

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Produkce biomasy ozimých meziplodin ve chmelnici

Diplomová práce

Bc. Jan Matějka

Rostlinná produkce

doc. Ing. Václav Brant, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Produkce biomasy ozimých meziplodin ve chmelnici“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 10. 4. 2023

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Václavu Brantovi, Ph.D. za jeho pomoc a podporu při zpracování této diplomové práce, zejména za jeho čas, zkušenosti a ochotu se vším poradit. Dále bych rád poděkoval společnosti CHMEL spol. s.r.o., na jejíž pozemcích probíhaly pokusy pro moji diplomovou práci, a jmenovitě bych rád poděkoval také Ing. Milanu Staňkovi, Ing. Miroslavu Krýzovi a Ing. Davidu Nesvadbovi. V neposlední řadě bych pak rád poděkoval přítelkyni, rodině a kolegům ze studijního oboru za podporu a pomoc při studiu.

Produkce biomasy ozimých mezipločin ve chmelnici

Souhrn

Cílem této práce bylo sledovat produkci nadzemní biomasy u ozimých mezipločin pěstovaných ve chmelnicích a dále také jejich vliv na plevelná společenstva. Práce je založena na polních pokusech na čtyřech lokalitách Žatecké chmelařské oblasti.

Na lokalitě Běsno byl sledován rozdíl v produkci biomasy u žita ozimého (*Secale cereale*), pšenice ozimé (*Triticum aestivum*) a ovsa nahého (*Avena sativa*). Na lokalitě Běsno byly tyto plodiny vysety na vybranou část chmelnice s výsevkem 80 kg/ha. Výsev probíhal z důvodu dlouhotrvající sklízně chmele v roce 2021 až v druhé polovině měsíce listopadu za pomoci rotačních bran. Porosty vzcházely dobře a při první kontrole byl zjišťován počet rostlin. Největšího počtu rostlin dosáhlo žito ozimé, kdy průměrný počet rostlin žita ozimého dosahoval 180 ks/m². Pšenice ozimá dosahovala počtu 66 ks/m² a oves setý počtu 44 ks/m². Při dalších kontrolách proběhl odběr nadzemní biomasy. Při těchto odběrech byla zjištěna skutečnost, že žito ozimé vyprodukovalo nejvíce nadzemní biomasy. Do druhého odběru žito vyprodukovalo 1,56 t/ha sušiny nadzemní biomasy. Žito ozimé mělo také nejrychlejší vývoj, a proto při mulčování porostů bylo mulčováno v pozdější fázi než zbylé plodiny a regenerace žita nebyla tak silná jako u zbylých plodin. Po mulčování žito ozimé vyprodukovalo 0,633 t/ha suché nadzemní biomasy a pšenice ozimá 1,329 t/ha suché nadzemní biomasy.

Na lokalitách Nesuchyně, Mšec a Běsno byl posuzován vliv lokality a způsobu setí na produkci nadzemní biomasy u pšenice ozimé. Vliv lokality na produkci byl potvrzen, jelikož pšenice ozimá vyprodukovala na každé lokalitě odlišné množství nadzemní biomasy. Stejně tak byl potvrzen i vliv způsobu setí – poloprovozním pokusem bylo zjištěno, že porosty zaseté pomocí rotačních bran vytváří více biomasy (0,851 t/ha) než porosty seté dlátkovým kypříčem (0,376 t/ha).

Polní pokus na lokalitě Kozojedy zjišťoval vliv ozimých mezipločin na vývoj plevelů v meziřadí chmele. Na pokusném stanovišti bylo založeno celkem šest variant včetně neoseté kontroly. Setí porostů probíhalo pomocí rotačních bran s výsevním ústrojím. Polní pokus potvrdil, že mezipločiny mají vliv na vývoj plevelů v meziřadí. Na neoseté kontrole bylo při prvním odběru zjištěno množství 3,063 t/ha suché hmoty plevelů, oseté varianty vykazovaly množství suché nadzemní biomasy plevelů menší. Například varianta ovsa nahého se svazenkou vratičolistou dosahovala 0,070 t/ha suché nadzemní biomasy plevelů.

Všechny stanovené hypotézy v této práci byly díky polním pokusům na lokalitách Běsno, Nesuchyně, Mšec a Kozojedy potvrzeny.

Klíčová slova: mezipločiny, plevele, produkce nadzemní biomasy, obilniny, chmel

Biomass production of winter catch crops in hops

Summary

The aim of this thesis was to monitor the production of aboveground biomass in winter catch crops grown in hop fields and also their influence on weed communities. The work is based on field trials at four locations in the Žatec hop region. At the Běsno locality, the difference in biomass production was observed for *Secale cereale*, *Triticum aestivum* and *Avena sativa*. At the Běsno locality, these crops were sown on a selected part of the hop with a seeding rate of 80 kg/ha. Due to the long-lasting hop harvest in 2021, sowing took place in the second half of November with the help of rotary harrows. The stands were emerging well and the number of plants was determined at the first inspection. *Secale cereale* reached the largest number of plants. The average number of *Secale cereale* plants was 180 plants per square meter. *Triticum aestivum* reached the number of 66 plants per square meter and *Avena sativa* the number of 44 units/m². During further checks, aboveground biomass was collected. During these samplings, it was found that *Secale cereale* produced the most aboveground biomass. By the second sampling, *Secale cereale* had produced 1.56 t/ha of aboveground biomass dry matter. *Secale cereale* also had the fastest development and was therefore mulched at a later stage than the other crops when the stands were mulched, and rye regeneration was not as strong as in the other crops. After mulching, *Secale cereale* produced 0.633 t/ha of dry aboveground biomass, *Triticum aestivum* then produced 1.329 t/ha of dry aboveground biomass.

At the Nesuchině, Mšec and Běsno localities, the influence of location and sowing method on the production of aboveground biomass in *Triticum aestivum* was assessed. The influence of location on production was confirmed, *Triticum aestivum* produced a different amount of aboveground biomass at each location. The influence of the sowing method was also confirmed. A semi-operational trial found that stands sown with rotary harrows produced more biomass (0.851 t/ha) than stands sown with a chisel cultivator (0.376 t/ha).

A field experiment at the Kozojedy locality investigated the influence of winter catch crops on the development of weeds in the interrow of hops. A total of six variants, including the unsown control, were established on the experimental site. Sowing was carried out using rotary harrows with a seeding device. A field experiment confirmed that intercropping has an effect on the development of weeds in the interrow. On the unsown control, an amount of 3.063 t/ha of dry weed mass was detected at the first sampling, the sown variants showed a smaller amount of dry aboveground biomass of weeds. For example, the *Avena sativa* variant with a *Phacelia tanacetifolia* reached 0.070 t/ha of dry aboveground weed biomass.

All the established hypotheses in this thesis were confirmed thanks to field experiments at the locations of Běsno, Nesuchině, Mšec and Kozojedy.

Keywords: catch crops, weeds, aboveground biomass production, cereals, hop

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce	2
3	Literární rešerše	3
3.1	Chmel	3
3.1.1	Popis chmelové rostliny	3
3.1.2	Historie chmele	4
3.1.3	Aktuální pěstební plochy	5
3.1.4	Chmelařské oblasti v ČR	5
3.2	Agrotechnika	5
3.2.1	Jarní práce	5
3.2.2	Letní práce	6
3.2.3	Sklizeň	6
3.2.4	Podzimní práce	7
3.3	Hnojení	7
3.3.1	Živiny a jejich význam pro chmel	7
3.3.2	Organické hnojení chmele	9
3.4	Ochrana, choroby a škůdci chmele	10
3.4.1	Peronospora chmele (<i>Pseudoperenospora humuli</i> Miy et Tak., Wils.)	10
3.4.2	Padlí chmele (<i>Podosphaera macularis</i> = <i>Sphaerotheca macularis</i> var. <i>Humuli</i> Braun & Takamatsu)	10
3.4.3	Verticiliové vadnutí chmele (<i>Verticilium nonalfalfae</i>)	11
3.4.4	Sviluška chmelová (<i>Tetranychus urticae</i> Koch)	11
3.4.5	Mšice chmelová (<i>Phorodon humuli</i> Schrank)	11
3.4.6	Dřepčík chmelový (<i>Psylliodes attenuata</i> L.)	11
3.4.7	Lalokonosec libečkový (<i>Otiorrhynchus ligustici</i> L.)	11
3.5	Meziplodiny	11
3.5.1	Vliv a funkce meziplodin ve chmelnicích	12
3.5.2	Využití meziplodin ve chmelnicích	14
3.5.3	Druhy osevní chmelnic meziplodinami	14
3.5.4	Druhy využívané pro ozimé ozelenění meziřadí	16
3.5.5	Druhy využívané pro jarní/letní ozelenění meziřadí	18
3.5.6	Produkce biomasy jednotlivých druhů meziplodin	18
3.5.7	Obsah živin jednotlivých druhů meziplodiny	19
4	Metodika	21
4.1	Produkce nadzemní biomasy	21
4.1.1	Pokusná lokalita Běsno	21
4.1.2	Pokusná lokalita Nesuchyně	23
4.1.3	Pokusná lokalita Mšec	23

4.1.4	Průběh počasí na pokusných lokalitách v daném roce	24
4.1.5	Polní experimenty	27
4.2	Vliv porostů meziplodin na plevel.....	29
4.2.1	Pokusná lokalita Kozojedy	29
4.2.2	Vliv porostů na zaplevelení	32
4.3	Statistické vyhodnocení	33
5	Výsledky.....	34
5.1	Produkce nadzemní biomasy	34
5.1.1	Vzcházení porostů a počty rostlin.....	34
5.1.2	Produkce biomasy	35
5.1.3	Pokryvnost meziřadí	36
5.2	Vliv porostů meziplodin na plevel.....	37
6	Diskuze.....	40
7	Závěr a doporučení pro praxi.....	43
8	Literatura.....	44

1 Úvod

Se zhoršující se klimatickou situací, extrémními teplotami a nedostatkem srážek během vegetace chmele je nutné ve chmelnicích hospodařit s vodou a půdou tak, aby chmelové rostliny zvládly veškeré stresové faktory v kritických obdobích. I to je důvod, proč někteří pěstitelé ustupují od klasické zažité agrotechniky chmele a přechází na nové a moderní technologie.

Dalším z důvodů, proč je důležité měnit technologii pěstování chmele, jsou zvyšující se náklady na pěstování chmele a tím snižující se zisk. Proto ve chmelnicích minimalizujeme pracovní operace tak, abychom nejen šetřili s vláhou, ale i s finančními prostředky vynaloženými na pěstování chmele.

Využívání meziplodin ve chmelnicích má pozitivní vliv na oba výše zmíněné faktory, což je jedním z důvodů, proč někteří pěstitelé ozelenují meziřadí chmelnic. Bohužel, většina pěstitelů chmele má na meziplodiny ve chmelnicích negativní názor i přes to, že již vyšlo několik publikací a probíhají přednášky o ozelenění na seminářích pro pěstitele. Ozelenění meziřadí není v dnešní době nijak zohledňováno při udělování dotací pěstitelům, a jde tedy o další důvod, proč se zatím meziplodiny ve chmelnicích využívají pouze v malé míře.

Tato diplomová práce se věnuje ozelenění meziřadí chmelnic obilninami, které v meziřadí chmele přezimují do dalšího roku, a celou zimu tak chrání půdu ve chmelnicích před erozí, odparem vláhy, ale také před vyplavováním živin. Další neméně důležitou funkcí ozelenění je to, že dodává organickou hmotu do půdy, a funguje tedy jako zelené hnojení.

2 Cíl práce

Cílem práce je na základě literární rešerše specifikovat možnosti produkce nadzemní biomasy meziplodin v meziřadí. V rámci práce byly následně specifikovány dva dílčí cíle:

1. Na základě polních pokusů posoudit vliv rozdílných druhů obilnin vysetých na podzim do meziřadí chmelnice na produkci nadzemní biomasy.
2. Posoudit vliv podzimních výsevů meziplodin na eliminaci plevelných společenstev.

Hypotézy:

H1: Rozdílné druhy obilnin vyseté na podzim do meziřadí chmelnice vykazují odlišnou produkci biomasy.

H2: Plevelné rostliny v závislosti na cíleném vegetačním pokryvu vykazují odlišný podíl na produkci nadzemní biomasy.

3 Literární rešerše

3.1 Chmel

Chmel otáčivý je vytrvalou bylinou, u níž každoročně dochází k odumření všech nadzemních orgánů a přežívají pouze orgány podzemní (Rybáček 1980; Briggs et al. 2004).

Rybáček (1980) uvádí, že chmelové rostliny jsou víceleté díky svým spícím pupenům, které jsou schopné přežít až čtyři roky. Každé čtyři roky pak dojde k obměně těchto pupenů a rostlina je díky tomu vytrvalá.

V současné době se chmel pěstuje především pro pivovarnické využití, jelikož hlávky samičích rostlin obsahují látky pro vaření piva velice vhodné a poskytují mu specifickou chuť (Almaguer 2014). Korpelainen (2021) ve svém článku uvádí, že až 98 % celosvětové produkce chmele se využívá v pivovarnickém průmyslu, zbylá dvě procenta se využívají ve farmacii, šlechtění a výzkumu.

3.1.1 Popis chmelové rostliny

Rybáček (1980) rozděluje chmelovou rostlinu na podzemní a nadzemní část. Podzemní část dále rozděluje na babku a kořeny, zatímco nadzemní část rostliny dělí na vegetativní orgány a orgány generativní.

3.1.1.1 Babka

Je tvořena starým dřevem a je víceletým základem chmelové rostliny. Staré dřevo najdeme 0,1–0,3 m pod povrchem půdy. Každým rokem mu dorůstá nový letokruh o síle zhruba 2–4 mm. Díky tomu je možné – stejně jako u stromů – zjišťovat stáří chmelové rostliny. Čtyři nejmladší letokruhy slouží pro tvorbu tzv. oček, ze kterých každým rokem vyrůstá kolmo vzhůru nové dřevo. Pokud nevyrůstá vzhůru, jedná se tzv. vlky, což jsou nežádoucí výhony (Šnobl 2004). Krottenthaler (2009) zmiňuje, že babka slouží také jako zásobárna živin. Veškeré živiny z rostliny se totiž po sklizni přesouvají zpět do chmelové babky.

3.1.1.2 Kořeny

Chmelová rostlina má velice bohatě rozvinutý kořenový systém skládající se z několika druhů kořenů. Svislé kořeny, které vyrůstají ze spodu babky, se nazývají kůlové a jejich postupným větvením vznikají jemné koncové kořinky. Kůlové kořeny tvoří základ kořenového systému a slouží pro ukládání zásobních látek nebo pro proudění rostlinných šťáv. Na kůlových kořenech mohou také vznikat kořenové hlízy, v nichž dochází k již zmiňovanému hromadění zásobních látek. Pokud rostlina vyčerpá veškeré látky z kořenové hlízy, hlíza odumírá. Z babky pak vyrůstají také postranní kořeny. Ty jsou určeny především pro zásobování rostliny minerálními živinami. Kořeny, které zajišťují především příjem vody, se nazývají letní (Šnobl 2004).

Kořenový systém chmele zasahuje do hloubky 1–2,25 m a 0,6–1,5 m do šířky. Protože ve chmelnicích dochází k pravidelné kultivaci, je ve vrchních vrstvách šířka kořenového systému omezena (Brant et al. 2020). Sobotnik et al. (2018) a Graf et al. (2014) uvádějí hloubku

kořenového systému až 3,7 m. Díky tomu chmel obklopuje až 5 metrů krychlových půdy, a proto má veliký potenciál pro čerpání vody.

3.1.1.3 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 a pravotočivá. Z révy vyrůstají révové listy, pod nimiž z révy vyrůstají pazochy, které se dále větví a mají pazochové listy. Z paždí pazochových listů vyrůstají plodné větévky (Kocourková et al. 2014). Jelikož chmel patří mezi dvoudomé rostliny, můžeme na jedné rostlině 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 ukončeno stopkou, pomocí které chmelová hlávka přisedá na květonosnou větévku. Dále se chmelová hlávka skládá z krycích a pravých listenů. Tvar hlávek závisí na odrůdě chmele, přičemž nejčastějším tvarem je tvar vejčitý. Chmelová hlávka dorůstá až do velikosti 35 mm a nacházejí se v nich chmelové pryskyřice, chmelové třísloviny, 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 Historie chmele

Genetická analýza chmelových rostlin ukazuje pravděpodobný původ v Číně. Do Evropy se chmel dostal přes pohoří Kavkaz zhruba před milionem let (Murakami et al. 2006).

Neexistují žádné důkazy o tom, že by do migrace jakkoliv zasahovali lidé, avšak některé teorie to potvrzují (Patzak 2010). Například Wilson (1975) naznačuje, že se chmel do Evropy dostal z východu společně s finskými osadníky. Dále také uvádí, že chmelené pivo bylo ve Finsku známé již v pravěku.

V České republice má pěstování chmele dlouholetou tradici. Tradice chmelařství zde přetrvává více než 1000 let. První písemné zmínky pocházejí z 9. století našeho letopočtu a významnější pak z 11. a 12. století našeho letopočtu. Největší rozvoj české chmelařství zažilo za vlády Karla IV. a později také za vlády Marie Terezie, kdy došlo ke spoustě nařízením. K výrazným pokrokům pak došlo ve 20. století našeho letopočtu, když čeští chmelaři přešli na nové technologie (Šnobl 2004).

3.1.3 Aktuální pěstební plochy

Altová (2022) udává, že sklizňová plocha chmele v České republice dosahovala v roce 2022 hodnoty 4942,6 ha. V daném roce se projevil meziroční pokles oproti roku 2021, kdy výměra sklizňových ploch dosahovala 4971,2 ha. V České republice bylo k datu 20. 8. 2022 evidováno 121 pěstitelů chmele ve třech chmelařských oblastech.

3.1.4 Chmelařské oblasti v ČR

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

3.1.4.1 Žatecká chmelařská 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. Tuto oblast lze 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).

3.1.4.2 Ústěcká oblast

Oproti Žatecké oblasti se Ústěcká oblast vyznačuje vyššími úhrny srážek. Svě jméno oblast nese podle města Ústěk a 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).

3.1.4.3 Tršická oblast

Jde o oblast klimaticky spadající do rozhraní Hornomoravského úvalu a oblasti Moravské brány. Tršická chmelařská oblast se rozkládá na území okresů Přerov a Olomouc (Šnobl 2004).

3.2 Agrotechnika

Práce prováděné ve chmelnicích Šnobl (2004) rozděluje do čtyř období, a to na jarní práce, letní práce, sklizeň a podzimní práce.

3.2.1 Jarní práce

Co nejdříve na jaře – ihned, jak to dovolí půdní podmínky – je nutné srovnat chmelnice vláčením. Vlácení a urovnávání chmelnice provádíme z důvodu následné operace, kterou je mechanizovaný řez chmele, který díky urovnání povrchu chmelnice můžeme provést v maximální kvalitě. Od kvality řezu se odvíjí celé následující vegetační období chmele a výnos chmelových hlávek (Šnobl 2004).

Během řezu je od babky odstraňováno tzv. nové dřevo a postranní vlky. Rozdělit řez můžeme do dvou termínů, a to na podzimní a jarní. Podzimní řez se dříve prováděl především

v podnicích s velkou výměrou, kde nebylo možné stihnout řez na celé výměře v jarním termínu. Jednou z výhod podzimního řezu je možnost časného natahování chmelovodičů a tím snížení pracovní špičky na jaře. Nevýhodou je naopak to, že při teplém průběhu zimy a jara začne chmel rašit příliš brzo, a dojde tak k přerůstání hlávek. Jarní řez je proto lepší, což je i důvod, proč se více využívá. Ideální termín pro jeho provedení je první půlka dubna, tento termín je však nutné upravit s přihlédnutím k aktuálnímu průběhu počasí v daném roce (Rybáček 1980). Krofta (2010) také popisuje řez jako odstraňování nového dřeva od babky chmele a mezi nároky na řez chmele uvádí hladkost řezu a jeho shodnou výšku po celé ploše.

Mechanizovaný řez chmele se v českých chmelnicích provádí již od roku 1962. Díky řezu můžeme regulovat rašení chmelových výhonů, a ovlivňovat tak dobu vegetace. Řezem také zabraňujeme rozrůstání chmele do stran (Ježek et al. 2015).

Podobný řez jako u vysokých konstrukcích se provádí také na konstrukcích nízkých, není však příliš dokonalý. Dříve se využíval chemický řez, ten však v současné době není možný (Pokorný 2016).

V co nejkratším časovém sledu po řezu chmele následuje zavěšování chmelovodičů. Ve chmelnicích se využívá ocelový drát o průměru 1–1,25 mm, který slouží jako opora pro rostlinu po celou dobu vegetace. Horní konec chmelovodičů je uvázaný ke konstrukci a spodní je zapíchnutý do půdy u chmelové rostliny. K zavěšování se využívají plošiny a ke každé rostlině jsou zavěšeny dva chmelovodiče (Šnobl 2004).

Po zapíchnutí chmelovodičů je další pracovní operací ve chmelnici zavádění výhonu na chmelovodiče. Chmel je pravotočivá rostlina, a proto se výhony ovíjejí okolo chmelovodiče ve směru hodinových ručiček. Kvalita zavádění je jedním z hlavních výnosotvorných prvků chmele, a proto je na ní kladen veliký důraz. Ideální počet výhonů zavedených na jeden hektar je 13 000–14 000. Chmelová rostlina dokáže uživit až 6 výhonů, v praxi se ale běžně zavádějí 4 výhony (Rybáček 1980).

Ideálním termínem pro zavádění chmele je období, kdy výhony chmele dosáhnou délky 0,6–0,7 m, vytvoří se tři internodia a výhony se začnou ovíjet. Konkrétní termín je však potřeba upřesnit dle termínu řezu a průběhu počasí. Vhodný termín je pak v druhé polovině května (Šnobl 2004).

3.2.2 Letní práce

Rybáček (1980) letní práce ve chmelnicích rozděluje do dvou kategorií, kdy jedna z nich se zabývá zpracováním půdy ve chmelnicích během vegetace a druhá ošetřováním porostu chmele. Kultivací půdy může být kypření meziřadí a priorávka půdy. Kypření je vhodné k provzdušnění půdy v meziřadí a podporuje také mikrobiální činnost. Mimo jiné pak během něj dochází i k mechanickému ničení plevelů. Po kypření následuje priorávka, která má za cíl podpořit růst letního kořání chmele.

3.2.3 Sklizeň

Sklizeň chmele je velice náročná na organizaci. Ke sklizni přistupujeme zpravidla v tzv. technické zralosti, kterou poznáme podle jasně zelených, lesklých, dokonale uzavřených, pevných a pružných hlávek. Hlávky v technické zralosti by měly vonět specifickou vůní pro danou odrůdu. Pokud chmel nevoní, není zralý.

Sklizeň probíhá ve dvou fázích. První fáze probíhá na chmelnici, kde je pomocí strhávačů strháván chmel z konstrukce a následně je odvážen ke stacionárnímu česacímu stroji. Samotné česání pak lze nazývat druhou fází. Hlavním cílem je očesat hlávky z révy a odseparovat je od odpadu. Dále pak probíhá sušení chmele (Rybáček 1980).

Vlhkost chmelových hlávek při sklizni je 76–80 %. Poté se čerstvý chmel suší na vlhkost 5–7 % a následně se znovu vlhčí na konečnou vlhkost 10–12 %. Takto upravený chmel s konečnou vlhkostí se lisuje do hranolů, váží, plombuje a odváží se k prodeji (Ocvirk et al. 2019).

3.2.4 Podzimní práce

Základní podzimní prací je především úklid chmelnice. Během podzimu je nutné z chmelnice odstranit vše, co v ní po sklizni zůstalo. Přibližně měsíc po zakončení sklizně začneme s odstraňováním spodních částí révy. Zbytky révy stříháme asi 0,2 m od povrchu půdy, přičemž zbylé části nám budou sloužit pro lepší orientaci při jarním řezu chmele. Další pracovní operací je vláčení chmelnice, kterým urovnáme naorané podřadky a z chmelnice odstraníme ustříhané části révy. Dále doplňujeme chybějící rostliny, aplikujeme organická hnojiva, opravujeme konstrukce a závlahy. Poslední operací je orba (Šnobl 2004).

3.3 Hnojení

Růst chmele je velice intenzivní, a především na jaře rostliny přirůstají velice rychle – vyžadují velký přísun živin (Gale 2000).

Chmel se řadí mezi rostliny s vysokou potřebou živin a jednotlivé živiny i jejich dostatek v určitých fázích vegetace dávají předpoklad dobrého výnosu a kvality sklizených hlávek. Nedostatek (případně i nadbytek) některé živiny ovlivňuje celkový růst rostliny, výnos a kvalitu produkce. Odběr živin je závislý na mnoha faktorech, především na množství vytvořené nadzemní biomasy, na množství rostlin na hektar, úrodnosti pozemku, pěstované odrůdě, stáří porostu a na výživě. I proto se udávaný odběr živin chmelem v publikacích často liší. Někdy je dokonce odběr živin udávaný na jednu rostlinu (Vaněk 2016).

Vaněk (2016) uvádí, že chmel na jeden hektar odebere 117–272 kg dusíku (N), 17–33 kg fosforu (P), 91–213 kg draslíku (K) a 109–210 kg hořčíku (Ca) při průměrném výnosu 1,3 tuny suchého chmele na hektar.

Vysoké nároky má chmel na živiny, ale také na půdní úrodnost, biologickou půdní aktivitu, mocnost ornice, množství humusu a mírně kyselou až zásaditou půdní reakci. Při integrované produkci chmele se snažíme o co nejuzavřenější koloběhy jednotlivých živin. Z toho důvodu je při stanovování dávky hnojiva vždy nutné vycházet z rozborů půd ve chmelnici. Dále musíme také zohlednit typ a druh půdy a požadavky rostliny (Bot 1998).

3.3.1 Živiny a jejich význam pro chmel

3.3.1.1 Dusík

Celkový růst chmele, výnos i kvalita hlávek jsou do značné míry ovlivněny dusíkem. Proto je hnojení dusíkem nezbytné. Průměrná dávka dusíku se s přihlédnutím na další vstupy (organické hnojení, obsah v půdě aj.) pohybuje v rozmezí 80–150 kg/ha. Celkovou dávkou se doporučuje

dělit do 2–3 dávek. Největší část N se aplikuje brzy na jaře. Vhodným hnojivem pro tuto aplikaci je síran amonný, který má okyselující efekt, nebo například DASA. Zbývající část dusíku se aplikuje během vegetace v minerální nebo listové podobě (Vaněk 2016). Iskra (2019) uvádí odlišnou dávku dusíku do chmelnice, a to 150–225 na hektar.

Čeh (2009) zmiňuje, že dusík je pro rostlinu nejdůležitější živinou ze všech minerálních živin. Podle Sete (2019) a Morais (2020) může dusík ovlivnit výnos, kvalitu produkce a složení plodů.

Doporučené dělení dávky dusíku vyvrací ve své práci Brooks (1960), který zjistil, že dělené dávky nemají lepší vliv na výnos chmele než dodání celkové dávky najednou.

Při nedostatku dusíku mohou mít rostliny menší listy, což má za následek menší intenzitu fotosyntézy. Při velkém nedostatku pak může docházet k trpasličímu habitu rostlin a tím i k předčasnému ukončení vegetace. Ani nadbytek dusíku však pro rostlinu není vhodný. Rostliny rostou rychle, chmelové hlávky se nestíhají vyvíjet a mají horší kvalitu. Nadbytek dusíku může také brzdit růst kořenového systému, což může mít pro porosty chmele fatální následky. Je tedy důležité udržovat správný výživný stav (Vavera et al. 2017).

U chmelových rostlin, stejně jako u jiných, může mít hnojení dusíkem negativní vliv na výskyt chorob a škůdců (Gent 2015; Oerke 1990; Veromann 2013).

3.3.1.2 Fosfor

Fosfor je důležitou součástí mnoha organických sloučenin. Dostatek fosforu podporuje tvorbu a vývoj generativních orgánů chmele. Pokud má však chmelová rostlina nedostatek fosforu, brzdí růst kořenového systému. Společně s omezením vývoje kořenového systému rostlina omezuje také růst nadzemní biomasy, na rostlině se tvoří méně generativních orgánů (tzv. hlávek), které se mohou dále špatně vyvíjet, a nedojde tak k jejich dokonalému dozrání. Naopak nadbytek fosforu může negativně ovlivnit nakvétání či dozrávání chmele a může blokovat příjem zinku, čímž způsobí kadeřavost chmele (Vavera et al. 2017).

Dle Rybáčka (1980) se nedostatek fosforu projevuje menšími tmavozelenými listy, které se později svinují a světlají a mohou se na nich objevovat malé nekrózy. Nekrózy mohou být zbarveny hnědě, oranžově, červeně nebo bronzově. Rostliny také málo kvetou a po uzrání nejsou hlávky uzavřené.

Fosfor se v chmelových rostlinách podílí především na fotosyntéze a různých enzymatických aktivitách. Je také nezbytný pro tvorbu vitamínů a rezervních látek. Dále pak aktivně působí proti škůdcům a chorobám (Chen 2007; Rogério 2013; Lipecki 1997).

Jeden z problémů při hnojení fosforem je jeho vyplavování do podzemních vod, což se stalo problémem pro životní prostředí (Kronvang et al., 1995; Carpenter et al., 1998). Například v USA je znečištění vodních zdrojů fosforem hlavním problémem kvality pitné vody (Parry 1998). Hlavním důvodem tohoto znečištění je dlouhodobá aplikace fosforu na půdu v podobě hnojiv (Daniel 1998).

3.3.1.3 Draslík

Draslík je velice důležitou součástí všech látkových a energetických přeměn v rostlinách. Díky draslíku jsou rostlinná pletiva pevná. Nedostatek se může projevit na starých listech, které

blednou a objevují se na nich hnědé nekrózy. Dalším příznakem je předčasné ukončení růstu a růst dlouhých pazochů.

Nadbytek omezuje příjem hořčíku, což má za následek tvorbu méně kvalitních hlávek (Vavera et al. 2017). Velké množství draslíku a následný nedostatek hořčíku má za následek také špatné využití dusíku a tím snížení produkce (Gent 2015). U rostlin má draslík zásadní funkce, a to řízení osmotického tlaku buněk a úpravu turgoru, dále pak řídí polarizaci membrán a biosyntézu proteinů (Chen 2008). Dostatek draslíku v rostlinách zpevňuje rostlinná pletiva, což má za následek větší odolnost vůči chorobám a škůdcům (Lipecki 1997).

3.3.1.4 Hořčík

Hořčík je důležitý pro fotosyntézu, neboť je součástí chlorofylu. Pozitivní vliv má především na vytváření reproduktivních orgánů a také na kvalitu a počet hlávek. Stejně jako u draslíku je nedostatek pozorovatelný nejprve na starších listech. Nadbytek se objevuje velmi ojediněle a jeho negativní vliv není znám (Vavera et al. 2017).

3.3.1.5 Vápník

Vápník je důležitý především při tvorbě buněčných blan a je součástí buněk, kde hraje důležitou roli při jejich dělení. Vápník je v půdě málo pohyblivý, a proto je důležité zajistit jeho dostatečný přísun ve chmelnicích. Na rozdíl od draslíku a hořčíku je nedostatek viditelný nejprve na mladých částech rostliny. Mezi běžné projevy jeho nedostatku patří žloutnutí vzrůstného vrcholu, světlé okraje listů a jejich odumírání. Nedostatek je často způsoben nadbytkem draslíku, který vápník vytěsňuje. Nadbytek vápníku zase blokuje příjem jiných kationtů, což může způsobit chlorózu (Vavera et al. 2017).

3.3.1.6 Síra

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 (Vavera et al. 2017).

3.3.2 Organické hnojení chmele

Nejčastěji používaným organickým hnojivem je chlévský hnůj v dávce 40 tun na jeden hektar. Hnůj dodává půdě nejen živiny, ale i organickou hmotu, a dále pak zlepšuje fyzikální vlastnosti půdy, podporuje aktivitu mikroorganismů a usnadňuje zpracování půdy. Mezi další organická hnojiva využívaná ve chmelnicích patří 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.

Využívání hnoje pro hnojení chmele může snížit jeho dopad na životní prostředí a zvýšit úrodnost půdy a biodiverzitu, které jsou negativně ovlivňovány používáním minerálních hnojiv (Meader 2002; De Keukeleire et al. 2007).

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 hnojivými 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 a půdních i klimatických podmínkách (Roy et al. 2006).

3.4 Ochrana, choroby a škůdci chmele

Jelikož negativní vliv škůdců a chorob na chmelové rostliny má vliv na výnos a kvalitu chmelových hlávek, je důležité, aby každý pěstitel chmele prováděl ochranu chmele na maximální úrovni a věnoval jí značnou pozornost. Chmelařský institut v Žatci společně s Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským vydává každý rok metodiku ochrany chmele, podle které se lze při ochraně chmele řídit. Kvůli vysokému vzrůstu chmelových rostlin a kvůli velkému množství biomasy využíváme pro ochranu chmele tzv. rosiče. Díky nim dokážeme postřikovou jichu rovnoměrně rozmístit po chmelové rostlině (Šnobl 2004). Nomenklatura využitá v této části práce je dle Vostřel (2022).

3.4.1 Peronospora chmele (*Pseudoperonospora humuli* Miy et Tak., Wils.)

Jde o houbovou chorobu napadající chmelové rostliny již brzy na jaře. Choroba napadá jak nadzemní část rostlin, tak i podzemní část. Napadení může být zřetelné již na jaře při rašení prvních výhonů. Projevuje se žlutozeleným zabarvením mladých listů a tzv. klasovými výhony během celého vegetačního období, a to jak na listech, tak i na květenství a chmelových hlávkách. Malé zelenožluté skvrny se pak postupně zbarvují do hněda a zasychají (Gent et al. 2005; Ježek et al. 2015).

První výskyt peronospory byl zjištěn v roce 1925 a od té doby je nejvýznamnější chorobou chmele. Může způsobovat obrovské ztráty nejen na výnosu, ale i na kvalitě chmele (Vostřel 2008 a). Kazda (2003) udává, že peronospora je jedna z nejstarších chorob chmele u nás.

Výskyt a síla napadení peronosporou závisí na průběhu počasí v daném vegetačním období, na úhrnu srážek, průběhu teplot a vlhkosti vzduchu (Gent 2009).

3.4.2 Padlí chmele (*Podosphaera macularis* = *Sphaerotheca macularis* var. *Humuli* Braun & Takamatsu)

Projevem padlí na chmelových rostlinách je bílý povlak. Napadená oblast padlím postupně zasychá a odumírá. Napadení se může projevit na celé rostlině tzn. i na hlávkách (Kazda 2003). V České republice se padlí vyskytuje velice nepravidelně, objevuje se pouze ojediněle v ohniscích a jen v některých letech. Největší problémy činí padlí ve Velké Británii (Vostřel 2010 b).

3.4.3 Verticiliové vadnutí chmele (*Verticilium nonalfalfae*)

Verticilium je karanténní choroba, při jejímž výskytu je nutné dodržovat opatření tak, aby se choroba nerozšířila dále. V současné době jsou již na trhu odrůdy s vyšlechtěnou rezistencí vůči této chorobě. Dále je také možné k ochraně využívat biologické preparáty, které lze využívat i jako prevenci (Mendelc et al. 2013; Svara et al. 2019).

Rybáček (1980) uvádí, že se verticilium do rostliny dostává kořeny, dále prorůstá pletivy a ucpává cévy. Choroba se projevuje nejdříve v dolní části rostliny, která začíná žloutnout a zbarvení postupuje směrem nahoru.

3.4.4 Sviluška chmelová (*Tetranychus urticae* Koch)

Podle Kazdy (2003) sviluška chmelová škodí především sáním na spodní straně listů. Na posátých místech se pak objevují žluté skvrnky, které postupně červenají. Dalším poznávacím znamením svilušky na chmelových rostlinách jsou pavučinky, které se vyskytují na spodní straně listů. Svilušku můžeme zařadit mezi významné škůdce chmele.

Jako hlavní způsob ochrany udává Vostřel (2008c) prevenci, a to především v podobě odstraňování starých rostlinných zbytků ze chmelnice.

3.4.5 Mšice chmelová (*Phorodon humuli* Schrank)

Způsob poškození chmelových rostlin se téměř neliší od svilušky chmelové, jelikož oba tyto škůdci škodí sáním na listech a chmelových hlávkách. Mšice navíc vylučují na chmelové rostliny medovici, na které se následně uchycují černě. Jedná se o velice závažného škůdce, proti kterému je nutné pravidelně ošetřovat. Nevýhodou je však rezistence vůči některým přípravkům (Kazda 2003).

Vostřel (2008d) uvádí, že ochranu můžeme provádět nejen při výskytu mšic, ale také preventivně.

3.4.6 Dřepčík chmelový (*Psylliodes attenuata* L.)

Již brzy na jaře škodí dřepčík chmelový dírkováním na listech a vegetačních vrcholech chmele, které po napadení zasychají. V dalších fázích vegetace mohou dřepčící škodit i na chmelových hlávkách (Kazda 2003).

3.4.7 Lalokonosec libečkový (*Otiorhynchus ligustici* L.)

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).

3.5 Meziplodiny

Meziplodiny jsou plodiny, které lze na základě jejich biologických vlastností využít pro vytvoření vegetačního pokryvu půdy v meziorostním období. Cílem pěstování meziplodin je podpora mimoprodukčních a produkčních funkcí zemědělství. Mimoprodukční a produkční funkce meziplodin v systémech hospodaření na půdě nelze z hlediska jejich vzájemného

propojení od sebe jednoznačně oddělit. Přesto je možné mimoprodukční funkce meziplodin vnímat, a to zejména ve vztahu k zachování a ochraně přírodních zdrojů a jako prostředek stabilizace toků energie a hmoty v krajinném prostoru. Produkční funkce jsou spojovány s integrovanými systémy hospodaření na orné půdě, které zajišťují efektivní využívání přírodních podmínek a energomateriálových dodatků s cílem dosáhnout požadovaného výnosu a kvality rostlinných produktů při současném zefektivnění dodatkových vstupů energie (Brant 2008).

Brooker (2015) ve své publikaci uvádí, že meziplodiny jsou prastarou praxí, kterou zemědělství využívalo, ale dnes jsou na okraji moderního zemědělství a ustupují velkým plochám monokultur vysoce výnosných plodin. Na tomto názoru se s ním shodují i Zhang (2010) a Li (2013).

Meziplodiny však mohou pomoci řešit některé problémy moderního zemědělství, a to například nestabilitu výnosů, velký rozmach patogenů, degradaci půdy a zhoršování stavu životního prostředí (Vandermeer 2012).

3.5.1 Vliv a funkce meziplodin ve chmelnicích

Dlouhodobé působení neustále se opakujících zemědělských operací a technologií, jako jsou monokultury, nadměrné využívání organických hnojiv a pesticidů, těžká zemědělská technika, nevhodné zpracování půdy a zároveň minimální dodávky organických hnojiv do půdy, mohou negativně ovlivnit kvalitu půdy zhoršením jejích fyzikálních, chemických a biologických vlastností (Fauci 1994; Melero et al. 2006).

V důsledku toho lze v dlouhodobém horizontu očekávat snížení obsahu organické hmoty a sníženou úrodnost půdy (Valarini et al. 2002).

Využití meziplodin jako zeleného hnojení může díky přidané organické hmotě do půdy zvýšit půdní úrodnost a také biologickou aktivitu půdy (Piotrowska 2012).

Brant (2008) uvádí, že základní funkcí meziplodin v systémech hospodaření na orné půdě je produkce biomasy. Produkce biomasy je podmíněna kvalitativními a kvantitativními procesy odehrávajícími se v rostlině v závislosti na abiotických a biotických podmínkách prostředí. Celková produkce nadzemní a podzemní biomasy meziplodin ve vztahu k dynamice jejího nárůstu, efektivitě využití slunečního záření, schopnosti fixace živin, vláhovým nárokům plodiny, přímého a nepřímého fyto-sanitárního působení, intenzitě a hloubce prokořenění půdy určuje využitelnost jednotlivých druhů meziplodin v rámci procesů zajišťujících mimoprodukční a produkční funkce zemědělství. Funkce meziplodin lze vnímat z hlediska:

- zvýšení využití slunečního záření,
- stabilizace energetické bilance v zemědělství,
- podpory produktivního výparu a ochlazování krajiny,
- obohacení půdy o organickou hmotu a zlepšení půdních vlastností,
- omezení větrné a vodní eroze půdy,
- zamezení vyplavování živin a omezení znečišťování podzemních vod,
- regulace plevelných společenstev a potlačování výdrolu předplodiny,
- omezování šíření a výskytu chorob a škůdců,
- podpory druhové pestrosti v krajině a potravních řetězců,
- krajinnotvorné funkce.

Meziplodiny 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 meziplodiny využívat, je tvorba mulče na povrchu půdy, který nám eliminuje rozvoj plevelů. Dále můžeme meziplodiny využívat k protierozní ochraně nebo například k lepšímu přístupu živin pro hlavní plodinu (Dabney et al. 2001; Hartwig & Ammon 2002; Ramírez-García et al. 2015; Brant et al. 2019).

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

Nedělník (2007) jako hlavní funkci meziplodin udává obohacování půdy o snadno rozložitelnou organickou hmotu ze vzniklé biomasy, která je dodávána zpět do půdy. Množství a kvalita biomasy je závislá na zvoleném druhu, délce vegetace a na půdních a klimatických podmínkách. Důležitá je nadzemní i podzemní část rostlin. Dostatečné množství organické hmoty v půdě má pozitivní vliv na půdní vlhkosť a udržení stabilního půdního prostředí.

V běžné chmelařské praxi se chmel pěstuje nejčastěji v řádcích o šířce 2,7–4,2 metru. Díky tomu není půda v meziřadí chmelnic při běžné chmelařské praxi nijak chráněna proti vodní erozi. Mezi nejvíce ohrožené patří svažité pozemky, které jsou především v Žatecké chmelařské oblasti. V horních částech pozemků lze již pozorovat vliv vodní eroze, a to tzv. erozi plošnou. Ve středních polohách svahů pak jde o erozi rýhovou či výmolovou (Štranc et al., 2013; Kunz et al. 2016).

V současné době není v systému pěstování chmele žádný způsob, jak se vodní erozi bránit. Jednou z možností je však využívání meziplodin (Kincl et al. 2018).

Mezi přímé efekty vegetačních pokryvů patří ochranný vliv vegetace, který zachycuje kinetickou energii dešťových kapek a omezuje riziko vzniku kapkové eroze a následně dalších forem vodní eroze. Podle Morgana (2009) je kapková eroze vyvolaná přímým dopadem kapek deště nebo odkapávající vodou z rostlin základem erozních procesů. Kapky rozbíjejí navlhající půdní agregáty a jemné částice půdy vzniklé rozpadem půdní struktury se společně s bobtnáním půdních agregátů podílejí na omezení infiltrace. Zároveň jsou tyto částice uvolněny do vody nacházející se na povrchu půdy a mohou být vodou následně transportovány (Leguèdois et al. 2005; van Dijk et al. 2002).

Krofta (2012) udává, že ozeleněné meziřadí chmelnice udržuje chmelové rostliny v lepší fyziologické kondici a má další spoustu pozitivních funkcí. Například vhodná kombinace rostlin má pozitivní vliv na strukturu půdy díky prokořenění půdního horizontu a může také odstraňovat půdní únavu. Další pozitivní funkcí meziplodin je funkce fytosanitární, kdy ozelenění meziřadí může potlačit populace háďátek, které jsou přenašeči virových chorob. Jako hlavní význam ozelenění meziřadí publikace uvádí dodání organické hmoty do půdy, zlepšení využití živin, pozitivní vliv na vodní a tepelný režim půdy, podpoření biologické činnosti, fixaci živin v půdě, ochrana před vodní a větrnou erozí, eliminace růstu a vývoje plevelů v meziřadí a snížení zátěže přejezdy.

Při shrnutí pozitivních a negativních vlivů meziplodin se autoři shodují. Například Vejražka (2017) pozitivní a negativní vlivy meziplodin na chmel uvádí takto:

Pozitivní vliv

- Omezení eroze
- Minimalizace zamokření pozemků
- Možnost dřívějších přejezdů po srážkách
- Snížení počtu pracovních operací
- Zdroj organické hmoty
- Pozitivní vliv na půdu
- Podpoření predace a parazitace škůdců
- Zvýšení biodiverzity

Negativní vliv

- Možnost zvýšení počtu škůdců
- Kvetoucí porosty
- Zatím nedokonalá technologie

3.5.2 Využití meziplodin ve chmelnicích

Již Pelhřimovský (1888) informuje o pěstování meziplodin ve chmelnicích. V prvním produkčním roce, kdy nedocházelo k úplnému zastínění meziřadí, se zde pěstovala zelenina. U plodin pěstovaných v meziřadí chmelnic byl pozorován pozitivní vliv na redukci škůdců. Například fazolím dávali škůdci přednost před chmelem a rajčata škůdce odpuzovala. Křen pak naopak podporoval výskyt dřepčků.

Díky intenzifikaci pěstování chmele však dochází k úpadku pěstování meziplodin a přechází se na černý úhor v meziřadí. Udržování černého úhoru v meziřadí chmelnic je náročnější na pracovní operace a spotřebu nafty. Dalším negativním faktorem je eroze půdy. Pěstování meziplodin je proto vhodným způsobem, jak se těmto faktorům bránit (Vejražka et al. 2017).

3.5.3 Druhy osevů chmelnic meziplodinami

Dle Pavlouška (2001) můžeme rostliny, které jsou využívány na ozelenění meziřadí rozdělit na nepřezimující, přezimující a víceleté. I kvůli tomuto rozdělení lze podle Krofity (2012) seti meziplodin ve chmelnicích rozdělit do tří termínů:

- Jarní výsev – seti po přiorávce chmele
- Časný letní výsev – seti během června a července
- Pozdní letní výsev – seti po sklizni chmele

Další zajímavou možností je výsev meziplodin v podzimním období, kdy společně se setím probíhá urovnání meziřadí pro jarní řez chmele. U takto vysetých porostů hrozí menší riziko přísušků, což zaručuje lepší vzcházejivost porostů, které pak mají delší dobu na produkci biomasy a zároveň tvoří pokryv půdy i v zimním období (Brant, 2021).

Podrobnější rozdělení osevů meziřadí ve své publikaci uvádí Vopravil et al. (2022):

- Podzimní ozelenění
- Časné jarní ozelenění
- Pozdní jarní ozelenění
- Časně letní ozelenění
- Pozdně letní ozelenění
- Víceletý pokryv půdy

3.5.3.1 Podzimní ozelenění (Vopravil et al. 2022)

Jedná se především o výsev přezimujících druhů. Porosty těchto plodin zakládáme na podzim po úklidu chmelnice po sklizni. Cílem takto založených porostů je tvorba vegetačního krytu, díky kterému omezíme erozi a dále také podpoříme infiltraci vody v zimním období. Při zakládání porostů na podzim nedochází k zaplevelení porostů kvůli pomalejšímu vývoji plevelů.

Délka setrvání meziplodin v meziřadí závisí na zvoleném pěstebním cíli. Porosty je možné zapravit ihned na jaře jako zdroj organické hmoty, nebo mohou být v meziřadí ponechány po celou dobu vegetace chmele.

Pro tento druh osevu meziřadí jsou vhodné ozimé formy obilnin nebo jarní formy, které v posledních letech vykazují dobrou schopnost přezimování. Využit lze i ozimé formy hrachu setého nebo rolního. Za velmi dobrou pak lze považovat směs obilnin a luskovin. Jako nevhodné se pak jeví vymrzající meziplodiny nebo trávy.

Dreksler (2023) uvádí, že u podzimních výsevů lze očekávat dobrý odplevelující efekt. Podzimní výsevy totiž ihned začínají konkurovat ozimým plevelům a jejich rychlý růst na jaře pak konkuruje časným i pozdním jarním druhům plevelů.

3.5.3.2 Časné jarní ozelenění (Vopravil et al. 2022)

Časné jarní výsevy jsou alternativní variantou, pokud nestihneme založit porosty na podzim. Jako vhodné se jeví především ozimé a jarní formy obilnin s termínem setí v březnu. Limitujícím faktorem je pak únosnost půdy pro tažný prostředek.

3.5.3.3 Pozdní jarní ozelenění (Vopravil et al. 2022)

Jde o založení porostů ihned po provedení přiorávky chmele a limitujícím faktorem pro tento způsob založení porostů může být sucho a chladný průběh počasí.

Pro pozdní jarní ozelenění je vhodná celá řada rostlinných druhů a jejich směsí. Jednou z možností jsou obilniny, a to jak jarní, tak ozimé formy. Jarní formy vstupují do generativní fáze a tvorbu generativních orgánů je nutné ve chmelnicích omezit např. mulčováním. Typicky ozimé formy vyseté později na jaře tak, aby neprošly jarovizací, pak nebudou dosahovat generativní fáze a případné ukončení vegetace má spíše odplevelující funkci. Dále můžeme využívat různé brukvovité druhy, svazenko vratičolistou i shloučenou, proso a bér.

3.5.3.4 Časně letní ozelenění (Vopravil et al. 2022)

Termínem časně letní výsevy lze označit takové výsevy, které jsou založeny v době od prodlužovací fáze, do fáze vývoje květenství. V této době je však vývoj porostů limitován zastíněním. Porosty mohou být dále ovlivněny suchem což vede k pomalejšímu vývoji a značnému etiolizačnímu efektu. Což znamená že dochází k tvorbě slabých a vytáhlých rostlin, které se vyznačují pomalejší dynamikou růstu kořenů, i nadzemní biomasy.

Cílem těchto porostů je tvorba nadzemní biomasy pro zelené hnojení či vegetační pokryv půdy za účelem omezení její degradace a podpory fixace živin.

Pro tento způsob ozelenění je vhodné využívat jednoleté druhy, a to především z čeledi brukvovitých. Vhodné jsou teplomilnější druhy jako např. hořčice sereptská, hořčice černá, lnička setá, roseta setá nebo katrán habešský. Tyto druhy se vyznačují lepší klíčivostí při snížené dostupnosti vody. Standardně se však v praxi využívá hořčice bílá. Dále lze využívat také obilniny.

Časně letní výsevy lze považovat za nejméně stabilní z hlediska produkce biomasy. Díky kombinaci nedostatku vody a zastínění mohou porosty v nepříznivých letech odumírat. Dále pak pomalý vývoj porostů vytváří možnost pro vývoj plevelů.

3.5.3.5 Pozdně letní ozelenění (Vopravil et al. 2022)

Jedná se o ozelenění meziřadí vytvořené pouze pro tvorbu biomasy jako zeleného hnojení, případně pro tvorbu mulče. Termín výsevu musí být co nejdříve po sklizni chmele, aby bylo dosaženo vysoké produkce biomasy rostlin. Pro ozelenění je vhodná většina plodin, které se využívají jako strniskové meziplodiny.

3.5.3.6 Víceletý pokryv půdy v meziřadí (Vopravil et al. 2022)

Další z možností, jak ozelenit meziřadí, je využít víceletých osevů. Při založení víceletých porostů je však nutné počítat s tím, že není možné pro přiorávku chmele využívat šípové pluhu a je nutné porosty založit tak, aby byl v meziřadí na přiorávku dostatečný prostor.

Z hlediska vytrvalosti porostů je dobré se při zakládání porostů zaměřit na víceleté směsky. Ideální jsou směsi jednoděložných a dvouděložných druhů. Již při zakládání porostů je nutné si uvědomit, jak budeme s porostem dále nakládat, zda bude porost pravidelně mulčován, či jestli ho necháme v meziřadí dozrát. Dozrávání a následné vysemenění rostlin je pro nás však jedním z nežádoucích faktorů. Z tohoto pohledu je ideální porosty v době květu mulčovat.

Z dlouhodobého hlediska má víceleté ozelenění pozitivní vliv na utužení půdy. To je sice po vytvoření drnu v horní části půdy vyšší než při černém úhoru, ale pod ním je srovnatelné. Kolečkové stopy je vhodné pravidelně kypřit.

3.5.4 Druhy využívané pro ozimé ozelenění meziřadí

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). Použitá nomenklatura je podle Kuchčík (2013).

3.5.4.1 Pšenice setá (*Triticum aestivum* L.)

Pšenice se řadí mezi pro svět důležité plodiny. Celosvětově se jí pro produkci zrna pěstuje ve světě až 235 milionů hektarů. Jedná se o jednoletou rostlinu ozimého nebo jarního charakteru. Pšenice ozimá dobře odnožuje na podzim a částečně i na jaře. Pšenice dosahuje výšky 40–160 cm a kořeny má oproti žitu slaběji vyvinuté – dosahují hloubky až 0,5 m při příznivých podmínkách. List má blanitý jazýček a úzká dlouhá chlupatá ouška (Kuchčík 2013).

3.5.4.2 Oves setý (*Avena sativa* L.)

Jde o jednoletou rostlinu z čeledi lipnicovitých. Oves není náročný na klimatické a půdní podmínky. Má dobře vyvinutou mohutnou kořenovou soustavu. Má velice rychlý růst a vývoj (Brant et al. 2019). Brant et al. (2021) využívají oves setý pro ozelenění meziřadí chmelnic hlavně z důvodu jeho efektivního prokořeňování utužené vrstvy půdy. Dalším důvodem je velká produkce biomasy a dobrá reakce na mulčování.

3.5.4.3 Žito seté (*Secale cereale* L.)

Stejně jako pšenice se řadí mezi významné obilniny, celosvětově se pěstuje na výměře 15 milionů hektarů. Jedná se o jednoletou i víceletou bylinu ozimého i jarního charakteru. Největší význam má však žito ozimé. Dosahuje výšky až 2 m. Klíčící rostliny velice rychle zakořeňují a kořenový systém rostlin je mohutný (Kuchčík 2013).

3.5.4.4 Hrách rolní (peluška) (*Pisum sativum* L. var. *arvense*)

Jde o jednoletou rostlinu z čeledi bobovitých, která je hojně využívána díky mohutným, kratším a rozvětveným kořenům či vlastnosti poutat dusík. Hrách není náročný na půdní podmínky a obohacuje půdu o dusík. Zlepšuje půdní strukturu a působí fyto-sanitárně (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).

3.5.4.5 Řepka olejka (*Brassica napus* subs. *Napus*.)

Jedná se o nejpěstovanější olejninu na území naší republiky. Využití jako meziplodiny je však omezené. Řepka vyžaduje období jarovizace, aby mohla vytvořit generativní orgány. Při vysetí na jaře není schopná generativní orgány vytvořit. Řepka ozimá klíčí a vzchází velice rychle. Při příznivých podmínkách již lze hodnotit porost jako dobře vzešlý po sedmi dnech (Brant et al. 2022a).

3.5.4.6 Tritikále

Jedná se o syntetický druh obilniny, který vznikl křížením pšenice a žita. V České republice se pěstuje cca na 45 tis. hektarů orné půdy. Tritikále neboli žitovec je jednoletá rostlina ozimého i jarního charakteru. Využívá se především ke krmným účelům. Kořenový systém je bohatý jako u žita (Kuchčík 2013).

3.5.5 Druhy využívané pro jarní/letní ozelenění meziřadí

3.5.5.1 Hořčice bílá (*Sinapis alba* L.)

Jedná se o jednoletou rostlinu. Hořčice je hustě chlupatá a dosahuje výšky 0,3–1,2 metru. Listy hořčice bílé mají vejčitý až kopinatý tvar s nepravidelně mělce zubatým okrajem se světle zelenou barvou (Fábry 1975).

V podmínkách České republiky je pěstována jako olejnina. Nejčastějším směrem produkčního pěstování je produkce semen pro výrobu hořčice. Díky velké produkci biomasy se jedná o nejčastěji pěstovanou meziplodinu. Jedná se o typicky jarní plodinu, která není schopná přezimování, a proto se velice často využívá jako vymrzající meziplodina. Další pozitivní vlastností hořčice bílé je její fyto-sanitární účinek, který je nazývaný biofumigace. Tento jev pomáhá po zapravení hořčice do půdy eliminovat půdní patogeny (Brant et al. 2022a).

3.5.5.2 Svazenka vrtičolistá (*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).

3.5.5.3 Jetel nachový (*Trifolium incarnatum* L.)

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

3.5.5.4 Další 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*), heřmáněk 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*).

3.5.6 Produkce biomasy jednotlivých druhů meziplodin

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.

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 mezi lety 2004 a 2006 se ukázalo, že nejvíce biomasy vyprodukuje hořčice bílá, která zároveň vytvoří největší pokryv půdy (Brant et al. 2011).

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 ⁻¹)		
	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 olejná	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

3.5.7 Obsah živin jednotlivých druhů meziplodiny

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). 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: Procentické zastoupení živin v sušině nadzemní biomasy meziplodin (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 Produkce nadzemní biomasy

Poloprovozní pokusy, které ověřovaly produkci biomasy jednotlivých druhů meziplodin, probíhaly ve chmelnicích společnosti CHMEL s.r.o. na střediscích Běsno, Nesuchyně a Mšec. Na těchto střediscích byly posuzovány porosty pšenice ozimé. Na středisku Běsno probíhalo posouzení pšenice ozimé, ovsa setého a žita ozimého. Z důvodu významnosti pokusů bude největší pozornost věnována lokalitě Běsno. Informace o půdních typech a informace o klimatických regionech vychází z informací mapového portálu BPEJ Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy (www.bpej.vumop.cz).

4.1.1 Pokusná lokalita Běsno

Pokusná lokalita Běsno se nachází v katastru stejnojmenné obce, která je uložena na úbočí Rakovnické pahorkatiny a Přírodního parku Džbán. Obec se nachází devět kilometrů jihovýchodně od města Podbořany v okrese Louny v Ústeckém kraji. Nadmořská výška stanoviště je 320 m n. m. Obcí protéká Očihovecký potok.

4.1.1.1 Charakteristika pokusné lokality – Statková III.

Pokusná lokalita Statková III. spadá do mírně teplého, suchého klimatického regionu. Půdním typem je modální kambizem. Průměrná roční teplota pokusné lokality je 7–8,5 °C a průměrný úhrn srážek činí 450–500 mm (www.bpej.vumop.cz).

Odrůda chmele, který je pěstován na pokusné lokalitě, je Žatecký poloraný červeňák.

4.1.1.2 Agrotechnika

Tabulka 3 dokládá agrotechnické zásahy prováděné na pokusné lokalitě Statková III. v roce 2022.

Tabulka 3: Přehled agrotechnických zásahů na lokalitě Běsno – Statková III.

agrotechnika 2022 - Běsno – Statková III.	
19. 4. 2022	řez
22. 4. 2022	navěšování
03. 5. 2022	zapichování
18. 5. 2022	zavádění
02. 6. 2022	přiorávka
05. 5. 2022	kultivace ob-řádek
04. 6. 2022	kompletní kultivace
15. 6. 2022	kultivace každým řádem
03. 7. 2022	kultivace ob-řádek
20. 7. 2022	kultivace ob-řádek
05. 9. 2022	sklizeň (výnos 0,3 t/ha)

4.1.1.3 Hnojení a ochrana chmele

Hnojení na pokusné lokalitě Běsno – Statková III. dokládá Tabulka 4, chemickou ochranu dokládá Tabulka 5.

Tabulka 4: Hnojení na lokalitě Běsno – Statková III. za rok 2022.

hnojení - Běsno Statková III.		
datum	hnojivo	dávka
25. 4.	YaraMila Mais	0,2 t
15. 5.	NPK	0,2 t
1. 6.	LAV	0,2 t

Tabulka 5: Chemická ochrana a listová výživa na lokalitě Běsno – Statková III. za rok 2022.

ochrana chmele - Běsno – Statková III.		
datum	Přípravek	dávka
29. 4.	Profler	2,25 kg/ha
	Actara	0,2 kg/ha
18. 5.	Alliete	3 kg/ha
	Zinkosol	2 l/ha
	Vegaflor	2 l/ha
31. 5.	Folpan	3 kg/ha
	Ca - Chemap	1,5 kg/ha
	Mg - Chemap	1,5 kg/ha
	Agrolief N	1 kg/ha
	Borosan	1 l/ha
13. 6.	Bellis	2 kg/ha
	Kanemite	1,5 l/ha
	Agrolief N	2 kg/ha
	P - Chemap	2 l/ha
	Zn - Chemap	1 l/ha
1. 7.	Revus	1,6 l/ha
	P	1 l/ha
	Mg	1 l/ha
	Ca	1 l/ha
3. 7.	Movento	1,5 l/ha
18. 7.	Ortiva	1,5 l/ha
	K1 - chemap	2 l/ha
	Borosan	1 l/ha
	S - Chemap	1 l/ha
10. 8.	Flowbrix	6,5 l/ha

4.1.2 Pokusná lokalita Nesuchyně

Obec Nesuchyně leží na břehu Nesuchyňského potoka, devět kilometrů severozápadně od Rakovníka v okrese Rakovník ve Středočeském kraji.

4.1.2.1 Charakteristika pokusné lokality – Prašivka I.

Chmelnice Prašivka I. je vysázena odrůdou Žatecký poloraný červeňák, klon 31. Chmelnice spadá do mírně teplého, suchého regionu. Půdním druhem je modální hnědozem. Průměrná roční teplota je 7–8,5 °C a úhrn srážek činí 450–500 mm (www.bpej.vumop.cz).

4.1.2.2 Charakteristika pokusné lokality – Jeďamy pod cestou

Chmelnice Jeďamy pod cestou je vysázena odrůdou Žatecký poloraný červeňák, klon 72. Chmelnice spadá do mírně teplého, suchého regionu. Půdním druhem je modální černice. Průměrná roční teplota je 7–8,5 °C a úhrn srážek činí 450–500 mm (www.bpej.vumop.cz).

4.1.3 Pokusná lokalita Mšec

Obec Mšec se nachází v okrese Rakovník ve Středočeském kraji, přibližně 6 km severně od Nového Strašecí.

4.1.3.1 Charakteristika pokusné lokality – Kopanina

Chmelnice Kopanina je vysázena odrůdou Žatecký poloraný červeňák. Chmelnice spadá do mírně teplého, mírně vlhkého regionu. Půdním druhem je modální kambizem. Průměrná roční teplota je 7–8 °C a úhrn srážek činí 550–650 mm (www.bpej.vumop.cz).

4.1.3.2 Charakteristika pokusné lokality – Mšecké Žehrovice

Chmelnice Mšecké Žehrovice je vysázena odrůdou Žatecký poloraný červeňák. Chmelnice spadá do mírně teplého, suchého regionu. Půdním druhem je modální kambizem. Průměrná roční teplota je 7–8,5 °C a úhrn srážek činí 450–500 mm (www.bpej.vumop.cz).

4.1.3.3 Charakteristika pokusné lokality – Skála

Chmelnice Skála je vysázena odrůdou Žatecký poloraný červeňák. Chmelnice spadá do mírně teplého, suchého regionu. Půdním druhem je modální kambizem. Průměrná roční teplota je 7–8,5 °C a úhrn srážek činí 450–500 mm (www.bpej.vumop.cz).

4.1.3.4 Charakteristika pokusné lokality – Závlahy

Chmelnice Závlahy je vysázena odrůdou Žatecký poloraný červeňák. Chmelnice spadá do mírně teplého, suchého regionu. Půdním druhem je modální pararendzina. Průměrná roční teplota je 7–8,5 °C a úhrn srážek činí 450–500 mm (www.bpej.vumop.cz).

4.1.3.5 Charakteristika pokusné lokality – Levý kanál

Chmelnice Levý kanál je vysázena odrůdou Žatecký poloraný červeňák. Chmelnice spadá do mírně teplého, suchého regionu. Půdním druhem je modální pararendzina. Průměrná roční teplota je 7–8,5 °C a úhrn srážek činí 450–500 mm (www.bpej.vumop.cz).

4.1.4 Průběh počasí na pokusných lokalitách v daném roce

Průběh počasí na pokusných lokalitách pro pokusy v rámci společnosti CHMEL s.r.o. je možné zhodnotit díky meteostanicím umístěných do chmelnic v rámci programu Chytrá chmelnice (ivinice.cz). Pro rok 2022 jsou dostupná data od února do října. Z dostupných dat můžeme vyhodnotit, že nejchladnější lokalitou je Běsno a že nejvíce srážek spadlo na lokalitě Mšec.

Průměrnou teplotu v jednotlivých měsících dokládá Tabulka 6, úhrn srážek v jednotlivých měsících pak Tabulka 7. Průběh srážek a průměrných denních teplot na pokusných lokalitách pak ukazují Grafy 1, 2 a 3.

Tabulka 6: Průměrné měsíční teploty na pokusných lokalitách (zdroj: www.ivinice.cz).

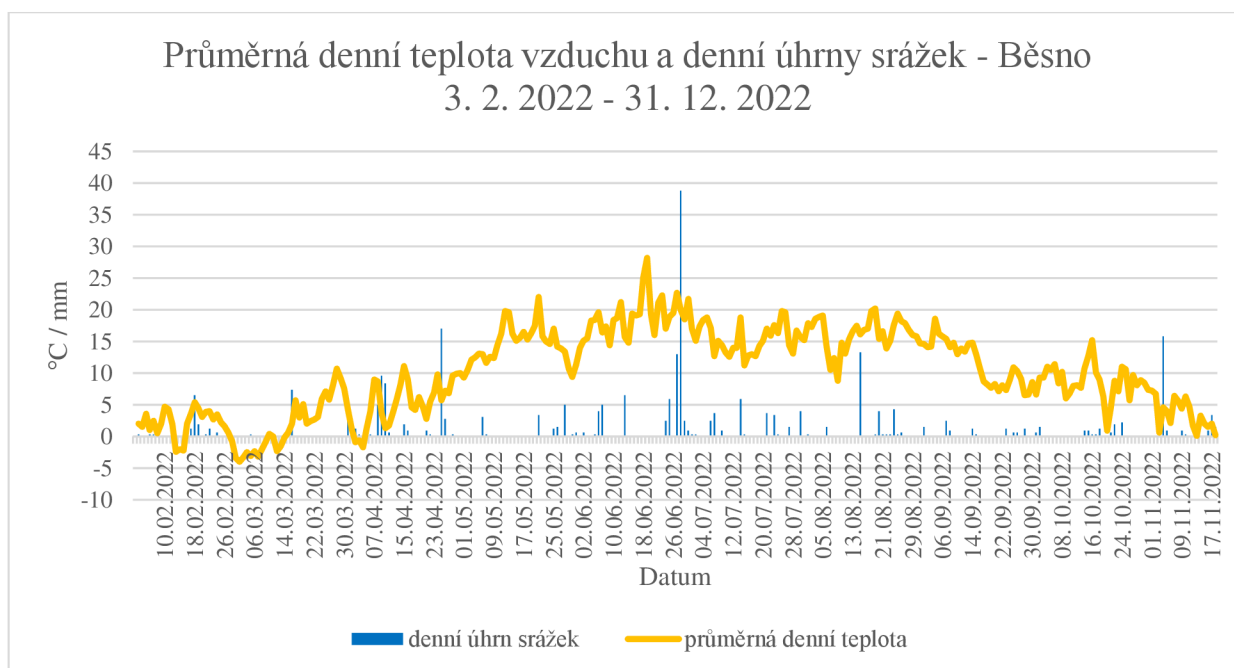
průměrná teplota [°C]			
lokality	Běsno	Nesuchyně	Mšec
leden	*	*	*
únor	2,07	3,12	2,66
březen	1,84	3,26	4,85
duben	5,31	6,21	5,27
květen	14,42	15,09	15,58
červen	18,87	19,33	19,39
červenec	15,45	19,21	19,98
srpen	16,20	19,93	19,77
září	11,59	13,21	13,15
říjen	8,66	*	11,35
listopad	*	*	*
prosinec	*	*	*

* chybí data

Tabulka 7: Měsíční úhrn srážek na pokusných lokalitách (zdroj: www.ivinice.cz).

úhrn srážek [mm]			
lokalita	Běsno	Nesuchyně	Měsíc
leden	*	*	*
únor	13,80	8,50	18,20
březen	13,00	11,80	3,40
duben	52,30	44,30	21,90
květen	15,40	18,5	44,2
červen	80	65,6	52,6
červenec	26,8	25,6	61,1
srpen	25,5	25,4	63,1
září	10	40,2	47,5
říjen	10,4	9,5	14,7
listopad	*	*	*
prosinec	*	*	*
celkem	247,2	249,40	326,70
* chybí data			

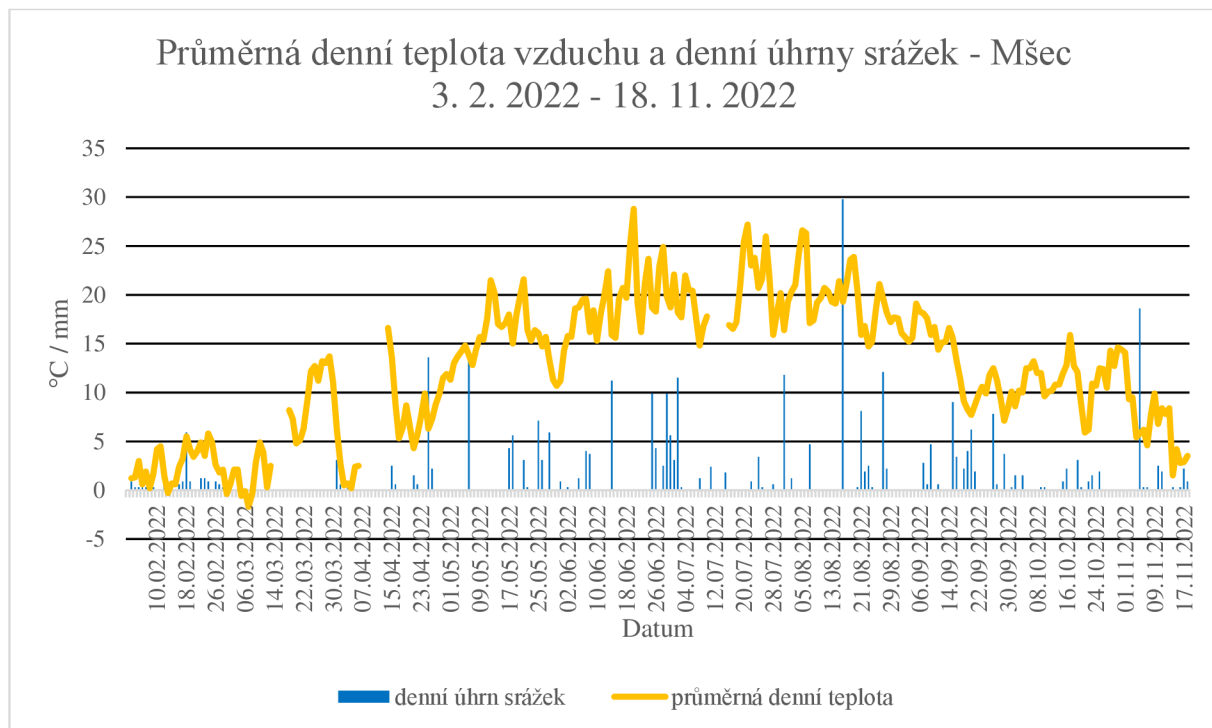
Graf 1: Průměrná denní teplota vzduchu [°C] a denní úhrny srážek [mm] na lokalitě Běsno za rok 2022 (zdroj: www.ivinice.cz).



Graf 2: Průměrná denní teplota vzduchu [°C] a denní úhrny srážek [mm] na lokalitě Nesuchyně za rok 2022 (zdroj: www.ivinice.cz).



Graf 3: Průměrná denní teplota vzduchu [°C] a denní úhrny srážek [mm] na lokalitě Mšec za rok 2022 (zdroj: www.ivinice.cz).



4.1.5 Polní experimenty

4.1.5.1 Založení pokusů s obilninami

Založení pokusů probíhalo na střediscích společnosti CHMEL s.r.o. v období od poloviny listopadu 2021. Pozdní termín výsevů byl způsoben dlouhotrvající sklizní chmele v daném roce a tím způsobenou prodlevou v navazujících podzimních pracích. Pokusy byly založeny celkem na třech střediscích společnosti, a to v Běsně, Mšeci a Nesuchyni. Na lokalitách Nesuchyně a Mšec proběhl výsev pouze pšenice ozimé a na lokalitě Běsno proběhl výsev pšenice ozimé, žita ozimého a ovsa nahého. Na lokalitách Běsno a Nesuchyně výsev probíhal pomocí rotačních bran s gravitačním výsevním ústrojím, na lokalitě Mšec výsev proběhl dlátkovým kypřičem se stejným výsevním zařízením. Obrázek 1 ukazuje výsevní ústrojí umístěné na rotačních branách. Tabulka 8 pak představuje jednotlivé lokality včetně ověřovaných druhů obilných meziplodin, způsobu setí a výše výsevků.



Obrázek 1: Rotační brány s výsevní jednotkou.

Tabulka 8: Přehled jednotlivých pokusných variant na lokalitách Mšec, Nesuchyně a Běsno.

středisko	lokalita	plodina	termín výsevu	způsob setí	výsevek (kg/ha)
Mšec	Kopanina	pšenice ozimá	29.11.2022	dlátkový kypřič	80
Mšec	Mšecké žehrovice	pšenice ozimá	22.11.2022	dlátkový kypřič	80
Mšec	Skála	pšenice ozimá	28.11.2022	dlátkový kypřič	80
Mšec	Závlaha	pšenice ozimá	22.11.2022	dlátkový kypřič	80
Mšec	Levý kanál	pšenice ozimá	27.11.2022	dlátkový kypřič	80
Nesuchyně	Jedřamy pod cestou	pšenice ozimá	26.11.2022	rotační brány	80
Nesuchyně	Prašívka I.	pšenice ozimá	27.11.2022	rotační brány	80
Běsno	Statková III.	pšenice ozimá	23.11.2022	rotační brány	80
Běsno	Statková III.	žito ozimé	23.11.2022	rotační brány	80
Běsno	Statková III.	oves nahý	23.11.2022	rotační brány	80

Porosty založené na lokalitě Běsno jsou mezi sebou posuzovány v rámci vlivu jednotlivých druhů na produkci biomasy, porosty pšenice ozimé jsou pak posuzovány mezi sebou v rámci vlivu lokality na produkci biomasy. Dále se posuzoval vliv způsobu setí na produkci biomasy.

4.1.5.2 Kontroly porostů a odběry biomasy

Na lokalitě Běsno, kde byla sledována produkce nadzemní biomasy a pokryvnost povrchu meziřadí, proběhla první kontrola porostů zaměřená na zjištění průměrného počtu rostlin na metr čtvereční dne 6. 3. 2022. Průměrný počet rostlin byl zjišťován na vybrané ploše meziřadí o celkové délce 40 m v celkem čtyřech opakováních umístěných ve středu meziřadí. Počítání počtu rostlin probíhalo na čtyřech čtvercích o rozměru 0,5 × 0,5 m.

Dále byla na lokalitě Běsno zjišťována produkce nadzemní biomasy a pokryvnost meziřadí. Odběry vzorků pro zjištění produkce biomasy probíhaly stejně jako zjišťování průměrného počtu rostlin na vytyčené ploše ve čtyřech opakováních. Odběr biomasy proběhl z plochy 0,5 × 0,5 m. Biomasa byla po odběru sušena při teplotě 105 °C po dobu 48 hodin. Odběry proběhly ve dnech 30. 4. 2022, 19. 5. 2022 a 9. 6. 2022. Poslední odběr biomasy proběhl po mulčování porostů tak, aby byla ověřena jejich regenerace. Mulčování proběhlo mulčovačem na výšku strniště 0,1 m dne 26. 5. 2022.

Při kontrole dne 6.5.2022 proběhlo na lokalitě Běsno snímání porostů meziplodin pro zjištění pokryvnosti povrchu. Povrch byl snímán digitálním fotoaparátem s infračerveným

filtrem. Pořízené snímky byly následně převedeny do černobílého formátu (porost představoval bílou barvu, půda černou). Pomocí analytického softwaru Adobe Photoshop CS5 (Adobe Systems Software, Irsko) byl stanoven počet pixelů bílé barvy na snímku. Stanovení pokryvnosti proběhlo dle metodiky Brant et al. (2017). Následnou kalibrací velikosti pixelů byla vypočtena skutečná pokryvnost povrchu půdy.

Na lokalitách Nesuchyně a Mšec probíhalo sledování porostů v rámci zjišťování vlivu lokality a způsobu setí na produkci nadzemní biomasy. Stejně jako na lokalitě Běsno proběhlo i na těchto lokalitách stanovení průměrného počtu rostlin na metr čtvereční. Pro zjištění průměrného počtu rostlin byla využita stejná metodika jako na lokalitě Běsno. Stanovení průměrného počtu rostlin proběhlo na lokalitě Nesuchyně dne 25. 3. 2022 a na lokalitě Mšec 17. 4. 2022. Na těchto lokalitách byla zjišťována i produkce nadzemní biomasy dle stejné metodiky jako na lokalitě Běsno, a to v termínech 30. 4. 2022 a 19. 5. 2022. Na těchto lokalitách nebyla z důvodu rozdílných agrotechnických postupů na jednotlivých střediscích posuzována produkce nadzemní biomasy v termínu po mulčování porostů.

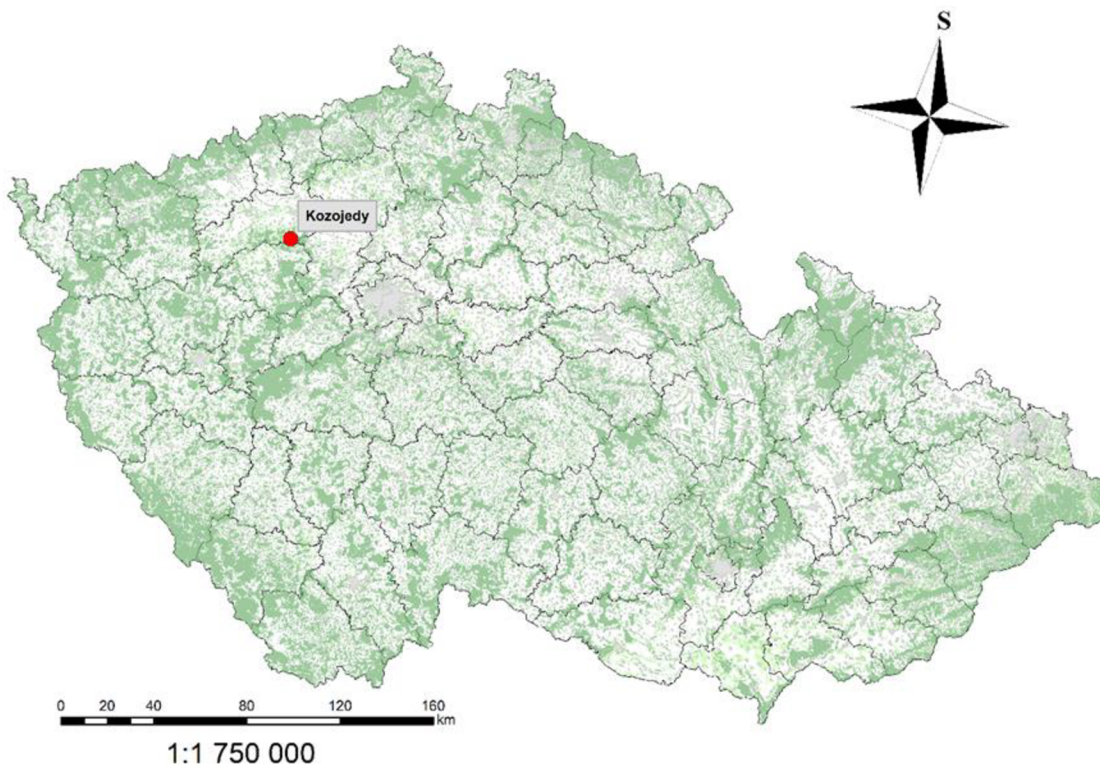
4.2 Vliv porostů meziplodin na plevele

4.2.1 Pokusná lokalita Kozojedy

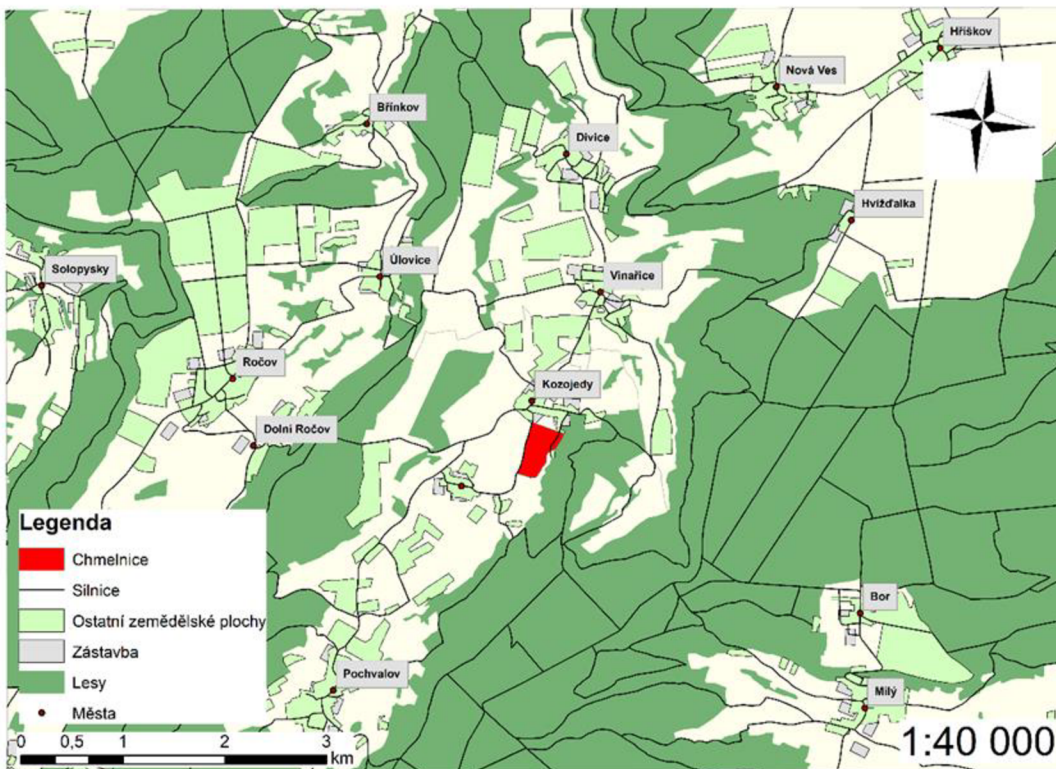
Pokusy sledující vliv porostů meziplodin na plevele probíhaly ve chmelnici Václava Emingera. Václav Eminger je soukromý zemědělec hospodařící na ploše 66,55 ha. Mezi hlavní plodiny, které pan Eminger pěstuje, patří především pšenice ozimá, ječmen jarní, hrách setý, kukuřice, vojtěška, luscoobilné směsky a hořčice. Chmel pěstuje na výměře 16,55 ha. Pěstovaný chmel je odrůdy Žatecký poloraný červeňák, klony 72 a 114.

4.2.1.1 Charakteristika pokusné lokality

Pokusné stanoviště se nachází v Žatecké chmelařské oblasti u obce Kozojedy (Obrázek 2) 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 pohybuje v rozmezí 7 až 8,5 °C a roční úhrn srážek je pod 500 mm (www.bpej.vumop.cz). Chmel odrůdy Žatecký poloraný červeňák, Osvaldův klon 72 meristém je zde vysázen do sponu 3 × 1 m a výsadba proběhla v roce 1997. Na Obrázku 2 je vyobrazena přesná poloha pokusného stanoviště. Na Obrázku 3 je vyobrazena přesná lokalita pokusného stanoviště.



Obrázek 2: Lokalizace pokusné lokality Kozojedy.



Obrázek 3: Detail umístění pokusné lokality Kozojedy.

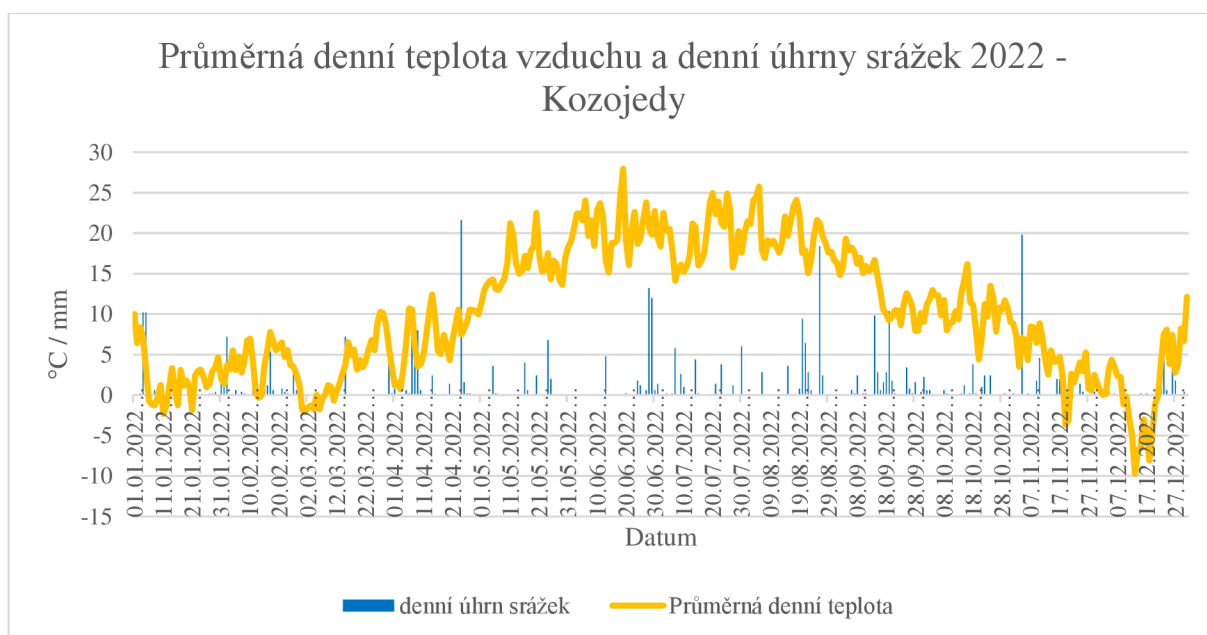
4.2.1.2 Průběh počasí v daném roce

Průběh počasí na lokalitě Kozojedy byl zaznamenán pomocí meteostanice sítě ISIDOR. Průměrné hodnoty za jednotlivé měsíce udává Tabulka 9 a průběh průměrných denních teplot a denních úhrnů srážek dokládá Graf 4.

Tabulka 9: Průměrné měsíční teploty a měsíční úhrny srážek na lokalitě Kozojedy (zdroj: <http://www.emsbrno.cz/p.axd/cs/Sr%C3%A1%C5%BEky.a.teploty.ISIDOR.html>).

Kozojedy		
měsíc	průměrná teplota vzduchu [°C]	měsíční úhrn srážek [mm]
leden	2,06	28,00
únor	3,84	24,80
březen	3,18	11,20
duben	7,09	52,60
květen	15,86	19,60
červen	20,80	34,40
červenec	19,40	28,20
srpen	19,87	47,20
září	13,36	40,00
říjen	10,61	15,80
listopad	4,07	35,40
prosinec	0,86	19,20
celkem		356,40

Graf 4: Průměrná denní teplota vzduchu [°C] a denní úhrny srážek [mm] na lokalitě Kozojedy za rok 2022 (zdroj: <http://www.emsbrno.cz/p.axd/cs/Sr%C3%A1%C5%BEky.a.teploty.ISIDOR.html>).



4.2.2 Vliv porostů na zaplevelení

4.2.2.1 Založení pokusu

Založení pokusu proběhlo na pokusné lokalitě Kozojedy dne 7. 10. 2021. Před setím meziplodin proběhla orba meziřadí a do zoraného meziřadí proběhl výsev meziplodin pomocí rotačních bran s výsevní jednotkou. Společně se setím došlo k urovnání meziřadí tak, aby mohl na jaře proběhnout řez chmele bez jiného zásahu. Plodiny byly vysévány dvěma způsoby – plošně, nebo do řádku. Jednotlivé varianty včetně výsevků a způsobu výsevu dokládá Tabulka 10.

Dvojí způsob setí mohl být uskutečněn díky výsevnímu zařízení, které bylo složeno ze dvou rozmetadel, jenž jedno bylo vybaveno výsevním válečkem pro velkosemenné druhy. Semena z tohoto rozmetadla byla pomocí semenovodů nasměrována před pěchovací válec rotačních bran. Rozteč jednotlivých semenovodů činila 0,2 m. Druhé rozmetadlo bylo opatřeno výsevním válečkem pro drobnosemenné druhy. Osivo z tohoto rozmetadla bylo distribuováno za pěchovací válec rotačních bran plošně na půdu. Výsev pokusů ukazuje Obrázek 4.

Tabulka 10: Přehled jednotlivých variant pokusu.

varianta	výsev do řádků	výsevek	výsev plošně	výsevek
1	ozimá peluška (Arkta)	80 kg/ha	hořčice bílá (Andromeda)	6 kg/ha
2	ozimá peluška (Arkta)	80 kg/ha	oves nahý (Marco Polo)	40 kg/ha
3	oves nahý (Marco Polo)	80 kg/ha	svazenka vratičolistá (Větrovská)	10 kg/ha
4	oves nahý (Marco Polo)	80 kg/ha	jetel nachový (Kardinál)	8 kg/ha
5	oves nahý (Marco Polo)	80 kg/ha	kontrola bez plošné plodiny	
6	neosetá kontrola			

4.2.2.2 Kontroly porostů a odběr vzorků

U vyšetých porostů probíhaly pravidelné kontroly a odběr vzorků tak, aby mohly být vyhodnocovány sledované cíle. Během vegetace meziplodin došlo ke dvěma odběrům vzorků nadzemní biomasy, a to 25. 5. 2022 a 31. 8. 2022. Mezi odběry vzorků proběhlo dne 10. 6. 2022 mulčování meziplodin.

Při odběrech vzorků na pokusných plochách se v každé variantě pokusu odebírala nadzemní biomasa rostlin v meziřadí chmele ve čtyřech opakováních na části meziřadí dlouhé 40 m. Odběr nadzemní biomasy probíhal z plochy 0,5 × 0,5 m. Odebraná biomasa byla následně rozdělena na jednotlivé druhy vyšetých rostlin a plevelů tak, aby mohlo dojít k posouzení produkce nadzemní biomasy vyšetých rostlin, ale také plevelů nacházejících se v meziřadí chmele. Následovalo sušení odebrané biomasy při teplotě 105 °C po dobu 48 hodin. Z usušených rostlin byla stanovena produkce nadzemní biomasy v sušině na jednotku plochy osetého meziřadí. Během vegetace došlo k poškození porostů meziplodin divokými prasaty, z toho důvodu je při druhém hodnocení jeden z porostů vynechán.



Obrázek 4: Výsev pokusů Kozojedy.

4.3 Statistické vyhodnocení

Pro statistické vyhodnocení výsledků byla využita metoda analýzy jednoduchého třídění (ANOVA, Tukey, hadina významnosti 95 %). Data byla zpracována v programu Statgraphics Plus (Statgraphics Technologies, Inc. The Plains, Virginia).

5 Výsledky

5.1 Produkce nadzemní biomasy

5.1.1 Vzházení porostů a počty rostlin

I přes pozdní výsevy meziplodin do mezířadí chmele z důvodu dlouhotrvající sklizně a následných podzimních prací, porosty vzházely velice dobře. Při subjektivním hodnocení porostů lze říct, že porosty zaseté pomocí rotačních bran vzházely lépe než porosty zaseté dlátkovým kypřičem Fischer.

První kontrola porostů proběhla na lokalitě Běsno 6. 3. 2022. Při této kontrole byl zjištěn průměrný počet rostlin na jednotlivých variantách. Tabulka 11 dokládá, že největšího počtu rostlin na metr čtvereční dosahovalo žito ozimé, u kterého se prokázal statisticky významný rozdíl oproti pšenici ozimé a ovsu nahému. Pšenice ozimá s ovsem nahým mezi sebou nevykazovaly statisticky významný rozdíl v počtu rostlin na metr čtvereční.

Tabulka 11: Průměrný počet rostlin na metr čtvereční – Běsno – Statková III. Odlišné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkazné rozdíly mezi průměry na hladině významnosti 0,05 (ANOVA, Tukey).

průměrný počet rostlin na m² - Běsno 6. 3. 2022	
plodina	počet rostlin na m ² (kusy)
oves nahý	44 a
pšenice ozimá	66 a
žito ozimé	180 b

Dne 17. 4. 2022 proběhla kontrola porostů na lokalitě Mšec. Při této kontrole byl také zjištěn průměrný počet rostlin na metr čtvereční. Na lokalitě Mšec byly založeny pouze porosty pšenice ozimé. Z Tabulky 12 vyplývá, že nejvyššího počtu rostlin dosáhl porost na lokalitě Závlahy, jelikož zde existuje statisticky významný rozdíl oproti jiným lokalitám. Jiné lokality mezi sebou statisticky významný rozdíl nevykazují.

Tabulka 12: Průměrný počet rostlin na metr čtvereční – Mšec. Odlišné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkazné rozdíly mezi průměry na hladině významnosti 0,05 (ANOVA, Tukey).

průměrný počet rostlin na m² - Mšec 17. 4. 2022	
lokality	počet
M. Žehrovice	81 a
Skála	106 a
Levý kanál	121 a
Závlahy	166 b

Kontrola založená na zjištění průměrného počtu rostlin na jednotku plochy proběhla také na lokalitě Nesuchyně, a to dne 25. 3. 2022. Při této kontrole byla zjištěna dobrá vzházivost porostů po výsevu za pomoci rotačních bran. Jednotlivé lokality mezi sebou nevykazovaly statisticky významný rozdíl, což dokládá Tabulka 13.

Tabulka 13: Průměrný počet rostlin na metr čtvereční – Nesuchyně. Odlišné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkazné rozdíly mezi průměry na hladině významnosti 0,05 (ANOVA, Tukey).

průměrný počet rostlin na m ² - Nesuchyně 25. 3. 2022	
lokalita	počet
Prašivka I.	123 a
Jeďami pod cestou	117 a

5.1.2 Produkce biomasy

5.1.2.1 Vliv druhů obilniny na produkci nadzemní biomasy

Vliv jednotlivých druhů obilnin (žito ozimé, pšenice ozimá a oves nahý) byl posuzován na lokalitě Běsno. Odběry nadzemní biomasy proběhly ve dnech 30. 4. 2022, 19. 5. 2022 a 9. 6. 2022. Třetí odběr biomasy se konal po mulčování porostů tak, aby mohla být ověřena možná regenerace. Z Tabulky 14 vyplývá, že nejvíce biomasy vyprodukovalo do prvního a druhého data odběru žito ozimé, které vykazuje statistický rozdíl oproti ovsu nahému a pšenici ozimé. Oves nahý a pšenice ozimá mezi sebou nevykazují statisticky významný rozdíl.

Při třetím odběru se významně projevila nevyrovnanost jednotlivých druhů obilnin v růstových fázích. Mulčování, které proběhlo na pokusné lokalitě dne 26. 5. 2022, zasáhlo žito ozimé v pozdnější růstové fázi než oves nahý a pšenici ozimou. Z toho důvodu žito vyprodukovalo po mulčování méně biomasy než zbylé varianty. Dalším možným důvodem, proč varianta s žitem ozimým vyprodukovala po mulčování méně biomasy je fakt, že na povrchu meziřadí zůstala po mulčování větší vrstva mulče, která bránila regeneraci žita ozimého.

Při dalším zkoumání této problematiky by bylo vhodné mulčování porostů obilnin řídit nikoliv podle stejného data, ale dle růstových fází BBCH tak, aby byla každá varianta zasažena ve stejné růstové fázi.

Tabulka 14: Produkce nadzemní biomasy – Běsno. Odlišné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkazné rozdíly mezi průměry na hladině významnosti 0,05 (ANOVA, Tukey).

produkce nadzemní biomasy [t/ha] - Běsno			
plodina	30.04.2022	19.05.2022	09.06.2022
oves nahý	0,167 a	0,688 a	1,33 a
pšenice ozimá	0,261 a	0,746 a	1,063 a
žito ozimé	1,172 b	1,56 b	0,633 b

5.1.2.2 Vliv lokality na produkci nadzemní biomasy pšenice ozimé

V rámci jednotlivých středisek byl posuzován vliv lokality na produkci nadzemní biomasy u pšenice ozimé. Nejvíce biomasy vyprodukovala pšenice ozimá na lokalitě Nesuchyně – Jeďamy pod cestou. Následovaly lokality Nesuchyně – Prašivka a Běsno – Statková III., mezi kterými

neexistuje statisticky průkazný rozdíl. Nejméně biomasy pak vyprodukovala pšenice ozimá na lokalitě Mšec – Kopanina. Podrobná data dokládá Tabulka 15.

Tabulka 15: Vliv lokality na produkci nadzemní biomasy pšenice ozimé. Odlišné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkazné rozdíly mezi průměry na hladině významnosti 0,05 (ANOVA, Tukey).

středisko	lokalita	30.04.2022	19.05.2022
Mšec	Kopanina	0,061 a	0,256 a
Mšec	Mšecké žehrovice	0,093 ab	0,317 ab
Mšec	Závlaha	0,108 ab	0,472 b
Mšec	Levý kanál	0,133 b	0,376 ab
Mšec	Skála	0,136 b	0,458 b
Nesuchyně	Jeďamy pod cestou	0,248 c	1,035 d
Nesuchyně	Prašívka	0,261 c	0,709 c
Běsno	Statková III.	0,345 d	0,688 c

5.1.2.3 Vliv způsobu setí na produkci nadzemní biomasy pšenice ozimé

Z důvodu založení porostů různým způsobem na střediscích společnosti CHMEL s.r.o. mohl být posouzen i vliv způsobu setí na produkci nadzemní biomasy, potažmo na vzházení porostů.

Ze zjištěných dat vyplývá, že mezi porosty, které byly zasety pomocí dlátkového kypřiče Fischer, a porosty, které byly zasety pomocí rotačních bran, byl prokázán statisticky významný rozdíl. Porosty seté za pomoci rotačních bran vyprodukovaly více nadzemní biomasy, což dokládá Tabulka 16.

Tabulka 16: Vliv způsobu setí na produkci nadzemní biomasy pšenice ozimé. Odlišné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkazné rozdíly mezi průměry na hladině významnosti 0,05 (ANOVA, Tukey).

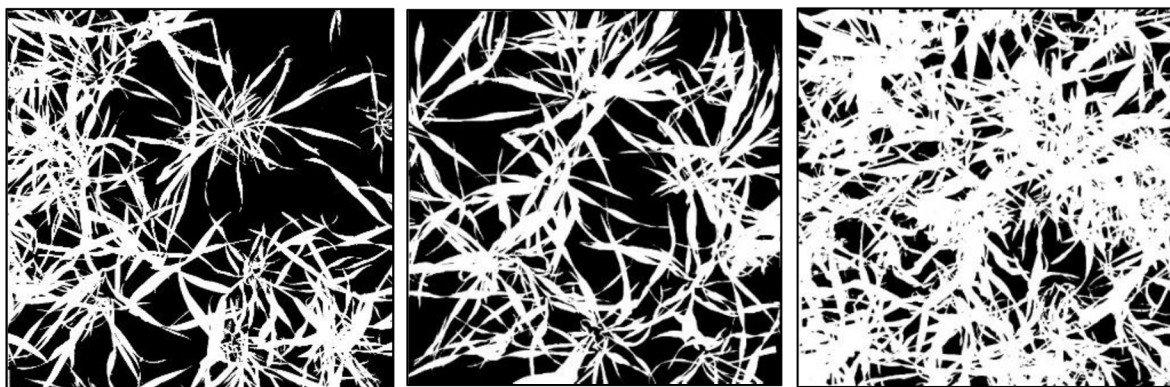
produkce nadzemní biomasy - způsob setí		
způsob setí	30.04.2022	19.05.2022
dlátkový kypřič Fischer	0,106 a	0,376 a
rotační brány	0,285 b	0,851 b

5.1.3 Pokryvnost meziřadí

U porostů na lokalitě Běsno byla hodnocena i pokryvnost meziřadí u jednotlivých variant pokusu. Nejlepší pokryvnosti dosahovalo žito ozimé, a to celkem 68,8 %. Mezi žitem ozimým a dalšími variantami existuje statistický rozdíl. Pšenice ozimá s pokryvností 39,9 % nevykazuje s ovsem nahým s pokryvností 39,9 % statisticky významný rozdíl. Výsledky dokládá Tabulka 17. Obrázek 5 ukazuje pokryvnost meziřadí v černobílém spektru.

Tabulka 17: Pokryvnost meziřadí v procentech. Odlišné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkazné rozdíly mezi průměry na hladině významnosti 0,05 (ANOVA, Tukey).

pokryvnost v % - Běsno 6. 5. 2022	
rostlinný druh	pokryvnost povrchu půdy (%)
pšenice ozimá	39,9 a
oves nahý	45,7 a
žito ozimé	68,8 b



Obrázek 5: Pokryvnost porostů (zleva: pšenice ozimá, oves nahý, žito ozimé).

5.2 Vliv porostů meziplodin na plevele

Na vzházení porostů a dynamiku růstu měl negativní vliv nedostatek vláhy v podzimním období. Díky suchu a chladnějšímu průběhu podzimu nevzcházely ve velké míře ani plevelné druhy. Přezimování porostů bylo kontrolováno v jarních měsících.

Bylo zjištěno dobré přezimování ovsa nahého. Z důvodu suchého průběhu podzimu lépe vzházel oves vysetý do řádků před pěchovací válec rotačních bran než oves nahý vysetý plošně na povrch půdy. Rostliny ovsa nahého vyseté do řádku dosahovaly také většího habitu. Hloubka prokořenění takto vysetého ovsa setého dosahovala v průměru 0,12 m. Hrách rolní vzházel v podzimním období dobře a také dobře přezimoval. Hloubka prokořenění se pohybovala okolo 0,25 m. Na vývoj rostlin hrachu rolního mělo negativní vliv jarní sucho. Hořčice bílá v zimním období vymrzla a v meziřadí byl následně pouze oves nahý, což je důvod, proč tato varianta nebyla nadále sledována. Svazanka vratičolistá vzházela dobře a také dobře přezimovala. Jetel inkarnát vysetý plošně měl problém vzházet kvůli suchému průběhu podzimu. Stav porostu ovsa setého se svazenkou vratičolistou na jaře dokládá Obrázek 6. Stav porostů po mulčování pak dokládá Obrázek 7.



Obrázek 6: Stav porostu svazenky a ovsu na jaře.



Obrázek 7: Regenerace ovsu nahého.

U porostů byla dále posuzována regenerace porostů po mulčování. Mulčování proběhlo dne 10. 6. 2022, a to mulčovačem na výšku strniště přibližně 0,10 m. Na mulčování velice dobře reagoval oves nahý, který regeneroval již 19 dnů po mulčování. Mulč v meziřadí sloužil také jako ochrana proti plevelům. S postupnou degradací mulče se v meziřadí začaly objevovat plevele, a to především ptačinec prostřední a pětour malolůbný.

Příložené Tabulky 18 a 19 dokládají produkci biomasy u jednotlivých variant, ale také produkci biomasy plevelů v jednotlivých variantách. V roce 2022 bylo zaplevelení chmelnic kvůli malému vzrůstu chmele a dobrému prosvětlení chmelnic velkým problémem, což dokládá produkce biomasy plevelných druhů na neoseté variantě.

Tabulka 18: Produkce suché nadzemní biomasy vyšetřovaných druhů, plevelů a celkové biomasy (t/ha) 25. 5. 2022, lokalita Kozojedy. Odlišné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkazné rozdíly mezi průměry na hladině významnosti 0,05 (ANOVA, Tukey).

varianta	produkce ovsu nahého (t/ha)	produkce hrachu rolního (t/ha)	produkce svazenky vratičolisté (t/ha)	produkce jetele nachového (t/ha)	produkce kulturních druhů (t/ha)	produkce plevelů (t/ha)	produkce nadzemní biomasy (t/ha)
oves nahý + hrách rolní (ozimý)	2,828 a	1,028 a			3,856 ab	0,185 a	4,041 abc
hrách rolní (ozimý)		2,188 b			2,188 a	0,351 a	2,538 a
oves nahý + svazenka vratičolistá	2,044 a		2,862		4,906 bc	0,07 a	4,976 bc
oves nahý + jetel nachový	5,164 b			0,006	5,17 bc	0,108 a	5,411 bc
oves nahý	5,888 b				5,888 c	0,434 a	5,997 c
kontrola (plevele)						3,063 b	3,063 ab

Tabulka 19: Produkce suché nadzemní biomasy vyšetých druhů, plevelů a celkové biomasy (t/ha) 31. 8. 2022, lokalita Kozojedy. Odlišné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkazné rozdíly mezi průměry na hladině významnosti 0,05 (ANOVA, Tukey).

varianta	produkce ovsa nahého (t/ha)	produkce hrachu rolního (t/ha)	produkce svazenky vratičolisté (t/ha)	produkce jetele nachového (t/ha)	produkce kulturních druhů (t/ha)	produkce plevelů (t/ha)	produkce nadzemní biomasy (t/ha)
oves nahý + hrách rolní (ozimý)	0,88 a	0			0,88 a	0,078 a	0,958 a
hrách rolní (ozimý)	*						
oves nahý + svazenka vratičolistá	0,78 a		0		0,78 a	0,049 a	0,829 a
oves nahý + jetel nachový	1,087 a			0	1,087 a	0,068 a	1,155 a
oves nahý	1,224 a				1,224 a	0,133 a	1,357 a
kontrola (plevelé)						1,093 b	1,093 a

* porosty zničené divokými prasaty

6 Diskuze

Využívání meziplodin ve chmelnicích se v posledních letech stává velice diskutovaným tématem. Chmelařská veřejnost nemá na meziplodiny v meziřadí chmelnic jednotný názor, což vede k častým diskuzím, zda jsou meziplodiny pro chmelnici přínosem, či ne.

Z odborné literatury posledních let se však dozvídáme, že meziplodiny ve chmelnicích mají pozitivní vliv. Krofta (2012) uvádí, že jsou meziplodiny ve chmelnicích efektivním nástrojem pro omezení utužení půdy či pro vodní a větrné eroze, že pomáhají při fixaci živin v půdě a omezují výpar vody z meziřadí, čímž napomáhají vodnímu režimu půdy. Dále také pomáhají s minimalizací zaplevelení půdy v meziřadí díky konkurenčním vztahům meziplodin a plevelů, ale například i pozitivně působí na biodiverzitu krajiny. Tyto informace potvrzuje ve své publikaci také Vopravil et al. (2022).

Efekt omezení zaplevelení půdy díky osevu meziřadí chmelnice zmiňuje Dreksler (2023). Ten zmiňuje pozitivní efekt podzimních výsevů meziplodin na plevely z důvodu konkurence plevelům již v podzimním období a rychlého startu vegetace na jaře, kdy také dobře konkurují plevelům.

Při poloprovozních pokusech na lokalitě Kozojedy byl zjištěn pozitivní efekt osevu meziřadí na zaplevelení. Při porovnání produkce nadzemní biomasy plevelů na osetých variantách a neoseté kontrole došlo k zásadním rozdílům. Před mulčováním porostů byla na osetých variantách produkce suché nadzemní biomasy v rozmezí 0,07–0,434 t/ha a na neoseté kontrole dosahovala hodnota produkce suché nadzemní biomasy plevelů 3,064 t/ha. Dreksler (2022) udává produkci suché nadzemní biomasy plevelů při pokusech na lokalitě Kozojedy v letech 2021 na osetých variantách v rozmezí 0,038–0,427 t/ha a na neoseté variantě 2,109 t/ha. Po mulčování porostů je efekt redukce zaplevelení lepší z důvodu ponechání mulče v meziřadí chmelnice. Na osetých variantách se produkce suché nadzemní biomasy plevelů pohybovala v rozmezí 0,049–0,133 t/ha a na neoseté kontrole 1,093 t/ha. Dreksler (2022) udává po mulčování porostů hodnoty produkce suché nadzemní biomasy plevelů v osetých variantách 0,004–0,210 t/ha a na neoseté variantě 1,925 t/ha.

Při porovnání výsledků je zřejmé, že osev meziřadí má vliv na plevelná společenstva a velice dobře reguluje výskyt plevelů i v různých ročnících, a to i po mulčování porostů meziplodin v meziřadí. Díky polním pokusům došlo k potvrzení hypotézy. Efekt omezení plevelů, který ozelenění přináší, lze ve chmelnicích aktivně využívat i z důvodu nedostupnosti herbicidů registrovaných do chmelnic.

Hlavním důvodem, proč v meziřadí chmelnic pěstujeme různé druhy meziplodin, je produkce nadzemní i podzemní biomasy. Díky biomase dosáhneme všech požadovaných efektů meziplodin. Poloprovozními pokusy bylo zjištěno, že různé druhy ozimých meziplodin vykazují rozdílné hodnoty při produkci nadzemní biomasy. Nejvíce nadzemní biomasy ze všech testovaných druhů vytvořilo žito ozimé, které do 19. 5. 2022 vytvořilo celkem 1,56 t sušiny nadzemní biomasy na hektar. Mezi dalšími testovanými druhy – pšenicí ozimou (0,746 t/ha) a ovsem nahým (0,688 t/ha) – nebyl prokazatelný statistický rozdíl v produkci nadzemní biomasy, ani v počtu rostlin na metr čtvereční.

Vopravil (2022) ve své publikaci uvádí produkci suché nadzemní biomasy ovsa nahého s výsevkem 80 kg následovně: 1,922 t/ha, 2,558 t/ha a 6,512 t/ha při pokusech na pokusné lokalitě Kozojedy. Naopak Krofta (2012) uvádí produkci suché nadzemní biomasy ovsa nahého

v hodnotě 1,5–2,5 t/ha. Ze značné rozdílnosti výsledků je zřejmé, že na produkci nadzemní biomasy má vliv mnoho faktorů.

Mezi tyto faktory můžeme zařadit půdní podmínky, způsob založení porostů, vláhové podmínky, délku vegetace, průběhy teplot a další. Fakt, že produkce biomasy jednoho druhu se může významně lišit, dokládají hodnoty produkce biomasy žita setého, které udává ve své práci Freyer (2003). Podle toho je produkce nadzemní biomasy u žita setého 9 tun sušiny na hektar, výsledky zjištěné při poloprovozním pokusu na lokalitě Běsno (1,59t/ha) se ale s hodnotou, kterou Freyer (2003) udává, významně liší. Naopak produkce nadzemní biomasy ovsa nahého na lokalitě Běsno se shoduje s hodnotami, které ve své publikaci udává Krofta (2012). Lze tedy říci, že produkce biomasy u meziplodin je značně ovlivněna podmínkami pro její růst a vývoj.

Skutečnost, že produkci biomasy meziplodin významně ovlivňuje i lokalita pěstování, ověřovaly polní pokusy na střediscích zemědělského podniku CHMEL spol. s.r.o. Při těchto pokusech byly na několika lokalitách založeny pokusné porosty pšenice ozimé. Vliv lokality byl posuzován při dvou odběrech nadzemní biomasy a jednotlivé lokality mezi sebou vykazovaly statisticky významný rozdíl. Vliv lokality (ale i dalších faktorů, jako jsou vláhové a půdní podmínky, průběh počasí atd.) zmiňuje ve své publikaci Brant (2008). Zjištěná data poloprovozními pokusy ověřují tento fakt.

Jedním z výše zmíněných faktorů, které ovlivňují vzcházení porostů a produkci biomasy, je způsob založení porostů. V systémech běžné rostlinné produkce je založení porostu také velice významné, ale provedení je často snazší z důvodu možnosti využití secích strojů, které jsou pro účel založení porostu zkonstruovány. Ve chmelnicích jakožto v trvalé kultuře jsme však limitováni šířkou meziřadí a tím pádem využití klasických secích strojů, které jsou využívány v rostlinné produkci, nepřipadá v úvahu. Dále také z ekonomických důvodů není vhodné provádět setí meziplodin ve chmelnicích jako samostatnou pracovní operaci, ale často dochází ke slučování s jinými operacemi tak, aby bylo dosaženo co největší ekonomické a časové efektivity.

Základním způsobem, jak založit porosty meziplodin ve chmelnicích, je agregace výsevní jednotky s již využívaným nářadím pro zpracování půdy ve chmelnicích. Nejčastěji je výsevní jednotka agregována společně s dlátkovými kypřiči Fischer, které jsou mezi chmelaři velice oblíbené, nebo společně s rotačními bránami. Způsob setí pomocí rotačních bran zmiňuje i Brant (2022b).

V rámci pokusů v této diplomové práci byl sledován i vliv způsobu setí na stav porostů. Byly porovnávány dva způsoby setí, a to již zmíněný výsev za pomoci rotačních bran a výsev pomocí dlátkového kypřiče Fischer. Ze zjištěných výsledků jasně vyplývá, že setí za pomoci rotačních bran je lepší z důvodu větší produkce biomasy u vysetých plodin. Nevýhodou rotačních bran je však jejich malý výkon a vysoká energetická náročnost. Využití rotačních bran je vhodné například při výsevech ozimých plodin, které ve chmelnici přetrvávají celou zimu a první jarní pracovní operací je řez chmele. Rybáček (1980) udává, že pro kvalitní řez chmele je důležité perfektní urovnání chmelnice. Díky rotačním branám tohoto urovnání můžeme dosáhnout, naopak dlátkový kypřič je vhodný při jarním či letním výsevu, který provádíme například s kypřením meziřadí či s priorávkou chmele.

Posledním zjišťovaným parametrem v rámci polních pokusů bylo stanovení pokryvnosti jednotlivých druhů obilnin v meziřadí chmele. Ze zjištěných parametrů vyplývá, že největší pokryvnosti dosahovalo žito seté, a to 68,8 %. Pšenice ozimá dosahovala pokryvnosti 39,9 % a

oves setý 45,7 %. Honsová (2022) uvádí, že vegetační pokryv půdy je dobrým způsobem, jak bránit erozi. Z dostupných dat lze vyhodnotit, že porosty meziplodin jsou účinné v boji proti vodní a větrné erozi ve chmelnicích.

7 Závěr a doporučení pro praxi

Z hlediska zemědělské praxe lze specifikovat následující závěry a doporučení:

1. Nejvyšší produkci nadzemní biomasy vykazovaly v rámci podzimních výsevů porosty žita setého.
2. V rámci vlivu způsobů založení byla vyšší vzcházivost rostlin u porostů zasetých pomocí rotačních bran.
3. Lokalita je výrazným faktorem ovlivňujícím produkci nadzemní biomasy meziplodin.
4. Porosty obilnin velice dobře reagují na mulčování a zvládají regenerovat.
5. Porosty meziplodin omezují růst a vývoj plevelů v meziřadí chmele.
6. Jako vhodná se pro omezení růstu plevelů jeví směs ovsa nahého a svazenky vratičolisté.
7. Oves nahý v našich podmínkách dobře přezimuje.

8 Literatura

- Almaguer, C., Schonberger, C., Gastl, M., Arendt, E., Becker, T. 2014. *Humulus lupulus* - a story that begs to be told. A review. [Online]4 (120). 289-314. doi: 10.1002/jib.160.
- Altová, M. 2022. *Situační a výhledová zpráva: chmel, pivo*. 1st ed. Praha. Ústav zemědělské ekonomiky a informací. ISBN: 978-80-7434-631-6.
- Bot, L. 1998. Modelling plant nutrition of horticultural crops: a review. 74 (1-2). 47-82. doi: [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(98\)00082-X](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(98)00082-X).
- Brant, V. 2008. *Meziplodiny*. 1st ed. České budějovice. Kurent. ISBN: 978-80-87111-10-9.
- Brant, V., Kroulík, M., Pivec, J., Zábranský, P., Hakl, J., Holec, J., Kvíz, Z., Procházka, L. 2017. Splash erosion in maize crops under conservation management in combination with shallow strip-tillage before sowing. [Online]12 (2). 106-116. doi: 10.17221/147/2015-SWR.
- Brant, V., Kroulík, M., Šmogor, J., Zábranský, P., Škeřiková, M., Hamouz, P., Tyšer, L. 2019. *Pomocné plodiny: v pěstebních systémech polních plodin*. 1st ed. Praha. Agrární komora České republiky. ISBN: 978-80-88351-03-0.
- Brant, V., Krofta, K., Kroulík, M., Zábranský, P., Procházka, P., Pokorný, J. 2020. Distribution of root system of hop plants in hop gardens with regular rows cultivation. *Plant Soil Environ.* (66). 317-326. doi: <https://doi.org/10.17221/672/2019-PSE>.
- Brant, V. 2021. Cílené výsevy meziplodin do meziřadí chmelnice (1). 2021 (2). 117-119. *Agromanuál*. Kurent. Praha
- Brant, V. 2022. Dlouhodobý pokryv půdy v meziřadí chmelnic. [Online]2022 . Retrieved from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/dlouhodoby-pokryv-pudy-v-meziradi-chmelnic> A
- Brant, V., Fuksa, P., Hamouz, P., Holec, J., Jursík, M., Kazda, J., Kroulík, M., Kunte, J., Procházka, P., Rychlá, A., Tyšer, L., Vrbovský, V., Zábranský, P. 2022. *Brukvovitě meziplodiny*. 1st ed. Praha. Agrární komora České republiky. ISBN: 978-80-88351-23-8. B
- Briggs, D., Boulton, C., Brookes, P., Stevens, R. 2004. *Brewing Science and practice*. 1st ed. Cambridge. Woodhead Publishing Limited. ISBN: 1 85573 490 7.
- Brooker, R. W., Bennett, A. E., Cong, W. -F., Daniell, T. J., George, T. S., Hallett, P. D., Hawes, C., Iannetta, P. P. M., Jones, H. G., Karley, A. J., Li, L., McKenzie, B. M., Pakeman, R. J., Paterson, E., Schöb, C., Shen, J., Squire, G., Watson, C. A., Zhang, C., Zhang, F., Zhang, J., White, P. J. 2015. Improving intercropping: a synthesis of research in agronomy, plant physiology and ecology. [Online]206 (1). 107-117. doi: 10.1111/nph.13132.
- Brooks, S. N., Keller, K. R. 1960. Effect of Time of Applying Nitrogen Fertilizer on Yield of Hops 1. [Online]52 (9). 516-518. doi: 10.2134/agronj1960.00021962005200090009x.
- Carpenter, S. R., Caraco, N. F., Correll, D. L., Howarth, R. W., Sharpley, A. N., Smith, V. H. 1998. NONPOINT POLLUTION OF SURFACE WATERS WITH PHOSPHORUS AND NITROGEN. [Online]8 (3). 559-568. doi: 10.1890/1051-0761(1998)008[0559:NPOSWW]2.0.CO;2.

- Čeh, B. 2009. EFFECT OF THE STABILIZED NITROGEN FERTILIZER ON THE HOP YIELD AND ITS QUALITY COMPARED TO CALCIUM AMONNITRATE. In: Hop bulletin. 16 ed. pp. 23-31.
- Čeh, B. 2014. Impact of slurry on the hop (*Humulus lupulus* L.) yield, its quality and N-min content of the soil. 60 . 267-273.
- Chen, Y. -F., Wang, Y., Wu, W. -H. 2008. Membrane Transporters for Nitrogen, Phosphate and Potassium Uptake in Plants. [Online]50 (7). 835-848. doi: 10.1111/j.1744-7909.2008.00707.x.
- Chen, Y., Opit, G. P., Jonas, V. M., Williams, K. A., Nechols, J. R., Margolies, D. C. 2007. Twospotted Spider Mite Population Level, Distribution, and Damage on Ivy Geranium in Response to Different Nitrogen and Phosphorus Fertilization Regimes. [Online]100 (6). 1821-1830. doi: 10.1093/jee/100.6.1821.
- Dabney, S., Delgado, J., Reeves, D. 2001. USING WINTER COVER CROPS TO IMPROVE SOIL AND WATER QUALITY. [Online]32 (7-8). 1221-1250. doi: <https://doi.org/10.1081/CSS-100104110>.
- Daniel, T. C., Sharpley, A. N., Lemunyon, J. L. 1998. Agricultural Phosphorus and Eutrophication: A Symposium Overview. [Online]27 (2). 251-257. doi: 10.2134/jeq1998.00472425002700020002x.
- De Keukeleire, J., Janssens, I., Heyerick, A., Ghekiere, G., Cambie, J., Roldán-Ruiz, I., Van Bockstaele, E., De Keukeleire, D. 2007. Relevance of Organic Farming and Effect of Climatological Conditions on the Formation of α -Acids, β -Acids, Desmethylxanthohumol, and Xanthohumol in Hop (*Humulus lupulus* L.). [Online]55 (1). 61-66. doi: 10.1021/jf061647r.
- Dreksler, J. 2022. Vliv meziplodin ve chmelnicích na vývoj plevelných společenstev (diplomová práce). Praha.
- Dreksler, J. 2023. Podzimní výsevy meziplodin do meziřadí chmelnic a regulace plevelů. [Online]Agromanuál. Retrieved from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/podzimni-vysevy-meziplodin-do-meziradi-chmelnic-a-regulace-plevelu>
- Fábry, A. 1975. Řepka, hořčice, mák a slunečnice. Praha. Státní zemědělské nakladatelství v Praze.
- Fauci, M. F., Dick, R. P. 1994. Plant Response to Organic Amendments and Decreasing Inorganic Nitrogen Rates in Soils from a Long-Term Experiment. [Online]58 (1). 134-138. doi: 10.2136/sssaj1994.03615995005800010019x.
- Freyer, B. 2003. Fruchtfolgen: konventionell, integriert, biologisch. 1st ed. Stuttgart. Eugen Ulmer. ISBN: 9783800135769.
- Gale, G., Hart, J., Christensen, N. 2000. Fertilizer Guide Hops. Oregon State University Extension Service.
- Gent, D. 2015. Nutrient management and imbalances. Field Guide For Integrated Pest Management In Hops. 98-100.

- Gent, D., Nelson, M., Grove, G. 2008. Persistence of Phenylamide Insensitivity in *Pseudoperonospora humuli*. [Online]92 (3). doi: <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-3-0463>.
- Gent, D., Ocamb, M. 2009. Predicting Infection Risk of Hop by *Pseudoperonospora humuli*. [Online]99 (10). Retrieved from <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PHYTO-99-10-1190>
- Graf, T., Beck, M., Ismann, D., Portner, J., Doleschel, P. 2014. *Humulus lupulus* - The hidden half. 67 (11). 161-166.
- Hartwig, N., Ammon, H. 2002. Cover crops and living mulches. [Online]50 (6). 688-699. doi: [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2002\)050\[0688:AIACCA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2002)050[0688:AIACCA]2.0.CO;2).
- Honsová, H. 2022. Erozi v zemědělství lze účinně řešit. [Online]2022 (7). Retrieved from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/erozi-v-zemedelstvi-lze-ucinne-resit>
- Iskra, A. E., Lafontaine, S. R., Trippe, K. M., Massie, S. T., Phillips, C. L., Twomey, M. C., Shellhammer, T. H., Gent, D. H. 2019. Influence of Nitrogen Fertility Practices on Hop Cone Quality. [Online]77 (3). 199-209. doi: 10.1080/03610470.2019.1616276.
- 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. 1st ed. Žatec. Chmelařský institut. ISBN: 978-80-86836-98-0.
- Kazda, J. 2003. Choroby a škůdci polních plodin, ovoce a zeleniny. 3rd ed. Praha. Zemědělec. ISBN: 80-86726-03-7.
- Kincl, D., Kabelka, D., Srbek, J., Čáp, P., Petruš, A., Petera, M., Krofta, K., Pokorný, J. 2018. Půdoochranné technologie pro pěstování chmelu: certifikovaná metodika. 1st ed. Praha. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy v Praze. ISBN: 978-80-87361-90-0.
- Kocourková, B., Pluháčková, H., Růžičková, G. 2014. Pěstování speciálních plodin. Brno. Mendelova univerzita v Brně. ISBN: 978-80-7509-020-1.
- Korpeläinen, H., Pietiläinen, M. 2021. Hop (*Humulus lupulus* L.): Traditional and Present Use, and Future Potential. [Online]75 (3-4). 302-322. doi: 10.1007/s12231-021-09528-1.
- Kristensen, H., Thorup-Kristensen, K. 2004. Root Growth and Nitrate Uptake of Three Different Catch Crops in Deep Soil Layers. [Online]68 (2). 529-537. doi: <https://doi.org/10.2136/sssaj2004.5290>.
- Krofta, K. 2012. Integrovaný systém pěstování chmele. Žatec. Petr Svoboda. ISBN: 978-80-86836-82-9.
- Krofta, K., Ježek, J. The effect of time of cutting on yield and the quality of the hop hybrid varieties Harmonie, Rubín and Agnus. [Online]56 (12). 564-569. Retrieved from DOI:10.17221/187/2010-PSE
- Kronvang, B., Grant, R., Larsen, S. E., Svendsen, L. M., Kristensen, P. 1995. Non-point-source nutrient losses to the aquatic environment in Denmark: impact of agriculture. [Online]46 (1). doi: 10.1071/MF9950167.

- Krottenthaler, M. 2009. Hops. [Online] In: M. Krottenthaler. Hops. 1st ed. pp. 85 - 104. Weinheim. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. ISBN: 9783527623488. Retrieved from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527623488>
- Kuchtík, F. 2013. Pěstování rostlin: speciální část. 2nd ed. Třebíč. FEZ. ISBN: 80-901789-7-9.
- Kunz, C., Sturm, D., Varnholt, D., Walker, F., Gerhards, R. 2016. Allelopathic effects and weed suppressive ability of cover crops. [Online]62 (2). 60-66. Retrieved from https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/612_2015-PSE.pdf
- Leguédois, S., Planchon, O., Legout, C., Le Bissonnais, Y. 2005. Splash Projection Distance for Aggregated Soils. [Online]69 (1). doi: 10.2136/sssaj2005.0030.
- Li, L., Zhang, L., Zhang, F. 2013. Crop Mixtures and the Mechanisms of Overyielding. [Online] In: Encyclopedia of Biodiversity. pp. 382-395. Elsevier. ISBN: 9780123847201.
- Lipecki, J., Berbeć, S. 1997. Soil management in perennial crops: orchards and hop gardens. [Online]43 (1-2). 169-184. doi: 10.1016/S0167-1987(97)00039-1.
- Maeder, P., Fliessbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P., Niggli, U. 2002. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. [Online]296 (5573). 1694-1697. doi: 10.1126/science.1071148.
- Mandelc, S., Timperman, I., Radišek, S., Devreese, B., Samyn, B., Javornik, B. 2013. Comparative proteomic profiling in compatible and incompatible interactions between hop roots and *Verticillium albo-atrum*. [Online]68 (1). 23-31. doi: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2013.03.017>.
- Melero, S., Porrás, J. C. R., Herencia, J. F., Madejon, E. 2006. Chemical and biochemical properties in a silty loam soil under conventional and organic management. [Online]90 (1-2). 162-170. doi: 10.1016/j.still.2005.08.016.
- Morais, M. C., Aires, A., Barreales, D., Rodrigues, M. Â., Ribeiro, A. C., Gonçalves, B., Silva, A. P. 2020. Combined Soil and Foliar Nitrogen Fertilization Effects on Rainfed Almond Tree Performance. [Online]20 (4). 2552-2565. doi: 10.1007/s42729-020-00321-y.
- Morgan, R. 2009. Soil Erosion and Conservation. 3rd ed. Wiley-Blackwell. ISBN: 978-1-405-14467-4.
- Murakami, A., Darby, P., Javornik, B., Pais, M. S. S., Seigner, E., Lutz, A., Svoboda, P. 2006. Molecular phylogeny of wild Hops, *Humulus lupulus* L. [Online]97 (1). 66-74. doi: 10.1038/sj.hdy.6800839.
- Nedělník, J. 2007. Trvale udržitelné píceinářství. 55 (6). 54-57.
- Ocvirk, M., Nečemer, M., Košir, I. 2019. The determination of the geographic origins of hops (*Humulus lupulus* L.) by multi-elemental fingerprinting. [Online]277 (30). 32-37. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.10.070>.
- Oerke, E. -C., Schönbeck, F. 1990. Effect of Nitrogen and Powdery Mildew on the Yield Formation of Two Winter Barley Cultivars. [Online]130 (2). 89-104. doi: 10.1111/j.1439-0434.1990.tb01156.x.

- Parry, R. 1998. Agricultural Phosphorus and Water Quality: A U.S. Environmental Protection Agency Perspective. [Online]27 (2). 258-261. doi: 10.2134/jeq1998.00472425002700020003x.
- Patzak, J., Nesvadba, V., Hencychová, A., Krofta, K. 2010. Assessment of the genetic diversity of wild hops (*Humulus lupulus* L.) in Europe using chemical and molecular analyses. [Online]38 (2). 136-145. doi: 10.1016/j.bse.2009.12.023.
- Pavloušek, P. c2011. Pěstování révy vinné: moderní vinohradnictví. Praha. Grada. ISBN: 978-80-247-3314-2.
- Pelhřimovský, J. 1888. O chmelařství: se zvláštním zřetelem k pěstování na Moravě. 1st ed. Dačice. Antonín Kasalý.
- Piotrowska, A., Wilczewski, E. 2012. Effects of catch crops cultivated for green manure and mineral nitrogen fertilization on soil enzyme activities and chemical properties. [Online]189-190 . 72-80. doi: 10.1016/j.geoderma.2012.04.018.
- Pokorný, J. 2016. Výstavba, zakládání porostů a agrotechnika chmele pěstovaného v nízké konstrukci. 1st ed. Žatec. Chmelařský institut. ISBN: 978-80-86836-80-5.
- Ramírez-García, J., Carrillo, J., Ruiz, M., Alonso-Ayuso, M., Quemanda, M. 2015. Multicriteria decision analysis applied to cover crop species and cultivars selection. [Online]175 . 106-115. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.02.008>.
- Rogério, F., Silva, T. R. B. da, Santos, J. I. dos, Poletine, J. P. 2013. Phosphorus fertilization influences grain yield and oil content in crambe. [Online]41 . 266-268. doi: 10.1016/j.indcrop.2012.04.016.
- Roy, R., Finck, A., Blair, G., Tandon, H. 2006. Plant nutrition for food security: A guide for integrated nutrient management. 1st ed. Rome. FAO. ISBN: 92-5-105490-8.
- Rybáček, V. 1980. Chmelařství. 1st ed. Praha. Státní zemědělské nakladatelství.
- Sete, P. B., Comin, J. J., Nara Ciotta, M., Almeida Salume, J., Thewes, F., Brackmann, A., Toselli, M., Nava, G., Rozane, D. E., Loss, A., Lourenzi, C. R., da Rosa Couto, R., Brunetto, G. 2019. Nitrogen fertilization affects yield and fruit quality in pear. [Online]258 . doi: 10.1016/j.scienta.2019.108782.
- 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. 69 (2). 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*. [Online]240 (1). 104-355. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2019.153008>.
- Šnobl, J. 2004. Rostlinná výroba IV.. Praha. Česká Zemědělská Univerzita Praha. p. 119. ISBN: 80-213-1153-3.
- Štranc, J., Štranc, P., Štranc, D. 2013. Zásady správné agrotechniky chmele a analýza příčin velkého úhynu chmele na jaře roku 2012. Praha [i.e. České Budějovice]. Kurent. ISBN: 978-808-7111-390.

- Valarini, P. J., Alvarez, M. ^a C. D., Gascó, J. M. ^a, Guerrero, F., Tokeshi, H. 2002. Integrated evaluation of soil quality after the incorporation of organic matter and microorganisms. [Online]33 (1). 35-40. doi: 10.1590/S1517-83822002000100007.
- van Dijk, A. I. J. M., Meesters, A. G. C. A., Bruijnzeel, L. A. 2002. Exponential Distribution Theory and the Interpretation of Splash Detachment and Transport Experiments. [Online]66 (5). 1466-1474. doi: 10.2136/sssaj2002.1466.
- Vandermeer, J. H. 2012. The Ecology of Intercropping [Online]. Cambridge University Press. ISBN: 9780521345927.
- Vaněk, V. 2016. Výživa a hnojení polních plodin. 1st ed. Praha. Profi Press. ISBN: 978-80-86726-79-3.
- Vavera, R., Křivánek, J., Pechová, M. 2017. Výživa a hnojení produkčních chmelnic: certifikovaná metodika. 1st ed. Praha. Výzkumný ústav rostlinné výroby. ISBN: 978-80-7427-268-4.
- Vejražka, K., Holý, K., Křivánek, J., Vavera, R., Procházka, P., Kudrna, T. 2017. Pěstování podplodin v meziřadí chmelnic. 1st ed. Troubsko. Zemědělský výzkum, spol. ISBN: 978-80-88000-21-1.
- Veromann, E., Toome, M., Kännaste, A., Kaasik, R., Copolovici, L., Flink, J., Kovács, G., Narits, L., Luik, A., Niinemets, Ü. 2013. Effects of nitrogen fertilization on insect pests, their parasitoids, plant diseases and volatile organic compounds in Brassica napus. [Online]43 . 79-88. doi: 10.1016/j.cropro.2012.09.001.
- Vopravil, J., Brant, V., Kroulík, M., Kabelka, D., Krofta, K., Dreksler, J., Procházka, P., Kincl, D., Zábanský, P. 2022. Optimalizace zpracování půdy ve chmelnicích za účelem podpory infiltrace vody a ochrany půdy před degradačními procesy. 1st ed. Praha. Kurent. ISBN: 978-80-88323-73-0.
- Vostřel, J. 2008. Metodika ochrany chmele proti mšici chmelové: Metodika pro praxi. 1st ed. Žatec. Chmelařský institut. ISBN: 978-80-86836-69-0. D
- Vostřel, J. 2008. Metodika ochrany hybridních odrůd proti perenospoře chmelové: Metodika pro praxi. 1st ed. Žatec. Chmelařský institut. ISBN: 978-80-86836-75-1. A
- Vostřel, J. 2010. Metodika ochrany chmele proti padlí chmelovému: Metodika pro praxi. 1st ed. Žatec. Chmelařský institut. ISBN: 978-80-87357-07-1. B
- Vostřel, J., 2008. Metodika ochrany chmele proti svilušce chmelové: Metodika pro praxi. 1st ed. Žatec. Chmelařský institut. ISBN: 978-80-86836-72-0. C
- Vostřel, J., Klapal, I., Trefilová, M. 2022. Metodika ochrany chmele 2022. Žatec. Svoboda Petr. ISBN: 978-80-86836-50-8.
- WILSON, D. G. A. Y. 1975. PLANT REMAINS FROM THE GRAVENEY BOAT AND THE EARLY HISTORY OF HUMULUS LUPULUS L. IN W. EUROPE. [Online]75 (3). 627-648. doi: 10.1111/j.1469-8137.1975.tb01429.x.

Zhang, F., Shen, J., Zhang, J., Zuo, Y., Li, L., Chen, X. 2010. Rhizosphere Processes and Management for Improving Nutrient Use Efficiency and Crop Productivity. [Online] In: . pp. 1-32. Elsevier. ISBN: 9780123810335.