

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a rostlinné produkce**



**Česká zemědělská  
univerzita v Praze**

**Využití meziplodin ve chmelnicích**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Jan Matějka**

**Obor studia: Rostlinná produkce**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Václav Brant, Ph.D.**

© 2021 ČZU v Praze

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Využití meziplodin ve chmelnicích“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne \_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Václavu Brantovi, Ph.D. za jeho pomoc při psaní bakalářské práce, za jeho čas, ochotu a zkušenosti, které mi po celou dobu předával. Centru precizního zemědělství při ČZU za vývoj stroje pro osev meziřadí chmelnic. Také bych rád poděkoval Ing. Václavu Emingerovi za umožnění pokusu na jeho pozemcích. Dále mé poděkování patří mé přítelkyni, rodině a spolužákům za pomoc a podporu při studiu.

# Využití meziplodin ve chmelnicích

## Souhrn

Cílem této práce bylo sledovat produkci nadzemní biomasy u vybraných druhů podplodin vysetých do meziřadí chmelnice na pokusném stanovišti v Kozojedech. Celkem bylo vyseto 10 variant pokusu, každá varianta pokusu byla vyseta do jednoho meziřadí chmelnice v šířce 160 cm tak, aby nedocházelo ke konkurenci podplodin a chmelových rostlin o vláhu a živiny. Byly vysety tyto plodiny: hořčice bílá (*Sinapis alba*), hrách setý (*Pisum sativum L. convar. sativum*), hrách setý rolní (*Pisum sativum L. convar. speciosum*), bér italský (*Setaria italica (L.) P.B.*), oves nahý (*Avena nuda*).

Tyto plodiny byly vysévány jednotlivě, ale i ve směsích. K setí došlo ihned po prvním zavádění chmele. Pro setí podplodin byl Centrem precizního zemědělství vyvinutý speciální radličkový kypřič s výsevním zařízením pro velkosemenné i malosemenné plodiny. K vysévání docházelo do řádků i plošně. Při prvních kontrolách prokázaly dobrou vzházivost rostliny vyseté do řádku, rostliny vyseté plošně na povrch půdy měly pomalejší vývoj. Z důvodu nízkých teplot na začátku vegetace podplodin nevzešel bér italský. Napadení podplodin ani zaplevelení nebylo ve významné míře, proto mu nebyla věnována pozornost.

Během vegetace došlo ke dvěma odběrům biomasy. Biomasa podplodin byla usušena, a byl tak získán přesný přehled o produkci biomasy. Největší produkci biomasy prokázal oves nahý, ten byl vysetý do směsi s bérem italským. Bér italský z důvodu nízkých teplot nevzešel, a oves nahý tak neměl konkurenci a mohl vytvořit nejvíce biomasy ze všech variant pokusů. Při výsevu ovsa nahého a hořčice bílé se projevila konkurence plodin a produkce biomasy nebyla tak markantní. Dále se jako velice dobrá jeví směs hořčice bílé a hrachu setého. Hrách setý na rozdíl od hrachu setého rolního prokázal lepší dynamiku růstu a vytvořil ve směsi s hořčicí bílou dostatečné množství biomasy. Směs hrachu setého a hořčice bílé se prokázala jako vhodná i při mechanickém umrtvení porostů podplodin válením.

Díky dobrému zalamování a tíze rostlin hořčice došlo k přimáčknutí rostlin hrachu k půdě, a byl tak vytvořen dobrý pokryv meziřadí, aby nedocházelo k erozi a vypařování vody z povrchu půdy. U čistosevů hrachu setého nebylo přimáčknutí rostlin na takové úrovni. K mechanickému umrtvení porostu došlo dva měsíce po vysetí podplodin. Umrtvení bylo provedeno poválením a mulčováním porostů. Dále byla sledována regenerace porostů, ta byla u poválených porostů hořčice dobrá, u zmulčovaných nikoliv. Dobrou regeneraci po zmulčování prokázal oves nahý a porosty luskovin, které dokonce vytvořily lusky. Lepší degradaci organické hmoty prokázaly zmulčované porosty.

**Klíčová slova:** meziplodina, produkce biomasy, kvalita biomasy, chmel

# Use of catch crops in hop gardens

## Summary

The aim of this thesis was to study the production of aboveground biomass of selected catch crops sown in the intercrop of hop gardens at the experimental site in Kozojedy. In total 10 variants of the experiment were sown in one intercrop of the hop garden in a width of 160 cm, so that there would not be a competition of catch crops and hop plants for moisture and nutrients. The following crops were sown: *Sinapis alba*, *Pisum sativum*, *Pisum sativum L. convar speciosum*, *Setaria italica (L.) P.B.*, *Avena nuda*.

These crops were sown individually but also in mixtures. Sowing took place immediately after the first winding of the hop. For the sowing of the catch crops the Center for Precision Agriculture developed a special coulter cultivator with a sowing mechanism for large-seeded and small-seeded crops. The sowing was done in separate lines and all over the field. In the first inspection the plants that were sown in lines showed good seed emergence and the ones sown all over the soil surface had slower development. Due to the low temperatures at the beginning of the vegetation of catch crops *Setaria italica (L.) P.B.* did not emerge. There was no significant infestation of the crops, so no attention was paid to it.

There were two samples of biomass taken during the vegetation. The biomass of the catch crops was dried so that an accurate overview of the biomass production was obtained. The largest production of biomass was established by *Avena nuda* which was sown in a mixture with *Setaria italica (L.) P.B.* *Setaria italica (L.) P.B.* did not emerge due to low temperatures so *Avena sativa* did not have competition and could produce the biggest amount of biomass from all the experimental variants. When sowing *Avena nuda* and *Sinapis alba* the competition of the crops occurred, and the biomass production wasn't that high. Also, the mixture of *Sinapis alba* and *Pisum sativum* seems to be very good. *Pisum sativum* showed better growth dynamics than *Pisum sativum L. convar speciosum*. It also created a sufficient amount of biomass in a mixture with *Sinapis alba*. The mixture of *Pisum sativum* and *Sinapis alba* also proven to be suitable for mechanical regulation of the catch crops by rolling. Thanks to the good folding and weight of *Sinapis alba* the *Pisum sativum* plants were pressed against the soil and by that a good cover of the intercrop was created so that erosion and evaporating of water did not occur. In the case of monocultural sowing of *Pisum sativum* the pressing of the plants was not at such level. The mechanical regulation occurred two months after sowing of the catch crops. The regulation was performed by rolling and mulching the stands. The regeneration of the stands was also monitored which was good at the rolled plants of *Sinapis alba* and bad at the mulched ones. Good regeneration after mulching proved *Avena nuda* and legume plants which even formed pods. Mulched plants showed better degradation of organic matter.

**Keywords:** catch crops, biomass production, biomass quality, hop

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Literární rešerše</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>Chmel otáčivý (<i>Humulus lupulus L.</i>)</b>	<b>10</b>
3.1.1	Popis chmelové rostliny	10
3.1.2	Plochy chmele v ČR	11
<b>3.2</b>	<b>Způsoby pěstování chmele</b>	<b>12</b>
3.2.1	Typy chmelnic	12
<b>3.3</b>	<b>Agrotechnika chmele</b>	<b>12</b>
3.3.1	Práce ve chmelnici	12
3.3.2	Hnojení a výživa chmele	14
3.3.3	Zavlažování chmele	16
3.3.4	Ochrana, škůdci a choroby chmele	16
<b>3.4</b>	<b>Chmelařské oblasti v ČR</b>	<b>18</b>
3.4.1	Žatecká oblast	18
3.4.2	Úštěcká oblast	18
3.4.3	Tršická oblast	18
<b>3.5</b>	<b>Podplodiny ve chmelnicích</b>	<b>19</b>
3.5.1	Pozitivní a negativní vliv podplodin	19
3.5.2	Ochrana chmelnic proti erozi	20
3.5.3	Ochrana proti zhutnění půdy	20
3.5.4	Využívané druhy a jejich charakteristika	20
3.5.5	Produkce biomasy	22
3.5.6	Termíny výsevů	23
3.5.7	Obsah živin v biomase podplodin	23
<b>4</b>	<b>Metodika</b>	<b>24</b>
<b>4.1</b>	<b>Pokusná lokalita Kozojedy</b>	<b>24</b>
4.1.1	Informace o stanovišti Kozojedy	24
4.1.2	Agrotechnika	25
4.1.3	Průběh počasí	27
4.1.4	Vývoj stroje pro setí podplodin	29
<b>4.2</b>	<b>Pokus</b>	<b>30</b>
<b>4.3</b>	<b>Statistické vyhodnocení</b>	<b>31</b>
<b>4.4</b>	<b>Stanovení obsahu živin</b>	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>Výsledky</b>	<b>32</b>

<b>5.1</b>	<b>Vzcházivost rostlin .....</b>	<b>32</b>
<b>5.2</b>	<b>Celková produkce nadzemní biomasy.....</b>	<b>33</b>
<b>5.3</b>	<b>Podíl jednotlivých druhů ve vyšetých směsích .....</b>	<b>34</b>
<b>5.4</b>	<b>Mechanické umrtvení porostů a regenerace.....</b>	<b>38</b>
<b>5.5</b>	<b>Obsah živin .....</b>	<b>40</b>
<b>6</b>	<b>Diskuze.....</b>	<b>41</b>
<b>7</b>	<b>Závěry a doporučení pro praxi.....</b>	<b>43</b>
<b>8</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>44</b>

# 1 Úvod

Pěstování chmele otáčivého má v českých zemích dlouholetou tradici. K velkému rozvoji chmelařství došlo za vlády Karla IV, který zakázal vývoz sadby českého chmele do ciziny. Důležitost pěstování chmele chápali i další panovníci, například Marie Terezie přijala důležité opatření k ochraně českého chmele. K intenzivnímu rozvoji došlo v 19. a 20. století. Hojně využívané tyčové chmelnice nahradila tzv. žatecká drátěnka, ruční česání nahradily česací stroje, byly zbudovány moderní horkovzdušné sušárny chmele, český chmel získal své jméno ve světě a v téměř nezměněné podobě se pěstuje až dodnes. V dnešní době patří Česká republika se svými třemi chmelařskými oblastmi mezi největší pěstitele chmele na světě.

Způsob pěstování chmele se v českých zemích nemění, stále je vyžadován veliký nárok na ruční práci a agrotechnické postupy probíhají také stále stejně. V posledních letech však dochází k extrémním výkyvům počasí od standardů, na které není konvenční pěstování chmele připraveno. Vysoké teploty společně s extrémním suchem, nebo naopak velké přivalové deště nám degradují půdu ve chmelnicích vypařováním vody, ale i velkou vodní a větrnou erozí. Proti tomuto je potřeba se chránit, bohužel tradiční pěstování chmele tak, jak ho známe, a tak, jak ho spousta pěstitelů chmele provozuje, na tyto situace nestačí.

Tato bakalářská práce pojednává o pěstování podplodin v meziřadí chmele, což nahrazuje tradiční černý úhor v meziřadí. Podplodiny ve chmelnicích mohou nejen bránit erozi a vypařování vody z meziřadí, ale mají také mnoho jiných funkcí, které přinášejí pozitivní vliv do pěstování chmele. Mezi tyto funkce patří například snížení utužení půdy při častých přejezdech ve chmelnicích, ke kterým kvůli častým zásahům proti patogenům ve chmelnicích dochází, dále také pozitivně ovlivňují biodiverzitu v přírodě a pozitivně ovlivňují stavy hmyzu. Dále mohou také meziplodiny dodávat živiny do půdy. Pěstování podplodin ve chmelnicích není nikterak náročné, a to ani na pracovní operace, ani po finanční stránce. Samozřejmě jako vše má pěstování podplodin i negativní vlastnosti, ty jsou ale při porovnání s pozitivními spíše zanedbatelné.



## 2 Cíl práce

Cílem práce je na základě literární rešerše specifikovat cíle a možnosti využití meziplodin v porostech chmele otáčivého a na základě polních experimentů stanovit dynamiku produkce a obsah živin u nadzemní biomasy meziplodin pěstovaných v meziřadí. Z těchto cílů vyplývají dvě hypotézy:

1. **hypotéza:** Rozdílné druhy meziplodin využité pro ozelenění meziřadí chmelnice vykazují odlišnou dynamiku produkce biomasy.
2. **hypotéza:** Rozdílné druhy meziplodin vykazují odlišné obsahy živin v biomase.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Chmel otáčivý (*Humulus lupulus L.*)

Jedná se o vytrvalou, popínavou rostlinu, u které každoročně dochází k odumření nadzemní části. Podzemní orgány, babka a kořeny zůstávají v půdě mnoho let (Briggs et al. 2004).

Chmelové rostliny jsou víceleté díky tzv. spícím podzemním pupenům, které jsou životaschopné až čtyři roky. Probuzené i spící pupeny po čtyřech letech odumírají a jsou nahrazovány novými pupeny. Díky tomu je chmelová rostlina vytrvalá (Rybáček 1980).

Chmel je důležitou technickou plodinou pěstovanou pro sklizeň hlávek, které se využívají pro vaření piva. Pěstování chmele neboli chmelařství má na území České republiky tradici trvající více než 1000 let. První písemné zmínky o chmelu jsou již z 9. století našeho letopočtu. Významnější zprávy pak pocházejí z 11. a 12. století našeho letopočtu. K největšímu rozvoji došlo za vlády Karla IV., který omezil vývoz chmelové sadby do cizích zemí, a za vlády Marie Terezie. K výraznějším pokrokům v pěstování dochází v 19. a 20. století (Šnobl 2004).

Chmel je v dnešní době pěstován především pro využití v pivovarnickém průmyslu, hlávky samičích rostlin totiž obsahují látky, které jsou pro vaření piva velice vhodné a dodávají mu specifickou chuť (Almaguer et al. 2014).

Šnobl (2004) uvádí systematické zařazení chmele otáčivého následovně:

Rod: Kopřivovité – *Urticaceae*

Čeleď: Konopovité – *Canabinaceae*

Druh: Chmel otáčivý – *Humulus lupulus L.*

Poddruh: Evropský – *humulus lupulus L ssp. Europeus Ryb.*

Varieta: Kulturní – *Humulus lupulus L., ssp. Europeus Ryb., var. Culta Ryb.*

#### 3.1.1 Popis chmelové rostliny

##### 3.1.1.1 Podzemní část

Podzemní část můžeme rozdělit na dvě části, a to na babku a kořeny (Šnobl 2004).

##### 3.1.1.1.1 Babka

Jedná se o víceletý základ chmelové rostliny, který je tvořen starým dřevem. To se nachází 10–30 cm pod povrchem půdy. Každoročně mu dorůstá nový letokruh o tloušťce zhruba 2–4 mm. Díky tomu můžeme zjišťovat věk chmelové rostliny. Na čtyřech nejmladších letokruzích se tvoří tzv. očka. Ty se na jaře probouzí a kolmo z nich vyrůstají výhony. Tyto výhony jsou označovány jako nové dřevo. Výhony, které nevrůstají kolmo, můžeme označit jako vlky (Šnobl 2004).

Po sklizni se ze zbytků rév přesouvají živiny zpátky do babky (Krottenthaler 2009).

#### 3.1.1.1.2 Kořeny

Kořenový systém chmele je velmi bohatě rozvinutý a zahrnuje několik druhů kořenů. Ze spodní části babky vyrůstají kořeny křulové, ty vyrůstají především svisle. Ty se následně větví až do jemných koncových kořínků. Tvoří základ kořenového systému, umožňují proudění rostlinných šťáv a ukládají do sebe zásobní látky. Na těchto křulových kořenech mohou vznikat tzv. kořenové hlízy, v nich se hromadí zásobní látky. Po vyčerpání látek rostlinou dochází k jejich odumření. Dále pak z babky po jejích stranách vyrůstají postranní kořeny. Ty zásobují babku minerálními živinami. Posledním typem kořenů jsou letní kořeny, ty vyrůstají z nového dřeva a zajišťují především příjem vody (Šnobl 2004).

Kořenový systém chmele je 1–2,25 metru hluboký a 0,6–1,5 metru široký. Díky pravidelné kultivaci je šířka kořenového systému ve vrchních vrstvách omezena (Brant et al. 2020). Sobotnik et al. (2018) uvádějí, že hloubka kořenového systému je až 3,7 metru. Díky těmto rozměrům kořeny chmele obklopují až 5 metrů krychlových půdy, a proto mají veliký potenciál při čerpání vody (Graf et al. 2014).

#### 3.1.1.2 Nadzemní část

Podle Rybáčka (1980) můžeme nadzemní části rozdělit stejně jako část podzemní na dvě kategorie, a to na soustavu vegetativních a soustavu generativních orgánů.

Nadzemní vegetativní část je tvořena révou, která se dělí na články, tzv. internodia. Réva chmele je šestihranná, pravotočivá. Z révy vyrůstají révové listy, pod nimiž z révy vyrůstají pazochy, ty se dále větví a mají pazochové listy. Z paždí pazochových listů vyrůstají plodné větévky (Kocourková et al. 2014). Jelikož chmel patří mezi dvoudomé rostliny, tak na jedné rostlině můžeme najít pouze samčí, nebo samičí květenství. Pro využití v pivovarnictví se využívají samičí rostliny, které nesmí být opyleny. Samčí rostliny se ve volné přírodě ničí (Kocourková et al. 2014).

Chmelové hlávky neboli šištice jsou z morfologického hlediska plodenstvím, které vzniklo z jehnědovitého květenství (Rybáček 1980). Šnobl (2004) uvádí, že chmelová hlávka je plodenstvím rostliny samičího pohlaví. Hlavní částí chmelové hlávky tvořící osu celého útvaru je tzv. věténko. To je ukončenou stopku, pomocí které chmelová hlávka přisedá na květonosnou větévku. Dále se chmelová hlávka skládá z krycích a pravých listenů. Tvar hlávek závisí na odrůdě chmele. Nejčastější tvary jsou však vejčité. Chmelová hlávka dorůstá až do velikosti 35 mm. Ve chmelových hlávkách se nacházejí chmelové pryskyřice, chmelové trísloviny, chmelové silice a doprovodné látky.

Rybáček (1980) rozděluje ve své knize látky, které jsou obsaženy v chmelových hlávkách, jako látky s prvořadým významem pro výrobu piva, nebo látky s významem pro výrobu piva druhořadým.

Plodem chmele je tzv. nažka neboli pecka, ta však zhoršuje kvalitu chmelových hlávek (Rybáček 1980).

### 3.1.2 Plochy chmele v ČR

V České republice bylo ke dni 31. 5. 2020 evidováno Českým statistickým úřadem 5627 ha chmelnic, z toho 4947 ha tvoří chmelnice plodící (Český statistický úřad 2020).

Chmel je v České republice situován do třech chmelařských oblastí. Největší oblastí je Žatecko, dále pak Ústěcko a Tršicko (Šnobl 2004).

## 3.2 Způsoby pěstování chmele

### 3.2.1 Typy chmelnic

#### 3.2.1.1 Vysoké konstrukce

Vysoké konstrukce pro pěstování chmele, tzv. žatecké drátěnky, jsou dodnes nejpoužívanějším typem konstrukcí. Základním principem takovéto konstrukce je drátěný strop, který tvoří různé typy drátů, kdy každý z nich má v konstrukci svoji úlohu. Příčné (nosné) dráty spojují příčné řady sloupů a řadové dráty, ty slouží k zavěšování chmelovodičů. Drátěný strop je nesen sloupy, ty také rozlišujeme na dva typy, a to na střední a okrajové. Okrajové sloupy jsou nakloněné a ukotvené pomocí tzv. chmelničných kotev. Výška chmelnice je zpravidla okolo 7 metrů (Rybáček 1980).

Šnobl (2004) uvádí, že s příchodem nových výnosnějších odrůd dochází ke zpevňování konstrukcí, chmel na 1 hektaru chmelnice před sklizní váží až 50 tun.

#### 3.2.1.2 Nízké konstrukce

V České republice se nízké konstrukce využívají po vzoru Anglie, USA, Bulharska, Číny, SRN a Francie (Pokorný 2016).

Nízké konstrukce jsou vysoké 2,3–3 m. Každý řad je ukotven. Mezi jednotlivé sloupy je natažena umělohmotná síťovina, po které se vinou chmelové výhony. Sklizeň probíhá mechanizovaně. Pro nízkou konstrukci jsou šlechtěné speciální klony (Nesvatba & Šípková 2008).

## 3.3 Agrotechnika chmele

### 3.3.1 Práce ve chmelnici

Práce, které provádíme ve chmelnicích, můžeme podle Šnobla (2004) rozdělit na čtyři období, a to na podzimní práce, jarní práce, letní práce a sklizeň.

#### 3.3.1.1 Podzimní práce

Základní podzimní prací je úklid chmelnice, po mechanizované sklizni totiž ve chmelnicích zůstávají spodní části révy. Přibližně měsíc po sklizni začneme s jejich odstraňováním. Je nutné na chmelnici ponechat alespoň 0,2 m révy pro naši lepší orientaci při řezu chmele a doplňování rostlin chmele. Další podzimní prací je vláčení chmelnice. Podzimní vláčení se provádí dvakrát, a to do kříže. Cílem je urovnat a prokypřit povrch chmelnice, dále pak z chmelnice odklidit posklizňové zbytky. Po vláčení, kdy máme urovnaný povrch, provádíme inventarizaci a doplňování odumřelých rostlin. Na podzim ve chmelnici provádíme hnojení organickými hnojivami, které při podzimním zpracování zapravujeme do půdy. Podzimní zpracování půdy je v principu orba chmelnice do hloubky 0,15–0,20 m. Mezi další podzimní práce můžeme zařadit opravy chmelnicových konstrukcí a údržbu zavlažovacích zařízení (Šnobl 2004).

Na nízkých konstrukcích se na podzim provádí pouze vyvláčení zbytků z meziřadí, odumřelé chmelové révy zůstávají na konstrukci chmelnice (Pokorný 2016).

### 3.3.1.2 Jarní práce

Ihned jak to půdní podmínky dovolí, urovnáváme podzimní orbu příčným a podélným vláčením. Je nutné dosáhnou maximálního urovnání povrchu tak, abychom mohli provést mechanizovaný řez chmele v maximální kvalitě. Od kvality řezu chmele se dále odvíjí výnos hlávek. Řez chmele je tedy základní pracovní operací, která ovlivní nejen výnos, ale celou vegetaci chmele (Šnobl 2004).

Řezem chmele odstraňujeme od babky nové dřevo a postranní vlky. Řez chmele můžeme podle doby provedení rozdělit na řez podzimní a jarní. Podzimní řez chmele se dříve využíval v podnicích s velkou výměrou chmele, protože nebylo možné stihnout řez provést na celé výměře v jarním období. Výhodou podzimního řezu je možnost včasného natahování chmelovodičů. Z biologického hlediska však podzimní řez není vhodný, při teplém nástupu jara začne chmel rašit příliš brzo, což se projeví na přerůstání hlávek. Jarní řez chmele je proto nejvhodnější a také se nejvíce využívá. Jarní řez provádíme od 1. 4. do 25. 4., vždy však musíme brát zřetel na průběh počasí (Rybáček 1980).

Podle Šnobla (2004) můžeme jarní řez chmele rozdělit na časný, střední a pozdní. Časný neboli raný řez chmele provádíme koncem března a začátkem dubna, střední řez v polovině dubna a pozdní ve 3. dekádě dubna. Pro řez chmele jsou využívány ořezávače různého provedení tažené za traktorem.

Řez chmele se od roku 1962 provádí mechanizovaně. Díky řezu chmele můžeme ve chmelnici regulovat dobu rašení výhonů, a ovlivňovat tak dobu vegetace, dále také díky řezu zabráňujeme rozrůstání chmele do stran pomocí tzv. vlků (Ježek et al. 2015).

Při pěstování chmele na nízkých konstrukcích se také provádí mechanický řez, avšak ten není příliš dokonalý. Proto se na nízkých konstrukcích využívá tzv. chemický řez, kdy dojde k popálení rašících výhonů. Při použití chemického řezu se však rostlina rychleji regeneruje. Provádí se tedy několikrát (Pokorný 2016).

Ihned po řezu chmele následuje zavěšování chmelovodičů na konstrukci chmelnice. Chmelovod slouží jako opora pro růst chmele. Využívá se ocelový drát v tloušťce 1–1,25 mm. Horní konec chmelovodu je uvázán na záhonový drát a spodní konec se zapichuje k rostlině chmele do půdy. K zavěšování chmelovodičů se využívají hydraulické plošiny. Ke každé rostlině zavěšujeme dva chmelovody (Šnobl 2004).

Další jarní prací je zavádění výhonů na chmelovodiče. Chmelové výhony jsou pravotočivé a zavádějí se ve směru hodinových ručiček. Kvalita a přesnost zavádění je rozhodujícím výnosotvorným prvkem, především pak počet zavedených výhonů na 1 ha. Optimální počet je 13 000 až 14 000. Chmelová rostlina dokáže uživit až 6 výhonů, v praxi jsou však zaváděny pouze 4 (Rybáček 1980).

Šnobl (2004) uvádí, že ideálním termínem pro zavádění je doba, kdy chmelové výhony dosáhnou 0,6–0,7 m, vytvořila se 3 internodia a výhony se začínají ovíjet. Konkrétní termín však závisí na termínu řezu, průběhu počasí, a především na průběhu teplot, ideálně zavádíme v druhé polovině května.

Na jaře se ve chmelnici provádí také aplikace herbicidů a přípravků na ochranu rostlin, a to především na lalokonosce libečkového (*Otiorhynchus sulcatus*), který způsobuje žír rašících výhonů a při silném napadení může poškodit i chmelovou babku, a dále pak proti peronospoře chmelové (*Pseudoperonospora humuli*), která může napadat rostlinu ihned po zavedení (Šnobl 2004).

### 3.3.1.3 Letní práce

Podle Rybáčka (1980) je možné rozdělit letní práce do dvou skupin, a to na kultivaci půdy a ošetřování porostu. Kultivaci půdy se rozumí kypření meziřadí a priorávka půdy k chmelovým rostlinám. Kypření půdy v meziřadí zlepšuje provzdušnění a mikrobiální činnost, a tím i mineralizaci organických hnojiv. Dále také mechanicky ničí plevele. První kypření přichází ihned po zavedení výhonů a slouží k provzdušnění půdy, která byla pošlapána při zavádění. Po prokypření následuje priorávka. Při použití speciálních strojů lze tyto zásahy provádět současně. V době kvetení je pak nutné práce ve chmelnici omezit nebo úplně zastavit tak, aby nedocházelo k porušování kořenového systému, především vláskových kořínků, které napomáhají k výživě při růstu chmelových hlávek.

### 3.3.1.4 Sklizeň

Ke sklizni chmele se přistupuje v tzv. technické zralosti, technickou zralost poznáme podle jasně zelených lesklých, dokonale uzavřených a pružných hlávek a podle vůně, která by měla být typická chmelová dle odrůdy. Pokud chmel nevoní, není zralý. V hlávkách by měl být obsažen lupulin jasně žluté barvy. Sklizeň můžeme rozdělit na dvě fáze, a to a na fázi, kdy dochází k odstřihávání chmelových rév, jejich strhávání a přepravě k česacímu stroji, kde sklizeň přechází do své druhé fáze a dochází k ocesávání a separaci chmelových hlávek od rév a listů. Dále se chmel suší (Šnobl 2004).

Při sklizni mají chmelové hlávky vlhkost 76–80 %, pro další přepravu a zpracování chmele je potřeba chmelové hlávky usušit na vlhkost 5–7 % a následně se vlhkost upraví na 10,5–12 %. Takto upravený chmel se lisuje, váží, označuje, plombuje a odváží se na prodej (Ocvirk et al. 2019).

## 3.3.2 Hnojení a výživa chmele

Jelikož chmel během velmi krátké doby vytváří obrovské množství biomasy, je velice náročný na živiny. Celková dávka živin je závislá na půdní zásobě živin, předpokládanému výnosu a úhrnu srážek během vegetace (Vavera 2017).

Při hnojení chmelnic bychom měli dodržet pravidelný cyklus, a to jednou za tři roky hnojit organickými hnojivy, jedenkrát za čtyři roky vápnit a každý rok hnojit průmyslovými hnojivy (Šnobl 2004).

Chmel je náročnou rostlinou nejen na živiny, ale také na úrodnost půdy, biologicky aktivní hloubku, množství humusu a mírně kyselou až neutrální půdní reakci. Při integrované produkci chmele se snažíme o co nejuzavřenější koloběhy jednotlivých živin, proto je vždy nutné vycházet při stanovování dávky z rozborů půd ve chmelnicích, typu a druhu půdy a z požadavků rostlin na živiny (Bot 1998).

### 3.3.2.1 Význam jednotlivých živin pro chmel

#### 3.3.2.1.1 Dusík (Vavera et al. 2017)

Dusík je nezbytnou součástí všech proteinů a jelikož chmelové rostliny vykazují velmi rychlý růst, je potřeba dusíku velká. Díky dusíku, který růst podporuje, je možné dosáhnout správného nárůstu chmelové révy. Při nedostatku dusíku mohou rostliny zakrňovat a mít menší a užší listy, to má za následek nižší fotosyntézu. Dále má chmel světlejší zelené zbarvení a hlávky jsou nevyvinuté. Pokud má chmel velký nedostatek dusíku, mohou mít rostliny trpasličí habitus, tedy malé bledé listy a předčasně ukončený růst. Naopak při nadbytku dusíku chmel roste bujně, hlávky se nestíhají vyvíjet a jejich kvalita je horší. Rostliny jsou náchylnější pro škůdce,

choroby a mechanické poškození z důvodu řídkých pletiv. Nadbytek dusíku také prodlužuje vegetaci chmele, což je pro jeho správnou jakost nevhodné. U chmelových rostlin nadbytek dusíku brzdí růst kořenů ve prospěch nadzemní biomasy, to může mít u mladých rostlin fatální následky.

#### 3.3.2.1.2 Fosfor (Vavera et al. 2017)

V mnoha organických sloučeninách je fosfor důležitou součástí. Fosfor podporuje tvorbu generativních orgánů. Pokud má rostlina fosforu nedostatek, brzdí růst kořenů, ale i nadzemní části rostliny, na rostlině se vytvoří méně hlávek, ty se špatně vyvíjejí a nedochází k jejich dokonalému dozrání. Urychlení nakvétání a dozrávání chmele může negativně uspišit nadbytek fosforu. Pokud je v půdě obsaženo moc fosforu, rostlina chmele špatně přijímá zinek, což způsobuje kadeřavost chmele.

#### 3.3.2.1.3 Draslík (Vavera et al. 2017)

Je důležitou součástí všech energetických a látkových přeměn, rostlinná pletiva jsou díky němu pevná, tím pádem je nižší riziko jejich napadení škůdci a chorobami. Draslík je důležitý pro dozrávání chmelových hlávek. Nedostatek můžeme pozorovat na starých listech, které blednou a objevují se na nich hnědé skvrny. Při nedostatku draslíku rostlina brzy ukončuje růst a začíná vytvářet pazochy, které jsou dlouhé. Nadbytek omezuje příjem hořčíku, hlávky chmele jsou poté méně kvalitní.

#### 3.3.2.1.4 Hořčík (Vavera et al. 2017)

Hořčík je důležitou součástí chlorofylu a je důležitý pro fotosyntézu, má pozitivní vliv na vytváření reproduktivních orgánů, ale také na kvalitu a počet chmelových hlávek. Tak jako u draslíku můžeme nedostatek pozorovat na starých listech. Nadbytek hořčíku se objevuje velice málo a jeho negativní vliv není významný.

#### 3.3.2.1.5 Vápník (Vavera et al. 2017)

Při tvorbě buněčné blány má důležitou funkci právě vápník. Je součástí buněk a je důležitý při dělení buněk. Vápník je málo mobilní, proto je důležité zajistit ve chmelnicích jeho plynulý přísun. Na rozdíl od draslíku a hořčíku se nedostatek projevuje nejprve na nejmladších orgánech chmelových rostlin. Vzrostlý vrchol žloutne a upadá, listy mají světlý okraj a později také odumírají. Nedostatek povětšinou způsobuje nadbytek draslíku, ten totiž vytěsňuje vápník. Nadbytek vápníku blokuje příjem ostatních kationtů, a to vyvolává chlorózu.

#### 3.3.2.1.6 Síra (Vavera et al. 2017)

Síra má pozitivní vliv na využití dusíku v chmelové rostlině. Síra je u chmelu nepostradatelná, a to z důvodu její funkce při tvorbě aminokyselin a chmelových silic. Při nedostatku síry dochází k zakrsnutí chmele a tvorbě chloróz.

### 3.3.2.2 Organická hnojiva

Nejčastěji používaným organickým hnojivem je chlévský hnůj v dávce 40 tun na jeden hektar. Hnůj dodává půdě nejen živiny, ale i organickou hmotu, dále pak také zlepšuje fyzikální vlastnosti půdy, podporuje aktivitu mikroorganismů a usnadňuje zpracování půdy. Mezi další organická hnojiva využívaná ve chmelnicích patří také kejda, komposty, slepičí podestýlka a můžeme využívat také zelené hnojení (Šnobl 2004).

Jedna tuna hnoje skotu z hluboké podestýlky obsahuje podle Vaňka (2016) 0,70 % dusíku, 0,15 % fosforu, 0,66 % draslíku, 0,5 % vápníku a 0,13 % draslíku. Dále také obsahuje více než 20 % organických látek.

Při používání kejdy jako hnojiva ve chmelnicích dochází k jejímu dlouhodobému působení. Nevýhodou kejdy je však riziko těkání amoniaku do ovzduší. Kejda skotu by mohla částečně nahradit anorganická dusíkatá hnojiva (Čeh 2014).

Při hnojení chmele organickými hnojivy můžeme využívat i tzv. zelené hnojení. Při tomto hnojení zaoráváme do půdy biomasu rostlin vypěstovaných k tomuto účelu. Cílem zeleného hnojení je dodat do půdy organickou hmotu a živiny. Kvalita zeleného hnojení závisí na druhu pěstovaných rostlin, délce vegetace, půdních a klimatických podmínkách (Roy et al. 2006).

### 3.3.2.3 Průmyslová hnojiva

Průmyslová hnojiva se ve chmelnicích využívají především pro dodání dusíku, fosforu a draslíku. Ideální je pro stanovení dávek průmyslových hnojiv využívat rozborů půd tak, abychom zjistili obsah látek v půdě. Chmel na 1 tunu hlávek odebere 90–110 kg dusíku. Ideální dávka dusíku tak činí zhruba 140–160 kg dusíku na jeden hektar. Celkovou roční dávku dusíku dělíme do 2–3 dávek. Dávky aplikujeme před řezem, před první priorávkou a před kvetením. Hnojení dusíkem ovlivňuje výnos hlávek. Dále podle rozboru půd využíváme hnojení fosforem a draslíkem. Ideální dávka fosforu je 120–150 kg  $P_2O_5$  a dávka draslíku 140–180 kg  $K_2O$  (Šnobl 2004).

### 3.3.3 Zavlažování chmele

Chmel velice dobře reaguje na závlahu, díky závlaze, která však musí být prováděna správně, můžeme zvýšit výnos až o 25 %, pokud je rok extrémně suchý, může to být i více. Závlaha je proto důležitým stabilizačním faktorem výnosu a kvality chmelových hlávek. Chmel vyžaduje vodu ve dvou obdobích, tj. v období mezi pazočováním a počátkem kvetením a v období tvorby hlávek (Šnobl 2004).

Podle Rybáčka (1980) je závlaha důležitým faktorem při intenzifikaci pěstování chmele a její význam neustále stoupá už z toho důvodu, že Žatecká výrobní oblast patří mezi nejsušší oblasti Evropy. Pravděpodobnost suchých let je 5–50 %.

Dříve byly systémy zavlažování pracově náročné, měly velkou spotřebu vody a aplikace vody nebyla rovnoměrná, proto se v posledních letech využívají nové způsoby závlahy, a to kapková závlaha a mikropostřik. Kapková závlaha pracuje na principu, kdy je nad každou rostlinou umístěn kapkovač a voda vytéká po kapkách přímo do prostoru rostliny. Díky kapkové závlaze dochází k menší spotřebě vody a ke zvyšování využitelnosti závlahové vody. Při využívání mikropostřiku dodáváme vodu také do prostoru rostlin a společně se závlahou upravujeme i mikroklima ve chmelnici (Šnobl 2004).

### 3.3.4 Ochrana, škůdci a choroby chmele

Ochrana chmele před škodlivými faktory musí každý pěstitel provádět na maximální úrovni, negativní vliv škodlivých patogenů může totiž snižovat výnos a kvalitu hlávek. Ochrana chmele se řídí Metodikou na ochranu chmele, kterou každým rokem vydává Státní rostlinolékařská správa společně s Chmelařským institutem v Žatci. K ochraně chmele využíváme tzv. rosiče, díky nim můžeme postřikovou jíchou rovnoměrně rozmístit po celém povrchu rostliny (Šnobl 2004).



#### 3.3.4.1 Sviluška chmelová (*Tetranychus urticae*)

Na chmelu škodí především sáním na spodní straně listu, kde se objevují nejprve žluté skvrny, které postupně červenají. Lidově se tento jev nazývá měděnka. Svilušku na chmelové rostlině je možné rozeznat i podle jemných pavučinek na spodních stranách listů. Sviluška patří mezi vážné škůdce chmelu, kromě listů napadá také chmelové hlávky (Kazda 2003).

Ochrana chmele by se podle Vostřela (2008) neměla skládat pouze z aplikace herbicidů, ale také z agrotechnických zásahů tak, abychom chmelníci i její okolí udrželi v bezplevelném stavu a abychom minimalizovali riziko časného jarního napadení. Dále je také podstatné odstranit veškeré zbytky chmelových rostlin a plevelů.

#### 3.3.4.2 Mšice chmelová (*Phorodon humuli*)

Stejně jako sviluška chmelová (*Tetranychus urticae*) škodí sáním na spodní straně listu a na chmelových hlávkách, listy a hlávky se pak deformují a zasychají. Díky medovici, sladkým výkalům mšic, se na hlávkách uchycují černě, které pokrývají povrch. Mšice chmelová je velice závažný škůdce a ochrana se musí provádět pravidelně a opakovaně, nejpozději do květu chmele. Mšice si velice dobře získává rezistenci na použité přípravky (Kazda 2003).

Ochranu chmele proti mšici chmelové můžeme organizovat nejen při napadení chmele, ale také preventivně díky monitorování letu mšic (Vostřel 2008).

#### 3.3.4.3 Lalokonosec libečkový (*Otiorhynchus ligustici*)

Lalokonosec škodí především na jaře žírem na pupenech a mladých výhonech chmele. Při silném napadení může dojít i k poškození a odumření chmelové babky. Ochranu provádíme co nejdříve na jaře, ihned jak chmel začne rašit (Kazda 2003).

#### 3.3.4.4 Dřepčík chmelový (*Psylliodes attenuata*)

Brouci brzy na jaře škodí žírem na listech a vegetačních vrcholech. Výhony chmele po napadení zasychají. V létě škodí také na chmelových hlávkách, které se pak v důsledku napadení rozpadají (Kazda 2003).

#### 3.3.4.5 Peronospora chmele (*Pseudoperonospora humuli*)

Jedná se o houbovou chorobu, která napadá již mladé rostliny, a to jak jejich nadzemní, tak i podzemní část. Napadení peronosporou je patrné již při rašení chmele žlutozeleným zbarvením listů a tzv. klasovými výhony. Během vegetace peronospora působí na listy, květenství i chmelové šišťice. Nejprve se objevují malé zelenožluté skvrny, které postupně tmavnou a zasychají (Gent et al. 2008; Ježek et al. 2015).

Poprvé byla peronospora zjištěna v roce 1925 a od té doby je nejvýznamnější chorobou chmele, způsobuje obrovské ztráty nejen na množství chmele, ale také na jeho kvalitě (Vostřel 2008). Také Kazda (2003) uvádí, že se jedná o jednu z nejzávažnějších chorob chmele.

Napadení peronosporou je závislé na průběhu počasí v daném roce, především na teplotě, vlhkosti vzduchu a srážkách (Gent & Ocamb 2009).

#### 3.3.4.6 Padlí chmele (*Sphaerotheca humuli*)

Na listech chmele se objevuje bílý povlak, napadená oblast zasychá a následně vypadává. Houbová choroba napadá i hlávky a pazochy, které hnědnou. V posledních letech výskyt padlí roste a patří mezi významné choroby chmele (Kazda 2003).

Výskyt padlí je nepravidelný, objevuje se pouze ohniskově a jen v některých letech. Největší problém činí ve Velké Británii (Vostřel 2010).

#### 3.3.4.7 Verticilium

Do rostliny se dostává kořeny, prorůstá pletivy a ucpává cévy. Projevem napadení jsou nejdříve žloutnoucí uvadlé spodní listy, postupně však choroba postupuje vzhůru a napadení se projevuje na celé rostlině (Rybáček 1980).

Jedná se o karanténní chorobu a v oblastech s výskytem verticilia je nutné dodržovat opatření tak, aby se choroba nerozšířila i do dalších oblastí. V dnešní době již existují rezistentní odrůdy. K ochraně je možné využít biologických preparátů. Tyto preparáty můžeme využívat také jako prevenci proti verticiliu (Mandelc et al. 2013; Svara et al. 2019).

### 3.4 Chmelařské oblasti v ČR

Na území České republiky je pěstování chmele rozděleno do tří chmelařských oblastí, ty jsou vymezeny zákonem o ochraně chmele č. 68/2000 Sb. a Vyhláškou Ministerstva zemědělství ČR č. 318/2000 (Šnobl 2004).

#### 3.4.1 Žatecká oblast

Žatecká chmelařská oblast je největší chmelařská oblast v České republice, nachází se na území okresů Louny, Rakovník, Kladno, Most, Chomutov a Rokycany. Je to nejstarší chmelařská oblast na území naší republiky. Lze tuto oblast rozdělit na dvě části, a to na Údolí Zlatého potoka (podél říčky Blšanky, Podbořansko a Žatecko) a Podlesí (jih lounského okresu až k údolí Džbán) (Šnobl 2004). V roce 2019 se v Žatecké chmelařské oblasti pěstoval chmel na ploše 3869 ha (Altlová 2020).

#### 3.4.2 Úštěcká oblast

Oproti Žatecké oblasti se Úštěcká oblast vyznačuje vyššími úhrny srážek. Své jméno oblast nese podle města Ústěk, nachází se na území okresů Litoměřice, Mělník, Česká Lípa a Kutná Hora. Rozlišujeme zde jednu chmelařskou polohu: Polepská blata, která se nachází na pravém břehu řeky Labe (Šnobl 2004)

Podle Altlové (2020) se v Úštěcké oblasti v roce 2019 pěstoval chmel na 513 ha.

#### 3.4.3 Tršická oblast

Chmelařská oblast Tršicko spadá klimaticky do rozhraní Hornomoravského úvalu a bečovské oblasti. V roce 2019 zde byl chmel pěstován na ploše 621 ha (Altlová 2020).

### 3.5 Podplodiny ve chmelnicích

Využívání podplodin ve chmelnicích je v České republice věnována značná pozornost, a to především na výzkumné úrovni. Hlavními důvody jsou stabilizace půdní úrodnosti díky působení kořenových systémů podplodin, tvorba biomasy využívané k zelenému hnojení a ochrana půdy proti degradaci působením eroze. Dále pak také omezení růstu plevelů díky konkurenceschopnosti podplodin (Brant 2021).

Pěstování podplodin ve chmelnicích bylo hojně využíváno již v minulosti. V meziřadí chmelnic se pěstovala zelenina, dokonce bylo zjištěno, že například fazole a rajčata mají pozitivní vliv na ochranu chmele před škůdci, postupem času však podplodiny nahradil černý úhor. Organická hmota byla do půdy dodávána v podobě hnoje, kompostů a jiných organických hnojiv. Černý úhor v meziřadí chmelnic má ale negativní vliv na ochranu půdy před erozí. V dnešní době se podplodiny ve chmelnicích využívají stále častěji a mohou být výborným zdrojem organických látek, opatřením proti erozi, ale také zdrojem pylu pro hmyz. Podplodiny ve chmelnicích mohou také pozitivně rozvíjet biodiverzitu (Vejražka et al. 2017).

Pomocné plodiny jsou chápány jako rostliny, díky kterým můžeme dosáhnout pěstebních a ekologických cílů při pěstování primární plodiny, i jako producenti hlavního produktu. Jeden ze způsobů, jak můžeme pomocné plodiny využívat, je tvorba mulče na povrchu půdy, ten nám eliminuje rozvoj plevelů. Dále můžeme pomocné plodiny využívat k protierozní ochraně nebo například k lepšímu přístupu živin pro hlavní plodinu (Dabney & Delgado & Reeves 2001; Hartwig & Ammon 2002; Ramírez-García et al. 2015; Brant et al. 2019).

Jako hlavní významy podplodin ve chmelnicích uvádí Krofta (2012) tyto:

- Univerzální způsob dodání snadno rozložitelné organické hmoty
- Zlepšování podmínek pro příjem živin z průmyslových hnojiv
- Pozitivní vliv na vodní a tepelný režim půdy ale také na biologickou činnost
- Podplodiny zabraňují vyplavování živin
- Chrání půdu před erozí
- Omezuje rozmnožování a růst plevelů
- Podplodiny minimalizují utužení půdy a chrání půdní strukturu

Při využívání podplodin z čeledi bobovitých můžeme díky hlízkovitým bakteriím dodávat společně s organickou hmotou i značné množství dusíku, který dokážou tyto bakterie fixovat. Podplodiny mohou také snížit ztráty dusíku vyplavováním (Kristensen, & Thorup-Kristensen 2004).

#### 3.5.1 Pozitivní a negativní vliv podplodin

Využití podplodin ve chmelnicích nese pozitivní i negativní vliv na chmel. Při rozhodování, zda budeme, či nebudeme podplodiny ve chmelnici pěstovat, ale i při výběru jednotlivých druhů podplodin, bychom měli tyto vlivy zhodnotit. Pozitivní vliv by měl v celkové sumarizaci převládat (Vejražka et al. 2017).

##### 3.5.1.1 Pozitivní vliv (Vejražka et al. 2017)

- Omezení eroze
- Snížení zamokření pozemku

- Časnější možnost přejezdu techniky po srážkách
- Snížení počtu zásahů během vegetace (kultivace)
- Zdroj organické hmoty do půdy
- Působení kořenových výměšků a mykorrhizy na půdní sorpční komplex (zprístupňování živin)
- Zvýšení predace a parazitace škůdců (funkční biodiverzita)
  - Přilákání dospělců na nektar a pyl
  - Alternativní zdroje potravy pro užitečné organismy
- Výskyt lapacích rostlin – např. klopušky se zdržují především na vojtešce
  - Srnčí zvěř dá přednost jetelotrávě před chmelem
- Zvýšení počtu druhů rostlin a živočichů

#### 3.5.1.2 Negativní vliv (Vejražka et al. 2017)

- Potenciální zvýšení výskytu škůdců
- Výskyt kvetoucích rostlin – omezení využití přípravků nebezpečných pro včely
- Konkurence s rostlinami chmele o vodu a živiny
- Chybějící technologie ošetřování víceletých plodin

### 3.5.2 Ochrana chmelnic proti erozi

Chmel se pěstuje po celém světě v řadách, které jsou široké 2,7–4,2 metru. Půda v meziřadí chmelnic při využívání černého úhoru není chráněná. Ve chmelnicích je možné pozorovat plošnou erozi (Kunz et al. 2016).

Krofta (2012) považuje pomocné plodiny jako vhodné pro eliminaci půdní a větrné eroze ve chmelnicích na svažitých pozemcích.

Díky erozi dochází každoročně ke ztrátám půdy a organických látek ve chmelnicích, především je to díky vodní erozi při intenzivních deštích. Jedním ze způsobů, jak zmírnit erozi ve chmelnicích, je využití vhodných podplodin. Díky nim se snižuje množství odplavené půdy a organické hmoty (Kabelka et al. 2019).

### 3.5.3 Ochrana proti zhutnění půdy

Nadzemní hmota podplodin výrazně snižuje zátěž přejezdů zemědělské techniky na povrch půdy při jejím zpracování, ochraně chmele nebo při sklizni, dále pak umožňuje dřívější vstup techniky po deštích (Krofta et al. 2012).

Podle Štrancla (2008) je výsev podplodin do meziřadí chmelnic vhodný jako opatření proti utužení půdy. Působí pozitivně nejen obohacováním půdy o organickou hmotu a tím lepší půdní strukturu, ale také přímým působením na vodní, tepelný a mikrobiální režim půdy.

### 3.5.4 Využívané druhy a jejich charakteristika

Hlavním požadavkem na podplodinu je co nejrychlejší růst tak, aby během co nejkratší doby vytvořila dostatečné množství kvalitní podzemní a nadzemní organické hmoty. Volíme tedy druhy, které toto kritérium splňují (Krofta et al. 2012).

#### 3.5.4.1 Hořčice bílá (*Sinapis alba* L.)

Jedná se o jednoletou rostlinu z čeledi brukvovitých. Velice často se využívá jako podplodina nebo plodina pro zelené hnojení. Má menší výnosnost než řepka. Není náročná ani na klimatické podmínky, ani na půdní podmínky. Má velice rychlý růst a mohutný kořenový systém (Krofta et al. 2012).

Hlavní využití hořčice bílé je jako součást vymírajících porostů. Dobrá vzházivost a levné osivo jsou hlavní důvody jejího hojného uplatnění. Díky rychlému růstu a tvorbě vysokých rostlin je vhodná pro využití ve směsích. Rostlina dorůstá velikosti 0,3–1,2 metru (Brant et al. 2019).

#### 3.5.4.2 Svazenka vratičolistá (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)

Jednoletá rostlina patřící do čeledi stružkovcovitých. Má velice rychlý růst a krátkou vegetační dobu. Velice dobře potlačuje plevel a je odolná vůči škůdcům a chorobám. Má bohatý kořenový systém a dobrý pokryv, je tedy vhodná jako ochrana před větrnou a vodní erozí. Jedná se o medonosnou plodinu (Krofta et al. 2012).

#### 3.5.4.3 Hrách rolní - peluška (*Pisum sativum* L. var. *Arvense*)

Jednoletá rostlina z čeledi bobovitých. Díky mohutným, kratším rozvětveným kořenům a vlastnosti poutat dusík je hojně využíván. Hrách není náročný na půdní podmínky, obohacuje půdu o dusík. Zlepšuje půdní strukturu a působí fytosanitárně (Krofta et al. 2012).

Využívají se jak jarní, tak i ozimé formy hrachu. Ozimé formy jsou vhodné do směsí s jinými plodinami pro tvorbu vegetačního mulče (Brant et al. 2019).

#### 3.5.4.4 Oves setý (*Avena sativa* L.)

Jednoletá rostlina z čeledi lipnicovitých. Není náročný na klimatické a půdní podmínky. Má dobře vyvinutou mohutnou kořenovou soustavu. Má velice rychlý růst a vývoj (Brant et al. 2019).

#### 3.5.4.5 Jetel nachový (*Trifolium incarnatum* L.)

Jedná se o jednoletou přezimující rostlinu z čeledi bobovitých, je vhodná k využití jako podplodina. Velice dobře působí proti zaplevelení a jako protierozní ochrana (Kincl et al. 2018).

#### 3.5.4.6 Další využívané druhy

Vejražka et al. (2017) uvádí další druhy plodin, které je možné využívat jako podplodiny ve chmelnicích. Mezi jednoleté zařazuje jetel alexandrijský (*Trifolium alexandrinum*), jetel šípovitý (*Trifolium vesiculosum*), komonici bílou (*Melilotus alba*), kopr vonný (*Anethum graveolens*), lničku setou (*Camelina sativa*), pohanku obecnou (*Fagopyrum esculentum*) a svazenku shloučenou (*Phacelia congesta*). Mezi víceleté plodiny pak čičorku pestrou

(*Securigera varia*), heřmánek pravý (*Matricaria chamomilla*), chrpu luční (*Centarea jacea*), jetel hybridní (*Trifolium hybridum*), jetel luční (*Trifolium pratense*), jetel plazivý (*Trifolium repens*), jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*), kmín kořený (*Carum carvi*), komonici bílou (*Melilotus alba*), kopretinu bílou (*Leucanthemum vulgare*), mrkev obecnou (*Daucus carota*), řebříček vonný (*Achillea millefolium*), tolici dětelovou (*Medicago lupulina*), tolici vojtěšku (*Medicago sativa*) a vičenec ligrus (*Onobrychis viciifolia*).

### 3.5.5 Produkce biomasy

Produkce biomasy u podplodin je závislá na několika faktorech, především na zvoleném rostlinném druhu, termínu výsevu, průběhu počasí, způsobu založení porostů a mnoha dalších. Díky tomu výnosy biomasy podplodin kolísají v závislosti na aktuálním ročníku (Brant 2008).

Tabulka 1 dokládá produkci průměrné hodnoty produkce nadzemní a podzemní biomasy vybraných druhů použitelných jako podplodiny.

Tabulka 1: Průměrné hodnoty suché biomasy a kořenové hmoty u vybraných meziplodin (Freyer 2003), upravil Brant et al. (2008).

rostlinný druh	produkce suché biomasy (t ha <sup>-1</sup> )		
	nadzemní biomasa		biomasa kořenů
	1	2	
jílek jednoletý	3–4		2–2,3
jílek mnohokvětý		2–3	2
jarní výsevy	3–4		1,5–2,5
podzimní výsevy	5–7		1,5–2,5
jílek vytrvalý	3–4	1,5–2	1,5–2,5
košťava červená		1,5–2	2–2,5
košťava luční		1,5–2	2–2,5
srha laločnatá		2–4	2,5–3
tritikale	7		1–1,4
žito seté	9		1,2–1,8
jetel luční		3	1,2–1,5
jetel inkarnát	4,5–6 (2–3)*		1–1,5 (0,5–1,2)*
jetel plazivý		2	1,2
jetel podzemní		1–3	0,5–1,4
jetel zvrácený		2	0,8
hrách rolní	2–4		1,5–2 (
lupiny	3,5–4, 5 (2–3)*		1,5–2,5 (1–1,5)*
hořčice bílá	3,5–4 (1–2)*		1–1,5 (0,4)*
hořčice sareptská	2–3		1–1,5
krmná kapusta	3,5–7		0,8–1
ředkev olejní	3–4 (1–2)*		1,5–2,5 (0,8–1,2)*
řepice ozimá	5–6,5		0,8–1
řepka jarní	3,5–4		1–1,2
řepka ozimá	3–4,5 (1–1,5)*		1–1,5 (0,3–0,6)*
pohanka obecná	1–3		0,4–0,5
svazenka vratičolistá	2,5–3,5 (1–2)*		0,6–1 (0,5)

1 pěstování jako letní či ozimá meziplodina, 2 podsevová meziplodina,

\* pěstování jako strnisková meziplodina

Krofta (2012) udává výnosy sušiny vybraných podplodin při pozdně letním termínu setí takto:

- hořčice bílá 3,5–4,5 t/ha
- svazenka vratičolistá 2,5–4,5 t/ha
- hrách rolní 2,0–4,0 t/ha
- oves setý 1,5–2,5 t/ha

Při pokusech ve středních Čechách v letech 2004–2006 se ukázalo, že nejvíce biomasy vyprodukuje hořčice bílá a zároveň vytvoří největší pokryv půdy (Brant et al. 2011).

### 3.5.6 Termíny výsevů

Při využívání podplodin především jako protierozního opatření využíváme podle Kincla (2018) dva termíny setí. Prvním termínem je setí v první polovině dubna a výhodou je, že podplodiny vytvoří velice brzo půdní pokryv a protierozní ochrana funguje dříve. Podplodiny mají v tomto termínu lepší vláhové podmínky pro svůj růst. Pokud však využijeme setí v tomto termínu, musíme pro priorávku chmele využívat oboustranný priorávací pluh tak, aby nebyly poškozeny porosty meziplochin (priorávka probíhá pouze v kolejových stopách). Dalším termínem setí je pak setí v co nejzazším termínu po priorávce chmele. V tomto termínu hrozí špatná vzcházivost podplodin kvůli horším vláhovým podmínkám a ochrana půdy přichází až koncem května.

Krofta (2012) uvádí tři termíny setí podplodin:

- Jarní výsev – setí ihned po priorávce chmele
- Časný letní výsev – setí během června a července, nutné počítat se zastíněním
- Pozdní letní výsev – setí ihned po sklizni chmele

### 3.5.7 Obsah živin v biomase podplodin

Při využívání ozelenění meziřadí chmelnic využíváme podplodiny nejen jako pokryv půdy, ale při zapravení do půdy také jako zelené hnojení, obsah živin je proto dobrým parametrem při posuzování vhodných druhů (Krofta et al. 2012). Obsah živin u jednotlivých vybraných druhů podplodin je značně variabilní vzhledem k danému ročníku, půdním podmínkám a další spoustě faktorů. Jedním z nich je například množství vytvořené biomasy, při velkém nárůstu se může projevit tzv. rozředovací efekt (Brant 2008). Tabulka 2 dokládá procentní obsahy živin ve vybraných druzích podplodin využívaných ve chmelnicích.

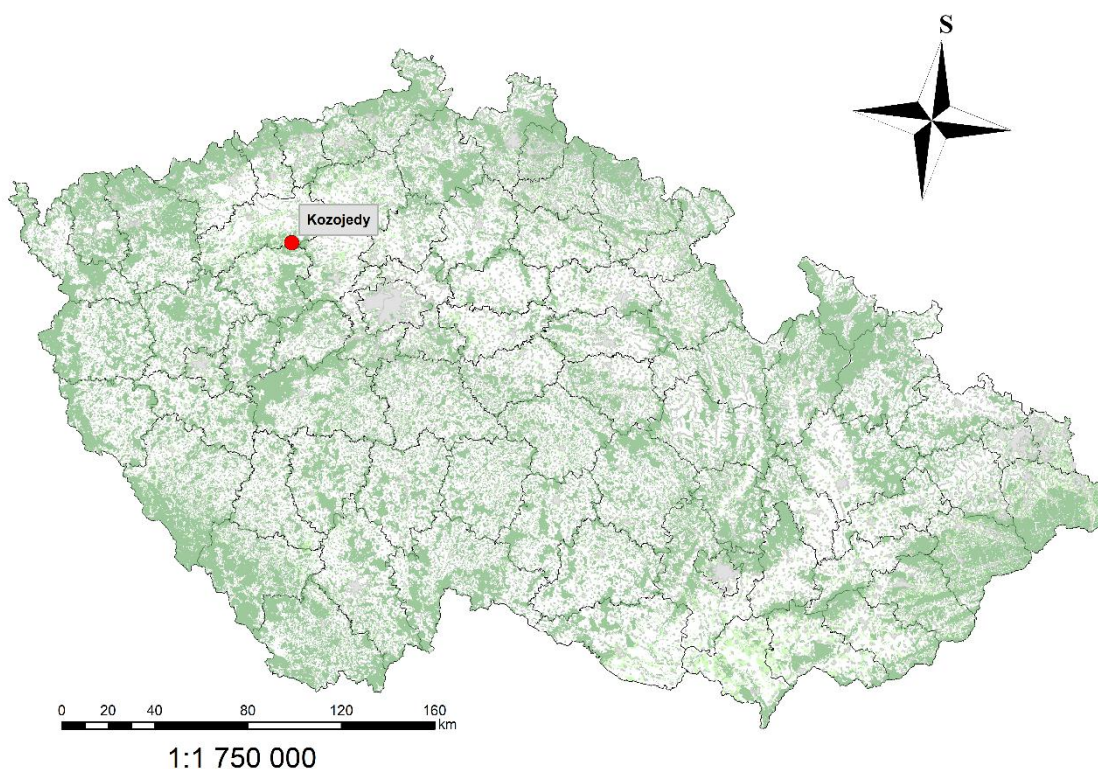
Tabulka 2: Obsah živin ve vybraných podplodinách (Krofta 2012).

Plodiny	Procentické zastoupení [%]				
	N	P	K	Ca	Mg
hořčice bílá	2,20-3,00	0,20-0,50	1,30-5,80	0,09-2,05	0,08-0,45
svazenka vratičolistá	2,00-2,80	0,30-0,85	1,60-5,70	1,10-4,70	0,20-0,35
peluška setá	2,10-3,45	0,20-0,65	1,55-3,90	8,85-1,50	0,20-0,35
oves setý	2,00-7,75	0,25-0,60	1,80-4,90	0,18-0,58	0,10-0,24

## 4 Metodika

### 4.1 Pokusná lokalita Kozojedy

Pokusy probíhaly ve chmelnici soukromého zemědělce pana Václava Emingera, který provozuje rostlinnou výrobu na ploše 66,55 ha. Zabývá se pěstováním pšenice ozimé, ječmenu jarního, hrachu setého, kukuřice, vojtěšky, luskovinoobilných směsí, hořčice a trvalých travních porostů. Chmel pěstuje na výměře 16,55 ha. Odrůda pěstovaného chmele je Žatecký poloraný červeňák, Oswaldovy klony 72 a 114. Dále se pan Eminger věnuje živočišné výrobě, konkrétně pak výkrmu masného skotu.

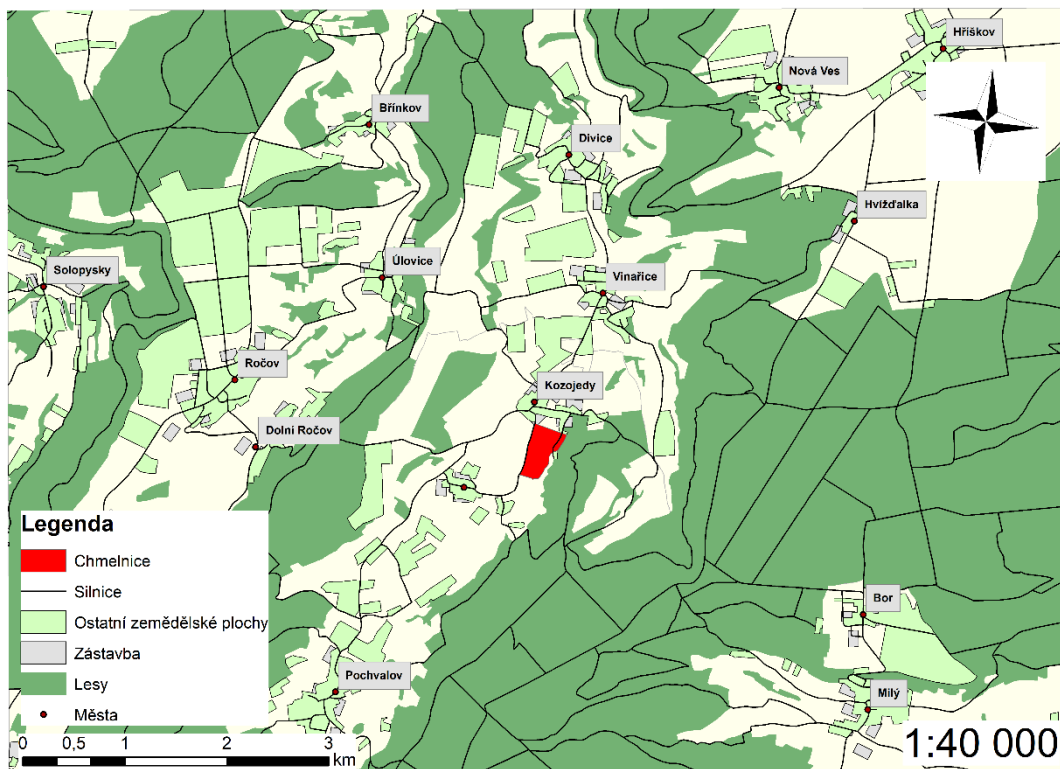


Obrázek 1: Lokalizace pokusné lokality na mapě ČR.

#### 4.1.1 Informace o stanovišti Kozojedy

Pokusné stanoviště se nachází v Žatecké chmelařské oblasti u obce Kozojedy (Obrázek 1) v okrese Rakovník. Nadmořská výška stanoviště je 325 metrů nad mořem. Půdní typ je modální kambizem a půdní druh je středně těžká půda. Stanoviště spadá do mírně teplého, suchého klimatického regionu, průměrná roční teplota se zde pohybuje v rozmezí 7 až 8,5 °C, roční úhrn srážek je zde pod 500 mm. Chmel odrůdy Žatecký poloraný červeňák, Oswaldův klon 72 meristém je zde vysázen do sponu 3 x 1 m, výsadba proběhla v roce 1997. Na Obrázku 1 je vyobrazena přesná poloha pokusného stanoviště. Na Obrázku 2 je vyobrazena přesná lokalita pokusného stanoviště.





Obrázek 2: Pokusné stanoviště Kozojedy.

## 4.1.2 Agrotechnika

Zažitá agrotechnika ve chmelnicích je omezujícím faktorem při využívání podplodin v klasické produkci chmele. Tabulka 3 uvádí datumy agrotechnických zásahů na pokusném stanovišti.

Tabulka 3: Agrotechnika pokusného stanoviště.

Datum	Pracovní operace
31. 3. 2020	řez chmele
27. 4. 2020	první zavádění
18. 5. 2020	druhé zavádění
28. 5. 2020	první přiorávka
15. 6. 2020	druhá přiorávka

### 4.1.2.1 Hnojení

Dne 20. 6. 2020 bylo do chmelnice aplikováno hnojivo Cererit v dávce 600 kg/ha a DAM 360 v dávce 200 l/ha.

#### 4.1.2.2 Aplikace přípravků

Tabulka 4 uvádí informace ohledně aplikovaných přípravků na pokusné stanoviště Kozojedy.

Tabulka 4: Aplikace přípravků na pokusném stanovišti.

Typ	Název přípravku	účinná látka	datum aplikace
fungicid	<b>Aliette 80 WG</b>	<i>fosetyl-Al</i>	<b>8. 5., 27. 5. 2020</b>
fungicid	<b>Revus</b>	<i>mandipropamid</i>	<b>10. 7., 22. 7. 2020</b>
fungicid	<b>Curzate K</b>	<i>cymoxanil + oxyclorid Cu</i>	<b>27. 5., 11. 6. 2020</b>
fungicid	<b>Cuproxat SC</b>	<i>zásaditý síran Cu</i>	<b>6.-12. 8. 2020</b>
fungicid	<b>Folpan Gold</b>	<i>folpet + metalaxyl-M</i>	<b>11. 6. 2020</b>
fungicid	<b>Funguran Progres, PRO</b>	<i>hydroxid Cu</i>	<b>26. 8. 2020</b>
fungicid	<b>Defender Dry</b>	<i>hydroxid Cu</i>	<b>16.-26. 8. 2020</b>
insekticid	<b>Teppeki</b>	<i>flonicamid</i>	<b>27. 5. 2020</b>
insekticid	<b>Movento 100 SC</b>	<i>spirotetramat</i>	<b>9. 7. 2020</b>
fungicid	<b>Bellis</b>	<i>pyraclostrobin, boscalid</i>	<b>26. 6. 2020</b>
insekticid	<b>Actara 25 WG</b>	<i>thiamethoxam</i>	<b>4.-6. 5. 2020</b>
výživa	<b>Zinkosol</b>	<i>ZnSO<sub>4</sub></i>	<b>27. 5., 11. 6., 10. 7. 2020</b>
výživa	<b>Krista MgS</b>	<i>MgSO<sub>4</sub></i>	<b>27. 5., 11. 6., 22. 7., 15. 8. 2020</b>
výživa	<b>Močovina</b>	<i>CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub></i>	<b>27. 5., 11. 6., 22. 7. 2020</b>
výživa	<b>Calcinit</b>	<i>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></i>	<b>1. 6. 2020</b>
výživa	<b>Bortrac</b>	<i>borethanolamin</i>	<b>1. 6. 2020</b>
výživa	<b>Magnitra</b>	<i>Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></i>	<b>6. 8., 16. 8. 2020</b>
výživa	<b>Krista MKP</b>	<i>KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub></i>	<b>26. 6., 10. 7., 22. 7. 2020</b>
výživa	<b>Krista K</b>	<i>KNO<sub>3</sub></i>	<b>6.-12. 8. 2020</b>
výživa	<b>Kristalon žlutý</b>	<i>NPK + stopové prvky</i>	<b>10. 7., 22. 7. 2020</b>

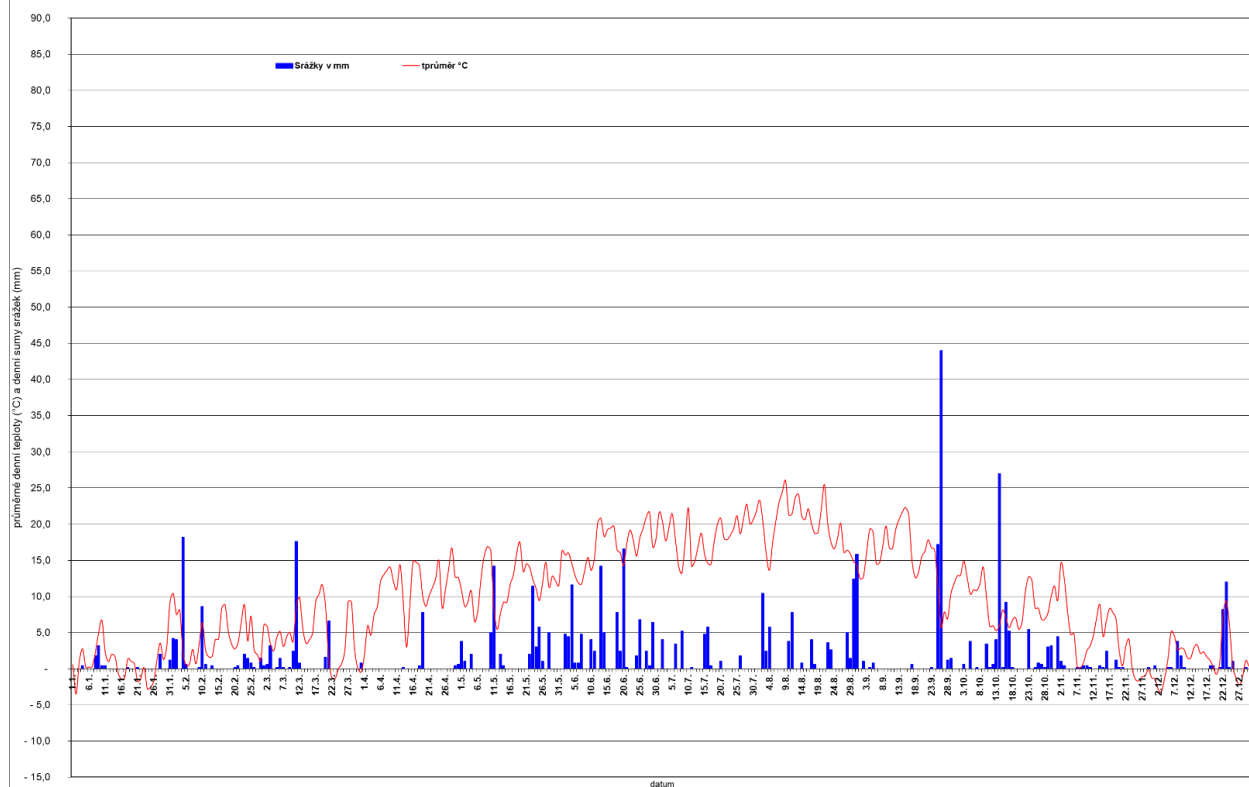
### 4.1.3 Průběh počasí

Je nutné čerpat data z meteorologické stanice sítě Isidor, která je instalována v nedalekém Ročově (viz Tabulka 5 a Graf 1). Meteorologická stanice Ročov je od pokusného stanoviště v Kozojedech vzdálená vzdušnou čarou 3,2 km. Úhrn srážek za dobu vegetace podplodin, tj. od 28. 4. 2020 do 24. 6. 2020, činil 137,4 mm.

Tabulka 5: Měsíční průměry teplot a srážek (zdroj: CHI Žatec).

Měsíc	Teploty		Srážky	
	[°C]	$\Delta$ teplot od normálu	[mm]	$\Delta$ srážek od normálu
Leden	1,0	1,4	9,8	-11,7
Únor	4,2	3,6	48,8	28,8
Březen	4,6	-0,1	36,0	10,1
Duben	10,9	1,4	9,4	-21,3
Květen	11,7	-3,0	56,6	4,5
Červen	16,9	-0,6	97,6	38,1
Červenec	18,5	-1,0	26,6	-42,8
Srpen	19,8	1,1	76,4	5,6
Září	15,4	1,3	66,6	28,4
Říjen	9,2	0,3	68,0	42,0
Listopad	4,0	0,0	12,0	-19,0
Prosinec	1,5	0,9	29,2	0,9

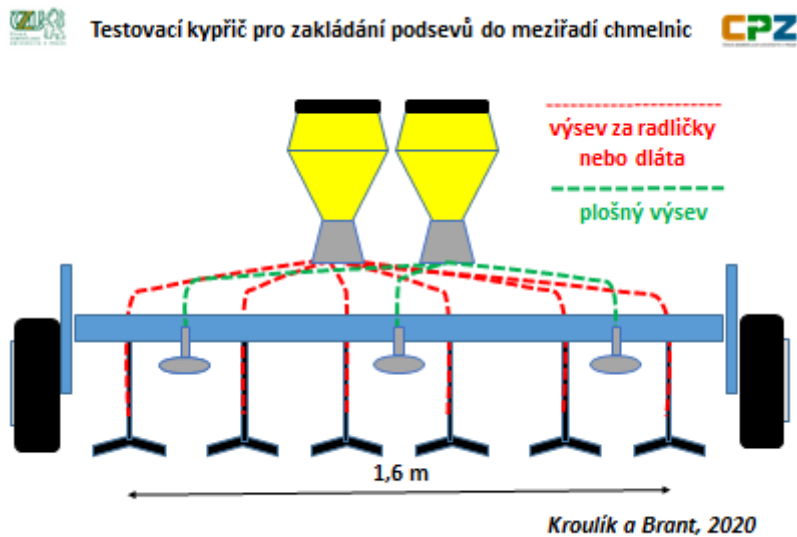
### CHI Žatec - ROČOV - vývoj počasí v roce 2020 - denní srážky a průměrné teploty



Graf 1: Vývoj počasí na stanici Ročov (zdroj: CHI Žatec).

#### 4.1.4 Vývoj stroje pro setí podplodin

Pro osev meziřadí chmelnic je nutné mít vhodnou mechanizaci tak, aby bylo dosaženo přesné hloubky setí a optimálního rozmístění osiva na ploše meziřadí. Centrum precizního zemědělství vyvinulo v roce 2020 kypřič, který je uzpůsoben pro setí malosemenných i velkosemenných druhů zároveň tak, aby bylo možné meziřadí osít směsí podplodin. Kypřič je vyvinutý tak, aby bylo možné plodiny vysévat plošně i do řádků. Stroj je osazen dvěma zásobníky na osivo (viz Obrázek 3). Z jednoho zásobníku je osivo dávkováno za kypřicí radličku a z druhého je osivo vyséváno plošně (Brant 2021).



Obrázek 3: Secí stroj (Zdroj: Centrum precizního zemědělství)

## 4.2 Pokus

Založení porostů podplodin proběhlo v Kozojedech 28. 4. 2020. Výsev probíhal radličkovým kypřičem, který byl vyvinutý Centrem precizního zemědělství. Vysévány byly najednou malosemenné i velkosemenné druhy, a to dvěma způsoby – za radličku a plošně. Za radličku byl vyset hrách setý (jarní forma, odrůda Gambit), hrách rolní (ozimá forma, odrůda Arkta) a oves nahý (odrůda Marco Polo). Tyto druhy byly z důvodu termínu výsevu a způsobu uložení považovány za budoucí dominantní druhy porostu podplodin. Plošně byla vyseta hořčice bílá (odrůda Andromeda) a bér italský (odrůda Rucereus), u těchto druhů byla předpokládána dobrá vzcházivost i z povrchu půdy. Celkem bylo vyseto deset variant. Vyseté varianty dokládá Tabulka 6. Výsev probíhal v šířce 1,6 m tak, aby se zamezilo konkurenci o vláhu a živiny mezi rostlinami chmele a podplodinami a nedocházelo k poškozování podplodin při průjezdech techniky.

Tabulka 6: Varianty pokusů.

1	hrách setý + hořčice bílá (80 + 10 kg/ha)
2	hrách setý + hořčice bílá (100 + 10 kg/ha)
3	hrách rolní + hořčice bílá (100 + 10 kg/ha)
4	hrách rolní + bér italský (100 + 20 kg/ha)
5	oves nahý + bér italský (150 + 20 kg/ha)
6	oves nahý + hořčice bílá (150 + 10 kg/ha)
7	hrách setý (80 kg/ha)
8	hrách setý (100 kg/ha)
9	hrách rolní (100 kg/ha)
10	hořčice bílá + bér italský (10 + 10 kg/ha)



Obrázek 4: Setí podplodin.

Dne 18. 5. 2020 proběhla první vizuální kontrola porostů, při které se zjišťovala vzcháživost jednotlivých druhů podplodin, dále byl zjišťován průměrný počet rostlin a míra zaplevelení porostů podplodin. Ve dnech 2. 6. 2020 a 24. 6. 2020 proběhly další dvě kontroly porostů podplodin, při těchto kontrolách docházelo k odběrům biomasy. Odběry se prováděly pomocí čtverce o rozměru 50 x 50 cm, z každé varianty byly odebrány celkem 4 vzorky. Rostliny se rozdělily na podzemní a nadzemní biomasu, která se usušila v sušárně při 105 °C. Po vysušení došlo k přepočtu na 1 ha. Při kontrole porostů 24. 6. 2020 došlo k mechanickému umrtvení porostů podplodin poválením a mulčováním. Kontrola regenerace umrtvených porostů proběhla 15. 7. 2020, zde se zjišťovala míra regenerace porostů a jednotlivých druhů podplodin.

### **4.3 Statistické vyhodnocení**

Pro hodnocení bylo použito metody analýzy jednoduchého třídění (ANOVA, Tukey, hladina významnosti 95 %). Data byla zpracována programem Statgraphics®Plus (Statgraphics Technologies, Inc. The Plains, Virginia).

### **4.4 Stanovení obsahu živin**

Stanovování obsahu živin probíhalo pouze u vybraných druhů. Obsah živin se stanovoval z nadzemní i podzemní biomasy. Rostliny pro tento odběr byly pěstovány na pokusném stanovišti Suchdol při ČZU v Praze. Obsah živiny byl posuzován u ovsa nahého, hořčice bílé, hrachu setého a pelušky v jarní a ozimé formě. Porosty byly založeny 21. 4. 2020.

Výsevek u hodnocených druhů činil 162 kg/ha (oves nahý, odrůda Marco Polo), 15 kg/ha (hořčice bílá, Andromeda), 120 kg/ha (hrách rolní, ozimá forma, Arkta) a 120 kg/ha (hrách rolní, jarní forma, Arvika). Termín odběru nadzemní a podzemní biomasy byl 1. 6. 2020. Rostliny byly pro stanovení obsahu živin vyjmuty z půdy i s kořenovým systémem. Následovalo promytí kořenových soustav i s nadzemní biomasou. Kořeny byly odebrány do hloubky 0,18 m. Následně byly v místě kořenového krčku rostliny rozděleny na nadzemní a podzemní biomasu. Rostlinný materiál byl sušen při teplotě 55 °C po dobu 48 hodin. Výsledky obsahu živin (dusík, fosfor, draslík, vápník, hořčík) provedla akreditovaná laboratoř AGROEKO Žamberk spol. s r.o.

## 5 Výsledky

### 5.1 Vzcházivost rostlin

Při první kontrole porostů, která proběhla 18. 5. 2020, byla zjištěna dobrá vzcházivost hrachů a ovsa vysetých za kypřící radličky. Průměrný počet rostlin činil u hrachu setého 20 rostlin na 1 m<sup>2</sup>, u hrachu rolního 25 rostlin na 1 m<sup>2</sup> a u ovsa 120 rostlin na 1 m<sup>2</sup>. Jarní forma hrachu vykazovala rychlejší dynamiku růstu než ozimá forma (viz Obrázek 5). Z plošně vysetých plodin vzešla do termínu první kontroly pouze hořčice bílá, počet rostlin byl průměrně 50 na 1 m<sup>2</sup>. Bér italský z důvodu nízkých teplot do termínu první kontroly nevzešel. Výsevy hrachů a ovsa, tedy výsevy pouze řádkujících plodin, umožňovaly případné mechanické odplevelení mezi řádky. V termínu kontroly se však v porostech podplodin žádné plevely nenacházely.

**Stav rostlin hrachů 18.5.2020, termín výsevu 28.4.2020.**

**hrách setý - jarní forma Gambit**

**hrách rolní – ozimá forma Arkta**



Obrázek 5: Porovnání jarní a ozimé formy hrachu (Brant, 2020)



## 5.2 Celková produkce nadzemní biomasy

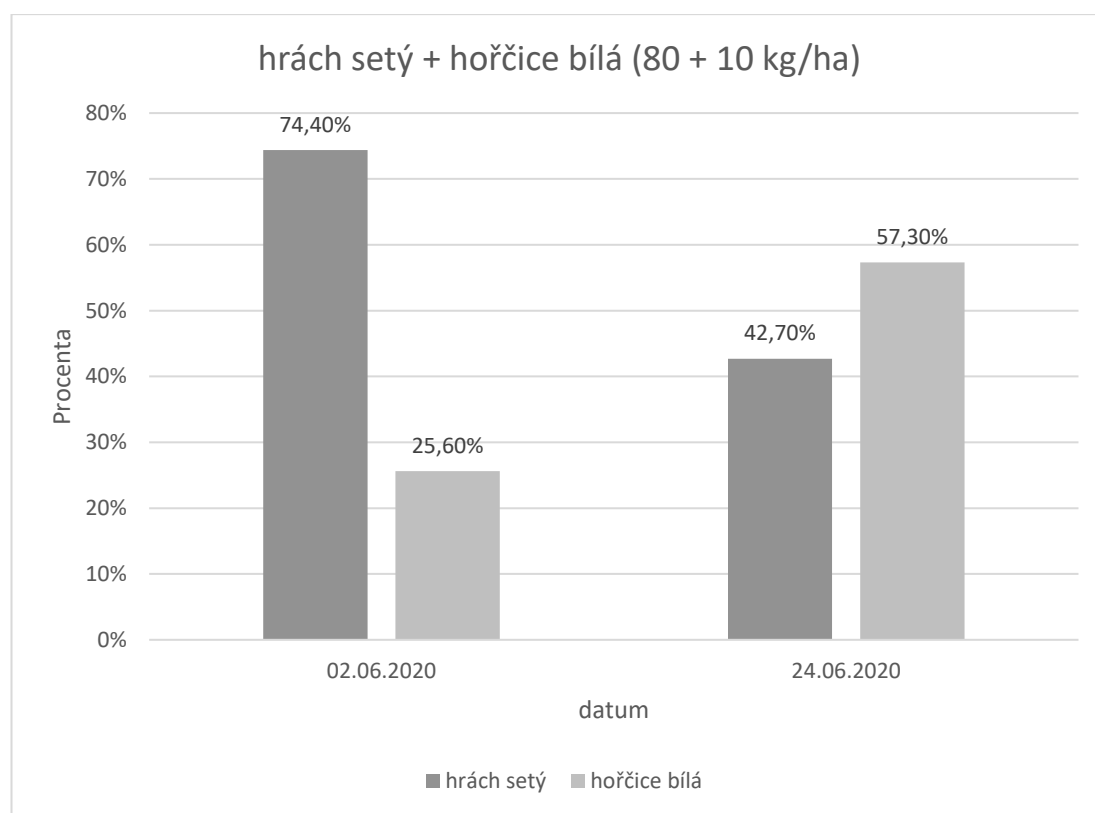
Z Tabulky 7 je patrné, že nejlepší produkci nadzemní biomasy má z vybraných druhů oves nahý, ten byl sice vysetý společně s bér italským, ale díky nepříznivým podmínkám v jarním období – především kvůli nízkým teplotám – bér italský nevzešel. Tudíž oves nahý neměl žádnou konkurenci a vytvořil nejvíce nadzemní biomasy. Další směs, která vytvořila nejvíce nadzemní biomasy, byl hrách setý a hořčice bílá (80 + 10 kg/ha), tato směs byla velmi vzrůstná, porost dosahoval výšky až 80 cm, nebyl polehnutý a vykazoval minimální zaplevelení. Nejmenší produkci biomasy naopak vykazoval hrách rolní s bér italským. Hrách rolní měl velice slabou dynamiku růstu a bér italský nevzešel vůbec.

Tabulka 7: Produkce nadzemní biomasy vysetých druhů a jejich směsí (t/ha) 2. 6. 2020 a 24. 6. 2020, lokalita Kozojedy. Odlišné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkazné rozdíly mezi průměry na hladině významnosti 0,05 (ANOVA, Tukey).

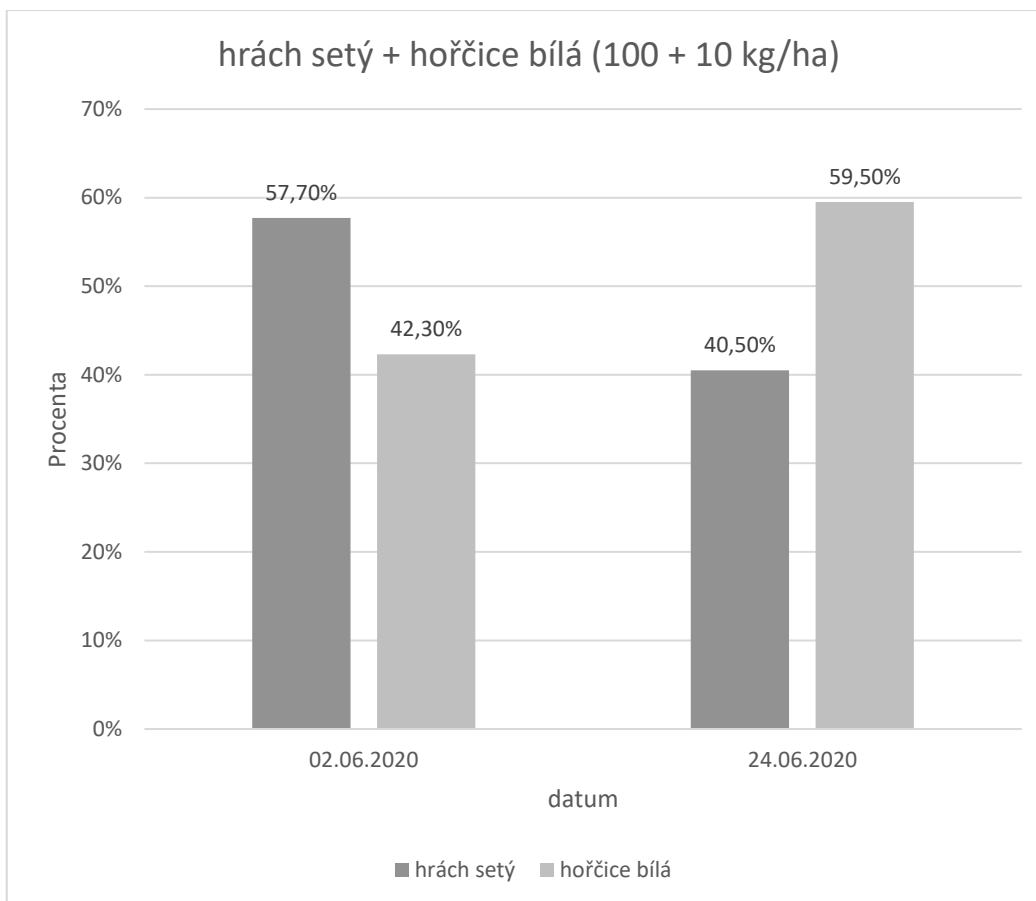
druh/směs (výsevek)	produkce suché nadzemní biomasy (t/ha) termín: 2. 6. 2020	produkce suché nadzemní biomasy (t/ha) termín: 24. 6. 2020
hrách setý + hořčice bílá (80 + 10 kg/ha)	0,263 cd	1,765 bc
hrách setý + hořčice bílá (100 + 10 kg/ha)	0,201 bc	1,542 bc
hrách rolní + hořčice bílá (100 + 10 kg/ha)	0,163 abc	1,007 ab
hrách rolní + bér italský (100 + 20 kg/ha)	0,109 ab	0,543 a
oves nahý + bér italský (150 + 20 kg/ha)	0,369 d	1,947 c
oves nahý + hořčice bílá (150 + 10 kg/ha)	0,268 cd	1,615 bc
hrách setý (80 kg/ha)	0,155 abc	1,191 abc
hrách setý (100 kg/ha)	0,16 abc	1,261 abc
hrách rolní (100 kg/ha)	0,172 abc	0,716 a
hořčice bílá + bér italský (10 + 10 kg/ha)	0,058 a	0,608 a

### 5.3 Podíl jednotlivých druhů ve vyšetých směsích

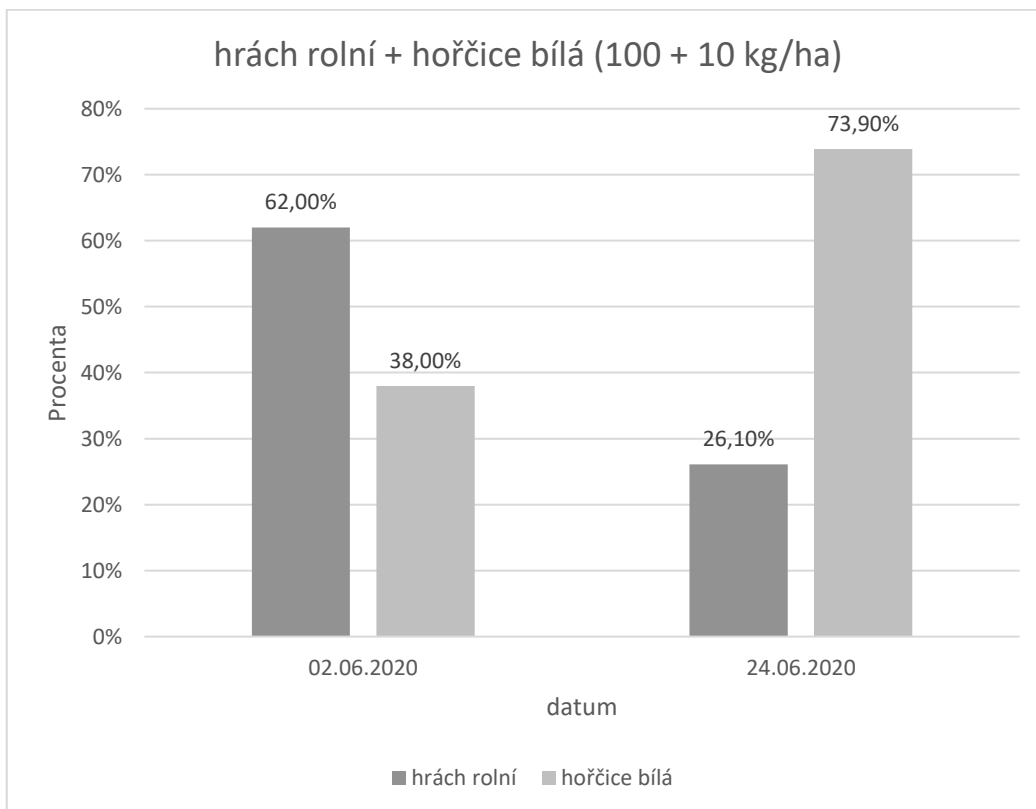
Z Grafů 2, 3, 4 a 7 je patrné, že v první polovině vegetace tvořily dominantní kostru porostu plodiny vyšeté do řádků, naopak v druhé polovině vegetace se staly dominantními druhy vyšeté plošně na povrch půdy, jejich počáteční vývoj byl zpomalen právě způsobem setí. Grafy 5, 6 a 8 ukazují, že vzcházivost bérů italského byla opravdu špatná, při porovnání těchto grafů usuzují, že v první polovině vegetace tomu tak bylo z důvodu nízkých teplot a v druhé polovině vegetace kvůli konkurenci druhé plodiny. Ve směsi hrách rolní + bér italský (100 + 20 kg/ha) vzešel bér italský v druhé polovině vegetace díky nízké dynamice růstu hrachu rolního, a tím pádem nízké konkurenci.



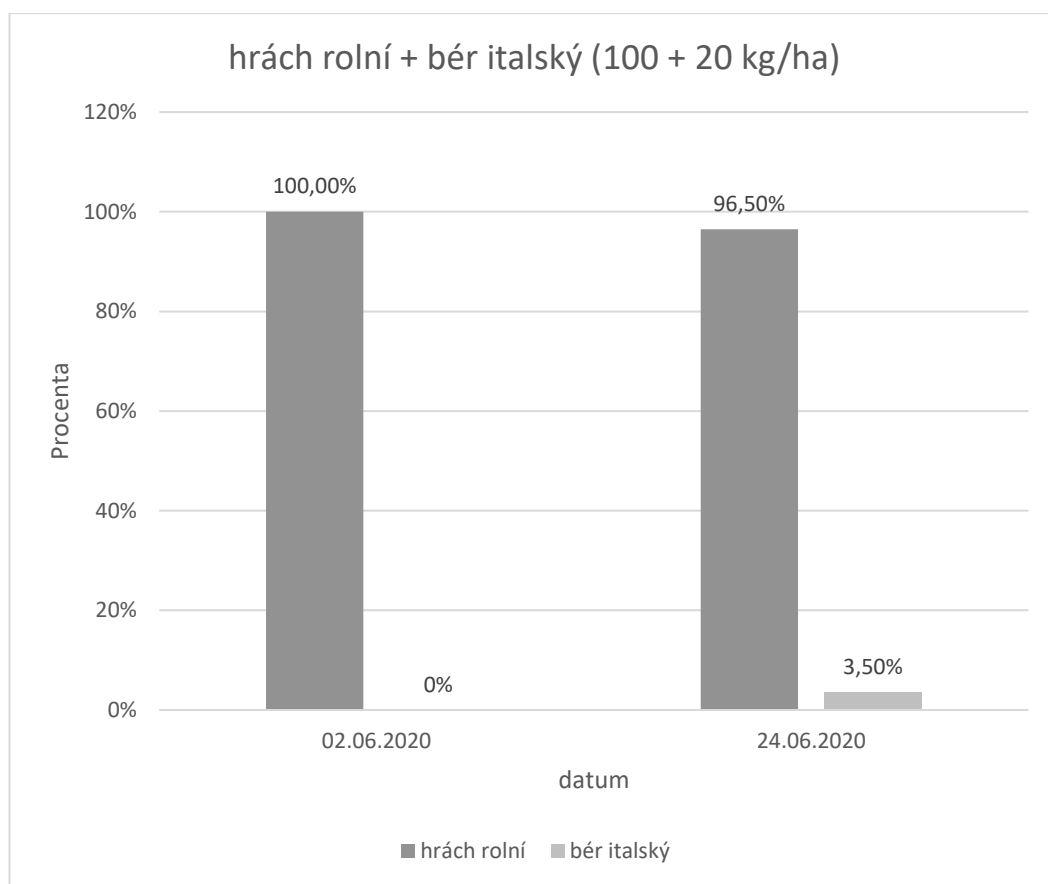
Graf 2: Podíl jednotlivých druhů ve směsi hrách setý + hořčice bílá (80 + 10 kg/ha).



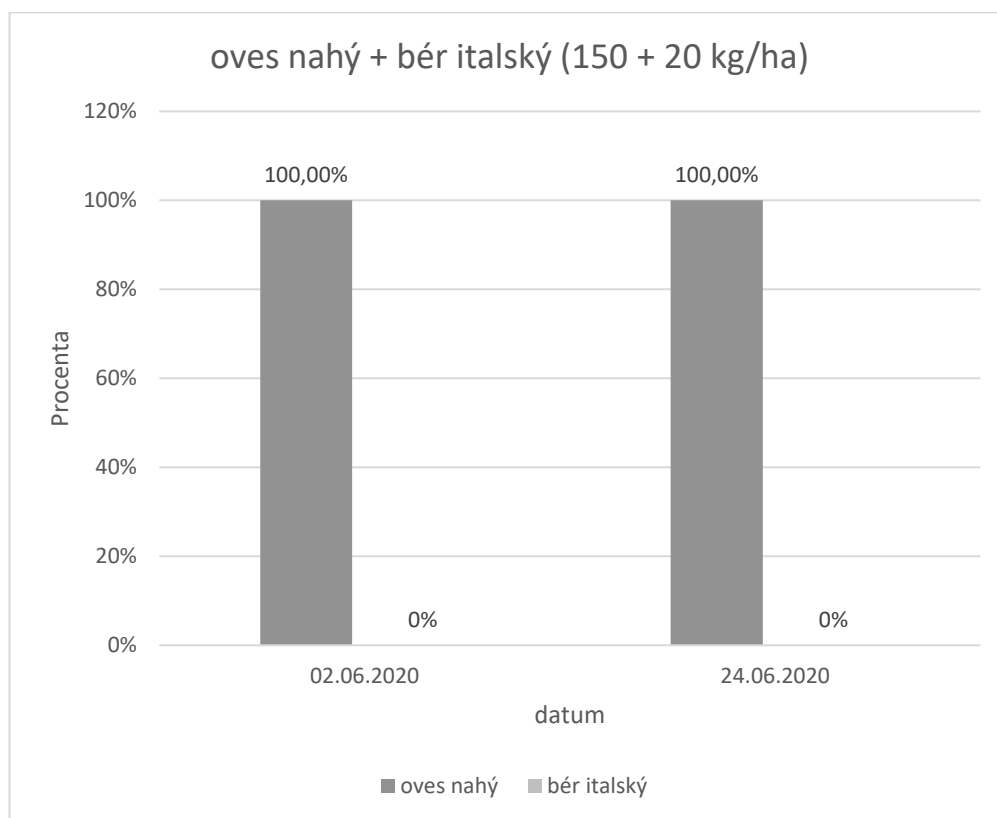
Graf 3: Podíl jednotlivých druhů ve směsi hrách setý + hořčice bílá (100 + 10 kg/ha).



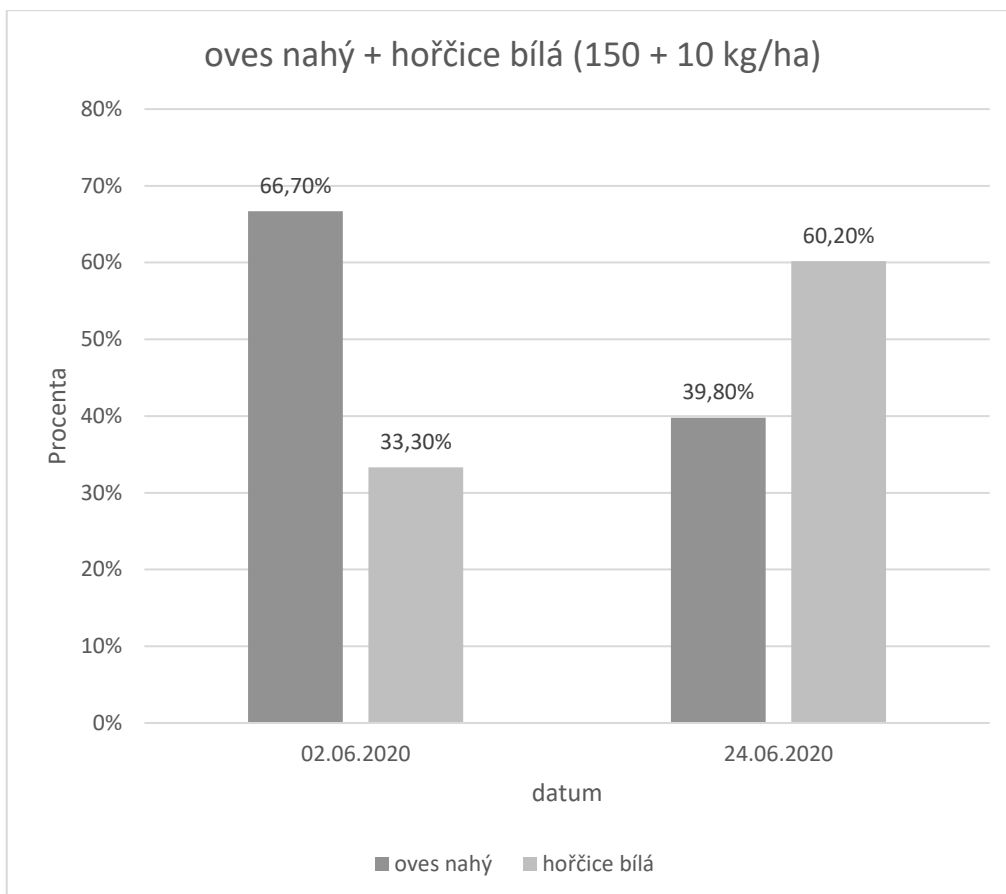
Graf 4: Podíl jednotlivých druhů ve směsi hrách rolní + hořčice bílá (100 + 10 kg/ha).



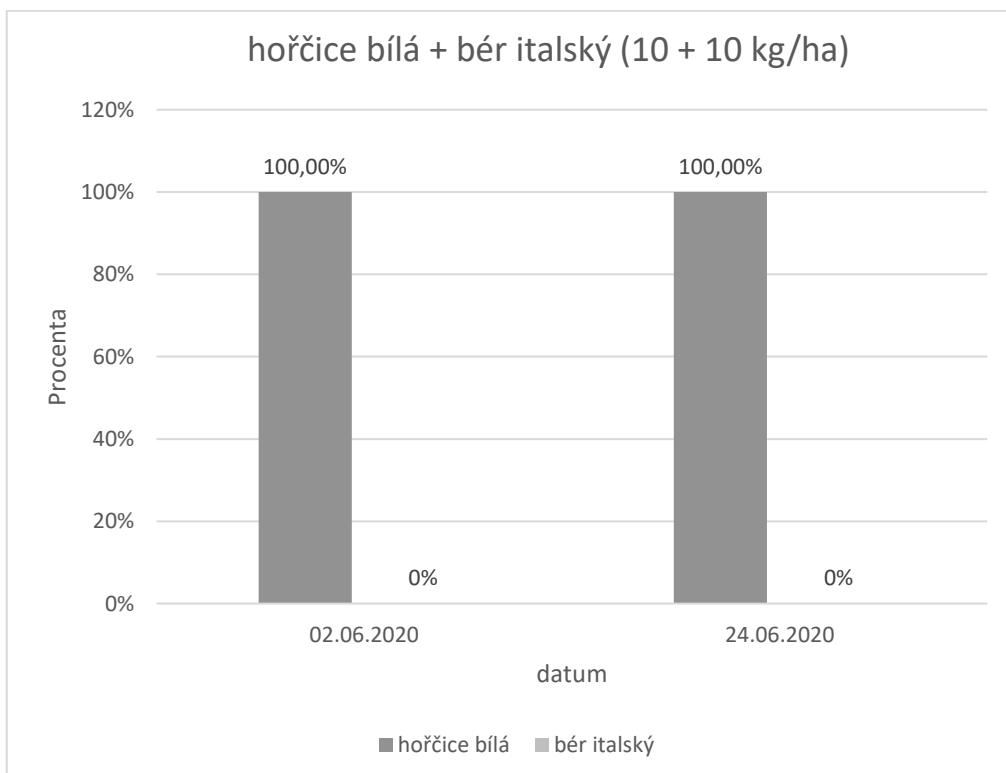
Graf 5: Podíl jednotlivých druhů ve směsi hrách rolní + bér italský (100 + 20 kg/ha).



Graf 6: Podíl jednotlivých druhů ve směsi oves nahý + bér italský (150 + 20 kg/ha).



Graf 7: Podíl jednotlivých druhů ve směsi oves nahý + hořčice bílá (150 + 10 kg/ha).



Graf 8: Podíl jednotlivých druhů ve směsi hořčice bílá + bér italský (10 + 10 kg/ha).

## 5.4 Mechanické umrtvení porostů a regenerace

Mechanické umrtvení porostů podplodin proběhlo 24. 6. 2020, porosty byly pováleny (Obrázek 6) a zmulčovány (Obrázek 7). Hořčice bílá byla ve fázi začátku kvetení, tato doba je vhodná pro poválení z důvodu dobrého lámání a praskání lodyhy. Při válení hořčice bylo 70 % rostlin ulomeno u báze lodyhy a 30 % bylo zalomeno v jiné části. Ve směsích hořčice s hrachem došlo díky rostlinám hořčice k dobrému přimáčknutí hrachu k povrchu půdy (Obrázek 8). U čistosevů hrachu došlo pouze k zalomení lodyh, nikoliv k přimáčknutí. U čistosevů a směsí s ovsem došlo k mulčování tak, aby byl zpomalený vývoj porostů. Výška strniště byla nastavena na 7 až 10 centimetrů, aby se podpořila regenerace.

Dne 15. 7. 2020 byla provedena kontrola regenerace porostů. Po zmulčování dobře zregeneroval oves, naopak zmulčovaná hořčice nezregenerovala vůbec. Poválené porosty hořčice částečně zregenerovaly. Mulč vytvořený poválením degeneroval pomaleji nežli mulč vytvořený mulčováním. Luskoviny regenerovaly velmi dobře, a některé dokonce vytvořily lusky.



Obrázek 6: Válení porostů podplodin.



*Obrázek 7: Mulčování porostů podplodin.*



*Obrázek 8: Poválený porost hrachu a hořčice.*

## 5.5 Obsah živin

Odběr vzorků pro stanovení obsahu živin proběhlo dne 1. 6. 2020. Tabulka 8 dokládá zjištěné obsahy živin v nadzemní biomase, Tabulka 9 pak obsahy živin z biomasy podzemní.

Tabulka 8: Obsah živin – nadzemní biomasa.

Obsah živin – nadzemní biomasa						
druh	odrůda	Tot.N	Fosfor	Draslík	Vápník	Hořčík
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
oves nahý	Marco Polo	5,240	0,690	5,320	0,590	0,180
hořčice bílá	Andromeda	5,070	0,510	5,310	2,910	0,200
peluška ozimá	Arkta	4,900	0,540	4,020	2,440	0,260
peluška jarní	Arvika	4,880	0,500	4,250	2,400	0,270

Tabulka 9: Obsah živin – podzemní biomasa.

Obsah živin – podzemní biomasa						
druh	odrůda	Tot.N	Fosfor	Draslík	Vápník	Hořčík
		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
oves nahý	Marco Polo	2,120	0,350	2,760	0,400	0,160
hořčice bílá	Andromeda	2,580	0,460	3,600	0,570	0,120
peluška ozimá	Arkta	3,160	0,460	3,130	1,160	0,260
peluška jarní	Arvika	3,100	0,450	3,410	1,230	0,380



## 6 Diskuze

Osev meziřadí ve chmelnicích je vhodným prostředkem, jak ve chmelnicích bojovat s utužením půdy, vodní a větrnou erozí, vyplavováním živin z půdy a podplodiny také snižují výpar vody z meziřadí. Využívání meziplodin také pozitivně působí na zaplevelení půdy díky konkurenčním vztahům mezi rostlinami a pozitivně působí na biodiverzitu v krajině (Krofta 2012).

Cílem této práce bylo proto stanovení nárůstu biomasy jednotlivých druhů podplodin při časném jarním výsevu. Nárůst biomasy je pro nás důležitým faktorem při využívání podplodin, a to hned z několika důvodů. Prvním důvodem je bezpochyby informace o množství biomasy, kterou využijeme jako zelené hnojení při zapravení podplodiny do půdy, dále produkce biomasy rozhoduje o možnostech tvorby mulče a pokryvu půdy. Důležitým je pro nás nejen nárůst nadzemní biomasy, ale také podzemní biomasa a kvalitativní parametry biomasy. Především poměr C:N je pro nás důležitým ukazatelem kvality biomasy. Fixace živin rostlinnou biomasou a jejich následné uvolňování do půdy má pozitivní vliv na dostupnost živin pro rostliny. Poměr mezi dusíkem a uhlíkem rozhoduje o degradaci organického materiálu, a tím ovlivňuje i mulč vytvořený v meziřadí chmelnice (Brant 2021).

Druhů plodin vhodných k osetí meziřadí chmelnic je celá řada, avšak každá plodina se liší svou dynamikou růstu, kvantitou i kvalitou biomasy, mírou konkurence, reakcí na abiotické vlivy, citlivostí k mechanickému umrtvení nebo velikostí osiva. Jelikož většinou meziřadí oséváme směsí různých plodin tak, aby bylo dosaženo co nejlepších parametrů, je nutné volit vhodný způsob setí, a především vhodný prostředek pro setí porostů podplodin. Je nutné, aby secí stroj dovedl ukládat osivo do různých hloubek a dokázal jej rovnoměrně rozmístit po osévaném povrchu, jak udává Brant (2021). Právě z tohoto důvodu byl Centrem precizního zemědělství vyvinut stroj pro osev meziřadí, který tyto parametry splňuje. Secí stroj je osazen dvěma zásobníky na osivo a současně vysévá do řádků i plošně. Polní pokusy sledované v mé práci byly vyšetřeny tímto secím strojem.

Pro úspěšné pěstování podplodin ve chmelnicích je nutné zvolit jejich vhodné druhy a při tomto výběru zohlednit velké množství faktorů, které mohou bránit v růstu námi vybraných podplodin. V první řadě je nutné brát zřetel na termín výsevu podplodin, a tím pádem i na průměrné teploty v daném období. Pro jarní výsevy je vhodné zahájit setí podplodin ihned po první přiorávce chmele, jak píše Krofta (2012). Rybáček (1980) uvádí, že první přiorávka chmele probíhá ihned po prvním zavádění chmele, a to v druhé polovině dubna. V tomto období musíme počítat s průměrnou teplotou 9,5 °C, a je proto nutné volit plodiny, které dobře snášejí i nižší teploty. Tento fakt je patrný i z výsledků této práce, kdy bér italský v pokusu nevzešel vůbec nebo v minimálním množství. Dalším limitujícím faktorem je pro podplodiny zastínění způsobené chmelovými rostlinami. Tento problém je limitující zejména pro letní výsevy.

Z výsledků pokusů vyplývá, že nejvíce biomasy vytvořila směs ovsa setého a béru italského (150 + 20 kg/ha). Díky nízkým teplotám v období vzcházení však nevzešel bér italský, a oves setý tak neměl konkurenci pro svůj růst. Tuto směs proto můžeme posuzovat jako čistosev ovsa setého. Krofta (2012) udává, že čistosev ovsa setého při výsevku 100–120 kg/ha vytvoří 1,5–2,5 tuny sušiny. To je srovnatelné s pokusem, oves setý totiž vytvořil pro výsevku 150 kg/ha 1,95 tuny suché biomasy.

Zajímavé na výsledcích je porovnání dynamiky růstu hrachu setého a hrachu rolního. Hrách setý byl vysetý v jarní formě a při výsevku 100 kg/ha vytvořil 1,26 tuny suché nadzemní biomasy, naopak hrách rolní byl vysetý v ozimé formě, výsevek také činil 100 kg/ha, ale produkce suché biomasy byla pouze 0,72 tuny. Brant (2021) uvádí, že ozimé hrachy vykazují pomalejší dynamiku růstu nežli hrachy jarní.

I přes fakt, že směs hořčice bílé a hrachu setého (10 + 80 kg/ha) nevytvořila nejvíce nadzemní biomasy, jedná se dle mého názoru o nejlepší směs, a to hned z několika důvodů.

Tato testovaná směs prokázala dobrou dynamiku růstu. V první polovině vegetace rostly díky způsobu setí především rostliny hrachu setého, růst hořčice bílé byl zpomalen kvůli setí na povrch půdy. Ve druhé polovině vegetace hořčice svým růstem dohnala hrách setý, a společně tak vytvořily velice pěkný porost. Poměr nadzemní biomasy hrachu setého a hořčice seté při druhém odběru 24. 6. 2020 byl 42,7 % hrachu setého a 57,3 % hořčice bílé. Porost obsahující hrách setý je vhodný i z toho důvodu, že je schopný poutat vzdušný dusík a ukládat ho do půdy tak, jak uvádí Kuchtík (2013). Hořčice bílá je pro meziřadí chmelnice přínosná z důvodu tzv. biodrill efektu, kdy díky svým kořenům narušuje ztuhlou vrstvu půdy (Chen & Weil 2010).

Směs hořčice bílé a hrachu setého se projevila jako vhodná i při mechanickém umrtvení porostů. S mechanickým umrtvováním porostů je nutné počítat při příznivých letech tak, aby nedocházelo k přerůstání a stárnutí porostu. Díky umrtvení a následné regeneraci docílíme prodloužení efektivní doby růstu tak, jak uvádí Brant (2021). Při pokusech byly porosty umrtvené poválením a mulčováním. Porost hořčice seté a hrachu obecného se jevil jako vhodný pro poválení, když dobře se ulamující rostliny hořčice přimáčkly rostliny hrachu k povrchu půdy, a tím se vytvořil dobrý pokryv půdy.

Obsah živin u vybraných druhů podplodin je důležitou informací, podplodiny využíváme mimo jiné také jako zelené hnojení meziřadí chmelnic. Ze získaných dat vyplývá, že obsahy živin v podplodinách nejsou zanedbatelné a pěstitel s nimi může počítat při výpočtu dávky hnojiva pro daný rok. Nevýhodou je fakt, že obsah živin je proměnlivý a závisí na mnoha faktorech.

## 7 Závěry a doporučení pro praxi

- Při setí podplodin je nutné pracovat s termínem setí, hloubkou a způsobem setí dle nároků jednotlivých druhů.
- Za vhodnou směs pro ozelenění meziřadí lze považovat hrách setý společně s hořčicí bílou. Tato směs se jeví jako vhodná z několika důvodů, mezi které patří dobrá dynamika růstu dobrý poměr jednotlivých druhů, pozitivní vliv obou druhů na půdu, dobrý poměr C:N a dobré vlastnosti pro mechanické umrtvení porostu.
- Jarní hrachy prokazují lepší dynamiku růstu nežli hrachy ozimé a pro využití ve chmelnicích jsou vhodnější.
- Největší nárůst biomasy byl zaznamenán u ovsa setého, nejnižší naopak u směsi hrachu rolního a béru italského.
- Pro praxi bych doporučil směs rostlin brukvovitých a bobovitých pro jejich dobré vlastnosti.

## 8 Literatura

Almaguer C, Schonberger Ch, Gastl M, Arendt E, Becker T. 2014. *Humulus lupulus* – a story that begs to be told. A review. *Journal of The Institute of Brewing*. **Vol.4:** 289-314 Available: doi:10.1002/jib.160 (accessed February 2021)

Altlová M. 2020. Situační výhledová zpráva: chmel, pivo. Ministerstvo zemědělství. Praha.

Bot L. 1998. Modelling plant nutrition of horticultural crops: a review. *Scientia Horticulturae* **vol.74:** 47-82. Available: [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(98\)00082-X](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(98)00082-X) (accessed February 2021)

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.

Brant V, Krofta K, Krouhlík M, Zábranský P, Procházka P, Pokorný J. 2020. Distribution of root systém of hop plants in hop gardens with regular rows cultivation. *Plant Soil Environ*. **Vol.66:** 317-326 Available: <https://doi.org/10.17221/672/2019-PSE> (accessed February 2021)

Brant V, Kroulík M, Šmogger J, Zábranský P, Škeříková M, Hamouz P, Tyšer L. 2019. *Pomocné plodiny v pěstebních systémech polních plodin*. Agrární komora České republiky. Praha

Brant V, Pivec J, Fuksa P, Neckář K, Kocourková D, Venclová V. 2011. Biomass and energy production of catch crops in aread with deficiency of precipitaton during summer period in central Bohemia. *Biomass and Bioenergy*. **Vol. 35:** 1286-1294. Available: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.12.034> (accessed February 2021)

Brant V. 2021. Cílené výsevy meziplodin do meziřadí chmelnice. *Agromanuál* **vol.2:** 117-119

Briggs D, Boulton Ch, Brookes P, Stevens R. 2004. *Brewing Science and practise*. Woodhead Publishing Limited. Cambridge.

Čeh B. 2014. Impact of slurry on the hop (*humulus lupulus* L.) yield, its quality and N-min content f the soil. *Plant, Soil and Environ*. **Vol.60:** 267-273

Český statistický úřad. 2020. *Obhospodařovaná zemědělská půda k 31.5.2020 – mezikrajské srovnání*. Available: [https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&pvo=ZEM03B&z=T&f=TABULKA&skupId=2301&katalog=30840&pvo=ZEM03B&c=v179~2\\_\\_RP2020MP05DP31](https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&pvo=ZEM03B&z=T&f=TABULKA&skupId=2301&katalog=30840&pvo=ZEM03B&c=v179~2__RP2020MP05DP31) (accessed January 2021)

Dabney S, Delgado J, Reeves D. 2001. Using winter cover crops to improve soil and water quality. *Communication in Soil Science a Plant Analysis*. **Vol.32:** 1221-1250. Available: <https://doi.org/10.1081/CSS-100104110> (acessed February 2021)

Freyer B. 2003. *Fruchtfolgen: konventionell, integriert, integriert, biologisch*. Eugen Ulmer. Stuttgart

- Gent D, Nelson M, Grove G. 2008. Persistence of Phenylamide Insensitivity in *Pseudoperonospora humuli*. APS Publications . vol.92 Available: <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-3-0463> (accessed February 2021)
- Gent D, Ocamb M. 2009. Predicting infection risk of hop pseudoperonospora humuli. APS Publications **Vol. 99**: 112–120. Available: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PHYTO-99-10-1190> (accessed February 2021)
- Graf T, Beck M, Ismann D, Portner J, Doleschel P. 2014. *Humulus lupulus* - The hidden half. *BrewingScience*. **Vol.67**: 161-166
- Hartwig N, Ammon H. 2002. Cover crops and living mulches. *Weed Science*. **Vol.50**: 688-699
- Chen G, Weil R. 2010. Penetration of cover crop roots Through compacted soils. *Plant Soil*, **Vol. 331**: 31-34. Available: <https://doi.org/10.1007/s11104-009-0223-7> (accessed February 2021)
- Ježek J, Klapal I, Krofta K, Nesvatba V, Patzak J, Pokorný J, Svoboda P, Veselý F, Vostřel J. 2015. CHMEL 2015: příručka pro pěstitele chmele. Chmelařský institut s.r.o. . Žatec
- Kabelka D, Kincl D, Janeček M, Vopravil J, Vráblík P. 2019. Reduction in soil organic matter loss caused by water erosion in inter-rows of hop gardens. *Soil and Water Research*. **Vol.14**: 172-182. Available: <https://doi.org/10.17221/135/2018-SWR> (accessed February 2021)
- Kazda J. 2003. Choroby a škůdci polních plodin, ovoce a zeleniny. Zemědělec. Praha
- Kincl D, Kabelka D, Srbek J, Čáp P, Petrů A, Petera M, Krofta K, Pokorný J. 2018. Půdochranné technologie pro pěstování chmelu: certifikovaná metodika. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy v Praze. Praha
- Kocourková B, Pluháčková H, Růžičková G. 2014. Pěstování polních plodin. Mendelova univerzita v Brně. Brno
- Kristensen H, Thorup-Kristensen K. 2004. Root Growth and Nitrate Uptake of three different catch crops in deep soil layers. *Soil Science Society of America*. **Vol.68**:529-537. Available: <https://doi.org/10.2136/sssaj2004.5290> (accessed February 2021)
- Krofta K, Ježek J, Klapal I, Křivánek J, Pokorný J, Pulkrábek J, Vostřel J. 2012. Integrovaný systém pěstování chmele: metodika pro praxi. Petr Svoboda. Žatec
- Krottenthaler M. 2009. Hops. Pages 85-104 in *Handbook of brewing: Processes, technology, Markets*. WILEY-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA, Weinheim
- Kuchtík F. 2013. Pěstování rostlin: speciální část. FEZ. Třebíč
- Kunz Ch, Sturm D, Varnholt D, Walker F, Gerhards R. 2016. Allelopathic effects and weed suppressive ability of cover crops. *Plant Soil Environ*. **Vol.62**: 60-66. Available: [https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/612\\_2015-PSE.pdf](https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/612_2015-PSE.pdf) (accessed February 2021)

- Mandelc S, Timperman I, Radišek S, Devreese B, Samyn B, Javornik B. 2013. Comparative proteomic profiling in compatible and incompatible interaction between hop roots and *Verticillium albo-atrum*. *Plant Physiology and Biochemistry*. **vol.68**: 23-31. Available: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2013.03.017> (accessed February 2021)
- Nesvatba Z, Šípková L. 2008. Pěstování chmele v Anglii je odlišné. *Chmelařství*. **Vol.81**: 4-8.
- Ocvirk M, Nečemer M, Košir I. 2019. The determination of the geographic origins of hops (*Humulus lupulus* L.) by multi-elemental fingerprinting. *Food Chemistry*. **Vol.277**: 32-37. Available: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.10.070> (accessed February 2021)
- Pokorný J. 2016. Výstavba, zakládání porostů a agrotechnika chmele pěstovaného v nízké konstrukci. *Chmelařský institut s.r.o. Žatec*
- Ramírez-García J, Carrillo J, Ruiz M, Alonzo-Ayuso M, Quemanda M. 2015. Multicriteria decision analysis applied to cover crop species and cultivars selection. *Field Crops Research*. **Vol. 175**: 106-115. Available: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.02.008> (accessed February 2021)
- Roy R, Finck A, Blair G, Tandon H. 2006. *Plant nutrition for food security: A guide for integrated nutrient management*. Rome
- Rybáček V. 1980. *Chmelařství*. Státní zemědělské nakladatelství. Praha
- Sobotnik M, Graf T, Himmelbauer M, Bodner G, Bohner A, Loiskandl W. 2018. In-situ Beschreibung des Wurzelsystems von Hopfen und Mais über Freilegung am Bodenprofil. *Journal of Land Management, Food and Environment*. **Vol.69**: 121-130
- Svara A, Jakse J, Radisek S, Javornik B, Stajner N. 2019. Temporal and spatial assessment of defence responses in resistant and susceptible hop cultivars during infection with *Verticillium nonalfalfae*. *Journal of Plant Physiology*. **Vol.240**: 104-355. Available: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2019.153008> (accessed February 2021)
- Šnobl J. 2004. *Rostlinná výroba IV*. Česká zemědělská univerzita Praha. Praha.
- Štranc P. 2008. *Zpracování půdy ve chmelnicích*. Kurent. Praha
- Vaněk V. 2016. *Výživa a hnojení polních plodin*. Profí Press. Praha
- Vavera R, Křivánek J, Pechová M. 2017. *Výživa a hnojení produkčních chmelnic: certifikovaná metodika*. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha
- Vejražka K, Holý K, Křivánek J, Vavera R, Procházka P, Kudrna T. 2017. *Pěstování podplodin v meziřadí chmelnic*. Zemědělský výzkum s.r.o. Troubsko
- Vostřel J. 2008. *Metodika ochrany hybridních odrůd proti peronospoře chmelové: Metodika pro praxi*. Chmelařský institut s.r.o. . Žatec
- Vostřel J. 2008. *Metodika ochrany chmele proti svilušce chmelové: Metodika pro praxi*. Chmelařský institut s.r.o. . Žatec

Vostřel J. 2008. Metodika ochrany chmele proti mšici chmelové: Metodika pro praxi.  
Chmelařský institut s.r.o. . Žatec

Vostřel J. 2008. Metodika ochrany chmele proti padlí chmelovému: Metodika pro praxi.  
Chmelařský institut s.r.o. . Žatec





