

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a rostlinné produkce**



**Česká zemědělská  
univerzita v Praze**

**Vplyv ozelenenia medziradia chmeľnice na kvalitu  
chmeľových hlávok**

**Bakalárska práca**

**Autor práce: Matej Žucha**

**Obor štúdia: Kvalita produkce (ATZK)**

**Vedúci práce: Ing. Pavel Procházka, Ph.D.**

**© 2021 ČZU v Prahe**

## Čestné vyhlásenie

Vyhlasujem, že som svoju bakalársku prácu „Vplyv ozelenenia medziradia chmeľnice na kvalitu chmeľových hlávok“ vypracoval samostatne pod vedením vedúceho bakalárskej práce a s použitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú citované v práci a uvedené v zozname literatúry na konci práce. Ako autor bakalárskej práce ďalej vyhlasujem, že som v súvislosti s jej vytvorením neporušil autorské práva tretích osôb.

V Prahe dňa 3.5.2021

---

## **Pod'akovanie**

Rád by som sa touto cestou poďakoval vedúcemu mojej práce, Ing. Pavlovi Prochádzkovi, Ph.D. za jeho pomoc, ochotu a rady, ktoré boli vždy veľmi užitočné a nápomocné, hlavne počas tejto náročnej doby. Taktiež by som chcel veľmi pekne poďakovať všetkým, ktorí sa podieľali či už na prevedení poľných pokusov, alebo na laboratórnej práci. Nakoniec jedno obrovské ďakujem patrí mojej rodine za neustálu podporu a lásku počas celého môjho štúdia.

# Vplyv ozelenenia medziradia chmeľnice na kvalitu chmeľových hlávok

## Súhrn

Snaha o zvýšenie udržateľnosti moderného poľnohospodárstva vyžaduje úpravu zavedených pracovných postupov so zámerom využitia bežne sa vyskytujúcich interakcií v prírode. Cieľom tejto práce bolo sledovať vplyv vybraných pomocných plodín (podsevov) vysadených v medziradi chmeľníc na kvalitu hlavnej priemyselnej plodiny - chmeľových hlávok. Výsledky sme získavali porovnaním dvoch pokusných variant podsevov. Úhor, mechanicky kultivovaná plocha bez alebo s minimálnym porastom bola porovnávaná s výsevom pomocnej plodiny, ktorá je schopná vytvárať udržateľné životné prostredie eliminovaním negatívnych dopadov poľnohospodárstva. V našom prípade bola ako pomocná plodina použitá horčica biela (*Sinapis alba L.*).

Pokusné stanovišťa boli založené na troch územiach, dve v roku 2019 na k.ú. Kozojedy a k.ú. Čínov a tretie v roku 2020 na k.ú. Liběšovice. Obe varianty podsevu boli použité na všetkých troch stanovištiach v troch radoch (opakovaníach). Práca bola zameraná na sledovanie parametrov kvality chmeľu, t.j. obsah alfa horkých kyselín. Ďalším sledovaným parametrom bola súvislosť medzi ozelenením medziradia a výnosom suchého chmeľu.

Z výsledkov môžeme konštatovať, že typ podsevu nemal významný vplyv na zmenu podielu alfa horkých kyselín, ani výrazne nepozmenil výnosnosť chmeľových šišťíc. Pre sledované parametre sme zaznamenali veľmi porovnateľné výsledky, a to nielen pre porovnanie typov podsevu, ale i stanovišť navzájom. Výraznú výnimku sme ale zaznamenali v lokalite Čínov, kde sme pre chmeľ s horčičným podsevom zaznamenali zvýšený podiel alfa horkých kyselín o 12 % a čiastočne nižší výnos chmeľu. Aj napriek nie plne jednoznačným výsledkom je stále možné očakávať, že prítomnosť pomocnej plodiny má obecné pozitívny dopad na svoje okolie, ktoré sa prejaví zrejme až pri opakovanom výseve.

**Kľúčové slová:** chmeľ, chmeľová hlávka, horčica biela, pomocná plodina, udržateľnosť

# Influence of sub-crops between hop rows and the quality of cones

## Summary

The incentive to promote sustainability of modern agriculture focuses on the adjustment of the already established procedures by including interactions freely found in the nature. The aim of this bachelor thesis was to monitor the influence co-planting of selected sub-crops have on the quality of main crop – hop cones. Two experimental variants were selected for comparison of the in-between hop rows cultivation. The first variant was fallow, what is a mechanically cultivated soil with no or minimal vegetation. For the second variant a sub-crop of choice (white mustard *Sinapis alba L.*) was used.

The experiments took place on three territories, two in the year 2019 in the area Kozojedy and Čínov and in the year 2020 in the area Liběšovice. Each territory was subjected to both experimental conditions, each condition performed in three rows of hop crops. Our work focused mainly on the hop quality parameters ( $\alpha$ -acid contents), but the total production yield of dry hop cones was also monitored.

Based on the results we comment that the presence of sub-crops did not have substantial influence on neither the  $\alpha$ -acid contents or the dry hop yields. The results were very similar across the territories, with exception of Čínov area, where hop yields were lower, but the hops contained on average 12 % higher  $\alpha$ -acid content than for the other territories. Although the results may appear inconclusive, it is still reasonably expected that the positives of sub-crop presence come into effect with its repeated sowing.

**Keywords:** hop, hop cone, white mustard, sub-crop, sustainability

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Cieľ práce</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Literárna rešerš</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>Chmeľ obyčajný</b>	<b>10</b>
<b>3.2</b>	<b>Morfológia rastliny chmeľu</b>	<b>11</b>
3.2.1	Koreňová sústava	11
3.2.2	Podzemné orgány byle (babka)	13
3.2.3	Nadzemné vegetatívne orgány	13
3.2.4	Generatívne orgány	15
3.2.5	Chmeľová hlávka	17
3.2.5.1	Látkové zloženie chmeľovej hlávky	17
<b>3.3</b>	<b>Ročný vegetačný cyklus chmeľu</b>	<b>19</b>
<b>3.4</b>	<b>Požiadavky na prostredie</b>	<b>21</b>
<b>3.5</b>	<b>Pestovanie chmeľu v ČR a vo svete</b>	<b>23</b>
3.5.1	Chmeliarske oblasti v ČR	25
3.5.2	České odrody chmeľu	26
3.5.2.1	Žatecký poloraný červeňák	27
3.5.2.2	Sládek	28
3.5.2.3	Premiant	29
<b>3.6</b>	<b>Pomocné plodiny v chmeľnici</b>	<b>29</b>
3.6.1	Vplyv podplodín v chmeľniciach	31
3.6.2	Podplodiny čeľade kapustovité	32
3.6.2.1	Horčica ( <i>Sinapis</i> )	33
<b>4</b>	<b>Metodika</b>	<b>36</b>
<b>4.1</b>	<b>Pokusné stanovište Kozojedy</b>	<b>36</b>
4.1.1	Základné informácie o stanovišti Kozojedy (2019)	36
4.1.2	Agrotechnika	37
<b>4.2</b>	<b>Pokusné stanovište Čínov</b>	<b>38</b>
4.2.1	Základné informácie o stanovišti Čínov (2019)	38
4.2.2	Agrotechnika	39
<b>4.3</b>	<b>Pokusné stanovište Liběšovice</b>	<b>40</b>
4.3.1	Základné informácie o stanovišti Liběšovice (2020)	40
4.3.2	Agrotechnika	41
<b>4.4</b>	<b>Pestovateľský rok 2018/2019</b>	<b>42</b>
<b>4.5</b>	<b>Pestovateľský rok 2019/2020</b>	<b>43</b>

4.6	Organizácia pokusov.....	44
5	Výsledky.....	49
5.1	Pokusné stanovište Kozojedy .....	49
5.2	Pokusné stanovište Čínov .....	50
5.3	Pokusné stanovište Liběšovice .....	51
6	Diskusia.....	53
7	Záver .....	55
8	Bibliografia .....	56

# 1 Úvod

Chmeľ je súčasťou prírody tejto planéty už po dlhé tisícročia. Ľudia preň vynašli viaceré využitia, avšak v najhlavnejšom zastúpení práve v pivovarníckom priemysle. Varenie piva siaha hlboko do histórie, keď sa už v dávnej Mezopotámii pestovali obilniny na výrobu chleba, ale taktiež aj na výrobu kvasených nápojov (Basarova et al. 2010).

Z počiatku sa na výrobu piva používal divoko rastúci chmeľ a jeho kultúrne pestovanie prišlo až o niekoľko storočí neskôr. Pivovarníctvo časom prešlo z domácej výroby, cez remeselnú výrobu až po priemyslovú (Vent et al. 1963). Prechod pivovarníctva na priemyslovú výrobu priniesli koncom 18. storočia zabezpečili poznatky o rôznych chemických, biochemických a fyzikálnych procesoch prebiehajúcich pri výrobe piva. Dôležitým sa ukázalo postupné zdokonaľovanie znalostí o mikrobiálnych producentoch – pivovarských kvasinkách (Basarova et al. 2010).

V dnešnej dobe je chmeľ predominantne používaný k výrobe piva. Ostatné produkty, ako napríklad chmeľové palety, extrakty alebo doplnky stravy, predstavujú len malú časť výroby. Na základe týchto tvrdení usudzujeme, že produkcia chmeľu je priamo úmerná celosvetovej konzumácii piva (Remešová a Poláčková, 2018).

Pestovanie chmeľu má v Českej republike dlhú tradíciu a v súčasnosti sa spolu s Nemeckom a Spojenými štátmi americkými radí medzi troch najväčších pestovateľov na svete. Pri rastlinnej výrobe je prospešné využívať systémy na zlepšenie kvality rastliny alebo na zvýšenie jej produkcie. Riešením môže byť využitie pomocných plodín, ktoré predstavujú biotickú intenzifikáciu v rastlinnej výrobe. Porozumenie problematike biologických princípov umožňuje eliminovať negatívne pôsobenie poľnohospodárstva na životné prostredie (Brant et al. 2019a). Dôležitými aspektmi je vhodná práca s pôdou a podporovanie biodiverzity, čím sa napomáha zlepšeniu udržateľnosti produkcie. Prísun organickej hmoty priaznivo ovplyvňuje prebiehajúce fyzikálno-chemicko-biologické procesy rastliny a zlepšuje vlastnosti pôdneho profilu. Výsledkom je prevod živín v pôde do prístupnejších foriem, čím dochádza k zvyšovaniu pôdnej úrodnosti (Badalíková et al. 2016).

Hlavnou úlohou pomocných plodín je zníženie energetickej náročnosti pri pestovaní hlavnej plodiny. Zahŕňa to obmedzenie erózných procesov pôdy a stabilizáciu pôdnej štruktúry spolu s optimalizáciou bilancie organickej hmoty (Brant et al. 2019a). Pomocné plodiny sú využívané nielen na zlepšenie podpovrchových vlastností rastliny a pôdy, ale aj na biologickú reguláciu buriny, chorôb a škodcov. To vedie k zníženiu spotreby pesticídov a ochranných prípravkov. Ako každá inovačná technológia, aj ozelenenie medziradia prináša so sebou isté riziká. Tým najhlavnejším rizikom je konkurencieschopnosť pomocnej plodiny voči plodine hlavnej (Brant et al. 2019a).



## 2 Cieľ práce

Cieľom práce bolo experimentálne stanoviť vplyv ozelenia medziradia horčicou bielou (*Sinapis alba*) na obsah alfa horkých kyselín a výnosnosť chmeľových hlávok. Vedľajším cieľom bolo pripraviť literárnu rešerš, ktorá mala priblížiť základné informácie o chmeli a jeho využití.

## 3 Literárna rešerš

### 3.1 Chmeľ obyčajný

Ludstvo už od svojich počiatkov pretváral okolitú krajinu k svojmu prospechu. Výnimkou neboli ani živé aspekty prírody – živočíšstvo a rastlinstvo. Jednou práve takto úžitkovo podmanenou rastlinou je i chmeľ obyčajný (*Humulus lupulus*). Z taxonomického hľadiska sa chmeľ radí do radu pŕhl'avotvarých a čeľade konopovitých (*Cannabaceae*). Latinský názov má pôvod v staro-germánskom slove *humle*, v preklade znamenajúc *chmeľ* (Zima a Závorka, 2017).

Prvé dochované zmienky o chmeli nachádzame už zo staroveku. Jeho pôvod sa spája s Áziou, konkrétne Mezopotámiou, nížinami Kaukazu a južným Sibírom (Basarova et al. 2010). Z botanického uhla pohľadu je možné sa domnievať, že chmeľ pôvodne pochádza z oblasti terajšej Číny. Iba v tejto oblasti sa prirodzene našli všetky 3 doteraz popísané druhy chmeľu. Okrem chmeľu obyčajného to je aj chmeľ japonský a endemický chmeľ yunnanský (Small, 1980; Neve, 1991).

Chmeľ nachádza svoje hlavné využitie v pivovarníckom priemysle, a to pre svoju typickú chuť a vôňu. Pre výrobu piva sa používajú výhradne samičie chmeľové šišťice. Historické záznamy nám ukazujú, že priekopníkmi vo varení piva boli slovanské kmene, pripravujúc pivný nápoj už pred rokom 1000 p.n.l. Je možné predpokladať, že chmeľ sa získaval najmä z divoko rastúcich rastlín až do 12. storočia (Basarova et al. 2010). Do nápojov sa pridával nielen pre svoju horkosť, ale taktiež ako zdroj konzervačných látok (Behre, 1999). S postupom času sa pre chmeľ začali nachádzať i ďalšie spôsoby využitia. Nemožno opomenúť jeho dôležitosť na lekárske účely, kde našiel využitie vďaka svojím protizápalovým a antiseptickým účinkom (Olsovska et al. 2016; Zanolí a Zavatti, 2008). Záznamy zo 7. – 9. storočia n.l. dokladajú, že chmeľ sa pestoval v kláštoroch spolu s inými bylinami, za účelom prípravy chmeľových extraktov pre liečbu zle sa hojacích rán. Chmeľ sa taktiež aplikoval pri liečbe malomocenstva, chorôb pečene, zápchy, porúch so spánkom, či na nepríjemný zápach nôh (Olsovska et al. 2016).

Chmeľ obyčajný je možné rozdeliť do 5 variet. *Humulus lupulus* var. *neomexicanus* sa vyskytuje alopatricky na západe Severnej Ameriky, presnejšie v oblasti pohoria Kordillery. *Humulus lupulus* var. *pubescens* sa nachádza na území amerického stredozápadu. Vo východnej časti Severnej Ameriky môžeme nájsť dve variety. Prvou je sympratrická *Humulus lupulus* var. *lupuloides*. Druhá je *Humulus lupulus* var. *lupulus*, ktorá zahrňuje polovicu rastlín z tejto oblasti. Pôvod alopatrickej variety *Humulus lupulus* var. *lupulus* nachádzame v Európe. Posledný je *humulus lupulus* var. *cordifolius*, ktorý sa nachádza vo východnej Ázii, najmä v Japonsku (Small, 1978). Rozdiely medzi odrodami nachádzame primárne v morfológických vlastnostiach, ako je napríklad počet lalokov na čepeli listu. Morfológicky i geneticky sú bližšie odrody severoamerické s japonským divým chmeľom, zatiaľ čo s európskym typom vykazujú značné odlišnosti (Neve, 1991).

Európska varieta *lupulus* bola ako prvá odroda oddelená geograficky. Cielovým pestovaním v priebehu času vznikli v Európe dva obecné genotypy aromatického chmeľu. Prvým genotypom bola stredoeurópska skupina starých odrôd, ako je Žatec, Bačka, Spalt alebo Hallertau. Druhým genotypom bola skupina západoeurópskych odrôd, t.j. Fuggl, Elsasser alebo Golding. Následne sa do sveta odroda *lupulus* rozšírila počas európskej kolonizácie, kde sa najmä na americkom kontinente začala krížiť s lokálnou varietou *lupuloides* (Pojar, 2017).

### 3.2 Morfológia rastliny chmeľu

Divoký chmeľ, rastlina obľubujúca vlhké stanovišťa blízko riek, sa prirodzene vyskytuje na územiach Európy, Severnej Ameriky a Ázie (Small, 1978). Chmeľ je pravotočivá, vytrvalá rastlina, ktorá dokáže vydržať na jednom stanovisku aj viac než 20 či 30 rokov. Najvyššiu úžitkovosť rastliny zaznamenávame do veku 15–20 rokov. S vekom úžitkovosť klesá a preto staršie rastliny (tj. nad 20 rokov) dosahujú výnosy približne 70 %. Z úžitkového hľadiska sú pre človeka dôležitejšie samičie rastliny, ktoré tvoria šištice. Opeľovanie šištíc je z hľadiska kvality nežiadúce, aby sa predišlo tvorbe semien. Pri spracovaní chmeľu nadobúdajú oplodnené šištice nepríjemnú chuť a arómu, preto sa v chmeľniciach pestujú výlučne samičie rastliny. V pestovateľskej praxi to znamená, že chmeľ sa rozmnožuje vegetatívnym spôsobom, v tomto prípade použitím sadby (Šroller et al. 1997). Voľne rastúci chmeľ z okolia chmeľníc je plošne odstraňovaný.

Chmeľová rastlina je zložená zo 4 základných orgánových sústav (Rybáček et al. 1980):

- 1) Koreňová sústava,
- 2) Sústava podzemných orgánov byle,
- 3) Sústava nadzemných vegetatívnych orgánov,
- 4) Sústava generatívnych orgánov.

#### 3.2.1 Koreňová sústava

Chmeľ má mohutný koreňový systém, hrajúci dôležitú úlohu pri zásobovaní nadzemných častí rastliny živinami. Je tvorený vertikálne rastúcimi kolovitými koreňmi, horizontálne rastúcimi letnými koreňmi a koreňovými hl'uzami (Obr. 1) (Šimon et al. 1964).

Rastliny chmeľu produkujú trvale vysoko rozvetvený koreňový systém (Wample a Farrar, 1983). Na rozdelenie koreňového systému vplýva kultivačné riadenie riadkov. Neve (1991) upresňuje, že kultivácia riadkov v pravidelne obrábaných pôdach negatívne vplýva na bočný vývoj koreňov. V nekultivovaných systémoch je vrchná pôdna vrstva kolmo zakorenená k osi riadku (Brant et al. 2020a). Poznatky o koreňovom systéme sú nevyhnutné. Vedia zefektívniť hnojenie, zavlažovanie alebo aj obrábanie pôdy (Graf et al. 2014).

Koreňová sústava chmeľu môže dosahovať až 5 m, avšak najhustejšia koreňová sieť sa nachádza do hĺbky 1,8 m pod povrchom. Priestorovo sú korene chmeľu vetvené primárne po

smere riadku. Dĺžka koreňov medzi riadkami nadobúda maximálne 50 cm, zatiaľ čo v smere riadku dosahujú dĺžku 50 cm z oboch strán (Brant et al. 2016).

Kolové korene tvoria základ koreňového systému (Obr. 1), zabezpečujú prúdenie rastlinných štiav a ukladanie zásobných látok. Kolové korene začínajú rásť na jar, rozvetvujú sa a vytvárajú korene až štvrtého rádu. Kolové korene nájdeme na spodnej časti starého dreva a na jednom kme ich je možné nájsť až 20. Začínajú rásť v hĺbke 25–30 cm a rastú kolmo do pôdy, približne do 2–3 m hĺbky (Šimon et al. 1964).

Letné korene, na rozdiel od kolových koreňov, rastú vodorovne až do dĺžky 2,5m. Ich hlavnou funkciou je príjem vody z najvrchnejších vrstiev pôdy. Vyrastajú z nového dreva (Obr.1). Ak letné korene zmenia smer rastu, tak o nich hovoríme ako o koreňoch kolových (Šimon et al. 1964).

Súčasťou koreňového systému sú aj horizontálne byľové orgány, odborné nazývané vlky. V pestovateľských podmienkach sú vlky nežiadúce. Z vlkov by vyrastali nad povrchom zeme ďalšie výhony, z ktorých by sa následne tvorili ďalšie byle (Šnobl et al. 2010). Ich funkciou je vegetatívny spôsob rozmnožovania (Vrzalová, Fric, 1994).

Ku koncu vegetácie sa môžu niektoré kolovité korene abnormálne zväčšovať a tým vznikajú koreňové hľuzy. Koreňové hľuzy slúžia k hromadeniu zásobných látok (škrob a cukor). Po vyčerpaní zásobných látok rastlinou hľuzy odumierajú a nové vznikajú počas ďalšieho vegetačného obdobia na mladších kolovitých koreňoch (Šnobl et al. 2010).



Obrázok 1 Časti koreňovej sústavy chmeľu. 1) odumretá réva; 2) nové drevo; 3) nitkovité koreničky; 4) letné korene; 5) babka; 6) kolové korene. (upravené z [https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/672\\_2019-PSE.pdf](https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/672_2019-PSE.pdf))

### 3.2.2 Podzemné orgány byle (babka)

Hrubá podpovrchová časť koreňa nesie názov babka (Obr. 1). Hlavné funkcie podzemných orgánov byle spočívajú v uchovávaní rastliny a napomáhajú vzniku novej rastliny počas vegetačného rozmnožovania (Vrzalová, Fric, 1994).

Z babky bežne vyrastá 8 až 12 silne rozvetvených hlavných koreňov. Životnosť chmeľovej babky taktiež udáva životnosť chmeľovej rastliny (Vent et al. 1963). Každoročným zarezávaním babky docielime vznik skrátenej internódii, tzv. nové drevo. Z nového dreva v hĺbke 2–10 cm pod povrchom vyrastajú nitkovité koreničky so životnosťou jedného roku (Zima a Závorka, 2017).

Pri dvoj a viacročných rastlinách chmeľu vznikajú na babke postranné horizontálne orgány byle, zvané vlky. Ich výskyt avšak nie je žiadúci. Vlky vyrastajú na úkor rezervných orgánov, ale taktiež môžu spôsobovať nežiadúce rozmnožovanie. Práve z týchto dôvodov sa v pestovateľských podmienkach odstraňujú (Rybáček et al. 1980).

### 3.2.3 Nadzemné vegetatívne orgány

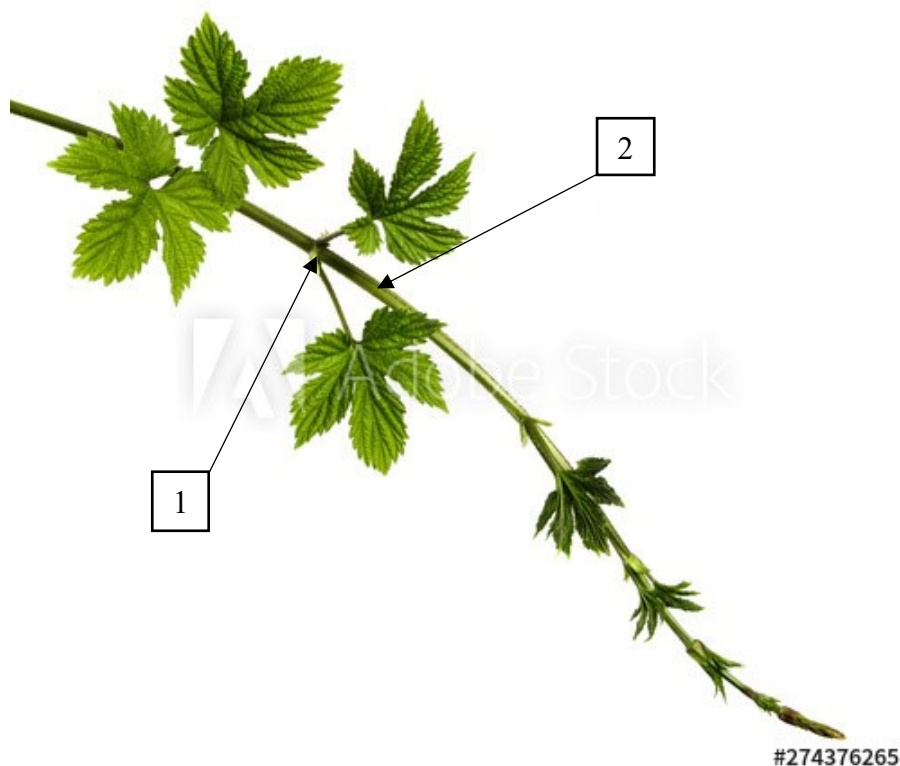
Nadzemná vegetatívna časť rastliny chmeľu zahŕňa révu (byľ), révové listy a pazochy. Réva môže dosahovať výšku 7–8 m a jej hrúbka je 0,7 – 1,3 cm (Šroller et al. 1997). Réva rastie priamo z tzv. nového dreva, z ktorého ich môže vyrastať až niekoľko desiatok (Zima a Závorka, 2017). Na chmeľovod sa avšak spravidla zavádzajú len 3 révy z najvyšších internódii, nakoľko len ony majú schopnosť predlžovania (Šnobl et al. 2010). Prebytočná réva sa odstraňuje.



Obrázok 2 Skremené trichómy chmeľu. Pomocou trichómov sa réva prichytáva na chmeľovod. (prevzaté z [http://agrobiologie.cz/SMEP3/Fytotechnika/fyto/php/skripta/kapitola6fc1.html?titul\\_key=4&idkapitola=181](http://agrobiologie.cz/SMEP3/Fytotechnika/fyto/php/skripta/kapitola6fc1.html?titul_key=4&idkapitola=181))

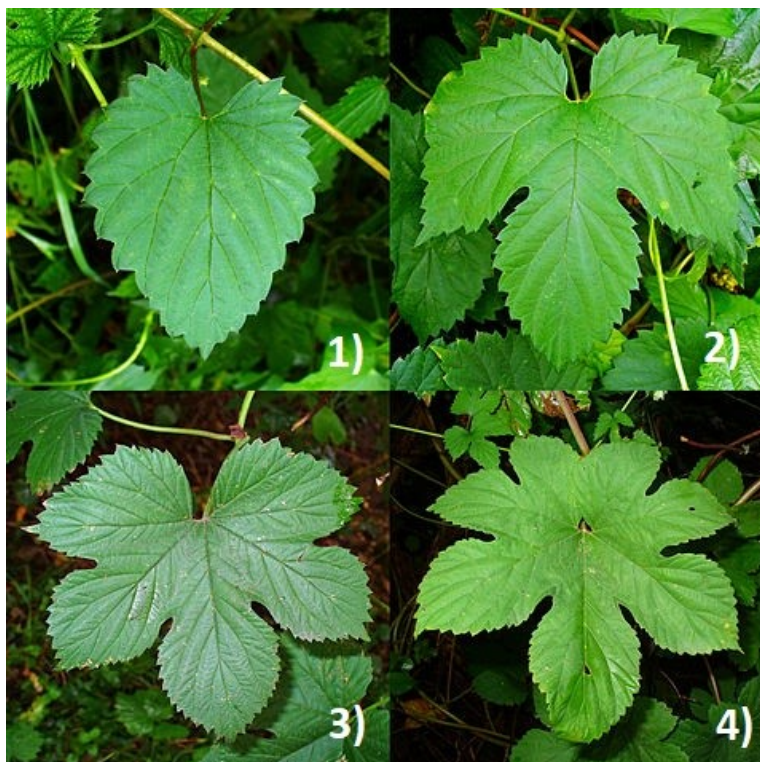
Réva chmeľu môže nadobúdať rôzne sfarbenia závisiace na prítomnosti anthokynu v bunkách primárnej kôry. Podľa toho je i možné rozlíšiť odrody na pigmentované červeňáky, zatiaľ čo zeleňáky ostávajú bez dodatočnej pigmentácie (Šroller et al. 1997).

Réva je zložená z internodií, ktoré sú oddelené nódiami (Obr. 3). Prvých 50 cm rastie rastlina kolmo nahor. Následne po dorastení tretieho internódia sa rastlina začína pravotočivo ovíjať a pomocou skremenelých trichómov vyrastajúcich z pokožky (Obr. 2) sa rastlina prichytáva na chmeľovod (Zima a Závorka, 2017).



Obrázok 3 Časti révy chmeľu. 1) nódium; 2) internódium. (upravené z <https://stock.adobe.com/images/branch-of-hop-bush-with-green-leaves-on-an-isolated-white-background-hop-stem-with-foliage-isolate/274376265>)

Vrcholový pupeň by sa vytváral ešte pod zemským povrchom na špičke révy. Listene, ktoré obaľujú pupeň chmeľu, menia svoju farbu s vekom a vývojom od bielej až po zelenú. Listy sa tvoria v úžľabí listeňa (Horejsek a Zich, 1990). Révové listy vyrastajú v pároch z nódii. Tvar listov sa v priebehu vegetačného obdobia mení. Mladé listy majú tvar srdca, staršie sú 3-laločné a dospelé 5- až 7-laločné (Obr. 4) (Šroller et al. 1997). Listy sa vyznačujú hrubo pílovitým okrajom a dlanitou žilnatinou s výraznými žilkami na spodnej strane listu (Basarova et al. 2010). Pazochy nachádzame podobne rásť v pároch z nódii. V ich úžľabí sa vytvárajú kvetonosné vetvičky (Šroller et al. 1997).



Obrázok 4 Vývoj listu chmeľu. 1) srdcovitý tvar; 2) 3-laločný tvar; 3) 5-laločný tvar; 4) 7-laločný tvar. (upravené z <http://tpermaculture.blogspot.com/2012/01/permaculture-plants-hops.html>)

### 3.2.4 Generatívne orgány

Generatívne orgány, konkrétne chmeľové šištice, sú pre technologické využitie najdôležitejšia časť rastliny. Generatívny orgán chmeľu sa skladá z kvetenstva a hlávky. V chmeliarskej terminológii namiesto kvetenstva hovoríme o osýpke, plodstvo sa nazýva hlávka a oplodnené jednozemenné nážky sa nazývajú pecky (Horejšek a Zich, 1990).

Samčie rastliny sa vyznačujú slabo žltou farbou kvetu a ich hlavným využitím je šľachtenie nových odrôd (Harrison, 1971). Kvetenstvo je usporiadané do bohato vetvenej laty (Obr. 5). Tyčinky majú prašníky, z ktorých peľ môže byť roznesený vetrom až do vzdialenosti 20 km (Vrzalová, Fric, 1994). Z toho dôvodu sa z okolia chmeľníc plošne odstraňujú samčie rastliny, aby sa zabránilo oplodneniu samičích rastlín a teda produkcii semien.

Procesy vo vnútri oplodnených semien majú za príčinu oxidáciu mastných kyselín, čo má po ich spracovaní za následok nepríjemnú chuť a arómu. Šišťice bez semien sú bohatšie na silice a živicu, ktoré sú nositeľmi typickej pivnej chuti a arómy (Almaguer et al. 2014).



Obrázok 5 Samičie kvetenstvo chmeľu obecného. (prevzaté z <https://pyly.cz/detail-rostliny/chmel-otacivy>)

Samičie kvetenstvo (osýpka) (Obr. 6) pozostáva z krátkych zelených kláskov vylučujúcich žltý živicový prášok z lupulínových žľaz. V lupulínových žľazách sa syntetizuje živica a silice (Olsovska et al. 2016). Látkové zloženie chmeľových šišťíc je bližšie popísané v podkapitole *Chmeľová hlávka*. Osýpky sa vytvárajú z tzv. paličiek, ktoré sú zložené z viackrát zalomeného vretienka (Obr. 7). V každom zalomení sú 4 kvety prekryté jedným pravým listom. Súčasťou každého kvetu je drobné okvetie, v ktorom nájdeme jednopuzdrový semenník s vajíčkom (Špaldon et al. 1982).



Obrázok 6 Samičie kvetenstvo. (prevzaté z <https://pyly.cz/detail-rostliny/chmel-otacivy>)

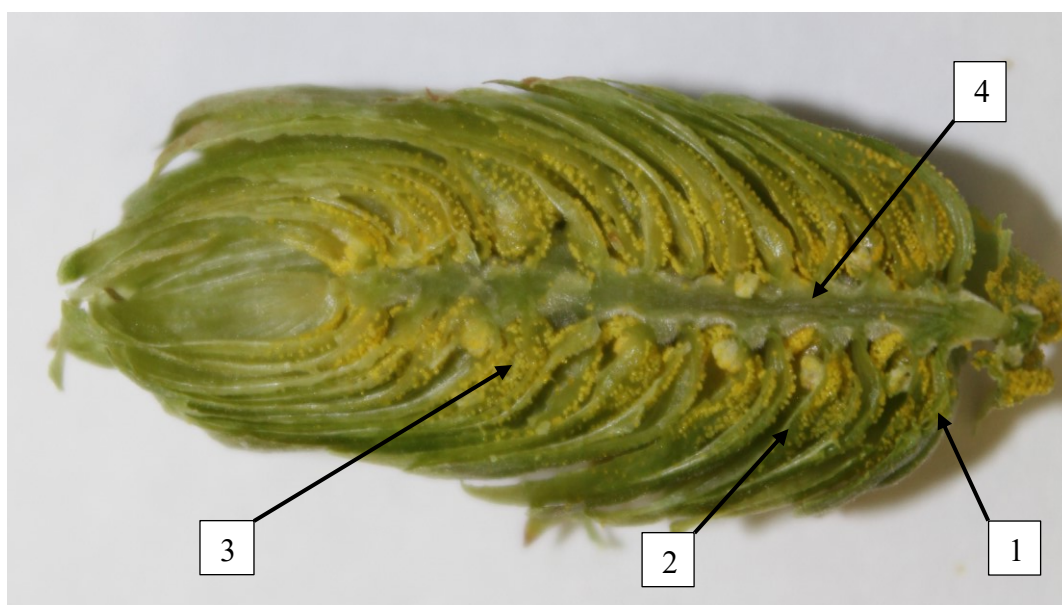


### 3.2.5 Chmeľová hlávka

Chmeľová hlávka, inak nazývaná chmeľová šištica, je samičí plod rastliny chmeľu. Pozostáva zo stopky, ktorá pokračuje článkovaným vretienkom a na jeho lomených častiach sa nachádzajú pravé a krycie listene, lupulínové žľazy a zbytky semenníku (Obr. 7) (Zima a Zázvorka, 1938). Hlávka má 2 krycie listene, 4 pravé listene a za každým je ukrytý 1 semenník. Vretienko môže mať 8 až 16 článkov s uhlom zalomenia, ktorý by mal dosahovať 90° (Vrzalová, Fric, 1994). Optimálna hmotnosť vretienka sa pohybuje v rozmedzí 8 – 10 % z celkovej hmotnosti šištíc (Šroller et al. 1997).

Na pravých listeňoch sú upevnené lupulínové žľazy. Lupulínové žľazy slúžia k syntéze a uskladneniu živcového prášku a chmeľových silíc, ktoré sú cenným pivovarským artiklom. Lupulínové žľazy sú na listeňoch uchytené len slabó a preto je nevyhnutné s rastlinou manipulovať opatrne, aby sa predišlo poškodeniu šištíc (Almaguer et al. 2014). Tvar hlávky je charakteristickým znakom jednotlivých odrôd. Najčastejšie tvary sú guľovitý, kužeľovitý, hranolovitý alebo vajcovitý (Vent et al. 1963).

Chmeľové šištice sú hlavným dôvodom pestovania chmeľu. Obsahujú silice, triesloviny a horké chmeľové látky, najviac  $\alpha$  a  $\beta$  horké kyseliny (Pastyřík, 1989).



Obrázok 7 Popis chmeľovej šištice. Časti: 1) krycie listene; 2) pravé listene; 3) lupulínové žľazy; 4) článkované vretienko. (Osobný archív Ing. Pavel Procházka Ph.D)

#### 3.2.5.1 Látkové zloženie chmeľovej hlávky

Látkové zloženie chmeľovej hlávky je rôznorodé. Pozostáva hlavne z:

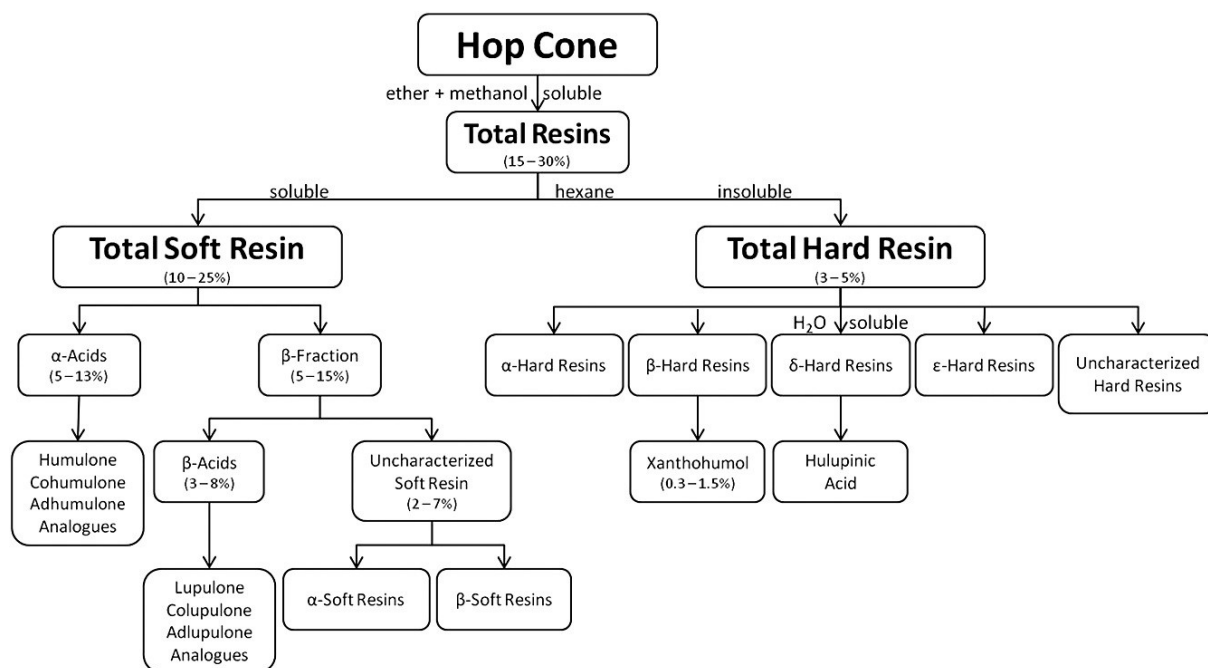
- vody,
- chmeľových živíc,

- chmeľovej triesloviny,
- chmeľových silíc,
- doprovoďných látok (Šnobl a Pulkrábek, 2005).

Chmeľové živice sa dajú na základe svojej rozpustnosti v methanole s dietyléterom a následne v hexáne rozdeliť do dvoch kategórií – na tvrdé a mäkké živice (Obr. 8) (Olsovska et al. 2016).

Tvrde živice sú v hexáne nerozpustné. Vznikajú ako produkty oxidácie mäkkých živíc ( $\alpha$  a  $\beta$  horkej kyseliny) prebiehajúceho počas zrania, zberného spracovania a skladovania šišťíc. Tvrde živice obsahujú xantohumulol, najviac výdatný chalkón prítomný v chmeli. Skladá sa z  $\beta$ -tvrdých živíc (Basarova et al. 2010). Sušením pri vysokej teplote obsah tvrdých živíc stúpa a teda slúžia ako dobrý ukazateľ kvality sušenia chmeľu (Petr a Louda, 1998).

Mäkké živice (alebo horké kyseliny) sú rozpustné v hexáne. Zodpovedajú za horkosť piva a majú konzervačné účinky. Mäkké živice zahŕňajú: i)  $\alpha$ -horké kyseliny označované tiež ako humulóny, ii)  $\beta$ -horké kyseliny označované ako lupulóny a iii) necharakterizované mäkké živice. Sušené chmeľové hlávky obsahujú od 2 % do 17 %  $\alpha$ -horkých kyselín a od 2 % do 10 %  $\beta$ -horkých kyselín v závislosti od odrody.  $\alpha$ -horké kyseliny sú zložené z niekoľkých analógov vrátane humulónu, kohumulónu a adhumulónu. Podobne sú na tom aj  $\beta$ -horké kyseliny, ktoré sú zmesou lupulónu, kolupulónu a adlupulónu (Urban et al. 2013).



Obrázok 8 Klasifikácia chmeľovej živice. (prevzaté z Almaguer et al. 2014)

Chmeľové triesloviny sú zmesou polyfenolových látok. Prispievajú k číreniu piva, napomáhajú pri varnom procese, ale taktiež dodávajú pivu mierne trpkú chuť. Obsah trieslovín činí u veľmi jemných aromatických odrôd 4,5 – 6 hm. %, pri hybridných odrôd 3 – 4 hm. % (Šnobl et al. 2010).

Chmeľové silice predstavujú zmes uhlíka a kyslíkatých zlúčenín terpénovej rady. Kvôli svojej prchavým vlastnostiam avšak viac než 90 % vyparí počas chmeľovaru. Pívu dodávajú charakteristickú chmeľovú arómu. Ich obsah činí 0,2 – 0,8 hm. %, pri jemných aromatických odrodách je obsah vyšší (1 – 2 hm. %) (Šnobl a Pulkrábek, 2005).

Medzi doprovodné látky radíme cukry, dusíkaté látky, lipidy alebo vosky. Za štandardných podmienok avšak nemajú vplyv na technológiu varenia piva či jeho kvalitu (Šnobl et al. 2010). Obsah vody je pri čerstvo zozbieraných hlávkach 76 – 80 %. Po vysušení sa zníži na 5 – 7 %. Pre lepšiu manipuláciu s hlávkami sa obsah vody prirodzene upravuje na 11 – 12 % príjmom vlhkosti z ovzdušia, nakoľko sa pri vlhkosti pod 10 % hlávky mrvia (Pulkrábek et al. 2003).

### 3.3 Ročný vegetačný cyklus chmeľu

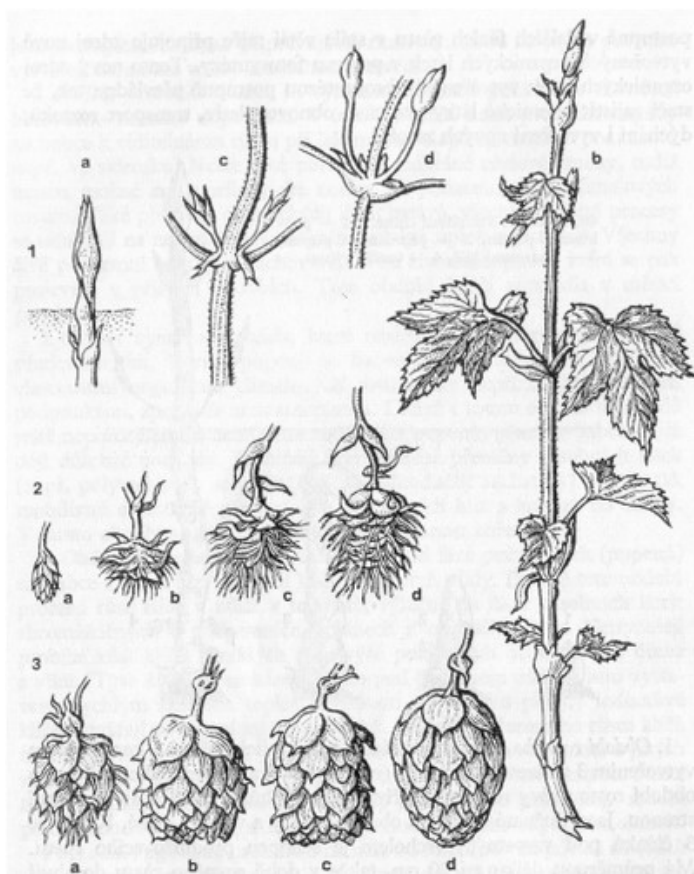
Ročný vegetačný cyklus chmeľu je rozdelený do dvoch období. Prvé obdobie je kryptovegetácia (zimný odpočinok). Kryptovegetácia je prípravné obdobie začínajúce odumretím nadzemnej časti révy. Trvá od polovice októbra až do začiatku apríla. V tomto období je rast pupenov je zadržovaný prevažne nízkou teplotou. Kryptovegetácia končí s príchodom jari, prerušená rašením nových výhonkov (Obr. 9).



Obrázok 9 Začiatok rašenia nových výhonkov chmeľu. (prevzaté z <http://agrobiologie.cz/SMEP3/Chmel/chmel/php/skripta/index.html>)

Druhým obdobím je vegetácia. Vegetácia začína na jar, po prebudení rastliny zo zimného spánku a jej počiatok je sprevádzaný pučaním nových výhonkov. Končí na jeseň odumieraním révy. Obdobie vegetácie sa skladá z ôsmich fáz (Vrzalová, Fric, 1994):

- 1) Počiatok rašenia – začína vyrašením výhonkov a končí vytvorením 3 nadzemných článkov na novom dreve. Révy rastú rovno, kde každý článok dosahuje dĺžku približne 20 cm.
- 2) Vytvorenie 3 článkov révy – Réva sa pravotočivo ovíja a vyrastá o približne ďalší meter (Obr. 10, 1b). Koniec fáze je spojený s tvorbou pazochov. Urýchlenie rastu révy môžeme dosiahnuť zavedením opory k rastline. Z nového dreva začínajú vyrastať horizontálne letné korene.
- 3) Tvorba pazochov – začína základnou tvorbou pazochov v pazuche révových listov (Obr. 10, 1c). Táto fáza je ohraničená tvorbou paličiek. Výška rastliny v tejto fáze spravidla dosahuje vrchných koncov konštrukcie chmeľnice. V tomto štádiu má rastlina už pomerne dobre vyvinuté révové a pazochové listy, znamenajúc že fotosyntéza sa stáva hlavným zdrojom živín spolu s horizontálnymi letnými koreňmi.
- 4) Tvorba paličiek – vo štvrtej vegetačnej fáze sa zakladajú viditeľné základy kvetenstva. Paličky sa objavujú na plodonosných vetvičkách, na vrcholoch rév a pazochoch (Obr. 10, 1d).
- 5) Počiatok osýpky – začína hromadným objavovaním čneliek s bliznami v malých hlávkach kvetu a končí ich kvitnutím (Obr. 10, 2a-d). Rast révy je tlmený, ale rast pazochov, pazochových lístkov a plodonosných vetvičiek intenzívne zrýchľuje.
- 6) Počiatok hlávkovania – fáza začína rastom hlávok do dĺžky a končí ich uzavretím (Obr. 10, 3a-d). Rast rév a pazochov sa zastavuje a živiny sa presúvajú do babky a zásobných hlŕúz.
- 7) Technická zrelosť hlávok – začiatok je pri úplnom uzavretí hlávok, kedy sú hlávky šušťivé a vo vnútri lepkavé. Počas tejto fázy obsahujú najviac pivovarsky cenných látok.
- 8) Odumieranie rév – hlávky hnednú, podiel pivovarsky cenných látok klesá a nadzemné časti rastliny začínajú odumierať.



Obrázok 10 Časový priebeh rastu chmeľu. 1 - rast nadzemnej časti rastliny: a) vzídenie chmeľu, b) vytvorenie 3 článkov révy, c) počiatok tvorby pazochov, d) počiatok tvorby paličiek; 2 - vývin osýpky: vysúvanie čneliek s bliznami z vytvorených paličiek (a-d); 3 - vývin chmeľovej hlávky: odumieranie blizien a vrcholov čneliek a následné pretváranie na šištiové kvetenstvo (a-d). (prevzaté z <http://agrobiologie.cz/SMEP3/Chmel/chmel/php/skripta/index.html>)

### 3.4 Požiadavky na prostredie

Výber vhodného stanovišťa pre výsadbu chmeľu musí zohľadniť viacero parametrov, nakoľko chmeľ má špecifické požiadavky pre rast. Je potrebné zohľadniť nadmorskú výšku, podiel humusu v pôde, vodnú a vzdušnú kapacitu, teplotné a svetelné podmienky, ale aj mechanické a chemické zloženie pôdy (Kopecký et al. 2008).

#### Požiadavky nadmorskej výšky

Väčšina chmeľníc sa zakladá v nadmorskej výške od 260 do 300 m.n.m. (minimálne 190 a maximálne 435). Odrody s dlhšou vegetačnou dobou by sa z pravidla mali pestovať v nižších nadmorských výškach, aby v septembri vplyvom nízkych teplôt nebol hlávky chmeľu malé alebo zakrnelé. Naopak, odrody s kratšou vegetačnou dobou je lepšie pestovať vo vyšších nadmorských výškach. Príkladom sú odrody Harmonie a Premiant, ktorým sa najlepšie darí pri nadmorskej výške nad 400 m.n.m. Napriek tomu, že nadmorská výška hrá dôležitú úlohu, nie je tým najdôležitejším parametrom. Dôležitejší vplyv na výkonnosť odrôd má konkrétna poloha stanovišťa. V nepriaznivých podmienkach, ako sú napríklad zlé pôdne

podmienky, sucho či náveterné polohy, nadmorská výška nebude hlavným faktorom výkonnosti produkcie chmeľu (Kopecký et al. 2008).

#### Požiadavky na pôdu

Chmeľu vyhovujú pôdy hlinité až ílovité, menej vhodné sú stanovišťa s hlinitopiesočnatou pôdou. Hĺbka ornice by mala byť 40 cm a nemala by ležať na tvrdom podloží (Vrzalová, Fric, 1994). Najvhodnejší typ pôdy je hnedozem (ako napríklad v Žateckej oblasti) (Kopecký et al. 2008).

#### Požiadavky na teplotu

Chmeľ začína rásť už pri 4°C, ale svoje teplotné požiadavky počas vegetačnej doby zvyšuje. Na denné výkyvy teplôt je citlivý (Vrzalová, Fric, 1994). V českých chmeliarskych oblastiach dosahuje priemerná ročná teplota vzduchu okolo 7,5 až 8,5°C. Júnové počasie hrá dôležitú úlohu na správny priebeh rastu. Množstvo a kvalita hlávok je zas určená počasím mesiacov júla a augusta (Šroller et al. 1997).

#### Požiadavky na vodu

Najnáročnejšou požiadavkou chmeľu je voda. Hladina podzemnej vody by mala byť v 2 metrovej hĺbke. V českých zemepisných šírkach zrážky nedokážu zabezpečiť potrebné množstvo závlahy a preto je chmeľ nútený prijímať vlahu aj z rosy (Vrzalová, Fric, 1994). Najväčšiu spotrebu vody má chmeľ začiatkom kvitnutia, počas obdobia tvorby hlávok a vo fáze technického dozrievania (Novotný et al. 1990). Dostatok vody podporuje rýchly rast a zväčšovanie hlávok. Najdôležitejší je v prvých fázach rastu rastliny a na začiatku fázy technického dozrievania, keďže pozitívne ovplyvňuje obsah alfa kyselín. Pri dozrievaní hlávok je nadmerná závlaha nevhodná z dvoch hlavných dôvodov – podporujú prenos peronosporu a hlávky môžu prerastať a nadmerne hrubnúť (Pavlovic et al. 2012).

Alfa kyseliny sú dôležitým kvalitatívnym parametrom v chmeľovom priemysle. Ich tvorba definuje štatistiku globálnej chmeľovej zásoby. Vystavovanie chmeľu vodnému stresu môže mať za následok zlý stav rastliny, ktorý sa odráža na zníženom podiele alfa kyselín (Pavlovic et al. 2012). Keďže chmeľ je trváca rastlina, účinky sucha sa môžu hromadiť a prejavovať sa i v nasledujúcich rokoch, čo vedie k viacročným hospodárskym rizikám (Fandiño et al. 2019).

#### Požiadavky na svetlo

Chmeľ je citlivý i na dávku svetla a preto sa preferovane vysádza so severojužnou orientáciou. Za týchto podmienok majú paličky dostatok svetla pre rast, zatiaľ čo pri nedostatku svetla v hustých porastoch bývajú pazochy spravidla neplodné (Vrzalová, Fric, 1994).

## Požiadavky na živiny

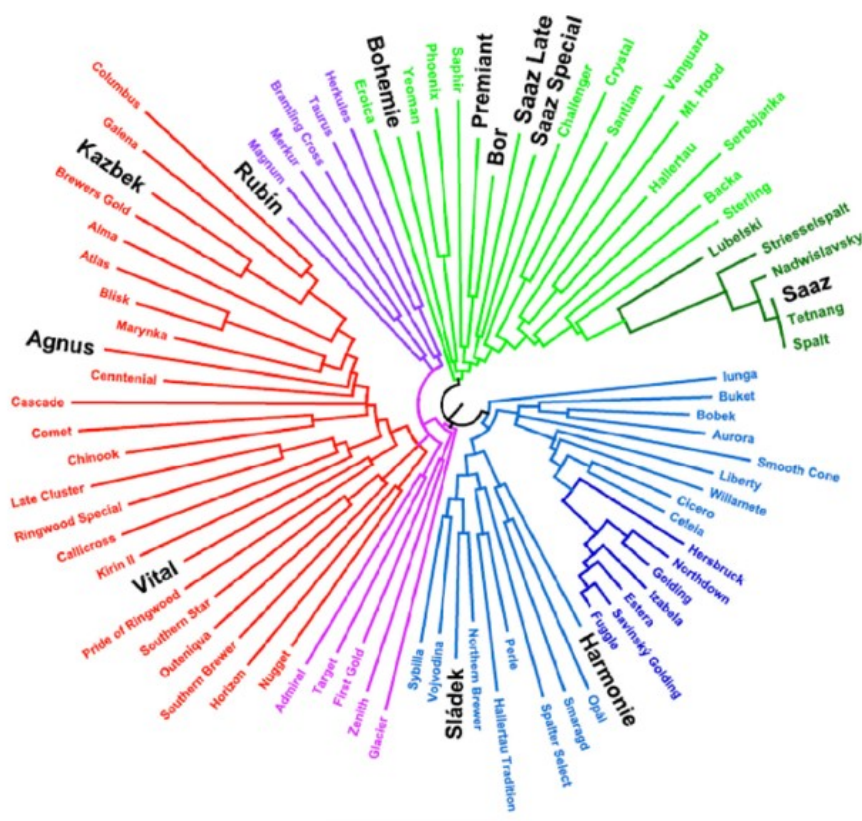
Chmeľ má špecifické a náročné požiadavky na prítomnosť prvkov v pôde. Na 1 tonu hlávok je potrebných 101 kg vápnika, 90 kg dusíka, 83 kg draslíka, 17,5 kg fosfóru, 16,5 kg horčíka, ale i taktiež rôzne stopové prvky (molybdén, meď, bór, mangán, železo, zinok a síra) (Vrzalová, Fric, 1994).

## 3.5 Pestovanie chmeľu v ČR a vo svete

Nároky spotrebiteľov piva sa každým rokom menia. Ich požiadavky na senzorickú špecifickosť vedú k vývoju a pestovaniu stoviek odrôd chmeľu, ktoré sa od seba výrazne líšia chemickým profilom a obsahom chmeľových silíc a horkých kyselín.

Na základe genetických markerov sa chmeľ delí na základné 4 skupiny (Obr. 11):

- 1) Chmeľ európskeho pôvodu skupiny Saaz
- 2) Chmeľ európskeho pôvodu skupiny Fuggle
- 3) Chmeľ amerického pôvodu
- 4) Chmeľ zmiešaného pôvodu



Obrázok 11 Dendrogram 85 svetových odrôd chmeľu založený na 238 polymorfných molekulárných markeroch. Zelená – chmeľ európskeho pôvodu skupiny Saaz, modrá – chmeľ európskeho pôvodu skupiny Fuggle, červená – chmeľ amerického pôvodu, fialová – chmeľ zmiešaného pôvodu, čierna – české registrované odrody. (prevzaté z Olsovska et al. 2016)

Nové odrody chmeľu sa získavajú krížením rôznych genetických materiálov s cieľom získať predefinované vlastnosti, ako sú napríklad vysoký výnos, odolnosť voči chorobám a parazitom alebo aj množstvo či zloženie živíc a silíc. Príkladom sú aj české registrované odrody, ktoré sú na obr. 11 znázornené čierne, a prakticky spadajú do celého genetického spektra odrôd chmeľu (Olsovska et al. 2016).

Úspešné vypestovanie kvalitného chmeľu spočíva v správnej kombinácii špecifických podmienok, ako je: i) dĺžka denného svetla, ii) teplota počas letných dní, iii) množstvo ročných zrážok alebo iv) úrodnosť pôdy (Verzele a Keukeleire, 1991). Rastline chmeľu sa najviac darí v najmiernejších klimatických oblastiach sveta, nachádzajúc sa medzi zemepisnými šírkami 35° a 55° severnej a aj južnej pologule (Obr. 12).

Približne 97 % celosvetového kultivovaného chmeľu slúži na pivovarské účely (Almaguer et al. 2014). Svetoví lídri v pestovaní chmeľu sú Nemecko a USA. Spolu tvoria 75–80 % celosvetovej produkcie. Najväčšia chmeliarska oblasť v Nemecku sa nachádza v regióne Hallertau. V USA to sú štáty Washington, Oregon a Idaho. Ďalšie krajiny v top 10 producentov chmeľu na svete sú napríklad Čína, Česká republika, Poľsko, Slovinsko alebo Severná Kórea. Nemecko a Spojené štáty Americké taktiež držia prvenstvá v celkovej výmere chmeľníc. Viac ako 60 % obrábanej chmeľovej oblasti sa nachádza práve v týchto štátoch (Almaguer et al. 2014).



Obrázok 12 Vyznačenie najúrodnejších zemepisných šírok severnej a južnej pologule na pestovanie chmeľu. (Prevzaté z beermaverick.com)

V roku 2016 globálna plocha polí, na ktorých sa pestoval chmeľ dosahovala 54 614 ha. Najviac chmeľu bolo vypestovaného v Spojených štátoch amerických. Ročná produkcia tam dosiahla 38 % celosvetovej produkcie (Obr. 13) (Šrédl et al. 2020).

V centrálnej Európe sa chmeľ pestuje najmä v Nemecku, Českej republike a Poľsku. V Nemecku to bolo v roku 2016 30,8 % zo svetovej produkcie. Druhá najproduktívnejšia



krajina v Európe, Česká republika, vyprodukovala 7,4 % svetovej produkcie. Tretie miesto patrí Poľsku, kde podiel vypestovaného chmeľu predstavoval 2 % (Šrédl et al. 2020).

Země/rok	Produkce t					Výnos t/ha				
	2016	2017	2018	2019	2020*	2016	2017	2018	2019	2020*
Česká republika <sup>1)</sup>	7 712	6 797	5 127	7 145	6 400	1,61	1,37	1,02	1,43	1,29
Německo	42 766	41 556	41 794	48 472	48 818	2,30	2,13	2,07	2,37	2,36
Belgie	198	236	282	318	250	1,33	1,31	1,54	1,75	1,37
Bulharsko	38	62	54	52	50	2,11	2,82	1,45	1,41	1,54
Velká Británie	1 400	1 780	1 377	1 430	1 400	1,52	1,84	1,45	1,49	1,55
Francie	772	763	864	822	825	1,68	1,59	1,74	1,65	1,63
Polsko	3 043	2 993	3 208	3 766	3 835	2,06	1,90	2,03	2,14	2,05
Rakousko	480	439	450	455	492	1,93	1,76	1,80	1,81	1,94
Rumunsko	195	205	215	195	260	0,72	0,76	0,78	0,75	0,99
Ruská federace	444	500	330	350	350	1,06	1,06	1,31	1,38	1,38
Slovensko	187	104	127	110	42	1,36	0,75	0,93	0,83	1,11
Slovinsko	2 476	2 736	3 078	2 600	2 400	1,67	1,72	1,85	1,63	1,62
Španělsko	946	550	900	840	830	1,76	1,02	1,68	1,58	1,49
Turecko	390	390	390	390	390	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
Ukrajina	480	560	480	480	480	1,30	1,52	1,30	1,02	1,02
ost. evropské země	280	262	257	139	143	1,44	1,43	2,32	1,31	1,34
<b>EVROPA Σ</b>	<b>61 806</b>	<b>59 933</b>	<b>58 932</b>	<b>67 564</b>	<b>66 966</b>	<b>2,03</b>	<b>1,88</b>	<b>1,82</b>	<b>2,06</b>	<b>2,03</b>
USA	40 206	48 190	49 282	51 636	53 371	1,88	2,13	2,12	2,17	2,14
Argentina	300	215	280	160	160	1,54	1,34	1,75	1,00	0,98
Austrálie	1 105	1 438	1 582	1 645	1 714	2,02	2,28	2,43	2,35	2,45
Japonsko	300	273	202	202	202	1,95	2,28	1,68	1,68	1,91
Nový Zéland	794	760	794	1 019	1 250	1,93	1,72	1,50	1,37	1,68
Čína	4 880	5 530	5 610	5 560	5 510	1,95	2,29	2,44	2,42	2,34
Jižní Afrika	865	710	754	754	754	2,09	1,67	1,77	1,77	1,77
ost. země	240	669	669	669	669	1,22	1,40	1,40	1,40	1,40
<b>Svět Σ</b>	<b>110 496</b>	<b>117 718</b>	<b>118 105</b>	<b>129 209</b>	<b>130 596</b>	<b>1,96</b>	<b>1,99</b>	<b>1,96</b>	<b>2,10</b>	<b>2,08</b>

Obrázok 13 Svetová produkcia chmeľu. (Prevzaté z Situační a výhledová zpráva chmel, pivo Ministerstva zemědělství ČR)

### 3.5.1 Chmeliarske oblasti v ČR

Zvyšujúce sa nároky na kvalitu chmeľových hlávok, ich výnos a efektivitu pestovania spôsobili, že pôvodné rozptýlené pestovanie chmeľu sa začalo sústreďovať do oblastí najvhodnejšími klimatickými a pôdnymi podmienkami (Krofta et al. 2010b).

České chmeliarske oblasti sú sústredené do troch hlavných oblastí, a to Žatecko, Ústěcko a Tršicko (Obr. 14). Žatecká chmeliarska oblasť zaberá najväčšiu výmeru – približne 78 % z celkovej rozlohy českých chmeľníc. Druhá je Tršická oblasť s 12 % a tretia je Ústěcká oblasť s 10 % z celkovej rozlohy (Obr. 15) (Altová et al. 2020).



Obrázok 14 Chmeliarske oblasti v ČR. (Prevzaté z <http://www.chmelarskemuzeum.cz/cz/oblasti-pestovani-chmele-v-cr.htm>)

Období založení porostu	Stáří porostu	Žatecko	%	Ústěcko	%	Tršicko	%	ČR (ha)	%
-2000	20 a víc	896	23,4	113	22,5	145	23,2	1 154	23,2
2001–2005	15–19	353	9,2	24	4,7	59	9,5	436	8,8
2006–2010	10–14	677	17,6	113	22,4	42	6,7	832	16,8
2011–2015	5–9	1 078	28,1	175	34,6	140	22,4	1 391	28,0
2016–2020	do 5 let	835	21,8	79	15,8	239	38,2	1 153	23,2
<b>Celkem</b>		<b>3 837</b>	<b>100,0</b>	<b>504</b>	<b>100,0</b>	<b>626</b>	<b>100,0</b>	<b>4 966</b>	<b>100,0</b>

Obrázok 15 Rozloha hlavných chmeliarských oblastí v ČR k 20.8.2020 (v ha). (Prevzaté z [http://eagri.cz/public/web/file/667890/SVZ\\_Chmel\\_2020.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/667890/SVZ_Chmel_2020.pdf))

### 3.5.2 České odrody chmeľu

Rozdiely medzi odrodami chmeľu je možné popísať na rozdielnej morfológii rastliny či obsahu látok v rastline. Na základe obsahu  $\alpha$ -horkých kyselín delíme chmeľ do 4 skupín:

- 1) Jemný aromatický chmeľ (2,5 – 4 %  $\alpha$ -horkých kyselín)
- 2) Aromatický chmeľ (4 – 7 %  $\alpha$ -horkých kyselín)
- 3) Horký chmeľ (7 – 10 %  $\alpha$ -horkých kyselín)
- 4) Vysokoobsažný chmeľ (12 – 17 %  $\alpha$ -horkých kyselín)

Na základe sfarbenia chmeľovej révy (Obr. 16) delíme chmeľ na červeňáky (žatecké odrody) a zeleňáky (chmeľ z oblastí Anglicka, Belgicka alebo Ameriky) (Čepička, 1995).

Takmer všetky kultúrne odrody chmeľu patria v dnešnej dobe k druhu chmeľu európskeho - otáčavého. Rozoznávame dva základné typy odrôd. Prvým sú pôvodné porasty, ktoré sa po storočia zachovali vegetatívnym rozmnožovaním. Druhý typ odrôd vznikol procesom hybridizácie (Vent et al. 1963).



Obrázok 16 Rozdelenie chmeľu podľa sfarbenia révy. 1) červeňák; 2) zeleňák. (Upravené z <http://agrobiologie.cz/SMEP3/Chmel/chmel/php/skripta/index.html>)

Tradičná česká odroda chmeľu je Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ), ktorý je zároveň aj najrozšírenejšou odrodou. Pestuje sa v niekoľkých klonoch (odrodách), z ktorých sa jednotlivé formy líšia obsahom  $\alpha$ -horkých kyselín. Skladba chmeľových živíc a silíc je ako celok rovnaká. Za rok 2020 predstavoval ŽPČ necelých 85 % z celkovej výmery chmeľníc v ČR (Altová et al. 2020). Na území Českej republiky sa pestuje už od 8. storočia n.l. (Krofta et al. 2010b).

Vďaka svojim vynikajúcim pivovarským vlastnostiam bol ŽPČ využitý na tvorbu nových českých odrôd hybridného pôvodu. V rôznych pomeroch je použitý v genetických základoch odrôd Bor, Premiant, Agnus a Sládek. V českých chmeliarskych oblastiach sa najviac vysádzajú odrody ŽPČ, Sládek a Premiant (Altová et al. 2020).

### 3.5.2.1 Žatecký poloraný červeňák

Žatecký poloraný červeňák (Obr. 17) bol získaný klonovou selekciou pôvodných porastoch v oblastiach Žatecka a Úštěcka (Nesvadba et al. 2012). Počiatky vzniku ŽPČ sa datujú k 19. storočiu postupným šľachtením Staročeského červeňáku až po odrodu Krištofa Semsha. Semšov chmeľ sa stal základom šľachtiteľskej práce Karola Osvalda. Jeho klony boli v roku 1946 uznané za samostatné klony (Horejsek, Zich 1990).

Odroda ŽPČ predstavuje najrozšírenejšiu odrodu chmeľu v ČR s výmerou 4216,1 ha. Je pestovaná v deviatich rozdielnych klonoch, a to: Osvaldův klon 31, Osvaldův klon 72, Osvaldův klon 114, Zlatan, Siřem, Podlesák, Blato, Lučan a Blšanka (Nesvadba et al. 2012).

Rastlina ŽPČ má stredne mohutný habitus s hustejším olistením. Chmeľová hlávka je husto nasadená, vajcovitého tvaru (Obr. 17) s maximálnou dĺžkou v plnej zrelosti 2 – 3 cm. Priemer chmeľovej révy dosahuje 9 – 11 mm a vyznačuje sa zelenočerveným antokyanovým zafarbením (Nesvadba, 2013). Aróma chmeľových hlávok je charakterizovaná ako štandard kvality vône. Jedná sa o pravú, jemnú chmeľovú vôňu (Krofta et al. 2010b).



Obrázok 17 Hlávka Žateckého poloraného červeňáku. (Prevzaté z Nesvadba et al. 2012)

### 3.5.2.2 Sládek

Odroda Sládek (Obr. 18) je v ČR najrozšírenejšou hybridnou odrodou chmeľu. Za rok 2020 bolo vysadených 365 ha (Altová et al. 2020).

Odroda chmeľu Sládek vznikla výberom hybridného potomstva šľachtiteľského materiálu z odrôd Northern Brewer a Žatecký poloraný červeňák. Ako hybridný genotyp bol registrovaný v roku 1987 nesúci názov VÚCH 71 a od roku 1994 je registrovaný pod názvom Sládek (Nesvadba et al. 2012).

Rastlina vytvára mohutný habitus. Priemer révy dosahuje 11 – 13 mm a má čisto zelenú farbu. Typické je husté nasadenie hlávok s valcovitým až kyjakovitým tvarom (Obr. 18). Špičky krycích listeňov sú mierne vyklonené od hlávky (Ježek et al. 2015). Aróma odrody Sládek je jemná, chmeľová (Nesvadba et al. 2012).



Obrázok 18 Hlávka hybridnej odrody Sládek. (Prevzaté z Nesvadba et al. 2012)

### 3.5.2.3 Premiant

Odroda Premiant (Obr. 19) je treťou najpestovanejšou odrodou v Českej republike s výmerou 195,6 ha za rok 2020 (Altová et al. 2020).

Premiant bol získaný výberom z hybridného potomstva krížením línie Žateckého poloraného červeňáka a ďalšieho šľachtiteľského materiálu. Názov nesie po tradičnom českom 12° pive „Premium“. Typickým znakom je vysoká plnosť chuti a výrazná chmeľová horkosť. Registrovaný bol v roku 1996 (Nesvadba et al. 2012).

Rastlina sa vyznačuje mohutným vzrastom s hrúbkou révy 12 – 15 mm. Typickou vlastnosťou tejto odrody je tvorba pazochov druhého rádu, ktoré sa tvoria v úžľabí révového listu a plodonosného pazochu prvého rádu (Ježek et al. 2015). Aróma odrody Premiant je jemne chmeľová, charakterizovaná ovocnou vôňou (Nesvadba et al. 2012).



Obrázok 19 Hlávka hybridnej odrody Premiant. (Prevzaté z Nesvadba et al. 2012)

## 3.6 Pomocné plodiny v chmeľnici

Pomocné plodiny sú obecné používané ako rastliny s hlavnou funkciou dosahovať lepšie pestovateľské a ekologické prostredie v pestovaní hlavnej plodiny. Avšak môžu byť využívané aj ako producenti hlavného produktu (Brant et al. 2019a). Pomocné plodiny je možné vysádzať rôzne – už pred založením hlavnej plodiny, súbežne s hlavnou plodinou, ale i po založení porastu hlavnej plodiny (Brant et al 2019a).

Jedno z použití pomocnej plodiny je na tvorbu mulče na povrchu zeme (Brant et al. 2019a). Mulč je v zásade ľubovoľný organický materiál, ktorým sa pokrýva povrch pôdy. Hlavným prínosom je potlačovanie rastu buriny a konkurenčných rastlín, čo umožňuje obmedziť používanie herbicídov. Prítomnosť tejto organickej hmoty taktiež priamo vplyva na vývoj porastov poľných plodín pôsobením na fyzikálne, chemické a biologické parametre (Brant et al. 2020b). Mulč tvorí dobré pôdne mikroklima, udržuje v pôde vlahu a chráni ju pred vysychaním (Pojar, 2015). V rámci princípov precízneho poľnohospodárstva dochádza k zavádzaniu metód umožňujúcich kvalitatívne a kvantitatívne stanovovať prítomnosť rastlinných zbytkov na pôdnom bloku (povrch pôdy a pôdny profil) po zbere a po uskutočnení

d'alších agrotechnických aktivít, ako je napríklad spracovanie pôdy alebo sadba (Brant et al. 2020b).

Znalosť kvalitatívnych a kvantitatívnych parametrov rastlinných pozostatkov v pôdnom bloku je primárnym faktorom pre správne stanovenie nadzemnej, ale aj podzemnej biomasy. Získané údaje z pôdneho bloku prispievajú ku kalkulácii kolobehu živín a hmoty, ale taktiež môžu byť použité na stanovenie energetickej efektivity pestovaných systémov (Brant et al. 2020b).

K vysádzaniu podplodín v medziradi za účelom zlepšenia podmienok rastu chmeľu sa vyjadruje Pelhřimovský, ktorý používal rôzne druhy zeleniny. Pozitívny vplyv na redukcii škodcov mala fazuľa, ktorej dávali škodcovia prednosť pred hlavnou plodinou. Opačný účinok mali napríklad paradajky, ktoré škodcov odpudzovali. Príkladom podplodiny s negatívnymi vplyvom bol chren, ktorý podporoval výskyt skočky (*Phyllotreta spp.*, *Psylliodes spp.*) (Obr. 20) (Vejražka et al. 2017).



Obrázok 20 Listy chmeľu napadnuté skočkou chmeľovou (*Psylliodes attenuata* Koch.). (Prevzaté z <http://www.chizatec.cz/skudci/?arc=164&sub=65&back=1>)

Využívanie biotickej intenzifikácie pestovania chmeľu (cielené využívanie pozitívnych a negatívnych biologických interakcií medzi živými organizmami na stanovišti) prispelo k celej škále zmien v pestovateľskej technológii. Namiesto vysádzania medziradia podplodinami sa začalo s kultiváciou čierneho úhora (plocha udržiavaná kultiváciou bez porastu, alebo s minimálnym porastom). Vytváranie čierneho úhora bolo organizačne jednoduchá činnosť, ale na druhú stranu náročná na rýchlu spotrebu energie (nafty), pracovného času a nerešpektuje ochranu pôdy pred eróziou (Vejražka et al. 2017).

Okrem využitia princípov biotickej intenzifikácie sa podplodiny používajú v protieróznej ochrane širokoriadkových plodín a v systémoch obmedzovania evaporácie (Brant et al. 2017a). Podplodiny sú schopné eliminovať veternú, ale najmä vodnú eróziu na svahovitých pozemkoch chmeľníc (Krofta 2012). Ich vysadenie k hlavnej plodine znižuje mechanické opotrebovanie pôdy poľnohospodárskou technikou a tým chráni pôdu pred nadmernou záťažou. Nadzemná vrstva rastlín taktiež znižuje pôdne výpary spôsobené slnkom alebo vetrom a tým umožňuje lepšiu biologickú aktivitu v horných vrstvách zeminy. Výsledkom je lepšia mineralizácia a uvoľňovanie pohotových živín pre hlavnú plodinu (Krofta et al. 2012).

Zavádzanie čierneho úhora do chmeľníc malo za dôsledok aj rýchly úbytok organickej hmoty v medziradi. Z toho dôvodu bolo nutné dopĺňať organickú hmotu statkovými hnojivami. Tento zdroj organickej hmoty sa po zmenách v živočíšnej výrobe na veľa miestach prestal používať a organická hmota sa už takmer vôbec nedopĺňa. Výnimkou je obdobie zberu, kde sa organická hmota dopĺňa vo forme kompostu z chmeľovej révy (Vejražka et al. 2017).

Opätovné zaradenie podplodín do medziradia chmeľníc môže byť obmedzujúcim faktorom pri erózii pôdy. Zároveň môžu byť podplodiny vhodným zdrojom organických látok, potencionálnym zdrojom peľu a nektáru pre užitočné organizmy. V podseve sú podplodiny schopné priaznivo ovplyvňovať mikroklimatické pomery v chmeľniciach pomocou obmedzovania výkyvov teploty a relatívnej vlhkosti vzduchu. Celková druhová diverzita chmeľníc sa vysádzaním podplodín zvyšuje, čo pozitívne prispieva ku zvýšeniu diverzity poľnohospodárskej krajiny (Vejražka et al. 2017).

### **3.6.1 Vplyv podplodín v chmeľniciach**

Pestovanie podplodín v medziradi so sebou prináša pozitívne, ale aj negatívne vplyvy na trvalé kultúry. S nástupom bezorebného systému spracovania pôdy predstavujú zbytky predplodín významný parameter, ktorý umožňuje pôde eliminovať erózne riziká, obmedziť neproduktívny výpar a stabilizovať štruktúru pôdy. Prítomnosť predplodín avšak nemusí mať len pozitívny charakter. Ich výskyt na povrchu pôdy, prípadne v jej horných vrstvách, spomaľuje ohrev pôdy pre sadbu, mechanicky zhoršuje vzchádzanie porastov či vývoj klíčkov. Taktiež môžu negatívne ovplyvniť výsledky meraní robených za účelom stanovenia variability pôdneho bloku (meranie povrchovej teploty pôdy, využitie metód na princípe elektrickej vodivosti pôdy a pod.) (Brant et al. 2020b).

Pred zvolením správnej vysádzanej podplodiny je nutné oba vplyvy vyhodnotiť a následne posúdiť mieru rizika pre každú lokalitu. Pre udržateľné pestovanie chmeľu pozitívne vplyvy prevyšujú tie negatívne, ktoré môžeme kompenzovať úpravou v technológií pestovania (Vejražka et al. 2017).

### Pozitívne vplyvy:

- obmedzenie erózneho potenciálu,
- zdroj organickej hmoty do pôdy,
- stabilizácia kolobehu energie a organickej hmoty,
- zníženie počtu zásahov počas vegetácie (kultivácia),
- zníženie zamokrenia pozemku,
- skoršia možnosť pojazdu techniky po zrážkach,
- zvýšenie počtu druhov rastlín a živočíchov (biodiverzita),
- pôsobenie koreňových výlučkov a mykorhizy na pôdny sorpčný komplex (sprístupňovanie živín),
- zvýšenie predácie a parazitácie škodcov (funkčná biodiverzita),
  - prilákanie dospelých jedincov na nektár a peľ,
  - alternatívne zdroje potravy (vošky) pre užitočné organizmy,
- eliminácia klíčenia semien a rastu rastlín buriny,
- zníženie infekčného tlaku chorôb a škodcov,
- reakcia na zmeny podnebia (sucho, obmedzenie prehrievania pôdy).

### Negatívne vplyvy:

- zvýšenie nákladov na technológie (osivo),
- investícia do strojového vybavenia,
- potencionálne zvýšenie výskytu škodcov,
  - hraboši, ulitníky,
  - drôtovcí, ponravy a iné druhy škodiace podzemným orgánom rastlín,
- výskyt kvitnúcich rastlín – zhoršenie aplikácie prípravkov nebezpečných pre včely,
- konkurencia s rastlinami chmeľu o vegetačné faktory (voda a živiny),
- chýbajúce technológie ošetrovania viacročných podplodín (Vejražka et al. 2017, Brant et al. 2019a).

### 3.6.2 Podplodiny čeľade kapustovité

Čeľaď kapustovitá je zastúpená približne 375 rodmi, počítajúc vyše 3200 druhov (Le Coz et al. 2011), vrátane brokolice, kapusty, karfiolu alebo horčice. Pochádzajú zo spoločného predka – kapusty (*Brassica oleracea*), ktorú stále môžeme nájsť rásť v atlantických a stredomorských oblastiach (Herr, Buchler 2010).

Počiatok vegetácie kapustovitých druhov je sprevádzaný prekorením pôdy jemným koreňovým vlásnením. V neskorších rastových fázach prekorenie pôdy závisí na rozvoji guľového koreňa. Intenzita prekorenia sa určuje dynamikou rastu, počtom rastlín na určitú jednotku plochy, ale aj hrúbkou a veľkosťou koreňa (Brant et al. 2017b). Typickým príkladom je reďkev olejná, ktorej bulva vzniká zdužnatením koreňa.



Tvorba zdužnatenej bulvy je spojená s rizikom nevymrznutia rastlín, pretože podzemná časť nie je mrazom zničená a na jar dochádza k následnej regenerácii rastliny (Brant et al. 2019a).

Dynamika rastu pomocných plodín je ovplyvniteľná viacerými faktormi. Je závislá napríklad na termíne sadby, vývoji teploty vzduchu, ale aj vlhových a teplotných podmienkach pôdy. Dôležitú rolu hrajú aj samotné biologické vlastnosti rastlinného druhu, vrátane biologických vlastností osiva. Horčica biela je veľmi dobrým príkladom pomocnej plodiny s kvalitným rastom a dobrou tvorbou biomasy v medziradi. Nedostatok vody má za dôsledok obmedzenie rastu habitu rastlín a predčasný príchod generatívnej fázy. Fáza kvitnutia je obecné spojená s ukončením rastu nadzemnej a aj podzemnej časti rastliny (Brant et al. 2019a).

Zástupcovia čeľade kapustovitá (*Brassicaceae*) sú využívaní v poľnohospodárstve, okrem iného, ako pomocné plodiny v pestovateľských systémoch plodín. Príkladom sú repka olejná (*Brassica napus*), reďkev olejná (*Raphanus sativus var. oleiferus*), horčica biela (*Sinapis alba*), ľaničník siaty (*Camelina sativa*) alebo katran etiópsky (*Crambe abyssinica*) (Brant et al. 2015).

### 3.6.2.1 Horčica (*Sinapis*)

Pojem horčica združuje plodiny z čeľade kapustovité (*Brassicaceae*), ktoré sa vyznačujú ostro páľčivými časťami. Do tohto rodu patrí horčica biela (*Sinapis alba L.*), horčica sareptská (*Brassica juncea L.*), horčica čierna (*Brassica nigra L.*), horčica hnedá habešská (*Brassica carinata Braun*), horčica roľná (*Brassica avensis L.*) a rukola siata (*Eruca sativa Lam.*) (Vašák et al. 2005).

V rastlinách horčice sú prítomné charakteristické silice (glukosinoláty). Vďaka nim je možné rastlinu šľachtiteľsky a aj pestovateľsky využiť na ochranu proti chorobám a škodcom (skočky, krytonosy, blyskáčiky) (Mikšík et al. 2007).

Horčica biela zaberá približne 95 % z výmery semenných horčíc na území Českej republiky. Zvyšných 5 % patrí horčici sareptskej. Horčica čierna či habešská nemá v ČR či okolitých štátoch veľké využitie a teda sa nepestujú. Malou výnimkou je horčica čierna, ktorá môže byť využitá pre domáce farmaceutické účely na prekrvenie pokožky (Mikšík et al. 2007).

Horčica je v pestovateľských systémoch využívaná ako medziplodina, ale aj ako pomocná plodina. Pšenici ozimej pomáha s prekorenением pôdy, kedy dochádza k obohateniu pôdy o kvalitnú organickú hmotu, zvýšením pokryvu pôdy medzi riadkami znižuje veternú a vodnú eróziu pôdy a svojou prítomnosťou obmedzuje rozvoj buriny (Brant, Šmöger, 2019b). Pri kukurici siatej sa horčica využíva z hľadiska biotických efektov na tvorbu mulče a ako pomocná plodina sa využíva aj v medziradi cukrovej repy vďaka negatívnemu vplyvu na háďátka repné (Brant et al. 2019a).

### 3.6.2.1.1 Horčica biela (*Sinapis alba* L.)

Horčica biela je jedna z najčastejších používaných medziplodín a široké využitie si nájde aj ako pomocná plodina pre jej rýchly rast, mohutný koreňový systém a pozitívny vplyv na vlastnosti pôdneho profilu (Krofta et al. 2012).

Tento druh sa využíva najmä ako čistá kultúra, ale tiež nachádza využitie v kombinácii s pohankou obecnou, facéliou vratičolistou či so strukovinami (Brant et al. 2008). Dominantné využitie má horčica biela pre tvorbu vymrzajúcich porastov pre jarný výsev širokoriadkových plodín (Obr. 21). Dobrá vzhádzavosť rastlín, lacné osivo a dobrá dynamika rastu sú hlavné dôvody na uplatnenie horčice ako pomocnej plodiny v pásových výsevoch (Brant et al. 2019a).



Obrázok 21 Horčica biela použitá ako pomocná plodina v medziradi kukurice siatej. (Prevzaté z: <https://www.bednar.com/blog/pasove-vysevy-meziplodin-v-pestebnich-systemech-kukurice-sete/>)

V porovnaní s kŕmnyimi repkami má menšiu výnosnosť a horšiu kvalitu krmiva. Z tohto dôvodu je častejšie využívaná na účel zeleného hnojenia ako na produkciu zelenej hmoty na kŕmne účely. Horčica biela dosahuje kŕmnej zrelosti za približne 50 – 60 dní od zasiatia (Lichner et al. 1983, Vach et al. 2005).

Dôležitou podmienkou na dosiahnutie pozitívnych účinkov pri sadení medziplodín je včasné zasadenie medziplodiny, t.j. do začiatku septembra. Len tak je horčica biela schopná vytvoriť dostatočné množstvo biomasy počas leta a začiatkom jesene, čo je predpokladom potrebného pôdoochranného efektu (Novák a Mašek, 2021).

Použitie horčice bielej ako pomocnej plodiny môže mať aj svoje nevýhody. U prerastených porastov dochádza k tvorbe silných stoniek, ktoré sa rozkladajú pomalšie a na

jar môžu komplikovať siatie z dôvodu zachytávania sa na výsevnej sekcii, prípadne môže dôjsť k upchaniu sejacieho stroja. Problémy s tvorbou silných a vyrastajúcich stoniek môžeme očakávať pri výške porastov cez 0,8 m (Brant et al. 2019a).

#### 3.6.2.1.2 Horčica sareptská (*Brassica juncea* L.)

Horčica sareptská má dve farebné typy, žltosemenné a tmavosemenné (Mikšík et al. 2007). Jej využitie ako pomocná plodina je ako alternatívna náhrada za horčicu bielu. Používa sa skôr v zmesových porastoch zameraných na tvorbu biomasy pre systémy siatia do zelenej mulče (Brant et al. 2019a).

## 4 Metodika

### 4.1 Pokusné stanovište Kozojedy

Pokusné stanovište Kozojedy sú súkromné chmeľnice patriace pod poľnohospodára pána Václava Emingera. Na výmere 16,55 ha je pestovaný chmeľ odrody Žatecký poloraný červeňák a Osvaldovy klony 72 a 114 (Obr. 22). Okrem chmeľníc prevádzkuje pán Eminger rastlinnú výrobu na rozlohe ďalších 50 ha. Najväčšiu časť výmery zaujíma pšenica ozimá (20 ha). Ďalšie pestované rastliny sú jačmeň jarný (10 ha), hrach siaty (3 ha), kukurica (5 ha), lucerna (6 ha), luskobilná zmes (2 ha), horčica (2 ha) a trvalé trávnaté porasty. Na farme nájdeme aj živočíšnu výrobu v podobe výkrmu mäsového dobytku plemena Charlois.

#### 4.1.1 Základné informácie o stanovišti Kozojedy (2019)

**Chmeliarska oblasť:** Žatecko

**Lokalita:** Kozojedy (okres Rakovník)

**Geomorfológia územia:** Plzeňská pahorkatina

**Nadmorská výška:** 325 m.n.m.

**Spon:** 300x100 cm

**Smer chmeľových riadkov:** východ-západ

**Poloha:** mierny svah

**Pôdny typ:** kambizem modálna

**Pôdny druh:** stredne ťažká pôda

**Klimatický región:** mierne teplý, suchý s priemernou ročnou teplotou 7 – 8,5 °C a ročným úhrnom zrážok pod 500 mm

**Odroda – klon:** Žatecký poloraný červeňák – Osvaldov klon 72 meristem

**Rok výsadby:** 1997

**Počet variant:** 2: úhor + horčica; v troch opakovaníach, každé opakovanie odpovedá jednej rade.



Obrázok 22 Pokusné stanovište Kozojedy.

#### 4.1.2 Agrotechnika

Tabuľka 1 Agrotechnické zásahy na stanovišti Kozojedy.

2019	
Jeseň 2018	siatie medziplodiny, aplikácia farmárskeho kompostu, orba
25.03.2019	aplikácia Cererit (600 kg/ha)
10.04.2019	príprava rotačnými bránami na rez
16.04.2019	rez chmeľu
20.04.2019	Actara 25 WG (200 g/ha) + Eutrofit (1,0 l/ha)
03.05.2019	Aliette 80 WG (3,0 kg/ha) + Zinkosol (4,0 l/ha)
04.05.2019	1. zavádzanie
10.05.2019	Aplikace DASA + Kieserit, dávka 200 kg/ha
17.05.2019	2. zavádzanie
20.05.2019	1. priorávka
25.05.2019	aplikácia Aliette 80 WG (4,0 kg/ha) + Zinkosol (4,0 l/ha) + močovina (1,8 kg/ha)

04.06.2019	aplikácia močovina (3,5 kg/ha) + Magnitra (2,5 l/ha) + Calcinit (2,5 kg/ha) + Zinkosol (4 l/ha)
12.06.2019	aplikácia Teppeki (180 g/ha) + Folpan Gold (2 kg/ha) + Calcinit (5 kg/ha) + Magnitra (5 l/ha)
20.06.2019	2. priorávka, siatie podsevov horčice
28.-30.06.2019	aplikácia Movento 100 SC (1 l/ha) + Ortiva (1,5 l/ha) + Kristalon žltý (5 kg/ha) + Krista MKP (6 kg/ha) + močovina (5 kg/ha)
04.07.2019	aplikácia DAM (200 l/ha)
18.07.2019	aplikácia Revus (1,1 l/ha) + Krista MKP (6 kg/ha)
27.07.2019	aplikácia Revus (1,1 l/ha) + Kristalon žltý (5 kg/ha)
11.08.2019	aplikácia Cuproxat SC (10 kg/ha) + Krista MgS (5 kg/ha)
27.08.2019	zber chmeľu
20.09.2019	aplikácia granulovaného dolomitického vápence (1700 kg/ha)
11.11.2019	zapravenie porastov podplodín orbou

## 4.2 Pokusné stanovište Čínov

Stanovište Čínov patrí spoločnosti MK AGRO s.r.o. Táto spoločnosť disponuje prevádzkou rastlinnej výroby na ploche 1250 ha z čoho hlavnú tržnú plodinu predstavuje pšenica ozimá (400 ha). Druhou najvýznamnejšou plodinou na stanovišti Čínov je repka olejčná (200 ha). Zvyšnú plochu rastlinnej výroby dopĺňa kukurica (150 ha), hrach (150 ha), jačmeň ozimý (100 ha), horčica (100 ha). Prírodné a klimatické podmienky v okolí rieky Ohře sú využívané na pestovanie chmeľu (50 ha). Zvyšnú plochu (100 ha) tvoria trvalé trávnaté porasty.

### 4.2.1 Základné informácie o stanovišti Čínov (2019)

**Chmeliarska oblasť:** Žatecko

**Lokalita:** Čínov (okres Louny)

**Geomorfológia územia:** Mostecká panva

**Nadmorská výška:** 226m

**Spon:** 280 x 110cm

**Smer chmeľových riadkov:** sever – juh

**Poloha:** rovina

**Pôdny typ:** černice

**Pôdny druh:** stredne ťažká

**AZP:** pH 6,6; P – 203ppm; K – 410ppm; Mg – 262ppm; Ca – 3230ppm; S – 30ppm; obsah humusu 2,5 %

**Klimatický región:** teplý, suchý s priemernou ročnou teplotou 8 – 9°C a ročným úhrnom zrážok pod 500mm

**Odroda – klon:** Žatecký poloraný červeňák – Osvaldov klon 72 meristem

**Rok výsadby:** 2004.

**Počet variant:** 2: úhor + horčica; v troch opakovaníach, každé opakovanie odpovedá jednej rade.

#### 4.2.2 Agrotechnika

Tabuľka 2 Agrotechnické zásahy na stanovišti Čínov.

2019	
Jeseň 2018	vláčenie
	aplikácia hnoja 30 t/ha + orba
12.04.2019	vláčenie
20.04.2019	rez
16.05.2019	1. zavádzanie
23.05.2019	2. zavádzanie
24.05.2019	aplikácia NPK 15 (300 kg/ha)
26.05. + 25.06.2019	1. a 2. priorávka, po druhej priorávke okamžité siatie horčice
29.05.2019	aplikácia LAD (200kg/ha)

05.06.2019	aplikácia DAM 390 (150 kg/ha)
07.07.2019	aplikácia DAM 390 (200 kg/ha)
1. ošetrovanie	aplikácia Alliete 80 WG (2.4 kg/ha) + Močovina (5 kg/ha)
2. ošetrovanie	aplikácia Alliete 80 WG (2.0 kg /ha) + Kuprikol 250 SC (1.0 l/ha) + Zincosol (1.5 l/ha) + YaraVita Mantrac (0.3 l/ha) + Lignohumát MAX (0.5 l/ha)
3. ošetrovanie	aplikácia Nissorun 10 WP (1.2 kg/ha) + Lexin (0.25 l/ha)
4. ošetrovanie	aplikácia Ortiva (1.0 l/ha) + Fortesim Alfa (3.0 l/ha) + Vegaflor (6 l/ha) + Močovina (3.0 l/ha) + Lexin (0.25 l/ha)
5. aplikácia	aplikácia Movento 150 OD (1.0 l/ha) + Vegaflor (5 l/ha)
6. ošetrovanie	aplikácia Revus (1.6 l/ha) + Vegaflor (5 l/ha)
7. ošetrovanie	aplikácia Cuproxat SC ( 7 l/ha)
26.08.2019	Zber pokusov
30.09.2019	Zaorávka horčice

### 4.3 Pokusné stanovište Liběšovice

Stanovište Liběšovice patrí pod spoločnosť ZOS Liběšovice s.r.o. Spoločnosť ZOS Liběšovice s.r.o. disponuje rastlinnou výrobou s intenzívnym spôsobom hospodárenia na vyše 1000 ha pôdy. Hlavné pestované plodiny sú pšenica ozimá, jačmeň jarný, repka ozimá, ale aj chmeľ.

Plochy chmeľníc každoročne dosahujú plochy okolo 47 ha, avšak v posledných rokoch intenzívne zakladá nové porasty. Medzi pestované odrody na stanovišti Liběšovice patrí v prevahe Žatecký poloraný červeňák (45 ha). Ďalšími odrodami sú Premiant (2 ha) a novo založená odroda Sládek (2 ha).

#### 4.3.1 Základné informácie o stanovišti Liběšovice (2020)

**Chmeliarska oblasť:** Žatecko

**Lokalita:** Liběšovice (okres Louny)

**Geomorfológia územia:** Mostecká panva



**Nadmorská výška:** 261m

**Spon:** 300x117cm

**Smer chmeľových riadkov:** severovýchod - juhozápad

**Poloha:** rovina

**Pôdny typ:** fluvizem

**Pôdny druh:** stredná pôda

**AZP:** pH 7,3; P – 344 ppm; K – 692 ppm; Mg – 500 ppm; Ca – 4400 ppm; S – 30 ppm; obsah humusu 2,5 %

**Klimatický región:** teplý, suchý s priemernou ročnou teplotou 8 – 9 °C a ročným úhrnom zrážok 450mm

**Odroda – klon:** Žatecký poloraný červeňák – Osvaldov klon 72

**Rok výsadby:** 2007

**Počet variant:** 2: úhor + horčica; v troch opakovaniach, každé opakovanie odpovedá jednej rade.

#### 4.3.2 Agrotechnika

*Tabuľka 3 Agrotechnické zásahy na stanovišti Liběšovice.*

2019	
Jeseň 2019	vláčenie
	hlbkové kyprenie
05.04.2020	vláčenie
16.04.2020	rez
24.04.2020	aplikácia Kieserit (220 kg/ha) + DAP (120 kg/ha)
20.05.2020	1. zavádzanie
28.05.2020	2. zavádzanie
16.05.2020	aplikácia LAD (250kg/ha)

29.05. + 25.06.2020	1. a 2. priorávka, pri 2. priorávke aplikácia DAM (260 kg/ha) a okamžité siatie horčice
1. ošetrovanie	aplikácia Actara 25 WG (200g/ha)
2. ošetrovanie	aplikácia Alliete 80 WG (4.5 kg/ha) + Trend 90 (0.3 l/ha) + PlantAktiv (1 kg/ha)
3. ošetrovanie	aplikácia Bellis (2.0 kg /ha) + Zintrac (0.15 l/ha)+ Lignohumát MAX (0.6l/ha)
4. ošetrovanie	aplikácia Teppeki (0.07 kg/ha) +YaraLiva Calcinit (7.5 kg/ha) + Folpan 80 WG (1.0 kg/ha)+ TS Eva (0.7 l/ha)+ Zintrac (0.5 l/ha)+ Borosan humine (1 l/ha)
5. ošetrovanie	aplikácia Ortiva (1.5 l/ha) + Curzate K (0.8 kg/ha) + YaraLiva Calcinit (6.25 kg/ha) + Thiotrac (5 l/ha)+ Zintrac (0.5 l/ha)
6. ošetrovanie	aplikácia Bellis (2.0 kg/ha) + Movento 150 OD (4 l/ha)+ Agroleafpower (5 kg/ha) + Galleko kvet (1.2 l/ha)
7. ošetrovanie	aplikácia Revus (1.6 l/ha) + Thiotrac (5.0 l/ha) + Vegaflor (5 l/ha)
8. ošetrovanie	aplikácia Kuprikol 250 SC (10.0 l/ha) + Silwet star (0.4 l/ha)+ horká soľ (10 kg/ha)
9. ošetrovanie	aplikácia Defender Dry (3.0 kg/ha)
05.09.2019	Zber pokusov, po 14 dňoch zapravenie podsevov

#### 4.4 Pestovateľský rok 2018/2019

Rok 2018 bol pre pestovanie chmeľu prínosný. Medziročný nárast pestovateľských plôch činil 2,6 %, čo je v prepočte o 1 548 ha viac ako v roku 2017. Celková výmera bola 60 666 ha, čo sa dá považovať za vtedajšie maximum. Celosvetová produkcia chmeľu v roku 2018 dosiahla podľa údajov firmy Hopsteiner 116 227 t s priemerným výnosom 1,92 t/ha. Avšak aj napriek zväčšujúcim sa plochám produkcia chmeľu v medziročnom zrovnaní klesla o 1,3 %. Pokles bol spôsobený predovšetkým zvýšenými teplotami a extrémne nízkymi zrážkami. V Európe sa vypestovalo o 2 269 t menej ako v predošlom roku (Altová, 2019).

Výmera chmeľu v Českej republike dosahovala v roku 2018 8,3 % zo svetovej plochy. S výmerou 5 020 ha patrilo ČR tretie miesto medzi svetovými pestovateľmi chmeľu. Prvé boli Spojené štáty americké (38,4 %), druhé Nemecko (33,2 %) a za Českou republikou sa na štvrtom mieste umiestnila Čína (3,8 %). K dátumu 20.8.2019 eviduje ÚKZÚZ zbernú plochu

chmeľu 5 003 ha, čo predstavovalo v porovnaní s rokom 2018 mierny pokles. Majoritnou odrodou bol Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ), ktorým bolo vysadených 86,6 % z celkovej plochy. Z hybridných odrôd bola najčastejšie využívaná odroda Sládek, Premiant a Saaz Late. Najväčšou chmeliarskou oblasťou bolo Žatecko, ktoré tvorilo 77 % z celkovej výmery chmeľníc v Českej republike (Altová, 2019).

V roku 2019 bola zaznamenaná zvýšená priemerná teplota +9,5 °C. I napriek tomu bol rok 2019 o 0,1 °C chladnejší ako rok 2018. Odchýlka ročnej priemernej teploty sa od dlhodobého priemeru (1981–2010) zvýšila o +1,6 °C. Teplotná odchýlka v jednotlivých mesiacoch kolísala od +4,9 °C v júni (teplotne nadnormálny mesiac), až po -2,3 °C v máji, ktorý bol jediným mesiacom so zápornou teplotnou odchýlkou v porovnaní s dlhodobým priemerom.

Ročný úhrn zrážok 634 mm zaraďuje rok 2019 medzi podnormálne zrážkové roky (7,5 % pod dlhodobým priemerom). Najviac ich padlo počas mája, v priemere 91 mm, čo bolo 132 % dlhodobého priemeru. Naopak najmenej zrážok bolo začiatkom roku, kedy vo februári spadlo 38 mm a v januári 42 mm. Nadnormálnymi mesiacmi boli január, máj a september. Mesiace apríl, jún a august boli zrážkovo podnormálne a ostatné mesiace sú klasifikované ako zrážkovo normálne (Durilová, 2020).

Tabuľka 4 Priemerné mesačné teploty vzduchu pre Stredočeský kraj za rok 2019. (Prevzaté z <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-teploty>)

	Jún	Júl	August	September	Október	November
teplota vzduchu [°C]	21,5	19,8	19,5	14,1	9,8	5,8
dlhodobý teplotný normál [°C]	16,5	18,5	18,0	13,5	8,7	3,4
odchýlka od normálu [°C]	5,0	1,3	1,5	0,6	1,1	2,4

#### 4.5 Pestovateľský rok 2019/2020

Rovnako ako v roku 2018, aj v roku 2019 dosiahli plochy chmeľníc svojho maxima. Chmeľ bol pestovaný na 61 579 ha s medziročným nárastom o 2,1 %. V porovnaní s rokom 2018 hovoríme o prírastku o 1 268 ha. Spolu s výmerou plochy chmeľníc sa zvýšila aj celosvetová produkcia chmeľu. Podľa údajov firmy Hopsteiner bolo vyzbieraných 129 209 t s priemerným výnosom 2,10 t/ha. Na rozdiel od roku 2018 sa okrem pestovaných plôch zvýšila aj produkcia chmeľu s medziročným nárastom o 9,4 %. Prírastok má za dôsledok predovšetkým priaznivé počasie počas záveru zberu (Altová, 2020).

Výmera chmeľu v Českej republike tvorila za rok 2019 8,1 % zo svetovej plochy, čo predstavuje 5 003 ha. Aj napriek miernemu poklesu si Česká republika stále drží tretie miesto

medzi svetovými pestovateľmi chmeľu po Spojených štátoch amerických (38,7 %) a Nemeckom (33,2 %). Na štvrtom mieste sa opäť umiestnila Čína (3,8 %). K dátumu 20.8.2020 eviduje ÚKZÚZ mierny pokles (o 0,73 %) vo výmere plochy chmeľu na 4966 ha (pokles o 37 ha). Vysadenou majoritnou odrodou stále zostáva Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ), ktorý tvoril 84,9 % z celkovej plochy chmeľníc. Z hybridných odrôd chmeľu bol najviac zastúpený Sládek, Premiant, Agnus a Saaz Late. Najväčšiu vysadenú plochu opäť predstavovala Žatecká chmeliarska oblasť, ktorá zaujímala 77 % z celkovej výmery chmeľníc v Českej republike (Altová, 2020).

V roku 2020 dosiahla priemerná teplota vzduchu 9,1 °C. V porovnaní s dlhodobým priemerom (1981–2010) zaraďujeme rok 2020 taktiež ako silno nadnormálny s odchýlkou +1,2 °C (Kukliš, 2021). Mesačné odchýlky teploty boli prevažne kladné. Najvyšší kladný rozdiel bol vo februári, kedy mesačná odchýlka dosiahla +4,6 °C. Záporná teplotná odchýlka bola rovnako, ako aj predošlý rok v máji (-2,1 °C) (Štranc et al. 2020).

Ročný zrážkový úhrn bol 761 mm a tým radíme rok 2020 ako nadnormálny (11 % nad dlhodobým priemerom). Zrážkovo mimoriadne nadnormálny bol mesiac jún, kedy úhrn zrážok činil 151 mm (191 % normálu). Silno podnormálne boli mesiace január s 19 mm (43 % normálu), apríl, ktorý bol tento rok druhý najsuchší mesiac za posledných 50 rokov s 18 mm (43 % normálu) (Štranc et al. 2020) a november s 22 mm zrážok (45 % normálu) (Kukliš, 2021).

Tabuľka 5 Priemerné mesačné teploty vzduchu pre Stredočeský kraj za rok 2020. (Prevzaté z <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-teploty>)

	Jún	Júl	August	September	Október	November
teplota vzduchu [°C]	17	18,7	19,6	14,8	9,6	4,4
dlhodobý normál teploty [°C]	16,5	18,5	18,0	13,5	8,7	3,4
odchýlka od normálu [°C]	0,5	0,2	1,6	1,3	0,9	1,0

## 4.6 Organizácia pokusov

Prevádzkový pokus bol založený celkom v dvoch vegetačných rokoch. V roku 2019 bol založený na dvoch lokalitách – Kozojedy a Čínov. V roku 2020 bol založený na lokalite Liběšovice.

Intenzívne májové dažde mali za dôsledok nadmerne vyschnutú pôdu už na konci júna, majúci negatívny vplyv na dynamiku vzchádzania podsevov na všetkých lokalitách. Na pokusnej lokalite Kozojedy sa taktiež po vzídení porastu premnožila skočka. Tento až kalamičný výskyt skočky spôsobil značnú redukciu porastu.

Na založenie pokusu bol použitý radličkový podmietač Kromexim s výsevným ústrojenstvom na medziplodiny, tzv. jetelákom. Pracovná hĺbka stroja bola cca 5 cm. Šírka výsevu bola 2 m, aby nedochádzalo k nadmernej konkurencii podplodín s rastlinami chmeľu o živiny a vodu. Ďalším dôvodom výsevu v šírke 2 m bolo zamedzenie ničeniu porastov podplodín jazdiacimi mechanizačnými prostriedkami.

K výsevu horčice bol nastavený výsevok 10 kg/ha osiatej plochy medziradia. Na oboch lokalitách boli vždy osiate 3 rady chmeľnice, následne sa 3 rady vynechali a opäť 3 rady osiali. Využitím tejto praktiky bolo možné sledovať vplyv podsevu na výnos a kvalitu nazbieraných hlávok.

Pokus na stanovišti Liběšovice bol založený 13. mája 2020. Na osiatie medziradia bol použitý prototyp stroja Hop master od spoločnosti Bednar FMT. Výsevok horčice bol rovnaký, ako v prvom pokuse, čiže 10 kg/ha osiatej plochy medziradia a šírka medziradia taktiež činila 2 m ako v roku 2019. Pracovná hĺbka výsevu bola 3 cm. Výsev horčice je možné vidieť na obrázku 23.



*Obrázok 23 Výsev horčice do medziradia chmeľnice na lokalite Liběšovice, rok 2020.*

Obrázky 24 – 28 znázorňujú priebeh rastu podsevu horčice v priebehu vegetácie.



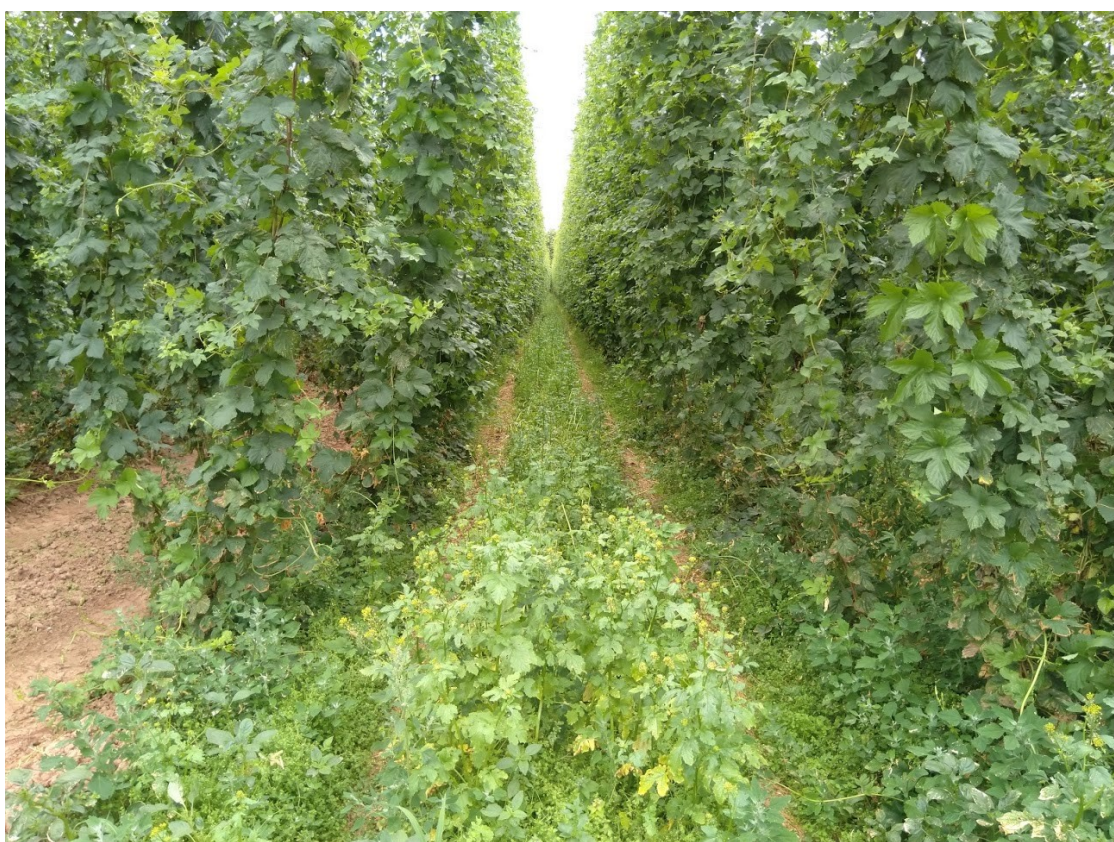
*Obrázok 24 Podsev horčice 28 dní po zasiatí.*



*Obrázok 25 Podsev horčice 39 dní po zasiatí.*



*Obrázok 26 Podsev horčice 58 dní po zasiatí. Fotené bezprostredne pred prejazdom postrekovača medziradím.*



*Obrázok 27 Porast horčice tesne pred mulčovaním.*

Porasty horčice boli vždy ponechané do fázy odkvítania, aby sa zamedzilo následnému dozrievaniu semien a druhotnému rozmnoženiu buriny v chmeľnici. Následne bola horčica mulčovaná (Obr. 28).



*Obrázok 28 Porasty horčice v medziradi chmeľnice po mulčovaní vo fáze odkvítania (BBCH 69).*

Mulčované podsevy boli v chmeľnici ponechané až do zberu. Pri zbere bol vyhodnotený výnos chmeľu u variant s podsevom a u varianty bez podsevu. Ako ďalšie boli zhodnotené hodnoty obsahu alfa horkých kyselín pomocou metódy vysokoúčinnnej kvapalinovej chromatografie (HPLC). Jednotlivé varianty boli po jednotlivých riadkoch strhnuté a očesané na česacej linke, ktorá bola vo všetkých troch prípadoch typu LČCH 2.



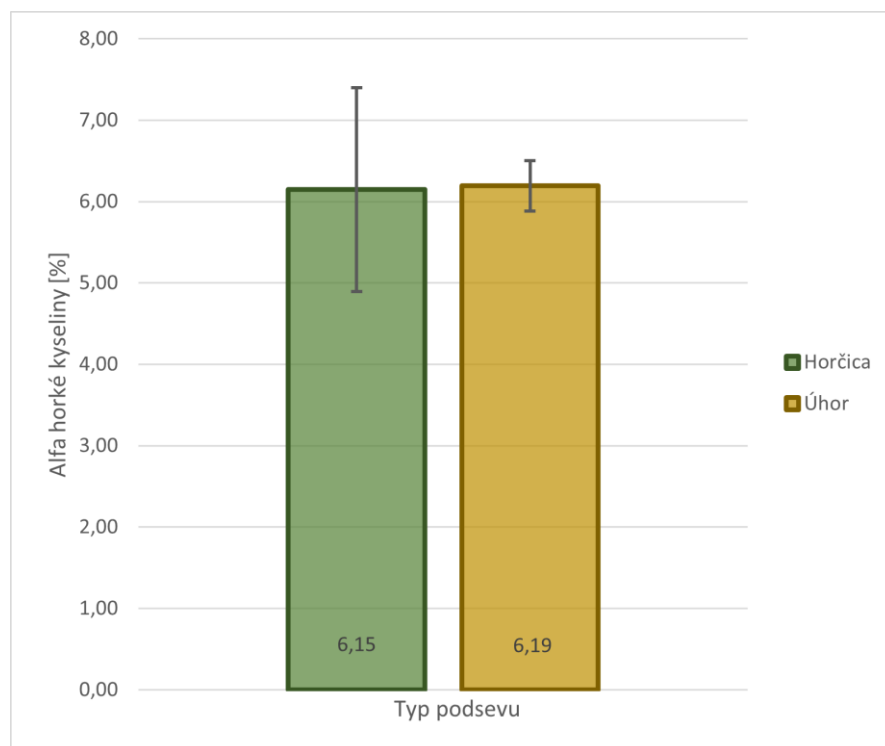
## 5 Výsledky

Alfa horké kyseliny sú veľmi dôležitým kvalitatívnym parametrom chmeľovej hlávky. Zodpovedajú za horkosť piva a sú nositeľmi konzervačných účinkov. Na všetkých troch lokalitách sme skúmali vplyv ozelenenia na obsah alfa horkých kyselín a na výnos chmeľových hlávok.

### 5.1 Pokusné stanovište Kozojedy

Na stanovišti Kozojedy boli pokusy vykonané v troch opakovaniach, t.j. výsledky v grafoch sú vynesené ako priemer nameraných hodnôt.

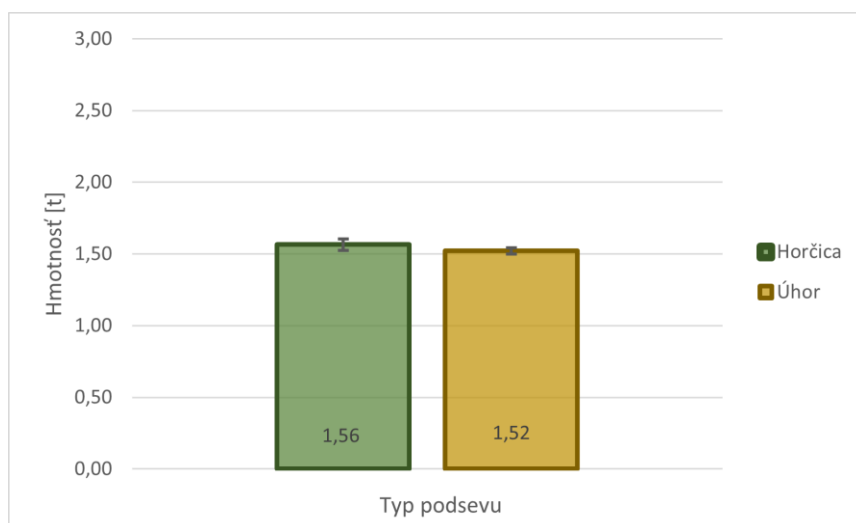
Priemerné hodnoty alfa horkých kyselín sú veľmi porovnateľné - 6,15 a 6,19 % pre podsev horčicou a úhorom (Obr. 29). Rozdiel sme avšak zaznamenali v smerodajnej odchýlke, ktorá je výrazne väčšia pri podseve horčice. To znamená, že nameraný obsah alfa horkých kyselín naprieč jednotlivými radmi výrazne viac kolísal u podsevu horčice než u úhoru. Obecne ale môžeme konštatovať, že sme na stanovišti Kozojedy nepozorovali výrazné rozdiely v obsahu alfa horkých kyselín medzi rôznymi typmi podsevu.



Obrázok 29 Obsah alfa horkých kyselín v chmele na pokusnom stanovišti Kozojedy. Hodnoty sú počítané ako priemer troch vysadených riadkov, kde chybová úsečka znázorňuje smerodajnú odchýlku priemeru.

Druhým sledovaným parametrom bol vplyv podsevu na výnos chmeľových hlávok. Pre podsev s horčicou sme zaznamenali priemerný výnos 1,56 tony, zatiaľ čo u úhoru približne o 2,5 % nižšiu – 1,52 tony (Obr. 30). Smerodajné odchýlky boli v tomto prípade porovnateľné.

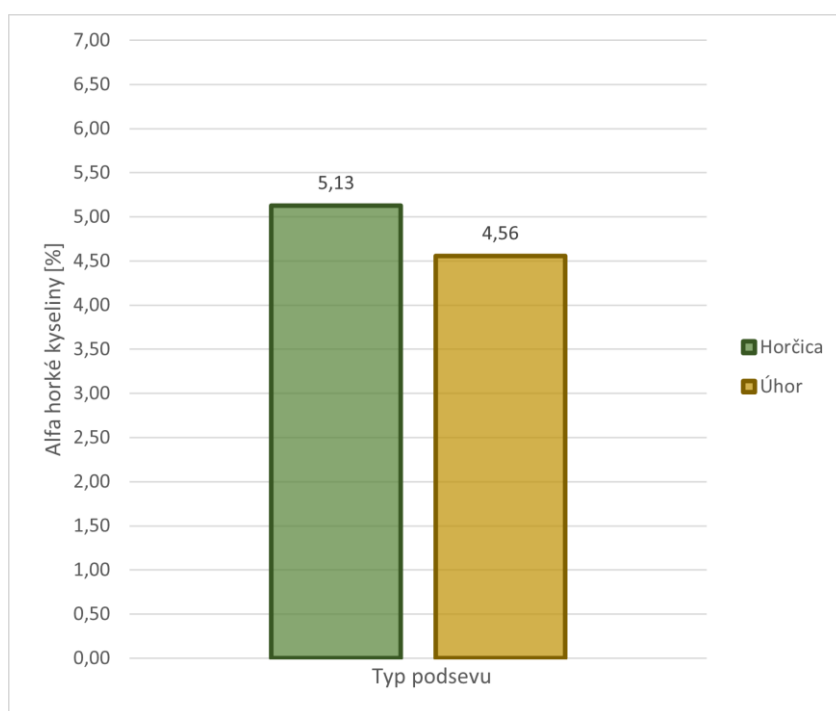
Avšak z dôvodu nízkeho počtu replikátov nevieme presne stanoviť nakoľko bol nami pozorovaný rozdiel signifikantný.



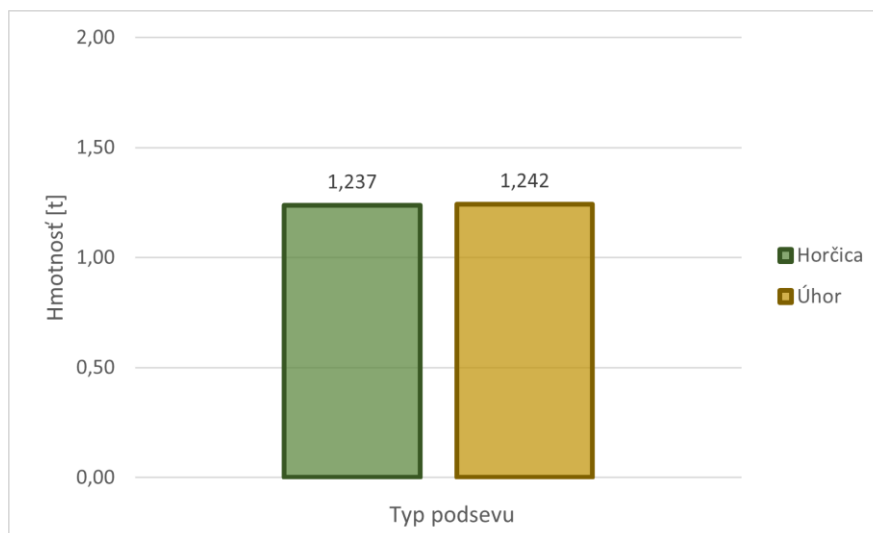
Obrázok 30 Výnos chmeľových hlávok na pokusnom stanovišti Kozojedy. Hodnoty sú počítané ako priemer troch vysadených riadkov, kde chybová úsečka znázorňuje smerodajnú odchýlku priemeru.

## 5.2 Pokusné stanovište Čínov

Namerané hodnoty na pokusnom stanovišti Čínov sa odlišujú od výsledkov z lokality Kozojedy. Aj napriek takmer rovnakému výťažku (1,237 a 1,242 tony pre podsevy horčice a úhoru) (Obr. 32) sa podiel alfa horkých kyselín výrazne líšil. Použitím horčice v medziradií obsah zvýšil o 12,5 % na hodnotu 5,13 % v porovnaní s výsledkami z podsevu úhorom (4,56 %) (Obr. 31).



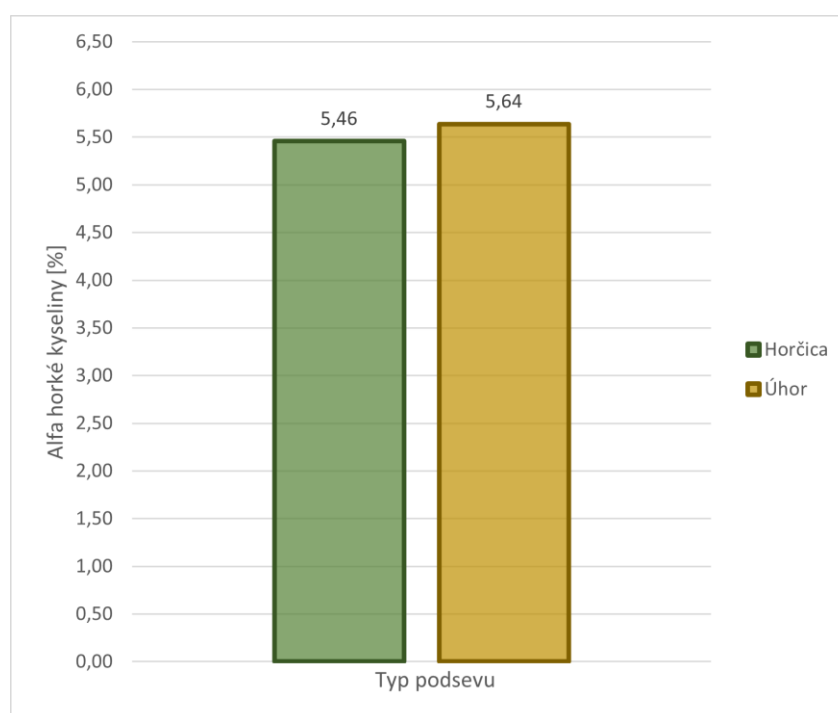
Obrázok 31 Obsah alfa horkých kyselín v chmele na pokusnom stanovišti Čínov. Hodnoty sú počítané ako priemer troch vysadených riadkov.



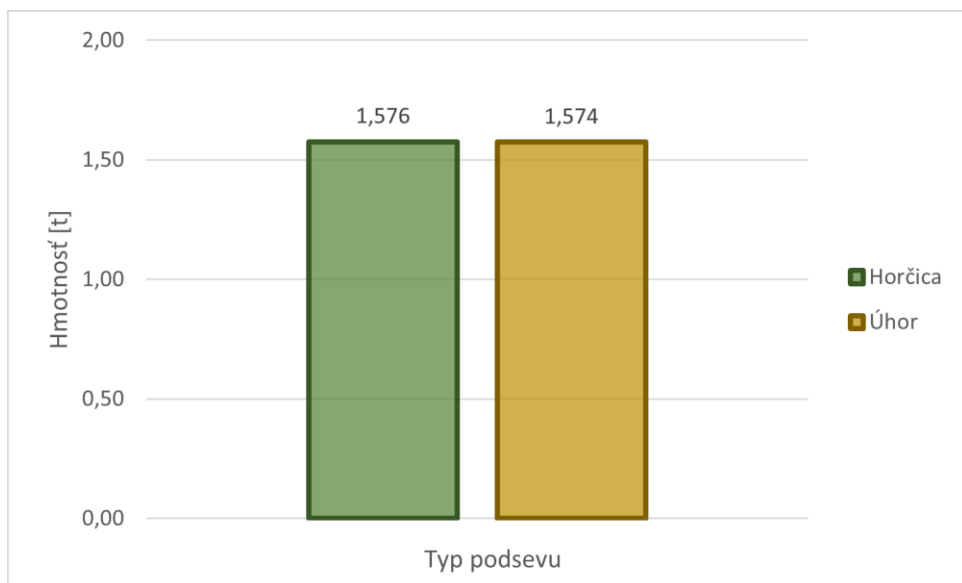
Obrázok 32 Výnos chmeľových hlávok na pokusnom stanovišti Čínov. Hodnoty sú počítané ako priemer troch vysadených riadkov.

### 5.3 Pokusné stanovište Liběšovice

Výsledky zo stanovišťa Liběšovice znova poukazujú, že by prítomnosť podsevu mohla mať čiastočný vplyv na obsah alfa horkých kyselín (Obr. 33). Pre podsev úhoru sme namerali priemernú hodnotu 5,46 %, čo je v porovnaní s 5,64 % pre podsev úhoru približne trojpercentný prepád (vyjadrené ako relatívne porovnanie dvoch percentuálnych hodnôt). Podobne ako na predchádzajúcich stanovištiach nedokážeme kvôli nízkemu počtu opakovaní stanoviť signifikanciu našich pozorovaní.



Obrázok 33 Obsah alfa horkých kyselín v chmele na pokusnom stanovišti Liběšovice. Hodnoty sú počítané ako priemer troch vysadených riadkov.



Obrázok 34 Výnos chmeľových hlávok na pokusnom stanovišti Liběšovice. Hodnoty sú počítané ako priemer troch vysadených riadkov.

## 6 Diskusia

Hlavnou úlohou tejto práce bolo priblížiť, aký veľký vplyv má typ podsevu na kvalitatívne parametre chmeľu, v našom prípade na obsah alfa horkých kyselín. Popritom sme taktiež sledovali vplyv ozelenenia medziradia na výnos suchých chmeľových hlávok.

Alfa horké kyseliny patria do rozpustných mäkkých živíc, ktoré zodpovedajú za horkosť piva, sú nositeľmi konzervačných účinkov (Urban et al. 2013) a ako píše Todd et al. (1972), taktiež zvyšujú odolnosť piva voči svetelnej degradácii a zlepšujú stabilitu peny. Obsah alfa horkých kyselín v chmeli je okrem pestovateľských podmienok taktiež závislý na odrode (Verzele a De Keukeleire, 1991). Briggs et al. (2004) uvádza, že obsah alfa horkých kyselín sa obvykle pohybuje v rozmedzí 3 – 10 hm.% . Naše výsledky sa s týmto údajom zhodujú, nakoľko sa vo všetkých troch lokalitách pohyboval v rozmedzí 4,6 – 6,2 hm. %.

V rámci chmeliarských oblastí sa rajonizujú mikroregióny, v ktorých daná odroda vykazuje značne odlišné (vyššie) hodnoty alfa horkých kyselín, než obvykle. Je to spôsobované poveternostnými, klimatickými a ďalšími prírodnými podmienkami. (Krofta et al. 2012). Tento základný kvalitatívny parameter chmeľu je úzko spätý s podmienkami stanovišťa a na rozdiel od výnosu je prakticky veľmi ťažko ovplyvniteľný pestovateľom (Krofta et al. 2010a).

Výnos chmeľu je výkonnostným parametrom a blízko súvisí s pestovateľskou starostlivosťou. Práca ako výživa a hnojenie, zapojenie chmeľového porastu, dodatočná závlaha, kvalita a včasnosť prevedenia jarnej práce, zavedenie pôdoochranných technológií, potlačenie rastu buriny, vek porastu alebo minimalizácia strát pri zbere úrody sú faktory, ktoré zásadne ovplyvňujú konečný výnos chmeľu (Krofta et al. 2012). Avšak, rovnako ako obsah alfa horkých kyselín, aj výnos chmeľu je značne ovplyvnený podmienkami stanovišťa. Už od začiatku roka 2020 dosahovala priemerná mesačná teplota vyššie hodnoty v porovnaní s dlhodobým priemerom (Kukliš, 2021). Spolu s dostatočným prísunom zrážok bol výnos chmeľu na pokusnom stanovišti Liběšovice najvyšší v porovnaní so založenými stanovišťami z predošlého roku 2019 (Obr. 30, 32, 34). Menší výnos v lokalitách Kozojedy a Čínov zapríčinil vysoký úhrn zrážok v máji a následné silne nadnormálne teploty vzduchu v júni (Duriľová, 2020). To malo za dôsledok zhoršenú dynamiku vzhádzania chmeľu aj podsevom, a tým aj ich znížený vplyv na hlavnú plodinu. Nižší výnos v lokalite Kozojedy bol ďalej násobený kalamitným premnožením skočky, čo viedlo k značnej redukcii porastu.

Chmeľ je trvácna rastlina schopná rásť na jednom území až 30 rokov (Šroller et al. 1997). Zastúpenie tohto príkladu nachádzame na stanovišti Kozojedy, kde bol chmeľ vysadený v roku 1997. Každoročným pestovaním a zbieraním chmeľu sa zloženie pôdneho profilu mení – degradujú sa jeho vlastnosti a znížená kvalita pôdy sa tak prejavuje aj v nasledujúcich rokoch. Jedna z možností ako pozmeniť kvalitu pôdneho profilu je výsadba pomocnej plodiny do medziradia chmeľnice. Pomocné plodiny patria pod pôdoochranné technológie, ktoré sa vyberajú pre danú lokalitu a stanovište (Kincl et al. 2018). Pomocné plodiny prispievajú k udržateľnosti pôdy, zmierňujú dopad mechanického obrábania pôdy a podporuje sa nimi lokálna biodiverzita. Okrem možných pozitívnych vplyvov, akými sú eliminácia erózneho

rizika a stabilizácia pôdneho profilu, podplodiny môžu zapríčiniť spomalený ohrev pôdy alebo sťažovať vzchádzanie porastov a vývoj klíčkov (Brant et al. 2020b). Pred sadbou pomocnej plodiny je potrebné posúdiť všetky možné vplyvy na danú lokalitu. U takto spomínaných vplyvov je potrebné sledovať prejavenie efektu pomocnej plodiny v dlhšom časovom rámci. Naše jednoróčné pozorovania sú z tohto hľadiska nedostačujúce a ich interpretácia by sa zlepšila niekoľkoročným pozorovaním.

Produkcia biomasy je jedna z najdôležitejších funkcií výsadby medziplodín. Rozkladom biomasy sa obohacuje pôda o organickú hmotu, bráni sa šíreniu buriny, zlepšujú sa fyzikálno-chemické vlastnosti pôdy a tak môže pôda lepšie odolávať degradačným procesom (Kincl et al. 2018). Tento proces sa nazýva zelené hnojenie (Obr. 28). Kahnt (1980) popisuje zelené hnojenie ako zapravenie živej, zelenej a na vodu bohatej rastlinnej biomasy do pôdy. Medzi základné ciele vplyvu zeleného hnojenia na pôdu považuje predovšetkým akumuláciu živín (hlavne dusíka) v pôde.

Neposlednou funkciou podplodín je aj vodná a veterná protierózna účinnosť. Zasiatím do medziradia sa vyplní inak nechránený povrch, čím sa zabraňuje dažďovým kvapkám rozrušovať pôdu. Eliminácia vodnej erózie je dôležitá najmä v čase rastu hlavnej plodiny, zatiaľ čo eliminácia veternej erózie hrá hlavnú úlohu po zbere hlavnej plodiny (Brant et al. 2005). Zasiata pomocná plodina dokáže plniť svoju úlohu už po 14-tich dňoch od svojho výsevu – obmedzuje povrchový odtok a zvyšuje infiltráciu vody do pôdy (Kincl et al. 2018). Spolu s vekom sa zvyšuje aj funkčnosť pomocnej plodiny (Kincl et al. 2018). V klimatických podmienkach Českej republiky sa veterná erózia vyskytuje primárne skoro na jar a čiastočne na jeseň (Dumbrovský et al. 2004). Z tohto dôvodu sa sadenie podplodiny uskutočnilo na všetkých nami sledovaných stanovištiach na začiatku leta. Funkcia pomocnej plodiny voči hlavnej tak mohla byť plne využitá a po jesennej orbe slúžila pre čo najväčšiu elimináciu veternej erózie.

Pri vysádzaní pomocných plodín je dôležité spomenúť, že ich umiestnenie je rovnako dôležité ako správny výber podplodiny. Nevhodné rozmiestnenie môže mať za následok konkurenciu hlavnej a pomocnej plodiny. Pri hustej výsadbe rastliny súperia o hlavné vegetačné faktory, ako sú voda, svetlo, živiny, teplota ale aj priestor – či už počas klíčenia semena alebo pri vzchádzaní rastlín (Brant et al. 2019a). Aby sa predišlo nežiadúcej konkurencii, na všetkých troch pokusných stanovištiach sa použila pásová výsadba horčice. To malo zabezpečiť, že nadzemná biomasa horčice obmedzovala rast buriny pred aj po ukončení svojho vegetačného obdobia a to vo forme mulču.

## 7 Záver

Poľnohospodárstvo ako súčasť moderného priemyslu prechádza neustálym vývojom spoločne s ľudskými požiadavkami a možnosťami. Eliminácia faktorov súvisiacich s poškodzovaním prírody a neudržateľnými požiadavkami na svoje okolie vedie priemysel k ekologizácii svojich procesov. Sektor poľnohospodárstva nie je výnimkou, kde sa znovu objavujú symbiotické interakcie rôznych ekosystémov. Cieľom tejto práce bolo objasniť aký dopad má pestovanie pomocnej plodiny horčice bielej na kvalitatívne parametre sledovanej priemyselnej plodiny - chmeľu.

Z literatúry je známe, že pomocná plodina dokáže rôznymi mechanizmami dopomôcť k tvorbe vhodnejšieho lokálneho prostredia pre rast hlavnej plodiny. Pomocná plodina má najmä za úlohu zlepšiť pôdnu štruktúru, ktorej funkčnosť sa degraduje pôsobením poľnohospodárskej techniky. Jej výsadbou sa znižuje mechanické opotrebenie pôdy, má protierózny charakter, obmedzuje výpar vody či obohacuje pôdu o organickú hmotu. Nesprávne použitie pomocných plodín avšak môže viesť ku vzájomnej konkurencii vysadených plodín, majúci negatívny vplyv na rast hlavnej plodiny.

Zhrňujúc naše výsledky avšak môžeme komentovať, že rozdiely v nameraných hodnotách alfa horkých kyselín a výnosu chmeľových šišť boli malé, za to s obecnou pozitívnym trendom pre použitie pomocnej plodiny.

Dôležitý faktor, ktorý je potrebný vziať v úvahu je časové ohraničenie nami sledovaných podmienok – u dvoch stanovišť hovoríme o dvojročných pozorovaniach, u jedného stanovišťa dokonca len o ročnom pozorovaní. Keďže je aj na základe literatúry rozumné očakávať, že nápomocný efekt výsadby pomocnej rastliny sa prejavuje až s opakovaným výsevom, popísať mieru jeho nápomocného charakteru dokážeme až s meraniami v dlhšom časovom rámci. Takto pripravené merania sú totiž viac odolné voči „nárazovým“ vplyvom – ako sú extrémny počasie (v našich pozorovaniach silné májové dažde roku 2019 nasledované suchami v júni toho istého roku) či výskyt škodcov (v našich pozorovaniach stanovište Kozojedy roku 2019 – premnoženie skočky).

Aj napriek nie plne konkluzívnym výsledkom je v mojom názore efektívnejšie využívať pomocný efekt spojený s výsadbou pomocnej plodiny, i keď sa jeho ekonomické a ekologické benefity prejavujú až neskôr v čase. Už je na zvážení poľnohospodára samotného, či sa mu vidina potenciálne vyššieho výnosu osvedčí vo výmene za zmenu organizácie práce a krátkodobých výdajov, ako je nákup osiva či zmena spotreby energií, ako je závlaha či pohonné hmoty.

## 8 Bibliografia

ALMAGUER, C. SCHÖNBERGER, Ch. GASTL, M. ARENDT, E. K. BECKER, T. 2014. *Humulus lupulus – a story that begs to be told. A review.* Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jib.160> [cit. 1.11.2020].

ALTOVÁ, M. 2019. *Situační a výhledová zpráva chmel, pivo.* Ministerstvo zemědělství. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/643719/SVZ\\_Chmel\\_2019.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/643719/SVZ_Chmel_2019.pdf) [cit. 1.4.2021].

ALTOVÁ, M. 2020. *Situační a výhledová zpráva chmel, pivo.* Ministerstvo zemědělství. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/667890/SVZ\\_Chmel\\_2020.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/667890/SVZ_Chmel_2020.pdf) [cit. 23.1.2021].

BADALÍKOVÁ, B. NOVOTNÁ, J. POSPÍŠILOVÁ, L. 2016. *Vliv zapravení organické hmoty na půdní vlastnosti a snížení vodní eroze. Uplatněná certifikovaná metodika 33/16, Zemědělský výzkum, spol. s r. o. Troubsko, 41 str.*

BASAROVA, G. SAVEL, J. BASAR, P. LEJSEK, T. 2010. *Pivovarství: Teorie a praxe výroby piva (Brewing: the theory and practice of beer production).* Vysoká škola chemickotechnologická v Praze, Vydavatelství VŠCHT. ISBN 978-80-7080-734-7.

BEHRE, K. E. 1999. *The history of beer additives in Europe – a review.* *Veget Hist Archaeobot* 8: 35–48.

BRANT, V. FUKSA, P. PIVEC, J. HAKL, J. NECKÁŘ, K. 2005. *Podsevové meziplodiny v porostech kukuřice.* *Agro*, 4, 84–87.

BRANT, V. BALÍK, J. FUKSA, P. HAKL, J. HOLEC, J. KASAL, P. NECKÁŘ, K. PIVEC, J. PROKINOVÁ, E. 2008. *Meziplodiny.* Kurent, s.r.o. České Budějovice. ISBN 978-80-87111-10-9.

BRANT, V. ŠKEŘÍKOVÁ, M. ZÁBRANSKÝ, P. TYŠER, L. 2015. *Dynamika rustu meziplodin.* *Farmář*. 21 (10): 32–36.

BRANT, V. KROULÍK, M. KROFTA, K. ZÁBRANSKÝ, P. PROCHÁZKA, P.; POKORNÝ, J. CHYBA, J. 2016. *Prostorové rozmístění kořenového systému v půdě.* *Chmelařství* 89: 42–46.



BRANT, V. KROULÍK, M. PIVEC, J. ZÁBRANSKÝ, P. HAKL, J. HOLEC, J. KVÍZ, Z. PROCHÁZKA, L. 2017a: Splash Erosion in Maize Crops under Conservation Management in Combination with Shallow Strip – tillage before Sowing. *Soil and Water Research*. 12: 106–116.

BRANT, V. ZÁBRANSKÝ, P. ŠKEŘÍKOVÁ, M. KROULÍK, M. HOFBAUER, M. KUNTE, J. 2017b. Morfologická variabilita meziplodin. *Agromanuál*. 12 (6): 108–112.

BRANT, V. HAMOUZ, P. KROULÍK, M. ŠKEŘÍKOVÁ, M. ŠMÖGER, J. TYŠER, L. ZÁBRANSKÝ, P. 2019a. Pomocné plodiny v pěstebních systémech polních plodin. *Agrární komora České republiky, Praha*. ISBN 978-80-88351-03-0.

BRANT, V. ŠMÖGER, J. 2019b. Pěstování pšenice ozimé s pomocnou plodinou. *Moje půda*: 11–13.

BRANT, V. KROFTA, K. KROULÍK, M. ZÁBRANSKÝ, P. PROCHÁZKA, P. POKORNÝ, J. 2020a. Distribution of root system of hop plants in hop gardens with regular rows cultivation. *Plant Soil Environ*, 66:317–326.

BRANT, V. KROULÍK, M. KRČEK, V. KRÁSA, J. KAPIČKA, J. HAMOUZ, P. LUKÁŠ, J. ZÁBRANSKÝ, P. ŠKEŘÍKOVÁ, M. ŠKEŘÍK, J. JOB, Z. LANG, J. PETRUS, D. 2020b. Implementace principů precizního zemědělství do rostlinné výroby. *Kurent, s.r.o., České Budějovice*. ISBN 978-80-87111-81-9.

BRIGGS, D.E. BOULTON, C.A. BROOKES, P.A. STEVENS, R. 2004. *Brewing Science and Practice*. Woodhead Publishing Ltd., Cambridge.

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

DURILOVÁ, A. 2020. *Zemědělství 2019*. Publikácia Ministerstva zemědělství. ISBN 978-80-7434-558-6.

FANDIÑO, M. MARTÍNEZ, E.M. REY, B.J. VALLADARES, J. OLMEDO-NADAL, J.L. MIRAS-AVALOS, J.M. CANCELA, J.J. 2019. Irrigation scheduling for *Humulus lupulus* (L.) cv. “Nugget”: climate and soil-plant relations.

GRAF, T. BECK, M. MAUERMEIER, M. ISMANN, D. PORTNER, J. DOLESCHER, P. SCHMIDHALTER, U. 2014. *Humulus lupulus* – the hidden half. *Brewing Science*, 67: 161–166.

HARRISON, J. 1971. Effect of hop seeds on beer quality. *Journal of The Institute of Brewing & Distilling*: 350–352.

HERR, I. BUCHLER, M.W. 2010. Dietary constituents of broccoli and other cruciferous vegetables: Implications for prevention and therapy of cancer. Volume 36, 377–383. ISSN 0305-7372.

HOREJSEK, J. ZICH, M. 1990. *Chmelařství*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. ISBN 80-209-0125-6.

JEŽEK, J. (ed.). 2015. *Chmel 2015: Příručka pro pěstitele chmele*. 1. Žatec: Chmelařský institut. ISBN 978-80-86836-98-0.

KAHNT, G. 1980. *Gründüngung*. DLG-Verlag, Frankfurt am Main. ISBN 3769003276.

KINCL, D. KABELKA, D. SRBEK, J. ČÁP, P. PETRŮ, A. PETERA, M. KROFTA, K. POKORNÝ, J. 2018. *Půdoochranné technologie pro pěstování chmelu*. Certifikovaná metodika, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy v Praze, 23 s. ISBN 978-80-87361-90-0.

KOPECKÝ, J. BRYNDA, M. CINIBURK, V. JEŽEK, J. KLAPAL, I. KOŘEN, J. KOZLOVSKÝ, P. KROFTA, K. KUDRNA, T. NESVADBA, V. VOSTŘEL, J. 2008. *Zakládání chmelnic hybridními odrůdami*. Chmelařský institut s.r.o. ISBN 978-80-86836-30-0.

KROFTA, K. (ed.). 2010a. *Rajonizace českých odrůd chmele: Metodika pro praxi 4/10*. Žatec: Chmelařský institut, 76 s. ISBN 978-80-87357-04-0.

KROFTA, K. BRYNDA, M. NESVADBA, V. 2010b. *Rajonizace českých odrůd chmele: Metodika pro praxi*. Chmelařský institut s.r.o., Žatec.

KROFTA, K. JEŽEK, J. KLAPAL, I. KŘIVÁNEK, J. POKORNÝ, J. PULKRÁBEK, J. VOSTŘEL, J. 2012. Integrovaný systém pěstování chmele 1. Časopis Chmelářství, Petr Svoboda. ISBN 978-80-86836-82-9.

KUKLIŠ, L. 2021. Rok 2020 byl v ČR teplotně silně nadnormální s průměrnou teplotou 9,1 stupně Celsia. Dostupné z: <https://magazin.gnosis.cz/rok-2020-byl-v-cr-teplotne-silne-nadnormalni-s-odchylkou-12-stupne-oproti-normalu/> [cit. 6.4.2021].

LE COZ, C.J. DUCOMBS, G. PAULSEN, E. 2011. Plants and Plant Products. In: Johansen J., Frosch P., Lepoittevin J.P. (eds) Contact Dermatitis. Springer, Berlin/ Heidelberg, Germany. Dostupné z: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-03827-3\\_46](https://doi.org/10.1007/978-3-642-03827-3_46) [cit. 28.2.2021].

LICHNER, S. KLESNIL, A. HALVA, E. 1983. Krmovinářstvo. 1. vyd. Příroda, Bratislava.

MIKŠÍK, V. ZUKALOVÁ, H. PRÁŠILOVÁ, M. VAŠÁK, J. 2007. Hořčice. Pěstitelský rádce. Kurent, s.r.o., České Budějovice. ISBN 978-80-87111-01-7.

NESVADBA, V. 2013. Vývoj a tradice českých odrůd chmele. Chmelařský institut s.r.o. Žatec.

NESVADBA, V. POLONČÍKOVÁ, Z. HENYCHOVÁ, A. KROFTA, K. PATZAK, J. 2012. Atlas českých odrůd chmele. Chmelařský institut s.r.o. Žatec. ISBN 978-80-87357-11-8.

NEVE, A. R. 1991. Hops. Heidelberg, Springer Netherland, 266. ISBN 978-94-011-3106-3.

NOVOTNÝ, M. KERVALIŠVILI, M. D. ŠANTA, M. 1990. Závlaha polních a speciálních plodín. 1. vyd. Bratislava: Příroda. Vodné hospodárstvo. ISBN 80-07-00267-7.

NOVÁK, P. MAŠEK, J. 2021. Propustnost půdy pro vodu v období po sklizni polních plodín. Česká zemědělská univerzita v Praze. Dostupné z:

<https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/propustnost-pudy-pro-vodu-v-obdobi-po-sklizni-polnich-plodin> [cit. 14.3.2021].

OLSOVSKA, J. BOSTIKOVA, V. DUSEK, M. JANDOVSKA, V. BOGDANOVA, K. CERMAK, P. BOSTIK, P. MIKYSKA, A. KOLAR, M. 2016. Humulus lupulus 1. (Hops) –

A valuable source of compounds with bioactive effects for future therapies. *Military Medical Science Letters*: s. 19-30. ISSN 0372-7025. Dostupné z:

<https://pdfs.semanticscholar.org/537e/be86f87cc8ed351e7865acc12e9c3ff02041.pdf> [cit. 17.10.2020].

PASTYŘÍK, V. 1989. *Chmelařství. Výstavnictví zemědělství a výživy*, České Budějovice.

PAVLOVIC, V. PAVLOVIC, M. CERENAK, A. KOSIR, I. J. CEH, B. ROZMAN, C. TURK, J. PAZEK, K. KROFTA, K. GREGORIC, G. 2012. Environment and weather influence on quality and market value of hops. Dostupné z:

[https://www.researchgate.net/publication/232711404\\_Environment\\_and\\_weather\\_influence\\_on\\_quality\\_and\\_market\\_value\\_of\\_hops](https://www.researchgate.net/publication/232711404_Environment_and_weather_influence_on_quality_and_market_value_of_hops) [cit. 26.10.2020].

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

POJAR, V. 2017. *Zelené zlato: Kartelizace chmelařství v českých zemích, 1890–1938*. Národní zemědělské muzeum, s. p. o., Praha. ISBN 978-80-86874-81-4.

POJAR, P. 2015. Co je mulč, mulčování, a jak mulčovat? Dostupné z: <https://www.ceskestavby.cz/clanky/co-je-mulc-mulcovani-a-jak-mulcovat-23862.html> [cit. 20.2.2021].

PULKRÁBEK, J. CAPOUCHOVÁ, I. HAMOUZ, K. 2003. *Speciální fyto technika*. Česká zemědělská univerzita. Dostupné z:

<http://agrobiologie.cz/SMEP3/Fyto technika/fyto/php/skripta/index.html> [cit. 30.12.2020].

REMEŠOVÁ, M. POLÁČKOVÁ, J. 2018. Sledování a analýza nákladů a rentability chmele. *Chmelařství* 91: 30–35.

RYBÁČEK, V. (ed). 1980. *Chmelařství*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.

SMALL, E. A. 1978. Numerical and nomenclatural analysis of morpho-geographic taxa of *Humulus*. *Syst Bot* 3: 37–76.

SMALL, E. 1980. The relationships of hops cultivars and wild variants of *Humulus lupulus*. *Can J Botany*.

ŠIMON, J. a kolektiv. 1964. Rostlinná výroba 2. Státní zemědělské nakladatelství.

ŠNOBL, J. PULKRÁBEK, J. 2005. Základy rostlinné produkce. Vyd. 2., přeprac. V Praze: Česká zemědělská univerzita. ISBN 80-213-1340-4.

ŠNOBL, J. PULKRÁBEK, J. a kolektiv. 2010. Základy rostlinné produkce. Česká zemědělská univerzita. Dostupné z:

<http://agrobiologie.cz/SMEP3/Chmel/chmel/php/skripta/index.html> [cit. 30.12.2020].

ŠPALDON, E. a kolektiv. 1982. Rostlinná výroba. 1. vyd. Bratislava: Příroda.

ŠRÉDL, K. PRÁŠILOVÁ, M. SVOBODA, R. SEVEROVÁ, L. 2020. Hop production in the Czech Republic and its international aspects. Dostupné z:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844020312159#bib17> [cit. 24.11.2020].

ŠROLLER, J. a kolektiv. 1997. Speciální fyto technika-rostlinná výroba. Vyd. 1. Praha: nakladatelství EKOPRESS s. r. o. ISBN 80-86119-04-1.

ŠTRANC, P. PROCHÁZKA, P. ŠTRANC, D. 2020. Průběh počasí a předběžné výsledky pokusů se sójou v roce 2019/2020. Sborník pěstování olejnin v sezóně 2019/2020, 37: 194–202. ISBN 978-80-87065-98-3.

TODD, P.H. JOHNSON, P.A. WORDEN L.R. 1972. Evaluation of the relative bitterness and light stability of reduced iso-alpha acids. *Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am* 9 (1): 31–35.

URBAN, J. DAHLBERG C. J. CARROLL B.J. KAMINSKY W. 2013 Absolute configuration of beer's bitter compounds. *Angewandte Chemie (International Ed. In english)*.

VACH, M. HABERLE, J. JAVŮREK, M. PROCHÁZKA, J. PROCHÁZKOVÁ, B. SUŠKEVIČ, M. NEUDERT, L. 2005. Pěstování meziplojin v různých půdně-klimatických podmínkách České republiky. *Zemědělské informace, ÚZPI, Praha*.

VAŠÁK, J. ZUKALOVÁ, H. KEBERT, V. 2005. Pěstování a aktuální problematika hořčice. Sborník referátů Řepka, Mák, Slunečnice a Hořčice. ISBN 80-213-1289-0.

VEJRAŽKA, K. HOLÝ, K. KŘIVÁNEK, J. VAVERA, R. PROCHÁZKA, P. KUDRNA, T. 2017. Pěstování podplodin v meziřadí chmelnic. Zemědělský výzkum, spol. s.r.o. Troubsko. ISBN 978-80-88000-21-1.

VENT, L. (ed). 1963. Chmelařství: organizace a technologie velkovýroby. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

VERZELE, M. KEUKELEIRE, D. D. 1991. Chemistry and Analysis of Hop and Beer Bitter Acids, s. 27. Elsevier: Amsterdam.

VRZALOVÁ, J. FRIC, V. 1994. Rostlinná výroba – IV (Přadné plodiny, Chmel). VŠZ v Praze. ISBN 80-213-0155-4.

WAMPLE, R.L. FARRAR, S.L. 1983. Yield and quality of furrow and trickle irrigated hop (*Humulus lupulus* L.) in Washington State. Agricultural Water Management, 7: 457–470.

ZANOLI, P. ZAVATTI, M. 2008. Pharmacognostic and pharmacological profile of *Humulus lupulus* L. Journal of Ethnopharmacology, 116: 383–396.

ZIMA, F.; ZÁZVORKA, V. 1938. Chmelařství. Ministerstvo zemědělství republiky Československé, Praha.

ZIMA, F. ZÁZVORKA, V. 2017. Chmelařství. 2. Chrášťany: AGROSCIENCE s.r.o. Publikácia ministerstva zemědělství. ISBN 978-80-906121-0-5.

