

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



Bio-chmel v podmínkách ČR a jeho perspektivy

Bakalářská práce

Autor práce: Kateřina Janoušová

Obor studia: Zahradnictví

Vedoucí práce: Ing. Petr Dvořák, Ph.D.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci " Bio-chmel v podmínkách ČR a jeho perspektivy" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne: _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce, Ing. Petrovi Dvořákovi, Ph.D., za odborné vedení, cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích.

Bio-chmel v podmínkách ČR a jeho perspektivy

Souhrn

V komerční produkci se pěstuje chmel otáčivý (*Humulus lupulus* L.). Chmel je dvoudomá bylina s pravotočivou liánou, která pro svůj růst vyžaduje oporu. Na stanovišti ho máme okolo 20 až 30 let a dosahuje výšky od 3 do 7 metrů, podle konstrukce, na které se pěstuje. Pro komerční produkci jsou požadovány pouze samičí rostliny. Z rostliny se používají chmelové šišťice, a to především k výrobě piva. Šišťice obsahují spoustu chemických látek. Nejdůležitějšími jsou chmelové pryskyřice, silice a polyfenoly, které dodávají pivu zejména chuť a aroma.

Aby se zabránilo negativním dopadům na životní prostředí, začala se snižovat spotřeba chemických hnojiv, pesticidů, regulátorů růstu v zemědělství. Z těchto důvodů se u nás začal pěstovat v roce 2011 chmel v kvalitě bio. V ekologickém zemědělství se mohou používat pouze takové materiály a látky, které negativně nenarušují životní prostředí. Využívají se především osevní postupy, zelené hnojení a biologické odpady z farmy (např. kompost nebo hnůj). Plevel se odstraňuje pouze mechanicky a proti chorobám a škůdcům se spoléhá na biologickou ochranu. Při přechodu na ekologické zemědělství se na pozemku nesmí používat žádné chemikálie, a to minimálně po dobu 3 let.

Český chmel je proslulý svou kvalitou. Kvalitu určuje především obsah alfa kyselin, který je závislý na poloze a lokalitě chmelnice. Kvalitu také ovlivňuje správná mechanizace a doba sklizně. V České republice dosahuje chmel dobrých výnosů, ovšem také dost záleží na zdravotním stavu rostlin a klimatických podmínkách v daném roce. V loňském roce se produkci dařilo a průměrný výnos činil 1,43 tun z hektaru. V ekologickém zemědělství se snažíme o to, aby kvalita i výnos odpovídali konvenční produkci, avšak u ekologicky vypěstovaného chmele bývají výnosy z hektaru o něco nižší.

Na trhu je o český chmel velký zájem, a to i v zahraničí. Nabídka na trhu by se měla vyrovnat poptávce. Cílem je zajistit kvalitu chmele, aby se český chmel (hlavně Žatecký poloraný červeňák) udržel mezi nejlepšími odrůdami u nás, ale především i v zahraničí. Chmel podléhá certifikaci, která také poslouží pro získání důvěry spotřebitele. Realizační cena chmele vypěstovaného v ekologickém zemědělství bývá vyšší než u toho konvenčně vypěstovaného, protože jeho pěstování bývá náročnější na práci.

Klíčová slova: chmel; ekologické zemědělství; výnos a kvalita chmele; chmel v tržních podmínkách

Bio-hop in the Czech Republic and its perspectives

Summary

In commercial production is cultivate hop species *Humulus lupulus* L. Hops are a dioecious herb with a clockwise creeper that requires support for its growth. We have it on the site for about 20 to 30 years and it reaches a height of 3 to 7 meters, depending on the construction on which it is grown. Only female plants are required for commercial production. Hop cones are used from the plant, mainly for the production of beer. Cones contain a lot of chemicals. The most important are hop resins, essential oils and polyphenols, which give beer especially taste and aroma.

To avoid negative impacts on the environment, the consumption of chemical fertilizers, pesticides, growth regulators in agriculture has begun to decrease. For these reasons, organic hops began to be grown in our country in 2011. Only materials and substances that do not adversely affect the environment may be used in organic farming. The following are mainly used: sowing procedures, green manure and biological waste from the farm (eg compost or manure). Weeds are removed only mechanically and biological protection is used against diseases and pests. When switching to organic farming, no chemicals may be used on the land for at least 3 years.

Czech hops are famous for their quality. The quality is determined primarily by the content of alpha acids, which depends on the location and location of the hop garden. Quality is also affected by proper mechanization and harvest time. In the Czech Republic, hops achieve good yields, but it also depends a lot on the health of plants and climatic conditions in the particular year. Last year, production was successful and the average yield was 1.43 tons per hectare. In organic farming, we try to ensure that the quality and yield correspond to conventional production, but in the case of organically grown hops, the yields per hectare tend to be slightly lower.

There is great interest in Czech hops on the market, even abroad. Market supply should match demand. The aim is to ensure the quality of hops so that Czech hops (especially Žatecký poloraný červeňák) remain among the best varieties in our country, but especially abroad. Hops are subject to certification, which will also serve to gain consumer confidence. The selling price of hops grown in organic farming is usually higher than that of conventionally grown hops, because its cultivation is more labor-intensive.

Keywords: hop; organic agriculture; yield and quality of hops; hops under market conditions

Obsah

1	Úvod	8
2	Cíl práce	9
3	Literární rešerše	10
3.1	Obecná charakteristika chmele	10
3.1.1	Chemické složení	11
3.2	Konvenční produkce	12
3.3	Ekologické zemědělství	13
3.3.1	Chmel v kvalitě bio	14
3.4	Porovnání s pěstováním ve světě	15
3.5	Pěstování chmele	16
3.5.1	Hnojení	17
3.5.2	Škůdci chmele	18
3.5.2.1	Mšice chmelová (<i>Phorodon humuli</i> Schrank)	18
3.5.2.2	Sviluška chmelová (<i>Tetranychus urticae</i> Koch)	19
3.5.2.3	Lalokonosec libečkový (<i>Otiiorhynchus ligustici</i> L.)	20
3.5.2.4	Dřepčík chmelový (<i>Psylliodes attenuatus</i> Koch)	20
3.5.2.5	Šedavka luční (<i>Hydraecia micacea</i> Esper)	21
3.5.2.6	Klopušky (<i>Miridae</i>)	22
3.5.2.7	Zavíječ kukuřičný (<i>Ostrinia nubilalis</i>)	22
3.5.3	Choroby chmele	22
3.5.3.1	Viry a viroidy	22
3.5.3.2	Bakteriózy	24
3.5.3.3	Peronospora chmelová (<i>Pseudoperonospora humuli</i>)	25
3.5.3.4	Padlí chmelové (<i>Podosphaera macularis</i>)	26
3.5.4	Odrůdy chmele pěstované v ČR	27
3.5.4.1	Žatecký poloraný červeňák	27
3.5.4.2	Premiant	28
3.5.5	Nízké konstrukce	28
3.5.6	Sklizeň a skladování	29
3.5.7	Certifikace	30
3.6	Možnosti ochrany v ekologickém zemědělství	31
3.6.1	Integrovaná ochrana	31
3.6.2	Biologická ochrana	32

3.7	Ekonomika chmele	33
3.8	Využití.....	34
3.8.1	Výroba piva	34
3.8.2	Farmaceutika a kosmetika	35
4	Závěr	37
5	Literatura.....	38

1 Úvod

Česká republika patří ve světě mezi největší a také nejvýznamnější pěstitele chmele otáčivého (*Humulus lupulus* L.). Český chmel díky své vysoké kvalitě patří již po staletí k těm nejžádanějším chmelům vůbec. Produkce i rozloha chmelnic u nás za poslední roky stále více stoupá. Pro optimální růst a vývoj rostlin je potřeba zakládat chmelnice v lokalitách s vyhovujícími vláhovými a teplotními poměry, které chmel vyžaduje.

Bohužel bývá chmel v našich podmínkách často napadán chorobami a škůdci. Může za to především fakt, že chmel se pěstuje jako monokultura a máme ho tedy na jednom stanovišti po mnoho let. Pěstitelé pak pro odstranění těchto onemocnění a škůdců používají spoustu chemických přípravků, které mají za následek znečištění životního prostředí a snižování biodiverzity. Aby se zabránilo negativním dopadům na životní prostředí, které tyto pesticidy, ale i chemická hnojiva mají, tak se v zemědělství stále více a více hledají alternativní způsoby pěstování, které by ve velké míře omezily používání těchto chemických přípravků, a tím pádem by pak byly metody pěstování k životnímu prostředí mnohem ekologičtější. V ekologickém zemědělství je nezbytné se řídit zákonem č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství, který nám udává veškeré metody, které se v ekologické produkci mohou používat. Na trhu v dnešní době existuje nespočet produktů a potravin v kvalitě bio a dle Ježka et al. (2012) se k nim v roce 2011 přidal v České republice i chmel.

V této práci jsem shrnula dostupné poznatky z nastudované odborné a vědecké literatury a internetových zdrojů, které se týkají způsobu pěstování chmele otáčivého v České republice. Jsou zde zahrnuti nejčastější škůdci a choroby, kterými chmel bývá v našich podmínkách napadán, a také jsou zde sepsána doporučení, jak se proti nim bránit. Celá práce se zaměřuje především na metody používané v ekologické produkci.

2 Cíl práce

Cílem práce je na základě analýzy literárních zdrojů zmapovat současný stav a možnosti efektivního pěstování chmele v podmínkách konvenčního a ekologického zemědělství. Předložit tak vhodná doporučení pro pěstování, ochranu a požadovanou kvalitu hlávek pro období přechodu (konverze) na ekologické zemědělství. Závěrem zhodnotit a předložit perspektivy pěstování chmele v podmínkách certifikovaného ekologického zemědělství.

3 Literární rešerše

3.1 Obecná charakteristika chmele

Chmel je vytrvalá bylinná rostlina, která patří do čeledi konopovité (*Cannabaceae*). Komerční druh chmel otáčivý (*Humulus lupulus* L.) pochází z mírných oblastí severní polokoule. Pro použití při vaření piva se však chmelové rostliny pěstují v mnoha částech světa. *H. lupulus* je pouze jedním ze tří druhů rodu *Humulus*. Méně známými druhy jsou jednoletě pěstovaný *Humulus japonicus* a vytrvalý *Humulus yunnanensis*. Tyto dva druhy však nejsou pěstovány komerčně. O druhu *Humulus yunnanensis* toho není mnoho známo, kromě toho, že roste ve vysokých nadmořských výškách a v severní zeměpisné šířce 25 ° v částech Číny. Tento druh by mohl být v budoucnu pro pěstitele rostlin zajímavý v souvislosti s vývojem odrůd, které by mohly produktivně růst v širším rozsahu zeměpisných šířek. Druh *Humulus lupulus* zahrnuje pět známých kultivarů. Ze Severní Ameriky jsou to kultivary *Neomexicanus*, *Lupuloides* a *Pubescens*, z východní Asie pochází *Humulus lupulus* var. *Cordifolius* a posledním kultivarem je *Humulus lupulus* var. *Lupulus*. Ten pochází z Evropy a západní Asie a představuje většinu komerčních chmelů pěstovaných na celém světě.

Chmel je dvoudomá rostlina, tzn., že samčí a samičí květy se vytváří na jednotlivých rostlinách zvlášť. Žádané jsou v komerční produkci pouze bezsemenné (nefertilizované) samičí rostliny, protože produkují nejvíce pryskyřice. Samčí rostliny se používají pouze tehdy, pokud pěstitelé rostlin chtějí hybridizovat a vyvinout nové odrůdy. Samčí chmel se pěstuje odděleně od samičích rostlin, aby se zabránilo nežádoucímu opylení, protože semena vyvinutá v kuželu mohou způsobit nežádoucí příchut' (Dodds 2017).

Na obrázku 1 a 2 je vidět rozdíl mezi samčími a samičími květy.



Obr. 1: Samčí květy chmele (Dostupné z: http://www.e-herbar.net/main.php?g2_itemId=17877)

Rostliny chmele mají zahnuté chloupky, které umožňují připojení na vertikální podpěry. Líány se vždy stáčí doprava. Chmelové rostliny přežívají přes zimu jako spící oddenek. Oddenek je v podstatě podzemní stonek s pupeny a kořeny. Zatímco chmelová zraje a vyvíjí se, mohou být některé podzemní stonky (oddenky) sklizeny a použity jako zdroj klonového rozmnožovacího materiálu (Dodds 2017).



Obr. 2: Samičí květy chmele (Dostupné z: http://www.e-herbar.net/main.php?g2_itemId=17880)

Chmel se běžně na stanovišti pěstuje okolo 20 až 30 let. Protože velmi rychle roste, zvládne za velmi krátkou dobu (od pol. května do konce června) dosáhnout výšky až 7 m. Rostlina má vstřícné a na povrchu drsné listy, jejichž tvar je srdčitý až sedmilaločný. Květenství se označuje jako paličkování nebo osýpka. U samčích (i hermafroditních) rostlin je květenstvím bohatě větvená lata. Samičí květy rostou v hustých svazečcích na několikrát zalomeném věténku. Plodenstvím chmele je chmelová hlávka, která se skládá z věténka, pravých a krycích listenů. Plodem je malá žlutozelená nažka s pohárkovými žlázkami. Žlázky vylučují silice a třísloviny, které ovlivňují chuť piva (Nesvadba et al. 2013).

3.1.1 Chemické složení

Nejdůležitější látky ve chmelových šišticích jsou chmelové pryskyřice, které jsou příčinou hořké chuti. Také ovlivňují stabilitu pивní pěny. Rozdělujeme je na měkké pryskyřice a tvrdé pryskyřice. Pryskyřice obsahují mnoho látek, které přispívají v různé míře k finální hořkosti piva. Nejúčinnější jsou alfa-hořké kyseliny (humulony). Jejich oxidace produkuje γ -hořké kyseliny (humulinony). Méně účinné jsou b-hořké kyseliny (lupulony). Jejich oxidace vytváří δ -hořké kyseliny (hulupiny). Pryskyřice mají antioxidační účinky a díky tomu zvyšují biologickou trvanlivost piva.

Další látky, které obsahuje chmel, jsou polyfenoly a silice (éterické neboli esenciální oleje). Polyfenoly neboli třísloviny působí pozitivně na sílu a kvalitu piva. Především mají vliv na vznik lomu při chmelovaru a na tvorbu zákalu v pivu po jeho stočení. Chmelové silice z větší části při výrobě piva vytěkají při chmelovaru. Část, která zůstane a přejde až do hotového piva, vytváří jeho aroma. Chmel obsahuje 0,5 až 3 % hmotnosti silic (Rybáček 1991; Nesvadba et al. 2013).

Kromě chmelových látek, které jsou při pivovarském procesu příznivé, obsahují chmelové šišťice i látky nežádoucí, které mohou výrazně ovlivňovat a snižovat kvalitu piva. Mezi tyto problematické látky, které mají ve chmelových hlávkách největší zastoupení patří především dusičnany. Dále sem pak také patří rezidua těžkých kovů, rezidua postřikových látek a rezidua chemických katalyzátorů. Tyto látky bývají pečlivě kontrolovány (Rybáček 1991; Basařová et al. 2010).

V následující tabulce je zaznamenáno průměrné chemické složení, které je obsažené v usušené chmelové hlávce:

Tabulka 1: Chemické složení usušené chmelové hlávky (Almaguer et al. 2014)

Látka	Obsah (%)
Pryskyřice celkem	15-30
Esenciální olej	0,5-3
Proteiny	15
Monosacharidy	2
Polyfenoly (taniny)	4
Pektiny	2
Aminokyseliny	0,1
Stopy vosků a steroidů	25
Popel	8
Vlhkost	10
Celulóza atd.	43

Chemické složení se mění v průběhu zraní i během posklizňového zpracování. Po sklizni dochází k procesu stárnutí, kterým rozumíme nevratné změny ve složení chmelových pryskyřic, silic a dalších složek. Tyto změny způsobuje oxidace, polymerace a další chemické reakce. Oxidační procesy ovlivňuje čas, teplota, přístup vzduch a světlo. Proces stárnutí také závisí na odrůdě chmele. Největší změna, která ovlivňuje kvalitu a skladovatelnost chmele během zraní je pokles obsahu alfa kyselin. Proces stárnutí lze spomalit granulací chmele, extrakcí chmele a uchováváním v inertní atmosféře při teplotě 5 °C (Nesvadba et al. 2013).

3.2 Konvenční produkce

Konvenční zemědělství je postaveno na dvou souvisejících cílech, kterými jsou maximalizace zisku a maximalizace produkce. Při dosahování těchto cílů se využívá všech možných prostředků a postupů bez ohledu na jejich důsledky na okolí. Mezi tyto prostředky patří aplikace syntetických hnojiv, chemická ochrana, monokulturní pěstování rostlin, a intenzivní zpracovávání půdy, které může způsobit ztrátu organické hmoty, zhutnění a zvýšení míry eroze (Gliessman 2007).

V roce 2018 se v České republice sklídilo z celkové sklizňové plochy 5 020 hektarů celkem 5 126 tun chmele, což průměrně vychází na výnos 1,02 tuny z hektaru. Tento ročník byl produkčně velice slabý. Oproti roku 2017 došlo k poklesu sklizeného chmele o 25 %. Nedostatek srážek a vysoké teploty způsobily rozsáhlé škody, které v některých oblastech přesáhly 30 až 50 %. Nejvýnosnější odrůdou byl jako vždy Žatecký poloraný červeňák. U hybridních odrůd jsou nejvíce rozšířené odrůdy Sládek a Premiant (Svaz pěstitelů chmele České republiky 2019).

V loňském roce 2019 se sklizeň opět zvýšila. V Žatecké oblasti se produkce zvýšila o 32,26 %. Sklídilo se zde 5 276,53 tun. Nejvíce produkce narostla v Úštěcké oblasti, kde se

celkem sklídilo 933,59 tun, což je nárůst o 69,52 %. Také Tršická oblast zaznamenala velký nárůst na 934,59 tun. Celkově se tento sklizňový ročník považuje za jeden z nejlepších. Sklídilo se celkem 7 144,71 tun. Průměrný výnos činil 1,43 tun z hektaru (Kršková 2019).

3.3 Ekologické zemědělství

Ekologické zemědělství usiluje o to, aby se zabránilo přímému a rutinnímu používání snadno rozpustných chemikálií a všech biocidů. Při pěstování se vyhýbá nebo se alespoň ve velké míře vylučuje použití synteticky smíšených hnojiv, pesticidů, regulátorů růstu a návykových látek pro zvířata. Využívají se především takové materiály a látky, které co nejméně narušují životní prostředí. Spoléhá se hlavně na střídání plodin, zelené hnojení, biologické odpady z farmy (např. kompost nebo hnůj) a biologickou ochranu za účelem udržení produktivity půdy, dodání živin rostlinám, ničení plevelů a škůdců. Principy a praktiky, které se využívají v ekologickém zemědělství jsou stručně vyjádřeny v normách Mezinárodní federace hnutí ekologického zemědělství (IFOAM) (Lampkin 1990). Právě tato organizace v roce 2012 prohlásila, že organické zemědělství se zakládá na principech zdraví, ekologie, poctivosti a péče. Dá se říct, že ekologické zemědělství ve světě se stále rozšiřuje a nabývá čím dál více na významu. Je velmi prospěšné k udržení vysoké úrovně biodiverzity. Napomáhá zdravotnímu stavu půdy, vody a živočichů a udržuje mezi nimi rovnováhu (Ježek et al. 2012).

Pěstování je také velmi ovlivňováno půdou, zejména její kvalitou a zdravotním stavem. Dále také záleží na podnebí, topografii a obsahu podzemní a povrchové vody. Půda by měla být dezinfikovaná bez obsahu odpadů a různých chemikálií (Koepf et al. 1990). Fyzikální a biologické vlastnosti půdy mají silný vliv na její produkční potenciál (Slee 1989). Špatné postupy hospodaření vedou ke snižování hladiny organických látek. Doplnění půdní organické hmoty je základem pro regeneraci kvality půdy. (Hellin 2006).

Důvody pro přechod na ekologické hospodaření nebo důvody proč lidé mají o bioprodukty zájem jsou různé. Mnoho lidí je vnímá jako zdravotně nezávadné, protože mají nižší obsah škodlivých reziduí. Někdo se domnívá, že potraviny v kvalitě bio mají více chuti a někdo pouze přemýšlí o budoucnosti planety (Slee 1989). Mnoho spotřebitelů a podniků je ochotno za produkty vypěstované v kvalitě bio zaplatit vyšší cenu (National Research Council 1989).

Kdo se rozhodne ekologicky hospodařit, musí se řídit zákonem č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství, který je platný v EU. Zákon nám stanovuje předpisy pro výrobu biopotravin, jejich označování a hospodaření s nimi. Nedefinuje nám však žádné měřitelné vlastnosti výsledných produktů. Předpisy o označování biopotravin jsou po celém světě velmi podobné.

Za organické plodiny, lze považovat ty, které byly zaseté nejdříve za 24 měsíců po posledním použití agrochemikálií (u chmele to bývají 3 roky), které nebyly v ekologickém zemědělství povolené (Schmidt & Haccius 1998). Cílem je získat produkty, které jsou vysoce kvalitní a mělo by se vyprodukovat dostatečné množství, které by uspokojilo poptávku (Ježek et al. 2012).

3.3.1 Chmel v kvalitě bio

Organické pěstování chmele začalo v polovině 80. let v Bavorsku. Pěstování biochmele v České republice je datováno do roku 2009, i když ve skutečnosti byl první český biochmel vypěstován již v polovině 80 let, kdy se za spolupráce Výzkumného ústavu chmelařského a Entomologického ústavu ČSAV vypěstoval na 0,9 ha půdy chmel bez použití pesticidů. Za pomoci slunéčka sedmitečného (*Coccinella septempunctata*) se reguloval výskyt mšice chmelové. V této době však nebyl o ekologicky vypěstovaný chmel zájem. V následujících letech se dělaly pokusy s využitím slunéčka dvoutečného (*Adalia bipunctata*) a mšicomorky *Aphidoletes aphidimyza* v ochraně proti mšici a svilušce chmelové. Proti svilušce chmelové se i úspěšně prováděli pokusy s využitím dravých roztočů (*Typhlodromus pyri*, *Amblyseius californicus* a *Phytoseilus persimilis*). Od roku 2005 se začala zvyšovat poptávka po biochmelu. Veškerá biopiva byla doposud dovážena z ciziny. První pěstitelé ekologického chmelu se začali objevovat od roku 2009. Chmelařský institut v Žatci se stal gestorem agrotechnických opatření a aplikace ochranných zásahů proti chorobám a škůdcům na všech ekologických chmelnicích.

Ke konci roku 2011 bylo v ČR evidováno 10,6 ha ekologicky obdělávaných chmelnic u čtyř pěstitelských objektů. Žatecký poloraný červeňák z této výměry zabíral 8 ha. Na zbytku se pěstovala odrůda Premiant. První sklizeň oficiálně certifikovaného biochmelu proběhla v srpnu 2012 (Ježek et al 2012). V roce 2018 byly na produkci chmelu evidovány 3 ekofarmy. Ekologická produkce činila 6,74 t na celkové ploše 9,83 ha, což odpovídá výnosu 0,76 t/ha (Ministerstvo zemědělství 2019).

Chmelnice, které jsou v katastrech s II. pásmem ochrany podzemních vod, se nesmí ošetřovat postřiky na bázi mědi. Přechod na pěstování chmele v kvalitě bio tento problém vyřešil, bohužel však o takto vypěstovaný chmel na trhu není příliš velký zájem, a navíc se musí dodržet tříleté přechodové období bez používání chemických hnojiv a postřiků, což by nakonec pro pěstitele znamenalo ztráty. Z tohoto důvodu někteří pěstitelé (např. Agro Hoštka) s chmelem končí (Sedlák 2019).

Dá se říct, že hlavní kroky při ekologické produkci jsou podobné konvenčnímu pěstování, pouze vyžadují vyšší úroveň provedení. Je zde však mnohem méně místa pro chyby, jelikož hlavním cílem je dosáhnout výnosů jako u konvenční produkce. Důležité je vyčištění sklízecího zařízení, aby nedošlo ke kontaminaci a dodržení 3 let bez použití chemických aplikací, před první certifikovanou organickou sklizní (Schut 2019).

První českého biopivo bylo vyprodukováno v roce 2011 ve Chmelařském institutu s.r.o. v Žatci a ve Výzkumném ústavu pivovarském a sladařském, a.s. v Praze. Bylo uvařeno z odrůdy Žatecký poloraný červeňák. Tyto první várky byly testovány na vliv chmele získaného z přechodného období na sensorické vlastnosti pív. V létě 2011 se na trhu objevil speciální ležák s přídavkem žitného sladu, který byl vyroben v pivovaru Bohemia Regent. Celkově se prodalo 100 hl. V předvánočním období 2011 přišel na trh 15% Sváteční ležák z Žateckého pivovaru, kterého se vyrobilo a prodalo 90 hl (Ježek et al. 2012).

Nepředpokládají se v bio produkci do budoucna příliš velké změny. Trh na tom zatím není s ekologickým pivem příliš daleko. Podle studie se ukázalo, že ekologické pivo nemá významný vliv na smyslové vnímání chuti a spotřebitelé o něj moc zájem nemají, což prokazuje, že bio není hlavním atributem kvality piva. Vyšší ochotu platit za biopivo mají ti,

co se starají o životní prostředí nebo jsou ochotně otevřeni novým potravinám. To ukazuje, že ekologické pivo oslovuje pouze specializovaný trh spotřebitelů (Waldrop & McCluskey 2019).

3.4 Porovnání s pěstováním ve světě

Dle Ježka et al. (2012) s v roce 2011, na organické pěstování chmele se ve světě specializovalo 55 farem, které obdělávali celkem 187 ha, ze kterých se vyprodukovalo 240 tun certifikovaného chmele v kvalitě bio. V této době se takto začal chmel pěstovat i u nás. Těchto 187 ha činí asi jenom 0,4 % v porovnání s celkovou rozlohou všech chmelnic ve světě. V Evropě je největším producentem organicky vypěstovaného chmelu Německo. Mezi další významné evropské producenty patří Anglie a Belgie. V Americe se mezi pěstitele řadí Kanada a USA. V Tabulce 2 a v Tabulce 3 je přehledně znázorněn stav produkce v jednotlivých státech z roku 2011 a stav produkce ve státech, které v tomto roce teprve přecházeli z konvenční produkce na produkci ekologickou. Podle těchto uvedených informací není snadné odhadnout stávající světovou výrobu biopiva, protože se vyrábí především v malých pivovarech, o kterých není dostatek informací.

Tabulka 2: Stav pěstování biochmele ve světě v roce 2011 (Ježek et al. 2012)

Země	Počet farem	Rozloha (ha)	Produkce chmele (t)
Německo	8	80,1	98,1
Polsko	1	4,6	5,2
Velká Británie	4	16,7	16,5
Rakousko	2	5,7	6,4
Belgie	1	13,9	12,5
Dánsko	1	0,2	0,2
Švýcarsko	1	2,5	3,3
USA	27	51,0	80,7
Kanada	8	2,6	0,7

Tabulka 3: Pěstování biochmele v přechodném období v roce 2011 (Ježek et al. 2012)

Země	Počet farem	Rozloha (ha)	Termín certifikace
Německo	-	0,95	2011
Francie	1	19,0	2012
Nizozemsko	1	1,2	2012
Česká republika	4	10,6	2012
USA	-	96,0	2012
Nový Zéland	1	2,5	2013

Americká organizace Yakima Chief Hops dodává pivovary po celém světě certifikovaným ekologicky vypěstovaným chmelem, který pochází z rodinných farem, např. z Roy farms, kde se pěstuje certifikovaný organický chmel od roku 2006 (Schut 2019).

Poptávka od spotřebitelů po ekologicky pěstovaném chmelu roste, avšak vzhledem k vysokým požadavkům na dusík, závažným chorobám, plevelům a tlakům členovců jsou

chmely obtížnou plodinou, kterou lze organicky pěstovat. Úplně největšími producenty chmele jsou USA a Německo. Velká část ekologicky pěstovaného chmele se odehrává na Novém Zélandu. I jiné země, jako např. Čína, začali od roku 2010 zvyšovat produkci organického chmele. V USA se 75 % takto vypěstovaného chmele pěstuje ve státě Washington. (Turner et al. 2011).

3.5 Pěstování chmele

Chmel je fotocitlivá rostlina, která je nejproduktivnější, když délka dne zajistí dobrý vegetativní růst a vývoj vrchlíku, a pak včasnou indukci květů. Délka dne závisí na zeměpisné šířce, což je v případě chmele pro dobrou komerční produkci 35 ° až 55 ° severně nebo jižně od rovníku. Čím dále se pohybujeme mimo tento optimální rozsah, tím je pravděpodobnější, že se sníží růst a kvetení, což činí plodinu méně komerčně životaschopnou (Dodds 2017).

Při pěstování chmele obecně platí, že mladší rostliny dosahují vyšších výnosů než rostliny starší. Jakmile chmel dosáhne 15 let, je vhodné rostliny přesadit. Pro optimální růst a vývoj je důležitý dostatečný úhrn srážek a počasí bez extrémních teplotních výkyvů (Svaz pěstitelů chmele České republiky 2019). Výsledná produkce a kvalita chmele tedy závisí na povětrnostních podmínkách ve vegetačním období. Chmel je na změnu klimatu velmi citlivý. I při mírném oteplování mohou výnosy stagnovat, kvalita klesat a vegetační doba se tím zkracuje. Klimatické změny pak nakonec postupně vedou ke změnám v regionalizaci produkce chmele. Pro české pěstitelské odvětví chmele může být nezbytná politická pomoc, aby se přizpůsobila změnám klimatických podmínek (Mozny et al. 2009). Nejvhodnější lokality u nás, které mají optimální klimatické a půdní podmínky pro pěstování chmele jsou oblast Poohří (Žatecko), oblast Polabí (Ústěcko) a na Moravě Haná (Tršicko) (Nesvadba et al. 2013).

Chmel úspěšně roste na různých typech půdy od lehkých písčitých půd po hlínu. Lehká textura a hluboká půda, která je dobře zásobená vlhkostí se považuje za optimální. V oblastech s mírnými až nízkými ročními srážkami je pro udržení dostatečné vlhkosti půdy nezbytné zavlažování. Dva nejběžnější zavlažovací systémy, které se v současné době používají v komerčních chmelnicích, jsou kapková závlaha a závlaha postřikem. Každý typ má své výhody a nevýhody a výběr bude záviset na zamýšleném řízení pozemních chmelnic. Kapkové zavlažovací systémy bývají účinnější a umožňují cílenou aplikaci rozpustných nebo kapalných hnojiv (Dodds 2017).

Už více než 1000 let se u nás chmel pěstuje v oblasti Žatecka. O jeho pěstování jsou dochované písemnosti již z raného středověku. V 11. a 12. století se pěstoval v jižních Čechách, na Plzeňsku, Boleslavsku, v okolí Přelouče, ale i v jiných lokalitách. K velkému rozvoji chmelařství došlo za vlády Karla IV. Už v tuto dobu měl český chmel velmi dobré hodnocení. Značná poptávka byla po českém chmelu v 15. a 16. století, kdy chmelařství hodně vynášelo. Poté došlo během třicetileté války k velikému úpadku, ovšem po skončení války se začalo chmelařství znovu rozvíjet. Český chmel je velice kvalitní a žádaný. Napomáhají tomu také příznivé klimatické a půdní podmínky. V 19. století se Žatec stává evropským střediskem chmele. V 1. polovině 20. století došlo k velké redukci ploch i produkce. Po skončení druhé světové války byla snaha o odstranění škod. K velkým změnám dochází po roce 1989, kdy se mění především vlastnické vztahy. V polovině 90. let dochází ve chmelařství ke krizi, kvůli které poklesly pěstební plochy asi na polovinu (tj. 5 500 ha). Období globalizace přináší pro

chmelařství nové výzvy. Začíná se používat nová technologie pěstování na nízkých konstrukcích. V roce 2012 se u nás sklídl první ekologicky vypěstovaný chmel.

Pro udržení vyrovnaného porostu po celou dobu životnosti chmele je důležitá čistota a kvalita chmelové sadby. O oběhu osiva a sadby v České republice rozhoduje Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský a Státní rostlinolékařská správa. Použitá sadba musí být certifikovaná. Množení se musí provádět dle vyhlášky č. 332/2006 Sb., o množitelských porostech a rozmnožovacím materiálu chmele, révy, ovocných rodů a druhů a jeho uvádění do oběhu (Nesvadba et al. 2013).

Velmi důležitým agrotechnickým opatřením, které ovlivňuje budoucí kvalitu chmelových hlávek, je mechanizované chmelové prořezávání. Prořezáváním regulujeme dobu klíčení výhonků, délku vegetačního období nadzemních částí a také tvar porostu. Pozdní jarní prořezávání (na konci třetí dekády dubna a na začátku května) zpomaluje a oslabuje růst chmelových rostlin, a tak výrazně narušuje rovnováhu mezi vegetativním růstem a plodností. Hloubka a doba prořezávání ovlivňuje následné výnosy (Křivánek et al. 2008). Prořezávání provedené v první polovině dubna významně zvyšuje výtěžek a obsah alfa-hořkých kyselin ve chmelových hlávkách (Štranc et al. 2007). Při výběru řezu se doporučuje věnovat větší pozornost povětrnostním podmínkám a půdní struktuře (Kopecký 1997).

3.5.1 Hnojení

Jako všechny rostliny, tak i chmel potřebuje pro dobrý růst a vývoj správnou výživu. Během vegetace je dle potřeby dodávat jak makroživiny (především N, K a P), tak i některé mikroprvky (např. Mg, Zn a B). Nedostatek kteréhokoliv prvku viditelně zhoršuje zdravotní stav rostliny a způsobuje tím fyziologické poruchy. Dusík (N) pozitivně ovlivňuje dlouhivý růst. Při jeho nedostatku jsou rostliny malé a listy blednou a žloutnou. Také draslík (K) je důležitý pro růst. Ovlivňuje navíc i vývoj listů a hraje roli při hospodaření rostliny s vodou. Jeho nedostatek v chmelu je obvykle charakterizován spálením okrajových listů a špatným růstem. U hořčíku (Mg) se nedostatek projevuje chlorózami na listech (žloutnutím), kde samotné žíly zůstávají zelené. Nízké hladiny bóru v půdě způsobují zpožděný vývoj výhonků, zvlnění a zkreslení listů a nedostatek zinku je charakterizován malými, chlorotickými listy a malým vzrůstem rostliny (Dodds 2017). Malý obsah zinku je také hlavní příčinou vzniku kadeřavosti chmele (Vostřel & Klapal 2015).

V ekologické zemědělství je povoleno hnojit statkovými hnojivy. Používá se především hnůj, kompost, kejda, chlévská mrva atd. Uměle vyrobená minerální hnojiva jsou nepřípustná. Statková hnojiva však také musí pocházet z biologických chovů. Aby se zajistil koloběh živin, tak se ve velké míře používá tzv. zelené hnojení. Na zelené hnojení je vhodná hořčice bílá (*Synapis alba*) nebo svazenka vratičolistá (*Phacelia tanacetifolia*). Pomocné látky a vybraná hnojiva můžeme od roku 2012 vyhledávat pomocí databáze ÚKZÚZ (Ježek et al. 2012).

Celkové množství živin, které je ročně potřeba rostlině dodat, závisí na zásobě živin v půdě a na výnosu chmele, který se v dané lokalitě předpokládá. Svou roli zde hrají meteorologické podmínky. Při organickém hnojení se dávka hnojiva volí vždy podle stanoviště. U hnoje se používá dávka 40-70 t/ha. U lehkých půd se doporučuje dávka 70 t/ha, u středních 55 t/ha a u těžkých půd 40 t/ha. Aplikace organických hnojiv se provádí jednou za tři roky a zapravují se na podzim. Zelené hnojení z části nahrazuje organická hnojiva. Hořčice bílá se

vysévá v dávce 12 kg/ha a svazenka vratičolistá v dávce 10 kg/ha. Lze také použít jiné mezplodiny, např. svatojánské žito (110 kg/ha), oves setý (80 kg/ha), nebo ředkev olejnou s výsevkem 20 kg/ha (Ježek et al. 2015).

3.5.2 Škůdci chmele

3.5.2.1 Mšice chmelová (*Phorodon humuli* Schrank)

Mšice chmelová (*Phorodon humuli*) je měkký hmyz hruškovitého tvaru. Nachází se na spodní straně chmelových listů a barevně sahá od bílé po světle zelenou. Životní cyklus mšice je holocyklický, což znamená, že v průběhu roku se střídají pohlavní a nepohlavní generace. Mšice vylučují sladkou látku běžně označovanou jako „medovice“, která poskytuje ideální médium pro růst plísní (Calderwood et al. 2015). Během roku střídají své hostitele. V létě se vyskytuje na chmelu a jejím zimním hostitelem je rod *Prunus*. Na tomto hostiteli přezimují její oplozená vajíčka. Působí jako virový vektor. Kromě toho také způsobuje přímé poškození krmením na šišticích a listech v létě (Pethybridge et al. 2008). Napadené rostliny vadnou a hnědnou, což způsobuje výrobní ztráty a snižuje ekonomické hodnoty chmelových hlávek (Gargani et al. 2017).



Obr. 3: Mšice chmelová (Dostupné z: <https://www.bioagens.eu/msice-chmelova>)

Uvádí se, že chmelové mšice prosperují na rostlinných částech s nejvyšší koncentrací dusíku a na chmelnicích s dostatečnou aplikací dusíku. Chmelové rostliny rychle rostou a v jedné vegetační sezóně dosahují výšky 5 m. Velký nával nového vegetativního růstu v chmelnicích slouží pro škůdce jako zdroj potravy. Kultivary chmele se liší svou náchylností ke mšicím. Kultivary chmele s vysokým obsahem éterického oleje jsou pro mšice přitažlivější. Jako atraktivní éterické oleje pro chmelové mšice byly zvláště zdůrazněny vysoké hladiny kariophylenu a farnesenu. Mšicím vyhovuje především chladná a vlhká vegetační doba.

Studie provedená ve Španělsku doporučuje pozastavit aplikaci insekticidů proti mšici chmele, dokud není dosaženo ekonomické prahové hodnoty 8–10 mšic chmele na list. Biologická kontrola mšice chmele, včetně uvolňování parazitoidů a predátorů, byla popsána jako účinný nástroj řízení výskytu (Calderwood et al. 2015).

Na ochranu chmele proti mšici se v bio produkci používají především přirození nepřátelé. Patří sem afidofágní sluněčka, zlatoočka, pestřenky, mšicomorky a dravé ploštice (Ježek et al. 2012). Existují však i některé insekticidní přípravky, které lze v ekologickém zemědělství používat. Při vyšším výskytu mšice lze natřít odlistěné spodní části chmelových rév extraktem z tropické rostliny *Quassia amara*. Další přijatelné přípravky založené na rostlinné bázi s insekticidními účinky jsou např. Derris dust, Quassia chips a bio zoocid Rock effect. Účinný může být také postřik insekticidním mýdlem nebo lze využít kapalný insekticid Derris-Pyrethrum. Aplikace přípravku Derris-Pyrethrum se však musí provádět opatrně, protože bylo zjištěno, že je nebezpečný pro včely (McRobie 1990).

3.5.2.2 Sviluška chmelová (*Tetranychus urticae* Koch)

Svilušky patří mezi roztoče. Sviluška chmelová má žlutozelenou barvu. Tělo těchto roztočů je rozděleno do dvou odlišných částí, které se latinsky nazývají gnathosoma (hlava s ústy) a idiosoma (zadeček s končetinami). Po vylíhnutí z vejce má první nezralá fáze (larva) tři páry nohou. Následující nymfální stadia a dospělci mají čtyři páry nohou. Svilušky se považují za druh mírného pásma, ale vyskytují se také v subtropických oblastech. Jejich tělo je oválného tvaru. Samci bývají menší než samice. Životní cyklus se skládá z vajíčka, larvy, dvou nymfálních stadií (protonymfa a deutonymfa) a dospělých. Doba, která uběhne od vajíčka po dospělého se velmi liší v závislosti na teplotě. Za optimálních podmínek (přibližně 26,6 °C) dokončí svůj vývoj za pět až dvacet dní. Ročně existuje mnoho překrývajících se generací. Dospělá samička žije dva až čtyři týdny a během svého života je schopna naklást několik set vajec. Svilušky preferují horké a suché počasí, ale mohou se vyskytovat kdykoli během roku. Samice přezimují v půdě nebo pod kůrou stromů a keřů.

Svilušky se nacházejí primárně na spodní straně listu. Mají sací ústrojí, kterým pronikají do rostlinných tkání. Svým krmením způsobují zašednutí nebo zažloutnutí listů. Když odstraní mizu, na každém místě krmení se vytvoří malá chlorotická skvrna. Odhaduje se, že za minutu je zničeno 18 až 22 buněk. V pokročilých stádiích poškození se vyskytují nekrózy listů. Pokud nejsou roztoči pod kontrolou, může dojít k úplné defoliaci (Fusalo & Denmark 2003).



Obr. 4: List napadený sviluškou chmelovou (Dostupné z: <http://www.chizatec.cz/skudci/?arc=95&sub=65&back=1>)

Proti sviluškám lze v biologické ochraně využít insekticidní mýdlo nebo zoocid Rock effect. Co se týče přirozených nepřátel, tak se na výskyt svilušek používá dravý roztoč *Phytoseilus persimilis* (McRobie 1990). Dobře také fungují dravé třásněnky, bejlomorky, drabčiči a akarofágní slunéčka. Velmi často se využívá i dravý roztoč *Typhlodromus pyri*, který umí přezimovat, což je výhodné, protože se každoročně nemusí znovu do chmelnice vypouštět (Ježek et al. 2012).

3.5.2.3 Lalokonosec libečkový (*Otiorhynchus ligustici* L.)

Lalokonosec libečkový (*Otiorhynchus ligustici*) je minoritním škůdcem chmele. Patří do čeledi nosatcovití (*Curculionidae*). Je 7 až 14 mm dlouhý a má krátký a široký noseček, který je ještě na konci rozšířený. Na svém černém těle má šedožluté šupinky a krovky. Štít je oproti délce velmi široký. Dospělci kladou hladká a kulovitá vajíčka, které jsou zpočátku bílá, později však ztmavnou. Kladou je jednotlivě nebo ve skupinkách do půdy. K líhnutí dochází od konce června do konce července. Následující rok na jaře vylézají hromadně z půdy v závislosti na teplotních a půdních podmínkách. Bývá to při teplotě 13-16 °C. Většina lalokonosců je aktivní spíše v noci, kdežto tento druh i ve dne. Ačkoli mají krovky, tak nelétají. Od vajíčka po dospělé se vyvíjejí 15 měsíců až 3 roky. Nejdříve larvy ožirají podzemní orgány, které jsou pod povrchem. Poté začínají zalézat hlouběji do půdy, až se dostanou na kořeny.



Obr. 5: Lalokonosec libečkový (Dostupné z: <http://www.chizatec.cz/skudci/?arc=93&sub=65&back=1>)

Přirozenými nepřáteli všech nosatců jsou hmyzožraví ptáci (např. vrány, havrani, bažanti atd.). Nosatcovití mohou být napadeni houbami (*Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *P. farinosus*, *Metarhizium anisopliae*, *Sorospora uvella* a *Tarichium cleoni*) nebo hlísticemi, které pronikají do larev a infikují je bakteriemi. Na imagách lalokonosce libečkového může parazitovat kovověnka *Tomicobia rotundiventris*. Proti nosatcům je důležitá hlavně preventivní ochrana, která zahrnuje dodržování osevních postupů, včasný výsev a hlubokou orbu po sklizni. V současné době proti nim nejsou registrovány žádné přípravky (Šefrová 2014).

3.5.2.4 Dřepčík chmelový (*Psylliodes attenuatus* Koch)

Dřepčík chmelový (*Psylliodes attenuatus*) je zařazen do čeledi mandelinkovití (*Chrysomelidae*). Tento lesklý, černozeleň brouk má délku 2-2,8 mm. Tykadla jsou dlouhá,

tenká a dočervena zbarvená. Dřepčící jsou charakterističtí třetím párem skákavých končetin. Životní cyklus zahrnuje proměnu dokonalou, tj. z vajíčka se vylíhne larva, jedinec se poté zakuklí a z kukly nám vznikne dospělec.

Hospodářská škodlivost tohoto škůdce se stále zvyšuje. V Česku škodí na rašících výhonech a listech mladých rostlin. Vyskytuje se v jarních měsících, nejvíce v období dubna a května. Při velmi silném výskytu může způsobit holožír, což by negativně ovlivnilo vývoj rostlin a snížil by se tím následný výnos. Většinou však rostliny napadá v menší míře, takže ekonomické škody nejsou veliké. Aby se však nerozšířil je potřeba na středně a silně napadených rostlinách provést ochranný zásah.



Obr. 6: List poškozený dřepčíkem chmelovým (Dostupné z: <http://www.chizatec.cz/skudci/?arc=164&sub=65&back=1>)

Populační hustotu ovlivňují z velké míry klimatické podmínky. Těmto broukům vyhovuje teplé a slunečné počasí. Vajíčka a larvy dřepčíků jsou náchylné k suchu. Při půdní vlhkosti pod 20 % vajíčka nepřežijí. Přírozenými nepřáteli těchto brouků jsou ptáci a lumčící (*Perilitus bicolor*). Aby se předešlo ztrátě na produkci, je potřeba jarní a letní výskyt dřepčíka chmelového monitorovat. Jediný biologicky účinný přípravek proti tomuto škůdci je insekticid Karate se Zeon technologií 5 CS (Vostřel et al. 2010).

3.5.2.5 Šedavka luční (*Hydraecia micacea* Esper)

Hydraecia micacea Esper je minoritním škůdcem chmele, který klade vejce na spodní části stonků hostitelských rostlin. Housenky se líhnou na jaře. Larvy se pak prožírají do stonků nebo kořenů. Kuklí se v půdě několik centimetrů pod povrchem. Dospělé můry létají od konce července do konce podzimu. Nejvíce škodí na zaplevelených půdách (Alford 2014). V českých chmelnicích je to především na půdách zaplevelených pýrem plazivým s lokálním zamokřením.

Na chmelu škodí především housenky, které se prokousávají do dřeni výhonů a do podzemních orgánů. Napadené výhony vadnou a usychají. Housenky se pak přemisťují do zdravých výhonů. V napadených výhonech jsou prožrané tunely vyplněné drtí pletiv a výkaly housenek. U silně napadených rostlin může dojít k sekundární infekci patogenem rodu *Fusarium*, což napomůže odumírání rostlin.

Proti šedavkám existují v přírodě parazitoidy jako např. lumek, tachina (kuklice), lumčík a skupinový parazitoid *Coelopisthia extenta*. Z predátorů jsou prospěšní střevláci a také

prase divoké. Z houbových patogenů je účinná houba *Beauveria bassiana*, která se používá v biopreparátech Boverol. Dobrou prevencí proti šedavce luční je také hubení plevelů (Ježek et al. 2015).

3.5.2.6 Klopušky (*Miridae*)

Klopušky jsou plošnice, které patří do čeledi klopuškovití (*Miridae*). K jejich přemnožování dochází ve dvouletých nepravidelných cyklech. Na chmelu škodí následující druhy klopušek: klopuška chmelová (*Calocoris fulvomaculatus*), klopuška jabloňová (*Lygus kalmi*), klopuška hajní (*Lygocoris lucorum*), klopuška dravá (*Liocoris tripustulatus*), klopuška dvojtečná (*Calocoris norvegicus*) a dominujícím druhem je klopuška chlupatá (*Lygus rugulipennis*).

Vyskytují se především v období s vysokými teplotami a nadprůměrnou délkou slunečního záření ve spojení s nízkými teplotami, které panují v období od října do května. Poškozují révy, listy i generativní orgány. Napadení se projevuje tak, že klopušky nabodnou chmelové révy pod vegetačním vrcholem a vegetační vrchol se kvůli tomu zdeformuje. Říká se tomu „kočičí hlavy“. Silný výskyt může snížit výnos až o 50 %. Veliké riziko napadení je poblíž jehličnatých a lužních lesů, protože v těchto místech klopušky přezimují (Ježek et al. 2015).

3.5.2.7 Zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis*)

Zavíječ kukuřičný je vážným škůdcem více než 200 různých hostitelských rostlin, zejména zeleniny a polních plodin. Je však známo, že kladou svoje vajíčka na chmel a larvy se mohou živit výhonky a prožirají tunely do šištic, což způsobuje značné škody. V těchto tunýlcích přezimují. V dubnu a v květnu se larvy zakuklí a můry se objeví v polovině května až června. Za teplého počasí a vysoké vlhkosti samice nakladou vajíčka, která se vylíhnou za 3 až 10 dní. Mladé larvy se začnou krmit na hlávkách, jakmile se vylíhnou. V létě pak máme druhou generaci. Dospělé samice mají křídlo o šířce jednoho palce a jsou světle nažloutlé hnědé s nepravidelnými tmavými vlnovkami. Samci jsou o něco menší a tmavší barvy s olivově hnědým značením na křídlech.

Dospělí zavíječi se v Evropě obtížně kontrolují, jelikož létají hlavně v noci, proto je kontrola larvy tou nejlepší volbou. Když se vajíčka začnou líhnout, jsou tyto malé larvy citlivější k insekticidům. Při vyhledávání v chmelu je vhodné se zaměřit na kužely, listové osy a spodní strany listů, které pro larvy slouží jako krmení. Otvory a stonky s exkrementovými ložisky jsou také ukazateli larev (Infante-Casella et al. 2017).

K cílené ochraně lze využít poznatků a přípravků i z jiných plodin, zejména využití bioagens *Trichogramma brassicae*, které se v ekologickém i konvenčním zemědělství využívá v kukuřici, ale do chmele není zatím registrován (EAGRI 2020).

3.5.3 Choroby chmele

3.5.3.1 Viry a viroidy

Viry a viroidy omezují produkci chmele po celém světě. V některých zemích, jako je Austrálie a Nový Zéland, jsou tyto patogeny považovány za jediné významné patologické problémy. Důvodem je nepřítomnost závažných plísňových chorob, jako je padlí a plíseň. Za

obecně důležité viry se považují virová mozaika chmele (Hop mosaic virus, HpMV), latentní virus chmele (HpLV), americký latentní virus chmele (American hop latent virus, AHLV), virová mozaika jabloně (Apple mosaic virus, ApMV) a virová mozaika huseníku (Arabis mosaic virus, ArMV). Důležitými viroidy infikujícími chmel jsou latentní viroid chmele (HpLVd) a viroid zakrslosti chmele (HpSVd). Tyto patogeny se na chmelu velmi rychle šíří a díky dlouhé životnosti chmelnice jsou rostliny opakovaně vystavovány infekci.

Infekce virem mozaiky chmele (HpMV) je u většiny moderních chmelových kultivarů obvykle bez příznaků, avšak u již běžně pěstovaných kultivarů citlivých na mozaiku (např. britská odrůda Golding) může vést napadení HpMV k výrazným symptomům a způsobit i smrt rostliny. U listů infikovaných rostlin citlivých na mozaiku se vytvoří nápadné skvrny nebo žluté pruhy podél hlavních žil a listy se na okraji stáčí dolů. Příznaky se často mohou zaměnit s příznaky způsobenými nedostatkem živin nebo poškozením herbicidem. Napadené rostliny jsou často zakrnělé a produkují pouze malé množství šištic. HpMV je příbuzný s latentním virem chmele (HpLV) a americkým latentním chmelem (AHLV). Všechny tři řadíme do skupiny karlavirů. Viry HpLV a AHLV byly nalezeny pouze na rostlině *Humulus lupulus*. Šíření karlavirů mezi chmelovými rostlinami probíhá neperzistentním způsobem pomocí mšic a mechanickými prostředky. Ve většině produkčních oblastí může za přenos především mšice chmelová, *Phorodon humuli*, díky své vysoké četnosti.

Virová mozaika jabloně (ApMV) patří mezi ilaviry. Příznaky při napadení ApMV se u chmele projevují od latence (bezpříznakovost) až po chlorotické prstence, které se mohou stát nekrotickými. Pokud se projeví příznaky, vyskytují se obvykle po rychlých změnách teploty. Infekce také velmi závisí na kultivaru. Tento ilavirus se mezi jednotlivými rostlinami přenáší převážně mechanickými prostředky. To je pozoruhodné, protože mnoho jiných ilavirů se běžně přenáší třásněnkami a infikovaným pylem.

Virová mozaika huseníku (ArMV) se klasifikuje mezi nepoviry. Napadení rostliny tímto virem se projevuje slabým růstem výhonků, zakřivením výhonků a produkcí malých tmavě zbarvených listů. Mezi příznaky patří průsvitné žluté olejovité skvrny mezi žilkami listů. Toto onemocnění patří mezi nejškodlivější virové choroby chmele a může způsobit až úmrtí rostlin. Přenos tohoto virového onemocnění je způsoben mechanicky nebo háďátkem *Xiphinema diversicaudatum*.

Další vnitrobuněční parazité napadající chmel jsou viroidy (především HpSVd a HpLVd). U viroidu zakrslosti chmele (HpSVd) bylo zjištěno, že přirozeně infikuje mnoho dřevin, jako jsou citrusy (*Citrus spp.*), švestka (*Prunus spp.*), Mandle (*Prunus dulcis*), Vinná réva (*Vitis spp.*) a granátové jablko (*Punica granatum*). Rostliny při nakažení tímto viroidem obvykle mají zkrácená internodia na hlavních a postranních úsecích, čímž se snižuje výška rostliny na přibližně 3 m. Horní listy vypadají zkroucené, jsou menší velikosti a chlorotické. Příznaky HpSVd na listě se však mohou lišit. Například v Japonsku nakažené listy klesají ze základny a vytvářejí charakteristickou formaci X. Dalším listovým symptomem spojeným s infekcí je žlutozelená barva na bazálních listech na začátku sezóny, zatímco mohou být přítomny také žluté skvrny podél hlavních žil. Přenos HpSVd v chmelnicích způsobují výhradně mechanické prostředky a pravděpodobně je usnadněn sklizní a dalšími kulturními operacemi. Infekce druhým viroidem, kterým je latentní viroid chmele (HpLVd), se projevuje chlorózou, pomalým růstem a produkcí menších hlávek.

Ochrana před viry a viroidy je těžká. Důležitá je především prevence. Nejúčinnější je rychlá identifikace a odstranění infikovaných jedinců i s několika sousedícími rostlinami, aby se zabránilo dalšímu šíření onemocnění. Nejvíce efektivní by však bylo odstranit všechn porost a vysadit nový certifikovaný materiál. Další důležitou prevencí je sanitace veškerého zemědělského vybavení a ochrana proti přenašečům. Těmito praktikami se alespoň trochu podaří minimalizovat vzniklé škody (Pethybridge et al. 2008).

3.5.3.2 Bakteriózy

Zatímco viry žijí uvnitř hostitelských buněk, bakterie rostou v mezerách mezi buňkami a neinvazují je. Prostředky, kterými rostlinné patogenní bakterie způsobují onemocnění, jsou stejně rozmanité jako typy symptomů, které způsobují. Některé rostlinné patogenní bakterie produkují toxiny nebo vstříkují speciální proteiny, které vedou k smrti hostitelských buněk. Jiné bakterie produkují enzymy, které rozkládají klíčové strukturální složky rostlinných buněk a buněčné stěny. Bakterie se šíří mnoha způsoby. Mohou se přenášet deštěm, větrem, ptáky nebo hmyzem. Také člověk je může nevědomky šířit, např. prořezáváním stromů infikovaného sadu v období dešťů. Voda usnadňuje vstup bakterií nesených na nástrojích do ran. Bez ohledu na to, jak se bakteriální patogeny šíří, vyžadují ránu nebo přirozený otvor, aby se dostali dovnitř rostlinného hostitele.

Bakteriální choroby rostlin se obtížně kontrolují. Důraz je kladen spíše na prevenci šíření bakterií než na léčení rostliny. Preventivními opatřeními jsou: výběr odolné odrůdy, používání osiva a rozmnožovacího materiálu bez bakterií, dezinfekce všech zemědělských nástrojů a prevence povrchových ran, které umožňují vstup bakterií do vnitřních tkání. Dlouhodobé vystavení suchému vzduchu, teple a slunečnímu záření někdy také může být účinné a dokáže zabít bakterie v rostlinném materiálu. Chemická léčba se v ekologickém zemědělství sice použít nedá, proti bakteriím je však možno využít i biologickou ochranu. Existují antagonistické nebo biologické kontrolní přípravky, jako je Blight Ban a Agrosin K84, které mohou být také účinné při léčbě bakteriálních chorob rostlin (Williams et al. 2008).

V České republice se u chmele z bakteriálních onemocnění vyskytuje především nádorovitost sazeček a bakterióza sazeček a výhonů. Nádorovitost sazeček je poměrně vzácná a jejím původcem je bakterie *Agrobacterium tumefaciens*. Na mladém dřevě se při nákaze začínají tvořit nádory (tumory), které mohou měřit až několik centimetrů. Postihuje všechny podzemní orgány. Na nadzemních částech rostliny nádorovitost doposud nebyla identifikována. Chorobě se předejde výsadbou chmelnice na nezamořené půdě a samozřejmě použitím zdravé sadby. Všechny půdní bakterie jsou původci bakteriózy sazeček a výhonů. Rostlina se touto chorobou infikuje v místě podzemní části, kde došlo k mechanickému poškození nebo dojde k infekci nákazou dřeva z dutiny rév. Zatímco se choroba šíří, pletiva hnědnou a odumírají. Účinky infekce se mohou ještě zhoršit, pokud dojde k druhotnému napadení chmele parazitickými houbami rodu *Fusarium*. Příznaky této druhotné nákazy často překrývají původní bakteriální infekci. Napadené sazečky pak vůbec nevyraší nebo jejich očka poté co vyraší, brzy odumřou. Výhony z napadených sazeček zastavují růst, vadnou a usychají. Hlavní ochranou před bakteriózou sazeček a výhonů je zakládání chmelnice ze zdravé sadby. Možnému napadení lze předejít rovněž nízkým seříznutím révy na podzim po sklizni a také včasným úklidem chmelnice (Ježek et al. 2015).

3.5.3.3 Peronospora chmelová (*Pseudoperonospora humuli*)

Peronospora chmelová neboli plíseň chmelová infikuje veškeré podzemní i nadzemní orgány. Její výtrusy se do půdy uvolňují organickým rozkladem rostlinných zbytků, a zatímco prorůstají půdou, mohou infikovat mladé výhony. Jakmile je rostlina napadena, hyfy se rozrůstají a vytvoří se mycelium. Chorobě vyhovuje především vlhké počasí (Ježek et al. 2015). Peronospora patří mezi nejdůležitější choroby chmele a je rozšířená po celém světě. Ztráta na výnosu a kvalitě, která se způsobí tímto plísňovým onemocněním, se liší v závislosti na citlivosti odrůdy a načasování infekce. Ztráta se může pohybovat od téměř nedetekovatelné až po 100% ztrátu plodiny, pokud dojde k výrazné infekci hlávek nebo k úmrtí rostlin způsobeným hnilobou koruny.

Nemoc se poprvé objevuje na jaře na nově objevených a infikovaných výhoncích, které se nazývají „bazální hroty“. Bazální hroty jsou zakrslé a mají křehké listy, které jsou zakroucené směrem dolů a jsou na nich viditelné masy purpurových až černých spor. Poté se mohou infikovat hlavní větve a boční větve, které zastaví vývoj těchto výhonků. Když se infikují hlávky, zastaví se jejich růst a opadají, což často vede ke ztrátě výnosu. Na listech vedle hrotů se obvykle vyskytují léze. Tyto léze jsou uzavřeny mezi listovými žilkami. Mají sklon k rychlému vysychání za teplého a suchého počasí a hnědnou. Infikované hroty jsou tmavě hnědé, scvrklé, vyschlé a mohou z rostliny padat. Infikované hlávky mají také tmavě hnědou barvu, ztvrdnou a přestanou se vyvíjet. V infikovaných kořenech a korunách jsou při otevřených kořenech patrné červenohnědé až černé skvrny a pruhy. Koruna může hnit a být zcela zničena u odrůd citlivých na hnilobu koruny.



Obr. 7: Peronospora chmelová (Dostupné z: https://www.agro.basf.cz/cs/Doporuceni/atlas-chorob-plevelu-a-skudcu/Pest-detail_11408.html)

Neexistuje žádná metoda, která by poskytla uspokojivou kontrolu nad plísní. Preventivním opatřením před napadením peronosporou a vznikem velkých škod je uvážlivé řízení zavlažování a také pokud je to možné výběr nejodolnější odrůdy. Žádná odrůda však není vůči plísni zcela imunní. Chmelnice by se samozřejmě měla zakládat s čistými materiály bez zárodků chorob a škůdců. Během jarního prořezávání je důležité důkladně odstranit všechny bazální listy. Odstraněním zelené tkáně se sníží závažnost plísně. Optimální načasování pro prořezávání však musí být stanoveno pečlivě pro každou odrůdu, protože prořezávání příliš pozdě může snížit výnos (Oregon State University et al. 2010).

Základem ochrany proti peronospoře chmelové je eliminace primární infekce na jaře. Používá se k tomu biologický fungicid Polyversum, který indikuje obranné reakce rostlin. Jedná se o půdní houbový mikroorganismus *Pythium oligandrum*. Později v průběhu vegetace lze použít pomocný přípravek *Alginure* (Ježek et al. 2012). Po aplikaci tohoto prostředku se u rostlin zvyšuje obranyschopnost k houbovým chorobám. Nemá přímý vliv na patogena, proto je jeho působení spíše preventivní. Až ve větších dávkách může mít i léčebné účinky. Na chmel se doporučuje aplikovat dávku 8-10 l (Vostřel & Klapal 2015).

3.5.3.4 Padlí chmelové (*Podosphaera macularis*)

Padlí je plísňové onemocnění způsobené houbou *Podosphaera macularis* a je jednou z nejdůležitějších a také nejstarších chorob chmele na severozápadě Pacifiku. Vyskytuje se po celé Evropě. Kromě chmele nenapadá žádné jiné rostliny. Toto onemocnění může způsobit vážné poškození plodiny, v některých případech má za následek úplnou ztrátu obchodovatelného výnosu v důsledku ztráty produkce a snížené kvality chmelového kuželu (Oregon State University et al. 2010).

Symptomy nemoci se objevují jako bílé poprašky na listech, pupenech, stoncích a kuželech. Během období rychlého růstu rostlin mohou být často pozorovány puchýřky na mladých listech ještě před tím, než se objeví sporulující mycelium. Pokud jsou vhodné podmínky pro vývoj onemocnění, může být mycelium přes celý list. Starší listy bývají odolnější než listy mladé. Onemocnění má negativní vliv na vývoj hlávek, které díky infekci zakrňují a deformují. Na počátku infekce jsou puchýřky díky konidiím bílé. Toto stádium infekce se nazývá „bílá plíseň“. Od července se začínají tvořit tmavé plodnice na listech a také především na chmelových hlávkách, které díky nim mají rezavě červenou barvu. Tato fáze choroby bývá nazývána „červená plíseň“.



Obr. 8: Padlí chmelové (Dostupné z: <http://www.chizatec.cz/skudci/?arc=171&sub=65&back=1>)

Patogen přezimuje pouze v infikovaných pupenech ve stádiu plodnic. Na jaře se z plodnic uvolňují askospory, které začnou klíčit při teplotě okolo 18 °C. U většiny druhů padlí dochází k infekci askosporami při teplotě větší než 10 °C. Konidie přenášené větrem jsou primárním zdrojem infekce. K infekci je ideální teplota 18-21 °C. K rozšiřování patogena

napomáhá oblačné počasí, vysoká půdní vlhkost a nadměrné hnojení dusíkem (Ježek et al. 2015).

Prvním předpokladem, jak předcházet napadení je prevence. Pokud je to možné, měli by se pro pěstování vybrat rané nebo odolné odrůdy. Zavlažovat a hnojit by se mělo přiměřeně, nikoli nadměrně. Léčba plísní by měla začít brzy na jaře důkladným odstraněním všech zelených tkání během jarního prořezávání, včetně postranních výhonků. Také sklizeň je potřeba provést včas, aby se minimalizovali ztráty plodin na poli, když se na kuželu vyskytuje plíseň. Včasná sklizeň také může pomoci snížit poškození kužele, i když výnos může být snížen (Oregon State University et al. 2010).

Proti padlí je možné použít ekologicky přijatelný přípravek Koppert's Natural fungicide. Při jeho používání se však musí dbát opatrnosti (McRobie 1990). U nás se používá přípravek Serenade ASO, který obsahuje mikroorganismus *Bacillus amyloliquefaciens* (Navrátilová 2019).

3.5.4 Odrůdy chmele pěstované v ČR

V České republice je momentálně registrováno 17 odrůd chmele, z nich jsou 2 (Country a Jazz) registrovány pro nízkou konstrukci (Svaz pěstitelů chmele České republiky 2019). Dělíme je podle ranosti, odolnosti, pivovarského využití atd. Identifikují se a stanovují se rozdíly mezi jednotlivými odrůdami pomocí hodnocení na základě popisných dat, chemických rozborů hlávek a molekulárně-genetických analýz. Popisná data se stanovují pomocí vizuálního hodnocení v průběhu růstu a vývoje, a také pomocí mechanických rozborů suchých hlávek. Hodnotí se také odolnost odrůd k houbovým chorobám

České odrůdy jsou zárukou pivovarské kvality v našich pivovarech, ale i v zahraničí. Standardem pivovarské kvality je díky svým výborným vlastnostem odrůda Žatecký poloraný červeňák. Českých odrůd chmele existuje několik. V pivovarech jsou uplatňovány především odrůdy Sládek, Premiant a Agnus. Kvalitní jsou i odrůdy Harmonie a Rubín. Pro farmaceutické a biomedicíální účely se používá odrůda Vital, která má příznivě působí na lidské zdraví (Nesvadba et al. 2013).

V České republice se v kvalitě bio pěstuje především odrůda Žatecký poloraný červeňák a odrůda Premiant (Ježek et al. 2012).

3.5.4.1 Žatecký poloraný červeňák

Žatecký poloraný červeňák vznikl díky klonové selekci v původních porostech v žatecké a úštěcké oblasti. Je to stará středoevropská aromatická odrůda, která se geneticky shoduje s německými odrůdami Spalter a Tettner. Pěstuje se v 9 klonech (Osvaldův klon 31, Osvaldův klon 72, Osvaldův klon 114, Siřem, Lučan, Blato, Zlatan, Podlešák a Blšanka), které se registrovali od roku 1952 až do roku 1993.

Jedná se o rostlinu středně mohutného vzrůstu s pravidelně válcovitým tvarem chmelového keře. Réva je silná 9-11 mm a má zelenočervenou barvu. Její plodonosné pazochy jsou nízko nasazené, kratší až střední. Chmelové hlávky mají středně až dlouze vejčitý tvar a jsou hustě nasazené. Sto hlávek váží v průměru 12 až 14 g. Ze 100 g hlávek činí celkový obsah silice přibližně 0,4-0,8 g. Odrůda celkově ze své hmotnosti obsahuje 13-20 % pryskyřice a 5,5-7,0 % tvoří polyfenoly.

Žatecký poloraný červeňák je středně raná odrůda s vegetační dobou 122 až 128 dní. U této odrůdy by se měl někdy v první dekádě dubna provést pozdní řez. Průměrný výnos odrůdy činí 0,8 až 1,5 t/ha. Je středně odolný k napadení peronosporou chmelovou a tolerantní k padlí chmelovému. Má pravé, jemné chmelové aroma s převažující kořeněnou a ovocnou složkou. Dá se sklízet během delšího časového období. Při mechanizované sklizni je dobrá česitelnost. Skladovatelnost této odrůdy je vyhovující. Co se týče pivovarské ho využití, je vhodný pro druhé a třetí chmelení nebo pro studené chmelení (Nesvadba et al. 2013; Ježek et al. 2015).

3.5.4.2 Premiant

Odrůda Premiant byla získána zkrřížením dvou inzuchtních linií Žateckého poloraného červeňáku a dalšího šlechtitelského materiálu. Název vznikl podle českého dvanáctistupňového piva „Premium“, které má silný říz a výraznou chmelovou hořkost. Odrůda se registrovala v roce 1996. Dle analýzy DNA náleží do skupiny aromatických chmelů, které pocházejí ze starých evropských chmelů a Northern Breweru. Podobá se slovinské odrůdě Buket.

Rostlina je mohutného vzrůstu a má válcovitý tvar. Réva je zelená a silná 12 až 15 mm. Má středně dlouhé až dlouhé plodonosné pazochy, které jsou horizontální a středně vysoko nasazené. Pro tuto odrůdu typické, že se na ni tvoří pazochy druhého řádu. Tyto pazochy vyrůstají z úžlabí révového listu a plodonosného pazochu prvního řádu. Další typický znak jsou tmavě zelené révové listy, které jsou nakloněné směrem k révě. Má dlouze vejčité hlávky, které jsou středně až hustě nasazené. Sto hlávek průměrně váží 14–18 g. Na sto gramů chmelových hlávek obsahuje 1,0 až 2,0 g silic. Z celkové hmotnosti obsahuje 19-25 % pryskyřic a 4,0-5,0 % polyfenolů.

Premiant je polopozdní odrůda, jehož vegetační doba bývá okolo 128 až 134 dní. U Premianta se provádí pozdní řez, stejně jako u Žateckého poloraného červeňáku. Z podzemních částí rostlin vyrůstá 8 až 12 výhonů. Dlouživý růst na začátku vegetace bývá pomalejší. Odrůda Premiant je náročnější na hnojení dusíkem. Bývá tolerantnější k nedostatku vody. Je však velmi citlivá k primární infekci peronospory chmelové. K sekundární infekci bývá středně odolná. K padlí chmelovému je tolerantní. Sklizeň se provádí v kratším období v technologické zralosti, protože je odrůda náchylná k rozplevení hlávek. Česitelnost je dobrá během mechanizované sklizně. Odrůda dosahuje výnosů 1,8 až 2,5 t/ha. Pivovarské použití bývá pro druhé chmelení. Je to hořká odrůda s příjemným aroma, které má vyšší podíl ovocné vůně (Nesvadba et al. 2013; Ježek et al. 2015).

3.5.5 Nízké konstrukce

První pokusy pěstování chmele na nízkých konstrukcích začalo někdy v 80. letech v USA. Tradiční odrůdy, které jsou vyšlechtěné pro vysoké konstrukce, dosahují při pěstování na nízkých konstrukcích pouze 63% výnosu. Vyšlechtily se proto nové „trpasličí“ odrůdy, které měly dosahovat alespoň 80% výnosu odrůd pěstovaných v klasických konstrukcích (Štranc et al. 2012).

U nás se tato technologie pěstování začala používat od roku 2008. Na tento způsob pěstování pěstitelé přecházejí díky nedostatku sezónních pracovních sil a vysokým nákladům na lidskou práci. Také se tím snižuje spotřeba pesticidů v ochraně proti chorobám a škůdcům (Nesvadba et al. 2013).

Výška nízké chmelnicové konstrukce by měla mít maximálně 3 m, oproti běžným konstrukcím, které dosahují asi 7 m. Materiál sloupů bývá ze dřeva, či z kovu s povrchem bez vyčnívajících suků a hřebíků. Šířka meziřadí se přizpůsobuje mechanizaci (Pokorný et al. 2016).

3.5.6 Sklizeň a skladování

Před sklizní je důležitá příprava, která zahrnuje testování, údržbu a opravy veškerých sklízecích a zpracovatelských zařízení. Údržba zařízení obvykle probíhá v jednom nebo dvou týdnech před dozráním chmelového kužele a pomáhá zabránit nežádoucímu zpoždění během sklizně, které by mohlo být způsobeno mechanickými poruchami. Sklizeň je naplánována tak, aby chmel byl stripován (odvětráván), vyčištěn, sušen, balen nebo peletizován nepřetržitým způsobem, aniž by bylo nutné skladovat zelený chmel, což je z kvalitativních důvodů nežádoucí (Dodds 2017).

Sklizeň chmele tedy závisí na technologické zralosti chmelových hlávek a podle toho se provádí v srpnu, nebo až v září. U zatravněného meziřadí chmelnicové konstrukce by se měl porost zmulčovat. U chmelnicové konstrukce vysoké až 3 metry (nízké konstrukce) se ke sklizni používá sklízeč chmele HUN-30. Dochází k odřezávání jednotlivých rostlin. Dopravní vůz se rovnoměrně naplní očesanou chmelovou hmotou a odveze ji na stacionární linku PT-2000, kde dojde k separaci chmelových hlávek. Dopravní vůz chmelového produktu musí mít stejnou pojezdovou rychlost jako mobilní sklízeč. Čerstvá očesaná hmota by měla projít do dvou hodin procesem separace a do dalších následujících dvou hodin od separace by měl nastat proces sušení. Zabráni se tak zapaření a ztrátě kvality. Teplota při sušení by neměla být vyšší než 60 °C a vlhkost výsledného produktu před klimatizací by měla být mezi 5 až 7 %. Po klimatizaci a před lisováním vlhkost dosahuje minimálně 10,5 % a pro prodej by měla být minimálně 12,5 %.

U vysokých konstrukcí se pro sklizeň používají strhávací vozy. Po nich však na konstrukcích zůstává část révu, která se pak strhává ručně. U sklizně chmele pěstovaného na nízkých konstrukcích se minimalizují náklady na pracovní sílu. Ovšem investice do inovovaného sklízecího chmele HUN-30 a do stacionární separační linky PT-2000 jsou vyšší. Sklízeč chmele vyjde přibližně na 2 710 000,- Kč (bez DPH) a stacionární linka na cca 3 150 000,- Kč (bez DPH) (Pokorný et al. 2016).

Po sklizni lze správně sušený chmel po dlouhou dobu skladovat v chladu, což umožňuje celoroční zpracování a marketing. Chmel se neuchovává dobře při pokojové teplotě. Doporučené skladovací podmínky pro sušený balený chmel jsou teplota od -4,44 °C do 2,22 °C a relativní vlhkost 70 % až 85 %. Při těchto podmínkách se chmel skladuje po dobu 12 měsíců. Stabilita při skladování se liší podle odrůdy a měří se ztrátou alfa kyselin v průběhu času při dané teplotě. Mnoho seznamů odrůd chmele obsahuje index skladování nebo hodnocení, které koncovému uživateli dává představu o potenciálu skladování pro každou odrůdu. Relativní vlhkost chladírny je důležitá, protože pokud je příliš nízká, chmel ztratí vlhkost a váhu a pokud je příliš vysoká, chmel absorbuje vlhkost a zvyšuje se riziko rozpadu.

Chmel je také možno peletizovat. Vakuově uzavřené, peletizované chmely jsou u pivovarů oblíbené, protože mají tendenci mít delší skladovací životnost, zabírají méně úložného prostoru a snáze se s nimi manipuluje v procesu vaření. Z tohoto důvodu mnoho pěstitelů

chmele investuje do peletovacího stroje a vakuového balicího zařízení, aby uspokojilo tržní poptávku po tomto typu produktu. Pěstitelé chmele nebo zpracovatelské společnosti vyrábějí pelety ve dvou formátech, T90 a T45. První pelety (T90) se vyrábějí mletím celých sušených chmelových hlávek a umístěním veškerého rozemletého prášku do stroje na výrobu pelet, kde se vytlačí přes matici, aby se vytvořil typický tvar pelety. Hodnota 90 v T90 se týká přibližného výtěžku pelet ze zpracování 100 kg sušeného chmele (tj. 100 kg chmele = 90 kg pelet). Podobně pelety T45 vedou k 45 kg produktu na 100 kg chmele. Výsledkem procesu T45 je koncentrovanější produkt s vyšším poměrem lupulin ku hmotnosti, což znamená, že v pivovaru je vyžadováno méně produktu ve srovnání s peletami T90 (Dodds 2017).

Při pěstování ekologického chmele je u sklizně nezbytné technologické linky předem vyprázdnit a vyčistit od konvenční produkce, aby nedošlo ke znečištění při sušení, balení do pěstitelských hranolů a také při zpracování na chmelové výrobky. Biochmel se dodává jako granule T90 nebo jako lisované hlávky. Není povolena výroba chmelových extraktů, aby produkt nebyl ovlivněn nepůvodní chemickou látkou (Ježek et al. 2012).

3.5.7 Certifikace

Nezbytný krok pro získání a udržení důvěry zákazníka je doložení původu chmele. Jeho známkování začalo už v 16. století za účelem zabránění míchání našich chmelů s chmelem méně hodnotným. Chmel byl označován městskou pečetí a písemným osvědčením (Nesvadba et al. 2013).

Tabulka 4: Minimální požadavky pro uvedení chmelových hlávek na trh

Vlastnosti	Popis	Maximální obsah (% hm.)	
		Upravený chmel	Neupravený chmel
a) Vlhkost	Obsah vody	12	14
b) Listy a stopky	Části listů z úponků, úponky, stopky listů nebo hlávek; za stopku se považují stopky hlávek dlouhé nejméně 2,5 cm	6	6
c) Chmelový odpad	Malé částičky tmavě zelené až černé barvy vzniklé při strojové sklizni, které obvykle nepocházejí z hlávky; částičky jiných odrůd chmele, než jsou odrůdy, pro které se vydají ověřovací listiny původu, mohou představovat až 2 % hmotnosti	3	4
d) Obsah pecek	Zralé plody hlávek	2	2

*Zdroj: Nařízení Komise (ES) č. 1850/2006

Systém certifikace je u nás velmi dobře propracovaný a je upraven dle zákona č. 97/1996 Sb., o ochraně chmele a také dle nařízeních EU (Nařízení Rady 1952/2005 a Nařízení Komise 1860/2006). Jedná se o označování a ověřování kvality chmele. V ČR se může certifikovat pouze chmel vyprodukovaný ve třech katastrálně vymezených chmelařských oblastech,

kterými jsou Žatecko, Ústěcko a Tršicko (Nesvadba et al. 2013). Označování se provádí u pěstitele, který usuší, zváží, zabalí do hranolů a označí originálním štítkem. Na štítku jsou informace o odrůdě, katastrálním území, roku sklizně a kódu hranolu. ÚKZÚZ dohlíží na ověřování, které se provádí u zpracovatelů. Konečné balení musí mít ověřovací značku, evidenční číslo a plombu nebo pečeť. Při zpracování do zahraničí je potřeba ověřovací listina neboli certifikát. Celý tento systém tvoří dohled státní autority, kterou vykonává ÚKZÚZ a pověřené autority, kterou je kontrolní a certifikační organizace, se kterou má pěstitel nebo zpracovatel uzavřenu platnou smlouvu o inspekci a certifikaci (Ježek et al. 2012).

Chmelové hlávky musí splňovat minimální požadavky pro uvedení na trh. Tyto kvalitativní požadavky jsou stanoveny dle Nařízení Komise (ES) č.1850/2006 (viz. Tabulka 4). Tyto hodnoty se pro upravený a neupravený chmel mohou lišit. Neupraveným chmelem rozumíme chmel, který byl podroben pouze prvnímu sušení a balení, kdežto u upraveného proběhlo i konečné sušení a balení (Evropská komise 2006).

3.6 Možnosti ochrany v ekologickém zemědělství

Produkce vysoce kvalitního chmele vyžaduje pečlivou pozornost četným škůdcům, chorobám a plevelům, ale i pěstitelským postupům, které tyto škůdce mohou zhoršovat nebo potlačovat. Poškození, které tyto organismy mohou způsobit, se pohybuje v rozmezí od nevýznamných škod až po úplné ztráty. V důsledku jejich působení dochází ke snížení množství výtěžku nebo ke snížení kvality výnosu, což může způsobit, že chmel nebude prodán (Oregon State University et al. 2010).

Většina pesticidů, které se běžně používají při pěstování v konvenčním zemědělství, se v systému ekologického zemědělství používat nesmí. Při organickém (neboli ekologickém) pěstování se používají přípravky s nízkou toxicitou, které nemají špatný dopad na životní prostředí a jsou biologicky rozložitelné (McRobie 1990).

Stanovení spolehlivých metod hubení škůdců, chorob a plevelů je klíčem k úspěchu při pěstování organického chmele (Turner et al. 2011). Plevely se odstraňují pouze mechanicky. V ekologickém zemědělství je používání jakýchkoli herbicidů přísně zakázáno. Chmel bývá nejčastěji napadán mšicí chmelovou, sviluškou chmelovou a peronosporou chmelovou. Tyto škodlivé organismy je nezbytné udržet pod prahem hospodářské škodlivosti.

V boji proti houbovým chorobám se využívají speciální ekologické přípravky, ale v omezené míře lze využít i schválené měďnaté fungicidy, jejichž roční povolená dávka je 6 kg/ha. To odpovídá přibližně jednomu ošetření (Ježek et al. 2012). Po aplikaci měďnatého fungicidu je na listech 2 až 5krát vyšší obsah mědi než v chmelových hlávkách. Po aplikaci mědi dochází dočasně k nárůstu rychlosti fotosyntézy. Tento nárůst je však dočasný a zmizí po 10–14 dnech. Na aplikaci těchto fungicidů nebyla doposud indukována žádná stresová reakce. Elementární měď z listů se přivádí do sklizeného chmele ve formě biologických příměsí. Společný obsah mědi v neošetřených chmelových hlávkách a listech činí 20–25 mg/kg (Krofta et al. 2012).

3.6.1 Integrovaná ochrana

Integrovaná ochrana proti škůdcům (IPM) je strategie ochrany před škůdci, která byla formálně vyvinuta v 50. letech 20. století entomology a dalšími vědci v reakci na rozsáhlý vývoj

zemědělského prostředí v rámci odolnosti vůči pesticidům u hmyzu a roztočů. Odolnost vznikla v důsledku používání pesticidů a jejich nárůstu v životním prostředí. IPM se původně zaměřila na biologickou kontrolu hmyzu a roztočů v zemědělských systémech a za posledních 70 let převzala širší roli a význam, který zahrnuje řízení nemocí, plevelů a škůdců v zemědělství, v zahradnictví a ve městském prostředí. Správná a přesná identifikace problémů se škůdci je prvním krokem v integrované ochraně rostlin. Na zemědělských polích žijí totiž i jiné organismy a většina z nich je neškodná a v některých případech dokonce i prospěšná, proto by se tyto organismy při použití ochranné metody neměli zasáhnout (Oregon State University et al. 2010).

IPM lze definovat jako postup, který využívá všechny ekonomicky, ekologicky a toxikologicky přijatelné metody pro udržení škůdce pod hladinou škodlivosti s přednostním využitím přirozených omezujících faktorů. Integrovaná produkce chmele je způsobem pěstování, který příliš nezatěžuje životní prostředí a usiluje o dosažení optimálních výnosů vyšší kvality. Jejím základem je udržení půdní úrodnosti a mnohotvárného životního prostředí. Jedná se o ekologicky orientovaný způsob pěstování, který se zaměřuje na kvalitní produkci a je šetrný k životnímu prostředí. Základní snahou je minimalizovat použití syntetických hnojiv a pesticidů při pěstování chmele v ČR (Ježek et al. 2015).

3.6.2 Biologická ochrana

Biologická ochrana rostlin nám umožňuje buď úplné nahrazení chemické ochrany, nebo alespoň její doplnění. Biologickými metodami rozumíme metody přírodní (nechemické). Užitá látka tudíž nesmí být syntetizována chemicky. Tento způsob ochrany je velmi šetrný k životnímu prostředí. Postupy využívané v nechemické ochraně jsou spíše preventivní. Využívají se bakterie nebo houby, které mají antagonistický vztah s původci chorob. Dochází ke stimulaci obranných mechanismů a potlačuje se tak množení a růst choroby. Účinnost biologických přípravků dosti závisí na biotických a abiotických podmínkách prostředí a jejich působení je oproti chemickým přípravkům pomalejší.

Šetrné metody ochrany rostlin v zemědělství podporuje i Evropský parlament v usnesení z 15. února 2017 o biologických pesticidech představujících nízké riziko. V poslední novele zákona č. 299/2017 Sb., se umožnilo povolování přípravků na bázi mikroorganismů a bioagens bez úhrady nákladů, které vzniknou při provádění příslušných odborných úkonů poplatků na hodnocení. O racionálních, efektivních a šetrných postupech se nás snaží informovat Ministerstvo zemědělství a především ÚKZÚZ (Navrátilová 2019).

Neexistují biologické přípravky proti všem chorobám a škůdcům, ovšem fungicidů vyrobených na biologické bázi je dostatek. Přibližně před dvaceti lety se ve chmelnicích testoval proti houbovým chorobám přípravek Polyversum, který si vedl velmi dobře.

Díky deštivému počasí a vysokým teplotám v létě 2016 byl chmel mimořádně napaden peronosporou chmelovou, a tak se přípravek Polyversum opět otestoval. Josef Vostřel (vedoucí odboru ochrany chmele z Chmelářského institutu v Žatci) provedl pokus na chmelnici ve Stekníku, kde se porovnávala účinnost již zmíněného fungicidu Polyversum s referenčním přípravkem Aliette 80 WG, který obsahuje účinnou látku fosetyl Al. U každého přípravku se aplikovalo 5 postřiků. Aliette se použil v registrované 3% koncentraci a fungicid Polyversum se aplikoval v dávce 0,25 kg/ha na pokusné chmelnici, kde se pěstovala odrůda Agnus, u které

je citlivost k peronospoře známá. Aplikace proběhla v pěti termínech od 8.6. do 8.8.2016. Při ošetření Polyversem byla výše nákladů 8 625,- Kč. Cena na kg činila 6900,- Kč a použilo se přesně 1,25 kg. Náklady u Aliette 80 WG byly podstatně vyšší. Cena na kg byla sice jen 1100,- Kč, ale použilo se celkem 25,5 kg, tudíž výše nákladů vyšplhala až na 28 050,- Kč. U preparátu Polyversum byla účinnost 81,55 %, což je oproti druhému přípravku jen o 9 % méně. Díky nízkým nákladům a dobré účinnosti zní Polyversum jako jasná volba.

V konvenční praxi je to však na rozdíl od pokusu jinak. Aliette 80 WG se aplikuje jen na jaře proti primární infekci, a tak se použije za vegetaci jen 4,5 kg/ha. Proti sekundární infekci se od začátku června do sklizně ošetřuje v 5-6 aplikacích ve čtrnáctidenních intervalech. Používají se přípravky Ortiva, Curzate K, Bellis, Revus a z měďnatých přípravků Kuprikol 250 SC či Cuproxat SC. Náklady se celkově vyšplhají přibližně na 23 000,- Kč.

Polyversum je doporučováno aplikovat na jaře proti primární infekci. Aplikace probíhá ve formě pásového postřiku. Žatecká oblast je známá nedostatkem srážek, a tak díky malé vlhkosti bývá v pozdějším období účinnost přípravku nižší. Co se týče srážek, bylo v roce 2016 léto příznivé, proto byla i účinnost preparátu velmi dobrá (Šedý 2016).

Co se týče hmyzích škůdců, dá se říct, že mnoho z nich má své přirozené nepřátele (parazitoidy, dravce nebo patogeny), kteří se proti nim v rámci biologické ochrany používají. Účinná ochrana proti škůdcům hmyzu často vyžaduje nějakou manipulaci, hromadění, vypouštění nebo integraci těchto přirozených nepřátel s jinými metodami ochrany proti škůdcům, aby se zabránilo přemnožení škůdců. Přirození nepřátelé často napadají pouze jeden druh hmyzích škůdců a je-li přítomen více než jeden druh hmyzích škůdců, může být nutné uvolnit více než jeden druh přirozeného nepřítel. Vypuštění více než jednoho druhu může zvýšit náklady na ochranu proti škůdcům. Vypuštění je ideální provést, když je populace hmyzích škůdců malá, protože nemusí potlačovat populace hmyzích škůdců tak rychle jako chemické metody. Důležité je, aby přirození nepřátelé byli zdraví (Hagstrum & Subramanyam 2006).

3.7 Ekonomika chmele

Zřízení chmelnice je velmi významnou kapitálovou investicí. Jsou to náklady na půdu, výsadbu, infrastrukturu (včetně sloupků, drátů a zavlažování) a samozřejmě čas. Je dobré si pořádně prostudovat podmínky pěstování a vybrat vhodné stanoviště, aby se zajistila nejlepší šance na úspěšnou návratnost investice. Mezi hlavní faktory, které určují vhodné umístění pro komerční produkci chmele, patří zeměpisná šířka. Ta je důležitá při produkci chmele, protože určuje sezónní délku dne, která částečně řídí růst a načasování kvetení (Dodds 2017).

V dnešní době neustále rostou náklady na pěstování. Způsobuje to především nárůst pracovních nákladů, jako je např. dovoz pracovních sil ze zahraničí, růst minimální mzdy a odvody na sociální a zdravotní pojištění. Velkým a nákladným úkolem je také zajištění vodních zdrojů pro závlahy (Svaz pěstitelů chmele České republiky 2019).

Veškeré preventivní, mechanické a fyzikální postupy a přípravky, které zemědělec v produkci bio využívá, nejsou stoprocentně spolehlivé. Podle toho se odvíjí realizační cena biochmele, která musí zohlednit samotné riziko pěstování ve srovnání s konvenční produkcí a přínosy pro životní prostředí, které se dají ekonomicky vyčíslit velmi obtížně. Z tohoto důvodu

je cena ekologicky vypěstovaný chmel až trojnásobná ve srovnání s konvenční produkcí (Ježek et al. 2012).

Z každé jednotlivé dodávky se u pěstitele odebírá průměrný vzorek, který se pomocí mechanického a chemického rozboru ověřuje. Veškerý nákup chmele v České republice se řídí Tržním řádem, což je smlouva mezi Svazem pěstitelů chmele ČR a Uníí obchodníků a zpracovatelů chmele. Cílem je docílení vyrovnaných tržních podmínek domácího trhu v nákupu chmele, zajištění dlouhodobého odbytu za rentabilní ceny a dosažení stavu blízkého rovnováze mezi nabídkou a poptávkou. Tržní řád také určuje kvalitativní znaky odrůd, se kterými se obchoduje a to tak, aby se dodával pouze kvalitní chmel, který je konkurenceschopný na náročných trzích (Krofta 2008).

3.8 Využití

3.8.1 Výroba piva

Pivo je nedestilovaný alkoholický nápoj. Vyrábí se již po staletí ze čtyř hlavních ingrediencí, kterými jsou: obilné slady, voda, chmel a kvasinky (Farber & Barth 2019). Proces vaření piva má přesný a vypočtený aspekt, ale zároveň „pravidla“. V zásadě jde o zahřívání vody a obilí (a / nebo extrakt z obilí), směs se vaří s chmelem, pak se ochlazuje a fermentuje pomocí kvasinek a uhličitanu (Flowers 2014).

Sladem rozumíme usušenou a za specifických podmínek naklíčenou obilku. Hlavní surovinou, která se dnes využívá pro výrobu sladu je ječmen setý (*Hordeum sativum*) z čeledi *Poaceae*. Používají se především slady z jarních ječmenů, jelikož ty z ozimých ječmenů mohou způsobovat technologické problémy. Při výrobě piva je důležité z technologického hlediska i z hlediska kvality piva využívat slady z jedné odrůdy ječmene, nebo maximálně ze dvou odrůd, které však musí být geneticky podobné.

Po celém světě se vyrábějí světlé slady plzeňského typu pro piva světlá a tmavé slady mnichovského typu pro piva tmavá. Pro výrobu pšeničných piv se používají slady ze pšenice seté (*Triticum aestivum*). Pšeničné slady se suší při nižších teplotách a klíčí kratší dobu, na rozdíl od sladů z ječmene. Dále máme speciální slady, jejichž přidáním k běžným sladům se upravuje barva, chuť, pěnivost piva a zvyšuje se odolnost k předčasné tvorbě koloidních zákalů. Patří sem slady karamelové, barvicí, nakuřované, melanoidinové, diastatické, proteolytické (kyselé) a slady zvyšující redoxní kapacitu piva.

Čerstvě usušený slad se nechává tři až čtyři týdny odležet. Kvalitu sladu ovlivňuje odrůda ječmene, technologie sladování a podmínky skladování. Na jeho zpracovatelnost mají vliv mechanické a fyzikální vlastnosti, a to především objemová hmotnost, hmotnost tisíce zrn, hustota, moučnatost a sklovitost, křehkost, hodnota viskozity, filtrovatelnost sladiny a acidita. Průběh výroby piva také souvisí s chemickým složením sladu. Vlhkost sladu nesmí přesáhnout 6 %. U světlých sladů by měla být asi 3,5 % a u tmavých 2 %. Finální kvalitu výrobku ovlivňuje extraktivnost. Ta má vliv na kvašení, chemické složení piva a organoleptické vlastnosti. Na vlastnosti sladu dále působí obsah škrobu. Velká škrobová zrna ve varném procesu lépe degradují než malá škrobová zrna. Ozimé ječmeny mají větší zastoupení velkých zrn, přesto však po zpracování na slad byly horší hodnoty extraktu. Plnost chuti piva, pěnivost a tvorbu barvy ovlivňují dusíkaté látky. V ječném zrně se vyskytuje 10 až 14 % neškrobových

polysacharidů. Jejich vyšší obsah ovlivňuje viskozitu sladiny i piva. Mohou zapříčinit problémy při scezování sladiny a filtraci piva (Basařová et al. 2010).

Slad, který se používá pro výrobu biopiva, musí být samozřejmě také v bio kvalitě. V České republice jsou výrobcem biosladu Českomoravské sladovny, a.s., Zábřeh nebo ho lze dovážet z Německa (Ježek et al. 2012).

Ve srovnání s velkým množstvím sladu vyžadovaného při výrobě piva je množství chmele v pivu podstatně menší. Tato drobná přísada má však rozhodující dopad na kvalitu piva, a proto je pro vaření piva chmel nesmírně důležitý. Ovlivňuje především typickou hořkou chuť a aroma. Může za to složitá chemie spojená s chmelovými látkami a jejich funkce ve výrobě piva (Almaguer et al. 2014).

3.8.2 Farmaceutika a kosmetika

Chmelové rostliny obsahují různé přírodní sloučeniny, které se velmi liší svou strukturou a vlastnostmi. Byla vyvinuta řada metod pro jejich izolační a chemickou analýzu, jakož i pro stanovení jejich antioxidačních, antimikrobiálních a antigenotoxických potenciálů. Ačkoli chmel zůstává hlavní složkou pro zajištění chuti, stability a antimikrobiální ochrany piva, jeho uplatnění nalezneme i ve farmaceutickém a dalším potravinářském průmyslu (Hrnčíč et al. 2019).

Už v dřívějších dobách byly zjištěny jeho antivirové účinky, a tak se užíval pro různá lékařská ošetření. Lidé ho používali např. při onemocnění jater, zácpě, poruchách spánku, čištění krve, zápachu nohou a také při léčbě lepry (Olšovská et al. 2016). V posledních desetiletích se vědecký svět zaměřil na zkoumání biologických účinků rostlin používaných v lidovém (tradičním) lékařství. Chmel je v dnešní době znám především pro své sedativní účinky. Existují některé potravinové doplňky, které jsou vyrobené na jeho základě a napomáhají léčbě poruch spánku. Několik in vitro studií také ukazuje, že určité chmelové sloučeniny mají potenciál stát se novými protirakovinovými činidly, protože vykazují významné a četné prospěšné biologické aktivity (Hrnčíč et al. 2019).

Od konce 90. let stoupá zájem spotřebitelů o přírodní produkty určené k udržení zdraví a pohody, což se odráží v každoročním nárůstu prodeje botanických doplňků stravy. Začátkem roku 2000 hledaly ženy a mnoho poskytovatelů zdravotní péče bezpečné a účinné alternativy ke konvenční estrogenové substituční terapii, aby vyřešily návaly horka a další somatické obtíže doprovázející nástup menopauzy. V zájmu uspokojení poptávky se zaměřili výzkumníci přírodních produktů na botaniku. Zejména byl obnoven zájem o fytoestrogenní vlastnosti chmele, které byly poprvé uznány zdravotnickým zařízením ve 30. letech 20. století. První produkt nahrazující estrogen, Premarin, nebyl FDA (tj. Úřad pro kontrolu potravin a léčiv) schválen pro léčbu návalů horka až do roku 1942. Vzhledem k tomu, že výroba chmele je v pivovarském průmyslu dobře zavedena, je botanicky ověřený chmelový materiál snadno dostupný z polí, která jsou pěstována pomocí správné zemědělské praxe. To není vždy případ botanických přípravků používaných v doplňcích stravy, které musí být někdy sbírány z volné přírody s velmi rozdílnými hladinami chemických složek. Přestože je pěstovaný chmel stále vystaven tlaku prostředí, má mnohem předvídatelnější profil chemických složek. To platí zejména pro ty chmelové kultivary, které byly vybrány tak, aby splňovaly specifické normy pro zpracování piva. Taková předvídatelnost rostlin je důležitá pro dosažení konzistentního

konečného produktu – botanického doplňku stravy, ve kterém jsou cílové sloučeniny standardizovány na konzistentní úrovni aktivních složek a biologické aktivity (Krause et al. 2014).

Chmel se také využívá i v kosmetickém průmyslu. Bylo zjištěno, že chmel umí stimulovat buňky pojivové tkáně. Přípravky z jeho extraktu se používají při hojení ran, ale i při výrobě krémů a pleťových vod. Výrobky z chmele jsou také užitečné při prevenci stárnutí kůže a při léčbě volné kůže a strií (Burlando et al. 2010).

4 Závěr

Ekologické zemědělství má pro pěstování své vlastní pravidla a předpisy. Bio farmáři se musí řídit zákonem (platným v Evropské unii) o ekologickém zemědělství. Ekologické zemědělství je oproti konvenčnímu způsobu pěstování rozhodně šetrnější způsob hospodaření, který působí z ekologického hlediska velmi příznivě, protože dochází ke snížení spotřeby chemických pesticidů, které vedou ke snížení biodiverzity v přírodě, což má často za následek narušení přirozeného potravního řetězce. Před první organickou sklizní je nezbytné prokázat či zajistit, že se 3 roky na pozemku neaplikovali či nebudou aplikovat žádné chemické přípravky. Cílem ekologické produkce je dosáhnout konvenčních výnosů, což vyžaduje vyšší úroveň provedení. Aby se předešlo případné nákaze či napadení škůdci, je kladen důraz na preventivní opatření. Důležitý je monitoring chorob a škůdců, který poslouží k včasnému provedení ochranných opatření. Dbát by se mělo také především na čistotu veškeré mechanizace, která se při pěstování použije, aby nedošlo k případné kontaminaci.

Při pěstování chmele je potřeba si získat důvěru zákazníka, a to tak, že se doloží původ chmele, který zaručí jeho kvalitu. Slouží k tomu systém certifikace, který je upraven podle zákona č. 97/1996 Sb., o ochraně chmele a také podle nařízeních EU, kterými jsou Nařízení Rady 1952/2005 a Nařízení Komise 1860/2006.

V České republice konvenční produkce stále stoupá a český chmel je na trhu u nás i ve světě díky své kvalitě velmi žádaný. V bio produkci je tomu však jinak. Vypěstování chmele v bio produkci je náročnější na práci, a proto také o něco nákladnější, čemuž pak odpovídá i vyšší prodejní cena. Ne každý spotřebitel je však ochotný za takto vypěstovaný chmel zaplatit více peněz, proto se v pěstování biochmele v České republice do budoucna nečeká příliš velký rozvoj. Poprvé se v ČR začali pěstování chmele věnovat v roce 2011 čtyři pěstitelské objekty. Ekologická produkce chmele v tomto roce probíhala na 10,6 ha půdy. O několik let později však plocha, na které bio produkce probíhala, činila 9,83 ha a zaevidovány byly už jen 3 ekofarmy. Z tohoto je patrné, že místo aby bio produkce chmele rostla, tak se snížila o přibližně 0,8 ha. To odpovídá náročnosti pěstitelské technologii chmele v biokvalitě, kdy nedostatek účinných postupů v ochraně porostů je zde limitujícím faktorem pro zajištění odpovídající produkce a zejména kvality chmelových hlávek.

5 Literatura

- Alford DV. 2014. Pests of Fruit Crops: A Colour Handbook. Taylor & Francis Group, Boca Raton
- Almaguer C, Schönberger C, Gastl M, Arendt EK, Becker T. 2014. Humulus lupulus – a story that begs to be told. A review. Journal of the Institute of Brewing **120**:289–314
- Basařová G, Šavel J, Basař P, Lejsek T. 2010. Pivovarství: Teorie a praxe výroby piva. VŠCHT, Praha
- Burlando B, Verotta L, Cornara L, Bottini-Massa E. Herbal Principles in Cosmetics: Properties and Mechanisms of Action. CRC Press, Boca Raton
- Calderwood LB, Lewins SA, Darby HM. 2015. Survey of Northeastern Hop Arthropod Pests and Their Natural Enemies. Journal of Integrated Pest Management **6**(1):1-14
- Dodds K. 2017. Hops a guide for new growers. NSW Department of Primary Industries, Tumut
- EAGRI. 2020. Registr přípravků na ochranu rostlin. Available from <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/por/Detail.aspx?id=31463&stamp=637022208405739845> (accessed May 2020)
- Evropská komise. 2006. NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 1850/2006 ze dne 14. prosince 2006, kterým se stanoví prováděcí pravidla pro vydávání ověřovacích listin původu pro chmel a chmelové výrobky, Česká republika
- Farber M, Barth R. 2019. Mastering Brewing Science: Quality and Production. John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, USA
- Flowers J. 2014. How to Brew Beer: The Ultimate Step-by-Step Guide. Available from <https://learn.kegerator.com/how-to-brew-beer/> (accessed July 2014)
- Fusalo TR, Denmark HA. 2003. Twospotted Spider Mite, Tetranychus urticae Koch (Arachnida: Acari: Tetranychidae). EDIS. Available from <https://journals.flvc.org/edis/article/view/109059> (accessed July 2020)
- Gargani E, et al. 2017. A survey on pests and diseases of Italian Hop crops. Italus Hortus **24**(2):1-17
- Gliessman SR. 2007. Agroecology: the ecology of sustainable food systems. CRC Press, Boca Raton
- Hagstrum DW, Subramanyam B. 2006. Fundamentals of Stored-Product Entomology. AACC International Press, St. Paul
- Hellin J. 2006. Better Land Husbandry: From Soil Conservation to Holistic Land Management. Science Publishers, Enfield
- Hrnčíč MK, Španinger E, Košir IJ, Knez Ž, Bren U. 2019. Hop Compounds: Extraction Techniques, Chemical Analyses, Antioxidative, Antimicrobial, and Anticarcinogenic Effects. Nutrients 2019, 11, **257**:1-37

- Infante-Casella M, Bamka W. 2017. Common Insect Pests in Hop Yards. Rutgers, The State University of New Jersey. Available from <https://njaes.rutgers.edu/fs1272/> (accessed April 2017)
- Ježek J, Klapal I, Krofta K, Nesvadba V, Patzak J, Pokorný J, Svoboda P, Veselý F, Vostřel J. 2015. Chmel 2015 Příručka pro pěstitele chmele. Chmelařský institut s.r.o., Žatec
- Ježek J, Vostřel J, Krofta K, Klapal I. 2012. První český chmel v kvalitě bio. Odborný a stavovský týdeník Zemědělec **40**:21
- Ježek J, Vostřel J, Krofta K, Klapal I. 2012. Ekologické pěstování chmele v České republice a ve světě. Kvasný průmysl **58**:294-302
- Koepf HH, Pettersson BD, Schaumann W. 1990. Bio-dynamic agriculture. Anthroposophic Press, New York
- Kopecký J. 1997. Specialities of growing technology in hybrid cultivars. Hop Growing **2**:13–15.
- Krause E, Yuan Y, Hajirahimkhan A, Dong H, Dietz BM, Nikolic D, Pauli GF, Bolton JL, van Breemen RB. 2014. Biological and chemical standardization of a hop (*Humulus lupulus*) botanical dietary supplement. Biomed Chromatogr **28**:729-734
- Krofta K. 2008. Hodnocení kvality chmele. Chmelařský institut s.r.o., Žatec
- Krofta K, Pokorný J, Kudrna T, Ježek J, Pulkrábek J, Křivánek J, Bečka D. 2012. The effect of application of copper fungicides on photosynthesis parameters and level of elementary copper in hops. Plant Soil Environ **58**:91-97
- Kršková I. 2019. Chmelu se dařilo, letošní sklizeň je jednou z nejvyšších za poslední roky. ÚKZÚZ. Available from <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/chmelu-se-darilo-letosni-sklizen-je.html> (accessed December 2019)
- Křivánek J, Pulkrábek J, Chaloupský R, Kudrna T, Pokorný J. 2008. Response of the Czech hybrid hop cultivar Agnus to the term of pruning, depth of pruning and number of trained bines. Plant Soil Environ **54**:471-478
- Lampkin N. 1990. Organic Farming. Farming Press, Ipswich
- McRobie G. 1990. Tools for organic farming. Intermediate Technology Publications, London
- Ministerstvo zemědělství. 2019. Ročenka 2018 Ekologické zemědělství v České republice. Ministerstvo zemědělství, Olomouc.
- Mozny M, Tolasz R, Nekovar, J, Sparks T, Trnka M, Zalud Z. 2009. The impact of climate change on the yield and quality of Saaz hops in the Czech Republic. Agricultural and Forest Meteorology **149**:913-919.
- National Research Council. 1989. Alternative agriculture. National Academy Press, Washington, D.C.
- Navrátilová M. 2019. Komplexní celostní ochrana rostlin s využitím biologické ochrany. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno. Available from

<https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/ochrana-obecne/komplexni-celostni-ochrana-rostlin-s-vyuzitim-biologicke-ochrany> (accessed June 2019)

- Nesvadba V, et al. 2013. Vývoj a tradice českých odrůd chmele. Chmelařský institut s.r.o., Žatec
- Olšovská J, Boštková V, Dušek M, Jandovská V, Bogdanová K, Čermák P, Boštík P, Mikyska A, Kolář M. 2016. *Humulus lupulus* L. (Hops) - a valuable source of compounds with bioactive effects for future therapies. *Military Medical Science Letters* **85**:19-30
- Oregon State University, University of Idaho, USDA Agricultural Research Service, Washington State University. 2010. Field Guide for Integrated Pest Management in Hops. Washington Hop Commission, Yakima, WA
- Pethybridge SJ, Hay FS, Barbara DJ, Eastwell KC, Wilson CR. 2008. Viruses and Viroids Infecting Hop: Significance, Epidemiology, and Management. *Plant Disease* **92**:324-338
- Pokorný J, Ježek J, Donner P, Rybka A, Heřmánek P, Honzík I, Podsedník J, Maršíček M. Sklizeň a separace chmele z nízkých konstrukcí. Chmelařský institut s.r.o., Žatec
- Rybáček V. 1991. Hop Production. Elsevier Science Publishers, Amsterdam
- Sedlák V. Kvalita chmelu v ústěcké oblasti bude dobrá, sklizeň se blíží. Available from <https://www.denik.cz/ekonomika/kvalita-chmelu-bude-dobra-sklizen-se-blizi-20190812.html> (accessed October 2019)
- Schmidt H, Haccius M. 1998. EU Regulation “Organic Farming”: A Legal and Agro-Ecological Commentary on the EU’s Council Regulation (EEC) No. 2092/91. Margraf Verlag, Weikersheim
- Schut C. 2019. Grower perspectives: Organic hop farming. Yakima Chief Hops. Available from <https://www.yakimachief.com/grower-perspectives-organic-hop-farming/> (accessed August 2019)
- Slee B. 1989. Alternative farm enterprises. Farming Press, Ipswich
- Svaz pěstitelů chmele České republiky. 2019. Český chmel 2019. Ministerstvo zemědělství, Praha
- Šedý R. 2016. Omezení při ochraně chmele by nemusel být problém. Jde to i ekologicky a levněji. Agris. Available from <http://www.agris.cz/clanek/194624> (accessed December 2016)
- Šefrová H. 2014. Nosatcovití (Curculionidae) škodící na řepě. *Listy cukrovarnické a řepařské* **130**:20-21
- Štranc P, Štranc J, Holý K, Štranc D, Sklenička P. 2012. Pěstování vzrůstných odrůd chmele v nízké konstrukci. Kurent s.r.o., České Budějovice
- Štranc P, Štranc J, Jurčák J, Štranc D, Pázler B. 2007. Hop Pruning in Cultivar Saaz Hop under Conditions of the CR. Kurent, s. r. o., České Budějovice

- Turner SF, Benedict CHA, Darby H, Hoagland LA, Simonson P, Serrine JR, Murphy KM. 2011. Challenges and Opportunities for Organic Hop Production in the United States. *Agronomy Journal* **106**:1645-1654
- Vostřel J, Klupal I. 2015. Metodika ochrany chmele 2015. Chmelařský institut s.r.o., Žatec
- Vostřel J, Klupal I, Kudrna T. 2010. Metodika ochrany chmele proti dřepčíku chmelovému (*Psylliodes attenuatus* Koch). Chmelařský institut s.r.o., Žatec
- Waldrop ME, McCluskey JJ. 2019. Does information about organic status affect consumer sensory liking and willingness to pay for beer? *Agribusiness* **35**:149–167
- Williams SD, Boehm MJ, Hand FP. 2017. Bacterial Diseases of Plants. Agriculture and Natural Resources. Available from <https://ohioline.osu.edu/factsheet/plpath-gen-6> (accessed February 2017)

