výnosy 90%, nad stáří 20 let výnos klesá až na 70%. Z kořenů rostlin každoročně vyrůstají lodyhy, které jsou po sklizni hlávek odstraněny. V pěstitelské praxi se chmel rozmnožuje výhradně použitím sadby, tj. vegetativním způsobem (Šroller a kol., 1997).

Chmelová rostlina se skládá ze čtyř orgánových soustav

- a) Kořenová soustava
- b) Soustava podzemních lodyžních orgánů
- c) Soustava nadzemních vegetativních orgánů
- d) Soustava generativních orgánů (Vrzalová, Fric, 1994).

### 2.4.1. Kořenová soustava

Kořenový systém je tvořen vertikálně rostoucími kůlovými kořeny, horizontálně rostoucími letními kořeny a kořenovými hlízkami (Šimon a kol., 1964).

Kořeny mají primární stavbu pouze do vzdálenosti 2 cm od vzrostného vrcholu, dále přecházejí v sekundární stavbu. Taktéž stonek přechází v sekundární strukturu ve vzdálenosti 1 cm od vzrostného vrcholu. Chmel je tedy považován za bylinu, přestože anatomicky stonek vykazuje charakter dřeviny (Jurčák a kol., 2007).

**Kůlové kořeny** vyrůstají na jaře, na spodu starého dřeva. Jeden chmelový keř jich má 1 - 20. Počínají růst v hloubce 25 – 30 cm a rostou kolmo do půdy cca 2 – 3 metry hluboko. Tyto kořeny se rozvětvují a vytvářejí postranní kořeny až čtvrtého řádu.

**Letní kořeny** vyrůstají později a nejvíce jich vyrůstá z vlků. V půdě rostou vodorovně až do vzdálenosti 2,5 m. Pokud tyto kořeny změni směr na vertikální, mění se na kořeny kúlové (Šimon a kol., 1964).

Abnormálním tloušťnutím kúlových kořenů vznikají tzv. kořenové hlízy, ve kterých se uchovávají přes zimu zásobní látky. Některé kořeny mohou dosáhnout stáří jako staré dřevo, mnohé jsou ale zničeny a každoročně se obnovují. Kořenové vlášení chmele má mohutnou nasávací schopnost a velkou povrchovou plochu (Šimon a kol., 1964).

### **2.4.2. Podzemní lodyžní orgány (babka)**

Tvoří základ vzniku nové rostliny při vegetativním rozmnožování. Podzemní část výhonů se od nadzemní liší tím, že je zdužnatělá a má zkrácená internodia, tzv. nové dřevo. Z nového dřeva se tvoří sád, která zakládá kořenovou soustavu a nové výhony z pupenů- tvoří víceletý základ chmelové rostliny označovaný jako chmelová babka. Horizontální lodyžní orgány se označují jako vlky. Vlky v pěstitelských podmínkách odstraňujeme, abychom předešli nechtěnému rozmnožování. Hlavní funkce podzemních lodyžních orgánů spočívá v uchování rostliny a ve vegetativním způsobu rozmnožování (Vrzalová, Fric, 1994).

### **2.4.3. Nadzemní vegetativní orgány**

Nadzemní část rostliny zahrnuje révu, révové listy, pazochy, květenství a hlávky. Výška révy je 7 – 8 m a tloušťka 0,7 – 1,3 cm. Z pokožky révy vyrůstají trichomy, které umožňují uchycení révy na chmelovod. Dle barvy révy rozlišujeme chmele na zeleňáky, kterým chybí pigmentace a červeňáky které mají načervenalou pigmentaci díky anthokyanu. Révové listy vyrůstají párovitě z nodů a jejich tvar se mění v závislosti na stáří. Mladé listy jsou srdčité, starší 3 laločné a dospělé 5 – 7 laločné. Pazochy vyrůstají párovitě z nodu a v jejich úžlabí vyrůstají květonosné větévky (Šroller a kol., 1997).

Obrázek 4: List chmele



Zdroj: <http://sumpersky.rej.cz/clanky/pohledy-z-prirody---chmel-otacivy/>

#### 2.4.4. Generativní orgány

**Samičí** květenství se vytvářejí z tzv. paliček. Vznik květenství (osýpky) je definován vysunutím blizen nad okraj krycích listenů. Osu květenství tvoří zalomené věténko, jehož každé zalomení obsahuje čtyři květy kryté pravým listem. Každý květ má drobné okvětí, které objímá jednopouzdrový semeník s jedním vajíčkem. Ze semeníku se vysouvají dvě světlé blizny, které po zaschnutí hnědnou, čímž končí kvetení (Špaldona kol., 1982).

**Samčí** květenství je uspořádáno v latě. Tyčinky mají velké prašníky a pyl je roznášen větrem. Kvetení samčích rostlin trvá okolo sedmi až deseti dnů (Vrzalová, Fric, 1994).

#### 2.4.5. Chmelová hlávka

Hlávka neboli šištice je samičí plodenství chmelové rostliny. Hlávka je tvořena článkovaným věténkem, jehož úhel zalomení je důležitým znakem kvality

chmele. Optimální hmotnost věténka tvoří 8 – 10 % z celkové hmotnosti hlávek. Na pravých listenech ulpívají lupulinové žlázy, které produkují žlutý lupulinový prášek. Ve vlhčím roce se ze semeníku tvoří tzv. pecičky, které jsou dužnaté a nezhoršují kvalitu. Při nežádoucím opylení vznikají ze semeníku pecky, které jsou tvrdé a nežádoucí, neboť zhoršují kvalitu hlávek (Šroller a kol., 1997).

Látkové složení chmelové hlávky:

Voda- v očesaných hlávkách tvoří 78 – 82 %, v suchých hlávkách 10,5 – 12 %

Chmelové pryskyřice- nejvýznamnější složka hlávek, jsou zdrojem hořkosti piva.

Chmelové třísloviny- působí na stabilitu hořkosti, obsah činí 4 – 4,5 %.

Chmelové silice- dodávají typickou vůni. Jsou těkavé, pivu dodávají typické chmelové aroma. U českých chmelů je obsah 0,2 – 0,8 %

Doprovodné látky- cukry, dusíkaté látky, lipidy, vosky (Šnobl, Pulkrábek, 2005).

Chmelové pryskyřice se dělí na měkké a tvrdé. Měkké pryskyřice se podílejí na celkové hořkosti piva.  $\alpha$  hořké kyseliny jsou složeny z několika analogů (kuhumulon, humulon, adhumulon aj.). Tvrdé pryskyřice, vznikající jako produkt oxidace měkkých pryskyřic, již nejsou účinné hořké látky a jejich vysoký podíl je nežádoucí. Sušením při vysoké teplotě jejich obsah stoupá, jsou tedy ukazatelem kvality sušení chmele. Objevení genu, který je nositelem  $\alpha$  hořkých kyselin vedlo k získání odrůd hybridního charakteru lišící se obsahem těchto kyselin a jejich poměru k  $\beta$  frakcím. U českých chmelů je typické zastoupení těchto látek 1 : 1,5 – 1,7 (Petr, Louda, 1998).



Obrázek 5: Hlávka žateckého poloraného červeňáku



Zdroj: <http://www.beers.cz/cz/chmel/humulus/blsanka.htm>

#### 2.4.6. Perioda vegetace

Vegetační období se dělí na fáze:

- a) rovný růst výhonů
- b) zavádění výhonů (od třetího internodia)
- c) pazočování
- d) paličkování
- e) kvetení
- f) hlávkování
- g) fyziologické dozrávání (u planě rostoucích chmelů nebo při šlechtění)
- h) odumírání nadzemních orgánů (Vrzalová, Fric, 1994).

## **2.5. Technologie pěstování chmele**

Pěstování chmele se vyznačuje velkou potřebou lidské práce, náročností na materiálové a investiční vstupy. V porovnání s některými plodinami klesá jeho atraktivnost i rentabilita (Štranc J. a kol., 2011).

### **2.5.1. Požadavky chmele na stanovištní podmínky**

Agrotechnické podmínky by měly co nejvíce odpovídat biologickým nárokům chmele. V ČR se proto chmelnice zakládají v renomovaných oblastech (Žatecko, Ústěcko), kde je hlavní vegetační období doprovázeno zvýšenou evaporací i evapotranspirací. Chmelová rostlina má velice vyhrazené nároky na vlastnosti půdy. V naší republice se chmel pěstuje v oblastech nížin až pahorkatin (nadmořská výška od 150 – 500 m. n. m.). Velice důležitá je svažitost terénu a expozice ke světovým stranám (Štranc P. a kol., 2007).

Chmel je nejčastěji pěstován na půdách hlinitých až jílovitohlinitých s dobrou vodní jímavostí, dostatečnou mocností orníční vrstvy a příznivými fyzikálními vlastnostmi. Na denní výkyvy teplot je citlivý. V českých chmelařských oblastech průměrná teplota vzduchu činí 7,5 – 8,5 °C. O průběhu růstu rozhodují červnové teploty a o množství a kvalitě hlávek teploty červencové a srpnové. Letní tropické dny působí negativně (Šroller a kol., 1997).

Vysoce průkazný je vliv závlahy na kvalitu chmele. Největší spotřebu vody má chmel v období začátku kvetení, období tvorby hlávek a ve fázi technického dozrávání. Dostatek vody výrazně podpoří mohutný a rychlý růst a zvětšení hlávek. Závlaha na začátku technického dozrávání pozitivně působí na obsah alfa hořkých kyselin (Novotný a kol., 1990).

Gloser a kol. (2011) zjistili, že se jednotlivé odrůdy mohou lišit reakcemi na nedostatek vody v půdě. Odrůda premiant má menší hustotu průduchů na jednotku plochy, proto dochází k menší rychlosti transpirace. Je vhodné provádět výběr odrůd tak, aby jejich vlastnosti odpovídaly dostupnosti zdrojů v dané lokalitě.

## 2.5.2. Sadba chmele

Jedním z nejvýznamnějších faktorů založení kvalitní chmelnice je výběr hodnotné chmelové sadby. Požadavky na sadbu jsou uvedeny v zákoně č. 219/2003 Sb. o oběhu osiva a sadby rostlin ve znění vyhlášky 332/2006 Sb., příl. č.1. Biologická hodnota sadby zahrnuje genetické, fyziologické, morfologické znaky a zdravotní stav. Jsou používány tři typy sadbového materiálu.

### a) Sád'

Upravená část lodyhy, která vyrůstá z podzemní části chmelové rostliny. Získává se při řezu chmele z matečných chmelnic. Hlavní význam dnes mají při zakládání kořenáčových školek.

### b) Tradiční kořenáč

Sazenice vegetativního původu, která vznikne upravením jednoleté chmelové rostliny. Do chmelnic jsou vysazovány jako prostokořená sadba a kořání je ošetřeno antidesikanty.

### c) Obalený kořenáč

Je to krytokořená sazenice vegetativního původu, vypěstovaná ze zelených řízků a obalená substrátem. Kořenáč vypěstovaný z řízků vykazuje vyšší vitalitu než ze sádě (Štranc P. a kol., 2007).

Na tvorbu podzemních orgánů chmelové sadby má zásadní vliv kvalita pěstebního substrátu, a to především jeho fyzikální parametry a přítomnost dostatečného množství dostupných živin. Jedná se hlavně o dusík, fosfor, draslík, vápník, síru a z mikroelementů např. bór. Při základním hnojení a hnojení v průběhu vegetace se velice osvědčilo hnojivo Amofos. Po jeho aplikaci dochází k optimálnímu vývoji nadzemních orgánů mladých rostlin chmele, ale především k tvorbě mohutných podzemních orgánů, hmotnost kořenáčů se zvýšila o 31,1 % (Štranc J. a kol., 2011).

Obrázek 6: Mladé kořenáče chmele, vpravo hnojené Amofosem (patrná tmavší barva v důsledku vyšší dávky N)



Zdroj: <http://agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/hnojeni-chmelove-sadby-za-ucelem-zvyseni-jejich-morfologickych-parametru>

Dle Petra a Loudy (1998) jsou chmelnice v současné době zakládány ve sponu 300 x 100 cm.

Po výsadbě se vybuduje chmelová konstrukce, která se skládá ze sloupů spojených silnějšími příčnými dráty a tenčími podélnými dráty. Z tohoto důvodu lze ve chmelnici používat jen menší traktory (Krištín, Burda, 1978).

Vzdálenost řad sloupů je závislá na sponu výsadby, výška konstrukce se ustálila na 7 m. Chmelové výhony jsou pravotočivé, kolem osy se otáčejí ve směru pohybu hodinových ručiček. K zavádění na konstrukci vybíráme výhony zdravé a nepoškozené. Výška výhonů po zavedení má být vyrovnaná. Spolehlivým výnosovým faktorem je zavedení 4 výhonů z každé rostliny (Fábry a kol., 1984).

### 2.5.3. Řez chmele

Řezem dochází k formování chmelové babky, která je soustavou podzemních orgánů, vzniklá především tloustnutím podzemní části lodyhy (Rybáček a kol., 1980).

Řez spočívá především v odstraňování mladého dřeva, z něhož oddělené řízky se běžně využívají jako sádky. Tento zásah musí rostlině prospívat a ne ji poškozovat, věnujeme mu proto zvýšenou pozornost. Formujeme chmelovou babku vertikálně i horizontálně a regulujeme dobu rašení, čímž ovlivňujeme produkční schopnost a životnost chmele. Pozitivně působí na výši sklizně hlávek, jejich kvalitu, zdravotní stav rostliny, ale má i některá negativa. Dochází k poranění pletiv, které aktivuje energeticky náročné obranné reakce, může dojít k napadení rostliny patogeny a odřezané části babky způsobí ztrátu živin o 25% (Štranc a kol., 2007).

Jarní řez probíhá od prvního do dvacátého dubna. Nejvýhodnější je řez v druhé polovině dubna, ale vše závisí na lokalitě, teplotě, stáří chmelnic a odrůdě. Možný je i podzimní řez, který se provádí od druhé poloviny října do konce listopadu. Z biologického hlediska není vhodný. Řez provádíme pomocí ořezávače, neseného na traktoru, odřezává nové dřevo vodorovně těsně nad babkou (6 – 10 cm od urovnaného povrchu půdy). K rostlině se poté nahrne zemina, čímž regulujeme rašení nových výhonů (Šroller a kol., 1997).

#### **2.5.4. Podzimní zpracování půdy**

Základem je orba meziřadí, kdy se odorává půda od rostlin do středu meziřadí oboustranným víceradličným pluhem do hloubky 18 – 20 cm. Prokypření utužené půdy umožňuje zapravení hnoje, je nezbytné při zaplevelení, provzdušňuje půdu a napomáhá rozvoji kořenového systému (Šroller a kol., 1997).

##### **1. Hluboké kypření**

Ve Výzkumném ústavu v Žatci byl vypracován metodický postup i vlastní způsob hlubokého kypření. K takovému kypření se používají kypřiče z ocelového trubkovitého rámu se stojanem pro připevnění k závěsu traktoru a tří nastavitelných kypřících těles. Kypřič se používá v podzimním období po úklidu chmelnic a při vhodných technologických vlastnostech půdy. V závislosti na vlastnostech půdního profilu se kypří až do hloubky 60 cm. Toto kypření v periodách 3 – 5 let má kladný vliv na výnosy chmele, zlepšuje vodní i vzdušný režim a vyvolává kořenovou regeneraci (Vrzalová, Fric, 1994).

Tabulka 3: Kategorizace zhutnělých půd podle vhodnosti hloubkového kypřicího zásahu (podle Lhotského 2000)

Kategorie	Zhutnění
I. hloubkové kypření vhodné bez omezení	na hlubokých půdách (> 0,6 m) bezskeletovitých, v rovině nebo se sklonem do 3°, v oblasti s ročním úhrnem srážek do 600 mm
II. hloubkové kypření možné s podmínkou doplňujícího zjištění, popř. opatření	středně hluboké půdy (0,3–0,6 m), bezskeletovité nebo se slabou příměsí skeletu, sklon max. 8°, roční úhrn srážek 600–800 mm
III. hloubkové kypření nevhodné	mělké (< 0,3 m) a skeletovité půdy, svažité půdy (nad 8°), oblasti s ročním úhrnem srážek nad 800 mm

Zdroj: Štranc J., Štranc P., Štranc D., Ledvina, 2008

## 2. Mělké kypření

Hloubka kypření je obvykle 20 – 25 cm, předností je menší energetická náročnost, ovšem nedochází k výraznému pozitivnímu vlivu na fyzikální stav půdy. Příčné plečkování poškozuje chmelové babky, není tedy doporučováno. Mělké kypření má své opodstatnění pouze ve výjimečných případech (Vrzalová, Fric, 1994).

Chybějící rostliny dosazujeme pomocí kořenáčů nebo předpěstované sadby v podzimním období až do mrazů. Vlivem mechanizace, chemizace a stáří každoročně ubude 0,5 – 1 % rostlin (Šroller a kol., 1997).

### 2.5.5. Jarní ošetření

Dochází k rozmetání jarní dávky hnojiv (N, P, K, Mg). Chmelnice se vláčí do roviny podélným a příčným směrem jakmile to stav půdy dovolí. Optimální termín pro provedení mechanizovaného řezu chmele je 1. – 20. 4., kdy se pomocí ořezávače odřízne nové dřevo a vlky těsně nad babkou. Hned po řezu následuje zavěšování chmelovodů. Podélný drát se upevňuje do půdy a na strop konstrukce, každá rostlina

má 2 chmelovody. Když rostliny dosáhnou délky 60 – 70 cm, vybereme 4 správné výhony a na každý chmelovod pravotočivě navineme po dvou výhonech. Dále kontrolujeme správnost vinutí (Šnobl, Pulkrábek a kol., 2005).

### **2.5.6. Letní práce**

Mechanická kultivace půdy v období vegetace je členěna na vlastní zpracování půdy v meziřadí tj. kypření nebo plečkování a na přiorávku. Hlavním účelem je optimalizace fyzikálních vlastností půdy a plečkování má význam z hlediska ničení plevelů. Přiorávka zaklápí plevele a omezuje růst přebytečných výhonů chmele. Při letním zpracování se odstraňují vlky chmele a tím se zabraňuje nechtěnému rozšiřování chmelových rostlin (Štranc P. a kol., 2008).

V červenci se provádí letní aplikace herbicidů (Aminex, Agritox, Dicopur), které ničí vzrostlé plevele, nepodléhající kultivačním zásahům. Letní desikaci zajišťují přípravky Reglone a Gramofonu. Při pádu rostlin na zem nebo jejich odklonění provádíme znovuzavádění pomocí krátké tyče či plošiny. Před přiorávkou a před květem aplikujeme dusíkatá hnojiva. Při nedostatku srážek je vhodné zajistit doplňkovou závlahu (Šroller a kol., 1997).

### **2.5.7. Výživa a hnojení**

Chmel patří k nejnáročnějším rostlinám na všechny základní živiny i na mikroprvky. Chmel má vysoké požadavky na přísun organické hmoty, vyhovující půdní reakce je pH 6,0 – 6,9. Má vysokou potřebu hnojení Mg a Ca (vápnění 1x za 3- 4 roky). Specifické požadavky na mikroprvky jsou především Zn, B, Mo, Mn. Nesnáší chloridové formy hnojiv, dává přednost síranovým formám (Vrzalová, Fric, 1994).

O zásobě živin v půdě přístupných pro rostliny, o půdní reakci a potřebě vápnění informují agrochemické rozbory půd. Jsou podkladem pro určování vhodných dávek a druhů hnojiv, ale i vodítkem pro opatření směřující ke zvyšování půdní úrodnosti (Baier, 1962).

Vysoké dávky průmyslových hnojiv dnes zaručují stálou úrodnost na méně produktivních půdách. Nejvíce se tento efekt osvědčil v místech s použitím závlahy (Schmidt a kol., 1978).

Půda musí být zrigolována a zúrodněna před založením nové chmelnice do hloubky 50 - 60 cm organickými hnojivy. Důležité je upravit pH, vytvořit zásobu fosforu, draslíku, hořčíku a mikrobiogenních prvků. Tyto práce se provádějí nejméně rok před výsadbou chmelnic. Výhodné je pěstování zeleného hnojení jako hlavní plodiny. Jako hnojiva používáme mletý superfosfát nebo mikromletý fosforit, draselnou sůl, hořčík aplikujeme s vápněním nebo kieseritem. Při nedostatku zinku dodáme síran zinečnatý. Zelené hnojení je vhodné zaorat při rigolování (Richter, 2005).

Statková hnojiva podáváme jedenkrát za 3 roky. Základem je chlévský hnůj v dávce 35 – 40 t/ha. Je možné použít i průmyslové komposty, kejdu, zelené hnojení a drůbeží podestýlku. Při výnosu 0,8 – 1,1 t suchých hlávek chmel každoročně odebírá 220 – 260 kg Ca, tudíž v podzimním období vápníme jedenkrát za 3 – 4 roky, abychom udrželi optimální pH. Každoročně dodáváme průmyslová hnojiva. Celková dávka dusíku tvoří 150 – 180 kg, hnojíme na jaře, dávku dělíme do 2- 3 dílčích dávek (před řezem, před priorávkou, před květem). Na první dávku připadá 40 – 50 %, jsou aplikována pozvolně působící hnojiva. Dávky ostatních živin jsou 100 – 150 kg K, 40 – 60 kg Mg a dodáváme mikroelementy, zinek, bór, mangan, molybden (Šroller a kol., 1997).

Fosfor má přímý vliv na tvorbu pivovarsky účinných složek chmelových hlávek. Podzimní hnojení 50% a jarní dávka 25% před řezem a 25 % před 1. priorávkou (Vrzalová, Fric, 1994).

Při nedostatku P se snižuje počet chmelových hlávek, hlávky nejsou uzavřené, tím se snižují obsahy chmelových pryskyřic (Richter, 2005).

Nadbytek fosforu zkracuje vegetační období rostlin, zvyšuje se počet hlávek, které rychle dozrávají, jsou však nevyrovnané a část jich odumírá (Špaldon a kol., 1982).

Na hnojení během vegetace používáme kapalná hnojiva (DAM 390, NP-sol, PK-sol, MgN-sol, CaN-sol) a zejména mikroelementy. Hnojiva obsahující



mikroelementy i stimulatory růstu jsou Vegaflor, MKH 18, Harmavit, Fytovit. Poruchy růstu odstraňujeme postřikem bioregulatorů Atonik (Šroller a kol., 1997).

Tabulka 4: Obsah P v mg na 1000 g půdy

	nížká	Střední	vysoká
Zásoba do 20 cm hloubky	do 110	11 – 130	nad 130
Zásoba do hloubky 20 – 40 cm	do 70	71 – 110	nad 110

Zdroj: Vrzalová, Fric, 1994

Tabulka 5: Obsah K v mg na 1000 g půdy

	nížká	Střední	vysoká
Zásoba do 20 cm hloubky	do 250	251 - 330	nad 330
Zásoba do hloubky 20 – 40 cm	do 170	171 - 250	nad 250

Zdroj: Vrzalová, Fric, 1994

Tabulka 6: Potřeba vápnění chmelnic

pH	Lehká půda	Střední půda	Těžká půda
	t CaO. ha <sup>-1</sup>		
do 4,5	0,60	1,00	1,30
4,6 – 5,0	0,45	0,70	0,90
5,1 – 5,5	0,30	0,50	0,60
5,6 – 6,5	0,20	0,30	0,40
6,6 – 6,9	0,20	0,20	0,20

Zdroj: <http://www.chizatec.cz/rozb-or-pud-chmelnic/?arc=177&sub=66>

Z mikroelementů je důležitý vliv zinku na chmel. Jeho nedostatek se projevuje zvýšením kadeřavosti chmele. Je jediným prvkem, který tyto příznaky odstraní. K vyhnojení se používá síran zinečnatý, je možné jej aplikovat i mimokořenově (Havelka, Ivanič, Knop, 1979).

## 2.6. Ochrana před škůdci a proti chorobám

Ochrana chmele je velmi důležitý zásah, který musí být prováděn na vysoké úrovni, jelikož výrazně ovlivňuje výnos a kvalitu hlávek. Metodika pro ochranu chmele je hlavním podkladem (Šroller a kol., 1997).

Fyziologické poruchy jsou zaviněné fyziologickými změnami rostlinného organismu nebo nepříznivými vnějšími podmínkami. Tohoto původu je kučeravost chmele, mozaika a žloutnutí chmelových listů. Žloutnutí nejstarších listů vzniká dlouhodobými suchy i na dlouhodobě zamokřených půdách. Při prudkém střídání teplot žloutnou především listy na vrcholových částech výhonku. Blednutí listů je způsobeno nedostatkem železa nebo hořčíku, případně nadbytkem vápníku. Hnědé skvrny na hlávkách se objevují po silných větrech a bouřkách. Časté je i poškození chmelu kroupami (Špaldon a kol., 1982).

Nejvýznamnější škůdci a choroby u nás:

### **Lalokonosec libečkový**

Postihuje až 60 % chmelnic. Jeho jedinou hostitelskou rostlinou je chmel. Larvální stádium prodělává ve značné hloubce. Zasažitelný je pouze ve fázi brouka, výlez časně na jaře (Vrzalová, Fric, 1994).

Ochrana je obtížná, proti dospělcům se používají postřiky pyretroidy alfa-cypermethrin a lambda-cyhalothrin. Proti larvám se aplikuje biologický prostředek s hád'átky (Kazda, Mikulka, Prokinová, 2010).

### **Mšice chmelová**

Specializovaný škůdce. Primární hostitel je peckovina, vajíčka přezimují v jejích letorostech a paždí pupenů. Okřídlené samičky přelétají na chmel a rodí larvy dospívající v bezkřídle samičky, kterých se na chmelu vystřídá 5 - 8 generací. Složitost ochrany spočívá v zanedbání zimního postřiku peckovin. Po přeletu na chmel je nutno provést několik postřiků různých přípravků (Vrzalová, Fric, 1994).

K ochraně jsou povoleny účinné látky alfa-cypermethrin, pymetrozine, acetamiprid, flonicamid, imidacloprid, bifenthrin a jiné. Vzhledem k vysoké

antirezistní strategii mšice je vhodné přípravky střídat (Kazda, Mikulka, Prokinová, 2010).

### **Sviluška chmelová**

Pro přezimování volí zbytky chmelových rostlin či půdu. Dobře snáší zimní mrazy a brzy z jara klade vajíčka na první výhony chmele. Za příznivých podmínek dochází k fatálnímu přemnožení, během několika dnů může být porost zničen. Příznaky se objevují v červnu a jsou snadno přehlédnutelné, po rozšíření do vyšších pater rostlin již bývá přemnožená. Ochrana je agrotechnická (úklid chmelnic) i chemická (Vrzalová, Fric, 1994).

Sviluška chmelová je nejdůležitější hospodářskou sviluškou, jelikož je rozšířena po všech světadílech. U nás napadá asi 90 druhů rostlin např. fazol, chmel, okurky, jahodník, jetel révu, růže a další rostliny. Na chmelu vyvolává tzv. měděnku, nazvanou podle zbarvení listů. Svilušky mají četné přirozené nepřátele jako zlatoočky, slunéčka a ploštice (Bartoš a kol., 1968).

Ochranu proti svilušce zajišťujeme účinnými látkami bifenthrin, propargite, abamectin, hexythiazox a fenpyroximate (Kazda, Mikulka, Prokinová, 2010).

### **Dřepčík chmelový**

Za chladného počasí se skrývá v půdě, za tepla a sucha intenzivně požírání listy. Jarní výhony proděravělé žírem nerostou a zasychají. Poškozené rostliny jsou slabé, výnos je nízký a vývoj je zbrzděn. Letní generace brouků působí škody v hlávkách chmele, charakteristické poškození jsou okrouhlé díry v listenech, které se neuzavírají a jsou zbarveny hnědě (Bartoš a kol., 1968).

Cílená chemická ochrana se neprovádí. Jsou registrovány pyretroidy alfa-cypermethrin a lambda-cyhalothrin (Kazda, Mikulka, Prokinová, 2010).

### **Perenospora chmelová**

Hlavní houbová choroba. Škodí likvidací asimilační plochy, opadání květu a barevného poškození hlávek. V našich podmínkách se využívají 3 – 4 postřiky. Vyskytuje se ve vlhkých, teplých dnech (Vrzalová, Fric, 1994).

Perenospora chmelová je současně nejrozšířenější a nejnebezpečnější choroba chmele v ČR i v zahraničí. Výrazně škodí v kořenáčových školkách a v plodných chmelnicích. Optimální podmínky pro uvolňování zoospor jsou při vlhkosti 80 % a teplotě 19 – 25 °C, v takovém prostředí je inkubační doba velmi krátká. Balíčkováná sadba chmele vyžaduje častou závlahu a je nahusto rozmístěna (cca 100 ks na m<sup>2</sup>), splňuje tak permanentně optimální podmínky této choroby (Štranc J. a kol., 2011).

Ochranu proti peronospoře zajišťujeme přípravky Aliette, Sandofan C, Kuprikol 50, Curzate K (Šroller, 1997).

Od června je nutné aplikovat fungicidní postřiky. Do báze BBCH 59 je vhodné použít systematický fungicid např. látky benalaxyl, chlotrothalonil, hydroxid měďnatý, cymoxanil a jiné. Proti plísni chmele je registrováno větší množství přípravků, hlavně na bázi mědi. Na základě výskytu je ošetření nutné opakovat až 7 x za vegetaci (Kazda, Mikulka, Prokinová, 2010).

Tabulka 7: Hodnocení výskytu perenospory v souvislosti s fungicidy a přípravkem Vortigern

Varianta	Přípravky	Vývoj výskytu perenospory		
		výchozí stav	v průběhu pokusu	konečný stav
1	Kontrola- pouze fungicidy	1 až 2	2	2
2	Fungicidy + Vortigern 70 1,0%	1 až 2	2 až 1	1

Vysvětlivky: 1 – bez výskytu, 2 – slabý, 3 – střední, 4 – silný, 5 – velmi silný

Zdroj: <http://agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/prvni-poznatky-z-overovani-pripravku-vortigern-70-ve-chmelarstvi>

Obrázek 7: Perenospora chmelová



Zdroj: <http://www.chizatec.cz/skudci/?arc=170&sub=65&back=1>

### **Virová onemocnění**

Nemáme přímé ochranné prostředky. Tato onemocnění se šíří sadbou, vybíráme tedy zdravé rostliny (Vrzalová, Fric, 1994).

Virózy lze považovat za hospodářsky velmi významné, v našich podmínkách se vyskytuje mozaika chmele, kopřivovitost a nakažlivá neplodnost. Důležité opatření je stálá kontrola zdravotního stavu a ničení napadených rostlin. Nutné je ničit mšice, háďátka a samčí rostliny planého chmele. K sadbě se používá bezvirový materiál a je třeba předejít její reinfekci (Čača a kol., 1990).

Mozaika chmele snižuje výnos u náchylných kultivarů až o 70 %. Typické je lemování žilek na listech postranních výhonů. Původce je virus mozaiky chmelu, který je přenosný mechanicky a v malém podílu na okřídlené formě mšice chmelové (Čača a kol., 1981).

Z pohledu regulace plevelů vyžaduje chmel soustavnou pozornost. Je nutné eliminovat vytrvalé plevelné druhy jako např. pcháč rolní, pýr plazivý, kopřivu dvoudomou již před založením chmelnice. Pro tyto účely se využívá totálních herbicidů typu glyphosate. Pozornost je vhodné věnovat i přilehlým plochám, aby nedocházelo k šíření plevelů z okolí. V plodných chmelnicích se proti jednoděložným a dvouděložným plevelům využívá herbicid linuron. K aplikaci dochází na jaře po řezu chmelu. Na vzešlé plevele se aplikuje herbicid MCPA proti dvouděložným plevelům. Na pýr plazivý se je vhodné použít postemergentní graminicid fluazifop-P-butylen (Kazda, Mikulka, Prokinová, 2010).

## 2.7. Sklizeň a posklizňová úprava

Tabulka 8: Sklizeň a posklizňová úprava chmele

Pracovní operace	Měsíc
1. Sklizeň rostlin na chmelnici a dovoz k česacímu stroji	Přibližně 22. 8. – 6. 9.
2. Česání chmele	
3. Sušení chmele	
4. Balení chmele	Ihned po klimatizaci nebo během 9. a 10.

Zdroj: Šroller a kol., 1997

Sklizeň se provádí po dosažení technické zralosti chmele – hlávky jsou uzavřené, při zmáčknutí pružné, žlutozelené a lesklé, s vysokým obsahem lupulinu a typickou chmelovou vůní. Žatecký poloraný červeňák se sklízí mezi 25. – 28. srpnem. Sklizeň by měla být provedena do 14 – 16 dnů. Hybridní odrůdy dozrávají později, sklízí se až na konci srpna nebo začátkem září. Sklizeň probíhá mechanizovaně ve 2 fázích. V 1. fázi jsou rostliny stříhány 100 – 130 cm nad zemí a strhávány ze chmelovodů, nakládány a dopraveny k česacím strojům. Rostliny se musejí dovážet čerstvé, nezavadlé. Ve 2. fázi se oddělují česacími stroji hlávky od zbytku rostliny, odpad je odvážen ke kompostování. Česací stroj musí být správně seřízen, aby se zamezilo poškozování hlávek a zmenšil se podíl příměsí (Šnobl, Pulkrábek, 2005).

Ihned po očesání (nejpozději do 2 hod.) následuje sušení chmele. Očesané hlávky mají 78 – 82 % vody a mohou se snadno zapařit. K sušení dochází v pásových nebo komorových sušárnách při teplotě 55 – 60°C po dobu 6 – 8 hodin. Konečná vlhkost by měla být 5 – 7 %. Teplota nesmí přesáhnout 60 °C, neboť se potom silně zhoršuje kvalita lupulinu (Petr, Louda, 1998).

Usušené hlávky nejsou schopné další manipulace, snadno se rozpadají a poškozují. Proto dochází k úpravě vlhkosti na 10,5 – 12 % samovolným přijmutím vlhkosti z okolí v průběhu 2 – 4 týdnů nebo ve speciální klimatizační komoře. Klimatizační komora je zpravidla součástí pásové sušárny a hlávky jsou zvlhčovány vzduchem o relativní vlhkosti 70 – 75 % po dobu 70 – 90 minut. Takové to hlávky se lisují po 60 – 70 kg do transportních žoků. Každý žok je opatřen štítkem s údaji a

zaplombován. Označování chmele je řízeno zákonem. Takto zabalené hlávky se odváží do skladu odběratele (Šroller a kol., 1997).

## 2.8. Chemické složení a parametry kvality chmele

Chmel v pivu původně zajišťoval vyšší trvanlivost piva, až mnohem později se začal používat pro dodání hořké chuti a úpravu dalších vlastností piva. Pivovarnicky důležité složky jsou chmelové pryskyřice, silice a polyfenoly. Z ostatních složek sledujeme problémové složky, které kvalitu chmele a jeho výrobků negativně ovlivňují (Prugar a kol., 2008).

### Chmelové pryskyřice

Nejvýznamnější složka tvořící se při chmelovaru. Zvyšují trvanlivost piva, stabilizují pивní pěnu a jsou zdrojem typické hořkosti. Dělí se na tvrdé a měkké pryskyřice. Nejvýznamnější jsou  $\alpha$  a  $\beta$  hořké kyseliny, které jsou v čistém stavu málo rozpustné ve vodě.  $\alpha$  hořké kyseliny jsou tvořeny směsí sedmi známých analogů humulonů. V přirozených směsích převládají kohumulon, humulon a adhumulon. V průběhu chmelovaru se  $\alpha$  hořké kyseliny isomerují na iso- $\alpha$ hořké kyseliny, které jsou rozpustné ve vodě. V  $\beta$  hořkých kyselinách je nejvíce zastoupen kolupulon, lupulon a adlupulon a významně se podílejí na celkové hořkosti piva (Vrzalová, Fric, 1994; Prugar a kol., 2008).

Nedostatek vody vede ke špatnému stavu rostlin, s následným snížením zastoupení  $\alpha$  hořkých kyselin, protože optimální meteorologické podmínky pravděpodobně podporují biosyntézu těchto kyselin (Pavlovic, 2011).

### Chmelové silice

Obsah je 0,5 – 3 % a jsou přítomny v lupulinových zrnech chmelové hlávky. Nejvýznamnější skupina látek převážně terpenického charakteru a různého složení, zodpovědná za chmelové aroma (Čepička, 2000).

Složky je možné rozdělit do tří skupin. Uhlovodíková frakce u čerstvě sklizeného chmele tvoří 70 – 80 % celkové hmotnosti silic. Látky obsahující kyslík tvoří okolo 25 %. Sírnatá frakce, která je senzorycky vysoce aktivní, tvoří 1%. Většina silic se ztrácí vytěkáním při chmelovaru, proto se chmelová vůně zvýrazňuje

dávkováním kvalitního aromatického chmele ke konci varného procesu nebo přidavkem do konečné fáze technologie (Prugar a kol., 2008).

### **Chmelové polyfenoly**

Obsah polyfenolů je závislý na odrůdě a pěstební lokalitě, pohybuje se v rozmezí 2 – 6 %. Jsou rozpustné ve vodě a dostávají se tak do konečného produktu. Mohou mít pozměňující vliv na hořkost a plnost piva. Ke zlepšení sensorické kvality piva přispívají zpomalováním stárnutí a podílejí se na vzniku nerozpustných bílkovinných komplexů při vylučování kalů. Hlávkový chmel obsahuje celé množství chmelových polyfenolů, ale koncentrované granule pouze část. Zvláštní skupinu tvoří tzv. prenylované flavonoidy, které se spolu s chmelovými pryskyřicemi a silicemi vylučují do lupulinových žláz. Jejich nejvýznamnější podíl tvoří xanthohumol, jehož obsah ve chmelu může činit až 1 %. Chmelové prenylflavonoidy jsou významné pro své antivirové, antibakteriální a antikancerogenní účinky (Prugar a kol., 2008).

Prenylflavonoidy jsou pozoruhodné sloučeniny chmele, které teprve nacházejí své uplatnění. Xanthohumol slouží jako přírodní antioxidant a látka prospěšná lidskému zdraví v pivu i potravinových doplňcích. Tyto látky mohou sloužit jako chemoprevence nádorů a civilizačních onemocnění. Nyní se xanthohumol používá k prevenci osteoporózy a jeho využití v budoucnu může být významné (Basařová, 2004).

Stále více stoupá využití desmethylxanthohumolu(DMX), který je potencionálním prekurzorem 8-prenylnaringenin, což je nejsilnější známý fytoestrogen. I když je to velice stabilní sloučenina, rozkládá se pod vlivem horka. Při sušení v pásových a komorových sušárnách dochází k 50 % poklesu DMX. Je proto nutné chmel ihned po zabalení skladovat v klimatizovaných skladech. Cílem je zachování nejvyšší možné úrovně obsahu prenylflavonoidů (Krofta a kol., 2013).

Dle Kuřce a kol. (2005) je možným způsobem zvýšení obsahu těchto látek jejich přidání do piva během procesu. Tento proces vyžaduje vysoké množství prenylflavonoidových látek a náročné extrakce. Druhou možností je zvýšení jejich biosyntézy pomocí metabolického inženýrství. U chmele dosáhneme zvýšení těchto látek zpomalením nebo zastavením metabolické cesty vedoucí ke vzniku hořkých



kyselin na úkor prekurzorů, ze kterých pak vznikají prenylflavonoidy. Ke stejnému účinku vede i zvýšení lupulinových žláz produkujících hořké kyseliny na chmelových hlávkách. Metabolické inženýrství bude mít za následek šlechtění různých odrůd chmele, které budou obsahovat vysoké množství 8-prenylaringeninů. Jejich využití bude především ve farmaceutickém průmyslu.

Chmel by měl při dodávce splňovat tyto požadavky:

- hlávky dobře česané, správně usušené a s krátkými stopkami
- podíl chmelových příměsí by neměl přesáhnout 3 % hmotnosti
- vlhkost hlávek maximálně 12 %
- konduktometrická hodnota minimálně 2,6 % (obsah  $\alpha$  hořkých kyselin) (Šroller a kol., 1997).

Kvalita hlávek se posuzuje laboratorním rozbořem a subjektivním posouzením průměrného vzorku s typovými vzorky (= bonitace). Při bonitaci se hodnotí:

- barva hlávek
- biologický vzrůst hlávek, vůně a obsah pecek
- poškození škodlivými činiteli
- barva lupulinu
- otluky hlávek
- stupeň rozplevení hlávek

Prodejní cena je určena zařazením do příslušné třídy jakosti (Šroller a kol., 1997).

Obsah  $\alpha$  hořkých kyselin se stanovuje konduktometricky v procentech a v současné době především chromatograficky. Stupeň zoxidování chmele se stanovuje spektrofotometricky a udává tzv. Index skladování chmele (Prugar a kol., 2008).

Chmel lze v našem státě pěstovat pouze ve vyjmenovaných oblastech, které mají svá specifika. Jedním z požadavků deklarování původu a kvality chmele, je označování a známkování chmele (Vrzalová, Fric, 1994).

## 2.9. Vliv elicitorů na kvalitu a výnos zemědělských produktů

Elicitory jsou látky syntetizované patogenními organismy, jsou velmi důležité při vzájemné interakci rostliny s patogenem. Ze strukturního hlediska to mohou být látky peptidové, proteinové, oligosacharidové či nízkomolekulární povahy. Vážou se na povrchu buněčných membrán specifickými receptory. Vazba elicitoru na receptor spouští regulační kaskádu zahrnující značné množství látek včetně vápníku (Mikeš a kol., 2001).

Pocházejí z mnoha zdrojů a z chemického hlediska jsou velmi různorodé. Abiotické elicitory jsou například kovové ionty a jiné anorganické sloučeniny (Kužel a kol., 2003).

Biotické jsou často složky buněčných těl patogenních škůdců nebo látky, které se uvolňují z rostlinné buňky v místě napadení patogenem. Nespecifické elicitory vyvolávají obrannou reakci u mnoha druhů rostlin, bývají součástí těl velkého množství mikroorganismů, např. ergosterol nebo fragmenty chitinu. Specifické elicitory jsou proteinové povahy, vyvolávají obrannou reakci často u jediného druhu a bývají produktem jednoho druhu nebo úzké skupiny patogenů (Solanský, 2012).

Receptory pro elicitory jsou v rostlinné buňce kódovány tzv. R genem. Přenos signálu je zprostředkován pomocí signálních proteinkináz nebo pomocí G-proteinů. R geny se z hlediska struktury kódované molekuly dělí do pěti tříd.

- **První typ** genu kóduje cytoplazmatickou proteinkinázu (serin, thronin), ta po aktivaci fosforyluje intracelulární proteiny a tím spouští modifikaci transkripce genů, které jsou spojeny s obrannou reakcí.
- **Druhý typ** genů po receptory kóduje cytoplazmatický protein, ten je složený z repetitivních bohatých na leucin, nukleotidy vázajících domén. Významné jsou leucinové zipy, které tvoří strukturu  $\alpha$  helixu. Tato oblast má schopnost vázat molekuly a může ovlivnit transkripci určitého genu.
- **Třetí typ** kóduje proteiny s podobnou funkcí jako typ předchozí. Místo leucinového zipu obsahuje N-terminální homolog receptoru pro interleukin.

- **Čtvrtou třídu** genů pro receptory tvoří geny pro transmembránové proteiny. Jsou složeny z extracelulárních repetitivních bohatých na leucin, intracelulární C-terminální domény a membránové kotvy.
- **Pátý typ** kóduje transmembránový protein s extracelulární doménou, ovšem v intracelulární oblasti je přítomna serin/threonin doména (Janotová, 2011).

Význam elicitorů spočívá v možnosti jejich izolace nebo přímo syntetizace. To nám umožňuje sledovat obranné mechanismy rostlin. Jejich působení může zvýšit hladinu obranných metabolitů, které normálně v buňkách nejsou přítomny a zvyšují tak odolnost rostlin vůči patogenům. Toto zvýšení probíhá přirozenou cestou, a proto mohou být některé elicitory využity v rámci nezávadných postřiků (Solanský, 2012).

Zvláštní skupinu elicitorů představují elicitiny, jakožto extracelulární proteiny vylučované zástupci oomycet. Elicitiny patří do skupiny proteinů přenášejících lipidy, jsou schopny přenášet mastné kyseliny a steroly. Rostliny jsou vysoce citlivé na rozpoznávání těchto látek. Elicitiny absorbují steroly a spouštějí reprodukci patogenu a aktivují obranný systém rostlin. Toto je základ dynamických interakcí mezi rostlinou a patogenem. Aplikace těchto látek vyvolává zvýšenou odolnost rostlin vůči významným patogenům. Poznatky vedou k potenciálnímu využití těchto látek na zlepšení výtěžnosti v průběhu pěstování a při ochraně zemědělsky významných plodin proti mikrobiálním infekcím (Moricová a kol., 2014).

Každá interakce hostitel – patogen je jedinečná ve způsobu lokalizace, aktivace, trvání a rozsahu obranných reakcí rostliny. V případě virulentního patogenu je rostlina patogenem napadena a obranná reakce přichází později. Avirulentní patogen vytvoří rychlou obrannou reakci. Po vzniku vazby elicitor – patogen dochází ke spuštění obranné reakce. Způsob získání signálu z nespecifických elicitorů způsobujících patogenezí jsou ještě málo známy. Specifické elicitory jsou molekuly, kterými jsou v patogenu zakódovány geny avirulence. V místě penetrace je rozvinuto oxidativní vzplanutí a následuje odumření infikovaných buněk, tato reakce je obzvláště účinná proti biotrofním patogenům. Řada okolních signálních molekul aktivuje následovně všeobecné reakce. Stěny buňky se zesilují, v buňce je tvořena kyselina salicylová, která aktivuje indukované geny. Tyto po sobě jdoucí reakce jsou označovány jako systémově získaná rezistence. Patogen přenesel elicitor do buněčné cytoplazmy, ve které je elicitor na určitém místě rozpoznán. Vazba elicitoru aktivuje

receptor nebo komplex receptorů a výsledek je nazýván efektor. Poté je vnímaný signál transdukován prostřednictvím signální kaskády (Kužel a kol. 2009).

Lokalizace infekce je tedy jedním z výsledků těchto obranných reakcí rostliny (Věchet, 2011).

Specializované buňky rostlin syntetizují fenoly a ukládají je do svých vakuol při procesu diferenciaci. Toto fenolické ukládání probíhá ve většině tkání. Tyto buňky mohou uzavírat poranění, předcházet infekcím a způsobit buněčnou smrt. Pokud dojde k selhání a stres přetrvává, tytéž procesy podpoří dlouhodobé nahromadění etylenu a IAA, které způsobí další kaskády v oblasti sekundárního metabolismu (Beckman, 2000).

Fenoly přispívají k celkové zdatnosti rostlin. Chrání proti patogenům a konkurenčním sousedním rostlinám. Fungují jako inhibitory leukocytů nebo inhibitory aktivace kyslíku. Mohou působit jako chelátory pro železo nebo měděné ionty, v tomto ohledu mohou silně stimulovat nebo inhibovat oxidační reakce. Jsou schopny působit jako lapače radikálů (Grassmann, Hippeli, Elstner 2002).

Listová aplikace elicitorů byla použita pro zvýšení obsahu biologicky aktivních fenolických látek. Přírodní stres mediátory /kyselina acetylsalicylová(ASA), kyselina salicylová(SA) a methylsalicylát(MSA)/ stejně jako nově zavedený biokompatibilní kov elicitor byly vybrány jako účinné složky listového spreje. Bylo dosaženo velkého nárůstu fenolických látek (až 10 krát) a zvýšené stimulace tvorby biomasy (Kužel a kol. 2006; Kužel a kol., 2009; Kužel a kol. 2015).

Z hlediska chmele byl studován vliv elicítace na množství peroxidázy, která má v rostlině mnoho funkcí. Může být součástí obranného systému proti stresovým podmínkám a infekcím, ovlivňuje dřevnatění, hojení ran nebo reguluje buněčné protažení. Výsledkem studie je, že v suspenzní kultuře dochází k velkým rozdílům aktivity peroxidázy i aktivity pro různé substráty. Elicítace výrazně ovlivnila aktivitu peroxidázy (Trevisian, Scheffer, Verpoorte, 1997).

Aktivita enzymů v buněčné suspenzi kultury chmelových odrůd po elicítaci pomocí houbového filtrátu způsobila zvýšenou aktivitu fenylalaninu. Cílem je zajistit pomocí obranného mechanismu výrobu fytoalexinů. Sekundární metabolity nevykazovaly po elicítaci zásadní změny (Trevisian, 1997).

Biologicky významné účinky na rostliny má titan. Prospěšný je při nízkých koncentracích a toxický při vysokých. Titan má značné dopady na všechny fyziologické parametry rostliny. Účinek askorbátu Ti je značně slabší při použití na listy, než když se přidává do vody (Kužel a kol., 2003).

## **2.10. Preparáty N-FENOL MIX<sup>®</sup>, ELITiC<sup>®</sup> a NanoFYTSi<sup>®</sup>(Kužel, Cígler, Hrubý 2015)**

### **NanoFYT Si<sup>®</sup>**

Nový, patentově chráněný přípravek obsahující nanočástice SiO<sub>2</sub> a specifické přírodní estery. Vyvinut byl za účelem zvýšení výnosu a kvality. Zesiluje buněčnou stěnu, zvyšuje mechanickou pevnost rostlinných tkání, snižuje toxické působení některých kovů, zvyšuje toleranci rostlin k zasolení půdy, podporuje asimilaci dusíku, zvyšuje toleranci vůči stresorům, snižuje napadení patogeny, zvyšuje výnos a kvalitu produkce (Mráz, Pluhař, 2012).

Mráz, Pluhař (2012) uvádějí, že křemík byl považován pouze za stavební složku rostliny. V roce 2006 byly objeveny mechanismy, kterými rostliny křemík přijímají a využívají ho. Sloučeniny křemíku jsou významným prvkem při biotickém i abiotickém stresu rostliny a mají vliv na její výnos a kvalitu. Nanočástice oxidu křemičitého mají velikost přibližně 15 nm. Jsou vyvinuty speciálně pro foliární aplikaci jako zdroj křemíku, který se zapojí do metabolismu. Právě rozměry nanočástic mají velký vliv na vysokou účinnost produktu. NanoFYT Si<sup>®</sup> obsahuje také přírodní estery, které jsou další účinnou látkou působící proti stresu během vegetace.

Přes membránu přípravek přenáší kutikulární vosky. Nanočástice snadno pronikají membránou, lenticelami i průduchy do mezibuněčných prostor. Částice mají velké aktivní povrchy a zapojují se do metabolismu. Slouží jako zásobárna křemíku a tvoří komplexy s přírodními estery (Mráz, Pluhař, 2012).

Všechny aplikační dávky NanoFYT® Si zvyšují výnos, jako optimální se potvrdila dávka 0,3 l/ha. Ideální termín aplikace je v počátku kvetení. Je možno tento přípravek aplikovat spolu s fungicidními přípravky (Agra, 2013).

### **N-FENOL MIX®**

Pomocný rostlinný přípravek registrovaný dle zákona o hnojivech. Funguje jako rostlinný stimulant během období aktivního růstu, použitelný je na všechny plodiny. Zvyšuje aktivitu rostlin, odolnost proti nepříznivým podmínkám prostředí, tvorbu biomasy a zlepšuje čerpání živin. Z hlediska chemického složení tento přípravek obsahuje 4-nitrofenolát sodný, 2-nitrofenolát sodný a 5-nitroguajakolát sodný (Agra, 2016).

Tabulka 9: Aplikace přípravku N-FENOL MIX® na chmel otáčivý

Plodina	Dávkování (l/ha)	Aplikace	Termín aplikace a účinnost
Chmel	0,2	3x – 4x	1. fáze intenzivního růstu (2 m výšky) 2. 7 - 10 dní po první aplikaci 3. před květem 4. po odkvětu

Zdroj: <http://www.agra.cz/stimulatory/n-fenol-mix.html>

### **ELITiC®**

Pomocný rostlinný přípravek. Složení: celkový dusík min. 0,14%, volné aminokyseliny min. 1,0 %, oxid draselný 4,0 %, hodnota pH 5,0 – 7,0. Obsah rizikových prvků nepřekračuje vyhlášku č. 474/2000 Sb. (Agra, 2016).

Tento přípravek na chmel obsahuje vodorozpustný komplex titanu a hydrolyzát bílkovin. V rostlinách specificky zvyšuje tvorbu sekundárních metabolitů. Hydrolyzát aminokyselin podporuje tvorbu auxinů a cytokininů, které mají vliv na vitalitu a růst rostlin. Řepkový olej podporuje prostupnost kutikulou i v období přisušků. Draslík v tomto přípravku stabilizuje pH. ELITiC® (Kužel, Cígler, Hrubý 2006) podporuje tvorbu sekundárních metabolitů, stimuluje dělení buněk, podporuje

fotosyntézu a přispívá k vysoké a stabilní produkci. U chmelu ovlivňuje množství  $\alpha$  hořkých kyselin a částečně zvyšuje odolnost proti chorobám (Agra, 2016).

Tabulka 10: Aplikace přípravku ELITiC<sup>®</sup> na chmel otáčivý

Plodina	Dávka (l/ha)	Množství vody	Termín aplikace
Chmel	0,5	1500 - 2000	1. Aplikace- začátek kvetení 2. Aplikace- cca 14 dní po první aplikaci

Zdroj: [http://www.agra.cz/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&id=18%3Aelitic&download=31%3Aetiketa-elitic&Itemid=50](http://www.agra.cz/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=18%3Aelitic&download=31%3Aetiketa-elitic&Itemid=50)

## 2.11. Využití chmele

### 2.11.1. Využití v pivovarnictví

Pro výrobu piva jsou rozhodující obsahy pivovarnicky cenných složek, jako jsou pryskyřice, polyfenoly a silice. Pryskyřice jsou důležité pro svůj obsah  $\alpha$  hořkých kyselin „humulony“,  $\beta$  hořkých kyselin „lupulony“ a specifické pryskyřice „resupony“. Tyto pryskyřice jsou původcem hořké chuti piva. Při skladování chmelových hlávek většina látek podléhá chemickým změnám, proto se v posledních letech chmel zpracovává na chmelové výrobky, což jsou mleté a granulované „pelety“ nebo pastovité extrakty, získané vyluhováním pomocí oxidu uhličitého. Důvodem nahrazování je snazší skladování, vyšší stabilita vlastností a vyšší využitelnost hořkých látek chmele. Nyní naše pivovary využívají kombinaci granulovaného chmele s extraktem získaným pomocí oxidu uhličitého. Přírodní chmel se využívá pouze zřídka (např. Budějovický Budvar). Při použití přírodního chmele je nutné ve varně instalovat zařízení, které odděluje povařenou mladinu od vylouženého chmele (Chládek, 2007).

Chmelové silice při výrobě piva vytěkají, část ale zůstává v mladině a přechází až do hotového piva, kterému tvoří specifické aroma. Trísloviny chmele mají srážecí účinek na vysoko a středně molekulární bílkoviny při chmelovaru a přispívají k říznosti piva. Nejdůležitější úpravou je extrakce chmele. Dvoustupňové

extrakty se oddělují nejprve organickým rozpouštědlem pro vyextrahování pryskyřic a silic a poté horkou vodou pro vyextrahování polyfenolů. Po odpaření rozpouštědla a vody ve vakuu se výluhy smíchají. Jednostupňový extrakt se extrahuje pouze jednou buď organickým rozpouštědlem, které extrahuje jen silice a pryskyřice, nebo alkoholem, který nedokonale extrahuje všechny složky. Chemicky se vyrábějí tzv. izoextrakty v nichž jsou uskutečněny chemické přeměny, které probíhají při chmelovaru. Tyto extrakty lze použít při studeném chmelení až do hotového piva, jsou dokonale rozpustné (Čepička, 1999).

### **2.11.2. Využití v kosmetice**

Chmel stimuluje kožní metabolismus, podporuje tvorbu červených krvinek, ovlivňuje metabolismus aminokyselin a obnovuje buňky v těle. Je účinný na všechny typy pleti a zvyšuje odolnost kůže proti nepříznivým vlivům. Pomáhá při léčbě lupénky a je součástí přípravků proti akné. Využívají se chmelové šišťice nebo chmelové žlásky. Chmelové extrakty jsou využívány při zpomalujících procesech stárnutí, do regeneračních koupelí, krémů i pleťových vod. Novinkou na trhu jsou pивní kosmetické výrobky, které taktéž obsahují chmel (Dáma, 2011).

### **2.11.3. Lékařství**

Staří Římané chmel využívali jako močopudný a krev čistící prostředek, později našel uplatnění k navození spánku a na zklidnění žaludečních potíží. Extrakt ze šišťice chmele působí sedativně, tlumí křeče, snižuje horečku a bolesti. Hořké látky zvyšují produkci žluči a tím podporují trávicí procesy. Lupulin tlumí mozkovou činnost, zpomaluje srdeční činnost a uvolňuje hladké svalstvo. Chmel je možno využít při nespavosti a nervozitě (Červenka, 2006).

V současné době chmel nachází stále více využití ve farmaceutickém průmyslu díky prenylflavonoidům. Nejvýznamnější z těchto látek je xanthohumol, který nachází své uplatnění při léčbě osteoporózy. Jsou studovány další možnosti využití. Další důležitou látkou chmele je 8-prenylnaringenin, nejvýznamnější fytoestrogen. Estrogeny pomáhají při klimakterických potížích, depresích, zvýšené únavě, při poruchách menstruace, migrénách a podobně. Jsou vyráběny potravní



doplňky s vysokým obsahem estrogenů, které významně přispívají zdravotnímu stavu v období klimakteria (Kuřec a kol., 2005).

### 3. ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo napsat rešerši o technologii pěstování chmele a jeho využití. V obecné části je popsána historie chmele, rozsah pěstování chmele ve světě a u nás, dále jsou zde popsány nejvýznamnější české odrůdy. Podrobněji je rozepsána morfologie chmelové rostliny- kořenová soustava, podzemní lodyžní orgány, nadzemní vegetativní orgány, generativní orgány, chmelová hlávka a perioda vegetace chmele.

Následně je kapitola věnována samotné technologii pěstování chmele, kde jsou podrobně popsány požadavky chmele na stanovištní podmínky, sadba chmele, řez chmele a agrotechnické zpracování půdy. Chmel patří k nejnáročnějším rostlinám na všechny základní živiny i na mikroprvky, proto je nezbytné věnovat výživě a hnojení zvýšenou pozornost. Jedním z nejdůležitějších prvků při pěstování chmele je fosfor, protože má přímý vliv na tvorbu pivovarsky účinných složek chmelových hlávek. Z hlediska výnosu a kvality hlávek je velmi důležitá ochrana před škůdci a proti chorobám, tento zásah musí být prováděn na vysoké úrovni. Sklizeň se provádí v technologické zralosti, česací stroj nesmí hlávky poškozovat. Následuje sušení, úprava vlhkosti a označování chmele, které je řízeno zákonem. Z chemického složení jsou důležité složky chmelové pryskyřice, silice a polyfenoly.

V další části je popsán vliv elicítace na rostliny. Elicitory jsou látky syntetizované patogenními organismy, jsou velmi důležité při vzájemné interakci rostliny s patogenem. Význam elicitorů spočívá v možnosti jejich izolace nebo přímo syntetizace. To nám umožňuje sledovat obranné mechanismy rostlin. Jejich působení může zvýšit hladinu obranných metabolitů, které normálně v buňkách nejsou přítomny a zvyšují tak odolnost rostlin vůči patogenům.

Dále je v práci popsán vliv rostlinných přípravků na kvalitu a výnos zemědělských plodin. Tyto přípravky zvyšují odolnost proti chorobám a nepříznivým vlivům prostředí. V neposlední řadě je zde zmíněno využití chmele.

Při psaní bakalářské práce jsem čerpala především z odborné literatury, odborných časopisů, článků a z internetových zdrojů.

## POUŽITÁ LITERATURA

BAIER, Jan. *Abeceda výživy rostlin*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1962. Zemědělské aktuality (Státní zemědělské nakladatelství).

BARTOŠ, Jaroslav a kolektiv. *Ochrana rostlin*. 2., rozšířené vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1968. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství).

BASAŘOVÁ, Gabriela. *Xanthohumol-chmelové pryskyřice nebo polyfenol?*. Chem. Listy, 2004, 98: 825-830.

BECKMAN, Carl H. Phenolic-storing cells: keys to programmed cell death and periderm formation in wilt disease resistance and in general defence responses in plants?. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 2000, 57.3: 101-110.

ČAČA, Zdeněk. *Ochrana polních a zahradních plodin*. 2., přeprac. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1990. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství).

ČAČA, Zdeněk. *Zemědělská fytopatologie*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1981. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství).

ČEPIČKA, Jaroslav. *Kvantifikace chmelového aroma v pivu*. Pivovarnický kalendář, 2000. 1. vyd. Praha: VÚPS, 2000. ISBN 80-902658-3-9

ČEPIČKA, Jaroslav. *Obecná potravinářská technologie*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1995. ISBN 80-7080-239-1.

DROZDOVÁ, Jitka. *Situační a výhledová zpráva CHMEL, PIVO*. 1. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2015. ISBN 978-80-7434-263-9.

DUDÁŠ, František. *Skladování a zpracování rostlinných výrobků*. 1. vyd., (2., přeprac. vyd.). Praha: SZN, 1981. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství).

FÁBRY, Andrej a kolektiv. *Rostlinná výroba II. (technologické postupy)*. 1. vyd. V Praze: Agronomická fakulta VŠZ, 1984.

GLOSER, Vít a kolektiv. *Transport vody v rostlinách chmele za dostatečné a snížené dostupnosti vody v půdě*. Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2011, 205. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2011. ISBN 978-80-7427-068-0

GRASSMANN, Johanna; HIPPELI, Susanne; ELSTNER, Erich F. Plant's defence and its benefits for animals and medicine: role of phenolics and terpenoids in avoiding oxygen stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 2002, 40.6: 471-478.

HAVELKA, Bohumil, Jozef IVANIČ a Karel KNOP. *Výživa rastlín a hnojenie*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1979. Rastlinná výroba (Príroda).

CHLÁDEK, Ladislav. *Pivovarnictví*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. Řemesla, tradice, technika. ISBN 978-80-247-1616-9.

CHMELAŘSKÝ INSTITUT s. r. o. ŽATEC. *Atlas českých odrůd chmele*. 1. vyd. Chmelařský institut s. r. o., 2012. ISBN 978-80-87357-11-8

JANOTOVÁ, Tereza, et al. *Testování směsí elicitorů pro zvýšení obranyschopnosti rostlin*. 2011. PhD Thesis. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta.

JURČÁK, J., et al. *Qualitatively anatomic characteristics of vegetative organs of juvenile hop plant (Humulus lupulus L.), the family Cannabaceae*. Scientia Agriculturae Bohemica (Czech Republic), 2007.

KAZDA, Jan, Jan MIKULKA a Evženie PROKINOVÁ. *Encyklopedie ochrany rostlin: polní plodiny*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2010. ISBN 978-80-86726-34-2.

KOSAŘ, Karel a Stanislav PROCHÁZKA. *Technologie výroby sladu a piva* [CD-ROM]. 3. vyd., 2. na CD-ROM. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2012. ISBN 978-80-86576-52-7.

KRIŠTÍN, Ján a František BURDA. *Zemědělská výroba pro střední zemědělské technické školy, studijní obor mechanizace zemědělské výroby*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1978. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství).

KROFTA, K. a kol., Changes of hop prenylflavonoids content during maturation, harvesting, and processing. *International Hop Growers` Convention*, 2013, 45. ISSN: 1814-2206

KROFTA, K. *Comparison of quality parameters of Czech and foreign hop varieties*. *Plant Soil and Environment*, 2003, 49.6: 261-268.

KUŘEC, Michal a kolektiv. *HOP CONSTITUENTS WITH ESTROGENIC EFFECTS AND THEIR EXPLOITATION*. *Kvasný průmysl* 51, 2005.

KUŽEL, Stanislav a kolektiv. Mechanism of physiological effects of titanium leafsprays on plants grown on soil. *Biological trace element research*, FEB 2003, 179-189.

KUŽEL S., CÍGLER P., HRUBÝ M. Přípravek pro indukci zvýšení tvorby bioaktivních sloučenin v rostlinách a jeho použití. 2006, CZ296300.

KUŽEL, S., VYDRA, J., TŘÍSKA, J., VRCHOTOVÁ, N., HRUBÝ, M., CÍGLER, P.: Elicitation of Pharmacologically Active Substances in an Intact Medical Plant. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2009, 57(17):7907-7911. doi: 101021/JF9011246.

KUŽEL, S., CÍGLER, P., HRUBÝ, M. Preparation for induction of increased production of bioactive compounds in plants and its use. 2015, EP1750507

MIKEŠ, Vladimír, et al. *Elicitory obranných reakcí rostlin*. 2001.

MORICOVÁ, Pavla, et al. *Elicitiny: klíčové molekuly interakcí rostlin a patogenů*. *Chem. Listy*, 2014, 108: 1133-1139.

MRÁZ, Jaroslav a Pavel PLUHAŘ. *Nanofyt Si- výsledek nejnovějších poznatků vědeckého výzkumu a nanotechnologií aplikovaných v zemědělské výrobě*. Agra group a.s., 2012.

NĚMEC, Václav a kolektiv. *Almanach českého a moravského šlechtění rostlin*. Vyd. 1. Praha: Českomoravská šlechtitelská a semenářská asociace, 2000, 220s.

NOVOTNÝ, Miloslav, Džamlet Michailovič KERVALIŠVILI a Michal ŠANTA. *Závlaha polních a speciálních plodin*. 1. vyd. Bratislava: Příroda, 1990. Vodné hospodárstvo. ISBN 80-07-00267-7.

PAVLOVIC, V., et al. *Environment and weather influence on quality and market value of hops*. Plant, Soil and Environment-UZEI, 2012, 58.4: 155-160.

PETR, Jiří a František LOUDA. *Produkce potravinářských surovin*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1998. ISBN 80-7080-332-0.

POKORNÝ, J., et al. *Photosynthetic activity of selected genotypes of hops (Humulus lupulus L.) in critical periods for yield formation*. Plant, Soil and Environment, 2011, 57.6: 264-270.

PRUGAR, Jaroslav. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 2008, 327 s., [13] s. obr. příl. ISBN 978-80-86576-28-2.

PRUGAR, Jaroslav. *Kvalita rostlinných produktů*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1977. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství).

RYBÁČEK, Václav a kolektiv. *Chmelářství*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1980. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství).

SCHMIDT, Jan. *Odrůdová agrotechnika polních plodin*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1978. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství).

SOLANSKÝ, Martin. *Stanovení fytoalexinů v buněčných suspenzích vinné révy*. 2012. PhD Thesis. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta.

ŠNOBL, Josef a Josef PULKRÁBEK. *Základy rostlinné produkce*. Vyd. 2., přeprac. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2005, 172 s. ISBN 80-213-1340-4.

ŠPALDON, Emil a kolektiv. *Rostlinná výroba*. 1. vyd. Bratislava: Příroda, 1982. Rostlinná výroba (Příroda).

ŠROLLER, Josef a kolektiv. *Speciální fytotechnika - rostlinná výroba*. Vyd. 1. Praha: nakladatelství EKOPRESS, s. r. o., 1997. ISBN 80-86119-04-1.

ŠTRANC, Přemysl. *Řez chmele odrůdy Žatecký poloraný červeňák v podmínkách ČR*. Vyd. 1. Praha: Pro katedru rostlinné výroby, FAPPZ, ČZU v Praze vydalo vydavatelství Kurent, 2007, 48 s. ISBN 978-80-87111-03-1.

ŠTRANC, Přemysl. *Výsadba chmele*. Vyd. 1. Praha: Pro katedru rostlinné výroby, FAPPZ, ČZU v Praze vydalo vydavatelství Kurent, 2007, 72 s. ISBN 978-80-87111-02-4.

ŠTRANC, Přemysl. *Zpracování půdy ve chmelnicích*. Vyd. 1. Praha [i.e. České Budějovice]: Kurent, 2008, 139 s. ISBN 978-80-87111-11-6.

TREVISAN, M. T. S., et al. Enzyme activities in cell suspension cultures of two hop cultivars after elicitation by a fungal culture filtrate. *Biotechnology letters*, 1997, 19.3: 207-212.

TREVISAN, M. T. S.; SCHEFFER, J. J. C.; VERPOORTE, R. Effect of elicitation on the peroxidase activity in some cell suspension cultures of hop, t *Humulus lupulus*. *Plant cell, tissue and organ culture*, 1997, 48.2: 121-126.

VĚCHET, L. *Význam interakcí hostitel - patogen*. Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2011, 72. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2011. ISBN: 978-80-7427-068-0

VRZALOVÁ, Jiřina a Václav FRIC. *Rostlinná výroba - IV: (přadné plodiny, chmel)*. Vyd. 1. V Praze: Agronomická fakulta VŠZ, 1994. ISBN 80-213-0155-4.

#### **Elektronické zdroje:**

AGRA, 2013. *Nanofyt Si*. [online]. [cit. 2016-04-07]. Dostupné z WWW: <http://www.agra.cz/stimulatory/nanofyt-si.html>

AGRA, 2016. *N-FENOL MIX*. [online]. [cit. 2016-04-07]. Dostupné z WWW: <http://www.agra.cz/stimulatory/n-fenol-mix.html>

ČERVENKA, František, 2006. *Chmel*. [online]. [cit. 2016-04-02]. Dostupné z WWW: <https://www.ordinace.cz/clanek/chmel/>

- ČESKÝ CHMEL - TRADICE KVALITY, 2015. *Historie pěstování chmele*[online]. [cit. 2015-11-18]. Dostupné z WWW: [http://www.czhops.cz/index.php?option=com\\_content&view=article&id=57&Itemid=58&lang=cs](http://www.czhops.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=57&Itemid=58&lang=cs)
- DÁMA, 2011. *Chmel místo botoxu?*[online]. [cit. 2016-04-02]. Dostupné z WWW: <http://www.dama.cz/krasa/chmel-misto-botoxu-14212>  
[http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/hnojeni\\_plodin/pdf/chmel.pdf](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/pdf/chmel.pdf)
- NESVADBA, Václav, 2002. *Humulus lupulus L.* [online]. [cit. 2016-03-06]. Dostupné z WWW:
- RICHTER, Rostislav, 2005. *Vyhnojení chmelnic před výsadbou a hnojení plodných chmelnic.*[online]. [cit. 2016-03-07]. Dostupné z WWW:[http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/hnojeni\\_plodin/html/techplodiny/chmel.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/html/techplodiny/chmel.htm)
- ŠTRANC, Jaroslav, ŠTRANC, Přemysl, ŠTRANC, Daniel, 2011. *Hnojení chmelové sadby za účelem zvýšení jejich morfologických parametrů*[online]. [cit. 2016-03-06]. Dostupné z WWW: <http://agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/hnojeni-chmelove-sadby-za-ucelem-zvyseni-jejich-morfologickych-parametru>
- ŠTRANC, Jaroslav, ŠTRANC, Přemysl, ŠTRANC, Daniel, 2011. *První poznatky z ověřování přípravku Vortigern 70 ve chmelařství* [online]. [cit. 2016-03-06]. Dostupné z WWW: <http://agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/prvni-poznatky-z-overovani-pripravku-vortigern-70-ve-chmelarstvi>
- RAK, Lubomír, 2007. *Humulus lupulus L.*. [online]. [cit. 2016-04-07]. Dostupné z WWW: <http://botany.cz/cs/humulus-lupulus/>



## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Výměra pěstování chmele ve světě (ha) .....	9
Tabulka 2: Plochy chmele, rok 2015 .....	11
Tabulka 3: Kategorizace zhutněných půd podle vhodnosti hloubkového kypřícího zásahu (podle Lhotského 2000) .....	21
Tabulka 4: Obsah P v mg na 1000 g půdy .....	24
Tabulka 5: Obsah K v mg na 1000 g půdy.....	24
Tabulka 6: Potřeba vápnění chmelnic .....	24
Tabulka 7: Hodnocení výskytu perenospor v souvislosti s fungicidy a přípravkem Vortigern .....	27
Tabulka 8: Sklizeň a posklizňová úprava chmele .....	29
Tabulka 9: Aplikace přípravku N-FENOL MIX <sup>®</sup> na chmel otáčivý .....	37
Tabulka 10: Aplikace přípravku ELITiC <sup>®</sup> na chmel otáčivý.....	38
Tabulka 11: Plocha chmelnic dle chmelařských oblastí (rok 1990) .....	50
Tabulka 12: Produkce a výnosy chmele ve světě .....	50
Tabulka 13: Periodické hloubkové kypření chmelnic (upraveno dle Štrance 1984) .	54
Tabulka 14: Podzimní práce na chmelnici .....	55
Tabulka 15: Jarní práce ve chmelnici.....	55
Tabulka 16: Letní práce ve chmelnici .....	56
Tabulka 17: Hodnocení kvality hlávek chmele.....	59
Tabulka 18: Sklizeň chmele 2014, Žatecká oblast.....	60
Tabulka 19: Obsah a složení chmelových pryskyřic českých odrůd chmele.....	61
Tabulka 20: Doporučená aplikace přípravku Nanofyt Si.....	62

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Chmel otáčivý.....	8
Obrázek 2: Žatecký poloraný červeňák.....	10
Obrázek 3: Sládek .....	11
Obrázek 4: List chmele .....	14
Obrázek 5: Hlávka žateckého poloraného červeňáku .....	16
Obrázek 6: Mladé kořenáče chmele, vpravo hnojené Amofosem (patrná tmavší barva v důsledku vyšší dávky N) .....	19
Obrázek 7: Perenospora chmelová.....	28
Obrázek 8: Chmelová rostlina.....	52
Obrázek 9: Chmelová sadba.....	53
Obrázek 10: Mladý list chmele .....	53
Obrázek 11: Lupulinový prášek na hlávce chmele .....	54
Obrázek 12: Chmelový kořenáč.....	57
Obrázek 13: Sviluška chmelová.....	58
Obrázek 14: Mšice chmelová.....	58

## PŘÍLOHY

Tabulka 11: Plocha chmelnic dle chmelařských oblastí (rok 1990)

Pěstitelská oblast	Celková výměra ha	% z celkové plochy chmelnic
Žatecká	7539	63,9
Ústecká	1749	14,8
Tršická	1135	9,6
Piešťanská	1362	11,5
Mimo oblast	23	0,2
celkem	11808	100

Zdroj: Vrzalová, Fric, 1994, s. 38.

Tabulka 12: Produkce a výnosy chmele ve světě

Země/rok	Produkce t					Výnos t/ha				
	2009	2010	2011	2012	2013	2009	2010	2011	2012	2013
Česká republika	6 616	7 772	6 088	4 338	5 330	1,25	1,49	1,31	0,99	1,23
Německo	31 344	34 234	38 110	34 475	27 554	1,70	1,86	2,09	2,01	1,64
Belgie	355	300	288	235	211	1,91	1,64	1,52	1,24	1,34
Bulharsko	183	183	183	183	180	0,98	1,14	1,22	1,22	1,71
Velká Británie	1 450	1 608	1 093	1 459	1 235	1,35	1,49	0,98	1,39	1,26
Francie	818	790	644	752	612	1,56	1,82	1,31	1,71	1,61
Polsko	2 167	2 668	2 268	1 818	2 079	0,97	1,45	1,75	1,20	1,53
Rumunsko	202	207	166	106	181	0,84	0,86	0,69	0,43	0,72

Ruská federace	160	160	162	162	162	0,38	0,73	1,03	1,03	1,03
Slovensko	240	205	272	203	193	0,92	0,87	1,23	0,95	1,11
Slovinsko	2 499	2 400	2 470	1 560	1 297	1,58	1,97	1,80	1,34	1,11
Španělsko	1 014	1 037	936	1 028	854	2,13	2,16	1,76	1,90	1,76
Turecko	389	390	390	390	390	1,26	1,11	1,11	1,11	1,11
Ukrajina	1 335	750	681	454	520	1,01	0,79	1,05	0,98	1,11
Evropa $\Sigma$	49 029	52 983	54 500	47 911	41 510	1,50	1,71	1,82	1,69	1,50
USA	42 945	27 707	29 385	27 782	31 454	2,64	2,35	2,44	2,15	2,21
Argentina	185	185	226	280	300	1,43	1,43	1,20	1,49	1,54
Austrálie	1 343	1 099	1 044	1 093	1 146	2,61	2,45	2,29	2,42	2,55
Japonsko	420	420	420	345	335	2,10	2,21	2,33	1,93	1,87
Nový Zéland	832	793	575	694	703	2,08	1,98	1,51	1,80	1,86
Čína	15 396	10 150	10 230	7 578	6 230	2,14	2,02	2,33	2,14	2,36
jižní Afrika	807	913	956	1 003	913	1,68	1,90	1,94	2,04	1,86
Ostatní země	40	40	40	40	40	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
Svět $\Sigma$	111 386	96 680	97 376	86 969	82 631	1,91	1,90	2,02	1,86	1,79

Zdroj: Drozdová, 2015

Obrázek 8: Chmelová rostlina



Zdroj: <http://www.kvetena.com/konopovite.html>

Obrázek 9: Chmelová sadba



Zdroj: <http://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/prvni-poznatky-z-overovani-pripravku-vortigern-70-ve-chmelarstvi.html>

Obrázek 10: Mladý list chmele



Zdroj: [http://www.e-herbar.net/main.php?g2\\_itemId=17880](http://www.e-herbar.net/main.php?g2_itemId=17880)

Obrázek 11: Lupulinový prášek na hlávce chmele



Zdroj: <http://botany.cz/cs/semenne-rostliny-varia/>

Tabulka 13: Periodické hloubkové kypření chmelnic (upraveno dle Štrance 1984)

Kritéria hodnocení	Stupeň kvality		
	optimální	vyhovující	nevyhovující
Vlhkost půdy v době kypření (v % hm.)	18 – 22 %	23 – 24 %	24 % a více
Hloubka a její rovnoměrnost	do 60 cm dobrá	do 60 cm dobrá	pod 35 cm špatná
Kypření a drobení půdy	intenzivní a rovnoměrné prokypření zpracovaného půdního profilu	relativně intenzivní a rovnoměrné prokypření zpracovaného půdního profilu	málo intenzivní a nerovnoměrné prokypření zpracovávaného půdního profilu
Izolační vzdálenost	55 – 75 cm	45 – 55 cm nebo 80 – 90 cm	pod 40 cm
Řez horizontálních kořenů chmele	hladký	relativně hladký	dochází k trhání a drcení kořenů

Zdroj: : Štranc J., Štranc P., Štranc D, Ledvina, 2008

Tabulka 14: Podzimní práce na chmelnici

Pracovní operace	Měsíc
1. Úklid chmelnic po sklizni	10.
a) odříznutí zbytků rév a odvoz mimo chmelnici	10.
b) vláčení chmelnice	10.
2. Rozmetání podzimní dávky průmyslových hnojiv – P, K (Mg)	10.
3. Rozmetání statkových hnojiv – 1 x za 3 roky	10.
4. Rozmetání vápenatých hnojiv – 1 x za 3 – 4 roky	10.
5. Orba meziřadí	10. – 11.
6. Hluboké kypření meziřadí – 1 x za 4 – 5 let	11.
7. Dosadba chybějících rostlin – dle potřeby – zpravidla 1 x za 5 – 7 let	10. – zač. 12
8. Opravy chmelnicových konstrukcí	Od podzimu do jara

Zdroj: Šroller a kol., 1997

Tabulka 15: Jarní práce ve chmelnici

Pracovní operace	Měsíc
1. Rozmetání dávky průmyslových hnojiv – N, P, K, Mg	3.
2. Vláčení chmelnic do roviny	3.
3. Mechanizovaný řez chmele	1. – 20. 4.
(4.) Jarní aplikace herbicidů – dle potřeby	Ihned po řezu
5. Postřik rašících výhonů proti lalokonosci libečkovému – dle potřeby	4.
6. Zavěšování chmelovou	1. – 30. 4
7. zavádění chmelových výhonů (I., II.)	10. – 30. 5.

Zdroj: Šroller a kol., 1997



Tabulka 16: Letní práce ve chmelnici

Pracovní operace	Měsíc
1. Kultivační zásahy	
a) Přiorávka	Zač. 6
b) kypření mezi řádky	6. – zač. 8
2. Přihnojování během vegetace	
a) dusík po zavedení chmele	konec 5. – zač. 6.
b) dusík před počátkem hlávkování	pol. 7
c) mimokořenová výživa	6. – 8.
3. Ochrana proti chorobám a škůdcům – dle potřeby 3 – 5 x	6. – 8.
(4.) II. přiorávka chmele – dle potřeby	konec 6.
5. Letní aplikace herbicidů	7.
6. Znovuzavádění odkloněných vrcholů rostliny + zavěšování spadlých rostlin	6. – 8.
7. Závlaha- dle potřeby	6. – zač. 8.
(8.) Defoliace spodních listových pater	konec 7. – zač. 8

Zdroj: Šroller a kol., 1997

Obrázek 12: Chmelový kořenáč



Zdroj: <http://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/hnojeni-chmelove-sadby-za-ucelem-zvyseni-jejich-morfologickych-parametru.html>

Obrázek 13: Sviluška chmelová



Zdroj: <http://www.tlumacak.cz/?sviluska-chmelova,96>

Obrázek 14: Mšice chmelová



Zdroj: <http://www.chizatec.cz/skudci/?arc=94&sub=65&back=1>

Tabulka 17: Hodnocení kvality hlávek chmele

Jakostní znak - ukazatel	Standardní jakost	Tolerovaná jakost
KH (v půdním vzorku)	nad 3,0 %	2,3 – 2,9 %
Rozplevení	do 1,5 %	do 30,0 %
Otluky	do 15,0 %	do 25 %
Poškození škodlivými činiteli (chorobami a škůdci)	do 10 % počtu hlávek (nepřipouští se zbytky mšice)	do 20 % počtu hlávek (připouští se stopy černě a zbytky mšice)
Barva hlávek	zlatozelená až žlutozelená	zelenožlutá
Barva Lublinu	světle žlutá až žlutá, lesklá	tmavě žlutá
Biologický vzrůst	dobře vzrostlý, vyzrálý, vyrovnaný	vyzrálý, méně vyrovnaný
Obsah pecek	Bez pecek	pecky do 5 % počtu hlávek
Vůně	pravá jemná chmelová vůně	pravá chmelová vůně
Vlhkost	Do 11,0 %	11,1 - 13,0 %
Chmelové příměsi	Do 3,0 %	3,1 – 6,0 %
Cizí příměsi	bez cizích příměsí	do 3 %

KH = konduktometrická hodnota (%  $\alpha$  hořkých kyselin v hlávkách)

Zdroj: Petr, Louda, 1998

Tabulka 18: Sklizeň chmele 2014, Žatecká oblast

ŽATECKO	Sklizňová plocha (ha)	Z toho výsaz (ha)	Sklizeň (t)	Výnos (t.ha <sup>-1</sup> )
Odrůda				
Žatecký poloraný červeňák	3 086,00	260,00	4 045,62	1,31
Agnus	37,00	0,00	69,88	1,89
Bohemie	1,00	0,00	0,00	0,00
Bor	1,00	0,00	0,00	0,00
Perle	1,00	0,00	0,28	0,28
Hallertauer Tradition	1,00	0,00	0,26	0,26
Harmonie	6,00	1,00	5,76	0,96
Kazbek	11,00	9,00	11,20	1,02
Premiant	99,00	8,00	182,90	1,85
Rubin	1,00	0,00	0,30	0,30
Saaz Late	13,00	5,00	17,04	1,31
Saaz Special	11,00	2,00	10,11	0,92
Sládek	172,00	15,00	335,40	1,95
Vital	1,00	0,00	2,35	2,35
Ostatní	10,00	0,00	7,66	0,77
Celkem ŽATECKO	3 451,00	300,00	4 688,76	1,36

Zdroj: [http://eagri.cz/public/web/file/367431/Sklizen\\_2014\\_\\_\\_odrudy.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/367431/Sklizen_2014___odrudy.pdf)

Tabulka 19: Obsah a složení chmelových pryskyřic českých odrůd chmele

Složka	ŽPČ	Sládek	Harmonie	Bor	Premiant	Agnus
celkové pryskyřice (% hm.)	13–20	17–24	22–26	18–25	19–25	26–32
$\alpha$ hořké kyseliny (% hm.)	3,0–6,0	4,8–8,0	4,0–8,0	6,5–11,0	7,0–11,0	11,0–15,0
$\beta$ hořké kyseliny (% hm.)	4,5–8,0	3,5–8,0	4,0–8,0	3,5–6,0	3,5–6,0	5,0–8,0
poměr $\alpha/\beta$	0,60–0,90	0,70–1,30	0,80–1,20	1,60–2,30	1,70–2,30	1,9–2,6
kohumulon (% relat.)	23–26	25–31	19–22	22–27	18–23	29–38
kolupulon (% relat.)	39–43	45–51	36–40	43–48	39–44	51–59

Zdroj: Prugar a kol., 2008

Tabulka 20: Doporučená aplikace přípravku Nanofyt Si

Plodina	Termín aplikace	Počet aplikací	Doporučená dávka (l/ha)	Dávka vody (l/ha)
Pšenice ozimá	Po vymetání klasu	1 - 2	0,3 – 0,4	150 - 300
Pšenice jarní	Po vymetání klasu	1 – 2	0,3 - 0,4	150 – 300
Ječmen jarní	Po vymetání klasu	1 – 2	0,3 – 0,4	150 – 300
Ječmen ozimý	Po vymetání klasu	1 – 2	0,3 – 0,4	150 – 300
Trávy na semeno	Před obdobím tvorby semene	1 – 2	0,3 – 0,4	150 – 300
Kukuřice	Polovina června až konec července	1 - 2	0,3 – 0,4	150 – 300
Cukrovka	Polovina července až konec srpna	1 - 2	0,3 – 0,5	150 – 300

Zdroj: <http://www.agra.cz/stimulatory/nanofyt-si.html>