

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



Půdoochranná pěstitelská technologie chmele

Bakalářská práce

Autor práce: Tomáš Karel

Zahradnictví

Vedoucí práce: prof. Ing. Josef Pulkrábek, CSc.

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

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

V Praze dne _____

Poděkování

Úvodem bakalářské práce bych rád poděkoval vedoucímu mé práce, prof. Ing. Josefu Pulkrábkovi, CSc., za cenné rady při vedení mé práce, dále Ing. Václavu Bazikovi za pomoc s praktickou i teoretickou částí práce. Velké poděkování patří i mé manželce Ing. Karlové Gabriele, za to že mi po celou dobu studia byla oporou. Poděkování patří také mé rodině za podporu ve studiu.

Půdoochranná pěstitelská technologie chmele

Souhrn

Chmel patří mezi významné pěstitelské komodity v české republice. Nejvíce je chmel využíván v potravinářství a to hlavně pro výrobu piva a ve farmacii. Vzhledem k tomu, že se chmel pěstuje na jednom místě až 30 let a více, je zájmem pěstitele udržovat podmínky pro jeho růst v co nejvyšší kvalitě. V posledních letech se poměrně značně mění klima na území České republiky a i ve světě, je tedy v nejlepším zájmu pěstitele, aby se snažil udržet vodu a živiny na svém pěstebním pozemku. Jednou z možností, jak dosáhnout lepší kvality hlávek a lepšího výnosu chmele, jsou půdoochranné pěstitelské technologie. Půdoochranné pěstitelské technologie napomáhají obohacení půdy o organickou hmotu, pomáhají omezovat větrnou a vodní erozi, omezují šíření chorob a škůdců v porostech, také omezují zhutnění a devastaci orné půdy.

Půdoochranné technologie jsou postupy, u kterých s menšími vklady dokážeme dosáhnout větších pěstebních výsledků. Tyto technologie mají ale také svá negativa a je vždy na pěstiteli, aby zvážil všechna pro a proti a rozhodl, zda klady, za jeho klimatických a půdních podmínek, převažují nad zápory.

Tato práce se zabývá problematikou půdoochranných opatření a jejich přínosem pro pěstitele chmele. Teoretická část této práce je vypracována formou literární rešerše na základě zpracování dostupné literatury u nás i v zahraničí. Na základě těchto poznatků je teoretická část ověřena praktickým poloprovozním pokusem v pěstitelské oblasti Chrástany u Rakovníka, v žatecké chmelové oblasti. Při poloprovozním pokusu je použita balíčková ozdravená sadba žateckého poloraného červeňáku klon 72 a pokus probíhá ve třech pěstebních variantách - konvenční pěstitelská technologie, půdoochranná pěstitelská technologie a minimalizační pěstitelská technologie. V poloprovozním pokusu dosáhla nejvyššího výnosu konvenční pěstitelská technologie s celkovým výnosem 912,87 kg suchého chmele z 1 ha. Oproti tomu, nejvyššího obsahu α hořkých látek dosáhla minimalizační pěstitelská technologie.

Klíčová slova: Chmel, chmelové hlávky, technologie pěstování, sklizeň, kvalita hlávek, mezplodina, organická hmota, minimalizace.

Soil protecting growing technology

Summary

Hops are among the most important commodities in the Czech Republic. Most of the hops are used in the food industry, mainly for beer production and in pharmacy. As hops are grown in one place for up to 30 years or more, the grower's interest is to maintain the conditions for its growth in the highest quality. In recent years, the climate in the Czech Republic and in the world has changed quite considerably, so it is in the best interest of the grower to try to keep water and nutrients on its land. One of the ways how to achieve better quality of cones and better yield of hops is by soil-conservation technologies. Soil preservation technologies help to enrich the soil with organic matter, help to reduce wind and water erosion, reduce the spread of diseases and pests in growths, and also reduce compaction and devastation of arable land.

Soil-protected technologies are procedures in which we can achieve larger growing results with smaller deposits. But they also have their own negatives and it is always up to the grower to consider all the pros and cons and decide whether the pros, under its climatic and soil conditions, outweigh the negatives.

This work deals with the issue of soil conservation measures and their contribution to growers. The theoretical part of this work is elaborated in the form of a literature search based on the processing of available literature in our country and abroad. Based on this knowledge, the theoretical part is verified by a practical pilot attempt experiment in the area of Chrášťany near Rakovník, in the Žatec hop area. In the pilot attempt, a bare-root bred seedlings of Saaz semi-early redwood clone 72 is used and the experiment is carried out in three cultivation variants - conventional grower technology, soil conservation technology and minimizing grower technology. In the pilot experiment, conventional cultivation technology achieved the highest yield with a total yield of 912.87 kg of dry hops from 1 ha. In contrast, the highest content of a-bitter substance was achieved by minimizing growing technology.

Keywords: Hops, hop cones, cultivation technology, harvest, quality of cones, intercrop, organic matter, minimization.

Obsah

1	Úvod	7
2	Cíl práce	8
3	Literární rešerše.....	9
3.1	Chmel otáčivý	9
3.2	Současnost chmele v České republice	10
3.2.1	Integrovaný systém pěstování chmele	11
	• Podzimní kultivace chmelnic v integrovaném systému pěstování.....	11
	• Jarní kultivace chmelnic v integrovaném systému pěstování.....	13
	• Letní kultivace chmelnic v integrovaném systému pěstování	13
3.3	Půdoochranné technologie v pěstování chmele	14
3.3.1	Zelený pokryv půdy.....	14
	• Obohacení půdy organickou hmotou	16
	• Omezení větrné a vodní eroze půdy	18
	• Nevýhody pěstování zeleného pokryvu v meziřadí.....	19
3.4	Zpracování půdy	19
3.4.1	Minimalizační technologie	20
4	Metodika	21
4.1	Poloprovozní pokus	21
4.2	Model poloprovozního pokusu	21
5	Výsledky	26
6	Diskuze	29
7	Závěr	31
8	Literatura.....	32
9	Seznam použitých zkratk a symbolů	35
10	Přílohy	36

1 Úvod

„Jemný aromatický chmel se v České republice pěstuje už tisíce let. Známkování chmele se začalo provádět již v 16. stol. První patent o úředním pečetění chmele a listina o jedinečnosti původu chmele byly vydány Marií Terezií v roce 1769.“ (Altová, 2018).

Český chmel patří mezi světově uznávané chmelové odrůdy. Je ceněn díky vysoce jemnému a ušlechtilému aroma, kterým disponuje Žatecký poloraný červeňák. Některé úspěšné chmelové odrůdy s podobným aroma, vycházejí geneticky právě z Žateckého poloraného červeňáku.

„Na základě Nařízení Komise č. 503/2007 ze dne 8. května 2007 bylo označení ŽATECKÝ CHMEL (PDO) zapsáno do Rejstříku chráněných označení původu a chráněných zeměpisných označení. V rámci Evropské Unie se jedná o první udělené označení týkající se chmele a o jedno z prvních označení udělené českému zemědělskému nebo potravinářskému výrobku.“ (Altová, 2018).

Pěstitel chmele, jako podnikatel, má jednu základní nevýhodu oproti ostatním odvětvím podnikání a to, že jeho obživa je závislá na půdě. Půda je základní stavební kámen pěstitelství a zemědělství. Půda, jako pěstební prostředí, je nepřenositelná, veškeré změny, které na půdě provedeme, se nemusí projevit hned a negativní změny, které se na půdě projeví, mají dlouhodobé trvání. Náprava těchto negativních změn je zdlouhavá a někdy úplně nemožná. Pěstitel chmele musí brát tyto faktory o to více v potaz, vzhledem k tomu, že chmelnice jsou trvalé porosty, které jsou na stanovištích třicet let a někdy i více.

Vzhledem k tomu, že tradiční způsoby ošetřování chmelnic byly k půdě šetrnější než moderní technologické postupy. Ruční práce převažovala nad strojovou a zatížení půdy tak bylo mnohem menší. Těžká moderní technika, která chmelnicí projíždí mnohem častěji než dříve, zhutňuje a devastuje půdu. Pěstitelé chmele pro ochranu a úrodnost půdy by měli zařadit do technologického postupu pěstování půdoochranné opatření.

Půda je nejvýznamnější národní bohatství, je jedním ze základních prvků životního prostředí a podle vztahů lidí k půdě bývá posuzována kulturní vyspělost dané populace. Jak říká citát F. D. Roosevelta: „Národ, který ničí půdu, ničí sám sebe“.

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce s názvem „Půdoochranná pěstitelská technologie chmele“ je inovovat pěstitelskou technologii tak, aby splňovala požadavky na ochranu půdy a současně s využitím produkčních vlastností odrůdy byla ekonomicky přijatelná. Dalším cílem práce je zpracovat na toto téma podrobný literární přehled. Posledním cílem práce je pomocí jednotlivých variant pokusu ověřit ozdravenou balíčkovanou sadbu Žateckého poloraného červeňáku klon 72 a tři technologie pěstování.

3 Literární rešerše

3.1 Chmel otáčivý

Z taxonomického hlediska náleží chmel do řádu rostlin kopřivovitých, do čeledě konopnatých (Zima a Závorka, 2017).

Chmel otáčivý je vytrvalá rostlina, která roste na svém stanovišti 20 až 30 let (Nesvadba, 2013).

U rostlin chmele dochází každý rok s nástupem zimy k odumírání nadzemních orgánů, rostlina tak přetrvává pouze v podobě podzemních orgánů. Podzemní tlustá část kořene se nazývá babka. Z babky vyrůstá směrem dolů kořenový systém rostliny a směrem nahorů z babky vyrůstají výhony. Kořeny vyrůstající z babky mohou dosahovat délky až 6 m, ale kořenová síť dosahuje největší hustoty v hloubce od 0,2 m až 1,8 m (Brant, 2016, Zima, Závorka, 2017, Nesvadba, 2013).

Kořenový systém chmele lze rozdělit a popsat jako následující části. Řádková část s postranními kořeny, disková část obklopující babku horizontálně rostoucími kořeny a soustava vertikálních kořenů. Horizontální i vertikální typy kořenů jsou rozdělené na trvalé a na jednoleté. Celková plocha prokořeněné půdy může dosahovat až 4.3 m³ (Graf, 2015).

Nové dřevo vyrůstající z babky směrem nahoru tvoří révu, ta nevyrůstá z babky pouze jedna, ale hned několik. Na chmelovod se zavádí pouze tři výhony, ostatní výhony se odstraňují (Brant, 2016, Zima, Závorka, 2017, Pokorný, Chyba, 2016).

Barva révy se liší dle příslušné odrůdy chmele, je složena z internodií, ta jsou dutá a šestihranná a jsou opatřena háčky, které révě pomáhají se pravotočivě přichycovat k podkladu. Listy, které vyrůstají na kolíčkách révy, jsou dlanité, mají 3 až 5 laloků. V úžlabí listu se vytvářejí očka, z těchto poté vyrůstají postranní výhonky révy nazývané pazochy. Na pazochu se vytváří květenství v podobě hlávek. Žádoucí je, aby doba květu byla co nejkratší. U poloraných odrůd se pohybuje doba květu okolo 20 dní (Zima, Závorka, 2017).

Rostliny **Žateckého poloraného červeňáku** jsou středního vzrůstu a mají pravidelný válcovitý tvar. Réva těchto rostlin má zeleno-červenou barvu a dosahuje průměru 9 až 11 mm. Pazochy vyrůstají párovitě z nodu a bývají nasazené nízko. Na nich hustě vyrůstají hlávky, které mají tvar středně až dlouze vejčitý a aroma hlávek je pravé jemné chmelové. Rostliny jsou středně odolné až tolerantní k padlí chmelovému a středně odolné k peronospoře chmelové. Vegetační doba se pohybuje v rozmezí 122 až 128 dní (Ježek, Klapal, Krofta, 2015).

3.2 Současnost chmele v České republice

Česká republika se řadí na třetí místo v celosvětové produkci chmele. V roce 2017 se chmel pěstoval na ploše o rozloze 4945 ha. V roce 2018 se chmel pěstoval na ploše 5020 ha. Česká republika tak tvořila v roce 2017 8,3 % světové plochy v pěstování chmele. Jako druhý největší světový producent chmele se řadí Německo a jako první USA. Na čtvrtém místě v produkci chmele je Čína (Altová, 2017).

Chmel na území České republiky v roce 2018 pěstuje 119 pěstitelů a to na výměře 5020 ha. Pěstování chmele je u nás ve třech chmelařských oblastech- Žatecko, Úštěcko a Tršicko. Největší podíl v pěstební ploše zaujímá oblast Žatecko a to pěstební plochou 3856 ha. V Úštěcké oblasti se pěstuje chmel na ploše 535 ha. V Tršické oblasti na 629 ha pěstební plochy.

Je to již pátý rok, kdy se plochy pro pěstování chmele zvětšují. Naposledy byly zaznamenány pěstební plochy pro chmel nad pět tisíc hektarů v roce 2010 (5210 ha).

„Největší nárůst plochy o 32 hektarů byl registrován u odrůdy jemného aromatického chmele a to Žateckého poloraného červeňáku na současných 4 349 hektarů. Plocha odrůdy Sládek se zvýšila o 25 hektarů na současných 320 a odrůda Premiant se také o 5 hektarů zvýšila na aktuálních 170 hektarů. Odrůda Saaz Late se rozšířila pouze o 2 hektary se současnou plochou 46 hektarů. Vysokoobsažná odrůda Agnus zůstala beze změny na celkových 42 hektarech, stejně jako odrůda Kazbek, která zaujímá 34 hektarů. Plocha odrůdy Saaz Special se zvýšila o 8 hektarů na současných 34 hektarů.

Výsazy nových chmelnic za Českou republiku činí celkem 296 hektarů, což představuje 5,90 % ze součtu sklizňových ploch ČR. Oproti loňskému roku se jedná o mírné snížení.“ (Kršková, 2018).

Tabulka 1 Sklizňová plocha chmele v ČR- stav ke dni 20. 8. 2018

Odrůda [ha]	Žatecko	z toho výsaz	Úštěcko	z toho výsaz	Tršicko	z toho výsaz	ČR	z toho výsaz
Žatecký poloraný červeňák	3 395	150	458	9	496	76	4 349	235
Ostatní	461	42	77	7	133	12	671	61
Celkem	3 856	192	535	16	629	88	5 020	296

V posledních letech v České republice dochází k problematice s nedostatkem vody v půdě. Rostliny chmele se řadí mezi druhy náročné na příjem vody a jejím nedostatkem dochází k menší sklizni a také k fyziologickým poruchám v podobě nedozavřených a také nevyvinutých hlávek s nízkým obsahem lupulínu (Zima, Zázvorka, 2017).

Nedostatek srážek v posledních letech podmiňuje vznik závlahových systémů v porostech chmelnic. Závlaha chmelnice představuje významný faktor pro rentabilitu výroby. Mezi nejpoužívanější systémy závlahy ve chmelnicích patří takzvaný systém kapkové závlahy, kdy je závlahové potrubí umístěno na vrchu konstrukce (Štranc, Štranc, 2008).

Profesor Žalud ve svém článku uvádí, že „*Za posledních 170 let se průměrná roční teplota na území ČR zvýšila o 1,3 °C, zatímco roční úhrny srážek se nemění. Důsledkem je vyšší výpar a častější výskyt nedostatku vláhy v půdě, což označujeme jako zemědělské sucho. To se v posledních letech v naší republice stává nejvýznamnějším hydrometeorologickým extrémem redukcující výnos polních plodin.*“ (Žalud, 2016).

3.2.1 Integrovaný systém pěstování chmele

Integrovaná produkce představuje moderní způsob hospodaření na půdě. Integrovaná produkce tvoří mezičlánek mezi ekologickou a konvenční technologií produkce. Agrotechnika v rámci integrovaného pěstování chmele nezavádí žádné technologické novinky. Jde spíše o větší efektivitu jednotlivých agrotechnických zásahů kladení důrazu na hnojení zelenou hmotou a upřednostnění organických hnojiv před hnojivy chemickými. Integrovaný systém pěstování se také zaměřuje na hospodárné a maximální využití minerálních a ostatních hnojiv. Neméně důležitým prvkem je také hospodárné využívání závlahového systému (Krofta a kol., 2012).

- **Podzimní kultivace chmelnic v integrovaném systému pěstování**

Na počátku vegetace čerpá rostlina živiny především z podzemních zásobních orgánů. Do začátku jarního období probíhá čerpání živiny z půdy jen v malé míře. V počáteční fázi růstu čerpá chmel z půdy hlavně vápník a draslík, a v období dlouhivého růstu je nejvíce přijímán dusík. V podzimním období by měl být do chmelnice aplikován vápenec. Doporučená dávka 1-3 t·ha⁻¹ by měla být vhodně zapravena do půdy. Na podzim lze také

aplikovat fosforečná hnojiva, která se musí zapravit co nejhlouběji do půdního profilu, nejlépe při hloubkovém kypření meziřadí chmelnic (Štranc, 2019).

Podzimní kultivace chmelnic je často prováděna za účelem urovnání povrchu pro časné jarní práce. Dříve se podzimní práce ve chmelnici specifikovaly hlavně orbou. V posledních letech je snaha nahradit orbu mělkým kypřením a to z důvodů urovnání povrchu pro jarní práce v následném roce, také z důvodu menší energetické náročnosti oproti orbě. Musíme ale brát v potaz, že kypřením nelze použít pro zapravení statkových hnojiv do půdního profilu a kypřením se upravuje pouze povrchová vrstva půdy, nejedná se tak o zásah, který by výrazně zlepšoval fyzikální půdní vlastnosti (Štranc, agromanuál).

Mechanické zpracování půdy primárně upravuje vnitřní stavbu půdy, což má vliv na fyzikální vlastnosti půdy jako jsou: pórovitost, objemová hmotnost a struktura. Tyto změny vedou k úpravě biologických, termodynamických a chemických vlastností půdy. Zpracování půdy je bráno, jako jedna z variant v boji proti škodlivým organismům jejich život je vázán na půdu. Nejčastější mechanické operace ve chmelnicích jsou orba a kypření (Štranc, Štranc, 2008, Šnobl, 2004).

Mělké kypření půdy podporuje obnovu a formování kořenového systému rostlin. Orba je základním zpracováním půdy, nejen ve chmelnicích. Dobře provedená orba by měla zlepšit fyzikální vlastnosti půdy a podpořit správný růst kořenového systému. Orba se také používá k zapravení hnojiv do půdy a k usnadnění následných pracovních operací (Krofta a kol., 2012).

Podzimní zpracování půdy musí brát ohledy na stavbu kořenového systému rostliny a schopnost kořenového systému regenerovat. Při poškození kořenového systému v rámci podzimního zpracování půdy, dochází k jeho regeneraci v jarním nebo letním období, to je období kdy začíná rostlina hojně vytvářet nadzemní biomasu, to má následný pozitivní vliv na pozdější výnosy a kvalitu sklizně.

V poslední řadě lze úklid posklizňových zbytků brát jako prevenci proti šíření chorob a škůdců (Štranc, 2009).

- **Jarní kultivace chmelnic v integrovaném systému pěstování**

Jarní kultivační procesy napomáhají tomu, aby mohl být správně provedený řez chmele. Řez chmele je jedním z nejdůležitějších pracovních procesů, protože se týká samotné babky, která je základní částí rostliny po celou dobu jejího života (Krofta a kol., 2012, Zima, Zázvorka, 2017).

Řezem regulujeme dobu rašení výhonů, což má za následek ovlivnění vegetační doby. Řez také reguluje rozrůstání podzemních částí rostliny do stran. Babka tak zůstává pod úrovní půdy v optimální hloubce a ve stejném sponu. Za optimální období řezu se u Žateckého poloraného červeňáku považuje období od 5. do 20. dubna (Ježek, Klapal, Krofta, 2015). Pokusy prokázaly, že řez dříve nebo později v tomto termínu, nemá vliv na začátek nakvétání. Načasování řezu také nemá vliv na obsah α hořkých látek ve hlávkách. Vliv na kvalitu hlávek a obsah α hořkých látek má i termín sklizně. (Matsui, 2015)

K odstranění nových chmelových výhonů se používají rotační mechanické rezačky, jako nejúčinnější a nejefektivnější se ukázaly rezačky s plochým řezným kotoučem a průměru 600mm. Rezačka odřezává staré odnože v hloubce 50mm pod úrovní terénu. Důležité je, aby byl řez proveden čistě, aby se tak zamezilo následné mu infikování rány cizími patogeny. Efektivita s právnost provedení řezu ovlivňuje následný výnos a kvalitu sklizně (Hoffmann, Heřmánek, 2015).

Pro správné provedení řezu je nutné odkrytí chmelové babky, to se provádí odorávkou. Odorávka se provádí tak, aby se vrchní část babky odkryla o 5 cm. Řez chmele se provádí co nejdříve po odorávce, z důvodu zabránění vysychání babky (Krofta a kol. 2012).

- **Letní kultivace chmelnic v integrovaném systému pěstování**

Letní kultivace je z hlediska prováděných prací značně důležitá, nejen proto, že má vliv na vlastnosti půdy, ale také proto, že má vliv na samotné rostliny. Kultivace půdy v období vegetace je dělena na pracovní úkony provedené v meziřadí (kypření a plečkování) a na priorávku neboli hrůbkování. Kultivace půdy v meziřadí zajišťuje optimalizaci fyzikálních vlastností půdy a v druhé řadě také ničení plevelů v meziřadí. Kypření a plečkování meziřadí narušuje půdní škraloup, zajišťuje jím se také drobení a kypření půdy, což má za výsledek lepší hydrostatické vlastnosti půdy. Je potřeba ale dbát na to, že nadměrně kypřené půdy mohou ztrácet vláhu vlivem změny objemové hmotnosti. Kypření půdy výrazně poškozuje půdní strukturu, zejména když je prováděno za velkého obsahu vody v půdě. Při kypření se

horní vrstva půdy kypří za současného utužení spodní vrstvy půdy. Naopak málo prokypřená vrstva půdy vede k tvorbě půdního škraloupu, který brání vsakování vody, dále také k malé aerifikaci půdního profilu a následné špatné mikrobiální činnosti v půdní vrstvě a také nedostatku vzduchu v prostředí kořenů chmele. (Optimální koncentrace O₂ v prostředí kořenů chmelových rostlin je 10 – 12 %). Zhutnělá půda také snižuje schopnost prorůstání kořenů. Je tedy potřeba najít kompromis mezi těmito ukazateli. (Štranc, Štranc, 2008, Štranc, 2006).

Přiorávka se provádí za účelem zaklopení plevelů a především zajišťuje intenzivní růst jednoletého kořenového vlášení. V oblastech s těžšími půdami a s četnějšími srážkami je vhodné zvolit větší a širší hrúbky a v oblastech s opačnými podmínkami hrúbky menší a užší. Toto souvisí s vláhovým a teplotním režimem v oblasti kořenového systému chmele (Krofta kol, 2012, Štranc, 2006).

3.3 Půdoochranné technologie v pěstování chmele

Jedná se o ekologicky přijatelné postupy a operace, které jsou založeny na důkladném poznání biologie chmele a také poznání a porozumění jeho kulturních i přírodních stanovišť. Při těchto technologiích je dbáno na zvýšení úrodnosti půdy a menší zatížení životního prostředí, při zachování optimální výnosnosti hlávek, které mají vysokou kvalitu (Štranc, Štranc, 2008).

3.3.1 Zelený pokryv půdy

Jedním ze způsobů, jak nahradit snížené vstupy organických hnojiv do chmelnic a rozšířit biodiverzitu pěstebního prostředí, je pěstování meziplojin. Chmel je jako víceletá kultura pěstován na jednom stanovišti po desítky let, jeho produkční schopnost je závislá na vyvážení jeho biologických nároků a stanovištních podmínek. Je zřejmé, že pokud jsou pěstitelské a stanovištní podmínky horší, musíme tuto skutečnost vyvážit větším pěstitelským úsilím (Štranc, Štranc, 2008).

„Vzhledem k dlouhodobějšímu trendu poklesu humusu v půdě (na orné půdě, ale i u vytrvalých kultur včetně chmele), nedostatku statkových hnojiv, a tím časté absenci tohoto hnojení, se ukazuje nejen jako prospěšné, ale jako nutné začít ve chmelnicích využívat ozelenění půdy v jejich meziřadí. Přínos tohoto způsobu organického hnojení ve chmelnicích je řadou autorů doporučován již několik desítek let, ale dosud zůstává popelkou.“ (Štranc, 2019).

Podplodina je prvek, který vyvažuje narušenou biologickou rovnováhu v porostech trvalých kultur. Ve chmelnicích se narušení biologické rovnováhy projevuje zejména jako rozšiřování plevelných rostlin, zvýšený výskyt chorob a škůdců a zhoršující se chemické a biologické vlastnosti půdy. Důsledkem těchto jevů bývá únava půdy a zhoršení produkčních schopností rostlin (Štranc, Štranc, 2008).

Meziplodiny, které využívají vegetační období mezi dvěma hlavními plodinami, slouží jako intenzifikační faktor. Dříve plnily meziplodiny funkci krmných plodin pro hospodářská zvířata a dokázaly pokrýt až 10 % potřeby objemných krmiv (Benda, Petřík, 1984).

Cílem podplodiny je podpora a rozvoj produkčních a meziproductních funkcí pěstované rostliny (Brant, Balík, 2008).

Základní funkcí meziplodin je produkce biomasy. Meziplodiny významně ovlivňují podíl organické hmoty v půdě, čímž ovlivňují celé pěstební prostředí. Podplodiny významně rozšiřují biodiverzitu porostu, tato funkce napomáhá ke větší ekologické stabilitě chmelnic. Meziplodiny také zamezují ztrátám živin, především nitrátového dusíku, snižují erozi půdy a omezují růst plevelů (Brant, Balík, 2008, Štranc, Štranc, 2008).

Podplodiny plní také funkci v ochlazování krajiny, zamezují vyplavování živin z půdy, mohou zpestřovat krmnou dávku chovaných zvířat a plnit krajinnotvorné funkce (Brant, Balík, 2008).

V porostech podplodin je dobré brát v potaz možnost regulace porostů pomocí růstových retardátorů, nebo v případě jetelotravních směsek, pomocí sečení. Tyto operace sniží vláhový příjem podplodin a podpoří tak příjem vláhy pro chmelové rostliny v období jejich intenzivního růstu (Štranc, Štranc, 1/2009).

Z hlediska agrotechnických zásahů musíme brát v potaz, že udržování stálého rostlinného porostu v prostoru meziřadí je energeticky méně náročné než plošná kultivace meziřadí. Technika při pohybu po rostliném pokryvu spotřebuje méně paliva, než při pohybu po černém úhoru a také je možné přejíždět technikou v meziřadí i za nevhodného a vlhkého počasí (Krofta, Ježek, Klapal, 2012).

Meziplodiny mohou také plnit funkci při omezení šíření a škůdců a chorob. Při správném výběru meziplodiny lze potlačit výskyt chorob a škůdců v porostu a naopak. Z praxe jsou známé příklady, kdy jsou velké monokulturní pozemky napadány škůdci častěji a ve větším množství, než pozemky malé s odlišnými plodinami. Příčinou tohoto jevu je fakt, že škůdci v monokultuře mají pohromadě velké množství potravy na jednom místě a také v monokulturních porostech bývá menší rozmanitost přirozených predátorů škůdců.

Při rostlinném společenstvu, které je druhově rozmanité, je druhově rozmanité i společenstvo živočichů v něm žijící a také tedy rozmanité množství přirozených predátorů. Jako další vede k druhové rozmanitosti fakt, že větší množství kvetoucích druhů, láká do porostu větší množství opylovačů. Tento fakt vede k přilákání většího množství prospěšných predátorů do porostu. Nesmíme ale zapomínat, že i meziplodiny mohou být napadeny škůdci (Brant, Balík, 2008, Štranc, Štranc, 2/2009).

Podplodiny příznivě ovlivňují mikroklima chmelnice. Zelený pokryv oproti černému úhoru zvyšuje relativní vzdušnou vlhkost až o 16 % a tím pádem snižuje i okolní teplotu a to kolo 1,1°C. Tyto změny klima ve chmelnici mají za následek zvýšení fotosyntézy chmelových rostlin a následný větší výnos a kvalitu chmelových hlávek (Štranc, Štranc, 2/2009).

V jarním období je nejvhodnější vysévat porosty podplodiny následujících kultur: pelušky, vikce, bobu, hořčice, svazenky a řepky. Při pozdně letním výsevu se nejvíce vyplatí pracovat s výsevy hořčice, svazenky, řepky a směsi ozimého žita s ozimou vikví. Pokud tvoří podplodinu víceletý porost, je nejvhodnější použít jetelotravní směsky, jejíž nejčastějšími komponenty jsou jílek vytrvalý, lipnice luční a jetel plazivý. Směs žita s vikví a také oz. Řepku, lze ponechat na stanovišti i přes zimní období, jejich zapravení do půdy je poté možno provést časně z jara. Výhoda přezimování těchto meziplodin spočívá ve fixaci vzdušného dusíku i v průběhu teplejších zimních období (Štranc, Štranc, 1/2009, Brant, Balík, 2008).

Podplodiny celkově zhoršují vláhové poměry ve chmelnicích. Podplodiny nekonkurují chmelovým rostlinám z hlediska vody jen při srážkách do cca 5 mm. Obecně lze říci, že podplodiny se vyplatí pěstovat v lokalitách, kde roční úhrn srážek činí více jak 500 – 5500 mm a půdní profil obsahu těžší vododržné půdy. Pokud lokalita nedisponuje těmito vlastnostmi, je výhodnější pěstovat podplodiny ve chmelnicích se závlahou (Štranc, Štranc, 1/2009).

- **Obohacení půdy organickou hmotou**

Chmel patří k rostlinám náročným na obsah organických látek v půdě. Obsah organických látek ve chmelnicích také značně ovlivňuje způsob pěstování chmele. Přiorávka a odorávka a neustálé kypření meziřadí, mají za následek aerifikaci půdního prostředí a tak i následnou rychlejší mineralizaci organických látek v půdě. Nadměrné mineralizaci také přispívá hnojení dusíkatými hnojivy, které mají za následek nadměrný vegetativní růst a také

nepoměr C:N v půdě. Poslední sledování také naznačují, že i kapénková zvlaha může mít negativní vliv na obsah organické hmoty v půdě. Organickou hmotu v půdě lze rozdělit na primární organickou hmotu, tu tvoří rostlinné zbytky, org. hnojiva a edafon a na humusové látky, které vznikají z primárních organických látek složitými rozkladnými a syntetickými procesy. Humusové látky jsou v půdě přínosem hlavně svými ionto-výměnými vlastnostmi a sorpčními vlastnostmi. Uvádí se, že aby se pokryl úbytek humusových látek v půdě, je potřeba vpravit do půdního profilu zhruba 4,5 t/ha organických látek (Štranc, 2019).

Při pěstování meziplodin dochází k obohacení organickou hmotou vlivem rozkladu kořenové hmoty, nebo zapravením celého porostu meziplodiny pod povrch půdy. Používání plodin tímto způsobem se nazývá jako zelené hnojení. Takto zapravená organická hmota má pozitivní vliv na akumulaci dusíku v půdě, zvýšení obsahu humusu, zvyšování půdní úrodnosti, stabilitu půdních agregátů a také zlepšení půdní struktury (Brant, Balík, 2008).

Organická hmota v půdě snižuje objemovou hmotnost půdy, omezuje zhutňování půdy, má také vliv na vsakování vody ze srážek. Vyšší podíl organické hmoty v půdě také zlepšuje její biologickou aktivitu, rozumí se tím aktivitu makro i mikro edafonu. Půdní edafon se posléze podílí na mineralizaci, poutání živin a tvorbě humusu a CO₂. Vyšší obsah organických látek v půdě také napomáhá růstu mikorhizních hub, tyto houby se poté podílejí nejen a pomoci příjmu živin pro chmelové rostliny, ale také pomáhají s příjmem vody. (Štranc, 2019).

Při zapravení biomasy do půdy, nebo při využití posklizňových zbytků dochází k významnému posílení mikrobiální aktivity v půdě a k významnému obohacování půdy o organickou hmotu (Vach, Haberle, 2005, Galazka, Gawryjolek, 2017).

Humusové látky zlepšují fyzikální vlastnosti půdy tím, že stmelují půdní agregáty a zvyšují retenční schopnost půdy pro vody a živiny. Stmelení půdních agregátů má největší vliv na porovitost a provzdušněnost půdy, ale také na schopnost půdy poutat živiny a vodu. (Štranc, Štranc, 2008).

Mechanickým a biochemickým vlivem kořenů se meziplodiny podílejí na prokypřování vrtev ornice a spodních vrtev půdy, napomáhají tak zmírnit následky nadměrného zhutnění agrotechnikou (Vach, Haberle, 2005).

Meziplodiny, které mají schopnost tvořit mohutný, hluboce kořenicí kořenový systém, mají největší vliv na zlepšení vodního a vzdušného režimu orniční vrstvy a podorničí. Produkce organické hmoty je závislá na druhu plodiny, termínu výsevu, délce vegetace a povětrnostních vlivech (Brant, Balík, 2008).

Tabulka 2 Průměrné hodnoty produkce suché nadzemní biomasy ($t \cdot ha^{-1}$) strniskových meziplodin

(Brant, Balík, 2008)

rostlinný druh	produkce biomasy ($t \cdot ha^{-1}$)
hořčice bílá	0,412
jetel inkarnát	0,119
jetel inkarnát + jílek vytrvalý	0,142
ředkev olejná	0,249
řepka ozimá	0,145
svazenka vratičolistá	0,361

- **Omezení větrné a vodní eroze půdy**

Vodní eroze je jedním z nejčastějších faktorů degradace půdy na území České republiky. Dle výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v. v. i. je více než polovina výměry zemědělské půdy ČR ohrožena vodní erozí. Odolnost půdy vůči vodní erozi je možné ovlivnit a to pomocí správného zpracování půdy. Erozi lze omezit také pomocí správných protierozních a melioračních opatření, dále také pomocí správných osevních postupů a správně zvolené pěstební technologie (Badalíková, Novotná, 2018, Hůla, 2016).

V klimatických podmínkách České republiky se vytvoří 10 mm půdy zhruba za 100 a více let (Vašků, 2002).

Na porostech kultur s širokým meziřadím, u kterých se používá konvenční zpracování půdy společně s orbou, dochází k lepšímu vsakování vody při slabších a kratších deštích. Intenzivní a dlouhotrvající srážky mají za následek ucpání větších porů povrchové vrstvy půdy, pomocí menších částeczek půdy. Následkem je intenzivní vodní eroze a následné vytvoření půdního škraloupu, který brání opětovnému vsakování vody do půdy. Abycom omezili vodní i větrnou erozi je vhodné mít půdu meziřadí, co nejdelší dobu porostlou zeleným porostem. Při pěstování jiných širokořadých plodin, např. kukuřice, je vhodné do meziřadí umístit rostlinné zbytky nebo mulč. (Hůla, 2016).

Zelený pokryv půdy snižuje následky vodní eroze přímou ochranou povrchu půdy, před dopadem dešťových kapek, které mechanicky narušují povrch a strukturu půdy. Další způsob

ochrany půdy je prováděn mechanicky, pomocí kořenového systému, který zabraňuje odplavení půdních částic a zpevňuje půdní profil (Brant, Balík, 2008).

Vodní eroze je nejčastějším problémem v porostech, které se nacházejí ve svažitých polohách (Žatecká chmelařská oblast). V těchto oblastech můžeme v horních částech svahů, pozorovat plošnou erozi, které v dolních částech svahů, přechází v rýhovou až výmolovou erozi. V žatecké chmelařské oblasti, v obci Pnětluky, bylo zaznamenány případy, kdy po přívalovém dešti byl smyv půdy téměř 10 mm (Štranc, Štranc, 2008).

- **Nevýhody pěstování zeleného pokryvu v meziřadí**

Nevýhodou podplodin ve chmelnicích je, že se jedná o vstupy, které jsou oproti černému úhoru, navíc. Jak vstupy finanční tak někdy i pojezdové (sečení retardace růstu). V případě osetí meziřadí kulturními plodinami musíme počítat s náklady na osivo a na osetí, poté následná retardace růstu, sečení a zaorání porostu. V případě trvalých travních porostů, nebo víceletých kultur podplodin, jsou tyto náklady menší nebo zcela odpadají. Další nevýhodou je, že podplodiny odčerpávají živiny a půdní vláhu (Štranc, Štranc, 5/2008).

3.4 Zpracování půdy

Zpracování je jedno z nejstarších a nejdůležitějších agrotechnických opatření, které má i v současné době plné opodstatnění. Je to soubor operací, kterými mechanicky měníme vlastnosti nejen ornice, ale často i celé rhizosféry ve prospěch pěstované plodiny (Štranc, Štranc, 2008).

Dobré půdně klimatické podmínky jsou jedním z hlavních kritérií úspěšného pěstitelského procesu. Náklady na zpracování půdy mohou činit 35-50 % z celkových nákladů. Na území České republiky převládá konvenční způsob zpracování půdy, který má nenahraditelné místo při zapravení organických i hnojiv a posklizňových zbytků. Kromě ekonomických a technických faktorů se do budoucna bude také čím dál více zohledňovat i ekologické hledisko zpracování půdy se zaměřením na hospodaření s vodou (Růžek, 2000).

Konvenčním způsobem zpracování půdy bereme jako technologii s orbou, kdy se každý rok pomocí radličného pluhu převrací orniční vrstva a rostlinné zbytky se zapravují do půdy (Hůla, Procházková 2008).

3.4.1 Minimalizační technologie

Minimalizační technologie lze obecně specifikovat jako zpracování půdy bez orby. Hlavním důvodem rozvoje minimalizačních technologií v posledních letech jsou ekologické, ekonomické a technické důvody.

Mezi ekologické důvody patří změna objemové hmotnosti půdy, se kterou úzce souvisí pórovitost. Tyto dva faktory také ovlivňuje zhutnění půdy pojezdem techniky. Zahraniční studie prokázala, že čím je větší úhel ve kterém se půda zhutňuje a čím hlouběji se utužuje, tím je poškození půdy větší. Velikost pórů značně ovlivňuje schopnost půdy poutat vodu a vzduch. Obecně lze říci, že minimalizace zpracování vede ke zvýšení schopnosti poutat vodu, omezovat vodní erozi a její provádění je prospěšnější na lehčích a sušších půdách. Pokus provedený v Českých Budějovicích zkoumal vlhkost v půdě u orebného a bezorebného zpracování půdy a výsledkem tohoto pokusu je, že vlhkost u technologie bez orby byla v hloubce 15 cm pod povrchem vyšší o 1,2 % než u orebné technologie. Objemová hmotnost také ovlivňuje vodivost tepla. Minimalizace zpracování má také značný vliv na ukládání uhlíku v půdě a uvolňování CO₂ do ovzduší, což souvisí s obsahem vzduchu v půdě (Hůla, Procházková 2008, Šabatka, Fríd, 2000, Rizaldi, Hermawan, 2017).

Ekonomickými důvody rozumíme zefektivnění pracovních operací, snížení požadovaného času na provedení pracovních úkonů a následného snížení celkových nákladů na vypěstování plodiny. Toho se snažíme pomocí minimalizace docílit tak, že se slučují jednotlivé pracovní operace (podmítka a současné urovnání povrchu půdy). Toto slučování pracovních operací vede ke snížení potřebného času na práci také ke snížení potřebných pojezdů po půdě a ke snížení energetických vstupů (nafta) na potřebnou práci. Nesmíme však zapomenout, že ušetřené vstupy nesmí být doprovázeny rapidním poklesem výnosu.

Mezi technické důvody patří i výzkum toho, že ne všechny plodiny potřebují každý rok hluboké zpracování půdy a na druhé straně jim také nevyhovuje přílišné nakypření půdního profilu. (Hůla, 2008, Badalíková, 20018).

4 Metodika

4.1 Poloprovozní pokus

V roce 2016 byl založen v katastrálním území obce Chrást'any poloprovozní pokus. Byl založen ve chmelnici o výměře 2,1 ha. Chmelnice je vybavena závlahovým systémem. Pokusná chmelnice se nachází v Žatecké chmelařské oblasti v nadmořské výšce 380 m.n.m. Pokusná chmelnice leží v obilnářské výrobní oblasti, klimatický region je mírně teplý, suchý. Výsadba porostu proběhla jako rychloobnova v podzimním období. Sadba byla použita balíčková odrůdy Žatecký poloraný červeňák, klon 72 od dodavatele V. F. Humulus. Rostliny byly sázeny do sponu 280 cm x 115 cm.

Na pokusném pozemku byly v roce 2018 provedeny půdní rozbory s následujícím výsledkem. Fosfor 346 ppm vyhodnoceno jako vysoký obsah. Draslík 726 ppm vyhodnoceno jako velmi vysoký obsah. Hořčík 201 ppm vyhodnoceno jako dobrý obsah. Vápník 4370 ppm vyhodnoceno jako vysoký obsah. Dále byla naměřena alkalická půdní reakce s hodnotou Ph 7,4.

4.2 Model poloprovozního pokusu

Poloprovozní pokus se zaměřuje na tři pěstitelské technologie: konvenční, půdoochranná a minimalizační. Každá z pokusných technologií je použita na výměře 0,2 ha, což v našem případě představuje tři řádky.

Konvenční pěstitelká technologie používá k dosažení pěstitelského výsledku základní pracovní operace jako orbu a hloubkové kypření. Tyto operace se provádí na podzim a mají za úkol udržení optimálních vlastností půdy. V létě se používá kultivace meziřadí pro provzdušnění a regulaci plevelů. Tato technologie obsahuje také řez chmele pod úroveň terénu. Tento řez má za úkol udržet rostliny v požadované hloubce a také odstranit nežádoucí výhony. Zaváděno bylo šest chmelových výhonů z jedné rostliny. U této varianty bylo hnojeno dusíkem cca ($180 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Před řezem rostlin byla aplikována močovina $46 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$ a následně při první přiorávce bylo aplikováno 200 l DAMu ($78 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$) a k druhé přiorávce bylo aplikováno 150 l DAMu ($60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ N}$).

Půdoochranná pěstitelská technologie je založena na zeleném pokryvu meziřadí s absencí podzimního a jarního zpracování půdy v meziřadí. Agrotechnické zásahy v této variantě byly minimalizovány pouze na podzimní kypření utužených kolejových stop podrývánkem

a odorávkou. Další příprava meziřadí byla provedena pomocí rotačních bran. Zelený pokryv meziřadí má za úkol zabránit větrné a vodní erozi, zlepšit půdní vlastnosti, zlepšit půdní podmínky a zvýšit obsah organické hmoty v půdě. Vysetí dvouděložných plodin do meziřadí bylo prováděno po priorávce (červen) a porost byl zmulčován před sklizní (srpen). Po sklizni byla zaseta obilnina do meziřadí (září) a tato meziplodina byla zmulčována a zapravena do půdního profilu před frézováním bočních výhonů (duben). Na potlačení škodlivých organismů a regulaci růstu nežádoucích výhonů byla použita metoda desikace spodních listových pater pomocí přípravku DAM + MgCl₂ + voda. Potlačení růstu plevelů bylo provedeno pomocí mulčované slámy, která byla aplikována na hrůbky. Řez chmele byl proveden pomocí hladkého ořezávače nad povrchem půdy. Nežádoucí výhony byly odstraněny pomocí půdní frézy, která byla umístěna na bočním nosiči náradí. Dusíkem bylo přihnojováno před řezem. Následné hnojení dusíkem proběhlo před priorávkou a třetí dávka dusíku byla aplikována na začátku července.

Minimalizační technologie má za cíl snížit produkční náklady a to hlavně náklady na řez chmele a zavádění výhonů. Při minimalizační technologii se nepracuje s hrůbky, ale chmelnice je upravena do roviny pomocí hřebových bran. Opoždění růstu rašících výhonů bylo provedeno chemickou metodou. Roztokem vody, DAM a herbicidu Aurora. Na chmelovodič bylo zavedeno minimálně šest výhonů a ostatní výhony nebyly ručně odstraněny. Přebytné výhony byly chemicky regulovány přípravkem DAM s vodou. Ostatní agrotechnické zásahy byly shodné s konvenční pěstitelskou metodou.

Jednotlivé pracovní úkony a fenologické fáze rostlin spolu s termíny jejich provedení jsou popsány ve schématu č. 1.

Z každé varianty bylo sklizeno 100 rostlin. Z těchto rostlin bude následně zčesán chmel pomocí stacionární česačky Wolf. Rozbor chmelových hlávek bude proveden v laboratoři České zemědělské univerzity v Praze.

U každé z variant byly hodnoceny tyto produkční ukazatelé, znaky a vlastnosti: hmotnost hlávek, průměrná hmotnost zelených hlávek, výnos zeleného chmele, výnos suchého chmele a obsah α hořkých látek.

Na pokusném pozemku byly v roce 2017/2018 provedeny následující práce v následujících termínech.

Podzimní práce:

Seřezání drátů do 5.9.

Demontáž puků do 5.9.

Stříhání pružin do 5.10.

Odkopání sloupů do 15.10.

Mulčování meziřadí do 19.10

Hnojení kompostem $200 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ do 25.10.

Kypření do hloubky 20 cm do 25.10.

Jarní práce:

Opravy konstrukcí do 20.3.

Hnojení KEISERIT $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ do 27.3.

Odorávka a priorávka k řezu do 8.4. - provedeno pomocí rotačních bran + disky

Rez s povrchem půdy do 24.4. - provedeno pomocí pily se zuby

Kultivace kotevních řad do 12.4.

Hnojení NP 26/14 $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ do 25.4.

Příprava pro frézování do 25.4.

Frézování do 9.5

Kultivace po frézování do 10.5.

Zavádění do 11.5.

Priorávka di 25.6.

Hnojení Extran $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ do 7.6.

Setí hořčice do meziřadí 26.6.

Hnojení Extran $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ do 3.7

Závlaha od 5.7 cca $35 \text{ mm} \cdot \text{ha}^{-1}$

Schéma 1 Přehled pracovních operací a fenologických fází v poloprovozním pokusu

VF Humulus				
datum		použitá technologie:		
		půdoochranná	konvenční	minimalizační
8.4.	rašení	X	X	X
	↓			
27.4.	řez	X	X	X
	↓			
1.5.	1.hnojení	X	X	X
	↓			
8.5.	frézování	X	—	—
	↓			
11.5.	zavádění	X	X	X
	↓			
14.6.	2.hnojení	X	X	X
	↓			
20.6.	počátek kvetení přiorávky	X	X	X
	↓			
22.6.	setí zeleného hnojení	X	—	—
	↓			
1.7.	počátek hlávkování	X	X	X
	↓			
3.7.	3.hnojení	X	X	X
	↓			
5.8.	zralost hlávek	X	X	X
	↓			
22.8.	sklizeň	X	X	X

Tabulka 3 Pracovní operace u minimalizační technologie

VF Humulus		
minimalizační technologie		
	2017	2018
řez (datum)	—	24.4.
frézování (datum)	—	—
zavádění (datum)	26.5.	23.5.
dávka N (počet)	3	3
organické hnojení (dávka v tunách)	200	0
přiorávka (datum)	—	25.6.
zelené hnojení jaro (datum)	—	27.6.
zelené hnojení jaro (druhy)	—	hořčice
kultivace po přiorávce (počet)	—	1
sklizeň (datum)	4.9.	25.8.
sklizeň výnos (t/ha)	0,800	0,807
odorávka (datum)	duben	září
zelené hnojení podzim (datum)	—	říjen
zelené hnojení podzim (druhy)	—	pšenice
kypření podzim	ANO	ANO
hlubové kypření podzim	—	ANO

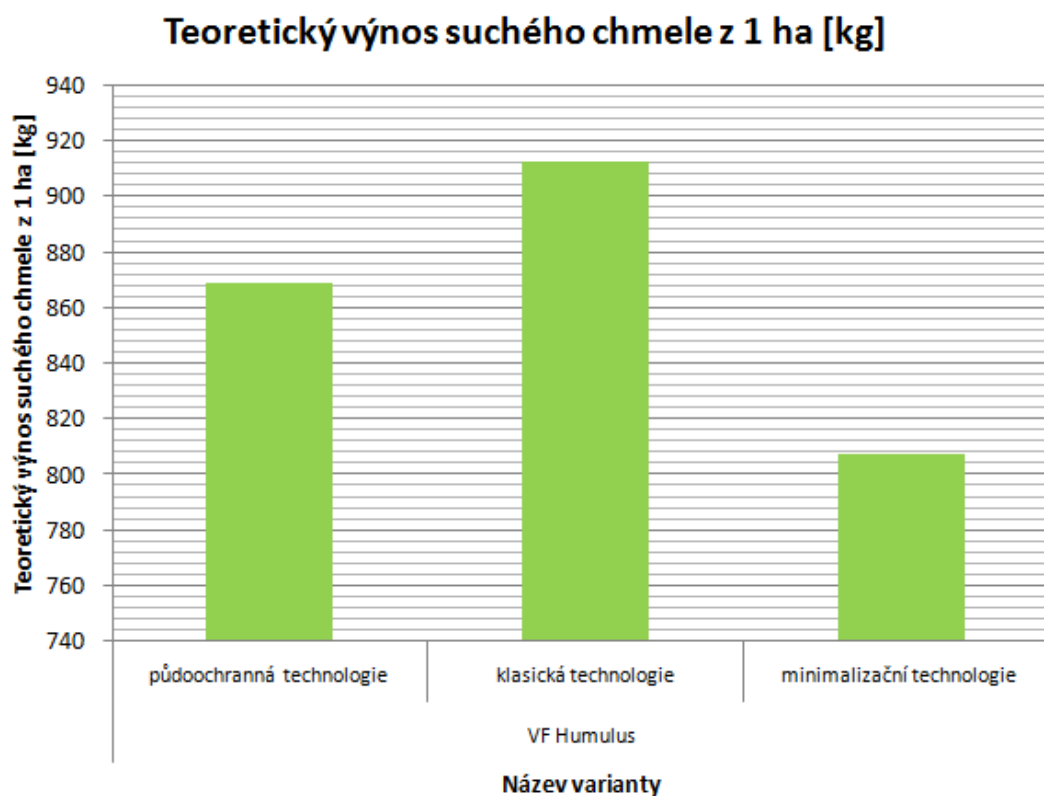
5 Výsledky

Z poloprovozního pokusu provedeného roku 2017 a 2018 v oblasti Chrášťany bylo zjišťováno porovnání třech pěstebních technologií - půdoochranné, klasické a minimalizační. Výnosy jednotlivých technologií uvádí tabulka č. 4.

Tabulka 4 Porovnání výnosu u jednotlivých technologií.

VF Humulus						
název varianty	hmotnost hlávek ze 100 štoků [kg]	průměrná hmotnost zelených hlávek na 1 štok [kg]	teoretický počet štoků na 1 ha při sponu 2,8 x 1,15 m	teoretický výnos zeleného chmele z 1 ha [kg]	koeficient sušení na 10 % vlhkosti	teoretický výnos suchého chmele z 1 ha [kg]
půdoochranná technologie	56,0	0,560	6210	3477,60	4	869,40
klasická technologie	58,8	0,588	6210	3651,48	4	912,87
minimalizační technologie	52,0	0,520	6210	3229,20	4	807,30

Tabulka č. 4 porovnává použité pěstební technologie v poloprovozním pokusu - půdoochranná, klasická a minimalizační technologie. Nejvyšší výnos ze sto rév byl u klasické technologie - 58,8 kg. V přepočtu na jednu révu 0,588 kg. Oproti tomu za použití minimalizační technologie byl výnos 52 kg ze sto štoků. Průměrná hmotnost zelených hlávek u této technologie činila 0,52 kg na jeden štok. Teoretický počet štoků na pěstební ploše 1 ha poloprovozního pokusu je u každé varianty 6210 štoků při sponu 2,8 x 1,15 m. Teoretický výnos vypočtený z údajů průměrné hmotnosti zelených hlávek na jeden štok a teoretického počtu štoků na jeden hektar při udávaném sponu činí u půdoochranné technologie 3 477,60 kg z 1 ha, u klasické technologie 3 651,48 kg z 1 ha a u minimalizační technologie 3 229,20 kg z 1 ha. Při koeficientu 4 pro sušení na 10% vlhkost vychází teoretický výnos suchého chmele z jednoho hektaru 869,40 kg při použití půdoochranné technologie, 912,87 kg u klasické technologie a 807,30 kg za použití minimalizační technologie. Z těchto údajů vyplývá, že z hlediska výnosu pro daný rok za daných podmínek vychází nejlépe využití klasické technologie.



Graf 1 Porovnání použitých technologií v poloprovozním pokusu- teoretický výnos suchého chmele

Graf č. 1 znázorňuje teoretický výnos chmele jednotlivých variant pokusu. Půdoochranná technologie vykazuje teoretický výnos 869,40 kg z jednoho hektaru. Klasická technologie má teoretický výnos chmele z jednoho hektaru 912,87 kg a minimalizační technologie 807,30 kg z jednoho hektaru.

Tabulka 5 Průměrný obsah α hořkých látek u jednotlivých variant pokusu

název varianty	obsah α hořkých látek [%]	produkce α hořkých látek z teoretického výnosu suchého chmele z 1 ha [kg]
půdoochranná technologie	6,72	58,42
klasická technologie	5,46	49,84
minimalizační technologie	7,42	59,9

Tabulka č. 5 zobrazuje průměrný obsah α hořkých látek ve sklizených hlávkách u jednotlivých pokusných variant. Měření proběhlo v laboratoři České zemědělské univerzity v Praze.

V tabulce je vidět, že půdoochranná technologie disponovala obsahem α hořkých látek v hodnotě 6,72 %. Klasická technologie dosáhla hodnot 5,46 % a minimalizační technologie 7,42 %.

Na těchto hodnotách je patrné, že i když minimalizační technologie dosáhla nejmenšího výnosu, tak kvalita chmelových hlávek byla na nejvyšší úrovni z celého pokusu- produkce α hořkých látek z teoretického výnosu suchého chmele z 1 ha byl 59,9 kg oproti půdoochranné technologii (58,42 kg) a klasické technologii (49,84 kg).

V rámci pokusu nebyla měřena větrná ani vodní eroze půdy. Na porostech s půdoochrannou pěstitelskou technologií bylo pozorováno, že voda se lépe vsakovala do půdního profilu. U konvenční technologie docházelo místy k vytvoření půdního škraloupu v meziřadí a rozvrásnění horní vrstvy půdy důsledkem velkého sucha.

Na základě dostupných informačních zdrojů jsme předpokládali, že nejvyšší výnosnost bude prokázána u půdoochranné technologie a to hlavně z důvodu zadržování vody v půdě. Z výsledků poloprovozního pokusu je ale patrné, že nejvyšší výnos byl dosažen na konvenční pěstitelské technologii. Usuzujeme, že toto pokusní měření mohlo být zásadně ovlivněno podnebím, jelikož dne 8. 6. 2018 se nad pozorovanou oblastí přehnalo krupobití, které pěstitel nemohl nijak ovlivnit

6 Diskuze

Poloprovozní pokus probíhal v extrémně suchém roce, což je vidět na celorepublikovém výnosu chmele, který byl v roce 2018 o 24,58 % nižší než v předchozím roce. Jeden z faktorů, který také ovlivňuje produkci, jsou klimatické podmínky. Pokud by byl rok 2018 příznivější z hlediska teplot a četnosti srážek, dal by se celkově očekávat vyšší výnos chmele. Dle Růžka (2000) se globální oteplování projeví nejenom mírným nárůstem teplot, ale také období delšího sucha. Častější také budou přívalové srážky a výraznější výkyvy počasí, což se projevilo při našem pokusu. Rok 2018 byl extrémně suchý, což uvádí i Altová ve Výroční zprávě za rok 2018, s přívalovými srážkami, které bohužel dne 8. 6. 2018 zasáhly pozorovanou oblast společně s krupobitím a výsledky celého pokusu jsou tímto ovlivněny.

Rostliny byly krupobitím zasaženy ve fenologické fázi pazochování. Násada hlávek tak byla nižší a hlávky byly nevyvinuté nebo k vývinu z potlučených květů vůbec nedošlo. Pokud by ke krupobití nedošlo, můžeme předpokládat, že nejvyšší výnos by dosáhla půdoochranná technologie. Hlavním důvodem těchto předpokladů je, že půdoochranná technologie má za úkol fixovat vodu v půdě a podporovat biologickou aktivitu půdy, jak uvádí Hůla a Procházková (2008). Badalíková a Novotná (2019) uvádí, že nadměrné zatěžování orných půd mechanizací vede k degradaci půdní struktury a následně narušení vodního režimu v půdě. Půdoochranná technologie má tedy příznivý vliv na obsah organických látek v půdě. Jelikož chmel vyžaduje dostatek vláhy a organické hmoty v půdě, z tohoto důvodu by měla tato technologie příznivější vliv na celkový výnos.

Množství biomasy, které vytvoří meziplodiny je závislé na průběhu povětrnostních podmínek a délce vegetace (Brant, Balík, 2008). Meziplodina také potřebuje určité množství vody k růstu. Při nedostatku srážek pak meziplodina nedokáže vytvořit dostatek rostlinné hmoty, která je posléze potřebná při zmulčování a zapravení do půdního profilu. To bylo patrné v roce 2018, kdy meziplodina z důvodu extrémně teplého počasí, nevytvořila dostatečné množství biomasy. Problém s nedostatkem srážek nedokáže eliminovat ani závlahový systém ve chmelnici. Ten nedokáže pokrýt nedostatek vláhy při extrémních teplotách a nedokáže efektivně zchladit mikroklima chmelnice. Problémy s nedostatkem vody způsobují také teplé zimy, při kterých voda odtéká z povrchu a nehromadí se v podobě sněhových srážek, ze kterých by se poté pozvolna uvolňovala do půdy.

Přínos půdodochranných opatření se nejvíce projevil na obsahu α hořkých látek. Nejvyšší obsah těchto látek byl naměřen u minimalizační a u půdodochrané varianty pokusu. To značí, že i přes nižší celkový výnos těchto variant, se zlepšila kvalita chmelových hlávek. Chmel pro správný rozvoj kořenové soustavy, následně poté nadzemních orgánů, potřebuje strukturní, přiměřeně provzdušněné a biologicky aktivní půdy (Štranc, Štranc, 2008). Výše zmíněné půdní vlastnosti nejlépe zajišťují minimalizační a půdoochranné pěstitelské technologie. Obsah α hořkých látek v poloprovozním pokusu, tuto teorii potvrzuje. Kvalita chmelových hlávek je pro pěstitele chmele jedním z nejdůležitějších faktorů. Domnívám se, že v případě nepoškození porostu vlivem krupobití, by porosty s uplatněnými půdoochrannými technologiemi předčily konvenční porost i ve výnosu.

Altová (2018) uvádí, že rok 2018 byl jeden z nejslabších roků, co se týče výše sklizeného chmele. Uvádí, že v roce 2018 se sklídilo 5 126,42 t celkové produkce chmele s průměrným výnosem $1,02 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. V porovnání s rokem 2017 došlo ke snížení o 1 670,37 t, což činí meziroční snížení o 24,58 %. V námi pozorované oblasti Chrášťany dosáhly výnosy hlávek chmele za rok 2017 $1,1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a za rok 2018 $0,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, což je pokles oproti předcházejícímu roku o 36,36 %. Na tomto rozdílu je vidět, jak silné bylo poškození porostu krupobitím ze dne 8. 6. 2018 a také, že v roce 2018 bylo extrémní sucho.

Zejména nedostatek srážek a vysoké teploty zapříčinily podprůměrnou úrodu chmele ve všech chmelařských oblastech České republiky. Jarní teploty, které byly nadprůměrné, významným způsobem urychlily vegetaci. Letní měsíce byly téměř bez vody s tropickými teplotami, což chmelu neprospívá.

7 Závěr

Česká republika se řadí mezi světové špičky v produkce chmele. Již pátým rokem se pěstební plochy chmele zvětšují. Chmel se řadí mezi rostliny náročné na příjem vody a v posledních letech se na území České republiky projevoval značný nedostatek vody. Aby se dosahovalo ekonomicky přijatelných výnosů při sklizni chmele, je zapotřebí zefektivnit a co nejvíce optimalizovat pěstební postupy používané ve chmelnicích na našem území. Je potřeba vracet a obnovovat množství organické hmoty v půdě. Je nutné udržovat správnou půdní strukturu a správně hospodařit s vodou v půdě.

Půdoochranné technologie jsou založeny na důkladném poznání potřeb pěstovaných rostlin a také na znalosti půdních a klimatických podmínek stanoviště. Půdoochranné technologie zlepšují fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půdy. Tyto technologie nejsou doposud na území České republiky příliš rozšířené, ale lze počítat, že jejich používání se bude v budoucnosti zvyšovat. Pěstitel bude nucen tyto technologie používat v důsledku měnících se klimatických podmínek. Minimalizační a půdoochranné technologie se vyplatí používat pouze v případě, kdy klady z jejich používání převažují nad zápory.

V bakalářské práci hodnotíme výsledky poloprovozního pokusu v obci Chrást'any. Poloprovozní pokus se zaměřil na tři pěstební technologie - konvenční, minimalizační a půdoochrannou. V tomto pokusu dosáhla největšího výnosu klasická pěstitelská technologie - 3 651,48 kg·ha⁻¹. Výsledek byl ovlivněn krupobitím ze dne 8. 6. 2018. Co se týče kvality chmelových hlávek a obsahu α hořkých látek, byl proveden rozbor v laboratoři České zemědělské univerzity v Praze. Tento rozbor prokázal přínos minimalizačních a půdoochranných pěstitelských technologií na kvalitu hlávek. Minimalizační technologie měla nejvyšší výnos α hořkých látek (59,9 kg) a půdoochranná technologie (58,42 kg) druhý nejvyšší výnos těchto látek ve sklizených hlávkách. Tento pokus prokázal závislost půdoochranných technologií na vnějších podmínkách. Také prokázal, že půdoochranné technologie mohou zlepšit výnos dané plodiny a kvalitu sklizených hlávek.

8 Literatura

- ALTOVÁ, M., 2017. Situační a výhledová zpráva chmel, pivo. Praha: Ministerstvo zemědělství, Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1. ISBN 978-80-7434-409-1.
- ALTOVÁ, M., 2018. Situační a výhledová zpráva chmel, pivo. Praha: Ministerstvo zemědělství, Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1. ISBN 978-80-7434-486-2.
- BADALÍKOVÁ, Barbora, NOVOTNÁ, Jaroslava. Meziplodiny a kompost omezují vodní erozi. *Agromanual.cz* [online]. 8.9.2018 [cit. 2019-02-04]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/meziplodiny-a-kompost-omezuji-vodni-erozi>
- BENDA, Josef, PETŘÍK, Miroslav. *Meziplodiny v soustavě rostlinné výroby*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství Praha, 1984. ISBN 07-111-84.
- BRANT, V., BALÍK, J. *Meziplodiny*. České Budějovice: Kurent s.r.o, 2008. ISBN 978-80-87111-10-9
- GALAZKA, A., GAWRYJOLEK, K. *Microbial community diversity and interaction of soil under maize growth in different cultivation techniques* [online]. 2017, [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: https://www.agriculturejournals.cz/web/pse.htm?type=article&id=171_2017-PSE
- GRAF, Tobias. *IV International Humulus Symposium: Irrigation experiments on hop - a new approach for predicting the water balance* [online]. 2015, 103 [cit. 2019-02-04]. Dostupné z: <https://ihs.hopsteiner.us/Bulletin%20IV%20International%20Humulus%20Symposium%20Yakima%202015%20draft.pdf>
- HOFFMANN, D., P. HEŘMÁNEK a A. RYBKA. Hydraulic circuit of mechanical pruner drive for hops on low trellises. *Scientia agriculturae bohemica* [online]. 2015, **46**(3), 100-105 [cit. 2019-02-04]. DOI: 10.1515/sab-2015-0023. Dostupné z: <https://content.sciendo.com/view/journals/sab/46/3/article-p100.xml>
- HŮLA, Josef a kol. Zpracování půdy přispívající k omezení odtoku vody a smyvu zeminy. *Agromanual.cz* [online]. 14.10.2016 [cit. 2019-02-06]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/zpracovani-pudy-prispivajici-k-omezeni-odtoku-vody-a-smyvu-zeminy>
- HŮLA, Josef a Blanka PROCHÁZKOVÁ. *Minimalizace zpracování půdy*. Praha: Profi Press, 2008. ISBN 978-80-86726-28-1.
- JEŽEK, J., KLAPAL, I., KROFTA, K. Chmel 2015, příručka pro pěstitele chmele. Žatec: Chmelařský institut s.r.o., 2015. ISBN 978-80-86836-98-0

- KROFTA, K., JEŽEK, J., KLAPAL, I. Integrovaný systém pěstování chmele. Žatec: Chmelařský institut s.r.o., 2012. ISBN 978-80-86836-82-9
- KRŠKOVÁ, Ivana. *Aktuální plochy chmelnic v České republice* [online]. 22.8.2018, , 1 [cit. 2019-01-01]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/ukzuz/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2018_plochy-chmelnic-v-cr-2018.html
- MATSUI, Hiroo. *IV International Humulus Symposium: The Influence of Various Hop Cultivation Conditions on Hop Quality, Beer Quality and Yield Suntory Global Innovation Center Ltd.* [online]. 2015, 103 [cit. 2019-04-15]. Dostupné z: <https://ihs.hopsteiner.us/Bulletin%20IV%20International%20Humulus%20Symposium%20Yakima%202015%20draft.pdf>
- NESVADBA, V. a kol. 2013. Vývoj a tradice českých odrůd chmele. Žatec: Chmelařský institut s.r.o. Žatec. ISBN 978-80-87357-11-8
- POKORNÝ, J., CHYBA, J., 2016. Prostorové rozmístění kořenového systému v půdě. Chmelařství. 2016(4), 42 - 46.
- RIZALDI, T., HERMAWAN, W. *Development of the method on the prediction of soil plat penetration resistance* [online]. 2017, [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <file:///C:/Users/Tom%C3%A1%C5%A1/Downloads/sab-2018-04-09-rizaldi.pdf>
- RŮŽEK, Pavel. *Využití orebných a bezorebných technologií zpracování půdy při pěstování rostlin.* Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby v Praze, 2000. ISBN 80-238-5334-1.
- ŠABATKA, Jan, FRÍD, M. *Využití mělkého zpracování půdy a systému PPF při pěstování rostlin.* Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby v Praze, 2000. ISBN 80-238-5334-1.
- ŠNOBL, Josef. *Rostlinná výroba 4.* Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2004. ISBN 80-213-1153-3.
- ŠTRANC, Přemysl, ŠTRANC, Jaroslav. *Zpracování půdy ve chmelnicích.* Praha: Kurent, 2008. ISBN 978-80-87111-11-6.
- ŠTRANC, Jaroslav. Letní kultivace chmelnic: Vliv na obsah vody v půdě. *Agromanuál.* České Budějovice: Kurent, 2006, **2006**(7), 50-51. ISSN 1810-7376.
- ŠTRANC, Jaroslav, ŠTRANC, Přemysl. Fytosanitární význam zpracování půdy ve chmelnicích (1.část). *Agromanuál.* České Budějovice: Kurent, 2008, **2008**(5), 86-88. ISSN 1810-7376.
- ŠTRANC, Jaroslav, ŠTRANC, Přemysl. Ošetřování půdy v integrovaném pěstování chmele (2.část). *Agromanuál.* České Budějovice: Kurent, 2009, **2009**(1), 42-46. ISSN 1810-7376.

ŠTRANC, Jaroslav, ŠTRANC, Přemysl. Ošetřování půdy v integrovaném pěstování chmele (3.část). *Agromanuál*. České Budějovice: Kurent, 2009, **2009**(2), 62-63. ISSN 1810-7376.

ŠTRANC, Přemysl. Způsob podzimního zpracování půdy ve chmelnicích. *Agromanuál*. České Budějovice: Kurent, 2009, **2009**(9-10), 56-57. ISSN 1810-7376.

ŠTRANC, Jaroslav. Podzimní hnojení chmelnic. *Agromanual.cz* [online]. 24.2.2019, , 1 [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/podzimni-hnojeni-chmelnic>

VACH, Milan, HABERLE, Jan. *Pěstování meziplovin v různých půdně-klimatických podmínkách České republiky*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha v Ústavu zemědělských a potravinářských informací, Praha, 2005. ISBN 80-7271-157-1.

VAŠKŮ, Z. *Hodnocení vodní eroze půdy v rámci podrobného pedologického průzkumu*. Praha: Sborník konference: Pedologické dny, 2002. ISBN 80-213-1052-9.

ZIMA, F. ZÁZVORKA, V., 2017. Chmelařství. 2. Chrást'any: AGROSCIENCE s.r.o. Chrást'any 175, 270 01 Kněževy. Publikace ministerstva zemědělství. ISBN 978-80-906121-0-5.

ŽALUD, Zdeněk. Monitoring zemědělského sucha v České republice. *Agromanual.cz* [online]. 23.3.2016, 1 [cit. 2019-02-04]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/monitoring-zemedelskeho-sucha-v-ceske-republice>

Literatura byla generována pomocí volně dostupného citačního manažeru Mendeley - <https://www.mendeley.com/download-desktop/>

9 Seznam použitých zkratk a symbolů

PDO Protected designation of Origin|

10 Přílohy



Příloha 1 Konvenční pěstitelská technologie



Příloha 2 Půdochranná pěstitelská technologie



Příloha 3 Minimalizační pěstitelská technologie