



Fakulta zemědělská  
a technologická  
Faculty of Agriculture  
and Technology

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

# **JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ**

Katedra agroekosystémů

## **Vliv technologie pěstování chmele (*Humulus lupulus* L.) na kvalitu produktu a využití produktu**

Autor práce: Tomáš Klíma

Vedoucí práce: Ing. David Kabelka, Ph.D.

České Budějovice  
2022

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval(a) pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne 13. dubna 2022

.....

Podpis

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se věnuje technologii pěstování chmele otáčivého a kvalitě produktu chmele, tedy chmelovým hlávkám. V teoretické části práce obecně definuje chmelovou rostlinu a odrůdy pěstované na území České republiky. Dále se věnuje ochraně před škůdci a chorobami, hnojení chmele a technologii využívané při pěstování. Na závěr se obecná část věnuje zpracování chmelového produktu. V praktické části pak práce stanovuje obecně platná východiska v technologii pěstování chmele otáčivého. Na polním pokusu je pak testován vliv přípravku NanoFYT Si, který obsahuje částice SiO<sub>2</sub>. Tento pokus je následně vyhodnocen a diskutován se současnými výzkumy věnujícími se vlivu křemíku na polní plodiny.

**Klíčová slova:** Chmel otáčivý, technologie pěstování, křemík, využití chmele.

## **Abstract**

The thesis is focused on the technology of hop growing and the quality of the product of hops, i.e., hop cones. The theoretical part of the thesis defines the hop plant in general and varieties produces in the Czech Republic. It also deals with protection against insect and diseases, fertilization of hops and the technology used in cultivation. Finally, the theoretical part deals with the processing of the hop product. In the practical part, the thesis establishes generally valid rules in hop cultivation technology. The effect of NanoFYT Si, which contains SiO<sub>2</sub> particles, is then tested in a field experiment. This experiment is then evaluated and discussed with previous research on the effect of silicon on field crops.

**Keywords:** Hops, cultivation technology, silicon, use of hops.

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval panu Ing. Davidu Kabelkovi, Ph.D. za jeho trpělivost, ochotu a čas, který věnoval vedení mé bakalářské práce. Zároveň bych chtěl poděkovat svým nejbližším za jejich podporu v průběhu celého studia.



## Obsah

1	Úvod.....	7
2	Literární přehled.....	8
2.1	Botanická charakteristika, agrotechnika, hnojení, ochrana před škůdci a proti chorobám, sklizeň, posklizňová úprava a jiné aspekty pěstování chmele .....	8
2.1.1	Botanická charakteristika chmele otáčivého (Humulus Lupulus) .....	8
2.1.2	Chmelové odrůdy .....	8
2.1.3	Škůdci chmele otáčivého a ochrana před nimi.....	14
2.1.4	Chmelové choroby a ochrana před nimi .....	16
2.1.5	Agrotechnika .....	18
2.1.6	Hnojení a výživa chmele otáčivého .....	21
2.2	Složení a parametry kvality chmele .....	26
2.3	Vliv technologie pěstování na kvalitu a výnos chmele .....	27
2.3.1	Kvalita chmele .....	27
2.3.2	Výnos chmele.....	30
2.4	Potravinářské a nepotravinářské využití chmele .....	30
2.4.1	Potravinářské využití chmele .....	30
2.4.2	Nepotravinářské využití chmele.....	31
3	Cíl práce a definice pracovních hypotéz .....	33
4	Návrh optimální technologie pěstování chmele ve vztahu k výnosu a jeho kvalitě 34	
4.1	Vyhodnocení literární rešerše a stanovení optimální technologie pěstování chmele ve vztahu k výnosu a jeho kvalitě.....	34
4.2	Polní pokus .....	35
4.2.1	Hypotéza .....	36
4.2.2	Provedení polního pokusu.....	36
4.2.3	Externí faktory negativně ovlivňující polní pokus.....	37
4.2.4	Vyhodnocení polního pokusu .....	41

5	Diskuse.....	46
6	Závěr .....	49
	Seznam použité literatury.....	50
	Seznam obrázků .....	55

---

# 1 Úvod

Bakalářská práce se věnuje chmelu otáčivému, plodině tradičně pěstované na území České republiky. V průběhu let se k pěstování této plodiny prosazovaly různé metody a postupy. S rozvojem techniky se začaly využívat modernější technologie a chmel otáčivý se začal šlechtit do různých odrůd. V posledních letech se, i v pěstování této plodiny, využívá nejnovějších poznatků z oblasti chemie a mikrobiologie. Uplatňují se tak chemické látky, které přímo či nepřímo pozitivně ovlivňují výsledný produkt. Veškeré tyto lidské zásahy jsou uskutečňovány zejména z důvodu potlačení chorob nebo škůdců, zvyšování výnosu či z důvodu zvýšení kvality produktu. Produktem se pak rozumí sušené chmelové hlávky, případně chmelové hlávky sušené a následně slišované do formy granulí neboli pelet.

Historie využití chmelového produktu pak kopíruje historii jeho pěstování. Obecně je chmel otáčivý znám díky pivovarnictví, ale není možné jeho využití zúžit pouze do tohoto odvětví. Již při jeho pěstování je tedy třeba dbát způsobu využití produktu a řídit se potřebami koncového zákazníka. Pěstitel pak musí vytvořit produkt, který tohoto koncového zákazníka uspokojí. Zároveň však musí pěstitel dosahovat co nejvyššího možného výnosu, aby byl konkurenceschopný.

Základním kamenem při pěstování stále zůstávají základní metody pěstování a základní technologie obecně užívané v různých formách. Tyto obecné principy jsou již dlouhá léta neměnná. Různé modifikace těchto základních technologií a zavádění technologií nových a inovativních, však může výraznou měrou ovlivnit výsledný produkt, na což se v posledních letech klade enormní důraz, a je tedy třeba toto vnímání reflektovat.

Výše zmíněné si autor klade za cíl v práci rozebrat a stanovit optimální technologii při pěstování chmele. Dále je autorem stanoven cíl provést a vyhodnotit polní pokus, který bude spočívat v aplikaci přípravku NanoFYT Si na pěstovanou kulturu chmele otáčivého. Přípravek NanoFYT Si totiž obsahuje částice  $\text{SiO}_2$ , které mají zlepšit vlastnosti pěstovaného produktu.

---

## 2 Literární přehled

### 2.1 Botanická charakteristika, agrotechnika, hnojení, ochrana před škůdci a proti chorobám, sklizeň, posklizňová úprava a jiné aspekty pěstování chmele

#### 2.1.1 Botanická charakteristika chmele otáčivého (*Humulus Lupulus*)

Chmel otáčivý je víceletá dvoudomá rostlina čeledi konopovitých. Jedná se o vytrvalou rostlinu, jehož podzemní část vytrvává v kultuře 25 a více let (Rybáček, 1968). Chmel otáčivý má mohutně vyvinutý kořenový systém. Dospělá chmelová rostlina má 8-12 silně rozvětvených hlavních kořenů, které jsou víceleté (Vent et al., 1963). Kořeny jsou 2-3 cm tlusté a až 3 m dlouhé (Rybáček, 1968). Na podzemní části lodyh se vytváří aditivní jednoleté rostliny, které jsou rozprostřeny v mělké vrstvě ornice. Aditivní kořeny slouží chmelové rostlině k absorpci vlhkosti z vrchních půdních vrstev a k absorpci výživových látek v této vrstvě obsažených. Naopak víceleté kořeny poskytují chmelové rostlině vláhu ze spodnějších vrstev půdy v obdobích, kdy v povrchové vrstvě není vláhy dostatek (Vent et al., 1963).

Nadzemní část chmele otáčivého se označuje jako réva. Réva je zelená nebo červeně pruhovaná a dorůstá výšky 6 až 9 metrů. Uzlinami je rozdělena na články dlouhé 20 až 40 cm. Z uzlin vyrůstají listy a z pupenů v úžlabí těchto listů, vyrůstají pazochy. Pazochy mají stejnou stavbu jako samotná réva, avšak jsou slabší a články mají značně kratší. Z úžlabí listů pazochů vyrůstají větévky, které nesou květenství. Samičí květenství je uspořádáno v jehnědách, tedy chmelových hlávkách. Pro hospodářské účely se pěstují pouze samičí rostliny. Je totiž podstatné, aby samičí chmelová hlávka byla neoplozená, jinak dochází k jejímu znehodnocení (Krištín, 1983). Při pěstování je tedy třeba samčí chmelové rostliny hubit, aby nedocházelo ke znehodnocení chmelového produktu.

#### 2.1.2 Chmelové odrůdy

Chmel otáčivý se dělí podle zbarvení spodní části révy na zeleňáky a červeňáky. Podle délky vegetační doby se dělí na kultivary rané, polorané a pozdní. V České republice se přitom tradičně pěstují chmele označované jako červeňáky (Krištín, 1983).

Pro Českou republiku typickou odrůdou je odrůda Žatecký poloraný červeňák. Obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin v odrůdě žateckého poloraného červeňáku činí 2,3-4,3 % (Altová, 2021). Odrůda vznikla klonovou selekcí v původních porostech na území Žatecka a Ústecka. Vegetační doba žateckého poloraného červeňáku je 122-128 dní. Tato

---

odrůda je typická svým citrónovým a kořeněným aroma. Žatecký poloraný červeňák poskytuje výnos přibližně 0,8-1,5 t/ha. Při pivovarnickém využití se používá pro druhé a třetí chmelení, popřípadě pro chmelení prováděné za studena. Hořká chuť totiž není tolik výrazná, jako u jiných odrůd, avšak aroma této odrůdy je nenahraditelné (Ježek et al., 2015). Postup chmelení je přitom popsán v části 2.4.1 této práce, věnované potravinářskému využití chmele. Žatecký poloraný červeňák je pěstován v devíti klonch. V současné době se nejvíce využívají klony Oswaldův klon 31, Oswaldův klon 72 a Oswaldův klon 114. Volba konkrétního klonu přitom závisí nejvíce na půdních a klimatických vlastnostech dané lokality (HOP Products, 2021).



**Obrázek 2.1: Odrůda Žatecký poloraný červeňák (Bohemia Hop, 2022).**

Další odrůdou pěstovanou na území České republiky je odrůda Sládek. Odrůda obsahuje přibližně 6,9- 7,3 %  $\alpha$ -hořkých kyselin (Altová, 2021). Tato odrůda poskytuje oproti Žateckému poloranému červeňáku podstatně větší výnos (1,8-2,5 t/ha). Jedná se o odrůdu pozdní, u které se provádí řez chmele časný. Vegetační doba této odrůdy je totiž 133-140 dní, což je přibližně o 15 dní více než u standardní české odrůdy žateckého poloraného červeňáku. Při pěstování této odrůdy je nutné tyto skutečnosti zohlednit. Odrůda je komplikovanější na česatelnost a následné sušení, jelikož dorůstání chmelových hlávek je nestejněměrné a nasazení chmelových hlávek je hustší (Ježek et al., 2015). Odrůda Sládek je v pivovarnickém průmyslu aromatická odrůda určená pro druhé a třetí chmelení. Pivu pak tato odrůda zajišťuje vyváženou hořkost a výrazné chmelové aroma (Patzak a Nesvadba, 2021).



**Obrázek 2.2: Odrůda Sládek (Bohemia Hop, 2022).**

Další odrůdou je odrůda Kazbek. Tato odrůda má výnos 2,1-3,0 t/ha. Odrůda si udržuje hodnotu  $\alpha$ -hořkých kyselin v rozmezí 4,5-8,0 % (Nesvadba et al., 2012). Jedná se opět o pozdní chmel s dlouhou vegetační dobou, u kterého se provádí časný řez chmele (Ježek et al., 2015). Odrůda Kazbek se v pivovarnickém průmyslu využívá pro druhé chmelení, popřípadě pro chmelení za studena. Odrůda Kazbek obsahuje 2-4 % silic, což je příčinou jeho citrusového aroma v následně uvařeném pivu (Krofta et al., 2019).



**Obrázek 2.3: Odrůda Kazbek (Bohemia Hop, 2022).**

Další poměrně významnou odrůdou je odrůda Premiant. Odrůda Premiant obsahuje přibližně 7,0-10,0 %  $\alpha$ -hořkých kyselin (Nesvadba et al., 2012). Tato odrůda poskytuje výnos 1,8-2,5 t/ha. Jedná se o polopozdní odrůdu s dlouhou vegetační dobou,

---

u které se řez provádí v první dekádě dubna. Oproti odrůdě Sládek je tolerantní na nedostatek vody. Premiant však vyžaduje vyšší zásobení dusíkem (Ježek et al., 2015). Odrůda získala svůj název od tradičního českého dvanáctistupňového piva. Vyšlechťena byla stejně jako odrůda Sládek za účelem doplnění tradičního Žateckého poloraného červeňáku. Jedná se o hořkou odrůdu určenou pro druhé a třetí chmelení s výrazným chmelovým aroma a vysokou plností chuti. Pivu poskytuje silný říz. Spolu s odrůdou Sládek a Žatecký poloraný červeňák se jedná o odrůdu, která může být užita na nápoje s označením České pivo. Kombinace či výběr z těchto odrůd je pak závislá na receptuře daného piva (Patzak a Nesvadba, 2021).



**Obrázek 2.4: Odrůda Premiant (Bohemia Hop, 2022).**

Odrůda Agnus je další odrůdou pěstovanou na území České republiky. Odrůda Agnus je polopozdní odrůdou s dlouhou vegetační dobou. Rostlina této odrůdy klade zvýšený důraz jak na vodu, tak na dostatek dusíku (Ježek et al., 2015). Jedná se o odrůdu s výrazným citrusovým aroma a je využívána pro chmelení za studena či pro druhé chmelení. Využívána je také u piv typu IPA (Bohemia Hop, 2022).



**Obrázek 2.5: Odrůda Agnus (Bohemia Hop, 2022).**

Další pěstovanou odrůdou na území České republiky je odrůda Saaz late. Odrůda zajišťuje výnos 2,0-2,6 t/ha. Saaz late obsahuje 3,5-6,0 %  $\alpha$ -hořkých kyselin (Nesvadba et al., 2012). Jedná se o polopozdní odrůdu s dlouhou vegetační dobou a pozdně prováděným řezem. Česatelnost je zhoršena z důvodu hustého nasazení hlávek. V pivovarnickém průmyslu se využívá pro druhé a třetí chmelení (Ježek et al., 2015).



**Obrázek 2.6: Odrůda Saaz late (Bohemia Hop, 2022).**

V České republice se také pěstuje odrůda Saaz special. Tato odrůda je aromatickou odrůdou typu žateckého červeňáku. Jedná se o privátní českou odrůdu. Při využití



---

má podobné vlastnosti jako žatecký červeňák a odrůda Sládek. Využívá se na první nebo druhé chmelení a jedná se o odrůdu vhodnou pro ležáky (HOP Product, 2021).



**Obrázek 2.7: Odrůda Saaz special (HOP Products, 2021).**

Výše zmíněný výčet pokrývá nejpodstatnější odrůdy pěstované v českém prostředí. Nejedná se však o kompletní výčet. Ten by z pohledu této práce nebyl žádoucí, jelikož se dále jedná o odrůdy, které jsou v České republice spíše minoritní. V této práci zmíněné odrůdy se v České republice pěstují na 3 807,2 hektarech (z toho 3 300,5 zaujímá žatecký poloraný červeňák). Celková plocha, na které se v České republice pěstuje chmel je přitom 3 834,5 hektaru (eAGRI, 2022). Tyto odrůdy v práci zmíněné tedy zaujímají 99,3 % z celkové plochy chmelnic v České republice. Nicméně i v České republice se stále registrují nové odrůdy, které mohou v budoucnu expandovat, pokud se v praxi prokáže jejich využitelnost. V roce 2019 se tak například registrovaly odrůdy Blues, Saaz Brilliant, Saaz Comfort, Saaz Shine a Mimosa (Nesvadba a Charvátová, 2020).

Vzhledem k výše zmíněnému tedy lze dospět k závěru, že u nově vznikajících porostů je podstatný již výběr samotné odrůdy. Výběr odrůdy má velmi vysoký vliv na následné využití chmelového produktu, ale také na způsob pěstování samotné chmelové rostliny. Technologie pěstování se také liší s ohledem na mírně odlišné potřeby jednotlivých odrůd. V případě větších pěstitelských celků je tedy žádoucí i chmelové odrůdy na odlišných pozemcích kombinovat, čímž se zajistí vhodnější následnost jednotlivých pracovních úkonů. Potřeby jednotlivých chmelových odrůd si totiž nebudou při provádění pracovních úkonů ve chmelnicích konkurovat. Pracovní operace tedy budou vždy prováděny v souladu s potřebou dané odrůdy a zároveň s dodržením možností pěstitelského podniku.

---

### 2.1.3 Škůdci chmele otáčivého a ochrana před nimi

Chmel otáčivý je velmi náchylný na napadení škůdci. Škůdci mohou u chmele otáčivého způsobit velmi vysoké škody a pro optimální pěstování chmele je tedy zapotřebí se jejich působení v co největší míře vyvarovat.

Jedním ze škůdců chmele otáčivého je Lalokonosec libečkový. Jedná se o hmyz asi 10-15 mm velký, s tupým noscem, štíhlými tykadly a široce oválnými krovkami. Je černé barvy pokrytý šedivými šupinkami a chlupy. Lalokonosec je hmyzem nelétavým, jelikož má krovky trvale srostlé (Ježek et al. 2015). Jedná se o hmyz s dvouletým životním cyklem. Dospělé samice přezimují v půdě a na jaře vylézají na povrch, když se teplota vzduchu pohybuje kolem 15°C. Rozmnožování probíhá neoplozenými vajíčky. Jakmile samice nad povrchem naklade vajíčka tak se z nich se líhnou larvy bílé barvy. Kladení tak probíhá na začátku května a vrcholí v polovině května. Líhnutí pak probíhá v polovině června (Guppy a Harcourt, 1990). Proti škodám způsobeným tímto hmyzem se doporučuje ochrana insekticidy (například insekticidem Actara 25 WG) aplikovanými v době hromadného výlezu (Ježek et al. 2015).

Dalším škůdcem, který chmel otáčivý napadá, je Dřepčík chmelový. Jedná se o hmyz 2,0-2,8 mm dlouhý a 1,0-1,4 mm široký, vejčitého tvaru, černozelelé kovově lesklé až bronzové barvy. Tykadla a končetiny má zbarveny červeně a posledních pět článků má černé zbarvení. Larvy jsou bělavé barvy a dosahují velikosti až 4,0 mm (Vostřel et al. 2010). Začíná se objevovat v polovině dubna, kdy začíná chmel růst. Škody tou dobou způsobují dospělí jedinci, kteří v kultuře přezimovali, a to požerem mladých listů a výhonů. Nová generace se objevuje v polovině července a napadá chmelové hlávky. Larvy se pak živí kořeny rostlin a takto způsobené škody jsou minimální (Rak Cizej a Milevoj, 2007). Proti způsobení škod tímto škůdcem se lze, obdobně jako u Lalokonosce libečkového, bránit insekticidy (opět například Actara 25 WG, ale vhodnější je Karate Zeon 050 CS) v termínu stejném jako u Lalokonosce libečkového. Aplikace tedy zpravidla bude probíhat zároveň a stejným přípravkem (Vostřel et al. 2010).

Dalším potenciálním škůdcem chmele je Šedavka luční. Šedavka luční napadá chmelové rostliny zejména ve chmelnicích, které nejsou řádně zbaveny víceletých rostlin, které zaplevelují meziřadí, zejména pak pýru plazivého. V řádně udržovaných chmelnicích se Šedavka luční vyskytuje zřídka, a to zejména na okrajích chmelnic a

---

v oblasti překotvení. Efektivní ochrana před napadením tímto škůdcem je hubení nežádoucích rostlin. V případě akutního problému je však možné aplikovat insekticid (opět výše zmíněná Actara 25 WG) (Ježek et al. 2015).

Velmi významným škůdcem působícím na chmelu je však Mšice chmelová. Mšice chmelová má více vývojových stádií a může tedy vypadat různě. Ve fázi bezkřídlé zakladatelky se jedná o světle žluté nymfy s průhlednými tykadly a končetinami a abnormálně dlouhým sosákem. Do 24 hodiny po vylíhnutí se zbarví do zelena. Ve fázi vývoje fundatrigenie se jedná o hmyz světlejší než ve fázi zakladatelky s šestičlennými tykadly a kratším sosákem. Další generací je vývojová fáze migrantes alatae. Tato fáze hmyzu již disponuje křídly. V této vývojové fázi proto dochází k přeletu. Další fáze je známa jako virginogenie. Tato fáze se vyznačuje žlutozelenou barvou bez podélné zelené pásy. Dalším vývojovým stádiem jsou samičí gynopary a okřídlení samečkové. Tato vývojová fáze nastává koncem srpna a vrací se zpět na primární hostitelské rostliny, kde dochází k páření. Vzhledem jsou podobné fázi migrantes. Samečci jsou menší než samičky. Další vývojovou fází jsou oviparní samičky, které následně kladou vajíčka. Ty pak přezimují do dalšího roku.

Mšice chmelová na chmelu otáčivém škodí přímo (sáním), ale sekundárně také přenosem saprofytických hub. Mšice lze při menším výskytu nalézt na spodní straně listu a v případě přemnožení pokrývají takřka celý list. Účinnou ochranou proti mšici chmelové, která působí největší škody v pozdních fázích růstu chmele otáčivého, se v našich podmínkách ukázala pouze aplikace insekticidů (Ježek et al., 2015). Konkrétně se jedná o přípravky jako Teppeki, Movento 150 OD, Karate Zeon 050 CS či například Mospilan 20 SP (eAGRI, 2022).

Dalším velmi podstatným chmelovým škůdcem je Sviluška chmelová. Sviluška chmelová je žlutozelené barvy. Přezimující samice mají barvu oranžovou. Nakladená vajíčka jsou bělavá až průsvitná. Larva, která se z vajíčka vylíhne, je kulovitá, bezbarvá a v průběhu přijímání potravy se začne zbarvovat do šedozelena. Napadení porostu Sviluškou chmelovou je také možné poznat podle drobných pavučinek, které tento škůdce vytváří na spodní straně listu.

Sviluška chmelová začíná způsobovat škody v období června. V případě teplého a slunného počasí se může vyskytovat i v měsíci květnu. Sviluška způsobuje přímý požer listu, který má za následek zbarvení listů do žluta a v krajním případě až do šeda. V případě neřešení tohoto problému dojde k opadu listů. Sviluška však napadá i

---

hlávky, které se zbarvují do červenohněda a dochází tím k jejich značnému znehodnocení.

Obdobně jako u mšice chmelové je i v tomto případě efektivním způsobem řešení napadení porostu sviluškou aplikace insekticidů (Ježek et al., 2015). Jedná se o přípravky jako například Vargas, Ortus 5 SC, Kanemite 15 SC či Acramite 480 SC (eA-GRI, 2022).

Lze tedy uzavřít, že k eliminaci chmelových škůdců se v dnešní době využívá zejména aktivních insekticidů, a to zejména kvůli Mšici chmelové, v opakovaném a poměrně hojném využití. Z pohledu ekologického zemědělství je tedy chmel otáčivý plodinou, kterou nelze doporučit.

V dnešní době však existují studie, které pracují s možností využití přirozených predátorů škůdců, čímž by se velmi omezila chemizace při pěstování chmele otáčivého. Takovými predátory jsou například slunéčko sedmítečné (*Coccinella septempunctata*) či draví roztoči (například *Typhlodromus pyri* nebo *Amblyseius californicus*) (Ježek et al., 2012). Zároveň v České republice existují přípravky na ochranu rostlin, které jsou povolené i v ekologickém zemědělství. Příkladem takového přípravku je *Typhlodromus pyri* nebo Kumar (Vostřel, 2018). Současné výsledky však stále nedosahují potřebné účinnosti a ekonomické efektivity, aby byly hromadně přijímány praxí. To dokládá i skutečnost, že chmel otáčivý se v České republice v režimu ekologického zemědělství pěstuje na celkové výměře 11,76 ha (Altová, 2021).

#### **2.1.4 Chmelové choroby a ochrana před nimi**

Chmel otáčivý je kromě napadení škůdci velmi citlivý také na napadení houbovými chorobami. V praxi se jedná zejména o Padlí chmelové a Peronosporu chmelovou (Ježek et al. 2015). Tyto choroby jsou pro chmelové rostliny velmi nebezpečné a v případě chybného ošetření kultury mohou mít ničivé následky jak na celkový výnos, tak i na kvalitu chmelového produktu.

Padlí chmelové se vyznačuje puchýřky na listech, které jsou důsledkem hypertrofie buněk v okolí infekčního místa. Puchýřky jsou v polních podmínkách ovšem hůře viditelné, jelikož polní kultura chmele otáčivého obsahuje tužší listy než kultura pěstovaná ve skleníku. Choroba poškozuje zejména vývoj, tvar a obsah chmelových hlávek a pro tvorbu výsledného produktu je tedy velmi nebezpečná. Postižené zralé hlávky se pak vyznačují rezavě červenou barvou. Padlí chmelové pak působí negativně i na chmelové aroma, které při napadení ztrácí svou standardní vůni. Naopak se v aroma vyskytuje zápach plísně, který je pro výsledné chmelové produkty nežádoucí.

---

Padlí chmelové napadá zejména mladší listy, jelikož na tvrdých, a tedy starších listech, nemá potřebné prostředí. Tomu odpovídá i šíření této choroby, kdy primární infekce nakazí spodní listy rostliny. Padlí se pak při teplotě nad 10 °C šíří ze spodních listů na zbylé části rostliny, kde tvoří již viditelné škody a přetrvává na rostlině po velmi dlouhou dobu. Riziková období jsou tedy ta, kdy se na rostlině nachází mladé listy-zejména pak období před zaváděním, období pazochování a období výskytu prvních chmelových hlávek. Tato vývojová stádia je zapotřebí porost řádně kontrolovat, jelikož v České republice se nachází přípravky pouze s preventivním účinkem a přípravky s kurativními účinky tak není možné aplikovat. Vzhledem k závažnosti choroby je tedy zapotřebí včasná aplikace přípravků jako Ortiva, AH Horizon 250 EW či přípravků na měďnaté bázi (například Cuproxat SC). Jedná se o fungicidy, které nejsou zaměřeny speciálně na padlí chmelové, avšak ochrana těmito přípravky je v praxi dostatečná a při správné aplikaci je možné využít pozitivní vliv těchto přípravků i proti další chorobě, a to Peronospoře chmelové.

Peronospora chmelová je houbová choroba, která se vyznačuje žlutozeleným zbarvením listů, v pozdějších fázích vývoje i hnědnutím a opadáváním částí rostlin. Přežívá v mladém dřevě chmele otáčivého a napadá rostlinu od prvních výrůstků, kdy může velmi zpomalit růst rostlin, až po dobu sklizně, kdy může způsobit škody v porostu, zhoršit kvalitu chmelových hlávek jejich horším zbarvením, osycháním a rozpadáním. Přípravky na ochranu rostlin, které mají na chmelový porost kurativně působit se tedy aplikují od poloviny května až do druhé poloviny srpna. Jedná se však o velmi individuální záležitost, jelikož počet a doba aplikací je dána zejména rozšířením choroby v porostu, a tedy potřebou tuto chorobu na rostlinách potlačovat. Peronospora se šíří pohlavně v jarní fázi vývoje rostliny v rostlinných pletivech a nepohlavně v letním období během vegetace. Ochrana proti Peronospoře je v prvních fázích vývoje chmelové rostliny dána správným zaváděním, kdy optimálním počtem zavedených rév na chmelovodiči se snižuje možnost šíření peronospory v jarních měsících. Stejně tak je důležité chmelnice řádně odplevelit a co nejvíce tím způsobit nepříznivé podmínky pro patogena. Přímá ochrana je pak zapotřebí v letních měsících aplikací přípravků na ochranu rostlin. Jedná se o přípravky Bellis, Ortiva, či měďnaté přípravky jako Champion 50 WG či další. Dnešní přípravky však nejsou schopny Peronosporu chmelovou z porostu zcela vymýt a je tedy zapotřebí nejvíce v 15denních intervalech kontrolovat mezní hodnoty v dané chmelové kultuře a v případě překročení těchto hodnot aplikovat příslušnou ochrannou látku. Mezní hodnotou přitom v praxi bývá zjednodušeně 100

---

skvrn na 100 prohlédnutých listech. Úplně správným se ovšem jeví využití indexu peronosporového počasí, kdy se za využití naměřených denních teplot, relativní vlhkosti vzduchu a denního úhrnu srážek vypočítá hodnota indexu. Takto vypočtená hodnota nesmí překročit mezní hodnotu indexu 420. Pokud k tomu dojde, je zapotřebí aplikovat patřičné přípravky na ochranu rostlin i když se ještě na dané kultuře neobjevily příznaky choroby.

### **2.1.5 Agrotechnika**

Chmel otáčivý vzhledem ke své charakteristice a způsobu pěstování vyžaduje speciální agrotechnickou úpravu.

Neobvyklostí chmele otáčivého je již samotné pěstování na chmelniční konstrukci. Chmelové porosty jsou zakládány na jednom pozemku na několik let, jelikož se jedná o rostlinu víceletou, která je schopna plodit i více než 25 let. Pro tento účel jsou pozemky upraveny i stavebně a na pozemcích s chmelovým porostem se staví chmelniční konstrukce, které chmelu otáčivému umožňují ideální podmínky. Vzhledem k životnosti porostu jsou i chmelniční konstrukce budovány s vyšší životností, a proto se v současné době používá více typů těchto konstrukcí. Jedná se přitom o konstrukce, které jsou vyrobené z dřevěných či betonových sloupů. Ty jsou navzájem spojeny s pomocí konstrukčních drátů či tažných lan. Betonové či obvodové sloupy bývají zapuštěné do země až do hloubky 1,5 metru. Sloupy v řadě bývají zapuštěny minimálně. Rozpětí sloupů na šířku z pohledu z předu chmelnice je 9-12 m. V tomto řádku jsou umístěny většinou celkem 4 řádky rostlin-dvě v řadě ve sloupových rozmezích a dvě v prostoru mezi rozmístěnými sloupy. Rozteč mezi sloupy v řadě sloupů je pak 8-10 m. Standardní výška chmelnic pak činí přibližně 7 m (Roška, 2019). Možných modifikací rozměrů chmelnic je však v praxi více a tyto rozměry jsou tedy pouze orientační.

V současné době je také testováno i využití velmi specifických chmelnic, tedy chmelnic s výškou přibližně 3 m. Chmelniční konstrukce o této výšce je levnější a jednodušší na výstavbu. Poskytuje i nižší náklady na aplikaci hnojiv, přípravků na ochranu rostlin, celkovou údržbu a většiny pěstebních zásahů. Nejsou však naplněny potřeby v současné době pěstovaných odrůd. Výnosy jsou tak nižší než v případě vysokých sedmimetrových konstrukcí. Způsob pěstování chmele otáčivého na nízkých konstrukcích tedy v současné době není v praxi příliš využíván (Pokorný et al. 2016).

---

Se stálostí pěstované kultury na jednom pozemku také pěstování chmele otáčivého přináší nemožnost střídání plodin, jaké umožňují standardní polní plodiny. Při pěstování je tedy zapotřebí dbát na šetrnost zásahů a udržování potřebných půdních vlastností. Pro zajištění příznivých podmínek pro růst jedné plodiny po několik let na jednom pozemku je zapotřebí větší počet pěstebních a udržovacích zásahů než při pěstování běžné polní plodiny.

U chmele otáčivého začíná příprava na další sezónu úklidem posklizňových zbytků, které se na chmelnici nachází. Tento úklid je zapotřebí pro následující úkony, které jsou na chmelnici zajišťovány a které by jinak nebylo možné řádně provést. Úklid posklizňových zbytků se skládá z odřezání chmelovodiče od chmelniční konstrukce a odřezání zbytků rév po sklizni. Dále se skládá z vyvláčení těchto zbytků z chmelnice ven. Zbytky rév se odklízejí v době 4-6 týdnů po sklizni, jelikož podzemní část rostliny po sklizni absorbuje zásobní látky z nadzemní části a ta v této době zaschne (Vent et al., 1963). Odříznutí je prováděno manuálně za využití zejména pákových nůžek. Následně jsou všechny tyto zbytky z chmelnice odklizeny vláčením.

Na podzim se zpravidla provádí orba, či lépe řečeno odorávka. Při orbě je zapotřebí nepoškodit kořenové systémy rostlin, a přitom náležitě zapravit organická hnojiva či provzdušnit půdu (Ježek et al. 2015). Orbu je možné opakovat v jarním období, kdy je možné provádět i priorávku. Těmito operacemi je možné regulovat množství půdy na rostlině a tím tedy dobu ořezu chmelu, který bude popsán dále, a v konečném důsledku dobu sklizně chmele (Vent et al., 1963).

Následně je zapotřebí provést v jarním období ořez chmelu. Řezem chmelu je z rostliny odříznuto nové dřevo a chmelová babka je udržována v potřebné hloubce. Zároveň je zabraňováno jejímu rozrůstání do šířky, a tedy planě rostoucímu chmelu mimo řádky v rámci chmelnice. Řezem chmelu se zároveň reguluje doba rašení výhonů, vegetační doba a v konečném důsledku i termín sklizně chmele. Řez chmele je tedy potřeba provést se znalostí místních poměrů, poměrů daného podniku a pěstované odrůdy. Doba se však průměrně pohybuje v rozmezí od 5. do 20. dubna (Vent et al., 1963). Hybridní odrůdy jako Sládek je přitom možné řezat již koncem března (Pokorný a Kozlovský, 2019). Doba je také závislá na celkovém stáří porostu. Přitom platí, že čím je porost starší, tím dříve se provádí ořez.

Ořez chmelu je dnes prováděn mechanicky za využití ořezávače chmelu, který je opatřený dvěma řeznými kotouči, kdy jeden je pravotočivý a druhý levotočivý. Do-

---

cháží tak k přesnému ořezu, kdy kotouče jsou schopny efektivně provést operaci v celém chmelovém řádku. Hloubka řezu je dána polohou chmelové babky. V prvním roce chmelové kultury je ponecháno přibližně 2-3 cm nového dřeva (Vent et al., 1963). Od druhého roku je možné se řídit pravidlem, že starší porosty se řezou mělčeji, tedy 1-3 cm pod povrch. Mladé porosty pak 5-7 cm pod povrch (Pokorný a Kozlovský, 2019).

Po ořezu chmelu je zapotřebí na chmelniční konstrukci zavěsit chmelovodič, tím je zpravidla chmelový drát. Chmelovodič je upevněn na vodivý drát na vrcholu konstrukce za využití zdvižné plošiny a manuální lidské práce. Chmelovodič je následně za využití manuální lidské práce zapíchnut ke chmelové rostlině a ve správném období vývoje je chmelová rostlina na tento drát zavedena. Na každý drát jsou přitom zavedeny dva až tři výhony po směru hodinových ručiček. Ke každé chmelové babce jsou přitom zapíchnuty ideálně dva chmelové dráty. Části rostlin, které nejsou zavedeny se manuálně odstraní (Vent et al., 1963). Po provedení prvního zavádění je vhodné porost zkontrolovat a případně provést opravné zavádění. Tuto operaci je možné dělat až do začátku června. Pokud se chmelovodič nebo chmelová konstrukce naruší, je zapotřebí tuto závadu opravit a chmel opět na konstrukci zavěsit. Tato operace se pak provádí až do doby sklizně (Pokorný a Kozlovský, 2020).

Po zavedení rostlin je vhodné využití priorávky chmele, kdy půda je opět provzdušněna a případné další odnože chmelu jsou přikryty novou vrstvou zeminy, která brání jejich následnému růstu. Rostlina tedy může využít svůj růstový potenciál v již zavedených révách (Vent et al., 1963).

Následně je zapotřebí porost chránit před negativními faktory. Obtížná je ochrana před okusy zvěří. Zde se volí chemické odpuzovače, lidské vlasy, ovčí vlna či aluminiové plíšky umístěné na konstrukci (Pokorný a Kozlovský, 2020). Do chmelové kultury je zapotřebí následně aplikovat přípravky na ochranu rostlin a případná listová hnojiva. To se provádí pomocí specializovaných rosičů, které jsou uzpůsobené šířce řádku a umožňují aplikaci těchto přípravků až do okamžiku sklizně. Na rozdíl od polních postřikovačů jsou rosiče do chmelnic uzpůsobené na rovnoměrnou aplikaci do výšky s úzkým pracovním záběrem. Tento fakt pramení z konstrukce chmelnic. Míra zaplevelení meziřadí se přitom koriguje počtem priorávek a případným plečkováním (Vent et al., 1963).

Dalším úkonem je sklizeň chmele. V našich podmínkách a dostupností potřebné technologie je sklizeň prováděna za využití strhávačů chmele. Chmelové rostliny jsou



---

tímto strhávačem odříznuty ve výšce přibližně 1-1,5 m a naloženy, za využití tažné síly traktoru, na návěs pro svoz chmelových rév. Na tomto návěsu jsou dopraveny na česací linku, které za využití česací technologie z chmelových rév sklídí chmelové hlávky. V nízkých chmelových konstrukcích je možné využití sklízeče chmele, který minimalizuje počet pracovních operací a přímo na poli z chmelových rév sklídí chmelové hlávky.

Chmelové hlávky se následně usuší na sušárně chmele. Sušárny jsou dnes rozdílného technologického typu avšak jejich cílem je vždy chmel upravit na vlhkost 11-12 %. V této vlhkosti jsou chmelové hlávky baleny a následně odvezeny ke granulaci, či využity přímo ve své sušené formě (Ježek et al., 2015).

### **2.1.6 Hnojení a výživa chmele otáčivého**

Hnojení chmele probíhá v souladu s obecnými zásadami hnojení polních plodin. U chmele otáčivého probíhá hnojení s přihlédnutím ke skutečnosti, že chmel otáčivý přijímá potřebné živiny z roztoků, zejména pak z půdního roztoku (Ježek et al., 2015).

Hnojení se u chmele otáčivého provádí zpravidla ve dvou možných obdobích. Prvním je období vegetačního klidu a druhým je období v průběhu vegetace. V období vegetačního klidu se vychází pro stanovení dávek hnojiv z agrochemických rozborů půd a druhu a typu půdy v daném místě. Orientačně však celková dávka na 1 ha plochy tvoří u dusíku 140-200 kg, u fosforu 60-80 kg, u draslíku 130-150 kg a u hořčíku 40-60 kg. V podzimním období se aplikují zejména hnojiva organická, vápenatá, draselná, hořečnatá a jejich kombinace. Pokud by na podzimní období byla dávka příliš vysoká je možné aplikovat zbytek látek na jaře před řezem (Pulkrábek, 2003).

Hodnoty jsou ovšem pouze orientační a měly by sloužit jako základní východisko. Přesnější je stanovení základních dávek živin poměrem, který je dán předpokládaným výnosem v kilogramech sušených chmelových hlávek. Dusíku pak musí být aplikováno 10 % předpokládaného výnosu sušeného chmele. Draslíku se aplikuje stejné množství jako dusíku. Fosforu se aplikuje 44 % dávky dusíku a hořčíku se aplikuje 30 % dávky dusíku (Ježek et al., 2015).

Při využití organického hnojení se v období vegetačního klidu aplikuje 40-70 t/ha hnoje (v kontextu vlastností půdy). Hnůj lze také částečně nahradit zeleným hnojením. Zelené hnojení pak částečně kompenzuje monokulturní pěstování chmele, efektivně využívá sluneční energii, přispívá k lepší výživě půdního edafonu a poskytuje útočiště přirozeným predátorům škůdců chmele. Vhodné plodiny pro zelené hnojení u chmele

---

otáčivého jsou hořčice bílá, svazenka vratičolistá, jetel plazivý, jetel nachový, pohanka setá či ředkev olejná (Hluchý, 2021).

Vápnění působí na výživu chmelových rostlin nepřímo, a to zejména změnou půdní reakce. Chmel otáčivý prosperuje nejvíce v půdách neutrálních až mírně kyselých (Ježek et al., 2015).

Pro stanovení přesných dávek hnojiv je však zapotřebí dělat chemické rozbory půdy. Na základě chemického rozboru se stanoví přesná dávka, aby se zajistilo optimální složení půdy pro pěstování chmele. Ukázka takového rozboru půdy provedené chemickou laboratoří je zobrazena na obrázku 2.8. Ukázka doporučení aplikace hnojiv, zpracované chemickou laboratoří, je pak zobrazena na obrázku 2.9.

Hnojení v průběhu vegetace probíhá zejména za pomoci odběrů vzorků a vyhodnocování obsahu živin přímo v rostlině metodou listové analýzy. Bez této analýzy není možné hnojiva náležitě aplikovat. Listová analýza bývá vyhodnocena přímo laboratoří, včetně doporučení aplikace hnojiv, jak je ukázáno na obrázku 2.10.



**Výsledek rozboru půdy s doporučením dávek hnojení  
včetně stahování mikroprvků (chmel)**

Zákazník:

Milský statek s.r.o.  
Mlý 1  
270 54 Řevničov

Datum příjmu vzorku: 7.10.2021  
Datum odběru vzorku: 7.10.2021

Vzorkoval: laboratoř  
Místo odběru: -

č. vz., druh půdy materiál, označení	pH (CaCl <sub>2</sub> )	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	S (mg/kg)	humus (%)	hmotn. poměr
potřeba čistých živin		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	CaO (t/ha)	MgO (kg/ha)	S (kg/ha)		K/Mg
P - 11704 chmel 1	S 5,8 sK	311 V 40	404 D 70	2640 D 0,3	360 V 30	55,9 VV 0	4,4 V	1,1
P - 11705 chmel 2	S 5,9 sK	257 D 60	360 S 145	2830 D 0,3	367 V 30	50,8 V 0	4,5 V	1,0
P - 11706 chmel 3	S 5,3 K	242 D 60	320 S 145	2520 D 0,5	315 D 40	48,5 V 0	4,2 V	1,0
P - 11707 chmel 4	S 4,6 SK	431 VV 0	332 S 145	1900 S 0,7	245 S 60	66,3 VV 0	4,4 V	1,4

Hodnoty platí pro dodaný vzorek.

Stanovisko laboratoře:

Hodnocení pH: EK - extrémně kyselá  
SK - silně kyselá  
K - kyselá  
sK - slabě kyselá  
N - neutrální  
A - alkalická  
SA - silně alkalická

Obsah živin (Mehlich III) a humusu:

VN - velmi nízký  
N - nízký  
S - střední  
D - dobrý  
V - vysoký  
VV - velmi vysoký

Hodnocení hmotnostního poměru K/Mg:

do 1,1 - ideální - hnojit dle deficitu  
1,1 - 1,6 - dobrý - hnojit dle deficitu  
1,6 - 3,2 - vyhovující - omezit hnojení draslíkem (popř. vynechat)  
nad 3,2 - nevhovující - nutno vynechat hnojení draslíkem

Druh půdy: L - lehká

S - střední  
T - těžká

## Vysvětlení k doporučením:

1. Doporučené dávky čistých živin jsou určeny pro jednotlivé druhy půd a pro plánovaný výnos chmele 1,5 t/ha.
2. Pro plánovaný výnos chmele 2 t/ha násobte všechny doporučené dávky koeficientem 1,25.
3. Pro plánovaný výnos chmele 2,5 t/ha násobte všechny doporučené dávky koeficientem 1,4.
4. Při pravidelném organickém hnojení odečtete od doporučených dávek 15 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 40 kg K<sub>2</sub>O a 10 kg MgO.  
Při doporučené dávce nad 170 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha je třeba dávku dělit.  
Při doporučené dávce nad 200 kg K<sub>2</sub>O/ha je třeba dávku dělit.
5. Doporučenou dávku CaO (t/ha) násobte při aplikaci na 2 roky - 2x, na 3 roky - 3x.  
Jednorázová dávka však nesmí překročit 3 t CaO/ha (platí pro střední půdu).
6. V případě velmi vysoké zásoby vápníku a velmi nízké zásoby fosforu je vhodné navíc provést stanovení a hodnocení obsahu fosforu metodou dle Egnera.
7. Při nedostatku živin je vhodné po příslušném hnojení opakovat rozborů za 1 - 2 roky, v ostatních případech za 2 - 3 roky.

## Výsledky mikroprvků (B, Cu, Zn, Mn, Fe) vč. vyhodnocení:

č. vz.	označení	B (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Fe (mg/kg)
P - 11704	1	<0,30 N	50,5 V	23,2 V	107 D	464 V
P - 11705	2	<0,30 N	37,2 V	18,9 V	97,7 D	470 V
P - 11706	3	<0,30 N	44,2 V	18,0 V	106 D	462 V
P - 11707	4	<0,30 N	45,3 V	13,0 V	88,7 D	483 V

Hodnoty platí pro dodaný vzorek.

## Stanovisko laboratoře:

Hodnocení obsahu mikroprvků (B, Cu, Zn, Mn, Fe) - dle ÚKZÚZ:

N - nízký  
D - dobrý  
V - vysoký

Zkoušky byly provedeny od 7.10.2021 do 13.10.2021

Datum vyhotovení protokolu: 13.10.2021



Ing. Adamec Jan  
agronom specialista

## VÝSLEDKY LISTOVÉ ANALÝZY: CHMEL MEZIODBĚR

Zákazník:

 Milský statek s.r.o.  
 Mily 1  
 270 54 Řevničov

 Datum příjmu vzorku: 17.6.2021  
 Datum odběru vzorku: 17.6.2021

 Vzorkoval: laboratoř  
 Místo odběru: -

Č. VZ.:	materiál: chmel meziodběr						odrůda: Meristem					
R - 5424	označen: 1											
OBSAH ŽIVIN:	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mo (mg/kg)
	4,54	0,30	1,94	2,33	0,61	0,35	20,4	27,6	-	-	-	-
hodnocení:	<b>NO</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NE</b>	<b>SNE</b>				
Doporučené hnojení: P, K, Ca – druh hnojiva volit dle živin s nejvyšším deficitem Zn – foliární aplikace: Zinran – v koncentraci 0,5-1 kg/ha nebo Zinkosol – v koncentraci 2-3 lt/ha nebo Zintrac – v koncentraci 0,5 lt/ha nebo Agroleaf Special Zn – v koncentraci 0,5 kg/ha												
Č. VZ.:	materiál: chmel meziodběr						odrůda: Meristem					
R - 5425	označen: 2											
OBSAH ŽIVIN:	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mo (mg/kg)
	4,74	0,29	1,55	2,81	0,65	0,32	20,9	27,6	-	-	-	-
hodnocení:	<b>NO</b>	<b>NE</b>	<b>VSNE</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NE</b>	<b>SNE</b>				
Doporučené hnojení: P, K – foliární aplikace: Vegafior – v koncentraci 0,2-0,5% nebo Wuxal Super – v koncentraci 0,2-0,4% nebo Krista MKP – v koncentraci 0,5-1% nebo Kristalon žlutý – v koncentraci 0,5% Zn – foliární aplikace: Zinran – v koncentraci 0,5-1 kg/ha nebo Zinkosol – v koncentraci 2-3 lt/ha nebo Zintrac – v koncentraci 0,5 lt/ha nebo Agroleaf Special Zn – v koncentraci 0,5 kg/ha												

---

## 2.2 Složení a parametry kvality chmele

Chmelová hlávka se skládá z chmelových pryskyřic, chmelových tříslovin, chmelových silic, doprovodných látek a vody.

Voda je v čerstvé chmelové hlávce zastoupena přibližně z 80 % a sušením upravená chmelová hlávka se následně skládá z 10-12 % z vody. Pro pivovarnické využití jsou nejpodstatnější chmelové pryskyřice. Ty se v chmelové hlávce nacházejí jako tvrdé pryskyřice a měkké pryskyřice. Podstatnější jsou měkké pryskyřice a z nich zejména  $\alpha$ -hořké kyseliny. Další podstatnou složkou jsou chmelové silice. Ty se podílejí na typickém chmelovém aroma a v chmelové hlávce jsou zastoupeny z 0,4-2 % (v závislosti na odrůdě). Během chmelovaru však přibližně 90 % v chmelu obsažených silic vytěká. Poslední v chmelu typicky obsaženou složkou jsou chmelové třísloviny. Jedná se o polyfenoly, které se příznivě podílejí na hořkosti a trpkosti piva a stabilitě chuti. Jejich obsah v chmelové hlávce je pak 2-6 %, opět dle odrůdy. Poslední skupinou obsaženou v chmelové hlávce jsou doprovodné látky, tedy látky, které nejsou pro využití tak podstatné. Jedná se o látky jako cukry, dusíkaté látky, lipidy, vosky nebo oxid siřičitý (Šnobl, 2003).

Nejpodstatnější význam při hodnocení chmelového produktu přitom mají  $\alpha$ -hořké kyseliny. Ty jsou tvořeny několika analogy humulonů (kohumulon, humulon a adhumulon). Narozdíl od  $\beta$ -hořkých kyselin,  $\alpha$ -hořké kyseliny v průběhu chmelovaru spontánně termicky izomerují a vytvářejí iso- $\alpha$  kyseliny, které následně v pivu způsobují požadovanou hořkou chuť (Krofta et al., 2017).

Nad rámec chemického složení a chemickým rozbohem daných parametrů kvality chmele se v České republice nachází 3 chmelařské oblasti, které jsou ze zákona vhodné pro pěstování chmele na území České republiky. Jedná se o oblasti Žatecko, Ústecko a Tršicko. Pěstování chmele v těchto oblastech je jednou ze záruk kvality chmele a pro tržní využití chmelového produktu je dodržení pěstované oblasti nezbytné. Žatecký chmel je zároveň na základě nařízení komise (EU) č. 503/2007 držitelem chráněného označení původu „Žatecký chmel“. Toto označení poskytuje odrůdě žateckého poloraného červeňáku další známku kvality, kdy zaručuje původ chmele z oblasti, kde je pěstování chmele založeno na dlouholeté tradici. Chráněné označení původu je známkou dlouhodobého dosahování kvalitních výsledků, což je při prodeji chmelového produktu velmi ceněná skutečnost (Olšovská et al., 2016).

---

## 2.3 Vliv technologie pěstování na kvalitu a výnos chmele

U chmele otáčivého se u jako každé zemědělsky pěstované plodiny snaží pěstitelé dosáhnout co možná nejvyššího výnosu a kvality za co možná nejnižší provozní náklady. Níže jsou popsány základní technologické postupy, které na tyto vlastnosti u chmele působí a které tedy pěstitelé musí ve svém rozhodování zohledňovat.

### 2.3.1 Kvalita chmele

Již v předchozích částech této práce je zmíněno, že kvalita chmelového produktu se zjišťuje na základě hodnocení produktu, tedy sušených chmelových hlávek. Kvalita je přitom dána zejména chemickým obsahem ve chmelu obsažených látek, chmelovým aroma či vzhledem chmelových hlávek. U chemického obsahu je pak sledován zejména obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin a silic.

Nejpodstatnější vlastností chmelového produktu je pak obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin. Jejich obsah se doposud nepodařilo agrotechnicky externě spolehlivě zvýšit. Jak plyne z předchozí rešerše, tak obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin se v dnešní době dá spolehlivě ovlivnit pouze pěstovanou odrůdou. Často jsou však cennější i odrůdy s nižším obsahem  $\alpha$ -hořkých kyselin díky svým jiným vlastnostem, jako je například chmelové aroma. Rozhodnutí o pěstované odrůdě tedy nezáleží pouze na obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin, ale i na řadě dalších faktorů.

Obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin je však ovlivněn řadou externích faktorů, které jsou v průběhu času vysledovány. Jedná se zejména o včasnost a kvalitu agrotechnických zásahů, vhodnou závlahu, povětrnostní podmínky a optimální dobu sklizně (Mařátko a Češka, 2018). Optimální doba sklizně je přitom pro obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin velmi zásadní, jelikož se může pohybovat i v jednotkách procent. Tento fakt doskládá i obrázek 2.8. Tabulka byla zpracována chmelařským institutem v Žatci a zobrazuje vývoj  $\alpha$ -hořkých kyselin v čase podle sklizně.

Z tabulky je patrné, že stanovení optimální doby sklizně je v konečném důsledku nejpodstatnějším rozhodnutím pěstitele. Jak je vidět například na chmelařské lokalitě Ročov, tak při brzké sklizni by hodnota  $\alpha$ -hořkých kyselin v chmelovém produktu byla přibližně o 2 % nižší než v případě optimální doby sklizně. Naopak pozdní sklizeň vedla ke snížení obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin o přibližně 0,7 %.

Podstatnou skutečností pro kvalitu chmelového produktu je i obsah reziduálních látek z přípravků na ochranu rostlin nebo z přípravků pomocných. Pěstitel často pro-

---

dává svou produkci prostřednictvím obchodníků, kteří zajistí dostatečně velké dávky pro zpracovatele chmele. Tito obchodníci často zaujímají, stejně jako zpracovatelé, opatrný postoj k reziduálním látkám a použité přípravky jsou náležitě hlídány. Pomocné látky pak bývají často drasticky omezovány či úplně zakazovány (Ježek a Klopal, 2018). Používání přípravků na ochranu rostlin je pak omezeno a přísně regulováno. V souvislosti s tím je Chmelařským institutem vydávána každoročně metodika ochrany chmele, která pěstitelům poskytuje praktické rady, jak minimalizovat zásahy v porostu a zároveň udržet porost dostatečně ozdravený (Vostřel et al., 2022). Pěstitel tak má vždy přístup ke konkrétním vědecky podloženým informacím, které ve vlastním zájmu dodržuje, a které kladně ovlivňují jím pěstovaný produkt. Metodika přitom zohledňuje požadavky obchodníků, a tedy i koncových spotřebitelů.



**Dynamika tvorby alfa kyselin ve hlávkách ŽPČ  
před sklizní v roce 2020**

Lokalita	I. odběr	II. odběr	III. odběr	IV. odběr
	4.-5.8.2020	11.-12.8.2020	18.-19.8.	21.-26.8.
<b>žatecká oblast</b>				
Holedeč	3,11	3,22	3,93	očesáno
Měcholupy	2,04	2,42	2,68	2,71
Blšany	3,25	3,65	4,08	4,04
Běsno	-	-	3,07	3,17
Hořesedly	1,61	2,53	2,70	3,17
Kněževes	2,48	3,81	4,90	4,18
Mutějovice	2,32	2,90	3,84	3,34
Nesuchyně	2,34	2,28	3,59	3,56
Petrohrad	2,83	3,03	-	3,24
Pnětluky	3,91	5,25	5,88	4,96
Ročov	1,66	3,07	3,68	2,97
Kroučová	2,06	1,93	2,74	4,14
Solopysky	-	-	-	2,73
Mšec	1,90	3,05	3,64	3,94
Vrbíčany	-	-	5,89	7,26
Zlonice	2,03	2,01	2,39	3,24
Obora	2,28	2,92	3,20	očesáno
Postoloprty	2,27	5,54	5,68	očesáno
Stekník	2,59	2,36	2,94	3,88
<i>Aritm.průměr</i>	<i>2,42</i>	<i>3,12</i>	<i>3,81</i>	<i>3,86</i>
<i>Medián</i>	<i>2,30</i>	<i>2,98</i>	<i>3,64</i>	<i>3,56</i>
<i>Malé výběry</i>	<i>2,43</i>	<i>3,00</i>	<i>3,51</i>	<i>3,65</i>
<b>úštěcká oblast</b>				
Brozany	2,55	2,90	2,89	2,90
Chotiněves	2,76	2,64	3,36	3,23
Blíževedly	-	-	4,25	3,75
Siřejovice	-	-	3,08	3,65
Vědomice	2,15	3,13	3,89	3,64
Kostelec n/Ohří	-	-	-	2,39
Kyškovice	-	-	3,66	3,53
Polepy	2,37	4,20	3,75	3,88
Liběšice	3,11	3,33	4,27	3,86
Lukov	-	-	3,65	4,99
Ústěk	1,64	2,60	3,42	3,86
<i>Aritm.průměr</i>	<i>2,43</i>	<i>3,13</i>	<i>3,62</i>	<i>3,61</i>
<i>Medián</i>	<i>2,46</i>	<i>3,02</i>	<i>3,65</i>	<i>3,65</i>
<i>Malé výběry</i>	<i>2,45</i>	<i>2,99</i>	<i>3,62</i>	<i>3,55</i>

*\*pokud byla chmelnice sklizena, byl do celkového hodnocení zařazen výsledek poslední analýzy*

Zpracoval: Chmelařský institut, Žatec

srpen 2020

Obrázek 2.11: Dynamika tvorby  $\alpha$ -hořkých kyselin v Žateckém poloraném červeňáku (Chmelařský institut Žatec, 2022).

---

### 2.3.2 Výnos chmele

Další pro pěstitele velmi podstatnou vlastností pěstované kultury je celkový výnos produktu. Výnos je velmi důležitou vlastností nejen u chmele otáčivého, ale u jakékoli hospodářsky pěstované plodiny. Zároveň se jedná o samostatnou kategorii, která může být pěstováním ovlivněna jinými pracovními operacemi než kvalita chmelového produktu. Není dána čistá korelace mezi kvalitou chmelového produktu a jeho výnosem. V určitém vztahu spolu se ovšem nachází, jelikož celkové zdraví pěstované kultury a správné pěstební postupy se odráží nejen na kvalitě produktu, ale právě i na výnosu. Pro každou složku je však zapotřebí pěstebními zásahy na kulturu působit v jiných fázích vývoje a jinými pěstebními postupy.

Výnos chmelového produktu ovlivňují zejména správně provedené základní agrotechnické zákroky, tedy ošetření proti škůdcům a chorobám, správně provedené zavedení na chmelovodič, a řádný ořez. Podstatný je také dostatek vláhy, která se dá ovlivnit vybudováním kapkové závlahy (Rosa et al. 2018), nebo poskytováním externí zálivky zaléváním (Pokorný a Kozlovský, 2019). Dalším podstatným faktorem, který ovlivňuje výnos chmele je hnojení (Klas, 2019).

## 2.4 Potravinářské a nepotravinářské využití chmele

Chmel otáčivý je v českém prostředí znám zejména pro své využití v potravinářském průmyslu, konkrétně v pivovarnictví. Nelze však využití této rostliny zúžit pouze na výrobu tohoto alkoholického nápoje. Chmel otáčivý se totiž využívá i pro jiné účely a v jiných průmyslových oborech.

### 2.4.1 Potravinářské využití chmele

Pro potravinářské využití chmele otáčivého je charakteristická zejména výroba piva. Tento způsob využití chmelového produktu je stále majoritní a 98 % vypěstovaného chmelového produktu se využije právě v pivovarnictví (Korpelainen a Pietilainen, 2021).

Při výrobě piva se chmelový produkt využívá během přípravy mladiny. Mladina se připravuje z považené sladiny (již zpracovaný kapalný roztok z obilného sladu) a z chmelového produktu. Tato fáze se nazývá chmelovar a trvá přibližně 90 minut. Během chmelovaru přitom dochází k přecházení hořké chuti z chmelu do mladiny. Takto vzniklá mladina je pak chmelových zbytků zbavena scezením. Nápoji však zůstává hořká chuť, která je pro pivo charakteristická. Následně po zchlazení mladina kvasí. Další pracovní operací je již sudování. V případě, že se jedná o ležák, tak se tekutina

---

ještě nechá dokvášet. Dokvášením se pivo při nízké teplotě a mírném přetlaku nasytí oxidem uhličitým. Tímto krokem dochází k zrání vůně a chutě piva. V konečné fázi se následně pivo často filtruje, čímž se získá jeho průzračnost (Chládek, 2007) a delší trvanlivost (Slabý et al., 2018).

V poslední době se však užívá chmelový produkt i pro takzvané chmelení za studena. Tento způsobem přidávání chmelové chuti do piva pochází z Anglie a stal se velmi využívanou technikou v amerických, belgických, ale i českých pivovarech. Tato technika spočívá v přidávání chmelu v průběhu kvašení, dokvašování či přímo samotném stáčení a čepování. Do piva pak přechází hořká chmelová chuť z chmele, aniž by byla kapalina převařena. Tato skutečnost může kladně působit na chuť, ale do piva se mohou dostávat mikroorganismy, které se převařením neeliminují (Steward et al., 2018).

Chmel otáčivý se však využívá nejen pro chmelové hlávky. Zejména v prvopočátku pěstování chmele konzumovali i chmel ve své syrové podobě v dřívější fázi růstu. Dnes bychom tuto fázi růstu nazvali jako první chmelové výhonky před jarním ořezáním. Chmel se v této fázi růstu využíval do salátů, polévky a omelet. Chmel byl i zavařován (Janča a Zentrich, 1999). Chmelová rostlina je totiž v této fázi růstu chuťově velmi atraktivní. V dnešní době již nemá tento způsob konzumace příliš velké uplatnění, jelikož sběr zeleného chmele v této fázi růstu by byl příliš náročný a ekonomicky nevýhodný, avšak teoreticky si lze tento způsob uplatnění chmele otáčivé v potravinářském průmyslu stále představit i v dnešní době.

#### **2.4.2 Nepotravinářské využití chmele**

Chmel je znám zejména pro své potravinářské využití, avšak uplatnění našel i v odvětvích nepotravinářských. Nejvyšší míru využití v nepotravinářském sektoru nachází využití chmele ve farmakologii. Pro své účinky, jako je podpora trávení či mírně sedativní účinky (Schiller et al., 2009), je využíván ve farmakologických produktech, které nějaký z těchto problémů řeší (Martin a Martinová, 2014). Konkrétně bychom tedy chmel našli například v produktech MenoPrima Bella, označených jako doplněk stravy, který dle Krofity a Ježka (2020) zmírňuje nepříjemné projevy menopauzy. Dalším produktem na českém trhu, který obsahuje chmelový produkt je například doplněk stravy MedPharma meduňka+chmel+kozlík, který dle webových stránek využívá sedativní účinky chmele otáčivého při problémech s nespavostí (Lékárna.cz, 2022). Se-

---

dativní účinky využívá také například doplněk stravy SALVIA PARADISE, který zároveň deklaruje kladný vliv na trávicí soustavu a hladinu cholesterolu v krvi, které má být díky chmelu otáčivého dosahováno (Lékárna.cz, 2022).

Chmel otáčivý, díky svému vysokému obsahu antioxidantů, kladně působí na kvalitu pokožky. Kladné působení je sledováno také na vlasy, kde podporuje jejich zdravý růst. Chmel předchází také různým kožním onemocněním a působí protizánětlivě (Guiomar, 2020). Obchodní řetězec manufaktura proto nabízí celou řadu produktů s přídavkem chmelového extraktu, která se nazývá pivní kosmetika. Jedná se zejména o sprchové gely, šampony a jiné vlasové doplňky (MANUFAKTURA, 2021). Další obchodní řetězec, který využívá chmelový extrakt v kosmetických produktech je například Botanica Bohemia. Tento obchod využívá jak příznivé účinky chmelu na pokožku a vlasy, tak výrazné chmelové aroma. Nabízí produkty jako šampon, sprchový gel, sůl do koupele, či tělové mléko (Bohemia GIFTS, 2022).

V posledních letech se přitom ukazuje, že právě díky rozličným látkám a antioxidantům chmel působí protizánětlivě, čímž snižuje riziko rakovinových onemocnění v oblasti plic, trávicí soustavy, štítné žlázy či rozmnožovací a vylučovací soustavy. Pozitivně také působí proti leukémii (Zugravu et al. 2022). Potenciál využití chmele otáčivého se tedy stále zvyšuje a jeho pozitivní účinky na lidské zdraví se stále objevují.

---

### 3 Cíl práce a definice pracovních hypotéz

Bakalářská práce si klade za cíl na základě literární rešerše zpracovat výstup, který teoreticky nabyté poznatky aplikuje do praktické roviny.

Konkrétně se praktická část dělí na dvě části. První je věnovaná vyhodnocení literární rešerše a stanovení optimální technologie pěstování chmele. Na základě literární rešerše je totiž možné sledovat vývoj v technologii pěstování chmele. Vývoj je dán zejména touhou zlepšovat výnosový prvek rostlin chmele otáčivého a zároveň kvalitu pěstovaného produktu. V první části praktické části by tedy měly být popsány současné možnosti pěstitele chmele, které by měl při pěstování zvážit. Zařazení určitých postupů totiž kladně působí jak na výnosový, tak na kvalitativní prvek. V konečném důsledku tedy správně zvolené a provedené postupy znamenají výrazné zlepšení využití potenciálu chmelových rostlin.

Druhá část praktické části se následně věnuje polnímu pokusu a jeho vyhodnocení. Pokus byl proveden v provozních podmínkách na rostliny chmele otáčivého a spočíval v aplikaci přípravku NanoFYT Si, který díky nanočásticím křemíku zlepšuje kvalitu pěstovaných rostlin. Křemík v rostlinách vyvolává chemické a biologické procesy, které vedou ke zvýšení kondice rostlin a snížení dopadu běžné míry biotického i abiotického stresu či výparu během suchého období. V konečném důsledku tedy kladně působí na kvalitu pěstovaných polních plodin, jelikož rostliny efektivněji využívají získanou energii pro tvorbu produktů, pro které je daná rostlina pěstována. Tento jev je doposud sledován zejména u obilnin, pro které je tedy tento přípravek v současné chvíli primárně určen. Hypotéza polního pokusu tedy je, že nanočástice křemíku budou v konečném důsledku zlepšovat i kvalitu chmelového produktu.

---

## 4 Návrh optimální technologie pěstování chmele ve vztahu k výnosu a jeho kvalitě

### 4.1 Vyhodnocení literární rešerše a stanovení optimální technologie pěstování chmele ve vztahu k výnosu a jeho kvalitě

Výše zmíněná rešerše obsahuje přehled obecně platných principů, které je zapotřebí při pěstování chmele otáčivého respektovat.

Na samotném počátku pěstování chmele na určitém pozemku je zapotřebí zvolit odrůdu a typ chmelniční konstrukce. Závěry dnešního výzkumu přitom ukazují, že pěstování na nízké chmelniční konstrukci zatím není v současné době ekonomicky výhodné. Volba odrůd je podstatně složitější téma a pěstitel musí toto rozhodnutí patřičně zvážit. Prvotním vodítkem je skutečnost, zda již pěstitel disponuje nějakými pozemky osázenými chmelem. Pokud ano, tak může být rozumné zvolit odrůdy, které se vzájemně pěstitelsky doplňují. Vhodná je tedy například kombinace Žateckého poloraného červeňáku a odrůdy Sládek s delší dobou vegetace. V takovém rozložení odrůd je totiž možné, aby na sebe pracovní procesy navazovaly a odrůdy byly tedy vždy sklizeny ve svém optimálním termínu.

Další podstatnou a nelehkou úlohou každého pěstitele musí být včasnost a kvalita provedení jednotlivých agrotechnických zásahů. V případě vadného provedení jednotlivých zásahů totiž může chmelová rostlina zcela ztratit svůj potenciál. Je tedy zapotřebí provádět řez ve správném časovém období, a to zejména v první polovině dubna. Dalším podstatným zásahem je náležité sledování stupně napadení škůdci a chorobami s včasnou aplikací přípravků na ochranu rostlin. V případě určitých chorob či škůdců, totiž může velmi rychle daná kultura zcela přestat plodit a případně i odumřít. Samozřejmostí je pak správné stanovení doby sklizně.

Dále musí pěstitel náležitě zajistit potřebné živiny chmelu. Pro náležité zabezpečení základních živin je vhodné využít půdních a listových rozborů. U této plodiny je tato skutečnost důležitější než u jiných plodin, jelikož se jedná o rostlinu, která neumožňuje střídání plodin. Nejméně jednou za 3 roky je tedy vhodné aplikovat organické hnojení v podobě hnoje či alespoň kejdy. Následná listová hnojiva je z pohledu efektivit pracovních postupů vhodné aplikovat současně s přípravky na ochranu rostlin.

Při pěstování chmele však stále platí zásada, že je zapotřebí dbát místních poměrů a velmi uvážlivě volit dané agrotechnické zásahy. V závislosti na oblasti a economic-

---

kých možnostech pěstitele se totiž nabízí různé možnosti, jak dané agrotechnické zásahy provádět. Zejména se jedná o volbu přípravků na ochranu rostlin, hnojiv nebo způsob provádění jednotlivých procesů (zejména s ohledem na půdní a klimatické vlastnosti daného regionu plynou odlišné požadavky rostlin). Dále se pěstiteli nabízí možnost zvážit určité technologické možnosti, které ovlivní negativní externí faktory, jako například závlahové systémy.

V poslední řadě by také měl pěstitel zvážit využití produktu. Tedy zda je chmelový produkt prodáván obchodníkovi, který si požadavky na kvalitu produktu s pěstitelem smluví nebo zda je chmelový produkt určen do pivovarnické výroby, či do výroby kosmetických produktů nebo léčiv. Požadavky se totiž mohou v daných odvětvích lišit a pěstitel by je měl při pěstování zohlednit.

## 4.2 Polní pokus

Pro účely této bakalářské práce byl proveden polní pokus. Polní pokus byl zaměřen na aplikaci pomocného přípravku NanoFYT Si, který obsahuje stabilizované nanočástice SiO<sub>2</sub>. Přípravek NanoyFYT Si dále obsahuje přírodní estery. Kombinace přírodních esterů a nanočástic obsahujících křemík působí příznivě na kondici pěstovaných kultur, snižuje biotické a abiotické stresy během vegetace, zvyšuje toleranci ke škůdcům a snižuje výpar v suchém období (AGRA, 2021).

Polní pokus byl proveden v provozních podmínkách. Skutečnost využití provozních podmínek lépe odráží praxi ve které, v konečném důsledku, musí výsledek pokusu obstát, aby byl využitelný. Pokus tedy odráží možné komplikace, které s sebou provozní podmínky přinášejí a je pro praxi velmi relevantní na rozdíl od užití, od praxe zcela izolovaných, podmínek. Samozřejmě je však pokus ovlivněn externími faktory a závěry tedy nemusí být zcela vypovídající. V kontextu roku 2021 se jednalo o vysoké teploty a vysokou vlhkost, která je pro chmel příznivá, avšak zároveň je nutná aplikace vyšší míry aktivních fungicidů, jelikož se vyskytují ve větší míře plísňové choroby. Zároveň rok 2021 přinesl v oblasti Žatecka lokální bouřky s kroupami, které významně porušily chmelové rostliny. Na pozemcích s pokusem bylo zasaženou přibližně 80 % chmelových rostlin a chmel byl tedy vystaven větší míře abiotického stresu než běžně. Závěry polního pokusu tedy v tomto ohledu nemohou být stoprocentně aplikovatelné na jiné roky, tedy roky s příznivější mírou abiotického stresu.

#### 4.2.1 Hypotéza

Polní pokus si stanovil hypotézu, že aplikace přípravku NanoFYT Si povede ke zlepšení kvality výsledného chmelového produktu, tedy k vyšší kvalitě chmelových hlávek. Vyšší kvalita bude hodnocena obsahem  $\alpha$ -hořkých kyselin, který je pro hodnocení kvality chmelového produktu klíčový, jak je vysvětleno v části 2.2 této práce.

#### 4.2.2 Provedení polního pokusu

Přípravek NanoFYT Si byl aplikován na doporučení zaměstnanců společnosti AGRA GROUP a.s., která přípravek vyrábí. Provedení pokusu proběhlo v chmelařské oblasti Žatecko na území obce Milý. První aplikace přípravku proběhla dne 1. července 2021 v dávce 0,3 l na hektar. Celkem byl přípravek aplikován rosičem na plochu přibližně 3 hektarů. Na přibližně stejně velký pozemek sousedící s pozemkem, na který byl přípravek NanoFYT Si aplikován, přípravek NanoFYT Si aplikován nebyl. Tím se zajistil kontrolní vzorek, který byl pro vyhodnocení pokusu klíčový. Jedná se totiž o pozemek s přibližně stejnými půdními vlastnostmi. Zároveň je stejnou měrou zasažen externími faktory, jako je počasí a napadení škůdci či chorobami. Přípravek byl aplikován s dalšími látkami dle přiloženého rozpisu pro obsluhu postřikovače (obrázek 4.1).

ROZPIS PRO OBSLUHU POSTŘIKOVAČE			
Plodina:	CHMEL	Název, výměra honu:	
Datum aplikace:	1.7.21	Obsluha:	
Dávka vody:	1.500	Označení trysek, pracovní tlak:	
Název přípravku:	Dávka na ha	Dávka na postřikovač:	Poznámka
1. AGROLEAF Zn	0,5 kg	0,5 kg	
2. AGROLEAF P	5 kg	5 kg	
3. MOČOVINA	3 kg	3 kg	
4. ALTRON SILVER	0,3 l	0,3 l	
5. HOŘKÁ SŮL	3 kg	3 kg	
6. DEKACID	0,5 kg	0,5 kg	

Podpis obsluhy: \_\_\_\_\_  
Podpis agronoma: \_\_\_\_\_  
www.syngenta.cz

7.  NANO FYT Si 0,3 l/ha - POUZE 3 Ha U SLOUPE

Obrázek 4.1: Rozpis pro obsluhu postřikovače ze dne 1.7.2021.

2. aplikace přípravku NanoFYT Si proběhla dne 21. července 2021 v dávce 0,3 l na hektar. Přípravek byl také aplikován s dalšími látkami dle přiloženého rozpisu pro obsluhu postřikovač (Obrázek 4.2).



**ROZPIS PRO OBSLUHU POSTŘIKOVAČE** syngenta.

Plodina: CHMEL Název, výměra honu:


Datum aplikace: 21.7.21 Obsluha:

Dávka vody: 1.500 Označení trysek, pracovní tlak:

	Název přípravku:	Dávka na ha	Dávka na postřikovač:	Poznámka
1.	AGROLEAF 2n	0,5 kg	0,5 kg	
2.	AGROLEAF 1L	5 kg	5 kg	
3.	HORIČKA SŮL	5 kg	5 kg	
4.	MOČOVINA	3 kg	3 kg	
5.	PIELACID	0,5 kg	0,5 kg	
6.	NANO FYT Si	0,3 L	0,3 L	POUZE 3 Ha U SLOUPU

Podpis obsluhy: \_\_\_\_\_

Podpis agronoma: \_\_\_\_\_ www.syngenta.cz

 **Plenum®**

Obrázek 4.2: Rozpis pro obsluhu postřikovače ze dne 21.7.2021.

#### 4.2.3 Externí faktory negativně ovlivňující polní pokus

Jelikož došlo při provádění polního pokusu k výraznému narušení externími vlivy, konkrétně pak zejména lokálními bouřkami, popisuje níže bakalářská práce tyto faktory detailněji, aby bylo narušení polního pokusu náležitě popsáno.

Dne 24. června 2021 v 17 hodin a 12 minut (tedy po aplikaci obou dávek přípravku NanoFYT Si) však postihly chmelnice, na kterých byl prováděn polní pokus, lokální bouřky s kroupami. Ty způsobily výrazné narušení přirozeného habitu rostliny ve vývojové fázi, kdy dochází k tvorbě pazochů. Konkrétně během této události za 15 minut napadlo 16,26 mm srážek.

Níže přiložená fotodokumentace dokládá skutečnost, že zasažení bouřkou s kroupami byla pro danou kulturu ničivá. Fotodokumentace je pořízená přibližně 2 hodiny po bouřce. Z fotografií je patrné, že největší poškození bylo způsobeno v horní polovině rostlin, které ještě nedosáhly vrcholu chmelniční konstrukce. Tato skutečnost zpomalila v následném vývoji růst či ho často dokonce znemožnila. Bouřka také způsobila škody v celé výšce rostlin. Došlo k olámaní tzv. pazochů a listů. Množství těchto úlomků je z fotodokumentace patrné zejména v meziřadí.

Míra škody je dána také skutečností, že bouřka zasáhla rostliny právě ve fázi růstu, kdy rostliny nedosahovaly vrcholu chmelniční konstrukce, a tedy nebyly schopny efektivně vytvořit nejproduktivnější část rostliny, na které dochází k největší tvorbě chmelových hlávek.

---

Fotodokumentace také obsahuje fotografie ze sklizňového období, kdy je patrný nepřírozený habitus rostlin a také jejich nevyrovnanost, která vede ke komplikaci v průběhu sklizňového procesu a zároveň k nižšímu výnosovému prvku.



**Obrázek 4.3: Poškození vrchní části habitu rostliny v den události.**

Obrázek 4.3 je pořízen přibližně 2 hodiny po skončení lokální bouřky a dokládá výrazné poškození vrchní části habitu rostliny. Na obrázku je vidět, jak krupobití způsobilo zlomení vrchních částí rostlin v okamžiku růstu pazochů. Tímto poškozením byl následný růst do potřebné výšky velmi ztížen, stejně jako růst dalších pazochů, jelikož byly poškozeny i listy ve vrchní části rostliny. Pro chmelovou rostlinu z produkčního pohledu je přitom vrchní část tou nejpodstatnější, jelikož právě na ní se objevuje největší množství chmelových hlávek.

Obrázek 4.4 následně obsahuje detailní pohled na tuto vrchní část rostliny, ze kterého je patrné ulámaní vysokého procenta nových listů či již vyrůstajících pazochů.

Z obrázku 4.5 je naopak patrné množství úlomků rostlin v meziřadí a celkové poškození habitu rostlin v celé výšce rostliny. Procento ulámaných částí není sice tak vysoké jako ve vrchních částech rostliny, ale také je velmi podstatné a v konečném důsledku velmi znatelné. Rostliny se nacházely ve fázi vývoje, kdy i nižší vrstvy začaly být mohutnější z důvodu účinnějších fotosyntetických reakcí. Nyní je však meziřadí zjevně prázdné a dochází tedy k neefektivnímu využívání půdní plochy.





**Obrázek 4.4: Detail poškození vrchní části habitu rostliny v den události.**



**Obrázek 4.5: Pohled do meziřadí poškozené kultury v den události.**



**Obrázek 4.6: Pohled na habitus rostliny v době sklizně.**

Obrázek 4.6 ukazuje naprosto nepřírozený habitus rostliny v době sklizně, kdy rostliny nedosahovaly vrcholu chmelniční konstrukce, avšak zmohutněly ve výšce, které dosahovaly v době bouřky, a tedy v době, kdy došlo k ulámání vrcholků rostliny. Kromě nižšího výnosu měl tento habitus vliv i na sklizňové procesy, které byly komplikované (nerovnoměrné zaplnění česačky chmele či například nerovnoměrné zatížení vozů při převozu na česačku).

Z obrázku 4.7 je naopak patrné že nedošlo k narušení tvaru chmelových hlávek nebo k jejich porušení, jelikož chmelová rostlina se v době bouřky nenacházela ve vývojovém stádiu, ve kterém by k tomuto poškození mohlo dojít. Zasaženo bylo tedy na první pohled pouze množstvím těchto hlávek, popřípadě jejich velikostí, jelikož chmelová rostlina byla po krupobití notně zesláblá a procesy se velmi zpomalily. Vzrůst a zralost chmelových hlávek tedy nebyla v porovnání s jinými roky jednotná. Chmelové hlávky však nebyly fyzicky porušené a ulámané.





Obrázek 4.7: Chmelové hlávky v době sklizně.

#### 4.2.4 Vyhodnocení polního pokusu

Polní pokus byl vyhodnocen ve spolupráci s Laboratoří Postoloprty s.r.o. Tím bylo vyhodnocení provedeno v souladu s veškerými požadavky na objektivitu takového pokusu.

Pokus byl vyhodnocen v rámci sčesání reprezentativního vzorku zelených chmelových hlávek ve výšce přibližně 5 metrů. U takto sčesaných chmelových hlávek proběhlo laboratorně vyhodnocení obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin. Pro zajištění správného vyhodnocení byl kontrolně vyhodnocován i obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin u sušených chmelových hlávek. Jelikož bylo sušení prováděno v technologii komorové sušárny byly vzorky odebrány na více místech sušárny, vždy však za dostatečného zajištění původu vzorku. Možnost smísení chmelových hlávek z chmelnice, kde byl aplikován NanoFYT Si a chmelových hlávek z chmelnice, na kterou aplikován NanoFYT Si nebyl, byla tímto postupem minimalizována.

V případě vyhodnocení čerstvých chmelových hlávek byly odebrány vzorky ze 4 míst chmelnice, kde byl aplikován přípravek NanoFYT Si a 3 vzorků ze chmelnice na kterou NanoFyt Si aplikován nebyl. Zároveň byl odebrán další vzorek z chmelnice jiné, tedy chmelnice, bez aplikace přípravku NanoFYT Si, avšak z chmelnice, která bezprostředně nesousedí s chmelnicí, kde byl aplikován přípravek NanoFYT Si.

V případě vyhodnocení sušených chmelových hlávek byly odebrány celkem 2 vzorky. Jeden se sušenými chmelovými hlávkami, na něž byl aplikován přípravek Na-

noFYT Si a jeden se sušenými chmelovými hlávkami, na které nebyl aplikován přípravek NanoFYT Si. Vzorky byly odebrány z komorové sušárny, kde probíhalo sušení chmelových hlávek a kde se také sušené chmelové hlávky skladovaly podle chmelnic, na kterých byly vypěstovány. Byly tedy dodrženy veškeré pracovní postupy, které zabraňovaly potenciálnímu smísení vzorků, jaké provozní podmínky dovolily.

## PŘEDSKLIZŇOVÉ VÝSLEDKY ROZBORU CHMELOVÝCH HLÁVEK STANOVENÍ KH - alfa hořkých kyselin

Zákazník:

Mlýnský statek s.r.o.  
Mlý 1  
270 54 Řevničov

Datum příjmu vzorku: 23.8.2021  
Datum odběru vzorku: 23.8.2021

Vzorkoval: dodal zákazník  
Místo odběru: -

č. vz.:	označení:		KH (%) ve 100% sušině	KH (%) při vlhkosti 10 %
R - 7150	1	Meristém	3,9	3,5
R - 7151	2	Meristém	4,4	4,0
R - 7152	3	Meristém	3,5	3,2
R - 7153	4	Meristém	3,4	3,1
R - 7154	5	Meristém	4,3	3,9
R - 7155	6	Meristém	3,2	2,9
R - 7156	7	Meristém	3,2	2,8
R - 7157	8	Meristém	3,4	3,0
R - 7158	9	Meristém	4,2	3,7
R - 7159	10	Meristém	3,6	3,2

Hodnoty platí pro dodaný vzorek.

Orientační předsklizňové výsledky rozboru zeleného chmele jsou uvedeny ve 100%-ní sušině a zároveň pro lepší orientaci vyjádřeny v původní hmotě platné pro suchý chmel (vlhkost cca 10%). Při vzorkování chmele pracovníky ZOL je odběr hlávek proveden ve výšce cca 5 m (standardní výška pro porovnání a hodnocení KH).

Zkoušky byly provedeny od 23.8.2021 do 24.8.2021  
Datum vyhotovení protokolu: 24.8.2021

Ing. Adamec Jan  
agronom specialista

**Obrázek 4.8: Vyhodnocení obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin ve vzorcích čerstvého chmele.**

---

**PŘEDSKLIZŇOVÉ VÝSLEDKY ROZBORU CHMELOVÝCH HLÁVEK**  
**STANOVENÍ KH - alfa hořkých kyselin**

Zákazník:

Milský statek s.r.o.  
Milý 1  
270 54 Řevničov

Datum příjmu vzorku: 2.9.2021  
Datum odběru vzorku: -

Vzorkoval: dodal zákazník  
Místo odběru: -

č. vz.:	označení:	KH (%) ve 100% sušině	KH (%) při vlhkosti 10 %
R - 7336	1 klasika	3,5	3,1
R - 7337	2 klasika	2,8	2,5

Hodnoty platí pro dodaný vzorek.

Orientační předsklizňové výsledky rozboru zeleného chmele jsou uvedeny ve 100%-ní sušině a zároveň pro lepší orientaci vyjádřeny v původní hmotě platné pro suchý chmel (vlhkost cca 10%).  
Při vzorkování chmele pracovníky ZOL je odběr hlávek proveden ve výšce cca 5 m (standardní výška pro porovnání a hodnocení KH).

Zkoušky byly provedeny od 2.9.2021 do 3.9.2021  
Datum vyhotovení protokolu: 3.9.2021

Ing. Adamec Jan  
agronom specialista

**Obrázek 4.9: Vyhodnocení obsahu  $\alpha$ -hořkých kyselin ve vzorcích sušeného chmele.**



**Obrázek 4.10: Místa odběru vzorků.**

V archu, ve kterém je znázorněno vyhodnocení chemického rozboru zelených chmelových hlávek, mají vzorky s přípravkem NanoFYT Si čísla 4, 5, 6 a 7. Konkrétní místa odběrů jsou zaznamenána na mapce vytvořené z rozhraní LPIS. Tuto mapku obsahuje obrázek 4.10.

Z výsledků je tedy patrné, že v daném pokusu byl obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin, v průměru zkoumaných vzorků při 10 % sušiny u chmelového produktu bez aplikace přípravku NanoFyt Si, 3,45 a u chmelového produktu s aplikací přípravku NanoFYT Si 3,18. V případě vzorků suchého chmelového produktu bylo při vlhkosti 10 % naměřeno procento  $\alpha$ -hořkých kyselin, u vzorku chmelového produktu bez aplikace NanoFyt Si, 3,1 a u vzorku chmelového produktu s aplikací přípravku NanoFYT Si 2,5. V daném polním pokusu se tedy vyskytla spíše záporná korelace a lze tedy uzavřít, že hypotéza polního pokusu nebyla potvrzena.



---

Pro vyšší míru vypovídající hodnoty by však bylo zapotřebí pokus zopakovat v následujících letech. Tento pokus je totiž velmi ovlivněn provozními podmínkami a pro eliminování tohoto faktoru by bylo zapotřebí pokus zopakovat v příznivějších, a hlavně vyrovnanějších podmínkách. Víceletost pokusu by pak přinesla objektivnější výstup než pokus jednoletý.

Je možné že k záporným výsledkům pokusu přispěly nevhodné externí faktory, kterými v daném případě byly zejména lokální bouřky, které vedly k enormnímu stresu chmelových rostlin. Ten mohl mít velmi individuální dopad a mnohdy často zcela devastující následky. Jiné faktory, které by záporně ovlivnily daný polní pokus však nebyly přítomny, jelikož na chmel otáčivý s aplikací přípravku Nan-FYT Si a na chmel otáčivý bez postřiku přípravkem NanoFYT Si byly aplikovány stejné dávky hnojiv i přípravků na ochranu rostlin. Oba zkoumané pozemky spolu přitom přímo sousedí a vliv externích faktorů byl tedy přibližně stejný, stejně jako půdní vlastnosti. Vzorky byly odebrány v dostatečné vzdálenosti a v dostatečných rozestupech v rámci jednotlivých chmelnic a je tedy minimalizována možnost, že by došlo k chybám při aplikaci přípravku.

---

## 5 Diskuse

Jak uvádí E. Epstein (2009), tak doplňování křemíku do rostlin bylo po dlouhou dobu přehlíženo. Spekulovalo se, zda je vůbec rostlina schopna přijmout křemík a pokud ano, tak jaký účinek tento prvek v rostlině vyvolá. První pokusy byly E. Epsteinem prováděny na kultuře pšenice seté v roce 1999. Při těchto pokusech bylo zjištěno, že rostlina přijímá křemík ve formě roztoku  $\text{SiO}_2$ . Křemík rostliny v pevné formě nepřijímají nebo přijímají ve stopovém množství. V průběhu následujících let bylo zjištěno, že při přijímání křemíku je rostlina odolnější vůči stresu. Ostatně i výrobce přípravku NanoFYT Si uvádí tento kladný vliv na pěstované polní plodiny. Z této skutečnosti vycházela i hypotéza provedeného polního pokusu. Polní pokus však předvídal optimální či lépe řečeno normální míru stresu. Předpokladem bylo, že na rostlinu bude působit stres v podobě sucha, či vlhka a nadměrného množství plísňových chorob, jak je u této plodiny běžné.

E. Epstein (2009) ostatně také mluví o stresu způsobeném plísňovými chorobami, či špatnou mírou vláhy. Provedl přitom pokus na plodinách jako je okurka nebo rýže setá. U těchto plodin sledoval kladnou korelaci s přidaným křemíkem a kvalitou produktu a výnosem. Je však třeba podotknout, že chmel otáčivý má odlišné vlastnosti a bylo by zapotřebí srovnávat s plodinou, která je anatomicky blíže chmelu otáčivému než například obilnina rýže.

Pokusy na konopí setém, rostlině ze stejné taxonomické skupiny, tedy čeledi konopovitých, jako je chmel otáčivý, provedl Berni et al. (2019). Autoři uvádí, že u konopí setého na úrovni genů nebyly pozorovány žádné statisticky významné rozdíly v expresi genů souvisejících se stresem. Bylo však potvrzeno, že částice křemíku byly akumulovány v listech rostlin a způsobovaly pozitivní reakci na stres způsobený solnými roztoky. Studie uzavírá, že by křemík mohl zlepšovat vlastnosti konopí, které se pěstuje v nepříznivých podmínkách. Tato studie však neřeší problematiku mechanického poškození nebo jiných stresových situací. Pokud by navíc skutečně akumuloval chmel otáčivý křemík v listech, obdobně jako konopí, tak by v průběhu provedeného pokusu jistě došlo k velkým ztrátám tohoto prvku. Tyto ztráty by byly způsobeny právě mechanickým poškozením, které se stalo po aplikaci obou dávek přípravku NanoFYT Si. Listy byly z rostlin ve velké míře kroupami odstraněny a stres mohl působit v té míře, že ani pozitivní vliv křemíku chmelovým rostlinám nepomohl či dokonce způsobil zápornou korelaci.

---

S jinými druhy stresových podnětů pracují ve své práci Coskun et al. (2018). Uvádí i další abiotické druhy stresu, na které působí křemík kladně. Uvádí například radiaci, teplotu, slanost půdy, nedostatek kyslíku, nedostatek potřebných prvků, či toxicitu. Studie však pracuje s jinými typy rostlin, než je chmel otáčivý, a to primárně s obilninami. Studie však uvádí, že pro velkou část stresových situací není zatím jednoznačně zřejmé zdůvodnění, jakým způsobem křemík kladně na rostliny působí. Není tedy zřejmé, jestli působí ve své aktivní formě či nepřímo snížením reaktivních forem kyslíku a nahrazením křemičitanovými formami. S touto skutečností pracují ve svém díle také Mostofa, G. M. et al. (2021). Ti však dodávají, že aktivní působení křemíku je v dnešní době spíše velkým otazníkem a je jen otázkou, zda vůbec nějakou aktivní formou působí. Vliv pasivní funkce křemičitanů je však v dnešní době prý velmi jednoznačný. S výše uvedenými nejistotami se dá souhlasit i ve sledovaném pokusu. Vzhledem k polním podmínkám a podmínkám v běžném provozu byly sledovány čistě sekundární projevy a nebyly provedeny průběžné rozbory rostlin, stejně jako nebylo provedeno sledování působení křemíku na buněčné a molekulové úrovni. Takové provedení by bylo časově náročnější, jelikož by vyžadovalo sledování ve více letech, z důvodu odlišných forem stresu v daných letech. Zároveň by byl pokus výrazně nákladnější a vyžadoval by laboratorní techniku, která nebyla k provedení dostupná. Relevantní by bylo zkoumat vliv na stres způsobený plísňovými chorobami, jelikož chmel je náchylný k podléhání plísňovým chorobám. Takový pokus by však vyžadoval více druhů vzorků a ideálně izolované prostředí, aby na chmel nepůsobily jiné stresové faktory. Pro lepší zvolení aplikace křemíkových hnojiv by bylo zapotřebí nejprve zjistit, jakou formou na rostliny chmele otáčivého křemík působí a tedy, zda má u těchto rostlin potenciál způsobit ekonomicky zajímavé zlepšení vlastností jako u plodin jiných.

S mechanickou formou stresu pracovali Yoon-Ha Kim et al. (2014) na rýži seté. Pozitivní vliv křemíku je dle studie připisován zejména kladnému působení na hormony, které regulují stres v rostlině a zajišťují její obranyschopnost. Mechanické poškození však bylo v daném případě způsobováno v nižší míře a po delší čas než ve zkoumaném případě. Je tedy možné, že rostliny měly více času se stresové situaci přizpůsobit a křemík jim v tom byl nápomocný. Ve zkoumaném případě však přišel stresový faktor jednorázově a ve velké míře. Pokusy navíc nejsou srovnatelné pro odlišnost rostlin. I kvůli tomu by tedy bylo nutné polní pokus opakovat. Opakování by mělo

---

být provedeno i v jiných stresových situacích, ideálně také v izolovaném prostředí, aby byly závěry přenositelné.

---

## 6 Závěr

Práce si kladla za cíl popsat základní pěstební postupy a faktory, které ovlivňují kvalitu chmelového produktu s důrazem na jeho využití. Dalším z cílů práce byla snaha na základě těchto poznatků o optimalizaci technologie pěstování chmele otáčivého. Dále bylo cílem provést polní pokus aplikováním přípravku NanoFYT Si na pěstovanou kulturu chmele otáčivého. Hypotéza byla, že přípravek bude kladně působit na kvalitu pěstovaného produktu.

V části literární rešerše je popsána základní charakteristika a botanické zařazení chmele otáčivého. Dále jsou popsány základní hrozby pro chmel otáčivý, tedy chmelové choroby a škůdci, kteří mohou chmelovou rostlinu poškozovat, spolu s možným řešením těchto potenciálních hrozeb. V literární rešerši jsou rovněž části popisující základní pěstební postupy a pěstitelské zásahy, které na chmelovou rostlinu působí kladně. Zejména pak část věnovaná hnojení chmelových rostlin a část věnovaná agro-technice.

Na základě literární rešerše jsou pak v praktické části popsána doporučení pro pěstování chmele otáčivého. Dodržováním těchto doporučení je možné pozitivně ovlivnit kvalitu chmelového produktu.

Při provedení polního pokusu nebyla potvrzena hypotéza. Přípravek NanoFYT Si obsahující stabilizované nanočástice  $\text{SiO}_2$  nezpůsobil zvýšení kvality chmelového produktu. Polní pokus byl však narušen krupobitím, a tedy enormní stresovou zátěží. Pro objektivní přenositelnost by bylo zapotřebí pokus opakovat.

Lze však uzavřít, že cíle práce byly splněny a práce obsáhla základní poznatky o pěstování chmele otáčivého, se zaměřením na ovlivnění kvality produktu pro jeho využití. Polní pokus byl proveden a náležitě objektivně vyhodnocen, nicméně bohužel byl narušen externími faktory.

---

## Seznam použité literatury

Altová, M. (2021). Chmelařství v České republice. In: Altová, M., *Situační a výhledová zpráva chmel, pivo*. Ministerstvu zemědělství, Praha, pp. 27-58. ISBN 978-80-7434-631-6.

Berni, B. et al. (2020). Silicon-induced mitigatory effects in salt-stressed hemp leaves. *Physiologia Plantarum*, 171(4):476-482.

Coskun, D. et al. (2019). The controversies of silicon's role in plant biology. *New Phytologist*, 221(2019):67-85.

Epstein, E. (2009). Silicon: its manifold roles in plants. *Annals of Applied Biology*, 155(2):155-160.

Guiomar, L. S. L. (2020). *Evaluation of Humulus lupulus L. Therapeutic Properties for the Treatment of Skin Diseases*. Disertační práce, University of Beira Interior, Faculty of Health Sciences.

Guppy, J. C. a Harcourt, D. G. (1990). Seasonal history and behavior of the alfalfa snout beetle, *Otiorhynchus ligustici* (Coleoptera: Curculionidae), in Eastern Ontario. *Proceedings of the Entomological Society of Ontario*, 125(14):61-69.

Hluchý, M. (2021). Efekty ozelenění meziřadí trvalých kultur (vinic a chmelnic) bylinnou vegetací. *Chmelařství*, 94(6-7):81-83.

Chládek, L. (2007). *Pivovarnictví*. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-1616-9.

Janča, J. a Zentrich, A. J. (1999). *Herbář léčivých rostlin, 2 E-K*. Eminent, Praha. ISBN 978-80-7281-368-1.

Ježek, J. a Klapal, I. (2018). Stanoviska obchodníků s chmelem k (ne)používání pomocných látek ve chmelu. In: *Seminář k agrotechnice chmele, Sborník přednášek a příspěvků ze semináře konaného dne 28.2.2018*. Chmelařský institut s.r.o., Žatec, pp. 65-68. ISBN 978-80-86836-21-8.

Ježek, J. et al. (2012). Ekologické pěstování chmele v České republice a ve světě. *Kvasný průmysl*, 58(10):294-302.

Ježek, J. et al. (2015). *Příručka pro pěstitele chmele-CHMEL 2015*. Chmelařský institut s.r.o., Žatec. ISBN 978-80-86836-98-0.

---

---

Kim, Y. H. (2014). Regulation of jasmonic acid biosynthesis by silicon application during physical injury to *Oryza sativa* L. *Journal of plant research*, 127(4):525-532.

Klas, Š. (2019). *Vliv hnojení na výnos chmele*. Bakalářská práce, Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů.

Korpelainen, H. a Pietilainen, M. (2021). Hop (*Humulus lupulus* L.): Traditional and Present Use, and Future Potential. *Economic botany*, 75(3-4):304-322.

Krištín, J. et al. (1980). *Rostlinná výroba*. 2. vydání. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Krofta, K. a Ježek, J. (2020). Chmel v doplňku stravy MENOPRIMA BELLA® pro menopauzální komfort. In: *Seminář k agrotechnice chmele, Sborník přednášek a příspěvků ze semináře konaného dne 20.2.2020*. Chmelařský institut s.r.o., Žatec, pp. 293-295. ISBN 978-80-86836-40-9.

Krofta, K. et al. (2017). *Hodnocení kvalitativních parametrů chmele při sušení a stárnutí*. Chmelařský institut s.r.o., Žatec. ISBN 978-80-86836-16-4.

Krofta, K. et al. (2019). Kazbek – The First Czech Aroma “Flavor Hops” Variety: Characteristics and Utilization. *Kvasný průmysl*, 65(2):72-83.

Martin, J. a Martinová, D. (2014). Léčivé rostliny s hypnotickým a sedativním účinkem. *Praktické lékařství*, 10(6):226-228.

Mařátko, J. a Češka, J. (2018). Zkušenosti s pomocnými látkami u chmele. In: *Seminář k agrotechnice chmele, Sborník přednášek a příspěvků ze semináře konaného dne 28.2.2018*. Chmelařský institut s.r.o., Žatec, pp. 55-63. ISBN 978-80-86836-21-8.

Mostofa, G. M. et al. (2021). Silicon in mitigation of abiotic stress-induced oxidative damage in plants. *Critical Reviews in Biotechnology*, 41(6):918-934.

Nařízení komise (ES) č. 503/2007 ze dne 8. 5. 2007, o zápisu určitých názvů do Rejstříku chráněných označení původu a chráněných zeměpisných označení (Pohořelický kapr (CHOP)– Žatecký chmel (CHOP)– Pomme du Limousin (CHOP)Tome des Bauges (CHOP)).

---

---

Nesvadba, v. a Charvátová, J. (2020). Nové odrůdy chmele registrované v roce 2019. In: *Seminář k agrotechnice chmele, Sborník přednášek a příspěvků ze semináře konaného dne 20.2.2020*. Chmelařský institut s.r.o., Žatec, pp. 163-171. ISBN 978-80-86836-40-9.

Nesvatba, V. et al. (2012). *Atlas českých odrůd chmele*. Chmelařský institut, Žatec. ISBN 978-80-87357-11-8.

Olšovská, J. et al. (2016). Metody pro ověřování autenticity odrůd chmele-účinný nástroj proti falzifikaci. *Kvasný průmysl*, 62(10):294-305.

Patzak J. a Nesvadba V. (2021). Sládek a Premiant-tradiční aromatické hybridní odrůdy nejen pro České pivo (CHZO). In: Kovařík, M. (Eds.), *Český chmel 2021*. Ministerstvu zemědělství, Praha, pp. 23-27. ISBN 978-80-7434-620-0.

Pokorný, J. et al. (2016). *Výstavba, zakládání porostů a agrotechnika chmele pěstovaného v nízké konstrukci*. Petr Svoboda. ISBN 978-80-86836-80-5.

Pokorný, J. a Kozlovský, P. (2019). Pěstování chmele odrůdy PREMIANT na ÚH Stekník In: *Seminář k agrotechnice chmele, Sborník přednášek a příspěvků ze semináře konaného dne 21.2.2019*. Chmelařský institut s.r.o., Žatec, pp. 184-190. ISBN 978-80-86836-28-7.

Pokorný, J. a Kozlovský, P. (2019). Vybraná agrotechnika chmele na ÚH Stekník v roce 2018. In: *Seminář k agrotechnice chmele, Sborník přednášek a příspěvků ze semináře konaného dne 21.2.2019*. Chmelařský institut s.r.o., Žatec, pp. 172-183. ISBN 978-80-86836-28-7.

Pokorný, J. a Kozlovský, P. (2020). Vybraná agrotechnika chmele na ÚH Stekník v roce 2019. In: *Seminář k agrotechnice chmele, Sborník přednášek a příspěvků ze semináře konaného dne 20.2.2020*. Chmelařský institut s.r.o., Žatec, pp. 138-149. ISBN 978-80-86836-40-9.

Rak Cizej, M. a Milevoj, L. (2007). Hop Flea Beetle (*Psylliodes attenuatus* Koch) in Slovenia. In: *International Hop Growers` Convention I.H.G.C.* Hop Research Center Hüll, Wolnzach, pp. 91-94. ISSN 1814-2206.

Rosa, M. et al. (2018). Velkoobjemové nádrže a kapkové závlahy. In: *Seminář k agrotechnice chmele, Sborník přednášek a příspěvků ze semináře konaného dne 28.2.2018*. Chmelařský institut s.r.o., Žatec, pp. 111-116. ISBN 978-80-86836-21-8.

---



---

Roška, C. (2019). Typy chmelových konstrukcí. In: *Seminář k agrotechnice chmele, Sborník přednášek a příspěvků ze semináře konaného dne 21.2.2019*. Chmelařský institut s.r.o., Žatec, pp. 191-197. ISBN 978-80-86836-28-7.

Rybáček, V. (1968). Chmel. In: Stehlík, V. (Eds.). *Naučný slovník zemědělský. 2 E-J*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, pp. 821-840.

Schiller, H. et al. (2009). Sedating effects of *Humulus lupulus* L. extracts. *Zeitschrift für Phytotherapie*, 30(2):58-64.

Slabý, M. et al. (2018). Filtrace piva – review. *Kvasný průmysl*, 64(4):173-184.

Steward, G. G. et al. (2018). *Handbook of brewing*. 3. vydání. CRC Press, Boca Raton ISBN 978-1-4987-5191-9.

Šnobl, J. (2003). Chmel. In: Pulkrábek J. a Capouchová I. (Eds.). *Speciální fytotechnika*. Česká zemědělská univerzita, Praha, pp. 118-125. ISBN 80-213-1020-0.

Vent, L. et al. (2019). *Chmelařství: organizace a technologie velkovýroby*. 2. vydání jako reprint 1. vydání z roku 1963. Agrosience spol. s r.o., Kněžves. ISBN 978-80-906121-5-0.

Vostřel, J. (2018). Ochrana chmele v ekologickém zemědělství. In: *Seminář k agrotechnice chmele, Sborník přednášek a příspěvků ze semináře konaného dne 28.2.2018*. Chmelařský institut s.r.o., Žatec, pp. 174-177. ISBN 978-80-86836-21-8.

Vostřel, J. et al. (2022). *Metodika ochrany chmele 2022*. Chmelařský institut s.r.o., Žatec. ISBN 978-80-86836-50-8.

Vostřel, J. et al. (2010). *Metodika ochrany chmele proti dřepčíku chmelovému*. Chmelařský institut s.r.o., Žatec. ISBN 978-80-87357-05-7.

Zákon č. 97/1996 Sb., zákon o ochraně chmele.

Zugravu, C. et al. (2022). Antioxidants in Hops: Bioavailability, Health Effects and Perspectives for New Products. *Antioxidants*, 11(2):241.

---

---

### **Elektronické zdroje:**

AGRA, (2021). *Pomocný přípravek NanoFYT Si*. [online] [cit. 12.9.2021]. Dostupné z: <https://www.agra.cz/agrodivize/produkty/ostatni-produkty/nanofyt-si/>

Bohemia GIFTS, (2022). *Botanica pivní kosmetika*. [online] [cit. 30.3.2022]. Dostupné z: <https://bohemiagifts.cz/k/kosmetika-kategorie/botanica-bohemia/botanica-pivni-kosmetika/>

Bohemia Hop, (2022). Odrůdy chmele. [online] [cit. 6.4.2022]. Dostupné z: <http://www.bohemiahop.cz/cz/odrudy-chmele>

eAGRI, (2022). *Aktuální plochy chmelnic v České republice*. [online] [cit. 21.1.2022]. Dostupné z: [https://eagri.cz/public/web/ukzuz/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2021\\_aktualni-plochy-chmelnic-v-CR.html](https://eagri.cz/public/web/ukzuz/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2021_aktualni-plochy-chmelnic-v-CR.html)

eAGRI, (2022). *Registr přípravků na ochranu rostlin*. [online] [cit. 28.3.2022]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/>

HOP Products, (2021). *Saaz Special*. [online] [cit. 16.10.2021]. Dostupné z: <http://www.hopproducts.cz/varieties/variete/28>

HOP Products, (2021). *Žatecký poloraný červeňák*. [online] [cit. 16.10.2021]. Dostupné z: <http://www.hopproducts.cz/varieties/variete/1>

Chmelařský institut Žatec, (2022). *Dynamika tvorby alfa kyselin v hlávkách ŽPČ před sklizní*. [online] [cit. 30.3.2022]. Dostupné z: <https://www.chizatec.cz/predskliznove-odbery/?arc=291&back=1>

Lékárna.cz, (2022). *MedPharma Meduňka+chmel+kozlík cps.37*. [online] [cit. 30.3.2022]. Dostupné z: <https://www.lekarna.cz/medpharma-medunka-chmel-kozlik-cps-37/>

Lékárna.cz, (2022). *SALVIA PARADISE Chmel otáčivý AF tinktura 50 ml*. [online] [cit. 30.3.2022]. Dostupné z: <https://www.lekarna.cz/salvia-paradise-chmel-otacivy-af-tinktura-50-ml/>

eAGRI, (2021). *Veřejný registr půdy-LPIS*. [online] [cit. 30.3.2022]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>

MANUFAKTURA, (2022). *Pivní kosmetika*. [online] [cit. 30.3.2022]. Dostupné z: <https://manufaktura.cz/katalog/1987/pivni-kosmetika/>

---

---

## Seznam obrázků

Obrázek 2.1: Odrůda Žatecký poloraný červeňák (Bohemia Hop, 2022).....	9
Obrázek 2.2: Odrůda Sládek (Bohemia Hop, 2022). .....	10
Obrázek 2.3: Odrůda Kazbek (Bohemia Hop, 2022). .....	10
Obrázek 2.4: Odrůda Premiant (Bohemia Hop, 2022).....	11
Obrázek 2.5: Odrůda Agnus (Bohemia Hop, 2022).....	12
Obrázek 2.6: Odrůda Saaz late (Bohemia Hop, 2022).....	12
Obrázek 2.7: Odrůda Saaz special (HOP Products, 2021).....	13
Obrázek 2.8: Výsledky analýzy půdy. ....	23
Obrázek 2.9: Doporučení stanovená na základě chemického analýzy půdy. ....	24
Obrázek 2.10: Výsledky listové analýzy s doporučením aplikace hnojiv. ....	25
Obrázek 2.11: Dynamika tvorby $\alpha$ -hořkých kyselin v Žateckém poloraném červeňáku (Chmelařský institut Žatec, 2022).....	29
Obrázek 4.1: Rozpis pro obsluhu postřikovače ze dne 1.7.2021. ....	36
Obrázek 4.2: Rozpis pro obsluhu postřikovače ze dne 21.7.2021. ....	37
Obrázek 4.3: Poškození vrchní části habitu rostliny v den události. ....	38
Obrázek 4.4: Detail poškození vrchní části habitu rostliny v den události. ....	39
Obrázek 4.5: Pohled do meziřadí poškozené kultury v den události. ....	39
Obrázek 4.6: Pohled na habitus rostliny v době sklizně. ....	40
Obrázek 4.7: Chmelové hlávky v době sklizně.....	41
Obrázek 4.8: Vyhodnocení obsahu $\alpha$ -hořkých kyselin ve vzorcích čerstvého chmele. ....	42
Obrázek 4.9: Vyhodnocení obsahu $\alpha$ -hořkých kyselin ve vzorcích sušeného chmele. ....	43
Obrázek 4.10: Místa odběru vzorků.....	44

---