

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby



Rozdílné pěstitelské technologie u chmele

Bakalářská práce

Autor práce: Antonín Puskarčík

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

© 2015 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Rozdílné pěstitelské technologie u chmele" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 10.4. 2015

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Petru Dvořákovi, Ph.D. za vstřícnost a odborné vedení mé bakalářské práce, za poskytnutí rad a materiálů. Děkuji všem ostatním, především rodině, přítelkyni a přátelům za podporu.

Rozdílné pěstitelské technologie u chmele

Souhrn

Hlávky chmele otáčivého (*Humulus lupulus L.*) jsou klíčovým komponentem ve výrobě piva poskytujícím hořkost, aroma a antimikrobiální vlastnosti. Dnešní trend biopotravin se promítl i do pivovarnictví, které tak začalo vyžadovat chmel v bio kvalitě. Navíc nové poznatky ohledně pozitivních účinků sekundárních metabolitů chmele na širokou škálu nemocí mohou přispět ke zvýšení poptávky po biopivu.

Pěstování chmele v režimu ekologického zemědělství však přináší nejedno úskalí, které má neblahý vliv na kvalitu hlávek a tvorbu výnosu. Není možné využívat průmyslové prostředky ochrany rostlin ani průmyslová hnojiva. Nejvýznamnějšími překážkami v pěstování ekologického chmele v České republice jsou především škodlivé organismy - Peronospora chmelová, Mšice chmelová a Sviluška chmelová. Klíčovými prvky v ochraně chmele proti nemocem a škůdcům jsou včasné preventivní zákroky s využitím malého množství schválených biologických pesticidů. Plevel je možné odstraňovat pouze mechanicky. V neposlední řadě je nutné, aby chmelnice prošla tříletým přechodným obdobím, dodržela všechny legislativní požadavky a následně pravidelně nechala svůj chmel certifikovat.

Odlišný režim pěstování chmele však nemá negativní vliv na výslednou kvalitu chmelových hlávek, u některých odrůd lze dokonce mluvit o pozitivním vlivu na obsah sekundárních metabolitů. Zásadní vliv na kvalitu hlávek má podnebí, následované stresem z prostředí, škůdci a nemocemi.

Budoucnost pěstování ekologického chmele můžeme spatřit především ve využití nízkých konstrukcí, které přináší nečekané výhody v biologické ochraně rostlin, pokud se úspěšně podaří vyšlechtit trpasličí odrůdu, která bude dosahovat stejných výnosů jako její obdoba při pěstování v klasických vysokých konstrukcích. Ekologičtí zemědělci tak budou moci výrazně zvýšit svoji konkurenceschopnost.

Klíčová slova: Chmel, pěstování, ochrana rostlin, ekologické zemědělství, konvenční zemědělství

Different cultivation technology of the hops

Summary

Cones of hops (*Humulus lupulus L.*) are a key component in the production of beer, providing bitterness, aroma and antimicrobial properties. Today's organic food trend was also reflected in the brewing industry, which has begun to require hops in organic quality. In addition, new evidence of the positive effects of hop secondary metabolites on a wide range of diseases may contribute to increased demand for organic beer.

Growing hops in organic farming, however, brings many obstacles that have an adverse effect on the quality of cones and yield. It is not possible to use an industrial plant protection agents or fertilizers. The most important obstacle in growing organic hops in the Czech Republic are pests and diseases - *Peronospora humuli*, Hop Aphid and Two-spotted spider mite. The key elements in the protection of hops against diseases and pests are timely preventive interventions using a small amount of approved biological pesticides. Weeds can be removed only mechanically. Finally, it is necessary that hop yards underwent a three-year transition period, complied with all legal requirements and subsequently certify hops.

A different mode of hop cultivation, however, has no negative effect on the final quality of hop cones, some varieties even notice a positive influence on the content of secondary metabolites. Major impact on the quality of the cones has climate, followed by environmental stress, pests and diseases.

The future of growing organic hops can be seen especially in the use of low-trellis system that bring unexpected benefits in biological plant protection, if it succeeds in breeding dwarf variety that will achieve the same yields as its analogy in the cultivation of classic high-trellis system. Organic farmers will be able to significantly increase their competitiveness.

Keywords: Hops, cultivation, plant protection, organic farming, conventional farming

Obsah

1 Úvod.....	8
2 Cíl práce.....	9
3 Literární rešerše.....	10
3.1 Historie pěstování chmele.....	10
3.2 Obecný popis chmele	11
3.2.1 Šlechtění a odrůdy.....	12
3.2.2 Obsah látek v hlávkách.....	13
3.2.3 Kvalita chmele.....	14
3.3 Využití chmele.....	14
3.3.1 Chmel v pivovarnictví.....	14
3.3.2 Alternativní využití chmele.....	15
3.4 Podmínky pro pěstování chmele.....	16
3.4.1 Pěstitelské oblasti.....	16
3.4.2 Stanovištní podmínky.....	16
3.5 Ekologické zemědělství.....	17
3.5.1 Legislativní opatření.....	17
3.6 Ekologické pěstování chmele.....	18
3.6.1 Pěstování biochmele ve světě.....	18
3.6.2 Pěstování biochmele v ČR.....	19
3.7 Rozdílné pěstitelské technologie u konvenčně a ekologicky pěstovaného chmele...20	
3.7.1 Zpracování půdy.....	20
3.7.2 Hnojení a výživa.....	21
3.7.3 Plevel a jejich likvidace.....	21
3.7.4 Ochrana rostlin.....	22
3.7.4.1 Peronospora chmelová.....	22
3.7.4.2 Mšice chmelová.....	24
3.7.4.3 Sviluška chmelová.....	25
3.7.5 Přechodné období.....	27
3.7.6 Sklizeň a zpracování biochmele.....	28
3.7.7 Certifikace ekologické produkce chmele.....	28
3.7.8 Dopady ekologického pěstování na kvalitu chmele.....	29
3.8 Budoucnost ekologického pěstování chmele.....	30
3.8.1 Šlechtění rezistentních odrůd.....	30
3.8.2 Pěstování chmele v nízkých konstrukcích.....	30
3.8.2.1 Výhody nízkých konstrukcí.....	31

3.8.2.2 Nevýhody nízkých konstrukcí.....	32
4 Závěr.....	34
5 Použitá literatura.....	35

1 Úvod

Pěstování chmele (*Humulus lupulus*) má na území České republiky dlouholetou tradici a již od prvopočátku je proslulé použitím kvalitních aromatických odrůd. Během let došlo k zásadnímu vývoji chmelařství do dnešní podoby intenzivního zemědělství.

Vysoká míra intenzifikace a honba za co nejvyššími výnosy nevyhnutelně vede i k vyššímu používání moderních pesticidů a hnojiv. Přemíra užití těchto látek vedla člověka k zamyšlení nad kvalitou výsledného produktu, k obavě z bioakumulace nepřírodních reziduí, jejich potencionálního toxického účinku.

Trendem dnešní doby se tak staly takzvané bio potraviny, tedy potraviny vyprodukované v režimu ekologického hospodářství s ohledem k životnímu prostředí, přírodním přírodním pochodům, udržení přírodní biodiverzity a zdrojů. Bio potraviny se dnes spojují především se zdravým životním stylem, řada spotřebitelů se tak domnívá, že se jim na stůl dostává ta nejkvalitnější potravina. Kvalita potraviny však nemusí jít ruku v ruce s její cenou, která je u bio potravin nesporně vyšší, než u běžných potravin. Vyšší cena je způsobena především nemožností využít průmyslová hnojiva a prostředky na ochranu rostlin, dále výrobou v rámci udržitelného rozvoje a snížením zátěže životního prostředí. Ekologické hospodářství je tak třeba vnímat především jako alternativu ke konvenčnímu hospodářství, která se snaží nezatěžovat životní prostředí.

Ani chmelařství nezůstává v tomto trendu pozadu a snaží se o vyprodukování chmele v bio kvalitě. To otevírá zcela novou kapitolu pěstování chmele a problematiky s ní spojenou.

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.

3 Literární rešerše

3.1 Historie pěstování chmele

Chmel patří k velmi starým kulturním rostlinám, jeho pěstování je doloženo od počátku našeho letopočtu, kdy již byly využívány jeho léčivé účinky zevně i vnitřně k léčbě nejrůznějších chorob (Koleda, 2008). Kulturní chmel vznikl z chmele planého (divokého), a to dlouhodobým působením prostředí za přispění člověka. Pravlastí chmele jsou pravděpodobně úrodné nížiny v podhůří Kavkazu a oblasti kolem Černého moře, odkud se chmel od 5. století šířil do Evropy (Nesvadba a kol., 2012). Ve středověku pojídali labužníci chmelové výhonky se solí, pepřem, octem a olejem. První historická zmínka o užití chmele pro dochucení piva pochází z roku 768. Na počátku většího využití chmele při výrobě piva se používalo planě rostoucích rostlin (Koleda, 2008).

U nás je pěstování chmele doloženo od 11. století, a to zejména v kláštorech, které prosluly dobrými pivy. Chmel se v této době dostal do kultur - chmelnic a aby lépe rostl a vynášel, začal být od "veden" na tyčích. Pěstoval se nejprve roztroušeně po celém území, ale v průběhu let se pěstování soustředilo v Čechách do území mezi řekami Ohří, Labem, Berouňkou a Vltavou a na Moravě na Tršicku (Hajšl, 2005).

V roce 1960 vzniká národní podnik Chmelařství Žatec. Na malých plochách se od roku 1987 pěstují hybridní odrůdy Bor a Sládek. Jde o pokus o zvýšení výnosu při zachování kvality. Od roku 1990 dochází k postupnému snižování ploch chmelnic, protože pěstitelé ztratili jistotu, že jejich chmel stát odkoupí. Vzniká "Chmelařství, družstvo Žatec" (transformace), "Unie obchodníků s chmelem" (Bohemia Hop). V roce 1995 jsou odrůdy Bor a Sládek zapsány do Listiny povolených odrůd. V roce 1996 byla povolena další hybridní odrůda Premiant.

V roce 1997 byl přijat nový zákon na ochranu chmele, který nahradit zákon z roku 1957. V tomto roce též došlo k největšímu polistopadovému snížení ploch chmelnic, a to o 1904 ha, (20,4 % plochy 1996) a v roce 1998 o dalších 1818 ha (24,4 %). Nyní rozloha našich chmelnic opět mírně roste (Hajšl, 2008).

V roce 2000 byl zákon na ochranu chmele novelizován a vyhláškou byly nově stanoveny chmelařské oblasti a chmelařské polohy. V roce 2001 byla povolena odrůda Agnus, která se pěstuje na 2 ha pokusných ploch a která se má stát první českou vysokoobsažnou odrůdou - alfa látky 14 % (Hajšl, 2005).

3.2 Obecný popis chmele

Chmel otáčivý (*Humulus lupulus*) je dvouděložná dvoudomá vytrvalá bylina z řádu kopřivokvĕtých, čeledi konopovitých (Hajšl, 2005). Štranc (2007) uvádí, že chmel je rostlina vytrvalá, setrvávající na jednom stanovišti 20-25 let, někdy i déle. Kořenová soustava je tvořena 4 až 7 hlavními kůlovými (kosterních) kořeny sahajícími do hloubky 3 až 6 metrů, koncovými kořínky (kořenové vlášení) a zásobními hlízami tvořícími se v hloubce 40 cm. Soustava lodyžních orgánů (tzv. "babka") je tvořena druhotným (pod zemí modifikovaným) lýkem (ztlustlé lodyhy), dělí se na staré (víceleté) dřevo, mladé (letošní) dřevo a vlky rostoucí ze strany babky a sloužící k vegetativnímu rozmnožování (mají anatomickou stavbu lodyhy, ale internodia jsou dále od sebe a jejich barva je tmavší). Na vrchní části babky jsou v několika očkách nad sebou pupeny, z nichž vyrůstají chmelové klíče, které raší nad zemí. Z mladého dřeva vyrůstají letní horizontální kořeny, které se dále intenzivně větví.



Obrázek č. 1: Chmel otáčivý

Zdroj: www.fyto-kosmetika.cz

Vegetativní soustava je tvořena lodyhou (révou), která se dělí na články (internodia), pravotočivá, šestihranná, porostlá háčkovitými chlupy, jimiž se přidrhuje opory. Z každého kolénka révy vyrůstají párově trojčetné nebo pětičetné révové listy, z jejichž paždí vyrůstají

pazochy, opět se dělí na články. Z článků pazochů vyrůstají párově srdčité nebo trojčetné pazochové listy. Z paždí pazochových listů vyrůstají plodonosné větvičky, které se dále větví. Generativní soustava: na vrcholech lodyhy, pazochů a plodonosných větvíček vyrůstá květenství chmele (šištice nebo lata). Samičí květenství (šištice) je tvořena vřetenkem s článkovitou zalomenou stavbou, článků je 8 až 16, úhel zalomení by měl být 90°, z článku vyrůstají 2 listeny krycí a 4 listeny pravé, za každým je 1 semeník, žlázy lupulinu jsou pak na všech částech šištice (hlávky). Pro pivovarské účely se využívá pouze samičích rostlin, a to právě kvůli žlázkám lupulinu, které obsahují pivovarsky cenné látky. Samčí rostliny se ve volné přírodě ze zákona ničí, protože oplodněné hlávky mají sníženou pivovarskou hodnotu (Hajšl, 2005).

3.2.1 Šlechtění a odrůdy

Šlechtění chmele v ČR má dlouholetou tradici. Bylo založeno na klonové selekci, jejímž cílem bylo zušlechtování Žateckého poloraného červeňáku. Křížení chmele bylo používáno od 60. let, ale nemělo velký význam. První odrůdy, které vznikly křížením, byly v roce 1994 Bor a Sládek. V současné době se ve šlechtění chmele využívá výhradně metoda křížení. Tímto způsobem byly získány další odrůdy Premiant (1996), Agnus (2001), Harmonie (2004) a Rubín (2006). V pivovarnictví se nejvíce uplatňují odrůdy Sládek, Premiant a Agnus. V současné době se zvyšuje i poptávka po odrůdě Harmonie, proto bude v roce 2011 rozšířena produkce této odrůdy. Šlechtitelské cíle lze rozdělit na šlechtění aromatických a vysokoobsažných chmelů, odolných k vnějším stresům, chmele pro farmaceutické využití a na nízké konstrukce. (Nesvadba a kol., 2012a)

České chmelařství stojí dnes před závažným rozhodnutím, zda zachovat pěstování výhradně jemných aromatických poloraných chmelů červeňáků, které mají vynikající vlastnosti z hlediska sensorických vlastností pív, či uplatnit nová šlechtění, vyhovující vyšším obsahem chmelových pryskyřic hospodářským požadavkům na tuto surovinu. V každém případě by bylo nanejvýš žádoucí, aby se v případě nových vysokoobsažných klonů zachovala výjimečnost specifického jemného aromatu, jímž české a především žatecké chmele vždy vynikaly. Některé soukromé zemědělské organizace na tento požadavek již reagují a založily chmelnice vysokoobsažných klonů chmele s aromatickými vlastnostmi, které se přibližují vlastnostem původních českých chmelů (Basařová a kol., 2011).

3.2.2 Obsah látek v hlávkách

Specifické vlastnosti chmelů jsou tvořeny jejich chemickým složením. Nositeli hořkosti chmele jsou obecně chmelové pryskyřice složené z řady chemicky podobných sloučenin, z nichž nejvýznamnější jsou alfa-hořké kyseliny. Menší účinnost mají beta-hořké kyseliny, nespecifické měkké pryskyřice a tvrdé pryskyřice (Basařová a kol., 2011). Beta kyseliny patří společně s alfa kyselinami mezi významné složky chmelových pryskyřic (Krofta a kol., 2014). České chmele jsou charakteristické nižším obsahem složky alfa-hořkých kyselin (kohumulonu) a nižší hodnotou poměru alfa-hořkých kyselin k beta-hořkým kyselinám, čemuž se připisuje jemnější charakter jejich hořkosti v porovnání s jinými odrůdami uplatňovanými v zahraničí. Další specifickou vlastností českých chmelů je příznivá skladba chmelových silic, tvořených směsí několika stovek látek. České chmele jsou typické obsahem farnesenu, který většina ostatních odrůd postrádá. Liší se i ve skladbě třetí technologicky významné skupiny chmelových látek - polyfenolů (Basařová a kol., 2011). Zralé chmelové hlávky obsahují řadu sekundárních metabolitů, pryskyřice, silic a polyfenolových látek (Krofta a kol., 2014).

Tabulka č. 1: Průměrné složení sušených chmelových hlávek

Složka	Component	Obsah (% hm.) / Contents (% w/w)
alfa kyseliny	<i>alpha acids</i>	2–17
beta kyseliny	<i>beta acids</i>	2–10
silice	<i>hop oils</i>	0.5–3
polyfenoly	<i>polyphenols</i>	3–6
aminokyseliny	<i>aminoacids</i>	0.1
popel	<i>ash</i>	10
vosky, mastné kyseliny	<i>waxes, fatty acids</i>	1–5
celulosa-lignin	<i>cellulose, lignin</i>	40–50
monosacharidy	<i>monosacharides</i>	2
pektiny	<i>pectines</i>	2
proteiny	<i>proteins</i>	15
voda	<i>water</i>	8–12

Zdroj: Beniitez et al. (1997)

3.2.3 Kvalita chmele

Kvalita chmele se hodnotí již při sklizni, při zpracování suroviny na chmelové výrobky i bezprostředně před dodáním k odběratelům, kterými jsou převážně domácí i zahraniční pivovary. Při sklizni a zpracování jsou nejdůležitějšími ukazateli vlhkost, obsah příměsí a alfa kyselin. Pivovary požadují také obsah nežádoucích a cizorodých látek, jako

jsou například dusičnany, rezidua pesticidů, těžké kovy a v poslední době i mykotoxiny. Důraz je kladen zejména na hodnocení obsahu alfa kyselin, nejdůležitějšího kvalitativního parametru chmele (Krofta, 2008).

3.3 Využití chmele

3.3.1 Chmel v pivovarnictví

Největší použití rostlin chmele od konce starověku souvisí s přípravou piva a dodnes je chmel pro tento nápoj zcela typickou a nenahraditelnou surovinou (Basařová a kol., 2011). Chmel se začal používat při vaření piva jako konzervační a hořčící agens (Krofta a kol., 2014). Technologicky nejdůležitějšími složkami chmelových hlávek jsou hořké látky, neboli chmelové pryskyřice, které dávají pivu vlivem zpracování ve varně pivovaru hořkou chuť, dále jsou to silice, zajišťující charakteristické aroma a polyfenolové sloučeniny pozitivně ovlivňující plnost chuti piva (Basařová a kol., 2011).

Od starověku je tedy chmel základní surovinou při výrobě piva. *Humulus lupulus L.* je téměř výhradně pěstován pro pivovarské účely (Krofta a kol., 2014).

3.3.2 Alternativní využití chmele

Chmel má dlouhou historii jako léčivá rostlina při problémech s nespavostí, zažíváním, křečemi, záněty, bolestmi uší a zubů aj. První záznamy o chmelu jako léčivém prostředku sahají až do středověku. Za léčivými účinky chmele stojí unikátní struktury a složení nejdůležitějších sekundárních metabolitů, chmelových pryskyřic, silic a polyfenolů. V posledních letech je prováděn intenzivní biomedicinský výzkum s cílem zjistit bioaktivní látky v chmelu a objasnit základní molekulární mechanismy, kterými tyto látky působí. Výzkum přináší rostoucí množství důkazů ukazujících na zajímavé účinky různých sekundárních metabolitů chmele na lidské zdraví (Krofta a kol., 2014).

Xantohumol, isoxanthohumol a další prenylflavonoidy, které jsou přítomny v chmelu, se mohou stát přínosem v boji s rakovinou (Delmulle, 2007; Gerhauser, 2002). Mají také antioxidační a antivirový potenciál (Lou, 2014), například i proti viru HIV (Wang, 2004). Studie dále prokázaly, že xantohumol má antidiabetické účinky (Liu, 2014) a jeho užívání může předcházet obezitě (Yui, 2013).

Chmelový extrakt se ukazuje jako slibný kandidát na efektivní obranu proti Alzheimerově chorobě (Sasaoka, 2014). Beta-hořké kyseliny zase zvyšují produkční výkonnost broilerů (Bortoluzzi, 2014).

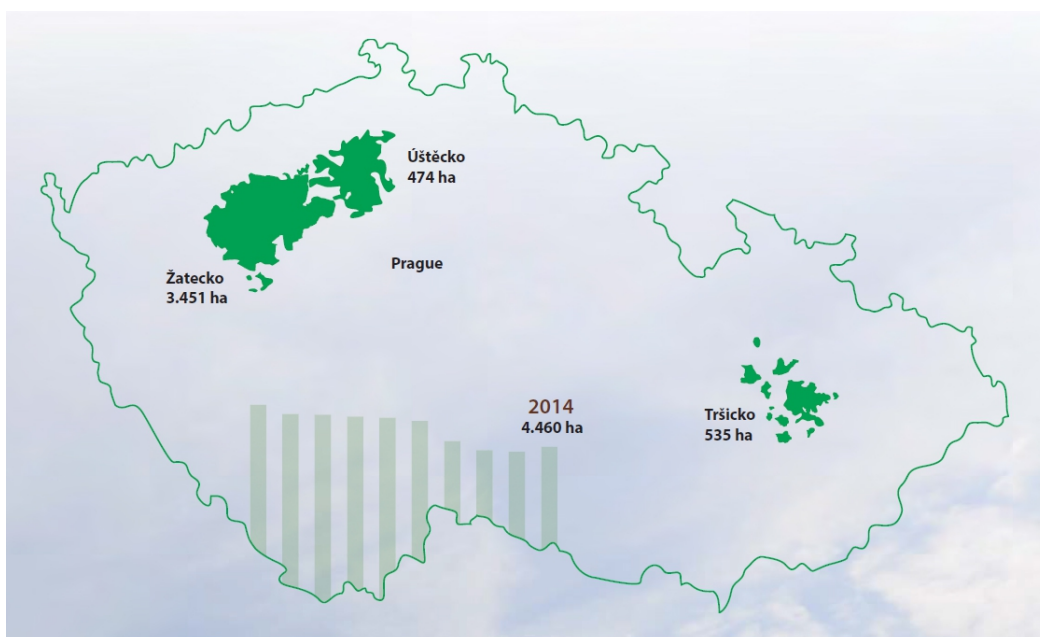
Chmelové kyseliny jsou proto potenciálním zdrojem pro léčbu anebo prevenci řady onemocnění včetně rakoviny, diabetu, osteoporózy, kardiovaskulárních chorob, zánětlivých procesů a metabolických poruch (Krofta a kol., 2014).

Je známa řada dalších studií o účinku složek nebo komplexů látek chmele proti bakteriím. Poznatky z těchto studií by mohly být použitelné při výrobě preparátů v humánní medicíně nebo i mimo ni (Kovařík, 2014).

3.4 Podmínky pro pěstování chmele

3.4.1 Pěstitelské oblasti

Pro pěstování chmele – především v době květu a sklizně - jsou na území našeho státu velmi příznivé podmínky - složení půdy, klima, množství srážek, směr větru a sluneční záření (Basařová a kol., 2011).



Obrázek č. 2: Přehled českého chmelařství

Zdroj: Český chmel 2014

3.4.2 Stanovištní podmínky

Pro dosažení vysokého výnosu a současně i potřebné kvality hlávek je třeba vybírat lokality, jejichž agroekologické podmínky co nejvíce odpovídají biologickým nárokům chmele na prostředí. V ČR to jsou lokality v tradičních chmelařských oblastech, na Žatecku, Ústěcku a Tršicku. Kromě půdních vlastností má velký význam i reliéf pozemku budoucí chmelnice a jeho okolí, a to jak působením na mezoklima, tak i prostřednictvím sklonu

pozemku, expozice apod. Velkou produkční schopnost a životnost mají chmelové porosty na homogenních, středně těžkých až těžších hnědých půdách, „permských červenkách“, v polohách Podlesí a Zlatého potoka. Obecně lze uvést, že vhodné jsou všechny hluboké a homogenní půdy v dobrém fyzikálním, agrochemickém a biologickém stavu (hnědozemě, rendziny a pararendziny, černozemě, ale i nezamokřené půdy nivní, event. Lužní). Naopak značně menší životnost vykazují porosty chmele v otevřených, silně návětrných a tzv. polních polohách a na lehčích půdách. Na těchto stanovištích, zejména v sušších ročnících, jsou dosahovány nejen nižší výnosy, ale i malý obsah α – hořkých kyselin v hlávkách (Štranc a kol., 2013).

3.5 Ekologické zemědělství

Ekologické zemědělství je takový způsob hospodaření, který bere ohled na přirozené koloběhy a závislosti a umožňuje tak produkovat vysoce kvalitní a hodnotné potraviny. Jeho prioritou je kvalita produkce. Je založené na zásadách etického přístupu vůči chovaným zvířatům, ochrany životního prostředí, šetření neobnovitelných přírodních zdrojů, ochrany zdraví populace, ale i udržení zaměstnanosti v zemědělství a na venkově a udržení přírodní biodiverzity. Od roku 1991 je i součástí zemědělské politiky Evropské unie (Ježek a kol., 2012a). Zaměřuje se na získávání produktů vysoké jakosti a na získávání potravin odpovídajících spotřebitelské poptávce po zboží vyprodukovaném tak, aby nepoškozovalo životní prostředí, zdraví lidí, zdraví rostlin nebo zdraví a dobré životní podmínky zvířat (Nařízení Rady (ES), 2007).

V ekologickém zemědělství je zakázáno používání minerálních hnojiv, která byla uměle vyrobena, syntetických pesticidů, herbicidů, růstových regulátorů a geneticky modifikovaných organismů. V roce 2010 bylo v Evropě ekologicky obhospodařováno více než 10 mil. ha půdy (Ježek a kol., 2012b).

V České republice byl rozvoj ekologického zemědělství umožněn až demokratickými změnami po roce 1989. ČR se nachází na špičce mezi novými členskými zeměmi EU a řadí se na přední světové místo v rozsahu ploch zařazených do ekologického hospodaření. Ke konci roku 2013 bylo evidováno celkem 3 926 ekofarem, výměra ekologicky obhospodařované půdy dosahovala 493 896 ha, což je 11,7% podíl ekologického zemědělství na celkové výměře zemědělské půdy ČR (Ministerstvo zemědělství, 2013).

3.5.1 Legislativní opatření

Ekologické zemědělství je upraveno unijní a národní legislativou. Unijní legislativu představuje Nařízení Rady (ES) č. 834/2007, o ekologické produkci a označování ekologických produktů a o zrušení nařízení (EHS) č. 2092/91, národní legislativu Zákon č. 344/2011 Sb., kterým se mění Zákon č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství, jehož novela vstoupila v platnost 1. 1. 2012. V úplném znění Zákona č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství, byly vyjmenovány správní delikty, které jsou v rozporu s ekologickým zemědělstvím.

U rostlinné výroby se ekologický zemědělec do rozporu dostane zejména tím, že použije nepovolené přípravky na ochranu rostlin, nepovolená hnojiva, půdní pomocné látky, rozmnožovací materiál, přípravky pro čištění a desinfekci zařízení nebo osiva; použije geneticky modifikované organismy nebo produkty takových organismů; neudržuje úrodnost a biologickou aktivitu půdy; nepoužívá k ochraně před škůdci, chorobami a plevele přednostně preventivních, mechanických a fyzikálních postupů; nezajistí řádné skladování statkových hnojiv, aby zabránil znečištění vod přímým kontaktem nebo vypouštěním a prosakováním do půdy; nezajistí jednoznačnou identifikaci bioproduktů, biopotravin nebo ostatních bioproduktů, aby nedošlo k záměně, kontaminaci nebo ke smíchání s jinými výrobky nebo nežádoucími látkami (Ježek a kol., 2012b).

3.6 Ekologické pěstování chmele

3.6.1 Pěstování biochmele ve světě

Historie organického pěstování chmele ve světě začala relativně nedávno, v polovině 80. let minulého století v Bavorsku. Dvě farmy v oblasti Hallertau a krátce nato dvě farmy v pohoří Hersbruck přešly z konvenčního pěstování chmele na organické. Tři z těchto farem dodnes existují. V USA byl první biochmel vypěstován v Yakima Valley v roce 2000. Od té doby zaznamenává stálý nárůst. Deset procent hlavních chmelařských farem v USA v současné době alespoň na části pěstebních ploch pěstuje chmel podle zásad ekologického zemědělství (American Organic Hop Grower Association, 2012).

Důvodem počátku pěstování biochmele v USA je změna v legislativě. National Organic Standards Board (NOSB) při americkém ministerstvu zemědělství předložil NOP (National Organic Program) nařízení, podle kterého od 1. ledna 2013 musí být veškerý chmel používaný pro výrobu biopiva povinně v kvalitě „bio“. Toto nařízení bylo NOP akceptováno

v prosinci 2010. V současné době platí nařízení, že max. 5 % surovin používaných při výrobě biopiv může pocházet z konvenčního zemědělství (Ježek a kol., 2012b).

Tabulka č. 2: Stávající stav pěstování biochmele na světě

Země / Country	Počet farem/ Number of farms	Rozloha (ha) / Acreage (ha)	Produkce chmele (t) / Hop production (t)
Německo / Germany	8	80.1	98.1
Polsko / Poland	1	4.6	5.2
Velká Británie / Great Britain	4	16.7	16.5
Rakousko / Austria	2	5.7	6.4
Belgie / Belgium	1	13.9	12.5
Dánsko / Denmark	1	0.2	0.2
Evropská unie / EU	17	121.2	138.9
Švýcarsko / Switzerland	1	2.5	3.3
Evropa / Europe	18	123.7	142.2
USA / US	27	51.0	80.7
Kanada / Canada	8	2.6	0.7
Svět celkem / Worldwide	55	187.3	239.6

Zdroj: Barth Haas Group, 2012

3.6.2 Pěstování biochmele v ČR

První „biochmel“ byl v ČR vypěstován již v první polovině 80. let, kdy se v rámci spolupráce mezi Výzkumným ústavem chmelařským a Entomologickým ústavem ČSAV v letech 1983 a 1985 podařilo vypěstovat na experimentální 0,9 ha chmelnici chmel bez použití pesticidů. Jelikož v této době nebyl ze strany pivovarníků zájem o ekologicky vypěstovaný chmel, výzkum této problematiky nepatřil k prioritám, i když v následujících letech byly prováděny některé pokusy s využitím bio-agens v ochraně chmele proti mšici a svilušce chmelové.

Po roce 2005 byla ze strany pivovarů, zejména malých a restauračních, zaznamenána zvýšená poptávka po biochmelu souběžně s rostoucí popularitou potravin a nápojů v kvalitě „bio“. Na pultech českých obchodů se dosud objevují výhradně méně kvalitní značky biopiv dovezených ze zahraničí. Biopivo lze v Čechách bezesporu považovat za zajímavý tržní produkt. První pěstitelé vstoupili do režimu ekologického pěstování chmele v roce 2009. Stalo se tak po dohodě s Chmelařským institutem s.r.o., Žatec, který se zároveň stal gestorem agrotechnických opatření a aplikace ochranných zásahů proti chorobám a škůdcům na všech

chmelnicích s ekologickým režimem hospodaření (Ježek a kol., 2012a). V ČR se v roce 2011 podle pravidel ekologického zemědělství pěstovaly dvě odrůdy chmele: Žatecký poloraný červeňák a Premiant (Ježek a kol., 2011). První sklizeň oficiálně certifikovaného českého ekologického chmele proběhla v srpnu 2012 (Ježek a kol., 2012a).

V červnu 2013 dosahovala výměra chmelnic necelých deset hektarů, z toho tři hektary v režimu přechodného období. Nicméně ekologické pěstování chmele v ČR je nutno chápat jako alternativu k zaběhlým konvenčním postupům a snahu vyjít vstříc poptávce po Žateckém poloraném červeňáku i v biokvalitě (Kovařík, 2013).

Z celkové plochy chmelnic tak chmelnice v ekologickém zemědělství tvoří necelých 0,2% (ČSÚ, 2014).

Tabulka č. 3: Výměry ekologických chmelnic a přehled bio pěstitelů v ČR k prosinci 2014

Název subjektu	Výměra (ha)
JVR, spol. s r. o.	4,89
Chmelařský institut s.r.o.	2,26
Mrázová Libuše	1,74
Zemědělské družstvo Podlesí ROČOV	1,69
Celkem	10,58

Zdroj: Registr ekologických podnikatelů – www.eagri.cz

3.7 Rozdílné pěstitelské technologie u konvenčně a ekologicky pěstovaného chmele

3.7.1 Zpracování půdy

Zpracování půdy ve chmelnici je značně široký soubor operací, realizovaný od podzimu, resp. od sklizně chmele (tzv. podzimní zpracování půdy), přes počátek jara (příprava půdy k řezu chmele) až k nové sklizni chmele (tzv. letní kultivace půdy). Těmito operacemi upravujeme buď jen povrch půdy chmelnice, nebo vlastnosti orničního horizontu, příp. vlastnosti hlubšího profilu půdy tak, aby půdní prostředí co nejvíce odpovídalo biologickým nárokům chmele a současně aby i zvýšilo efektivnost ostatních pěstebních zásahů - řez chmele, hnojení, odplevelení apod. (Štranc a kol., 2013).

Turner a kol. (2011) uvádí, že zpracování půdy je jedním z nejdůležitějších agrotechnických opatření a je shodné v konvenčním i ekologickém režimu.

3.7.2 Hnojení a výživa

Pěstování ekologického chmele přineslo řadu nových zkušeností, z nichž některé bude možno v budoucnu využít i v konvenčním pěstování. Na rozdíl od konvenčního pěstování se hnojení provádí výhradně statkovými hnojivy (hnůj, chlévská mrva) získanými z ekologických chovů. Hnojení minerálními hnojivy, která byla uměle vyrobena, je zakázáno. Další formou pro zajištění koloběhu živin v přírodě je v maximální míře využívání tzv. zeleného hnojení. Vysévá se např. hořčice bílá (*Synapis alba*) či svazanka vratičolistá (*Phacelia tanacetifolia*). Rovněž osivo by mělo pocházet z ekologické produkce. Pokud však na trhu osivo v bio kvalitě není, je přípustné požádat o výjimku na konvenční osivo, o kterou se žádá na Odboru osiv a sadby ÚKZÚZ. Povoluje se také užití hnojiv z přírodních zdrojů a pomocných látek. Od roku 2012 zveřejňuje ÚKZÚZ databázi, ve které lze povolená hnojiva a přípravky nalézt (Ježek a kol., 2012b).

Hnojení průmyslovými minerálními hnojivy je v konvenčním režimu povoleno. Aplikace hnojiv probíhá každoročně (Gingrich a kol., 2000).

3.7.3 Plevel a jejich likvidace

Plevel je definován jako rostlina, která na daném pozemku roste bez naší vůle nebo proti ní. Podle definice Evropské společnosti pro výzkum plevelů je plevel rostlina, která překáží cílům a požadavkům člověka. Plevelem se tedy může stát jakákoliv nekulturní, ale i kulturní plodina. V ekologickém zemědělství se na plevele pohlíží komplexně – i z hlediska jejich kladných vlastností a úlohy v agroekosystému. Cíl ekologického zemědělství je komplexem různých opatření jak udržet plevele jako tzv. doprovodné rostliny v počtu, který nezpůsobuje významné ekonomické ztráty (Urban, 2003).

Kontrola plevelu je významnou výzvou ve všech zemědělských systémech, ale zdaleka nejvýznamnější je v zemědělství ekologickém (Liebman a kol., 2009).

V ekologickém zemědělství jsou plevele hubeny pouze mechanickým zpracováním půdy (např. kypřením, plečkováním apod.). Použití jakýchkoliv herbicidů je na rozdíl od konvenčního zemědělství přísně zakázáno (Ježek a kol., 2012b). Pro zničení plevelů v meziřadí je nutné je kultivovat. První kultivace se provádí po zapíchnání chmelovodičů. Další následuje ihned po zavedení chmele. Během vegetace se může podle potřeby opakovat pouze s přihlédnutím k zaplevelenosti a stavu půdy. Od počátku osýpky je možné kultivovat pouze do hloubky 8 cm vzhledem k rozrůstání letních horizontálních kořenů. Pro podporu příjmu

živin letními kořeny se priorává a vznikají tím až 30 cm vysoké hrůbky. Pod těmito hrůbkami se lodyha modifikuje a vyrůstají z ní letní horizontální kořeny (Hajšl, 2005).

3.7.4 Ochrana rostlin

Cílem ochrany rostlin v ekologickém zemědělství je především odstranit příčiny výskytu škodlivých organismů. Pro ekologické pěstování rostlin mají proto největší význam nepřímé metody ochrany rostlin a preventivní opatření. Teprve v případě, když se škodlivé organismy přemnoží nad únosnou míru, používáme přímé metody ochrany. V EZ je třeba udržet vyvážený poměr škodlivých organismů a jejich antagonistů (Urban, 2003).

Klíčovým problémem pro úspěšné vypěstování biochmele je zvládnutí ochrany proti chorobám a škůdcům v průběhu celé vegetace. Peronospora chmelová (*Pseudoperonospora humuli*), mšice chmelová (*Phorodon humuli*) a sviluška chmelová (*Tetranychus urticae*) jsou hospodářsky nejvýznamnější škodlivé organismy chmele, které je nezbytné udržet pod prahem hospodářské škodlivosti (Ježek a kol., 2012a).

3.7.4.1 Peronospora chmelová

Organismus podobný houbám *Peronospora humuli* je jednou z nejvýznamnějších nemocí chmele na světě. Ztráty výnosu a kvality způsobené tímto organismem se liší v závislosti na pěstované odrůdě a načasování infekce. Působí v rozsahu nedetekované až po úplnou ztrátu chmelnice, pokud je její významná část infikovaná nebo je napadena dalšími chorobami (Gent a kol, 2009).

První příznaky napadení chmele peronosporou chmelovou jsou patrné na jaře na mladých výhonech. Listy mají charakteristickou žlutozelenou barvu. Napadené výhony jsou zakřslé, jejich listy jsou zdeformované a ohnuté dolů. Zkrácením internodií dochází k nahloučení listů, které se označují jako klasovité. Na spodní straně listů se vytváří hustý šedofialový povlak. Klasovité výhony se tvoří na jaře po infekci zimními výtrusy a jsou hlavním zdrojem pro další šíření peronospory chmelové. Během vegetace spory peronospory infikují listy, květenství a hlávky. Na listech se objevují drobné, žlutozelené skvrny, které se při vlhkém a teplém počasí zvětšují až splývají. Později skvrny na listech hnědnou až zasychají. Za vlhkého počasí se choroba šíří na pazochové listy a při silnější nákaze vznikají klasovité pazochy a vegetační vrcholy. Napadené květenství hnědnou a při silné infekci opadávají. Napadené, nevyvinuté hlávky zastavují růst, zakrní a tvrdnou. U vyvinutých hlávek

dochází nejprve k zhnědnutí krycích listenů a později i listenů pravých. Hlávky jsou pásovitě strakaté, tmavě strakaté, skvrnité a tečkované. Může dojít i k zhnědnutí celých hlávek (Chmelařský institut, 2012).



Obrázek č. 3: Chmelové hlávky napadené peronosporou chmelovou

Zdroj: www.chizatec.cz

Žádná jednotlivá ochranná opatření neposkytují uspokojující kontrolu nad peronosporou chmelovou. Je zapotřebí věnovat pečlivou pozornost agrotechnickým zásahům, uvážlivému řízení zavlažování a včasné aplikace fungicidů, aby bylo možné úspěšně udržet nemoc pod prahem škodlivosti. Míra rezistence proti peronospoře chmelové je u různých odrůd chmele různá, přesto není žádná odrůda úplně imunní proti této nákaze (Gent a kol, 2009).

Základem úspěšné ochrany proti peronospoře je eliminace primární infekce v jarním období. Pro tento účel se používá biologický fungicid Polyversum indukující obranné reakce rostlin. Jedná se o houbový mikroorganismus *Pythium oligandrum*, který je přirozenýmobyvatelem půdy. Hlavním způsobem účinku je mykoparazitismus. Jelikož *P. oligandrum* je půdní mikroorganismus, je jeho aplikace doporučována již v časném jarním období, kdy chmelové rostliny dosáhnou výšky 10–15 cm. Později v průběhu vegetace je ekologicky pěstovaný chmel ošetřován pomocnou látkou Alginure, obsahující výtažky z mořských řas a rostlinné aminokyseliny. V omezené míře je povoleno rovněž použití měďnatých fungicidů. Jedná se o roční povolenou dávku 6 kg Cu/ha, jak vyplývá z nařízení Evropské komise (ES) č. 889/2008, což zhruba odpovídá jednomu ošetření registrovanou dávkou měďnatého přípravku (Ježek a kol., 2012b).

3.7.4.2 Mšice chmelová

Mšice chmelová (*Phorodon humuli*) je malý hmyz hruškovitého tvaru s měkkým tělem, který se vyskytuje v okřídlené i bezkřídle podobě na chmelu. Bezkrídle formy jsou bílé (nymfa) až žlutozelené (dospělec) a nejvíce se vyskytují na spodní straně chmelových listů. Okřídlené formy jsou tmavě zelené až hnědé s černými tečkami na hlavě a abdomenu. Obě formy mají dlouhá štíhlá tykadla a dva přístěty na konci abdomenu. Dospělci i nymfy mají kousavě-savé ústní ústrojí, které používají k odběru vody a výživných látek z cévních svazků chmelových listů a hlávek. Požírání listů může způsobit zkroucení listu a vadnutí, pokud je populace velká, může dojít i k defoliaci (Gent a kol, 2009).



Obrázek č. 4: Mšice chmelová

Zdroj: www.bugguide.net/node/view/637026

Poškození listů chmele sáním mšice chmelové, kdy poškozené listy při pohledu zdola nejprve prosvítají, později se při silném výskytu mšice kroutí pěst'ovitě okraji dovnitř. Růst rostlin se zpomalí, popř. úplně zastaví. Na svrchní straně listů se objevuje medovice, na které vytvářejí saprofytické houby tmavý povlak. Nejvíce ekonomických škod napáchá mšice chmelová, pokud se živí na rozvíjejících se hlávkách, což způsobuje jejich uvadání a hnědou barvu. Mšice chmelová také vylučuje velké množství sladkých šťáv, které podporují růst plísní na listech i na hlávkách. Plíseň na listech snižuje produktivitu a závažné napadení hlávek je činí neprodejně. Mšice chmelová může také přenášet rostlinné viry, včetně Chmelového mozaikového viru a Amerického latentního chmelového viru, které mohou snížit výnos chmelových hlávek (Gent a kol, 2009).

V rámci ochrany chmele proti mšici chmelové můžeme všeobecně konstatovat, že přirození nepřátelé (afidofágní slunéčka, zlatoočky, pestřenky, mšicomorky, dravé ploštice) jsou v těchto chmelnicích mnohem četnější ve srovnání s konvenčními chmelnicemi ošetřovanými pesticidy. Pro zvýšení populační hustoty přirozených nepřátel je vhodný v rámci zeleného hnojení výsev svazenky vratičolisté, která působí jako atraktant na tyto užitečné druhy hmyzu, především na pestřenky. Při vyšším výskytu mšice se doporučuje potříit odlistěné spodní části chmelových rév extraktem získaným z tropické rostliny *Quassia amara*, která je známa svým přirozeným aficidním účinkem. V nedávné době se v ČR v rámci ekologického zemědělství podařilo zaregistrovat bio zoocid Rock Effect obsahující výtažek z rostliny *Pongamia pinnata*, který vykazuje velmi dobrý účinek na mšici i svilušku chmelovou a jehož použití při pěstování biochmele je rovněž možné (Ježek a kol., 2012b).



Obrázek č. 5: Napadení listu mšicí chmelovou

Zdroj: www.chizatec.cz

3.7.4.3 Sviluška chmelová

Sviluška chmelová (*Tetranychus urticae*) je úzce příbuzná s pavouky a klíšaty, disponuje schopností splétat pavučiny. Dospělé samice jsou malé, oválné, žluté až žlutozelené s velkou černou tečkou na každé straně abdomenu. Nově vylíhlé svilušky (larvy) mají tři páry noh, všechny ostatní životní stádia (nymfy, dospělci) mají nohy čtyři. Přezimující

samice se mění na oranžově-červené na podzim a ztrácí černé tečkování. Se začátkem jara se samice opět mění na zelené a získají zpět černé tečky. Dospělí samci jsou přibližně tříčtvrtední oproti samicím a mají zašpičatělý abdomen. Vejce svilušky jsou číré až perlově-bílé kuličky o průměru 0,1 mm. Sviluška chmelová poškozuje chmelové rostliny okusem listů a hlávek, když vysává rostlinné šťávy z buněk (Gent a kol, 2009).



Obrázek č. 6: Sviluška chmelová

Zdroj: commons.wikimedia.org

Na spodních révových listech zpočátku ojedinělé skvrny vysátého pletiva, pozvolna přecházející v normální zeleň. Shora je čepel listů na líci v místě skvrny mírně vydutá, tvoří tzv. „sviluškové puchýře“. Při teplém a suchém počasí se skvrny na listech rychle zvětšují a postupně navzájem splývají. List zpočátku žlutne, později nabývá papírově šedého zabarvení. Silně vysáté listy zasychají a předčasně opadávají. Na spodní straně listů je jemná pavučinka. Při silném výskytu přecházejí svilušky i na hlávky. Časně napadené hlávky se nevyvíjejí, zůstávají malé, zbarvují se červenohnědě a zasychají. Později napadené odrostlejší hlávky se zbarvují cihlově červeně (Chmelařský institut, 2012).

Závažné napadení může způsobit defoliaci a je doprovázeno vysokou produkcí pavučin. Největší ekonomické ztráty způsobuje sviluška, pokud se živí na hlávkách, což snižuje kvalitu i kvantitu výnosu. Přítomnost svilušek v hlávkách je považováno za kontaminant, který snižuje hodnocení kvality hlávek. Závažné napadení může způsobit odmítnutí hlávek k výrobě piva nebo totální ztrátu chmelnice (Gent a kol, 2009).

Sviluška chmelová je dalším závažným škůdcem chmele, který každoročně ohrožuje kvalitu sklizně. Vytvoření rovnováhy mezi sviluškou chmelovou a jejími přirozenými

nepřáteli (akarfágní slunéčko *Stethorus punctillum*, dravé třásněnky, ploštice, drobní drabčící rodu *Oligota*, akarfágní bejlmorky *Feltiella acarisuga*) je velmi důležitým krokem v rámci řešení problematiky ochrany biochmele proti tomuto škůdci. Draví roztoči druhu *Typhlodromus pyri* jsou dle potřeby vypouštěni do chmelnice, aby podpořili predáční aktivitu nativních predátorů svilušky chmelové. Velmi důležitá je v této souvislosti ta skutečnost, že tento druh dravého roztoče je schopen úspěšně ve chmelnicích přezimovat a každoroční vypouštění není tudíž nutné, čímž se celá tato problematika značně zjednodušuje a stává se i ekonomicky akceptovatelnou. V případě potřeby je možné využít rovněž akarfágní účinek výše uvedeného bio zoocidu, Rock Effect (Ježek a kol., 2012b).



Obrázek č. 7: Napadení listu sviluškou chmelovou

Zdroj: www.chizatec.cz

3.7.5 Přejídné období

Základem ekologického hospodaření je zdravá půda. To znamená, že se nedá začít s bio zemědělstvím na půdě, kde donedávna probíhalo chemické hnojení apod. (Ježek a kol., 2012b). Přejídné období je časová etapa, ve které dochází k přeměně zemědělské výroby na ekologické zemědělství a která je nezbytná k odstranění vlivu negativních dopadů předchozí zemědělské činnosti na zemědělskou půdu, krajinu a životní prostředí. U sadů, vinic a chmelnic trvá 3 roky. Teprve poté je možno produkci ekologicky certifikovat (Ježek a kol., 2012a).

3.7.6 Sklizeň a zpracování biochmele

Sklizeň i zpracování biochmele se provádí zavedeným způsobem tak, že se technologické linky musí předem vyprázdnit a vyčistit od konvenční produkce (jedná-li se o tzv. souběžnou produkci). Platí to o sušení, balení do pěstitelských hranolů i zpracování na chmelové výrobky. Biochmel lze dodávat jako lisované hlávky nebo jako granule T90. Výroba chmelových extraktů se nepřipouští, neboť produkt by již byl ovlivněn nepůvodní chemickou látkou. Zpracovatelem chmele z přechodného období i biochmele je v České republice od roku 2011 zaregistrováno Chmelařství, družstvo Žatec (Ježek a kol., 2012a).

3.7.7 Certifikace ekologické produkce chmele

Garance, kontrola a následná certifikace jsou prvotním předpokladem pro získání důvěry zákazníka. Certifikace veškerého chmele je v okamžiku sklizně jedinečná a nevratná. Systém v ČR tvoří dohled státní autority (jak vyplývá ze Zákona č. 97/1996 Sb., o ochraně chmele) a pověřené autority (jak vyplývá ze Zákona č. 344/2011 Sb., kterým se mění Zákon č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství). Státní autoritu představuje Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ), sekce rostlinné výroby, oddělení chmele se sídlem v Žatci. Dvoustupňová certifikace sestává z označování a ověřování. Označování se provádí přímo u pěstitele, který sušený chmel zváží a zabalí do hranolů (hmotnost cca 50 kg), opatří plombou s originálním štítkem či nově lepicím štítkem s čárovým kódem, který obsahuje informace o odrůdě, katastrálním území, roku sklizně, kódu hranolu a zapíše do „Prohlášení producenta“. Ověřování chmele a chmelových produktů se děje u zpracovatelů pod dohledem kontrolorů ÚKZÚZ, kteří neustále dohlíží na celý výrobní proces. Konečné balení po zpracování se opatří ověřovací značkou, evidenčním číslem, plombou (pečetí) či znakem chráněného označení původu. Pracovníci příslušné Znamkovny následně vydají ověřovací listinu – certifikát (Krofta, 2008).



Obrázek č. 8: Označení Žateckého chmele

Zdroj: www.zateckychmel.eu

3.7.8 Dopady ekologického pěstování na kvalitu chmele

Konzumenti pokládají biopotraviny ve srovnání s konvenčně produkovanými potravinami za nutričně hodnotnější, zdravotně nezávadné a chutnější, výsledky vědeckých publikací jsou však v tomto směru často protichůdné a nejednoznačné v důsledku neadekvátních metod získávání vzorků a příliš velkého počtu doprovodných zkreslujících faktorů (vliv půdních podmínek, odrůdy, klimatických poměrů, data sklizně, stupně čerstvosti). Smysl biopotravin lze spatřovat především v souvislosti s jejich produkcí v rámci ekologického zemědělství s jeho šetrným přístupem k životnímu prostředí. Pokud jsou zjištěny statisticky průkazné rozdíly (ve prospěch kterékoliv z porovnávaných skupin potravin), jsou tyto rozdíly při vyjádření v absolutních hodnotách daných ukazatelů tak malé, že jejich přímý dopad na lidské zdraví je v naprosté většině případů neměřitelný (výjimkou je nižší alergenní potenciál bio-mléčných produktů u dětí do dvou let věku). Při výrobě biopotravin nesmějí být použity geneticky modifikované organismy (GMO). Z hlediska zdravotní nezávadnosti a nutriční hodnoty je však nukleová kyselina (DNA) odvozená z GMO naprosto ekvivalentní „běžné“ DNA; u DNA odvozené z GMO také dosud nebyly prokázány alergenní vlastnosti. Zajímavým tématem pro produkci biopotravin jsou sekundární metabolity rostlin (nejčastěji fenolické látky ze skupiny flavonoidů s předpokládaným antioxidačním a antikarcinogenním účinkem), které jsou obvykle produkovány jako obrana proti škůdcům; případné rozdíly v obsahu těchto látek mezi konvenčními a bio produkty jsou tedy a priori dány vyšším tlakem škůdců na chemicky neošetřené ekologicky pěstované plodiny (Komprda, 2009).

Chmel pěstovaný v rámci ekologického zemědělství byl porovnán s chmelem pěstovaným konvenčně v rozmezí let 2003 - 2005 v těsné blízkosti. Koncentrace klíčových sekundárních metabolitů ve sklizených hlávkách (alfa a beta-kyseliny, xantohumol a desmetylxantohumol) závisela do velké míry na klimatologických podmínkách, nejvyšších množství dosahovala v nejhorším počasí (2004). Ze třech studovaných odrůd ukázala pouze jediná jasnou tendenci k vyšší koncentraci sekundárních metabolitů při pěstování v rámci ekologického zemědělství. Zbylé odrůdy byly příliš senzitivní vůči klimatickým podmínkám, nemocem a škůdcům, takže byly koncentrace sekundárních metabolitů různorodé (Keukeleire a kol., 2007).

3.8 Budoucnost ekologického pěstování chmele

3.8.1 Šlechtění rezistentních odrůd

České chmelařství stojí dnes před závažným rozhodnutím, zda zachovat pěstování výhradně jemných aromatických poloraných chmelů červeňáků, které mají vynikající vlastnosti z hlediska sensorických vlastností pív, či uplatnit nová šlechtění, vyhovující vyšším obsahem chmelových pryskyřic hospodářským požadavkům na tuto surovinu. V každém případě by bylo nanejvýš žádoucí, aby se v případě nových vysokoobsažných klonů zachovala výjimečnost specifického jemného aromatu, jímž české a především žatecké chmele vždy vynikaly. Některé soukromé zemědělské organizace na tento požadavek již reagují a založily chmelnice vysokoobsažných klonů chmele s aromatickými vlastnostmi, které se přibližují vlastnostem původních českých chmelů (Basařová a kol., 2011).

3.8.2 Pěstování chmele v nízkých konstrukcích

Pěstování chmele v tradičních konstrukcích je značně náročné na ruční práci (Štranc a kol., 2012). V nízkých konstrukcích je chmel pěstován jako kontinuální plot vysoký 2,3 – 3 metry. Takový systém je jednodušší a levnější na vybudování. Je vhodnější pro mechanizaci, která snižuje náklady na manuální práce. Může být také účinněji ošetřen proti škůdcům a chorobám. Nicméně odrůdy vyvinuté pro vysoké konstrukce nejsou vhodné pro použití v nízkých konstrukcích a jejich výnos může být značně redukován (Darby, 2005).

Podmínkou úspěšného pěstování chmele v nízké konstrukci je výrazně zpomalený až zakrslý (trpasličí) růst chmelových rostlin, který je zřejmě indukovaný nízkou produkcí

nativních giberelinů. Je přirozené, že zmíněná vlastnost by měla být nedílnou součástí genetické výbavy těchto rostlin, resp. chmelnice s nízkými konstrukcemi by měly být vysazovány speciálními trpasličími odrůdami. Jestliže tyto odrůdy nejsou k dispozici a nízké konstrukce z řady závažných důvodů jsou přesto realizovány, pak nezbývá než zvolit relativně vhodné tuzemské odrůdy chmele určené pro vysoké konstrukce. Cílevědomým výběrem a regulací pěstebních podmínek je pak třeba u nich vyvolat tranzitivní (dočasnou) zakrslost, resp. silně retardovat jejich intenzivní vegetativní, zejména dlouhivý růst v jarním období, aby nedošlo k extrémnímu přehuštní porostu s výrazně negativním dopadem na produkční schopnost hlavního produktu, tj. hlávek (na sklizňový index). V dalším průběhu vegetace, zhruba od počátku léta, je potom nutné vhodnými pěstebními zásahy plně „normalizovat“ životní procesy chmele, především maximálně podpořit tvorbu generativních orgánů (Štranc a kol., 2012).

3.8.2.1 Výhody nízkých konstrukcí

Za účelem výrazného snížení potřeby lidské práce a celkového zefektivnění produkce chmele se jeví jako možné zavádět pěstování chmele na nízkých „plotových“ konstrukcích, které jsou určitou obdobou konstrukcí známých ve vinohradnictví. Jde především o úsporu lidské práce na zavěšování a zapichování chmelovodů a na zavádění chmelových rév. Ty se v novém pěstebním systému samovolně (spontánně) pnou (ovíjejí) po speciální síti, která je podstatnou součástí nízké chmelnicové konstrukce (Štranc a kol., 2012).

Pěstování chmele na nízké konstrukci umožňuje rychlejší a efektivnější zavedení jeho integrované produkce a postupně i větší uplatnění biologických metod ochrany. Současně se zvýší nejen potravinová bezpečnost konečného produktu, tj. hlávek, ale i kvalita životního prostředí (snížení imisí pesticidů, menší vyplavování hnojiv, snížená eroze půdy apod.). V zásadě tak lze hovořit o ekologičtěji orientovaném ošetřování chmele, jehož cílem je dosáhnout rentabilních výnosů hlávek vysoké kvality postupy, které podstatně méně zatěžují životní prostředí (Štranc a kol., 2012).

Choroby, fyziologické poruchy, zejména však škůdci chmele jsou v nízké konstrukci snadněji a rychleji monitorováni. Tato skutečnost umožňuje nejen adekvátní a pružnou, ale i kvalitnější realizaci ochranných zásahů. Tím se i snižuje případný negativní dopad výskytu škodlivých činitelů na tvorbu a kvalitu výnosu. Vzhledem k menší výšce chmelového porostu a celkově menší nadzemní biomase rostlin v nízké konstrukci (oproti konstrukci tradiční), se výrazně snižuje spotřeba postřikové jichy, a tím i příslušných pesticidů. Je zde možnost

uplatnění více biologických způsobů ochrany a menší zátěž životního prostředí. V porostu chmele na nízké konstrukci lze do určité míry předpokládat i poněkud větší možnost využití některých, v současné době vyvíjených, biologických způsobů ochrany rostlin (Štranc a kol., 2012).

Výsledky našich sledování jednoznačně prokazují, že sluneční světlo, které je jedním z limitujících faktorů fotosyntézy, a tím produkční schopnosti rostlin, podstatně více proniká do meziřadí porostů v nízké konstrukci, čímž se zvyšuje ozáření spodních partií chmelových rostlin a povrchu půdy. Zvýšená insolace tak významně prospívá jak fruktifikaci chmele, tvorbě a kvalitě hlávek, ale i produktivitě pěstovaných podplodin.

Nový způsob pěstování chmele poskytuje i zcela nové a nesrovnatelně účinnější způsoby ochrany rostlin (Štranc a kol., 2012).

3.8.2.2 Nevýhody nízkých konstrukcí

Nevýhodou je, že uspořádání a mikroklima chmelového porostu v nízké konstrukci a velké množství zbytků rév po sklizni, vytvářejí vhodné podmínky pro výskyt a šíření svilušky. Ochranu proti chorobám a škůdcům, zejména proti zmíněné svilušce, může v nízké konstrukci podstatně zkomplikovat příliš bujný porost chmele, vytvářející nadměrně široké a husté „stěny“ (z listů a pazochů). Za této situace je nejen výrazně narušena fruktifikace chmelových rostlin, ale je významně zhoršen prostup kapének postřikové jichy dovnitř porostu. Ochranné zásahy založené na využití chemických přípravků s kontaktním účinkem mají potom jen minimální účinnost. Ze škůdců se v nízké chmelnici vyskytuje častěji sviluška chmelová, které vyhovuje sušší prostředí a ponechání části nadzemní hmoty na stanovišti, které umožňuje její snazší přezimování. Delší doba ovlhčení vnitřní části porostu a horší prostupnost postřikové jichy v přehuštěné „stěně“ chmelových rostlin zase podporuje výskyt peronospory. Po sklizni pojízdným česačem zůstává na konstrukci chmelnice velké množství posklizňových zbytků, zejména listů, které postupně opadávají a jsou zdrojem šíření chorob (hlavně peronospory) a škůdců (zejména svilušky) v následujícím roce (Štranc a kol., 2012).

Pěstování chmele v nízké konstrukci, šlechtění a využití trpasličích odrůd se může ukázat jako velmi příznivé v oblasti ekologického zemědělství a představuje jedinečnou příležitost pro ekologické pěstitele chmele. I když pravděpodobně nikdy nenahradí běžné odrůdy, možnost trpasličích odrůd může ekologickým pěstitelům pomoci naplnit jejich cíle a zvýšit jejich konkurenceschopnost. Trpasličí odrůdy se pravděpodobně budou i nadále vyvíjet v příštích letech a jejich použití se může ukázat jako důležité pro budoucí rozvoj ekologické

produkce chmele. Kombinace trpasličích odrůd a nízkých konstrukcí se jeví jako ideální pro získání potřebných ekologických certifikací. Je zapotřebí dalšího výzkumu, aby se zjistilo, zda snížení nákladů na pracovní sílu a potenciální ekologické výhody převáží zvýšené náklady na ekologické pěstování chmele (Turner, 2011).



Obrázek č. 9: Optimálně zapojený, vyhlávkovaný porost chmele v nízké konstrukci

Zdroj: Štranc a kol, 2012

4 Závěr

Pěstování bio chmele v režimu ekologického zemědělství s sebou přináší nejedno úskalí. Ochrana rostlin chmele se zde značně odlišuje od konvenční produkce. Je přísně zakázáno používat jakékoliv herbicidy, plevele se hubí pouze mechanicky. V boji proti chorobám a škůdcům je možné využívat pouze biologické pesticidy, které nemusí mít stejnou účinnost jako pesticidy průmyslové. Klíčové je především předcházení výskytu škodlivých organismů, které je ale náročné na načasování. V neposlední řadě je nutné projít přechodným obdobím a procesem certifikace chmele. To vše přispívá k vyšší ceně bio chmele.

Řešením se zdá být pěstování bio chmele na nízkých konstrukcích, které přináší nečekané výhody pro ekologickou ochranu chmelnic i značnou finanční úsporu. Šlechtění odrůd na nízké konstrukce pro ekologický režim může nejen zvýšit jejich výnosy, které jsou v současné době nižší než u klasických vysokých konstrukcí, a přispět k jejich vysoké kvalitě, ale také mít pozitivní vliv na obsah sekundárních metabolitů. Řada nových studií přichází s nečekanými účinky sekundárních metabolitů v různých odvětvích. Tyto poznatky tak mohou přispět ke zvýšení poptávky po tradičně uvařeném pivu v bio kvalitě, které je největším odbytištěm ekologického chmele. Bio chmel se ale může stát i zajímavou komoditou pro trh s léčivy, potravinovými doplňky či funkčními potravinami.

První sklizeň certifikovaného českého ekologického chmele proběhla teprve v roce 2012 a celková výměra ekologických chmelnic tvoří dnes pouze necelých 0,2 % celkové plochy chmelnic v ČR. České chmelařství tak má v této oblasti před sebou ještě dlouhou cestu vývoje.

5 Použitá literatura

Basařová, G., Hlaváček, I., Basař, P., Hlaváček, J. 2011. České pivo. Havlíček Brain Team. Praha. ISBN: 978-80-87109-25-0.

Benitez, J. L., Forster, A., De Keukeleire, D., Moir, M., Sharpe, F. R., Verhagen, L. C., Wetwood, K. T. 1997. Hops and Hop Products. HansCarl-Verlag. Nuremberg.

Bortoluzzi, C., Menten, J.F.M., Romano, G.G., Pereira, R., Napy, G.S. 2014. Effect of hops β -acids (*Humulus lupulus*) on performance and intestinal health of broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*. 23 (3). 437-443.

Darby, P. 2005. The History of Hop Breeding and development. *Brewery History*. 121. s. 94–112.

Gent, D. H., Barbour, J. D., Dreves, A. J., James, D. G., Parker, R., Douglas, B. W. 2009. *Field Guide for Integrated Pest Management in Hops*. 2009. A Cooperative Publication Produced by Oregon State University, University of Idaho, U.S. Department of Agriculture - Agricultural Research Service, and Washington State University. Washington.

Delmulle, L., Berghe, T. V., Keukeleire, D. D. and Vandenabeele, P. 2008. Treatment of PC-3 and DU145 prostate cancer cells by prenylflavonoids from hop (*Humulus lupulus* L.) induces a caspase-independent form of cell death. *Phytotherapy Research*. 22 (2). 197–203.

Gingrich, C., Hart, J., Christensen, N. 2000. Hops. *Fertilizer Guide*. 79.

Ježek, J., Vostřel, J., Krofta, K., Klapal, I. 2012a. Milník českého chmelařství: sklizeň prvního českého biochmele. *Český chmel 2012*. 2012, 21–24.

Ježek, J., Vostřel, J., Krofta, K., Klapal, I. 2012b. Ekologické pěstování chmele v České republice a ve světě. *Kvasný Průmysl*. 58(10). 294–302.

Keukeleire, J. D., Janssens, I., Heyerick, A., Ghekiere, G., Cambie, J., Roldan-Ruiz, I., Bockstaele, E. V., Keukeleire D. D. 2007. Relevance of organic farming and effect of

climatological conditions on the formation of alpha-acids, beta-acids, desmethylxanthohumol, and xanthohumol in hop (*Humulus lupulus* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55 (1). 61-66.

Kovařík, M. 2014. Léčba žaludečních vředů chmelem?. *Český chmel 2014*. 2014. 52-53.

Krofta, K. 2008. Hodnocení kvality chmele: Metodika pro praxi 4/08. Chmelařský institut. Žatec. 52 s. ISBN: 978-80-86836-84-3.

Krofta, K., Mikyška, A. 2014. Beta kyseliny chmele, význam a využití. *Kvasný průmysl*. 60 (4). 96-105.

Liebman, M., Davis, A. 2009. *Managing Weeds in Organic Farming Systems: An Ecological Approach*. *Agronomy Monograph*. 54. 173-195.

Liu, M., Yin, H., Liu, G., Dong, J., Qian, Z., Miao, J. 2014. Xanthohumol, a prenylated chalcone from beer hops, acts as an α -glucosidase inhibitor in vitro. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 62 (24). 5548-5554.

Lou, S., Zheng, Y.-M., Liu, S.-L., Qiu, J., Han, Q., Li, N., Zhu, Q., Zhang, P., Yang, C., Liu, Z. 2014. Inhibition of hepatitis C virus replication in vitro by xanthohumol, a natural product present in hops. *Planta Medica*. 80 (2-3). 171-176.

Kovařík, M. 2013. *Český chmel 2013*. Ministerstvo zemědělství. Praha. 56 s. ISBN: 978-80-7434-051-2.

Nařízení Rady (ES). 2007. č. 834/2007, o ekologické produkci a označování ekologických produktů a o zrušení nařízení (EHS) č. 2092/91.

Nesvadba, V., Polončíková, Z., Hencychová, A. 2012a. Šlechtění chmele v České Republice. *Kvasný průmysl*. 58. 36–39.

Nesvadba, V., Polončíková, Z., Hencychová, A., Krofta, K., Patzak, J. 2012b. Atlas českých odrůd chmele. Chmelařský institut. Žatec. 26 s. ISBN: 978-80-87357-11-8

Sasaoka, N., Sakamoto, M., Kanemori, S., Kan, M., Tsukano, C., Takemoto, Y., Kakizuka, A. 2014. Long-term oral administration of hop flower extracts mitigates alzheimer phenotypes in mice. PLoS ONE. 9(1).

Štranc, P. 2007. Výsadba chmele. Kurent s.r.o.. FAPPZ ČZU v Praze. 72 s. ISBN: 978-80-87111-02-4.

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

Štranc, P., Štranc, J., Holý, K., Štranc, D., Sklenička, P. 2012. Pěstování vzrůstných odrůd chmele v nízké konstrukci. Kurent s.r.o.. České Budějovice. 96 s. ISBN: 978-80-87111-33-8.

Turner, S. F. 2011. Challenges and opportunities for organic hop production in the United States. Agronomy Journal. 106. 1645 – 1654.

Urban, J. 2003. Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi – I.díl. Ministerstvo životního prostředí. Praha. 269 s. ISBN: 80-7212-274-6.

Wang, Q., Ding, Z., Liu, J., Zheng, Y. 2004. Xanthohumol, a novel anti-HIV-1 agent purified from Hops *Humulus lupulus*. Antiviral Research. 64 (3). 189–194.

Yui, K., Kiyofuji, A., Osada, K. 2014. Effects of xanthohumol-rich extract from the hop on fatty acid metabolism in rats fed a high-fat diet. Journal of Oleo Science. 63 (2). 159-168.

Internetové zdroje:

Meier, H. The Barth Report, Hops 2010/2011 [online]. Nuremberg. Bart Haas Group. 2011. [cit. 10.11.2014]. Dostupné z : http://www.barthhaasgroup.com/johbarth/images/pdfs/barthreport_20102011_englisch.pdf.

Hajšl, J. Historie chmele na území České republiky [online]. Chmelové stránky. 2005. [cit. 2014-06-23]. Dostupné z: <http://chmelar.hajsl.cz/historie.php>.

Chmelařský institut s.r.o. [online]. 2012. dostupné z: <http://www.chizatec.cz/skudci/?arc=170&sub=65&back=1>.

Ježek, J., Vostřel, J. Základní informace k pěstování chmele v ekologickém zemědělství v České republice [online]. 2011. [cit. 2014-06-23], dostupné z: <http://www.chizatec.cz/o-biochmelu/?arc=249&sub=66#pestovani>.

Koleda, M. Chmel – historie pěstování [online]. Pivovary.info. 07. 05. 2008 [cit. 2014-06-23]. Dostupné z: <http://www.pivovary.info/view.php?cisloclanku=2008050002>.

Ministerstvo zemědělství. Základní statistické údaje ekologického zemědělství [online]. Praha. 31. 12. 2013. [cit. 2014-06-23]. Dostupné z: <http://www.eagri.cz>.