

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

Pěstování podplodin v meziřadí chmelnic

Bakalářská práce

Autor práce: Jiří Dreksler

Obor studia: Pěstování rostlin

Vedoucí práce: Ing. Pavel Procházka, Ph.D.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Pěstování podplodin v meziřadí chmelnic" 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 17. 7. 2020

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé práce Ing. Pavlu Procházkovi, Ph.D. za jeho ochotu, trpělivost a čas a zkušenosti, které mi předával po celou dobu spolupráce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Václavu Emingerovi za umožnění pokusu, Václavu Emingerovi st. za pomoc při zakládání pokusu, doc. Ing. Václavu Brantovi, Ph.D. za poskytnuté cenné rady a mému otci Jiřímu Drekslerovi za pomoc při vyhodnocení pokusu. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat mé rodině za trpělivost a podporu po celou dobu studia.

Pěstování podplodin v meziřadí chmelnic

Souhrn

Cílem této bakalářské práce bylo sledování vybraných podplodin pěstovaných v meziřadí chmelnic a jejich vlivu na utužení půdy, tvorbu podzemní i nadzemní biomasy, vegetačního pokryvu půdy a ovlivnění mikroklimatu chmelového porostu. Bylo vyseto celkem 9 pokusných variant, kdy varianty dosahovaly délky 50 m. Byly vysety následující podplodiny: hořčice bílá (*Sinapis alba*), ředkev olejná (*Raphanus sativus* L. convar. *oleiferus*), bér italský (*Setaria italica* (L.) P.B.), hrách setý rolní (*Pisum sativum* L. convar. *speciosum*), svazenka vratičolistá (*Phacelia tanacetifolia* Benth), oves setý (*Avena sativa*), směs svazenky a hrachu rolního, směs ovsa a hořčice a směs béru a hořčice. Vlivem extrémních teplot a nedostatku vody vzcházely podplodiny etapovitě a podplodiny z čeledě brukvovité (hořčice a ředkev) byly napadeny a zničeny dřepčíky z rodu *Phyllotreta*, kteří přelétávali z okolních porostů řepky olejné. Po zasetí byla instalována čidla, která kontinuálně zaznamenávala teplotu půdy a vodní potenciál půdy. Z naměřených hodnot, jež máme k dispozici, vyplývá, že první 3 týdny od zasetí se vodní potenciál půdy velmi těsně přibližoval k hodnotě -1,5 MPa. Po překročení této hranice rostliny nejsou schopny přijímat vodu a vadnou. V pravidelných intervalech docházelo k odběru podzemní a nadzemní biomasy podplodin, která byla usušena a získali jsme tak jasný přehled o vývoji tvorby sušiny. Utužení půdy bylo změřeno pomocí penetrometru v každé pokusné variantě ve 4 opakováních: 2 v porostu podplodiny a 2 v kolejových stopách. Z naměřených hodnot vyplývá enormní utužení v kolejových stopách po průjezdu mechanizačních prostředků. Toto má za následek špatnou infiltraci vody a také špatný rozvoj kořenového systému chmele. Ze získaných výsledků vývoje sušiny je patrné, že největšího množství podzemní a nadzemní hmoty dosáhla varianta peluška + svazenka, samostatné porosty těchto rostlin v průběhu vegetace silně etiolizovaly, což se projevilo polehnutím. Tyto polehlé porosty se následně špatně zapravovaly. Monokulturní porosty ovsa a béru nevytvořily takové množství nadzemní biomasy, za to však výborně prokořenily vrchní vrstvu půdy a narušovaly utuženou vrstvu. S utužením meziřadí bude nutno v příštích letech pracovat. Jako optimální se jeví použití hloubkového kypření s výsevem hluboko kořenicích podplodin. Kombinace těchto dvou operací je ekonomicky výhodnější než samotné kypření do velkých hloubek. Neméně důležitou činností je také regulace porostů podplodin, použití řezacích válců je vhodné do porostů s křehkými, dobře lámavými stonky, naproti tomu energeticky náročnější způsob regulace mulčovačem, pomáhá regulovat porosty obrůstající (oves) nebo víceleté porosty podplodin. Neoptimálnější je čelní agregace, neboť nedochází k položení porostu podplodin podvozkem traktoru a rostliny jsou pracovními orgány stroje lépe zpracovávány. Mulč plní funkci protierozního pokryvu půdy, zabraňuje vypařování vody a růstu plevelů. Porosty podplodin byly zaorány 11. listopadu 2019.

Klíčová slova: chmel otáčivý, chmelnice, meziřadí, podplodina, utužení půdy

Cultivation of sub-crops in the interlayer of hop gardens

Summary

The aim of this bachelor thesis was to monitor selected sub-crops grown in the interlayer of hop gardens and their influence on soil compaction, formation of underground and aboveground biomass, vegetation cover of soil and influencing of microclimate of hop vegetation. A total of 9 experimental variants were sown. Variants reached a length of 50 meters. The following subcrops were sown: white mustard (*Sinapis alba*), oil radish (*Raphanus sativus* L. convar. *oleiferus*), millet (*Setaria italica* (L.) PB), field peas (*Pisum sativum* L. convar. *speciosum*), *Phacelia tanacetifolia* Bentham, oats (*Avena sativa*), a mixture of Phacelia and field peas, a mixture of oats and mustard and a mixture of millet and mustard. The sub-crops emerged in stages due to extreme temperatures and lack of water. Mustard and radish were infested by rape flea beetle. Sensors were installed after sowing, It recorded the soil temperature and the soil water potential. The measured values show a water potential of around -1.5 MPa for the first three weeks after sowing. Plants are unable to absorb water after exceeding this limit. Underground and above-ground biomass of sub-crops were collected. The biomass was dried and we gained a detailed overview of its development. Soil compaction was measured with a penetrometer in each experimental variant in 4 repetitions: 2 in the sub-crop and 2 in the tracks. The measured values show an enormous soil compaction in the tracks. There are problems with poor water infiltration and also poor development of the root system of hops. The phacelia and field peas variant provided the most underground and aboveground dry matter. The individual stands of these plants strongly etiolized during the vegetation, which manifested itself in lodging. The monocultural variants of oats and millet did not produce such an amount of aboveground biomass, but in return they uprooted the top layer of the soil and disrupted the compacted layer. It will be necessary to work with the soil compaction in the interlayer of hop-gardens. The use of deep loosening with sowing of deep-rooting sub-crops seems to be optimal. The combination of these two operations is more economically advantageous than plowing itself to great depths. Regulation of subcrops is an equally important activity. We can use cutting rollers, it is suitable for stands with fragile, well-breaking stems. On the other hand, a more energy-intensive method of mulcher regulation, helps to regulate overgrown stands (oats) or perennial stands of subcrops. Frontal aggregation is most optimal. There is no sub-crop growth on the tractor chassis and the plants are better processed by the working bodies of the machine. The mulch serves as an anti-erosion soil cover, preventing water evaporation and weed growth. Subcrops were plowed on November 11, 2019.

Keywords: hop, hop-garden, interlayer, sub-crop, soil compaction

Obsah

1 Úvod	8
2 Cíl práce	9
3 Literární část	10
3.1 Chmel otáčivý	10
3.1.1 Stavba a funkce jednotlivých částí chmelové rostliny	10
3.1.2 Látkové složení chmelové hlávky	12
3.1.3 Plochy chmele v České republice a ve světě	14
3.1.4 Odrůdová skladba chmele	15
3.2 Chmelařské oblasti	19
3.2.1 Žatecká chmelařská oblast	19
3.2.2 Úštěcká chmelařská oblast	19
3.2.3 Tršická chmelařská oblast	20
3.3 Agrotechnika chmele	20
3.3.1 Založení chmelnice	20
3.3.2 Příprava pozemku před výsadbou	20
3.3.3 Chmelnicové konstrukce	21
3.3.4 Výsadba chmele	21
3.3.5 Úklid chmelnice	22
3.3.6 Podzimní zpracování půdy	23
3.3.7 Jarní kultivace chmelnic	23
3.3.8 Letní kultivace chmelnic	25
3.3.9 Sklizeň chmele	26
3.3.10 Sušení chmele	27
3.4 Hnojení a výživa chmele	27
3.4.1 Význam jednotlivých živin	28
3.4.2 Stanovení obsahu živin	31
3.4.3 Organické hnojení	31
3.5 Ochrana chmele	32
3.5.1 Choroby chmele	32
3.5.2 Virové choroby chmele	34
3.5.3 Škůdci chmele	34
3.6 Pomocné plodiny a podplodiny ve chmelnicích	36
3.6.1 Shrnutí pozitivních a negativních vlivů podplodin (Vejražka et al. 2017)	37
3.6.2 Druhy rostlin používaných jako podplodiny	38
3.6.3 Termíny výsevu z hlediska protierozní ochrany (Kincl et al. 2018)	40
3.6.4 Termíny výsevu využívané v praxi (Krofta 2012)	40

4 Metodika	41
4.1 Pokusné stanoviště Kozojedy „V babykách“	41
4.1.1 Základní informace o stanovišti Kozojedy	41
4.1.2 Základní informace o pokusu Kozojedy	41
4.1.3 Agrotechnika.....	42
4.2 Pěstitelský rok 2018/2019.....	42
4.3 Průběh pokusů.....	44
5 Výsledky	48
5.1 Vývoj tvorby sušiny.....	49
5.2 Utužení půdy	51
5.3 Teplota půdy a vodní potenciál půdy	54
6 Diskuze	60
7 Závěr	62
8 Bibliografie.....	63

1 Úvod

Chmel otáčivý je důležitou plodinou pěstovanou pro hlávky samičích rostlin. Tyto hlávky obsahují pivovarsky cenné látky, které jsou důležité při výrobě piva. Právě po chmelových silicích získává pivo svou charakteristickou nahořklou chuť, látky obsažené v hlávkách působí jako přírodní konzervant. Mimo oblast pivovarnictví se chmel používá v kosmetice a farmaceutickém průmyslu.

Pěstování chmele má v České republice dlouhou tradici, první ojedinělé zmínky o pěstování chmele na našem území se datují do 9. století. Systematicky se začal chmel pěstovat za vlády Karla IV. Tento panovník si byl vědom kvalit tuzemského chmele, a proto zakázal vývoz chmelové sadby do sousedních zemí. Pohromou pro zdejší chmelařství byla třicetiletá válka, která zanechala české země v zuboženém stavu. Za vlády Marie Terezie jsou přijata opatření k ochraně českého chmele. V 19. a 20. století dochází k zavedení moderních metod v produkci chmele. Jednalo se především o zavedení tzv. Žatecké drátěnky, která nahradila tyčové konstrukce, horkovzdušného sušení chmele, ochrana původu českého chmele, zavedení chmelařských oblastí a poloh, zvýšení exportu českého chmele do zahraničí, zavádění mechanizačních prostředků do výroby a sklizně chmele a ochrana proti škůdcům a chorobám.

V současné době patří Česká republika mezi tři největší pěstitele chmele na světě a plocha osázených chmelnic se zvyšuje. Na největší výměře se pěstuje odrůda Žatecký poloraný červeňák, která je velice ceněná pro svoje jedinečné parametry a je považována za standart podle kterého se posuzují i ostatní odrůdy chmele.

V posledních letech dochází k až extrémním výkyvům počasí, se kterými se potýkají všechna odvětví rostlinné výroby, chmelařství nevyjímaje. Ať už jsou to tropické teploty, trvající několik dní i týdnů nebo naopak přívalové deště s vysokými úhrny srážek, které hlavně ve chmelnicích na svazích a v kombinaci s černým úhorem mohou způsobit situaci nepříjemnou, jak pro chmelaře, tak obyvatele sídel. Tato práce řeší pěstování podplodin v meziřadí chmelnic ve vztahu k výše napsanému. Vhodným výběrem plodin můžeme řešit nejenom riziko eroze, ale také zhutnění kolejových stop v meziřadí, ekologizaci výroby chmele (použitím rostlin z čeledi *Fabaceae* dochází k fixaci vzdušného dusíku, ekologickou likvidaci určitých patogenů v půdě díky rostlinám uvolňujícím isothiokyanáty, pokryv půdy, který zabraňuje výparu a v neposlední řadě vnos organické hmoty do půdy). U druhů zajišťující trvalé ozelenění meziřadí se můžeme setkat s dalším pozitivním efektem a tím je zpevnění povrchu meziřadí a lepší pojezd techniky.

Rozvoji těchto technologií bohužel brání vžitá agrotechnika chmele, která počítá s černým úhorem. Zároveň plošná kultivace meziřadí není do budoucna udržitelná nejen s ohledem na rostoucí vstupy (pohonné hmoty, lidská práce, amortizace atd.), ale i k citelným ztrátám půdní vláhy, což si v suchých letech nemůžeme dovolit.

2 Cíl práce

Cílem práce je jednak zpracování kvalitní literární rešerše na zvolené téma a jednak posoudit vliv zvolených podplodin ve chmelnici na utužení půdy a tvorbu biomasy v meziřadí chmelnice.

3 Literární část

3.1 Chmel otáčivý

(Šnobl 2004) uvádí, že pěstovaný chmel je podle taxonomického členění řazen takto:

rod: Kopřivovité – *Urticaceae*

čeleď: Konopovité – *Canabinaceae*

druh: Chmel otáčivý – *Humulus lupulus L.*

poddruh: evropský – *Humulus lupulus L. ssp. europeus* Ryb.

varieta: kulturní – *Humulus lupulus L. ssp. europeus* Ryb., var. *culta* Ryb.

Vedle druhu chmel otáčivý existují ještě:

Chmel japonský – *Humulus japonicus Sieb et Zucc.* je jednoletý, rozmnožuje se semeny, okrasné účely, vyskytuje se v Číně, Koreji, Japonsku

Chmel oplétavý – *Humulus scandens Lour et Merrill* – je jednoletý, rozmnožující se semeny. Je rozšířen hlavně ve střední Asii.

Chmel je vytrvalá a popínavá rostlina, které každoročně odumírají nadzemní části. Kořeny a chmelová babka zůstávají v půdě po mnoho let. Potřebuje oporu, aby mohl růst (Briggs et al. 2004).

Starší pupeny jsou každoročně nahrazovány novými spícími pupeny. Toto doplňování pupenů umožňuje značnou dlouhověkost chmelových rostlin. U některých orgánů starších pěti let dochází k odumírání a zahnívání pletiv a následnému rozpadu. Od hniјících pletiv se mohou infikovat i zdravá pletiva, což snižuje životnost a výnosnost chmelových rostlin a vede k jejich uhynutí. U porostů kulturního chmele je délka trvání porostů závislá na soustavném nahrazování uhynulých rostlin nově vysázenými rostlinami, tedy vylepšování porostu. V praxi se často můžeme setkat s chmelnicemi, které je nutno přesadit již po 10 letech, kdy mezerovitost přesáhla určitou hranici, a naopak při pravidelném vylepšování porostů můžeme leckdy přesáhnout hranici 30 let. Chmel otáčivý je rostlina dvouděložná, dvoudomá, existují tedy jedinci samčího a samičího pohlaví. Pro produkci chmelových hlávek se ve chmelnici pěstují pouze samičí rostliny, plané rostliny chmele rostoucí v okolí chmelnic se musí zlikvidovat, aby nedošlo k nežádoucímu opylení pylem samčích rostlin a tvorbě semena tzv. pecky (Rybáček 1980).

3.1.1 Stavba a funkce jednotlivých částí chmelové rostliny

3.1.1.1 Podzemní části chmelové rostliny

Podzemní část chmelové rostliny se skládá z kořenového systému a babky. (Rybáček 1980) uvádí, že v podzemní sféře jsou dvě orgánové soustavy, které se odlišují svou morfoloickou

stavbou a svými hlavními funkcemi. Babka má u chmelových rostlin ústřední postavení, zejména díky funkci jejích spících pupenů. Kořenová soustava zahrnuje všechny kořeny, bez ohledu, z které podzemní části lodyhy vyrůstají. Hlavní funkcí kořenů je přijímání vody a živin z půdy, jejich prvotní přeměny a předávání dalším orgánům.

Babka tvoří víceletý základ chmelové rostliny. Jejím základem je **staré dřevo**, což je zdřevnatělá část nacházející se 10–30 cm pod povrchem půdy. Staré dřevo se každoročně rozrůstá o jeden letokruh silný 2-4 mm, na příčném řezu babkou můžeme zjistit stáří rostliny, avšak u starších rostlin dochází s postupem času k rozpadu a určení nelze provést. V horní části jsou založena na nejmladších letokruzích **očka**, jejich životnost je 4 roky. Na jaře dochází k probuzení a po řezu z oček vyrůstají kolmo výhony tvořící nadzemní lodyhy. Část lodyhy mezi horní částí babky a povrchem půdy v průběhu vegetace zesílí a vytváří **nové dřevo**, dochází zde k založení kruhů oček a nodů. Nové dřevo může být využito ke zhotovení sáde chmele. Z bočních oček vyrůstají vodorovné podzemní oddenky – **vlky**. Mají založené pupeny a vyrůstaly by z nich další výhony. Toto rozrůstání je ovšem nežádoucí (přílišné rozšiřování podzemní části rostliny do stran) a proto se vlky při řezu odstraňují (Rybáček 1980).

Po sklizni chmele se na podzim živiny přesouvají ze zbytku strojně dekapitovaných rév do kořenové soustavy. Těmito živinami jsou na jaře vyživovány mladé výhony přibližně až do výšky jednoho metru (Krottenhaller 2009).

Kořenový systém je u chmele mohutně rozvinutý a zahrnuje následující druhy kořenů. Ze spodní části starého dřeva vyrůstají svisle **kulové kořeny**, které se dále silně větví až do jemných koncových kořínků a zasahují do hloubky 2-3 metry. Představují základ kořenového systému, umožňují proudění rostlinných šťáv a ukládání zásobních látek. Druhotným tloušťnutím některých kulových kořenů vznikají **kořenové hlízy**. V nich se nashromáždily zásobní látky. Po vyčerpání zásobních látek odumírají. Z bočních částí vyrůstají **postranní kořeny**, které se velkou měrou podílí na zásobování rostliny minerálními živinami formou vodních roztoků. Z nového dřeva vyrůstají během vegetace krátké **letní kořeny**, umožňující především příjem vody z nejvrchnějších vrstev půdy. Jejich rozvoj podporuje priorávka a dostatek srážek (Šnobl 2004).

Chmelové rostliny tvoří trvalý a velmi větvený kořenový systém. Výzkum v tomto směru byl zanedbán v porovnání s jinými směry výzkumu. Rozmístění kořenového systému chmele je ovlivněno managementem obdělávání půdy v meziřadí chmelnic (Brant et al. 2020).

Kvůli bohatému a hlubokému kořenovému systému potřebují rostliny chmele lehké až středně těžké půdy. Pěstování na těžkých půdách se nedoporučuje kvůli riziku zamokření půdy (Krottenhaller 2009).

3.1.1.2 Nadzemní části chmelové rostliny

Réva vzniká pokračováním růstu vzešlých a zavedených výhonů na chmelovod, tvoří základ nadzemní části rostliny. Dorůstá výšky 8–9 metrů, dosahuje tloušťky 0,7-1,3 cm. Je pravotočivá, článkovaná (rozdělena na nody a internodia). Nejspodnější 3 články jsou na průřezu kruhové a plné. Ostatní články jsou na průřezu šestihránné a duté, nody jsou plné. Z pokožky révy vyrůstají přichytné křemičité háčky (trichomy), umožňující zachycení révy na

chmelovod. Barva révy může být zelená (zeleňáky) nebo načervenalá vlivem anthokyanové pigmentace (červeňáky) (Rybáček 1980).

Listy révové vyrůstají vstřícně párovitě z nodů na révě. Jejich tvar se mění v průběhu vegetace. Mladé listy jsou srdčité, starší 3laločné, dospělé 5-7laločné (Bellmann et al. 2016).

Pazochy jsou postranní větévky révy, dorůstající délky od 30 do 100 cm. Na spodní části révy jsou delší. Vyrůstají párovitě z nodu – vždy po jednom v paždí révového listu. V úžlabí pazochových listů vyrůstají květonosné větévky (Rybáček 1980).

Chmel je rostlina dvoudomá, existují tedy rostliny samčího a samičího pohlaví. Samčí květy produkují pyl, který může být větrem přenášen na velké vzdálenosti. To může způsobit opylení samičích rostlin, které začnou produkovat na bázi listenů semena (Briggs et al. 2004).

Květenství samčích rostlin tvoří vrcholičnatá lata. Na krátkých stopkách jsou jednotlivé kvítky. Kvetou o 3-4 dny dříve než rostliny samičí. **Květenství samičích rostlin** (pestíková) se zakládají na květonosných větévkách po 20–40 jako malé paličky zakryté v šupinách listů. Po jejich rozvinutí se objeví hustá šištice květenství, složená z 20–60 kvítků se štětičkovitě vyniklými bliznami (Novák & Skalický 2012).

Morfologie chmelové hlávky

Chmelová hlávka (šištice) je plodenství samičí chmelové rostliny. Základní osu chmelové hlávky tvoří článkované **vřeténko**. Je ukončeno stopkou, která spojuje hlávku s květonosnou větévkou. Počet zalomení (článků) vřeténka souvisí s délkou samotné hlávky a může činit průměrně od 8 do 16 článků. Důležitým znakem kvality chmelové hlávky je úhel zalomení vřeténka mezi dvěma sousedními články. Nejžádanější je úhel, přibližující se úhlu pravému. Na spodu chmelové hlávky je 5 kalištních lístků. Na každém článku chmelového vřeténka přisedají 2 listeny krycí a 4 listeny pravé. Uspořádání na článku je takové, že vždy za jedním listenem krycím jsou směrem dovnitř umístěny 2 listeny pravé, které jsou tak chráněny před poškozením. Na jejich dolní části ulpívají **lupulinové žlázky** (Šnobl 2004).

(Briggs et al. 2004) uvádí, že nejvíce lupulinových žlázek se vytváří na bázi listenů chmelové hlávky. Lupulinové žlázky se nacházejí také na spodní straně chmelových listů, ale tyto nejsou pro pivovarské využití užitečné. Obsah lupulinu ve žlázkách může dosahovat až 57 % alfa hořkých kyselin.

3.1.2 Látkové složení chmelové hlávky

Pochopení chemického základu chmelové chuti je velice důležitá kvůli chemické komplexnosti více než 1000 sekundárních metabolitů z různých chemických skupin (Yan et al. 2018).

Zelenožluté lupulinové žlázky jsou nejdůležitější částí chmelových rostlin. Poskytují nám pivovarsky cenné hořké pryskyřice a aromatické látky ("How Hoppy Beer Production Has Redefined Hop Quality and a Discussion of Agricultural and Processing Strategies to Promote It" 2019).

Složení chmelových pryskyřic je odrudově specifické a neméně důležité jsou faktory: stáří porostu, provinience, doba sklizně, sušení a skladování (Krottenhaller 2009).

Ke zvýšení produkce specifických látek se jeví zajímavá modifikace genů ve flavonoidové biosyntetické dráze. Pro tento účel byl zaveden do chmelových rostlin odrůdy Tettninger regulační faktor z Huseníčku rolního. Bylo získáno 20 transgenních rostlin, ve kterých se projevoval regulační faktor PAP1/AtMYB75. V porovnání s divokými rostlinami chmelu byla barva květů a hlávek načervenalá až růžová. Chemická analýza odhalila větší hodnoty obsahu antokyanů, rutinu, isoquercitinu, desmethylxanthohumolu, xanthohumulu, α a β hořkých kyselin a jiných látek (Gatica-Arias et al. 2012).

Analýzy vzorků chmele potvrdily zvyšující se obsahy esenciálních olejů a hořkých kyselin v průběhu sklizně. V průměru byl obsah α hořkých kyselin z pozdního termínu sklizně vyšší o 28 % než z termínu časného. Obsah esenciálních olejů z chmele sklizeného v pozdním termínu byl v průměru o 30 % vyšší než z termínu časného (Bailey 2009).

Chmelové silice nemusejí být nutně používány pouze při vaření piva. Tyto silice vykazují také pesticidní účinky (Reher et al. 2019) a také nezanedbatelný vliv na lidské zdraví (Rossini et al. 2016).

3.1.2.1 Chmelové pryskyřice

Chmelové pryskyřice můžeme rozdělit na dvě části: **tvrdé** a **měkké** pryskyřice. Hlavní složkou měkkých pryskyřic jsou hořké kyseliny, které můžeme rozdělit do **α hořkých kyselin** (3–17 %) a **β hořkých kyselin** (2–7 %). Z α hořkých kyselin vzniká pět homologních sloučenin **humulon, kohumulon, adhumulon, prehumulon a posthumulon**. Pět homologních sloučenin můžeme najít také u β hořké kyseliny, jediný rozdíl od humulonu je v postranním řetězci na třetím uhlíku (dimethyl allylová skupina namísto OH skupiny) (De Keukeleire 2000) (De Keukeleire et al. 2003) (Salfer et al. 2020) (Oladokun et al. 2016).

Hořké pryskyřice dávají pivu jemnou, příjemnou chmelovou hořkost, pomáhají zdraví, stabilizují pěnu a zvyšují životnost s jejich antibakteriálními účinky (zejména proti Gram-negativním, ale také proti Gram-pozitivním bakteriím). Studie také ukazují pozitivní vliv na diabetes druhého stupně (Krottenhaller 2009) (Abram et al. 2015).

Statisticky významné rozdíly byly zjištěny v obsahu alfa hořkých kyselin způsobené buď rozdílnými klimatickými podmínkami, nebo věkem chmelových rostlin. Podobně významné rozdíly byly zjištěny v obsahu alfa hořkých kyselin v odrůdách ŽPČ a Sládek z různých lokalit. Všechny kultivary chmele vykazovaly nejvyšší obsah alfa hořkých kyselin v prvním roce od výsadby (Donner et al. 2020) (Fandiño et al. 2015).

Naproti tomu obsahy a poměry kohumulonu/humulonu + adhumulonu a kolupulonu/lupulonu + adlupulonu jsou velmi stabilní a dědivé (Patzak et al. 2015).

Vnější vlivy jako poloha chmelnice, virová infekce a stáří porostu mají velmi silné dopady na výnos a produkci sekundárních metabolitů, běžně používaných v pivovarském průmyslu (Jelínek et al. 2012).

(Altová 2019) uvádí, že se ve světě v roce 2018 vyprodukovalo 11 674 tun hořkých látek z 118 806 tun chmele, který se pěstoval na ploše 60 266 ha.

3.1.2.2 Chmelové třísloviny – polyfenolové látky

Suché chmelové hlávky obsahují od 3 % do 6 % polyfenolových látek. Významné množství těchto látek se nachází na věténku a listenech. Prenylflavonoidy jsou vylučovány

z lupulinových žlázek společně s hořkými kyselinami. Chmelové polyfenoly se mohou chovat jako antioxidanty s přínosným efektem na civilizační choroby. Nádory, aterosklerózu, trombozu, diabetes, Alzheimerovu chorobu a Parkinsonovu chorobu, které ohrožují většinu lidské populace. Antioxidační charakter chmelových polyfenolů je charakterizovaný jejich schopností vyhledávat reaktivní kyslíkové nebo dusíkové skupiny v radikálové reakci v živých buňkách a jejich schopnost podpořit specifické enzymy (Mikyška & Jurková 2019) (Xin et al. 2017) (Zanoli & Zavatti 2008) (Wu et al. 2020).

(Maliar et al. 2017) porovnával čtyři odrůdy chmele (Agnus, Vital, Bohemie a Sládek) a zjistil významné rozdíly v celkovém obsahu polyfenolů, flavonoidů a rovněž také v antioxidační aktivitě. Všechny analyzované odrůdy chmele vyšlechtěné pro chmelařské použití, obsahují také sekundární metabolity s hodnotnou biologickou aktivitou ve vztahu k lidskému zdraví.

(Inui et al. 2017) došel k závěru, že obsah polyfenolů a jejich antioxidační účinky závisí na ročníku a průběhu počasí.

3.1.2.3 Chmelové silice

Další důležitou skupinou látek ve chmelu jsou rostlinné silice, které patří mezi aromatické látky. Komplexní vjem vzniklý působením vonných a chuťových látek obsažených v chmelových silicích se označuje jako chmelové aroma. Chmelové silice jsou produktem sekundárního metabolismu rostliny, během kterého dochází k degradaci látek metabolismu primárního, tedy cukrů, tuků a bílkovin. Obsah silic v chmelu se pohybuje okolo 0,4–2,5 %. Složky chmelových silic je možno rozdělit do tří skupin. Největší podíl připadá na uhlovodíkovou frakci. Jedno procento tvoří sirná frakce, která je senzorycky velmi aktivní a není v silici chmele zanedbatelná. Uvádí se, že chemické složení chmele je závislé na odrůdě, podmínkách počasí daného pěstitelského roku, ale i na klimatických podmínkách dané pěstitelské oblasti. Velmi charakteristické je složení silic u odrůdy Žatecký poloraný červeňák, kterou lze podle obsahu a složení silic identifikovat. Složení silic ostatních odrůd je velmi podobné, ale existují složky silic, podle kterých je možné jednotlivé odrůdy odlišit (PLUHÁČKOVÁ et al. 2011).

Chmelové rostliny a rostliny obecně produkují vysoké množství terpenů, z nichž je pouze malá část vědou identifikována. Tyto látky slouží rostlinám jako obranný nástroj, či nástroj k nalákání opylovačů (Nuutinen 2018).

(Wang & Dixon 2009) uvádí, že myrcen je monoterpen tvořící 30-50 % z chmelových silic v závislosti na odrůdě. Myrcen je syntetizován a skladován v lupulinových žlázkách.

Každá chmelová odrůda má svoje typické složení esenciálních olejů, jejich analýza může být použita k identifikaci chmelových odrůd. Suché chmelové hlávky obsahují od 0,5 do 2 % esenciálních olejů, které se hlavně skládají z terpenů (Kovačević & Kač 2002).

3.1.2.4 Doprovodné látky

Mezi tyto látky patří např. cukry, dusíkaté látky, lipidy, vosky, reziduální zbytky pesticidů, těžké kovy. Při normálním obsahu neovlivňují technologii vaření a kvalitu piva (Šnobl 2004).

3.1.3 Plochy chmele v České republice a ve světě

(Altová 2019) uvádí, že v roce 2018 dosáhly plochy pěstování chmele opět svého maxima. V roce 2018 se chmel pěstoval na ploše 60 666 ha, tj. je o 1 548 ha více (meziroční nárůst o 2,6 %). V roce 2018 celosvětová produkce dosáhla dle předběžných údajů firmy Hopsteiner 116 227 t při průměrném výnosu 1,92 t/ha. V meziročním srovnání klesla celková produkce chmele

o 1,3 %. K poklesu produkce došlo především díky vysokým teplotám a extrémně nízkým srážkám, a to především v Evropě, kde bylo sklizeno o 2 269 t méně než v roce 2017.

Výměra chmele v roce 2018 v České republice tvořila 8,3 % světové plochy. ČR tak zaujímá stále třetí místo mezi světovými pěstiteli chmele po USA a Německu. Na čtvrtém místě je se svojí pěstitelskou plochou Čína. Aktuální sumarizace sklizňových ploch chmelnic v České republice potvrzuje zachování pětitisícové hranice ploch. K datu 20. 8. 2019 eviduje ÚKZÚZ sklizňovou plochu 5 003 ha, což představuje mírný pokles oproti roku 2018. Majoritní odrůdou stále zůstává Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ), v roce 2018 jím bylo osázeno 86,6 % celkové pěstitelské plochy. Z hybridních odrůd chmele největší výměru zaujímá Sládek, Premiant a Saaz Late. V roce 2019 se meziročně nepatrně snížila plocha výsazů chmele. Největší plochu tradičně zaujímá Žatecká chmelařská oblast, což představuje 77 % výměry chmelnic v České republice.

("Aktuální plochy chmelnic v České republice" 2020) Tisková zpráva Ministerstva zemědělství ze dne 12. 5. 2020 uvádí, že je evidováno mírné snížení sklizňové plochy o 1,13 %, a to na 4 947,4 ha. Největší plochu pěstování chmele již tradičně zaujímá Žatecká chmelařská oblast, ve které se chmel pěstuje na 3 814,5 ha. V této oblasti došlo ke snížení o 52,5 ha, což představuje úbytek 1,36 % výměry chmelnic. Ústěcká chmelařská oblast zaujímá 504,8 ha sklizňové plochy, plocha se snížila o 11,2 ha, což činí úbytek 2,13 %. V Tršické chmelařské oblasti se pěstuje chmel na 628 ha, zde došlo k nárůstu plochy, a to o 7 ha, které zaujímají 1,13 % plochy. Největší nárůst plochy, o 19,9 ha na současných 363,9 ha, byl registrován u odrůdy Sládek. Plocha odrůdy Premiant se snížila o 2,5 ha na současných 190,5 ha a plocha odrůdy Agnus se snížila o 5 ha na aktuálních 53 ha. Odrůda Saaz Special se rozšířila pouze o 0,5 ha na současnou plochu 41,5 ha. V případě jemného aromatického chmele Žateckého poloraného červeňáku, který zaujímá největší plochu v České republice, došlo ke snížení sklizňové plochy o 63 hektarů. To představuje meziroční úbytek v rámci všech chmelařských oblastí o 1,48 % (v roce 2019 tato odrůda zaujímala plochu 4 264 ha).

(Altová 2019) ve výhledové a situační zprávě zmiňuje zapsání označení Žatecký chmel do Rejstříku chráněných označení původu a chráněných zeměpisných označení ze dne 8. 5. 2007. Označení Žatecký chmel může používat pouze jemný aromatický chmel Žatecký poloraný červeňák pěstovaný v Žatecké chmelařské oblasti. V rámci Evropské unie se jednalo o první udělené označení týkající se chmele.

Zajímavé se jeví porovnání ploch chmele na začátku nového tisíciletí. (*Situační a výhledová zpráva* 2002) zmiňuje propad ploch. V roce 1992 dosáhla celosvětová výměra pěstování chmele nejvyšší úrovně 95 535 ha, postupně poklesla na 56 737 ha v roce 1999 a dále se mírně zvyšuje. Rychleji roste produkce hořkých kyselin, proto se očekává v nejbližších letech další pokles pěstebních ploch chmele.

3.1.4 Odrůdová skladba chmele

Co se týká odrůdové skladby pěstovaného chmele v České republice, tak dominantní postavení zaujímá Žatecký poloraný červeňák a jeho klony. Ještě na začátku 90. let 20. století se chmel v ČR pěstoval na ploše přesahující plochu 10 000 ha. Téměř výhradní odrůdou byl Žatecký poloraný červeňák. Od druhé poloviny 90. let dochází vlivem odbytové krize ve chmelařství, celosvětovým trendem pěstování hybridních odrůd a požadavků pivovarů po obsažnějších odrůdách ke snížení ploch jemného aromatického chmele. V této době i české chmelařství přichází s vlastními hybridními odrůdami (Sládek, Premiant, Agnus...) (Šnobl 2004).

(*Atlas českých odrůd chmele* 2012) uvádí jako pravlast chmele úrodné nížiny v podhůří Kavkazu a oblasti kolem Černého moře. Kulturní chmel vznikl z planého chmele výrazným přispěním člověka.

Dlouhodobé šlechtění chmele vyústilo v existenci různých kultivarů a chemotypů. Hlavním důvodem byla potřeba vybrat specifické složky chmelu, které jsou důležité pro výrobu piva

jednoho z nejstarších a nejkonzumovanějších alkoholických nápojů (Alonso-Esteban et al. 2019).

Každá chmelová odrůda má svoje typické složení chmelových silic. Tato skutečnost se využívá k identifikování odrůd chmele (Kovačević & Kač 2001) (Kovačević & Kač 2002) (Liu et al. 2019).

3.1.4.1 *Žatecký poloraný červeňák*

Výrazným šlechtitelským úsilím a výběrem v porostech krajových odrůd chmele v 1. pol. 20. století vznikla odrůda **Žatecký poloraný červeňák** (Rybáček 1980).

(*Atlas českých odrůd chmele* 2012) uvádí, že ŽPČ byl získán klonovou selekcí v původních porostech v Žatecké a Úštěcké oblasti. Tato odrůda je pěstována v 9. klonech: Osvaldův klon 31 (1952), Osvaldův klon 72 (1952), Osvaldův klon 114 (1952), Sirem (1969), Blato (1974), Lučan (1974), Zlatan (1976), Podlešák (1989) a Blšanka (1993).

Nejstaršími z povolených odrůd jsou dvě šlechtěné krajové odrůdy **Lučan** a **Blato**, získané z původních krajových odrůd soustavně opakovanými negativními výběry ve vybraných porostech. Populace těchto odrůd se skládají z většího počtu skupin rostlin, které se částečně odlišují zejména v některých fyziologických a ekologických vlastnostech (Rybáček 1980).

Osvaldův klon 31 byl vyšlechtěn individuálním výběrem z porostů Žateckého krajového chmele z chmelnice v Rakovníku. Je náročný na půdní vláhu a vhodný pro těžší půdy a údolní stanoviště (Rybáček 1980).

Osvaldův klon 72 pochází z populace Žateckého krajového chmele z chmelnice v Deštnici. Není zvláště náročný na půdu a je vhodný pro otevřené polohy (Rybáček 1980).

Osvaldův klon 114 pochází ze stejného porostu jako Osvaldův klon 72. je vhodný pro pěstování v tzv. polních polohách. Výborně se osvědčuje v opukových půdách Džbánské plošiny a na Rakovnicku. Není vhodný pro příliš vlhké půdy a polohy (Rybáček 1980).

(Šnobl 2004) uvádí, že vůně chmelových hlávek této odrůdy je brána jako světový standard kvality, neboť hlávky mají pravé, jemné chmelové aroma. Tato odrůda a její klony poskytují chmel velmi jemný aromatický. Uplatňují se zejména v závěrečné fázi chmelovaru při dotváření konečné chuti a senzorických vlastností piva. Nevýhodou těchto odrůd byl nižší výnos i nižší obsah hořkých kyselin. Tato skutečnost byla způsobena napadením rostlin viry a viroidy. Proto byl v 90. letech započat ozdravovací proces pomocí meristémových kultur. Tato sadba označovaná jako meristémová má pak lepší zdravotní stav a lepší kvantitativní i kvalitativní parametry sklizených hlávek (Krofta et al. 2010).

Rostliny mají středně mohutný růst. Tvar chmelového keře má pravidelný válcovitý tvar. Barva révy zelenočervená. Plodonosné pazochy jsou krátké až střední, nízko nasazené (Ježek 2015).

ŽPČ patří mezi středně rané chmele, jeho vegetační doba je 122-128 dní. Řez chmele se provádí v druhé polovině měsíce dubna. Počet výhonů na jednu rostlinu se pohybuje kolem 30-40. Výnos se pohybuje od 0,8-1,5 t/ha (Ježek 2015).

3.1.4.2 *Hybridní odrůdy chmele*

Technický a technologický pokrok v pivovarnictví vyústil ve změně požadavků pivovarů na jakost chmelových hlávek, jakožto základní suroviny při výrobě piva. Pivovary požadují chmel s výrazně vyšším obsahem alfa hořkých kyselin, a ještě s přijatelným aroma. Tomuto požadavku se museli přizpůsobit i pěstitelé a od 90. let 20. století dochází k odrůdové přestavbě českého chmelařství. (Šnobl 2004).

Od roku 1994 byla odrůdová skladba postupně rozšiřována o hybridní odrůdy Sládek, Bor (1994), Premiant (1996) a v dalších letech o odrůdy Agnus (2001), Harmonie (2004) a Rubín (2007) (Kopecký 2008).

Za průkopníka hybridního křížení chmele je považován prof. Salmon z Anglie, který je šlechtitelem odrůd jako Northern Brewer a Brewers Gold, které vznikly ve 20. letech 20. století. Obě výše uvedené odrůdy se staly základem i pro české hybridní chmele (Krofta et al. 2010).

V posledních letech dochází k nárůstu popularity svrchně kvašených piv (IPA, APA, ALE, IBA) a poptávce po chmelech spadajících do kategorie flavour. Tyto chmele jsou typické svými rozmanitými vůněmi, které sahají od ovocných, citrusových, bylinných až po kořenité vůně a jsou zvláště vhodné pro chmelení svrchně kvašených piv (NESVADBA et al. 2017)

3.1.4.2.1 SAAZ LATE

Tato odrůda byla získána výběrem z potomstva po rodičovské generaci rozpracovaného šlechtitelského materiálu a má původ v Žateckém poloraném červeňáku. Odrůda byla registrována v roce 2010. Rostlina má velmi mohutný růst nepravidelného válcovitého tvaru, barva révy je fialová. Plodonosné pazochy jsou dlouhé až velmi dlouhé, nízko nebo středně vysoko nasazené. Doporučuje se vysazovat do širších sponů z důvodu rizika zastínění (Ježek 2015).

Aroma chmelových hlávek je jemné pravé chmelové. Chmelové hlávky jsou středně vejčité, velmi hustě nasazené (*Atlas českých odrůd chmele* 2012).

Jedná se o polopozdní odrůdu, vegetační doba je 128-135 dní. Řez chmele provádíme v první dekádě dubna. Počet výhonů na jednu rostlinu 20-30. Výnos se pohybuje v rozmezí 2,0-2,6 t/ha (Ježek 2015).

3.1.4.2.2 SLÁDEK

Má původ v odrůdách Northern Brewer a Žatecký poloraný červeňák a byl získán křížením jejich hybridního potomstva. Rostlina má mohutný vzrůst válcovitého až kyjovitého tvaru. Plodonosné pazochy jsou středně dlouhé až dlouhé, středně až vysoko nasazené (Ježek 2015).

Vůně chmelových hlávek je jemná, chmelová. Hlávky jsou středně až dlouze vejčité, v bazální části čtyřboké (*Atlas českých odrůd chmele* 2012).

Sládek je pozdní odrůda, vegetační doba se pohybuje kolem 133-140 dní. Řez chmele je časný provádí se ve třetí dekádě března. Počet výhonů na jednu rostlinu je nízký, pohybuje se v rozmezí 8-12 výhonů na rostlinu. Rostlina má vysoké požadavky na dostatek vláhy v průběhu vegetace. Výnos se pohybuje mezi 1,8-2,5 t/ha (Ježek 2015).

3.1.4.2.3 KAZBEK

Byl získán výběrem z potomstva hybridního materiálu, který má původ v ruském planém chmelu. Jedná se o robustní a stabilní odrůdu. Rostlina je mohutného vzrůstu, válcovitého až kyjovitého tvaru. Má velmi dlouhé plodonosné pazochy (až 2 metry), nízko až středně nasazené (Ježek 2015).

Vůně chmelových hlávek je kořenité. Chmelová hlávka je podlouhlá a jsou velmi hustě nasazené (*Atlas českých odrůd chmele* 2012).

Kazbek je pozdní odrůda, vegetační doba se pohybuje v rozmezí 134-141 dnů. Řez chmele je časný, provádí se v třetí dekádě března. Počet výhonů je vysoký a pohybuje se v rozmezí 30-40 výhonů na rostlinu. Zajímavostí této odrůdy je silně kořenité aroma-citrusové. Tato vůně je výrazně odlišná než chmelová vůně. Výnos se pohybuje mezi 2,1-3,0 t/ha. (Ježek 2015).

Odrůda Kazbek je první českou odrůdou tzv. flavor hops. Odrůdy spadající do této kategorie se vyznačují atraktivním, specifickým a nekonvenčním aroma. Dodávají pivu unikátní chmelovou chuť (Krofta et al. 2019).

3.1.4.2.4 BOHEMIE

Byla získána výběrem z potomstva po matečné aromatické odrůdě Sládek a rozpracovaném šlechtitelském materiálu, který má původ v Žateckém poloraném červeňáku. Rostlina je

mohutného vzrůst válcovitého tvaru. Barva révy je červená. Plodonosné pazochy jsou středně dlouhé, středně vysoko nasazené (Ježek 2015).

Aroma chmelových hlávek je slabě kořenité, chmelové. Chmelové hlávky jsou středně až dlouze vejčité a hustě nasazené (*Atlas českých odrůd chmele* 2012).

Bohemie je polopozdní odrůda, vegetační doba se pohybuje v rozmezí 125-131 dnů. Řez chmele se provádí v první dekádě dubna, Počet výhonů je střední, 15-20 na rostlinu. Výnos je 2,2-2,8 t/ha (Ježek 2015).

3.1.4.2.5 HARMONIE

Je několikanásobný kříženec hybridního materiálu (Premiant, ŽPČ, Northern Brewer), který má v původu téměř 60 % Žateckého poloraného červeňáku. Název je odvozen od harmonického složení chmelových pryskyřic. Rostlina má mohutný vzrůst válcovitého tvaru. Barva révy je červená. Plodonosné pazochy jsou dlouhé, středně vysoko postavené (Ježek 2015).

Aroma této odrůdy je kořenité, chmelové. Po době technické zralosti může vykazovat pavůni. Chmelové hlávky jsou střední až velké, mají vejčitý tvar a jsou středně hustě nasazené (*Atlas českých odrůd chmele* 2012).

Harmonie je polopozdní odrůda s délkou vegetační doby 135-138 dní. Je charakteristická velmi krátkou dobou technologické zralosti (Krofta et al. 2010).

3.1.4.2.6 PREMIANT

Byl získán výběrem z hybridního potomstva křížením inzuchtní linie Žateckého poloraného červeňáku. Rostlina má mohutný vzrůst válcovitého tvaru. Barva révy je zelená. Plodonosné pazochy jsou středně vysoko nasazené (Krofta et al. 2010).

Aroma hlávek je příjemné chmelové. Hlávky jsou dlouze vejčité, středně až hustě nasazené (*Atlas českých odrůd chmele* 2012).

Premiant je polopozdní odrůda, délka vegetační doby se pohybuje mezi 128-134 dny. Řez chmele se provádí v první dekádě dubna. Má nízký počet výhonů 8-12 na jednu rostlinu. Rostliny jsou tolerantní k nedostatku vody v průběhu vegetace a mají zvýšené nároky na hnojení dusíkem. Je charakteristická vysokým podílem ovocné vůně. Výnos se pohybuje mezi 1,8-2,5 t/ha (Ježek 2015).

3.1.4.2.7 AGNUS

Byl získán výběrem z hybridního potomstva, které má v původu odrůdy Sládek, Bor, Žatecký poloraný červeňák, Northern Brewer Fuggle a další šlechtitelský materiál. Rostlina má středně mohutný vzrůst, pravidelného válcovitého tvaru. Barva révy je zelenočervená až červená. Plodonosné pazochy jsou středně dlouhé až dlouhé, středně vysoko nasazené (Ježek 2015)

Aroma hlávek má vysokou intenzitu, je chmelové až kořenité. Chmelové hlávky jsou vejčité, v apikální části špičaté. Nasazení hlávek je řídké až středně husté (*Atlas českých odrůd chmele* 2012).

Agnus je polopozdní odrůda s délkou vegetační 132-138 dní. Řez chmele se provádí v první dekádě dubna. Výnos je 1,5-2,0 t/ha (Krofta et al. 2010) (Ježek 2015).

3.1.4.2.8 VITAL

Byl získán výběrem z potomstva po matečné odrůdě Agnus a rozpracovaného šlechtitelského materiálu. Je výsledkem chmele pro farmaceutické a biomedicínské účely, vykazuje vysoký obsah xanthohumolu desmethylxanthohumolu, které mají příznivý stav na lidské zdraví (Ježek 2015).

Rostlina má středně mohutný vzrůst a je pravidelného válcovitého tvaru. Barva révy je zelená. Plodonosné pazochy jsou středně až vysoko nasazené (Krofta et al. 2010).

Aroma hlávek je kořenité, chmelové. Chmelové hlávky jsou podlouhlé, v apikální části špičaté, řídce až středně hustě nasazené (*Atlas českých odrůd chmele* 2012).

Tato odrůda je díky svému chemickému složení velmi vhodná pro nepivovarské využití. Na základě sledování úbytku farmaceuticky cenných látek během zpracování chmele bylo zjištěno, že pro toto využití bude nutné vyvinutí nových, šetrných technologií při zpracování chmele, které by minimalizovaly riziko termické a oxidativní degradace (KROFTA et al. 2015).

Vital je pozdní odrůda s délkou vegetační doby 135-142 dní. Řez chmele je časný provádí se ve třetí dekádě března. Má vysoký počet výhonů, v průměru 30-40 na jednu rostlinu. Výnos je 1,7-2,0 t/ha (Ježek 2015).

3.2 Chmelařské oblasti

3.2.1 Žatecká chmelařská oblast

Žatecká chmelařská oblast je největší chmelařská oblast v České republice. Nachází se v severozápadních Čechách. Zahrnuje okresy Louny, Rakovník, Kladno, Most, Chomutov a Rokycany.

Jedná se o nejstarší a největší chmelařskou oblast v ČR. V této oblasti rozlišujeme dvě chmelařské polohy: **Údolí Zlatého potoka** – podél říčky Blšanky, protékající z Podbořanska k Žatci. **Podlesí** – jižní část lounského okresu sahající až k severní části pohorí Džbánů (Šnobl 2004).

Základem jedinečnosti chmele v Žatecké oblasti jsou specifické přírodní podmínky. Tato oblast je od severozápadu chráněna Krušnými horami, Doupovskými vrchy a Českým středohořím, které vytvářejí tzv. srážkový stín. Přestože zde průměrný roční úhrn srážek představuje pouze okolo 450 mm, je rozložení srážek pro vývoj chmele příznivé. Průměrná roční teplota je 8–9°C, v průběhu vegetace pak 14-16°C ("Chmel" 2020).

Rozhodující agronomický význam mají hnědé půdy na zvětralinách permokarbonských hornin (permské červenky). Jejich výskyt se soustřeďuje do teplého a mírně suchého regionu Džbánské vrchoviny s podhůřím, Rakovnické pahorkatiny a Kryrské pahorkatiny. Ráz sledovaných půd je velmi rozdílný, záleží na charakteru půdotvorného substrátu. Týká se to zejména nápadného červeného zbarvení půdní hmoty způsobené nesilikátovými formami železa. V severní polovině kolem řeky Ohře se nacházejí černozemě a ve vyšších polohách Džbánské vrchoviny se nacházejí rendziny s typickými opukovými půdami (Krofta et al. 2010).

3.2.2 Úštěcká chmelařská oblast

Chmelařská oblast Úštěcko je pojmenována podle města Ústěk. Zahrnuje okresy Litoměřice, Mělník, Česká Lípa a Kutná Hora.

Tato oblast se vyznačuje vyšším úhrnem srážek, vyšší průměrnou teplotou za vegetaci, nižší nadmořskou výškou. V této oblasti rozlišujeme jednu chmelařskou polohu: **Polepská blata** – nacházející se na pravém břehu řeky Labe s nadmořskou výškou 250-300 m.n.m. (Šnobl 2004).

Na sever se od Labe zvedá terénní vlna, kterou přerušuje Liběšický a Úštěcký potok. Dále se terén zvedá a dosahuje až k Českému středohoří. K jihu klesá terén do údolí Vltavy, směrem na západ do údolí Ohře. V celé oblasti se vyskytují půdy hnědozemního typu, okrajově půdy černozemního typu. Mezi Úštěkem a Litoměřicemi jsou půdy, které vznikly na křídových slínkách. Roční úhrn srážek je v průměru 489 mm, ve vegetačním období kolem 284 mm. ("Chmel" 2020).

3.2.3 Tršická chmelařská oblast

Tršická chmelařská oblast má většinu půd čtvrtohorního původu, částečně i třetihorního původu. Převládají hnědozemě a mírně podzolované půdy. Vyskytují se zde hluboké hlinité půdy středně těžké, s dobrým fyzikálním stavem a půdy těžší jílovitohlinité, převážně hnědozemního a částečně černozemního typu. Dlouhodobý teplotní průměr za vegetační období je v Tršicích 15°C. Roční úhrn srážek je 600-650 mm. Většina chmelnic je vysázena v nadmořské výšce 260-300 m. n. m ("Chmel" 2020).

Tato oblast spadá klimaticky do rozhraní Hornomoravského úvalu a bečovské oblasti Moravské brány (Šnobl 2004).

3.3 Agrotechnika chmele

3.3.1 Založení chmelnice

Založení chmelnice je velice náročná investiční akce. Náklady na 1 hektar se pohybují kolem 600 000 – 700 000 Kč v závislosti na typu použité konstrukce. Chmel se na jednom stanovišti pěstuje 20–25 let a chyby, kterých se dopustíme při založení výstavbě a založení porostu, jsou těžko odstranitelné a projevují se i v dalších letech životnosti porostu.

Vlastnímu založení chmelnice předchází výběr vhodného pozemku, zpracování projektové dokumentace, územní řízení. Výstavba chmelnicové konstrukce je považována za stavební činnost a podléhá podmínkám stavebního zákona (Šnobl 2004).

Výrazných úspor dosáhneme při výstavbě nízké chmelnicové konstrukce, která je technologicky a materiálově podstatně jednodušší nežli konstrukce vysoká. Náklady na výstavbu nízké konstrukce se pohybují kolem 250 000 – 300 000 Kč/ha. Velkou výhodou je také to, že si pěstitel může tuto konstrukci postavit svépomocí (Pokorný et al. 2016).

Kromě půdních vlastností má velký význam i reliéf pozemku budoucí chmelnice a jeho okolí, a to jak působením na mezoklima, tak i prostřednictvím sklonu pozemku, expozice apod. Velkou produkční schopnost a životnost mají chmelové porosty na homogenních, středně těžkých až těžších hnědých půdách v polohách Podlesí a údolí Zlatého potoka. Naopak značně menší životnost vykazují porosty chmele v otevřených, silně návětrných a tzv. polních polohách a na vysychavějších (lehčích) půdách (Štranc et al. 2013).

3.3.2 Příprava pozemku před výsadbou

Půda pro založení chmelnice musí mít hluboký fyziologický profil. To znamená, že musí vykazovat nejen v orniční vrstvě, ale i ve spodině příznivé fyzikální, chemické a biologické vlastnosti a hloubku podzemní vody cca 180 cm pod povrchem půdy, umožňující tvorbu mohutného a fyziologicky velmi aktivního kořenového systému chmelových rostlin (Štranc et al. 2013).

Pozemek by měl být před výsadbou dokonale vyhnojen poměrně vysokými dávkami hnojiv organických, průmyslových a vápenatých. Prokypřen do hloubky až 60 cm, zlepšena biologická aktivita půdy i v podorniční vrstvě. S přípravou půdy začínáme ve značném časovém předstihu (Lipecki & Berbeć 1997).

Čím více jsou vlastnosti půdy pozemku vzdálené od optima, tím větší péči jí musíme věnovat. Jedná se o výsev vhodných předplodin a plodin na zelené hnojení, hnojení minerálními a organickými hnojivy, vápnění a různé způsoby jejího mechanického zpracování. V rámci mechanického zpracování půdy je velmi důležitá rigolovací orba, která má zcela zásadní význam zvláště na půdách těžkých, výrazněji zhutnělých, s nízkým obsahem humusu a živin (Štranc et al. 2013).

Na pozemcích s mocnějším humusovým orníčním horizontem rigolujeme do hloubky 50–60 cm, na pozemcích s méně vyvinutým humusovým horizontem rigolujeme do 35–50 cm. Příliš hluboká rigolovací orba může vést v některých případech až k nežádoucímu smíchání velkého množství méně kvalitní spodiny s orníci, což může znamenat zhoršení fyzikálních vlastností a další zpracovatelnosti ornice, snížení mikrobiální činnosti a úrodnosti půdy. Rigolovací orbou se dostává na povrch pozemku půda, která má nižší mikrobiální činnost a úrodnost. Proto je nutné do doby výsadby tuto vrchní vrstvu organickým hnojením oživit a zlepšit její fyzikální a mechanické vlastnosti (Rybáček 1980).

3.3.3 Chmelnicové konstrukce

Princip každé konstrukce spočívá v drátěném stropu, tvořeném příčnými (nosnými) dráty, spojujícími příčné řady sloupů, a řadovými dráty, sloužícími k zavěšování chmelovodů. Drátěný strop je nesen sloupy, které rozlišujeme na střední (kolmo postavené) a na okrajové (postavené proti směru tahu). Vrcholy sloupů jsou spojeny nosnými nebo tažnými dráty. Okrajové sloupy jsou upevněny speciálními kotvami tak, aby byla zajištěna stabilita konstrukce (Rybáček 1980).

Výška stropu konstrukce dosahuje 7 metrů. Vzdálenost mezi řadami sloupů a velikost sloupových polí je podřízena sponu výsadby. Výstavba by měla být provedena ještě před vysazením chmelových rostlin. U ozdravených odrůd Žateckého poloraného červeňáku činí zátěž přibližně 6 kg, u hybridních odrůd až 8 kg, což představuje zatížení konstrukce před sklizní až 50 tun na ploše 1 ha (Šnobl 2004).

Nové a rekonstruované chmelnice se vyznačují přechodem z tradičního měkkého drátu na ocelová pozinkovaná lana a podle půdních možností též na ocelové šroubované kotvy. Stropní síť z ocelových lan má oproti klasickým drátům mez pevnosti v průměru o 80% větší, při menší hmotnosti a slabších průměrech lan použitých dle DIN 3053. Materiálové náklady jsou tak srovnatelné s klasickou sítí, avšak výraznou úsporu lze u těchto konstrukcí očekávat v dalších letech, kdy odpadá každoroční utahování chmelnic ("Výstavba chmelnic" 2014).

(Pokorný et al. 2016) uvádí, že při výstavbě nízkých konstrukcí se nedoporučuje výstavba chmelnicové konstrukce na svažitých pozemcích. Větší pozornost oproti vysoké konstrukci je vhodné věnovat orientaci řadů chmelnice. Jelikož je řad tvořen souvislým porostem na síti konstrukce, je třeba orientovat chmelnici ve směru nejčastěji proudících větrů. V případě náporu silného větru do porostu v plné vegetaci může dojít k přetrhání úchyťů a pádu sítě.

3.3.4 Výsadba chmele

V našich chmelařských oblastech připadají v úvahu dva termíny výsadby chmele: **podzimní** a **jarní**.

Podzimní výsadba znamená výrazně lepší vzešlost porostu na jaře v důsledku využití zimní vláhy (při výsadbě kořenáčů téměř 100 % ujmoutí), lepší a vyrovnanější růst během vegetace, větší rozvoj kořenové soustavy, vyšší výnosy hlávek v prvním roce po výsadbě. Jarní výsadba je podstatně méně úspěšná, zejména z důvodů nedostatku vláhy v období výsadby a bezprostředně po ní. Proto jarní výsadbu považujeme pouze za nouzové řešení, pokud se jí nepodařilo z organizačních i jiných důvodů provést na podzim (Kocourková et al. 2014).

V minulosti se chmelnice vysazovaly převážně na jaře, neboť se chmelová sád získávala po jarním řezu. Četnými výzkumnými pracemi a zkušenostmi chmelařské praxe v našich výrobních podmínkách byla však prokázána nesporná výhodnost výsadby již na podzim. Podzimní výsadbu realizujeme v období od poloviny října do konce listopadu. Požadavky při výsadbě jsou kladeny na dodržení pravidelnosti sponu a hloubky výsadby 10–15 cm (Rybáček 1980).

Velice vhodné je do jamek před samotnou výsadbou aplikovat startovací dávku hnojiva anorganického i organického původu. Na takto upravené lůžko je rostlina usazena a zasypana půdou, která je poté silně přitlačena pro lepší styk kořenů s půdou (Pokorný et al. 2016).

3.3.4.1 Typ použité sadby

Rozlišujeme 3 typy sadby a to kořenáče, balíčkovou sadbu a sád' chmele. Pro výsadbu nových chmelnic používáme v praxi výhradně **chmelové kořenáče** (předpěstované jednoleté chmelové rostliny ve volné půdě) nebo **balíčkovou sadbu** (předpěstované jednoleté chmelové rostliny v obalu se živným substrátem). Porosty založené touto sadbou jsou plně zapojené a vykazují výrazně vyšší výnos hlávek v prvním roce po výsadbě oproti sád' chmele (Šnobl 2004).

Výrazně ovlivňuje kvalitu a plodnost porostu chmele v prvních letech po výsadbě. Způsob zakládání nových chmelnic **chmelovou sád'** má ve výrobních podmínkách některé nedostatky. Chmelová sád' má vlivem nízkého obsahu zásobních látek menší vzcházivost. V dnešní době se používá pouze k dosazování starších porostů v rámci jednoho podniku (Rybáček 1980).

3.3.4.2 Spon výsadby

Spon výsadby se postupně vyvíjel v závislosti na používané tažné síle při obdělávání chmelnic. Úzké spony 150x150 cm při zavádění 2 rév z jedné rostliny při zvyšování výkonnosti traktorů nesplňovaly požadavky na rostoucí mechanizovanost prací ve chmelnicích. Tento spon se postupně změnil na spony 260x110, 280x100 a 300x100 cm (Rybáček 1980).

S nástupem výsadby chmele s ozdravenou sadbou obou skupin odrůd vytváří ozdravené porosty mohutnější nadzemní část rostliny, proto se doporučuje spon 300x120, popř. 280–300 x 100–120 cm (Kopecký 2008).

3.3.4.3 Technika výsadby

Sadbu chmele sázíme do předem vyvrtaných jamek nebo do vyoraných brázd. Sadbu vysazujeme tak, aby její vrchní část byla 10 cm pod úroveň okolního terénu. Na lehkých půdách sázíme chmel hlouběji. Poté zahrneme sadbu zeminou, vznikne nám tak důlek, kde se zachytává voda (Pokorný et al. 2016).

Při výsadbě musíme zajistit stejnou hloubku uložení sadby na celém pozemku, což je nezbytné pro následný mechanizovaný řez v dalších letech. Vysazovat by se měla sadba v dobrém stavu, nezavadlá (Šnobl 2004).

3.3.4.4 Ošetřování chmelnice v prvním roce po výsadbě

Nově založeným chmelnicím musíme v období věnovat potřebnou péči. Povrch chmelnice je nutné udržovat bez plevelů. Vzcházející výhony je nutné zavést na oporu. Ve většině případů se zavěšuje pouze jeden chmelovodič, na který se zavádí postupně všechny vzešlé výhony. Dobře a rovnaně hnojíme a rovněž musíme zajistit důkladné ošetření chmelnice proti chorobám a škůdcům (Rybáček 1980).

3.3.5 Úklid chmelnice

Po mechanizované sklizni chmele zůstaly na chmelnici spodní části rév. Po jejich zaschnutí a částečné asimilaci živin z révy do kořenového systému přistoupíme k jejich odstrihnutí přibližně 20 cm nad povrchem půdy. Odřezané části se ručně sbírají a odvázejí mimo chmelnici, kde jsou zlikvidovány. Případně používáme k jejich odstranění hřebové brány (Kocourková et al. 2014).

3.3.6 Podzimní zpracování půdy

3.3.6.1 Vláčení

Při vláčení chmele se z chmelnice odstraňují posklizňové zbytky rostlin, velmi mělce se prokypřuje a urovnává vrchní část půdy. K vláčení se používají hřebové brány. Vláčí se podél a napříč chmelnicí (Krofta 2012).

3.3.6.2 Aplikace hnojiv

V podzimním období můžeme produkční chmelnice hnojit organickými a anorganickými hnojivy.

Při dostatku organických hnojiv hnojíme v intervalu tří let, vápnění probíhá v intervalu 3–4 let na základě rozboru půdní reakce. Můžeme také zásobně aplikovat minerální hnojiva, zvláště draselná a fosforečná (Vavera et al. 2017).

3.3.6.3 Orba

Podzimní orba v meziřadí zůstává stále základním způsobem ošetřování chmelnic. Je zcela nezastupitelným zásahem při zapravování chlévského hnoje a zeleného hnojení (Rybáček 1980).

Provádí se každým rokem do hloubky 18-25 cm. Používají se speciální oboustranné šestiradličné nesené pluhy (Krofta 2012).

3.3.6.4 Hloubkové kypření

Dlátování je způsob kypření chmelnice do hloubky 50-60 cm. Spodní vrstvy půdy se nadzvednou, zvýší se její porovitost a provzdušnění. Hloubkové kypření usnadňuje infiltraci srážkové vody. Prokypřením zhutnělého podbrázdí jsou zlepšovány fyzikální vlastnosti podorniční a orniční vrstvy po utužení půdy při sklizni chmele (Krofta 2012).

3.3.6.5 Podzimní řez chmele

(*Seminář k agrotechnice chmele* 2018) uvádí zkušenosti s podzimním řezem chmele. Hlavním důvodem k podzimnímu řezu chmele je dosazování chmelové sadby. K tomuto zásahu dochází jednou za dobu životnosti porostu. Tento zásah je nutné provádět na porostech, které nejsou příliš bujné a na jaře nesmíme aplikovat dusíkatá hnojiva.

Termín podzimního řezu spadá přibližně do období od 2. pol. října do konce listopadu. Z biologického hlediska není příliš vhodný. V ročnicích s teplou zimou a předčasným nástupem jara dochází k předčasnému rašení výhonů, růst a vývoj probíhá v nevhodných časových obdobích (Šnobl 2004).

3.3.7 Jarní kultivace chmelnic

Cílem jarní kultivace chmelnic je příprava chmelnic na mechanizovaný řez. Plocha chmelnice musí být dobře urovnaná, aby nedocházelo ke špatnému řezu. V případě nerovného pozemku dochází k přílišnému zahlubování nebo vyměščení pracovních orgánů seřezávačů chmele, tím pádem k nekvalitnímu řezu, či dokonce k odumření podzemních orgánů chmele (Krofta 2012).

3.3.7.1 Vláčení s jarní aplikací průmyslových hnojiv

Dokonalé urovnání povrchu půdy je nutné pro kvalitní provedení mechanizovaného řezu. Na jaře se chmelnice nejdříve uvláčí napříč, aby se rozrušil zimní škrálop půdy, a aby se hřebeny brázd urovnaly (Krofta 2012).

Ze zkušeností, které jsme získali během let pěstování chmele, musím zmínit nevýhody intenzivního zpracování půdy v jarních měsících. V posledních letech je to zejména nedostatek srážek v jarním období, které nás donutili aplikovat redukované zpracování půdy při přípravě na řez chmele v jarním období. Jak jsem již zmínil v odstavci výše, pro řez je velice důležitý urovnaný povrch chmelnice. Inspirací nám bylo sousední Německo, kde k agrotechnice chmele přistupují jinak než u nás. Začali jsme chmelnice připravovat rotačními branami, jedním přejezdem. Rotační brány intenzivně připraví meziřadí chmelnice po podzimní orbě, integrovaná smyková lišta urovná připravenou zeminu a hřbový válec dorovná případné drobné nerovnosti a zpětně utuží meziřadí. Jedním přejezdem tak dochází k přípravě na řez, k omezení vysychání půdy, k tvorbě kolejí, úspoře pohonných hmot a lidské práce (Štranc 2008).

Pro plynulejší a kvalitnější práci ořezávačů je před vlastním řezem půda povrchu chmelnice urovnávána v podélném a příčném směru k řadům chmelových rostlin. Často značně razantně, nejen bránami, ale i pérovými kultivátory, které zejména při práci v příčném směru silně poškozují relativně mělce uložené podzemní orgány chmele, především babky. Při jejich mělkém uložení, zejména na lehčích půdách, dochází i k jejich vytržení a ke vzniku prázdných míst ve chmelnici (Štranc et al. 2013).

3.3.7.2 Řez chmele

Řezem chmele se odstraňují od vytrvalé, podzemní babky přírůstky nového dřeva a zčásti postranní vlky. Přírůstky nového dřeva se odřezávají pod povrchem půdy, a proto byl a je řez chmele a příprava k němu značně náročný jak na fyzickou, tak i odbornou zdatnost pracovníků (Rybáček 1980).

Řez chmele má významný vliv na životnost chmelových rostlin. Zajišťuje také regulaci tvaru chmelové babky a její hloubku pod úroveň terénu (Krofta & Ježek 2010).

(Krofta 2012) dělí řez chmele:

- **normální řez** – provádí se u silných zdravých babek, nechává pahýl 2-3 mm dlouhý, s jedním kruhem oček
- **hladký řez** – volí se u rostlin bujného vzrůstu, mimořádně silných v plné plodnosti, všechny výhony se řežou těsně u babky
- **nadsazený řez** – je vhodný u mladých rostlin, u zesláblých a slabých rostlin, nechává dva kruhy oček

Dále můžeme rozlišovat řez chmele: **časný** (od třetí dekády března do začátku dubna), **střední** (provedený ve druhé dekádě dubna), **pozdní** (provedený ve třetí dekádě dubna).

Mechanizovaný řez se odlišuje od ručního řezu hlavně tím, že se chmelové rostliny seřezávají všechny ve stejné, předem stanovené hloubce při plynulé jízdě pohonného prostředku s ořezávačem (Rybáček 1980).

Doporučený termín řezu Žateckého poloraného červeňáku je v prvních dvou dekádách měsíce dubna, v některých lokalitách i později (Krofta & Ježek 2010).

Hybridní odrůdy mají pomalý počáteční růst, jeho nástup řezem urychlujeme. Termín řezu je raný (ve třetí dekádě března až v první dekádě dubna) (Kopecký 2008).

Řez chmele se provádí ořezávači chmele, což jsou dva protiběžné kotouče dvojího konstrukčního provedení uzpůsobené k řezu v nesloupových řadách a k řezu ve sloupových řadách. Řezné kotouče zajišťují rovinný řez v hloubce okolo 5 cm od urovnaného povrchu půdy.

Správné nastavení ořezávače chmele je velice důležité, a proto je nutné mu přikládat velkou pozornost (Kocourková et al. 2014).

3.3.7.3 *Zavěšování chmelovodičů*

Zavěšování chmelovodičů provádíme po řezu chmele. Z pracovních plošin zavěšují pracovníci drát pomocí úvazků k drátěnému stropu konstrukce. Velice důležitá je optimální rychlost pojezdu, aby pracovníci stíhali zavěsit požadovaný počet drátů. Ke každé rostlině zapíchneme dva chmelovodiče tzv. V systémem, který se rozevívá do meziřadí (Kocourková et al. 2014).

Používá se ocelový drátek, podle hmotnosti volíme odpovídající průměr drátku (1,00, 1,06, 1,12, 1,25 mm). Spodní konec drátku je zapíchnut speciálním bodákem k rostlině chmele. Dříve, před zavedením drátkování z plošin se chmelovodiče natahovaly ručně. V dnešní době je tento způsob používán pouze k doplnění chybějících vodičů. Na konec drátku se přichytily speciální háčky a pomocí duralové tyčky se zavěsily na strop chmelnice (Šnobl 2004).

V posledních letech se vyvíjí automatizované mechanizační prostředky, které by mohly v budoucnu zastoupit lidský faktor při zavěšování chmelovodičů (He et al. 2016).

3.3.7.4 *Zavádění výhonů chmele*

Zavádění chmele je po kvalitně provedeném řezu neméně důležitou operací. Jedná se o namáhavou a zodpovědnou práci, která musí být kvalitně provedena, neboť počet zavedených výhonů rozhoduje o budoucí úrodě (Briggs et al. 2004).

Zavádění výhonů chmele zůstává jednou z posledních pracovních operací, která nebyla mechanizována a kde není znám ani účinný princip umožňující nahradit tuto ruční práci mechanizací (Rybáček 1980).

K zavádění přistupujeme, když mají výhony chmele dostatečnou délku a z našeho pozorování je také velice důležitá teplota. Při chladném počasí dochází k častějšímu lámání zkrchlých výhonů a hlav.

(Šnobl 2004) rozděluje zavádění takto:

- **první zavádění** – výhony mají délku cca 60-70 cm, termín je od druhé dekády května, tento termín je považován za nejideálnější
- **opravné zavádění** – doplňujeme jím chybějící nebo odumřelé výhony a nahrazujeme je výhonem rezervním, provádí se přibližně 10-14 dní po prvním zavádění
- **kontrolní zavádění** – provádí se při výšce cca 200 cm a ukončujeme ho v první dekádě června

3.3.8 **Letní kultivace chmelnic**

3.3.8.1 *Přiorávka chmele*

Rostlinám je třeba vytvořit nejpříznivější prostředí řádnou přiorávkou, aby se vytvořilo kořání nezbytné k mohutnému vzrůstu nadzemní části rostliny. Před vlastní přiorávkou je dobré půdu v meziřadí prokypřit a tím i zbavit vysemeněných plevelů. Chmelové rostliny by měly být zahrnuty do výšky 15 cm, aby se vytvořilo letní kořání a eliminoval růst plevelů v řadech (Krofta 2012).

V neozeleněném meziřadí je nutno provádět plečkování, aby nedocházelo k zaplevelování porostu. Po přiorávce je nutno provádět mělké plečkování, aby nedocházelo k poškozování vytvořeného letního kořání a k neproduktivnímu výparu. V nízkých konstrukcích se přiorávka neprovádí (Pokorný et al. 2016).

3.3.8.2 Ozelenění meziřadí chmelnic + pomocné plodiny

V posledních letech nabývá na stále větším významu i ozelenění meziřadí chmelnic. Nejedná se už pouze o tzv. zelené hnojení, ale i o ochranu půdy z hlediska její ochrany před degradací. Poslední roky nám dokazují, jak může být počasí nevyzpytatelné. Jedná se o dlouhé období sucha střídané až extrémními srážkami (Kincl et al. 2018).

Velmi mylná je představa, že podplodiny v meziřadí pěstovaného chmele naopak ochuzují půdu a živiny. Musíme si uvědomit, že veškerá biologická hmota rostlin (nadzemní i podzemní) je ponechána na místě. Živiny se agregují do půdy a pomocí mikrobiálních procesů jsou k dispozici chmelovým rostlinám (Krofta 2012).

Pomocné plodiny jsou obecně vnímány jako rostliny, které napomáhají dosažení pěstebních a ekologických cílů při pěstování hlavní plodiny. Jednou z možností je využití pomocných plodin pro tvorbu mulče na povrchu půdy, který eliminuje rozvoj plevelů, za účelem zvýšení přístupnosti živin. Dále se jedná o systémy využívající tyto plodiny v protierozní ochraně a v systémech omezení evaporace (Brant 2019).

3.3.8.2.1 Jarní výsevy podplodin

Jarní výsevy podplodin jsou zakládány bezprostředně po ukončení priorávky chmele, kdy se na těchto vybraných pozemcích nebude již počítat s výrazným pohybem techniky a pracovníků v meziřadí chmelnic. Zpoždění výsevu plodin má negativní vliv na vzcházení rostlin, které nemají optimální světelné podmínky (Krofta 2012).

3.3.8.2.2 Časné letní výsevy podplodin

Termín výsevu je nutné dodržet do konce června, nejpozději do první dekády července. Je důležité vybírat takové druhy rostlin, které jsou schopny se dobře vypořádat se světelným stresem v meziřadí již zapojeného porosru chmele (Krofta 2012).

3.3.8.2.3 Pozdně letní výsevy podplodin

Pozdně letní výsevy jsou nutné, s ohledem na krátkou vegetační dobu vybraných rostlin, provést ihned po sklizni chmele. Doba setí se mění dle ročníku, průběhu počasí a termínu sklizně. Pohybuje se v rozmezí od začátku druhé poloviny srpna do konce první poloviny měsíce září. Limitujícím faktorem těchto výsevů jsou srážky (Krofta 2012).

3.3.9 Sklizeň chmele

Technická zralost se obvykle stanoví podle uzavřenosti chmelové hlávky, její pružnosti, typického zelenožlutého barevného odstínu a typické chmelové vůně. Sklizeň chmele by měla být zahájena v době, kdy se již stabilizoval obsah hořkých kyselin (Rybáček 1980).

V dnešní době se celá výměra česé pomocí česacích strojů. Česací stroj je ve většině případů stacionární stroj, který má za úkol oddělit a separovat hlávky chmele od rév a listů. Správně očesané hlávky by neměly být rozplevelené, neměly by být ve velkých shlucích a neměly by být znečištěny listy a úlomky révy (Čapek 2011).

Chmel je z chmelnice dopravován pomocí speciálních odvozních prostředků, traktorů se strhávači chmelových rév a s přívěsy pro svoz chmelových rév. V některých podnicích hlavně při dočišťování chmelnic používají ruční strhávání chmele na chmelové káry (Rybka 2015).

Správné seřízení česacího stroje a regulace vlastního procesu česání omezuje poškození hlávek, snižuje podíl biologických příměsí v hlávkách, snižuje ztráty při česání. Postupně se zvyšovala výkonnost a kvalita práce a snižoval počet pracovníků obsluhy (Šnobl 2004).

Zajímavostí je vývoj českého mobilního sklízecího stroje HUN-30, tento stroj čese chmel z nízkých konstrukcí vysokých až 3 metry. Očesané hlávky chmele jsou spolu s listy

dopravovány do odvozního prostředku, jedoucího souběžně s mobilním sklízěčem. Takto očesaný chmel je nutné dovézt na stacionární separační linku, kde dojde k jeho vyčištění (Pokorný 2016).

3.3.10 Sušení chmele

Zavedením horkovzdušného sušení chmele se výrazně zlepšila i kvalita sklizeného chmele. Bylo docíleno vynikající barvy a lesku hlávek, kvalitativním ukazatelem se stala citronově žlutá barva chmelové moučky a potvrdily se další kvalitativní ukazatele chmele (Kořen et al. 2008).

V dnešní době se můžeme setkat se dvěma způsoby sušení chmele a to na: **komorových sušárnách** a **pásových sušárnách**. Oba způsoby využívají k sušení teplý vzduch ohřátý ve výměníku tepla, který je rozveden do prostoru sušení.

(Rybáček 1980) rozděluje technologické celky sušáren chmele takto:

Komorové sušárny se skládají z:

- **hořáku** – palivem může být LTO nebo zemní plyn
- **výměníku tepla** – na jedné straně je osazen ventilátorem, který dodává vzduch, na druhé straně hořákem, palivo předá tepelnou energii vzduchu, který je rozváděn do sušících komor
- **komory** – jsou vybaveny sklopnými žaluziemi a výsuvnými lískami s perforovaným dnem, počet žaluzií se ustálil na počtu 3 + 1 vozíky

Pásové (kontinuálně pracující) sušárny se skládají z:

- **teplovzdušného agregátu** – hořák + výměník tepla
- **násypky na čerstvý chmel**
- **sušící skříně s třemi nekonečnými pásy**

Očesané chmelové hlávky vykazují vlhkost 76–80 %, intenzivně dýchají, zvyšují teplotu. Je nutné organizačně sladit proces česání a proces sušení. Hlávky se suší při teplotě 55-60 stupňů po dobu 6–9 hodin. Hlávky sušíme tzv. na vřeténko – celé vřeténko musí být vysušené a láme se. Suší se na vlhkost 5-7 %. Takto usušené hlávky jsou velice křehké a rozplevelují se. Musí proto dojít k úpravě na 10,5 – 12 %. Takto upravený chmel se lisuje do obalového materiálu, je označen štítky, plombami, případně čárovým kódem a odvážen obchodním organizacím (Šnobl 2004) (Ocvirk et al. 2019).

3.4 Hnojení a výživa chmele

Chmel každoročně obnovuje a vytváří velké množství nadzemní biomasy, na jejíž produkci spotřebuje mnoho živin. Jako většina vytrvalých rostlin koncem vegetace soustřeďuje určité množství asimilátů v kořenové soustavě. Při současných technologiích sklizní není sice ukládání asimilátů a živin v kořenech vysoké, ale přesto tvoří určité rezervy, které jsou využívány v brzkém jarním období, kdy je příjem živin z půdy ještě nepatrný (Vaněk et al. 2016).

Chmel patří mezi plodiny náročné na úrodnost půdy, zejména na její biologicky aktivní hloubku, humóznost, dostatek přijatelných živin (v půdním roztoku) a mírně kyselou až neutrální půdní reakci. Základním principem integrované produkce chmele v oblasti výživy a hnojení je snaha o maximální uzavírání koloběhu jednotlivých živin. Proto se při stanovení dávek hnojiv a vápnění vychází z výsledků agrochemických rozborů půd, znalosti druhu a typu půd v daném místě a zejména v případě dusíku požadavky rostlin na živiny (Vavera et al. 2017) (Le Bot et al. 1998).

Racionální hnojení chmelových porostů je založeno na poznání, že chmelové rostliny přijímají potřebné živiny z vodných roztoků, zejména z půdního roztoku. Ideální výživě chmelových

rostlin může bránit nevyváženost půdního roztoku či pevná vazba prvků v půdě, čímž dochází k blokování daného prvku a zamezení nebo omezení jeho čerpání rostlinami (Ježek 2015).

Chmel patří k rostlinám s vysokou potřebou živin. Jednotlivé živiny, ale především jejich dostatečný příjem ve vhodných relacích v jednotlivých fázích vegetace, dávají předpoklady dobrého výnosu a kvality chmelových hlávek. Při průměrné sklizni 2 t suchých hlávek na hektar je udáván odběr 150 kg **N**, 20 kg **P**, 133 kg **K**, 24 kg **Mg**, 135 kg **Ca**, významný je také odběr síry a pohybuje se kolem 16 kg/ha. Chmel také vyžaduje dostatek **Zn**, jeho odběr činí okolo 600 g/ha. Nedostatek zinku byl dáván do souvislosti s výskytem kadeřavosti chmele. Podle současných poznatků se jedná o chorobu způsobenou rickettsiemi, ale dostatek zinku značně omezuje výskyt tohoto onemocnění (Vaněk et al. 2016).

(Rybáček 1980) dělí soustavu hnojení chmele na dvě části:

- hnojení do půdy v době vegetačního klidu
- hnojení chmele v průběhu vegetace

V období vegetačního klidu se hnojí chlévským hnojem a využívá se předzásobní hnojení fosforem a draslíkem.

3.4.1 Význam jednotlivých živin

3.4.1.1 Dusík (Vavera et al. 2017)

- je nezbytnou součástí všech sloučenin proteinové povahy,
- chmelové rostliny velmi intenzivně rostou, proto potřebují značné množství dusíku,
- podobně jako u jiných rostlin podporuje růst.

Nedostatek dusíku se projevuje následovně:

- chmelové rostliny zakrňují, jejich listy jsou drobnější s úzkými laloky a bledě zeleným zabarvením, hlávky jsou drobné nevyvinuté,
- při velkém nedostatku dusíku mají rostliny trpavý habitus, listy jsou drobné, bledě zelené až žluté a brzy opadávají, poněvadž se předčasně ukončuje růst.

Nadbytek dusíku způsobuje:

- chmel roste bujně, listy jsou velké, sytě zeleně zabarvené,
- hlávky při menším počtu jsou nadměrně velké, často prorůstají, mají hrubou stavbu, a tím se značně zhoršuje jejich jakost, mají tlustší vřeténko, menší obsah lupulinu a horší vůni,
- rostlinná pletiva jsou vodnatá, řídká a náchylná k onemocnění i mechanickému poškození,
- stupňování dávek dusíku způsobuje zintenzivnění růstu i prodlužování jednotlivých fenologických období, a tím celkové vegetační doby chmele,
- omezuje prodlužovací růst kořenů, a tím zmenšuje prostorové rozmístění kořenové soustavy, zejména u mladých chmelových rostlin.

Celková potřeba N se pohybuje podle produkce v širokém rozsahu. S přihlédnutím k ostatním zdrojům dusíku (organické hnojení, obsah přijatelného dusíku v půdě, průběh povětrnosti aj.) se potřebná dávka dusíku v minerálních hnojivech nejčastěji pohybuje v rozmezí 80–150 kg N/ha. Celkovou dávkou je vhodné rozdělit do 2-3 dílčích dávek. Největší část N se aplikuje brzo na jaře. Vhodné hnojivo v tomto období je síran amonný, případně i další dusíkatá hnojiva se sírou (DASA). Mohou být použita i jiná hnojiva, jako je močovina, DAM, Amofos, Polidap aj. Zbývající část dusíku se aplikuje před první přiorávkou a nejpozději před začátkem kvetení (Vaněk et al. 2016).

3.4.1.2 Fosfor (Vavera et al. 2017)

- je nezbytnou součástí mnoha organických sloučenin v rostlinných buňkách,
- některé jeho organické sloučeniny se zúčastňují biochemických procesů spojených s přenosy energie,
- fosfor podporuje vznik generativních orgánů (v určitých obdobích působí protichůdně než dusík – zvyšuje množství osýpky a u hlávek zabraňuje jejich přerůstání a prorůstání).

Nedostatek fosforu:

- brzdí růst kořenů a ostatních podzemních a nadzemních orgánových soustav chmelových rostlin,
- tvoří se málo osýpky, hlávek je méně, špatně se vyvíjejí, jsou drobné, v technické zralosti se zcela neuzavírají.

Nadbytek fosforu:

- spolupůsobí při předčasném zakvétání chmele a urychleném dozrávání hlávek,
- nadměrně vysoká zásoba fosforu v půdě omezuje příjem zinku (způsobuje kadeřavost chmele).

Hnojení fosforem je určováno obsahem této živiny v půdě. Pokud bylo uskutečněno dostatečné hnojení před výsadbou a obsah fosforu je vyhovující, je hnojení zaměřeno na úhradu fosforu odčerpaného sklizněmi. V takových případech se dávka fosforu pohybuje kolem 20 kg P/ha. Vhodnými hnojivy jsou superfosfáty, hnojí se jimi na podzim a lze hnojit i předzásobně na 2-3 roky spolu s organickými hnojivy (Vaněk et al. 2016).

Příjem fosforu rostlinami je ovlivňován půdní reakcí (optimum je kolem pH 6,0) a dostatkem organických látek v půdě. V případě fosforu není ani tak problémem jeho nedostatek v půdách, jako nedostatek fosforu ve formách přístupných rostlinám (Krofta 2012).

3.4.1.3 Draslík (Vavera et al. 2017)

- výrazně uplatňuje v energetickém a látkovém metabolismu, zvyšuje pevnost rostlinných pletiv a jejich odolnost proti poškození chorobami a škůdci,
- působí příznivě na dozrávání chmelových hlávek,
- nedostatek se projevuje na starých listech, protože mladé listy po určitou dobu využívají draslík přesunutý ze starších orgánů, staré listy blednou od okrajů a později se na nich objevují hnědé skvrny ohraničené žilnatinou, tyto skvrny se postupně rozšiřují, listy bronzově žloutnou, přecházejí až do popelavě šedého zabarvení a opadávají.

Nedostatek draslíku:

- předčasně porušuje apikální dominanci rév, proto se u nich velmi brzy tvoří pazochy a ty jsou pak delší.

Nadbytek draslíku:

- negativně ovlivňuje příjem jiných iontů, zejména hořčíku, a zhoršuje jakost chmelových hlávek, které obsahují méně lupulinu a pryskyřic.

Hnojení draslíkem vychází také obsahu této živiny v půdě. Při pravidelném hnojení statkovými hnojivy je dodáváno do půdy poměrně velké množství draslíku, které je žádoucí zohlednit při hnojení minerálními hnojivy. Běžné dávky v minerálních se pohybují v rozmezí 100-120 kg K/ha. S ohledem na citlivost chmelu na chlor jsou vhodnými hnojivy síran draselný, případně draselná hnojiva s Mg s nižším obsahem chloru. Ovšem většinou je vzhledem k nedostatku těchto hnojiv a vyšší ceně používaná draselná sůl, kterou by se mělo hnojit v podzimním období (Vaněk et al. 2016).

Draslík má velmi důležitou úlohu při fotosyntéze a vodním režimu rostlin, zpevňuje pletiva a napomáhá zvyšovat odolnost rostlin vůči chorobám a škůdcům (Krofta 2012).

3.4.1.4 Hořčík (Vavera et al. 2017)

- asi 10 % z celkového množství hořčíku je vázáno v chlorofylu, kde má specifickou funkci při fotosyntéze,
- hořčík má příznivý vliv na tvorbu reprodukčních orgánů, u chmelových rostlin na množství a jakost hlávek.

Nedostatek hořčíku:

- nejdříve objevuje u starých listů, které postihuje chloróza, listy nejdříve blednou, pak mezi žilnatinou žloutnou, přičemž žilky jsou lemovány zelenějším pruhem, později se chlorózou postižené části zbarvují šedě až hnědočerveně, listy předčasně opadávají.

Nadbytek hořčíku se objevuje zřídka.

Hnojení hořčíkem je možné řešit při jeho nedostatku v půdě při vápnění aplikací dolomitických vápenců a dolomitů a během vegetace draselnými hnojivy s Mg, případně Kieseritem (Vaněk et al. 2016).

Hořčík plní v rostlinných pletivech řadu významných funkcí, které souvisejí s fotosyntézou a následnou produkcí vysokomolekulárních látek. Jeho příjem je výrazně ovlivňován vnějšími podmínkami, především pH půdy a složením půdního roztoku (Krofta 2012).

3.4.1.5 Vápník (Vavera et al. 2017)

- vápník se v rostlinných buňkách nachází ve vodorozpustné nebo kyselinorozpustné formě,
- má důležitou úlohu při tvorbě buněčné blány, je součástí mnoha buněčných organoidů, jeho přítomnost je nutná v procesech dělení a prodlužování buněk,
- je málo pohyblivý, je ve výživě chmele nutné zabezpečit jeho plynulý přísun v průběhu celé vegetace, při nedostatku vápníku buněčné blány slizovatí a pletiva pak dříve dřevnatí.

Nedostatek vápníku:

- morfologicky se projevuje nejdříve na nejmladších orgánech, vegetačním vrcholu a mladých listech; vegetační vrchol žloutne a odumírá, vrcholové listy jsou drobné, vyduté se světlým okrajem, později se na nich objevují hnědé skvrny a listy odumírají,
- je také velmi často spojen s nadbytkem draslíku, který vytěsňuje vápník, což může často zkrusovat rozboř, kdy je relativně optimální množství pro rostlinu k dispozici.

Nadbytek vápníku:

- snižuje příjem ostatních kationtů, zejména Mg, K a Fe, což vyvolává chlorózu,
- působí také zhrubnutí hlávek a vyvolává jejich předčasné žloutnutí.

3.4.1.6 Síra (Vavera et al. 2017)

- působí pozitivně na využívání dusíku v rostlině a má významné fyto-sanitární účinky,
- obsah síry by neměl klesnout pod 30mg.kg-1 půdy,
- je také nepostradatelná při tvorbě aminokyselina a chmelových silic.

Nedostatek síry:

- vede k zakrslému habitu chmele,
- tvorbě vytáhlých výhonů a chloróz, hlavně na mladých listech, čímž se odlišuje od vizuálních projevů deficitu N.

3.4.2 Stanovení obsahu živin

Základním podkladem pro stanovení ročních dávek živin jsou výsledky rozborů vzorků půd prováděné v rámci agrochemického zkoušení zemědělských půd (AZP), neboť půdní zásoba živin je rozhodujícím činitelem pro dosažení výnosu chmele. Odběr vzorků půd se provádí na jaře z hloubky 10–40 cm. Dále je mimo AZP možné provést doplňující analýzy odebraných vzorků N_{min} a dle stanoveného výsledku se aplikují dusíkatá hnojiva ve 2 až 3 dávkách (Vavera et al. 2017).

Při rozbořech AZP jsou stanoveny tyto agrochemické vlastnosti:

- půdní reakce (pH v 0,01 M CaCl₂),
- potřeba vápnění (roční dávka v t CaO.ha⁻¹),
- obsah uhličitánů (CaCO₃, MgCO₃) v %,
- obsah přístupných živin (P, K, Mg, Ca, S) – stanovených ve výluhu podle Mehlich III (v mg na 1 kg půdy),
- obsah oxidovatelného uhlíku s možností přepočtu na obsah humusu,
- hodnocení poměru kationtů K: Mg – výpočet z naměřených hodnot,
- hodnocení kationtové výměnné kapacity (KVK) – nestanovuje se u půd s obsahem uhličitánů nad 0,3 %.

V průběhu vegetace pak upřesňujeme hnojení na základě výsledků listových analýz.

- **I. odběr** – na začátku června (při výšce rostlin 1,5 – 2,5 m), což odpovídá od fáze BBCH 33, kdy vyhodnocujeme poměr N:P, neboť správný obsah P rozhoduje o nasazení květních orgánů,
- **meziodběr**, BBCH 38-39 – cca 14 dní od prvního odběru,
- **II. odběr** – mezi butonizací a kvetením (přibližně v první polovině července) - tzv. paliček (butonů), což odpovídá fázi chmele BBCH 51 až 55, kdy vyhodnocujeme poměr N: K, neboť správný obsah K rozhoduje velmi významně o výnosu a obsahu α -hořkých kyselin.

Způsob odběru vzorků:

- ideální je získání průměrného vzorku z jedné konstrukce nebo výměry,
- odebíráme réвовé listy z poloviční výšky rostliny,
- po chmelnici se pohybujeme úhlopříčně,
- pro analýzu je zapotřebí cca 30–50 listů (Vavera et al. 2017).

3.4.3 Organické hnojení

Nevyhovující skladba pěstovaných plodin z pohledu osevního postupu s návazností na živočišnou výrobu v současné tržní orientaci chmelařské podniky limituje v používání dříve nejběžnějšího organického hnojiva, kterým je hnůj (Krofta 2012).

Chlévský hnůj je základním a osvědčeným hnojivem k hnojení chmele. Dávka se řídí druhem půdy – na těžkých půdách 40 t/ha, na středních 55 t/ha a na lehkých až 70 t/ha. Zapravuje se výhradně v podzimním období (Rybáček 1980).

Komposty mají univerzální použití a jsou vhodné ke hnojení před rigolovací orbou. Kvalitní komposty obohacují půdu nejen o živiny, ale především o organické látky, které zvyšují sorpční kapacitu půdy a podléhají pozvolnému rozkladu v půdě, takže působí dlouhodobě (Vaněk et al. 2016).

V úvahu také přichází i tzv. zelené hnojení, což je způsob organického hnojení, při kterém do půdy zaoráváme biomasu rostlin pěstovaných k tomuto účelu. Cílem je obohatit půdu o organickou hmotu a živiny. Kvalita i množství organického hnojení je odvislé na druhu pěstovaných rostlin, délce vegetačního období, půdních a klimatických podmínkách daného stanoviště (Krofta 2012) (Roy et al. 2006).

I ostatní organická hnojiva, jako je močůvka a kejda, lze využít ke hnojení chmelnic, zvláště v období před výsadbou. Jejich produkce však závisí na chovech hospodářských zvířat. Vzhledem k výraznému snížení stavů zvířat i k tomu, že pěstování chmele nemá návaznost na živočišnou produkci, je jejich dostupnost značně omezená (Vaněk et al. 2016).

Kejda skotu používaná k aplikaci do chmelnic působí dlouhodobě. Ovšem je zde riziko těkání amoniaku do ovzduší. Za určitých předpokladů by kejda skotu mohla částečně nahradit anorganická dusíkatá hnojiva (Čeh 2014).

3.5 Ochrana chmele

Péče o chmel je téměř celoroční, o zdraví rostlin ve vegetaci se do značné míry rozhoduje již na podzim předcházejícího roku odstraněním rostlinných zbytků a jejich likvidací mimo chmelnice. Přibližně od června dochází k silnějšímu výskytu plísní. Postupně se mohou objevovat příznaky padlí na nadzemních částech rostlin i známky napadení podzemních částí rostliny chmele půdními houbami rodu *Verticillium* a *Fusarium*. Ze živočišných škůdců způsobuje na jaře největší škody lalokonosec libečkový ožíráním rašících pupenů a výhonů chmele. Během vegetace způsobují závažné škody sáním postupně nymfy i dospělci klopušky chmelové, mšice chmelové a roztoč sviluška chmelová (Kazda et al. 2010).

Integrovaná produkce chmele je způsob pěstování, který nezatěžuje životní prostředí a usiluje o dosažení optimálních výnosů vyšší kvality. Základem je udržení, resp. zlepšení půdní úrodnosti a mnohotvárného životního prostředí. Je to moderní, přísně ekologicky orientovaný systém zaměřený na kvalitní produkci šetrnou cestou k životnímu prostředí (Krofta 2012).

Důležitým, ale v současné době opomíjeným preventivním opatřením, je péče o půdu. Vyrovnané hnojení a vhodně strukturovaná, druhově bohatá půda s dostatkem organické hmoty, je základním předpokladem dobrého zdravotního stavu rostlin chmele, které jsou odolnější k napadení chorobami a škůdci. Do preventivních opatření lze zařadit i porovnání výskytu chorob a škůdců na planém chmelu v okolí chmelnic. Plané rostliny jsou často méně poškozeny škodlivými organismy než rostliny ve chmelnicích (Holý et al. 2017).

3.5.1 Choroby chmele

3.5.1.1 Plíseň chmelová (*Pseudoperenospora humuli Miyabe Takahashi, Wilson*)

Velmi významná choroba chmele, vyskytující se každoročně, patří do třídy *Oomycetes*, do řádu *Peronosporales*, a čeledě *Peronosporaceae*. Bez ochranných zásahů by způsobila značné škody. (Kazda et al. 2010).

Peronospora chmelová se vyskytuje výhradně na chmelu, u kterého může napadat všechny rostlinné orgány. Zimní výtrusy se tvoří v napadených pletivech během vegetace a posléze se dostávají do půdy s rostlinnými zbytky. V půdě výtrusy infikují mladé prorůstající výhony, kdy při proniknutí do rostliny vytváří uvnitř husté mycelium. Příznaky napadení peronosporou jsou tak patrné již na jaře, kdy dochází k primární infekci. Typické jsou v tomto období klasové výhony žluté barvy se zkrácenými internodii a nahloučenými listy. Na spodní straně napadených listů je šedofialový povlak plodonošů a letních výtrusnic. V průběhu vegetace se peronospora šíří letními zoosporangii jejichž spory infikují listy. Napadení se následně projevuje žlutozelenými skvrnami, které se za vlhka zvětšují. Později hnědnou a zasychají. Za příznivých povětrnostních podmínek patogen napadá i pazochové výhony a vegetační vrcholy což má za následek tvorbu klasových výhonů, které jsou zdrojem dalšího šíření. Napadená květenství při silném tlaku hnědnou a může dojít i k opadu. Nevyvinuté hlávky se deformují a zastavují vývoj. Napadení zralé hlávky se projevuje hnědnutím krycích a pravých listenů. Při silném napadení dojde k zhnědnutí celé hlávky (Holý et al. 2017).

Výskyt a šíření perenospor je ve velmi úzkém vztahu s průběhem počasí, zvláště pak s teplotou, relativní vlhkostí vzduchu a srážkami. Teplota se uplatňuje při infekci hostitelské rostliny a ovlivňuje délku i průběh inkubační doby. Infekce chmele se může uskutečnit při teplotách 1-29 stupňů. Nejpříznivější vliv má vlhkost nad 90 %. Pro šíření perenospor je významější frekvence denních srážek ve výši 10 mm a více zejména v květnu až červenci (Krofta 2012) (Gent et al. 2008) (Gent & Ocamb 2009).

Základem ochrany proti perenospoře je včasná eradikace primární infekce. Nezbytné je včasné provedení jarního ošetření. Optimálně na počátku vzcházení po řezu chmele. Od počátku června nastává období sekundární infekce perenospor chmelové. Ochrana se řídí krátkodobou prognózou, kdy se na základě počtu srážkových dnů vypočítá index peronosporového počasí, jehož hodnota je různá pro jednotlivé odrůdy. Na chmelnicích s každoročními problémy s plísní chmelovou se osvědčily alternativní způsoby ochrany. Jde například o aplikaci PK hnojiva Farm – Fos 44 (fosforitan draselný 32% P₂O₅, 29% K₂O), který zvyšuje přirozenou odolnost k houbovým patogenům. Další formou alternativní ochrany chmele před primární i sekundární infekcí je použití přípravku Alginure (24% výtažek z mořských řas). Přípravek posiluje rezistenci rostlin vůči patogenu zvyšováním obsahu fytoalexinů a dalších látek. Lze jej použít v aplikaci společně se sníženou dávkou konvenčních přípravků, nebo v případě nízkého tlaku perenospor i samostatně. Při nízkém tlaku perenospor lze také využít kapalné hnojivo Prev-B2 (kapalné hnojivo s obsahem bóru 2,1 % a přírodními terpeny pomerančovníku). Jako nepřímou formu ochrany proti plísní chmelové lze uvést udržování porostů chmele čistých a bezplevelných, defoliaci spodních listových pater, správnou výživu chmele a kvalitní podzimní úklid chmelnic (Holý et al. 2017).

3.5.1.2 Padlí chmelové (*Podosphaera macularis*, syn.: *Erysiphe humuli*)

Na rozdíl od perenospor je výskyt padlí na chmelu nepravidelný. V našich podmínkách se jedná o fakultativního patogena gradačního charakteru, což dokládá i jeho škodlivý výskyt na některých chmelnicích na přelomu tisíciletí. Poslední hospodářský významný výskyt tohoto patogena byl v českých a moravských chmelnicích zaznamenán v letech 1997-1999 (Krofta 2012).

Řadíme ji do třídy *Ascomycota*, do řádu *Erysiphales*, čeledě *Erysiphaceae*. V druhé polovině května se na líci listů tvoří malé bílé skvrny, které se postupem času zvětšují a šíří. V menší míře se tyto skvrny objevují i na rubu listů. Čepel je pokryta bílými moučnatými skvrnami, které se s postupující infekcí spojují v jednolitý moučnatý povlak. Napadená pletiva přestávají růst, zasychají a opadávají (Lebeda et al. 2017) (McCreight 2003).

Bílý povlak, který se vyvíjí na listech, může být obvykle odstraněn chemickým ošetřením, takže nemusí mít následující negativní vliv na výnos chmele. Nejzávažnější z tohoto pohledu je infekce hlávek, která je hlavní příčinou výnosových ztrát. Hlávky napadené v raném vývojovém stádiu se dále vůbec nevyvíjejí. Hlávky napadené později se do určité míry vyvíjejí v závislosti na intenzitě infekce. Následkem tohoto napadení je určité snížení výnosu, a především pak ztráty kvalitativní, které se projevují jednak vizuálně a jednak nepříjemným, po plísní zapáchajícím aroma (Ježek 2015).

Základem ochrany proti padlí chmelovému je likvidace infikovaných rostlinných zbytků a pravidelná kontrola porostů pro případné preventivní fungicidní ošetření. Proti padlí chmelovému existuje několik konvenčních fungicidů. V rámci integrované produkce lze využít přípravek Prev-B2, který má díky přírodním terpenům z pomerančovníku pozitivní vliv na omezení padlí. Využít lze dále všechny dostupné biologicky aktivní látky, které zlepšují pevnost a vitalitu rostlinných pletiv a zvyšují tak odolnost před napadením houbovými chorobami. Jednou z možností nepřímé ochrany proti padlí chmelovému je defoliace spodních listových pater (Vavera et al. 2017).

3.5.1.3 *Verticillium*

Vniká do rostliny kořeny, odtud prorůstá pletivy a ucpává cévy. U napadených rostlin nejprve žloutnou a vadnou spodní listy, později choroba postupuje vzhůru, rostlina vadne, listy zasychají a opadávají (Rybáček 1980).

V ČR byl v roce 2017 zaznamenán vůbec první výskyt tohoto patogena, a to na odrůdě Kazbek a Sládek v produkční chmelnici na okrese Přerov. *Verticillium* je karanténní choroba. Je proto důležité zamezit přenosu infikovaných rostlinných zbytků na jiné pozemky. Doporučuje se likvidace napadených rostlin. Při napadení se doporučuje dbát na to, aby se patogen nepřenášel pomocí zemědělské techniky a pracovníků v chmelnicích. Použitou techniku i pracovní pomůcky je nutné dezinfikovat. Jedno z možných opatření je také omezení aplikace dusíkatých hnojiv. Pro výsadbu chmelnic v oblasti napadení je nutné volit rezistentní odrůdy a zejména zdravou sadbu. K ochraně proti tracheóznímu onemocnění je možné využít biologických preparátů založených na antagonistických mikroorganismech založených na *Bacillus subtilis*, *Pythium oligarchum* nebo *Trichoderma harzianum*. *Bacillus subtilis* funguje na bázi antibiotických účinků. *Pythium oligarchum* a *Trichoderma harzianum* fungují na bázi kompetice s *Verticillium*. Biopreparáty obsahující zmíněné mikroorganismy lze použít i jako prevenci před onemocněním (Vavera et al. 2017) (Svara et al. 2019) (Mandelc et al. 2013).

3.5.2 Virové choroby chmele

Viry a jimi způsobené působí u chmele vážné hospodářské ztráty na kvantitě a kvalitě hlávek. Chmel jako vytrvalá plodina, pěstována až 20 let na jednom stanovišti, je virovými infekcemi velmi vážně ohrožován. Na základě výzkumů předpokládáme, že škody na výnose mohou dosáhnout 10-20 % a ztráty obsahu alfa hořkých kyselin mohou být 10-30 %.

- Kreslená mozaika chmele
- Zborcení listů
- Nettlehead
- Anglická mozaika chmele (Jelínek et al. 2012) (Holý et al. 2017)

3.5.3 Škůdci chmele

3.5.3.1 Lalokonosec libečkový (*Otiorrhynchus ligustici* L.)

Řadíme je do řádu **brouci – Coleoptera** a do čeledě **nosatcovití – Curculionidae**.

Byl po dlouhou dobu pouze příležitostným škůdcem napadající chmel při jarních tazích za potravou. V roce 1964 byly na Žatecku zjištěny první škody na podzemních částech rostlin způsobené larvami nosatců. Na základě jejich vývojového cyklu bylo pak potvrzeno, že některé populace lalokonosece se adaptovaly svým vývojem výhradně jen na chmelové rostliny (Rybáček 1980).

První potravou brouků jsou rašící výhony chmele z dosud neřezaných rostlin. Škodlivost nosatců vzrůstá po řezu. Při chladnějším počasí může i pět brouků na rostlinu způsobit holožír. Vedle poškození rostlin chmele dospělci jsou ekonomicky významné rovněž škody způsobené žírem larev na podzemních orgánech chmele (Krofta 2012).

Ochrana je zaměřena na hubení dospělců při úživném žíru před vykladením vajíček. Hubení larev v půdě je současnými přípravky problematické, možno využít i půdní dravé hlístice rodu *Heterorhabditis* (aplikace do prohráté vlhké půdy). Dospělci nelétají, dříve se prováděla mechanická ochrana kultur pomocí rygolu vystlaného igelitovou folií, do kterého se dospělci chytali (Vavera et al. 2017).

Polyfágní škůdce vyskytuje se na řepě, vojtěšce, jeteli a chmelu, vývoj larvy trvá 2–3 roky, proto je jejich vývoj možný pouze na víceletých kulturách (Kazda et al. 2010) (Morozov-Leonov & Nazarenko 2017).

3.5.3.2 Dřepčík chmelový (*Psylliodes attenuata* Koch.)

Řadíme je do řádu **brouci** – *Coleoptera* a do čeledě **mandelinkovití** – *Chrysomelidae*.

Patří mezi nejběžnější, všeobecně rozšířené škůdce chmele. Během roku škodí dvakrát: na jaře na rašících výhonech a listech mladých rostlin, v létě na hlávkách a pazochoových listech. Na vegetačních vrcholech a listech jarních výhonů vyvírají brouci charakteristické dírky. Poškozené listy jsou řesetovitě proděravělé, často zcela skeletované. Silně poškozené výhony nerostou, zakrňují a hynou. Brouci prožirají hlávky i samotné věténko. Poškozené hlávky nerostou a rozplevelují se (Rybáček 1980).

Na chmelu se vyskytují i další druhy dřepčíků, jako dřepčík černý, dřepčík pestrý, dřepčík černonohý, dřepčík olejkový aj. Jejich populační denzita těchto druhů je závislá na blízkosti řepkového pole a na výskytu brukvovitých plevelů ve chmelnicích. Dřepčík chmelový je rovněž jediným druhem v palearktické oblasti, jehož vývoj je vázán na chmel, coby živnou rostlinu. Tzn., že ostatní druhy dřepčíků hospodářskou škodu na chmelu nezpůsobují (Krofta 2012).

Základem ochrany je regulace přezimující generace na jaře, při správném provedení na celém katastru se rapidně omezuje škodlivost letní generace. Jarní ošetření vhodné spojit s ochranou proti lalokonosci libečkovému (Vavera et al. 2017).

3.5.3.3 Mšice chmelová (*Phorodon humuli* Schrank)

Řadíme ji do řádu *Sternorrhyncha* a do čeledě **mšicovití** – *Aphididae*.

Jako jediná mšice žijící na chmelu patří trvale k hospodářsky významným škůdcům ve všech chmelářských oblastech mírného i subtropického pásma. Na chmel, který je její sekundární rostlinou, přilétají okřídlené samičky od poloviny května. Usazují se na nejmladších vrcholých lístcích a rodí bez oplození živé larvy, dospívající v bezkřídlé samičky. Za příznivých podmínek škodí na chmelu během vegetace až 8 generací mšic. Vývoj mšice chmelové začíná na primárních hostitelských rostlinách – slivoních a trnkách (Rybáček 1980).

Způsobuje škody sáním na listech a šištících chmele, které žloutnou a deformují se. Dochází k zpomalení růstu rostlin. Sekundárně škodí produkcí medovice, která omezuje dýchání listů a podporuje růst černí. Výskyt prokázán u 24 druhů rostlin. Zimní hostitelé: slivoň, letní hostitelé: jablono, chmel, kopřiva. Vajíčka přezimují na slivoních. Na jaře na slivoních a jabloních mívá 2–3 generace, na chmelu a kopřivách 5–8 generací. Na podzim se vracejí zpět na slivoně, kde oplozené samičky kladou vajíčka k blízkosti pupenů. Ochrana cílena na vrchol náletu mšic do chmele, v případě silného tlaku třeba provést 2. ošetření (vhodné spojit spolu s ochranou proti sviluškám). Nutné střídání přípravků s odlišným mechanismem účinku z různých skupin. Při používání selektivních přípravků šetrných k užitečným organismům, jsou mšice významně regulovány sluněčky, dravými bejlmorkami, zlatoočkami, pestřenkami, aj. (Vavera et al. 2017) (Lorenzana et al. 2013).

3.5.3.4 Sviluška chmelová (*Tetranychus urticae* Koch)

Řadíme je do třídy **pavoukovci** – *Arachnoidea*, podtřídy **roztoči** – *Acarina*, řádu **sametkovci** – *Prostigmata* a čeledě **sviluškovití** – *Tetranychidae*.

Dospělci tohoto fytofágního roztoče jsou 0,4 – 0,6 mm velcí, samičky jsou široce vejčité, samci jsou menší a štíhlejší. Na hřbetě je šest řad tenkých brv. Zbarvení je zelené, šedozelené se dvěma skvrnami na zadečku. Přezimující samice mají oranžovou nebo červenou barvu. Larva, která se

líhne z vajíčka, má pouze tři páry nohou. Nymfa je větší, má čtyři páry nohou a po dvou instarech se mění v dospělce (Kazda et al. 2010).

Rezistentní jedinci jsou od citlivých svlušek do jisté míry odlišni rovněž morfoloogicky a bioekologicky. Tyto rozdíly spočívají v délce těla, pohlavním poměru, plodnosti atd. Rezistentní kmeny mají určité vlastnosti ve srovnání s citlivými kmeny (nižší mortalitu, vyšší plodnost), které je oproti nim zvýhodňují. Obě pohlaví mají snovací žlázy, jimiž vytvářejí pavučinku, kterou opráďají své kolonie, čímž je chrání proti nepříznivým vnějším vlivům (Krofta 2012).

S prvními zřetelnými příznaky poškození chmelových rostlin svluškou se setkáváme zpravidla v červnu, za teplého a suchého jara to však může být i dříve. Bylo pozorováno silné poškození rašících výhonů přezimovanými, červeně zbarvenými samičkami svlušky. Obvykle se objevují v červnu na spodních révových listech zpočátku ojedinelé skvrny vysátého pletiva. Skvrny postupně splývají a list nabývá žlutého, později papírově šedého zbarvení. Silně posáté listy zasychají a opadávají (Rybáček 1980) (Turner et al. 2011).

Načasování na začátek výskytu dospělců ve chmelnicích a kladení vajíček. V závislosti na ročníku (rekolonizace chmelnic) nutno ošetření opakovat. Poškození listů krátce před sklizní možno tolerovat – nezpůsobí snížení výnosu. V biochmelnicích je možné využít introdukce dravého roztoče *Typhlodromus pyri*, který významně snižuje početnost svlušek a také rozmarýnové esence. Z přirozených nepřátel se ve chmelnicích uplatňují dravé ploštice, drabčiči (*Oligota* spp.), sluněčka a bejlomorka *Feltiella acarisuga* (Vallot, 1827) (Vavera et al. 2017) (Miresmailli et al. 2006).

Chemická ochrana je hlavní metodou boje proti svlušce chmelové, ale biologická ochrana narůstá na významu, zejména z důvodu rezistence svlušky k účinným látkám akaricidů a také zvyšujícím se nárokům na ochranu životního prostředí (Oliveira et al. 2007).

Na kulturním chmelu bylo ve srovnání s planou formou 1000x více jedinců svlušky. Při ochraně kulturního chmele dochází i úbytku přirozených nepřátel chmele (Gardiner et al. 2003).

3.5.3.5 Příležitostní škůdci chmele (Vavera et al. 2017)

- **Šedavka luční** (*Hydraecia micacea*) – její housenky se objevují v kořenovém systému různých vlhkomilných rostlin a v některých případech i chmelu, kulturním i planém.
- **Zavíječ kukuřičný** (*Ostrinia nubilalis*) - Housenky zpočátku okusují listy, později se zavrtávají do révy. Napadené pazochy se zbarvují do červena, celé rostliny vadnou. V místě závrtu se hromadí kupička trusu.
- **Hlístice** (*Nematoda*) – had'átko chmelové, zhoubné, hlízové
- **Mnohonožky** (*Diplopoda*) – dlouženka slepá, špičanka dlouhoocasá
- **Stonožky** (*Chilopoda*) – škodlivé výskyty nebyly v ČR hlášeny
- **Savci** (*Mammalia*) – v posledních letech nabývají na významu škody způsobené okusem srnčí zvěře a zajíců. K okusu dochází hlavně v jarním období duben, květen. Réva chmele nedosahuje výšky, znemožňující zvěři okus.
- **Ploštice** (*Heteroptera*) – na chmelu škodí fytofágní ploštice klopušky. Škodí sáním na nadzemních orgánech.

3.6 Pomocné plodiny a podplodiny ve chmelnicích

Pomocné plodiny jsou obecně vnímány jako rostliny, které napomáhají dosažení pěstebních a ekologických cílů při pěstování hlavní plodiny a mohou být využity i jako producenti hlavního produktu. Jednou z možností je využití pomocných plodin pro tvorbu mulče na povrchu půdy, který eliminuje rozvoj plevelů a umožňuje omezení použití herbicidů. Dále se jedná o systémy

využívající pomocné plodiny k protierozní ochraně a v systémech omezení evaporace (Brant 2019) (Hartwig & Ammon 2002) (Dabney et al. 2007) (Ramírez-García et al. 2015).

Tradičním způsobem ošetřování půdy ve chmelnicích je celoplošný černý úhor. Negativní vlastnosti černého úhoru však výrazně převyšují nad jeho pozitivními vlastnostmi. Hlavní nevýhodou tohoto systému je systematické utužování půdy a zhoršení půdní struktury, půdní úrodnosti a snížení obsahu organické hmoty v půdě. V posledních letech prodělává tento pohled na ošetřování půdy v trvalých kulturách významné změny (Vejražka et al. 2017).

Po celém světě je chmel pěstován v řadách o šířce 2,7 až 4,2 m a díky této vzdálenosti není půda v meziřadí chmelnic chráněná. Bohužel vlivem zvlněného terénu lze na Žatecku pozorovat na horních úsecích svahů plošnou erozi. Ta ve středních a převážně spodních částech svahů může přecházet v mnohem více závažnou rýhovou či výmolovou erozi (Kincl et al. 2018) (Brant et al. 2017) (Kunz et al. 2016).

Významnou funkcí podplodin je eliminace větrné, a hlavně vodní eroze na svažitých pozemcích chmelnic. Nadzemní hmota rostlin snižuje zátěž přejezdů zemědělské techniky na povrchu půdy. Půdní kryt z vhodných rostlin snižuje půdní výpar přímým působením slunce a větru a umožňuje lepší biologickou aktivitu i v horních vrstvách ornice, což výrazně přispívá k mineralizaci a uvolňování pohotových živin pro chmelové rostliny (Krofta 2012).

O pěstování podplodin v meziřadí chmele referuje již Pelhřimovský (1888). V té době se pěstovala nejčastěji zelenina v prvním užitkovém roce, kdy nebyla půda příliš zastíněna. Pozitivní vliv na redukci škůdců měly fazole, kterým dávaly škůdci přednost a rajčata, která škůdce odpuzovala. Naopak křen podporoval výskyt dřepčků. Intenzifikací pěstování chmele docházelo k různým změnám v technologii pěstování. Jednou z těchto změn bylo opuštění využívání meziřadí a nahrazení kultivací černého úhoru. Tato operace byla organizačně jednoduchá, i když náročná na spotřebu energií. Dále nerespektovala ochranu půdy před erozí ani rychlý úbytek organické hmoty v meziřadí. Organická hmota byla, v minulosti, doplňována statkovými hnojivy. Tento zdroj organické hmoty, po změnách v živočišné výrobě, na mnoha místech zanikl a organická hmota se téměř nedoplňuje. Opětovné zařazení podplodin do meziřadí chmelnic může být vhodným zdrojem organických látek, erozi omezujícím faktorem a potencionálním zdrojem pylu a nektaru pro užitečné organismy (Vejražka et al. 2017).

3.6.1 Shrnutí pozitivních a negativních vlivů podplodin (Vejražka et al. 2017)

Pozitivní vlivy:

- omezení erozního potenciálu,
- snížení zamokření pozemku,
- časnější možnost pojezdu techniky po srážkách,
- snížení počtu zásahů během vegetace (kultivace),
- zdroj organické hmoty do půdy,
- působení kořenových výměšků a mykorrhizy na půdní sorpční komplex (zpřístupňování živin),
- zvýšení predace a paratizace škůdců (funkční biodiverzita),
- přilákání dospělců na nektar a pyl,
- alternativní zdroje potravy pro užitečné organismy,
- výskyt lapacích rostlin – např. klopušky se přednostně zdržují na vojtěšce,
- zvýšení počtu druhů rostlin a živočichů (biodiverzita).

Negativní vlivy:

- potenciální zvýšení výskutu škůdců,
- hraboši, plži,
- drátovci, ponravy a další druhy škodící na podzemních orgánech rostlin,
- výskyt kvetoucích rostlin – omezení aplikace přípravků nebezpečných pro včely,

- konkurence s rostlinami chmele o vodu a živiny,
- chybějící technologie ošetřování víceletých podplodin.

3.6.2 Druhy rostlin používaných jako podplodiny

3.6.2.1 Hořčice bílá (*Sinapis alba* L.)

Jednoletá rostlina z čeledi brukvovitých. Hořčice bílá se v našich podmínkách hojně uplatňuje jako rostlina využívaná na zelené hnojení. Ve srovnání s řepkou má menší výnosnost. Na klimatické a půdní podmínky není náročná. Pro velmi rychlý růst, mohutný kořenový systém a pozitivní vliv na půdu se hojně využívá (Krofta 2012).

Schopnost rychlého růstu a tvorba vzrůstných vysokých rostlin umožňuje její využití v druhově vícekomponentních směsích s jinými vzrůstnými druhy. K jejímu rozšíření přispěla dobrá vzházivost rostlin a levné osivo (Brant 2019).

3.6.2.2 Svazenka vratičolistá (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)

Jednoletá rostlina z čeledi stružkovcovitých. Vyznačuje se rychlým růstem a krátkou vegetační dobou. Velmi dobře snáší sucho i mraz. Svazenka netrpí chorobami ani škůdci a velmi dobře potlačuje plevel. Rostliny vytvářejí bohatý kořenový systém a hustý vegetační pokryv (Krofta 2012).

Svazenka vratičolistá je opět jednou z plodin se širokým uplatněním v systémech s využitím pomocných plodin. V čisté kultuře a ve směsích se využívá pro tvorbu vegetačních krytů v systémech zeleného mulče (Brant 2019).

3.6.2.3 Hrách setý pravý (*Pisum sativum* L. convar. *sativum*)

Jednoletá bylina z čeledě bobovité. Jarní spolehlivě vymrzající formy se ve srovnání s formami ozimými vyznačují vyšší růstovou dynamikou. Schopnost přezimování ozimých forem je specifická a při mrazivých zimách mohou rostliny vymrznout. Široké uplatnění mají čisté výsevy směsi hrachu s jinými plodinami pro tvorbu vegetačního krytu (Brant 2019).

3.6.2.4 Peluška – hrách rolní (*Pisum sativum* L. var. *arvense*)

Jednoletá rostlina z čeledi bobovité. Má mohutné, kratší a rozvětvené kořeny. Hrách setý rolní nachází uplatnění ve všech oblastech ČR, limitujícím faktorem jsou pouze srážky. Na půdní podmínky není náročný. Obohacuje půdu o dusík, zlepšuje půdní strukturu a působí fytosanitární (Krofta 2012).

Ozimé formy velmi dobře přezimují. Výrazné uplatnění mají směsi pelušky s jinými plodinami pro tvorbu vegetačního krytu. Jarní spolehlivě vymrzající formy se ve srovnání s formami ozimými vyznačují vyšší růstovou dynamikou (Brant 2019).

3.6.2.5 Oves setý (*Avena sativa* L.)

Jednoletá rostlina z čeledi lipnicovitých. Není náročný na klimatické a půdní podmínky. Má dobře vyvinutou mohutnější kořenovou soustavu. Je možné ho pěstovat ve všech výrobních oblastech za podmínky dostatku vláhy. Má velmi rychlý růst a vývoj (Krofta 2012).

3.6.2.6 Bér italský (*Setaria italica* L. (P.B.))

Jednoletá statná trsnatá tráva. Druh se v současné době využívá spíše pro monokulturní využití pro tvorbu vegetačních pokryvů půdy. Jeho využití ve směsích je možné, ale je potřebné jej kombinovat s druhy, které dobře vzchází při nedostatku vody v půdě. Důvodem je vysoká náročnost druhu na teplotu. Nízké teploty omezují klíčivost semen a vzcházivost klíčících rostlin, ale také zásadním způsobem snižují dynamiku růstu. Druh je vhodný pro letní výsevy do suchých oblastí. Časné jarní, ale i podzimní výsevy nejsou z důvodu pomalé dynamiky růstu rostlin vhodné (Brant 2019).

3.6.2.7 Ředkev setá olejná (*Raphanus sativus* L. convar. *oleiferus*)

Jednoletá bylina, hustě odstále chlupatá až olysalá, s tenkým vřetenovitým kořenem. Lodyha bohatě větvená. Druh se širokým uplatněním jako vymrzající plodina s negativním vlivem na háďátka. Druh vhodný pro cílené ozelenění meziřádku širokořádkových plodin. Tvorba ztloustlých kořenů je spojena s rizikem nevymrznutí rostlin. Používá se i ve směsích (Brant 2019).

3.6.2.8 Další vhodné druhy (Vejražka et al. 2017)

Jednoleté:

- Jetel alexandrijský (*Trifolium alexandrinum*)
- Jetel šípovitý (*Trifolium vesiculosum*)
- Komonice bílá (*Melilotus alba*)
- Kopr vonný (*Anethum graveolens*)
- Lnička setá (*Camelina sativa*)
- Pohanka obecná (*Fagopyrum esculentum*)
- Svazenka shloučená (*Phacelia congesta*)

Víceleté:

- Čičorka pestrá (*Securigera varia*)
- Heřmánek pravý (*Matricaria chamomilla*)
- Chrpa luční (*Centarea jacea*)
- Jetel hybridní (*Trifolium hybridum*)
- Jetel inkarnát (*Trifolium incarnatum*)
- Jetel luční (*Trifolium pratense*)
- Jetel plazivý (*Trifolium repens*)
- Jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*)
- Kmín kořený (*Carum carvi*)
- Komonice bílá (*Melilotus alba*)
- Kopretina bílá (*Leucanthemum vulgare*)
- Mrkev obecná (*Daucus carota*)
- Řebříček vonný (*Achillea millefolium*)
- Tolice dětelová (*Medicago lupulina*)
- Tolice vojtěška (*Medicago sativa*)
- Vičenec ligrus (*Onobrychis viciifolia*)

3.6.3 Termíny výsevu z hlediska protierozní ochrany (Kincl et al. 2018)

Setí meziplodin v první polovině dubna – hlavní výhodou je časnější půdní pokryv a ochrana půdy již na začátku období výskytu přívalových dešťů. Meziplodiny mají zároveň lepší vláhové podmínky pro vzcházení. V případě využití této varianty je nutné provádět priorávku pomocí oboustranného priorávacího pluhu, který zaručí, že porost meziplodin zůstane neponičen (priorávka je prováděna pouze z prostoru kolejových stop). Priorávku chmelových řadů lze případně vynechat. Setí meziplodin v co nejbližším termínu po priorávce – výhodou je klasický způsob přípravy chmelnic až do období letní priorávky prováděné zpravidla ve druhé polovině května. Po provedení priorávky by mělo dojít k výsevu meziplodin. Jako nevýhodu lze uvést horší půdní podmínky pro vzcházení setých meziplodin (např. prosychání půdy v důsledku vyšších teplot) a skutečnost, že v období dubna a po většinu května, není půda chráněna před výskytem přívalových dešťů.

3.6.4 Termíny výsevu využívané v praxi (Krofta 2012)

- Jarní výsevy – zakládány bezprostředně po priorávce chmele, výhoda nízkého zastínění rostlinami chmele.
- Časně letní výsevy – zakládány do konce června nejpozději do první dekády července, nutno volit druhy, které snášejí zastínění a dokážají se vypořádat se světelným stresem.
- Pozdně letní výsevy – většinou zakládány ihned po sklizni, případně těsně před sklizní.

4 Metodika

4.1 Pokusné stanoviště Kozojedy „V babykách“

Stanoviště Kozojedy je chmelnice soukromě hospodařícího zemědělce pana Václava Emingera. Pan Eminger provozuje rostlinnou výrobu na rozloze 66,55 ha. Největší část výměry zaujímá pšenice ozimá (20 ha). Dále pak ječmen jarní (10 ha), hrách setý (3 ha), kukuřice (5 ha), vojtěška (6 ha), luskoobilná směs (2 ha), hořčice (2 ha) a trvalé travní porosty. Na výměře 16,55 ha je pěstován chmel odrůdy Žatecký poloraný červeňák, Osvaldovy klony 72 a 114. Farma se zabývá i živočišnou výrobou, a to výkrmem masného skotu plemene Charlois.

4.1.1 Základní informace o stanovišti Kozojedy

Chmelařská oblast: Žatecko

Lokalita: Kozojedy (okres Rakovník)

Geomorfologie území: Plzeňská pahorkatina

Nadmořská výška: 325 m.n.m.

Spon: 300x100 cm

Směr chmelových řadů: východ-západ

Poloha: mírný svah

Půdní typ: kambizem modální

Půdní druh: středně těžká půda

Klimatický region: mírně teplý, suchý,
průměrná roční teplota 7 – 8,5 °C, roční úhrn srážek pod 500 mm

4.1.2 Základní informace o pokusu Kozojedy

Odrůda – klon: Žatecký poloraný červeňák – Osvaldův klon 72 meristem

Rok výsadby: 1997

Počet variant: 9 + neosetá kontrola



Obrázek 1 - pokusné stanoviště Kozojedy

4.1.3 Agrotechnika

Tabulka 1 agrotechnické zásahy

podzim 2018	setí meziplodiny, aplikace faremního kompostu, orba
25.03.2019	aplikace Cererit (600 kg/ha)
10.04.2019	příprava rotačními bránami na řez
16.04.2019	řez chmele
20.4. 2019	Actara 25 WG (200 g/ha) + Eutrofit (1,0 l/ha)
04.05.2019	1. zavadění
3.5. 2019	Aliette 80 WG (3,0 kg/ha) + Zinkosol (4,0 l/ha)
10.05.2019	Aplikace DASA + Kieserit, dávka 200 kg/ha
17.05.2019	2. zavadění
20.05.2019	1. přiorávka
25.05.2019	aplikace Aliette 80 WG (4,0 kg/ha) + Zinkosol (4,0 l/ha) + močovina (1,8 kg/ha)
04.06.2019	aplikace močovina (3,5 kg/ha) + Magnitra (2,5 l/ha) + Calcinit (2,5 kg/ha) + Zinkosol (4 l/ha)
12.6. 2019	aplikace Teppeki (180 g/ha) + Folpan Gold (2 kg/ha) + Calcinit (5 kg/ha) + Magnitra (5 l/ha)
20.06.2019	2. přiorávka
28.-30.6. 2019	aplikace Movento 100 SC (1 l/ha) + Ortiva (1,5 l/ha) + Kristalon žlutý (5 kg/ha) + Krista MKP (6 kg/ha) + močovina (5 kg/ha)
04.07.2019	aplikace DAM (200 l/ha)
18.07.2019	aplikace Revus (1,1 l/ha) + Krista MKP (6 kg/ha)
27.07.2019	aplikace Revus (1,1 l/ha) + Kristalon žlutý (5 kg/ha)
11.08.2019	aplikace Cuproxat SC (10 kg/ha) + Krista MgS (5 kg/ha)
27.8. 2019	sklizeň chmele
20.9. 2019	aplikace granulovaného dolomitického vápence (1700 kg/ha)
11.11. 2019	zapravení porostů podplodin orbou

4.2 Pěstitelský rok 2018/2019

V roce 2018 dosáhly plochy pěstování chmele opět svého maxima. V roce 2018 se chmel pěstoval na ploše 60 666 ha, tj. je o 1 548 ha více (meziroční nárůst o 2,6 %). V roce 2018 celosvětová produkce dosáhla dle předběžných údajů firmy Hopsteiner 116 227 t při průměrném výnosu 1,92 t/ha. V meziročním srovnání klesla celková produkce chmele o 1,3 %. K poklesu produkce došlo především díky vysokým teplotám a extrémně nízkým srážkám, a to především v Evropě, kde bylo sklizeno o 2 269 t méně než v roce 2017. Výměra chmele v roce 2018 v České republice tvořila 8,3 % světové plochy. ČR tak zaujímá stále třetí místo mezi světovými pěstiteli chmele po USA a Německu. Na čtvrtém místě je se svojí pěstitelskou

plochou Čína. Aktuální sumarizace sklizňových ploch chmelnic v České republice potvrzuje zachování pětitisícové hranice ploch. K datu 20. 8. 2019 eviduje ÚKZÚZ sklizňovou plochu 5 003 ha, což představuje mírný pokles oproti roku 2018. Majoritní odrůdou stále zůstává Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ), v roce 2018 jím bylo osázeno 86,6 % celkové pěstelské plochy. Z hybridních odrůd chmele největší výměru zaujímá Sládek, Premiant a Saaz Late. V roce 2019 se meziročně nepatrně snížila plocha výsazů chmele. Největší plochu tradičně zaujímá Žatecká chmelařská oblast, což představuje 77 % výměry chmelnic v České republice (Altová 2019).

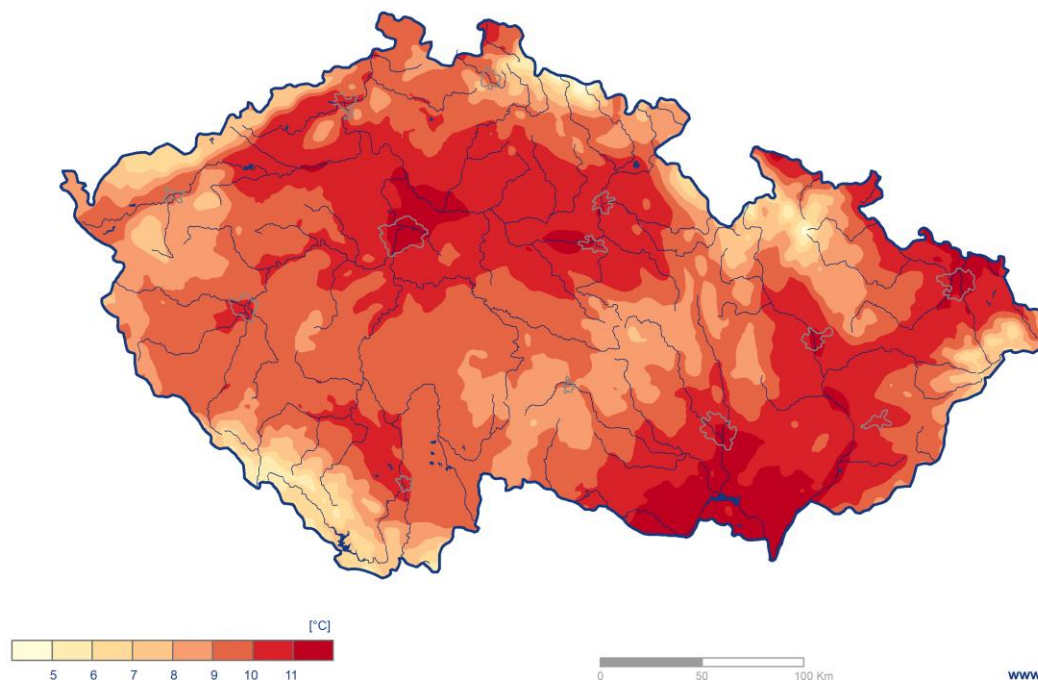
Rok 2019 byl s průměrnou teplotou +9,5 °C silně nadnormální, přesto o 0,1 °C chladnější než předchozí rok. Odchylna roční teploty od dlouhodobého průměru 1981–2010 byla +1,6 °C. Teplotní odchylna v jednotlivých měsících kolísala od +4,9 °C v březnu, teplotně silně nadnormální měsíc, až po -2,3 °C v květnu, jediném měsíci v roce, kdy byla teplota nižší než dlouhodobý průměr. Roční srážkový úhrn 634 mm zařazuje rok mezi roky srážkově podnormální (7,5 % pod dlouhodobým průměrem). Nejvíce srážek, v průměru 91 mm, což bylo 132 % dlouhodobého průměru, napadlo v České republice v květnu a nejméně, v průměru jen 38 mm v únoru nebo 42 mm v lednu. Jen měsíce leden, květen a září byly srážkově nadnormální, měsíce duben, červen, červenec a srpen byly srážkově podnormální. Ostatní měsíce jsou klasifikovány jako srážkově normální (*Zemědělství 2019 2020*).

Tabulka 2 - průměrné měsíční teploty vzduchu pro Středočeský kraj ("Průměrná roční teplota v roce 2019" 2020)

	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad
teplota vzduchu [°C]	21,5	19,8	19,5	14,1	9,8	5,8
dlouhodobý normál teploty	16,5	18,5	18,0	13,5	8,7	3,4
odchylna od normálu [°C]	5,0	1,3	1,5	0,6	1,1	2,4

Průměrná roční teplota vzduchu v roce 2019

Český
hydrometeorologický
ústav



4.3 Průběh pokusů

Poloprovozní pokus byl založen 24. 6. 2019. Po vydatných květnových deštích byla půda na konci června již značně vyschlá, což se později projevilo na etapovitém vzházení jednotlivých variant, či na úplném nevzejití porostů podplodin. Pokus byl zakládán radličkovým podmiítačem Kromexim s výsevním ústrojím na meziplodiny tzv. jetelákem. Pracovní hloubka stroje byla cca 5 cm. Šířka výsevu byla dva metry, aby nedocházelo ke konkurenci podplodin s rostlinami chmele o živiny a vodu a aby nedocházelo k ničení porostů podplodin projíždějícími mechanizačními prostředky. K výsevu větších semen (peluška, oves) došlo ručně. Mezi variantami bylo vždy vynecháno jedno meziřadí. Délka jedné varianty byla 6 polí (vzdálenost mezi sloupy, cca 8 metrů). Celková délka všech pokusných variant tedy nepřesahovala 50 metrů. Vyseto bylo celkem 9 variant, které jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3: přehled jednotlivých variant pokusu

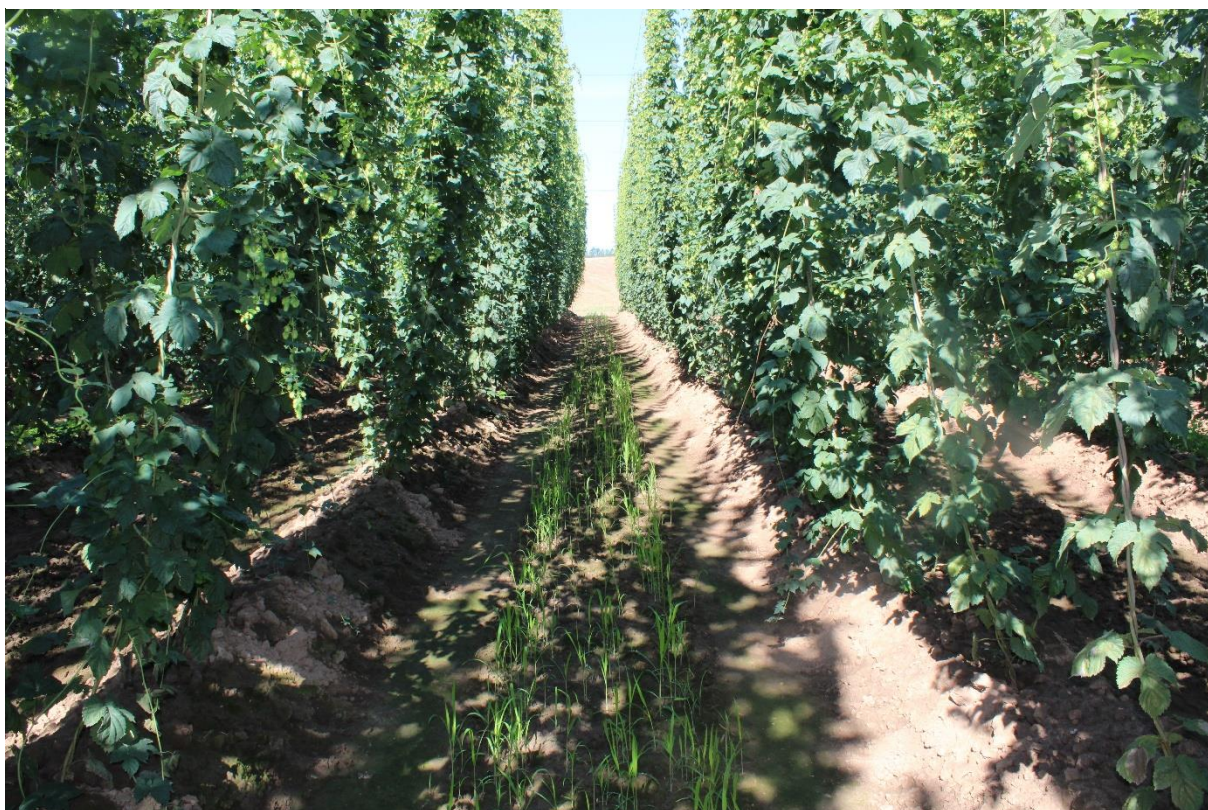
hořčice bílá
ředkev olejná
oves setý
svazenka vratičolistá
hrách rolní
bér italský
hrách rolní + svazenka vratičolistá
oves setý + hořčice bílá
bér italský + hořčice bílá

Po zasetí byla do pokusných variant instalována čidla, kontinuálně měřící půdní vodní potenciál a teplotu půdy. Vzházení podplodin bylo kvůli suchu velmi pomalé, první klíčící rostliny se začaly objevovat přibližně 2 týdny od zasetí. Jako první se začaly objevovat rostliny hořčice, které začal decimovat dřepčík a způsobil holožír. Vzešlé rostliny ředkve olejné dřepčík rovněž napadl. S vysokou pravděpodobností se jednalo o dřepčíky rodu *Phyllotreta*, kteří se objevují na jaře za teplého a suchého počasí. Vývoj larev trvá 2-6 týdnů a kuklí se v půdě (Kazda et al. 2010). Vzhledem k pěstování řepky olejné na okolních plochách je tento přelet více než pravděpodobný. V červenci na pokusné lokalitě spadlo 8 mm srážek, což pro rostliny v pokusu představovalo jistou naději na přežití. Docházelo také k etiolizaci rostlin, které kvůli nedostatku slunečního záření rostly do výšky a následně polehávaly. Měsíc srpen byl na srážky bohatý, na sledované lokalitě napršelo kolem 70 mm srážek, většinou se jednalo o prudké srážky bouřkového charakteru, které prověřily i protierozní charakter pěstovaných podplodin. Po sklizni chmele začaly podplodiny intenzivně růst, a to zejména díky dostatku vláhy a slunečnímu záření. Pravidelně docházelo k odběru podzemní a nadzemní biomasy podplodin, odběr byl prováděn ve dnech 6.8. 2019, 27.8. 2019, 27.9. 2019 a 24.10. 2019. Odebrané vzorky biomasy podplodin byly usušeny v sušárně, aby se zjistila tvorba sušiny na 1 m² pokusné plochy. Dne 15.9. 2019 bylo provedeno měření utužení půdy pomocí penetrometru. V každé pokusné variantě byly provedeny čtyři měření: 2 uprostřed meziřadí a 2 v kolejových stopách. Na přelomu zaří a října se začala objevovat na rostlinách ovsu rez. Poměrně nízké teploty nevyhovaly béru, který vykazoval příznaky popálení mrazem. K zapravení podplodin došlo 11. listopadu 2019 a to zaoráním chmelovým pluhem. Hodnoceno bylo pouze pět variant, protože

brukvovité podplodiny byly zdecimovány dřepčíky a tyto podplodiny nevytvořily již téměř žádnou biomasu, která by splňovala požadavky pokusu.



Obrázek 2 - porost hořčice napadený dřepčíkem 18.8. 2019



Obrázek 3 - porost béru 18. 8. 2019



Obrázek 4 - kvetoucí svazenka vratičolistá 18. 8. 2019



Obrázek 5 - porost ovsa 30. 9. 2019



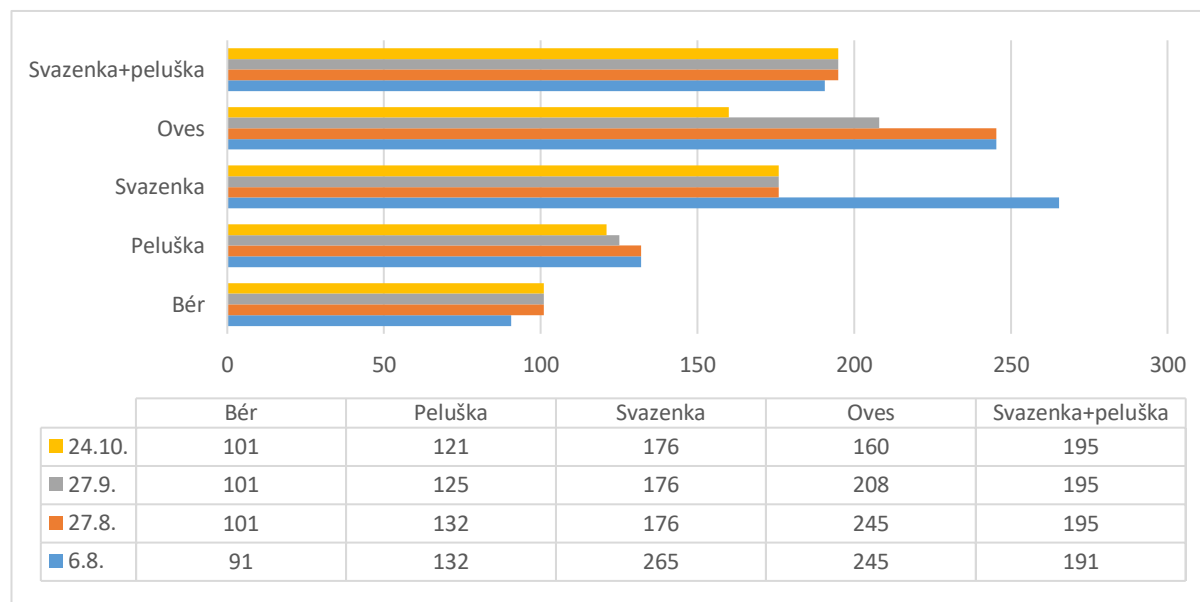
Obrázek 6 - porost pelušky 30. 9. 2019



Obrázek 7 - porost svazenky, foceno 30. 9. 2019

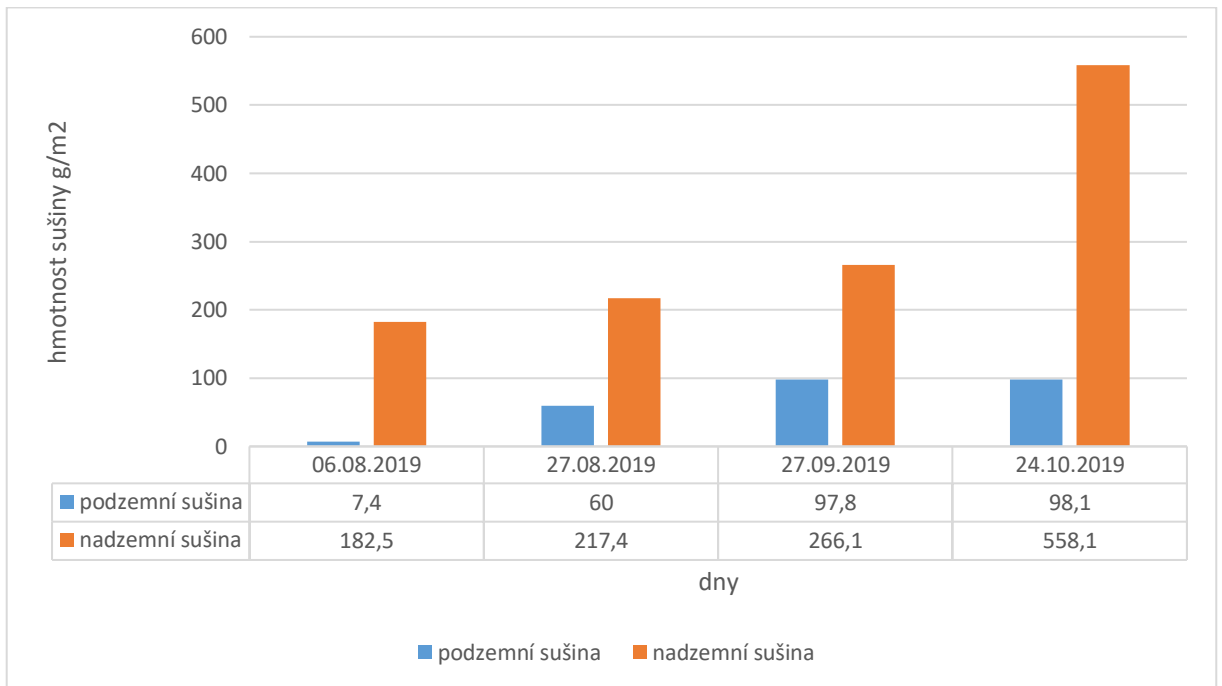
5 Výsledky

Z grafu 1 je patrné, že při prvním měření vytvořila nejhustší porost svazenka, následovaná porostem ovesa. Při posledním měření 24.10. 2019 tvořila nejhustší porost varianta svazenka + peluška následovaná porostem svazenky. Oves s bér a peluškou nevytvořily tak husté porosty. Pelušku je vhodnější kombinovat s jinými druhy, samostatný porost pelušky byl značně etiolizovaný a později polehlý.

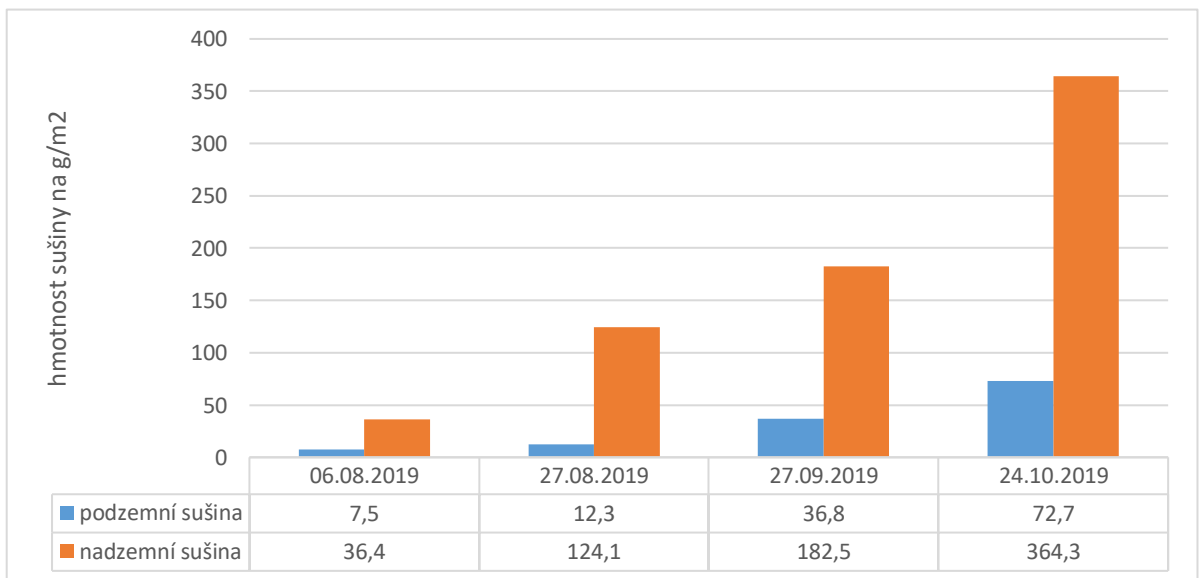


graf 1 - hustota porostů jednotlivých variant při průběžných odběrech

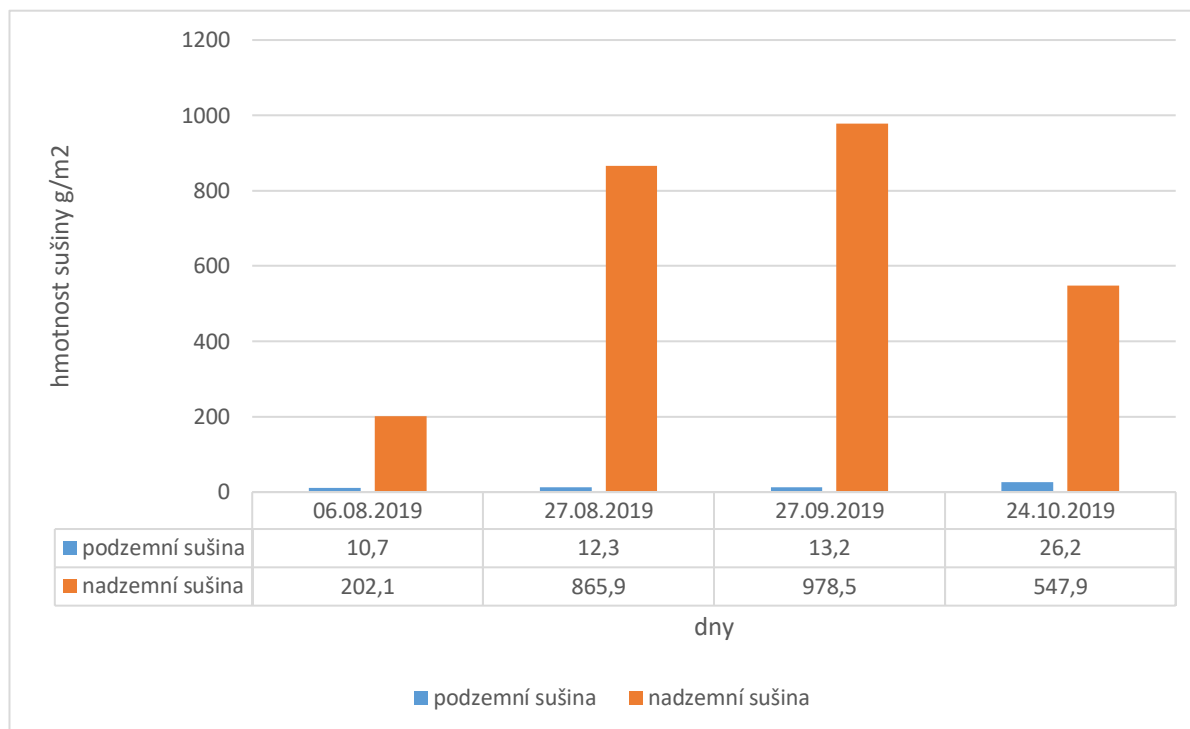
5.1 Vývoj tvorby sušiny



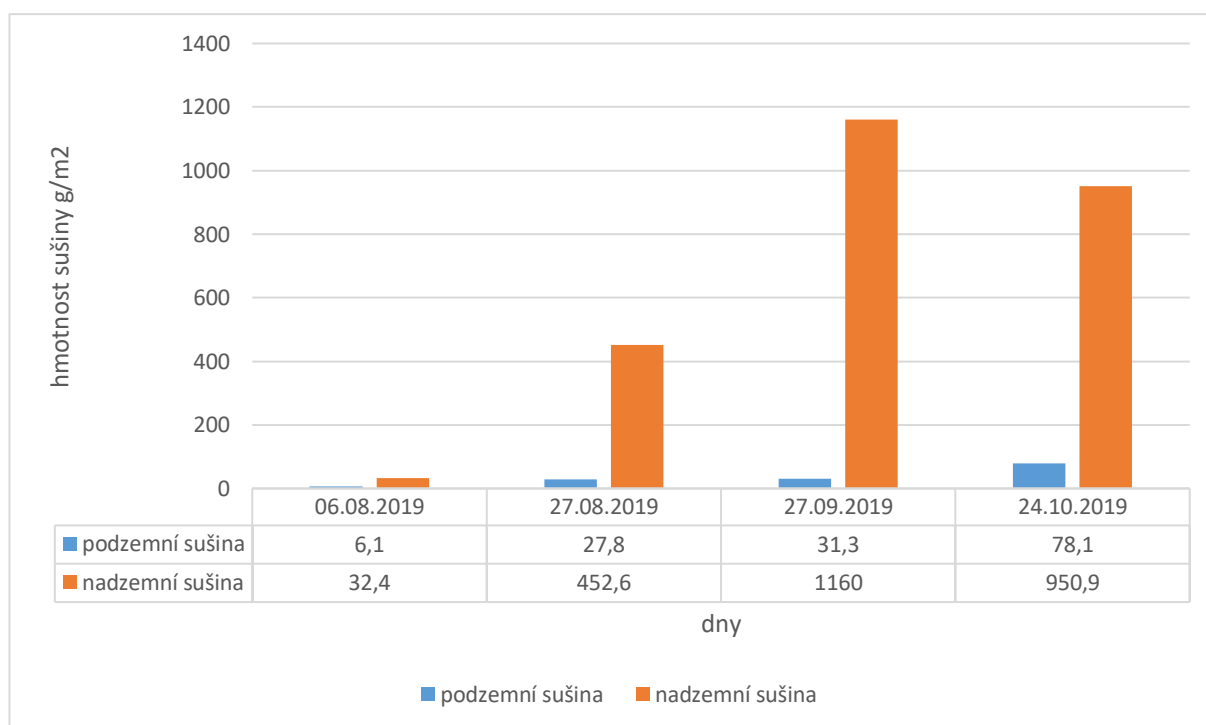
graf 2 - vývoj hmotnosti sušiny, varianta oves



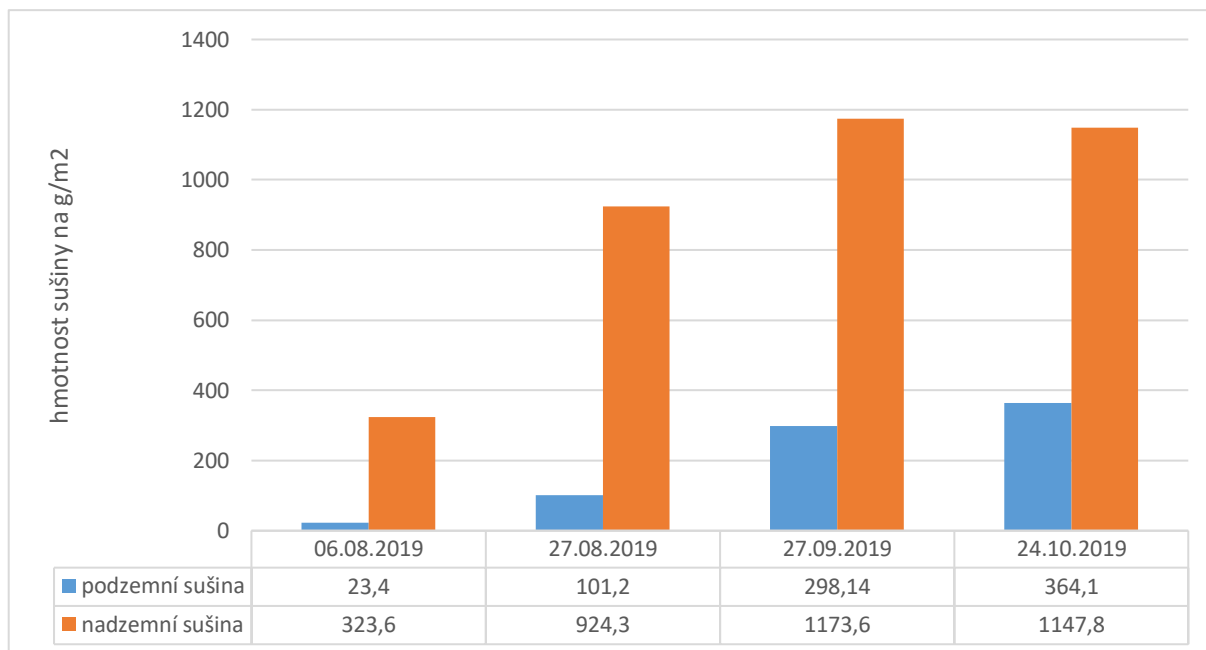
graf 3 - vývoj hmotnosti sušiny, varianta bér



graf 4 - vývoj hmotnosti sušina, varianta peluška



graf 5 - vývoj hmotnosti sušiny, varianta svazenka

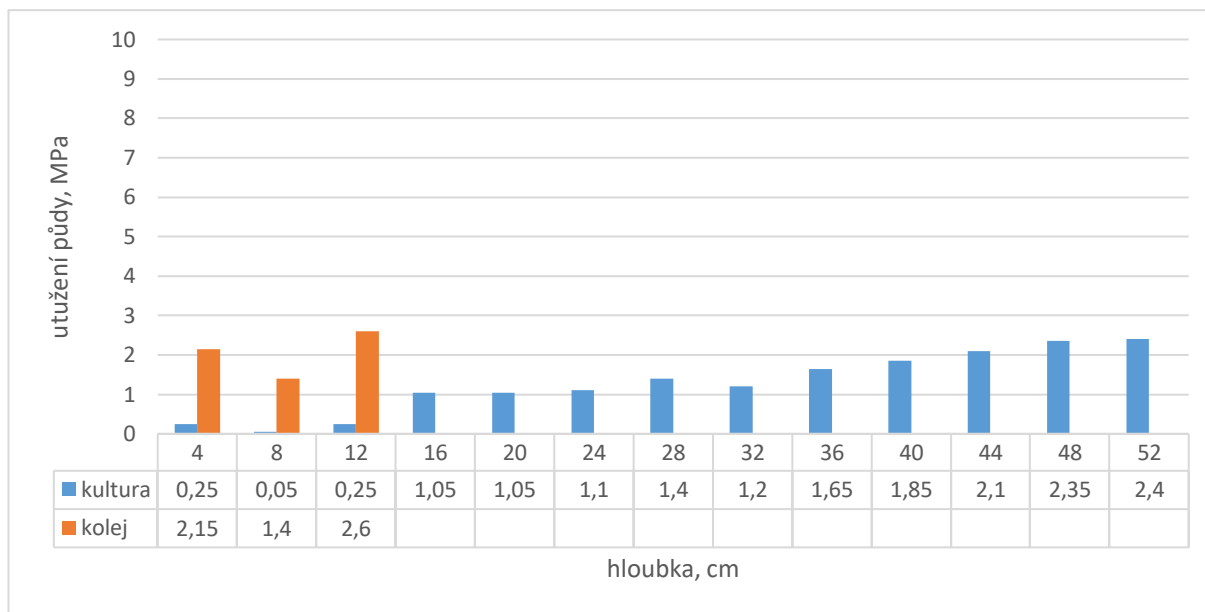


graf 6 - vývoj hmotnosti sušiny, varianta svazenka + peluška

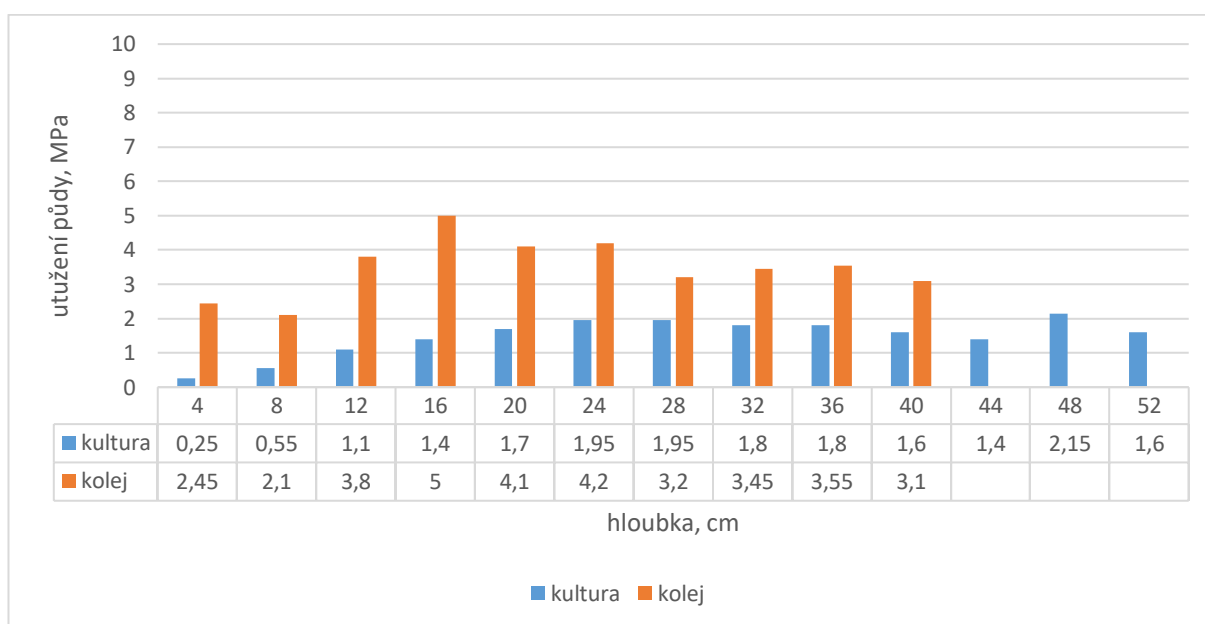
Z grafů 2, 3, 4, 5 a 6 je patrné, že největší nárůst nadzemí sušiny má varianta svazenka + peluška. Tato varianta měla i největší nárůst podzemní biomasy. Při posledním odběru biomasy 3 z variant (svazenka, peluška, svazenka + peluška) vykázaly úbytek nadzemní biomasy. Varianty s ovsem, bérem, svazenkou a směs svazenka + peluška vykazovaly oproti samotné pelušce větší hmotnost podzemní sušiny. Oves svým kořenovým systémem dobře prokořenil půdní profil a pomohl narušit utuženou vrstvu půdy. Varianta svazenka + peluška ve srovnání s ostatními podplodinami vytvořila největší množství podzemní i nadzemní biomasy. K většímu rozvoji podzemní biomasy je potřeba narušit utuženou vrstvu půdy v meziřadí chmelnic nebo použít podplodiny, které dokážají tuto vrstvu rozrušit.

5.2 Utužení půdy

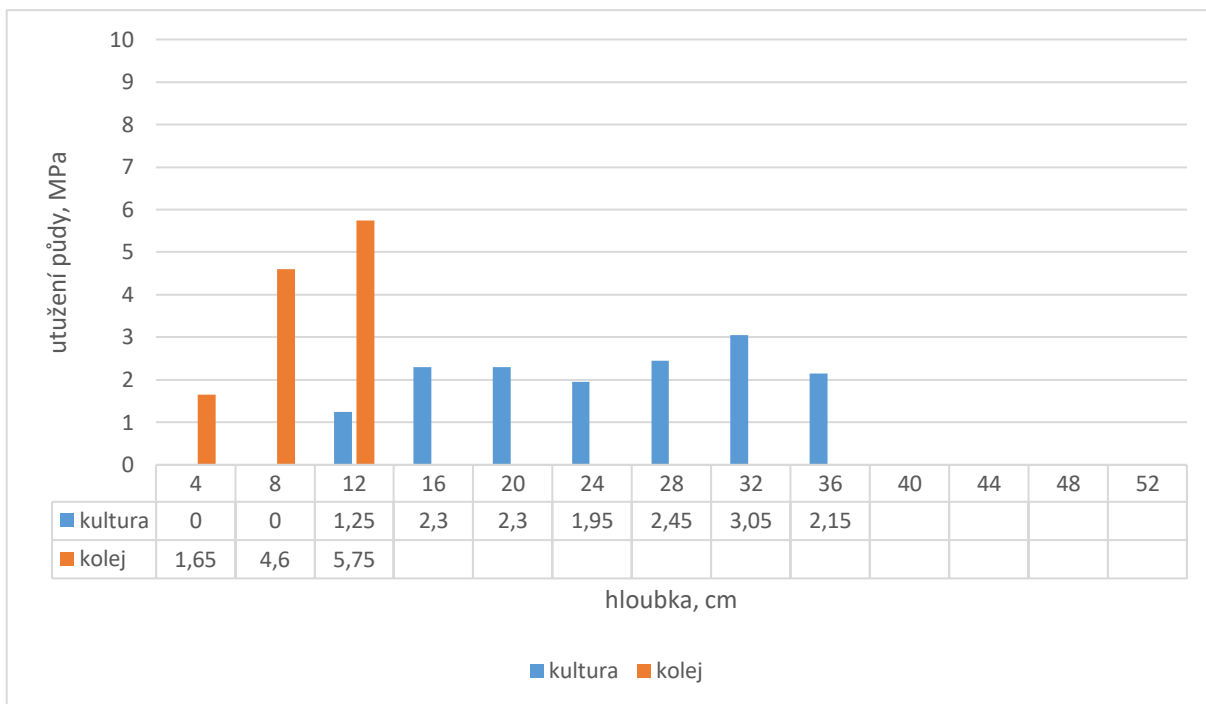
Z grafů 7, 8, 9, 10, 11 a 12 zobrazující utužení půdy můžeme názorně vidět obrovské utužení v kolejových stopách po mechanizačních prostředcích. Měření, které probíhalo v kolejových stopách, se nedalo provést do hloubky přesahující 16 cm. Vyjímku byla pokusná varianta osetá bérem, kde byla proměřena kolejová stopa až do hloubky 40 cm. Měření probíhající v kultuře ukázalo ztuhnutí v kořenové zóně podplodin. Kontrolní varianta vykazovala menší utužení než varianty oseté podplodinami. Z grafů průměrného utužení půdy je vidět, že utužení ve variantách s podplodinami bylo větší než na kontrolní variantě. Autor si vysvětluje tento jev, tak že ve variantách s podplodinou (vysety 24.6. 2019) nebyla prováděna žádná kultivace, kdežto v kontrolní variantě ano. Kolejové stopy v kontrolní variantě vykazovaly rovněž nižší hodnoty utužení než varianty s podplodinami. Bohužel přes značný odpor utužené půdy se nešlo dostat hlouběji než 20 cm.



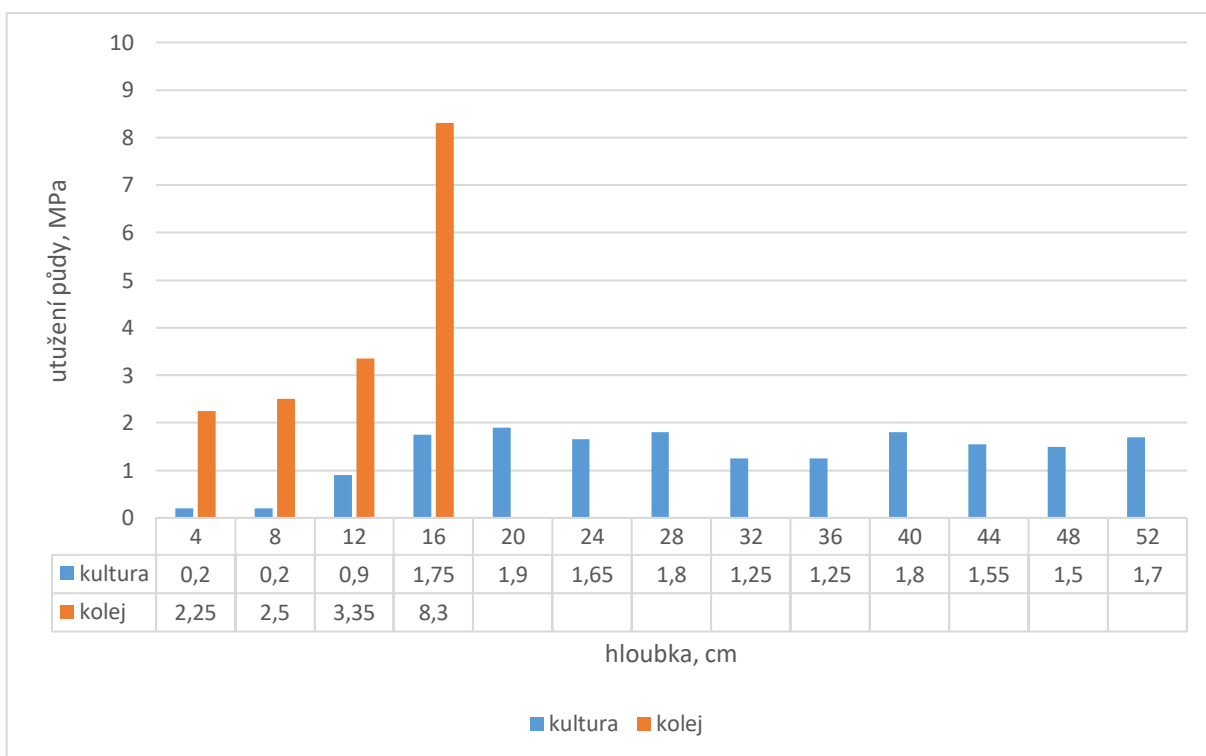
graf 7 - utužení půdy, varianta oves



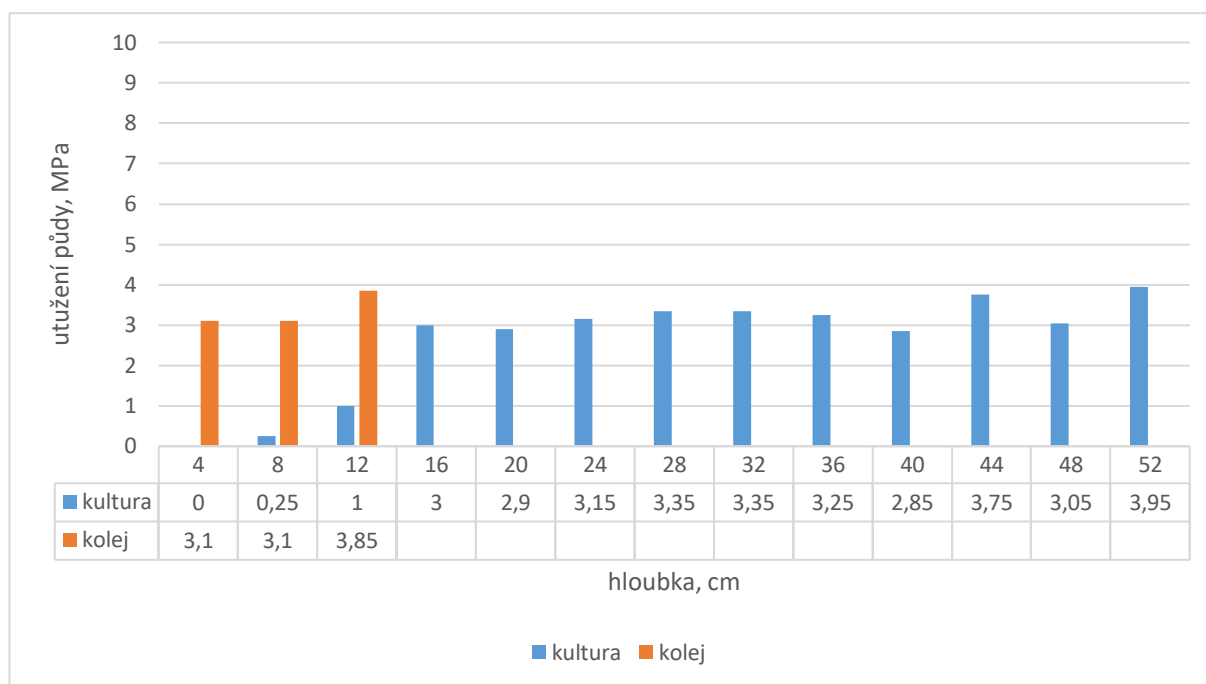
graf 8 - utužení půdy, varianta bér



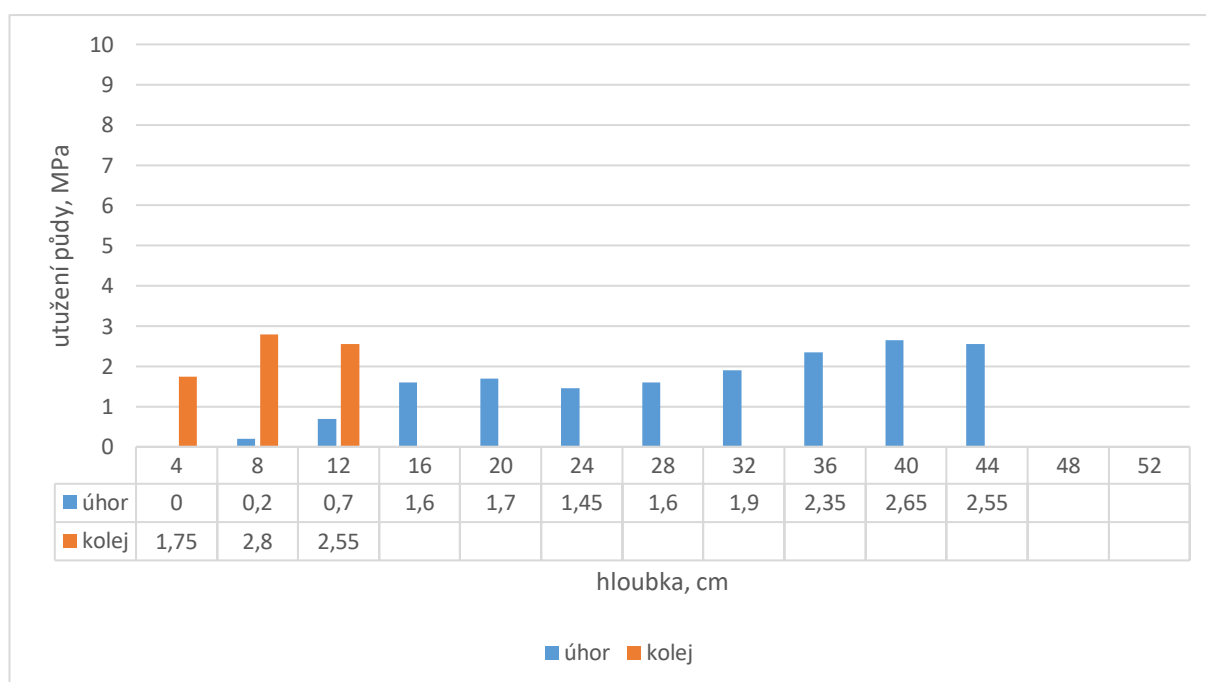
graf 9 - utužení půdy, varianta peluška



graf 10 - utužení půdy, varianta svazenka



graf 11 - utužení půdy, varianta svazenka + peluška

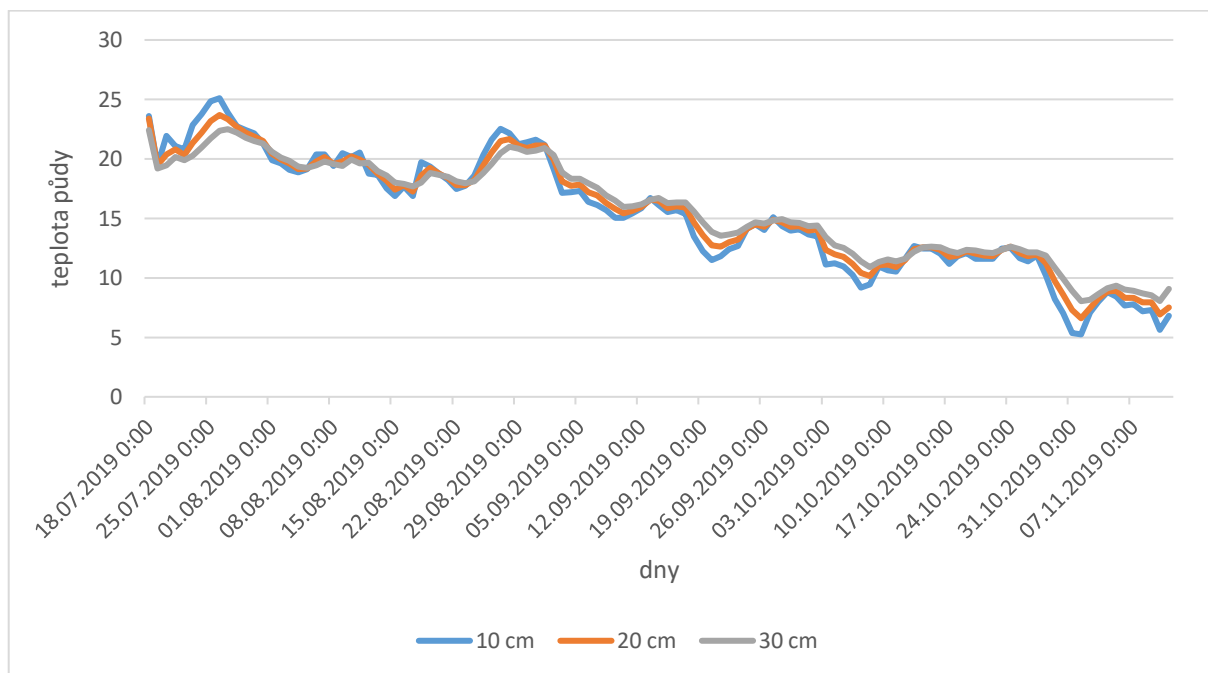


graf 12 - utužení půdy, kontrolní varianta

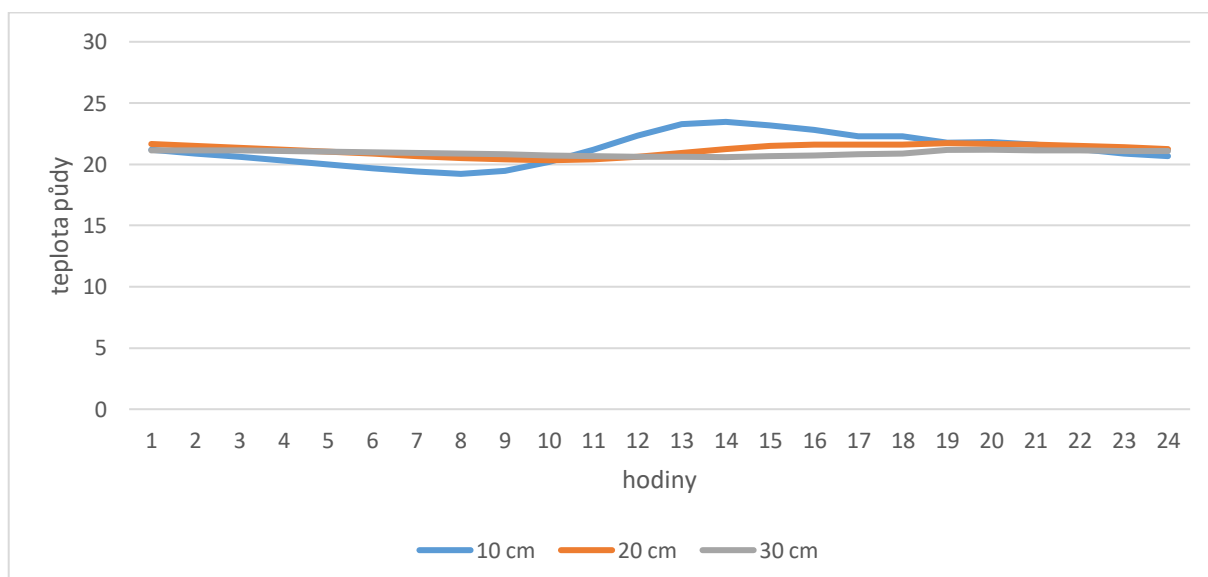
5.3 Teplota půdy a vodní potenciál půdy

V porostu svazenky a v kontrolní variantě byly v hloubkách 10, 20 a 30 cm umístěna čidla měřící teplotu půdy a vodní potenciál půdy. Z uvedených grafů č. 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 a 22 vyplývá skutečnost, že v porostu svazenky docházelo k odběru vody i po sklizni chmele, neboť podplodiny v této době začaly intenzivně růst, naproti tomu v kontrolní variantě můžeme

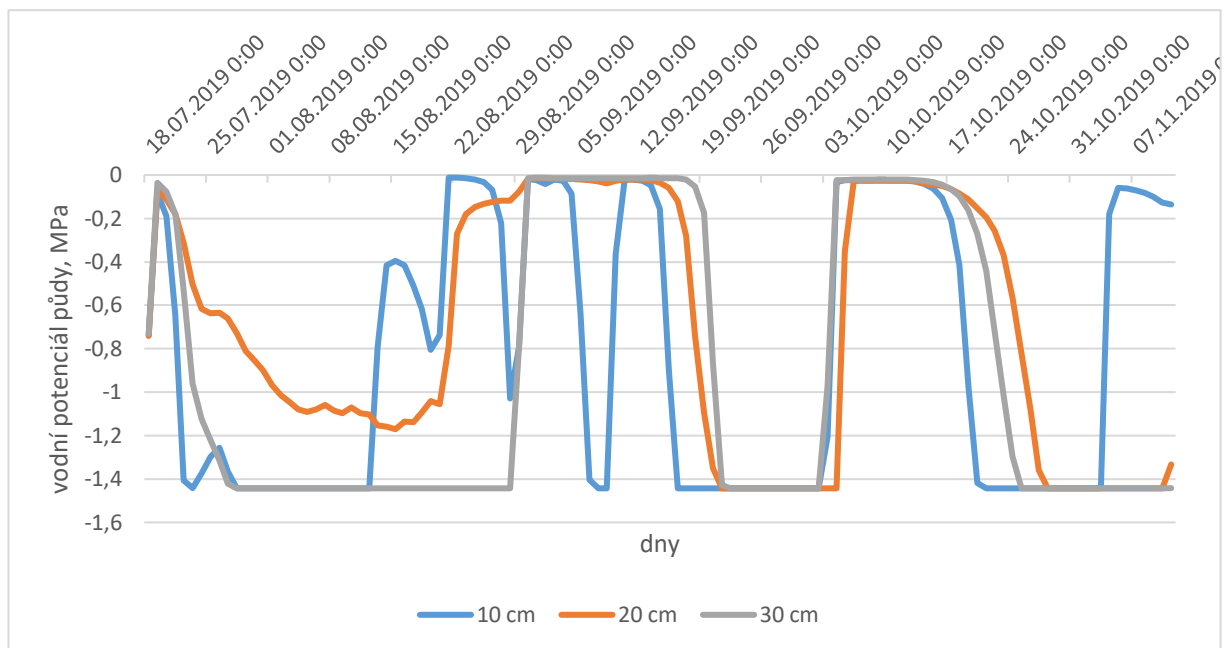
vidět odběr vody od půlky července do přibližně druhé dekády srpna, kdy došlo ke sklizni chmele. Teplota půdy se po nainstalování čidel pohybovala kolem 25 °C a klesala. Na konci srpna a v první dekádě měsíce září se teplota půdy zvýšila a poté klesala až pod 10 °C. Teplota půdy dne 1. 9. 2019 se v obou sledovaných variantách pohybovala v podobných rozmezích. V porostu svazenky byl dne 1.8. 2019 nejnižší vodní potenciál v hloubkách 10cm a 30 cm, zatímco v kontrolní variantě byl nejnižší vodní potenciál půdy v hloubce 20 cm (viz tabulky 16 a 21).



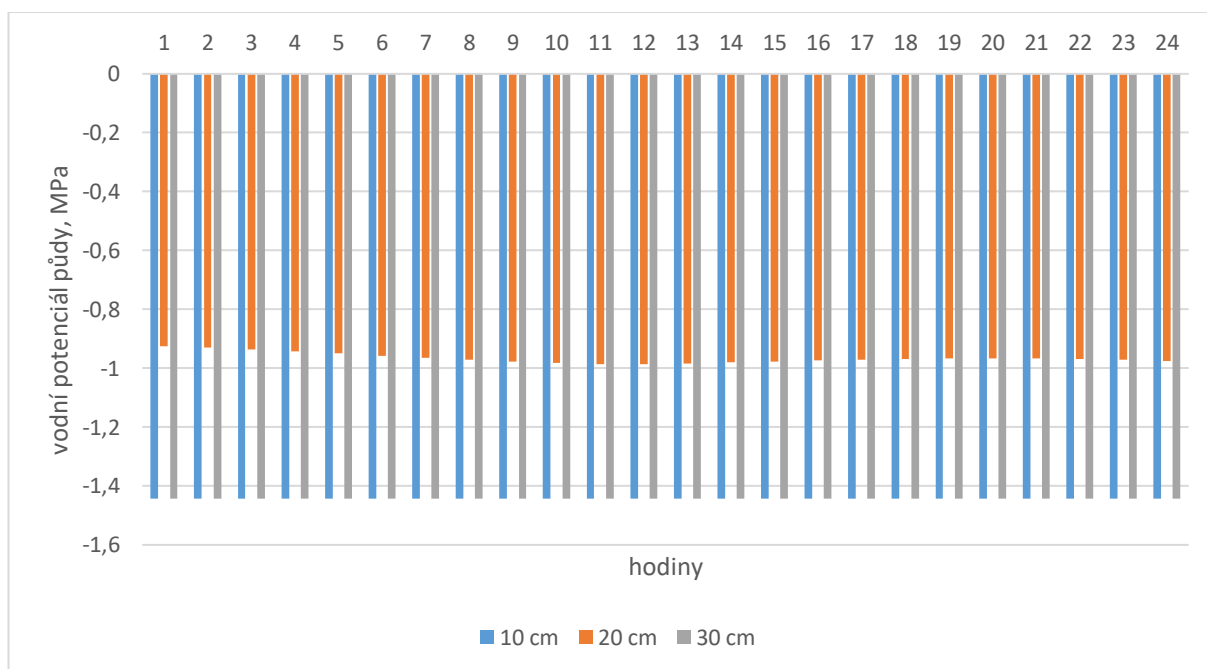
graf 13 - teplota půdy po 24 h, varianta svazenka



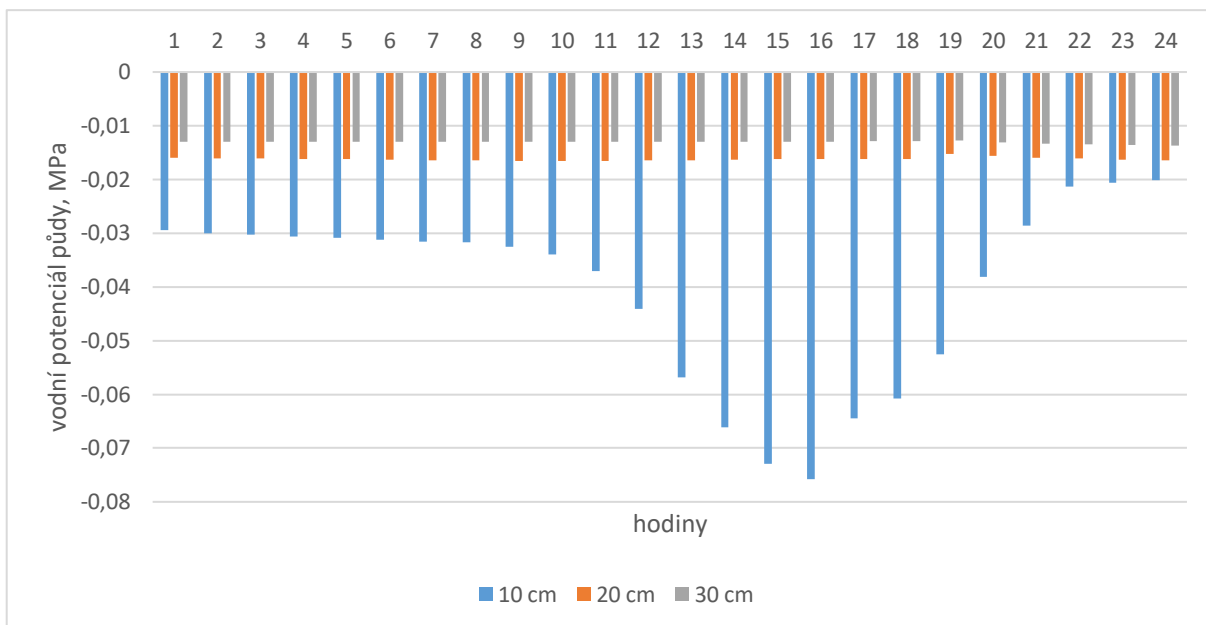
graf 14 - průběh teploty půdy 1.9. 2019, varianta svazenka



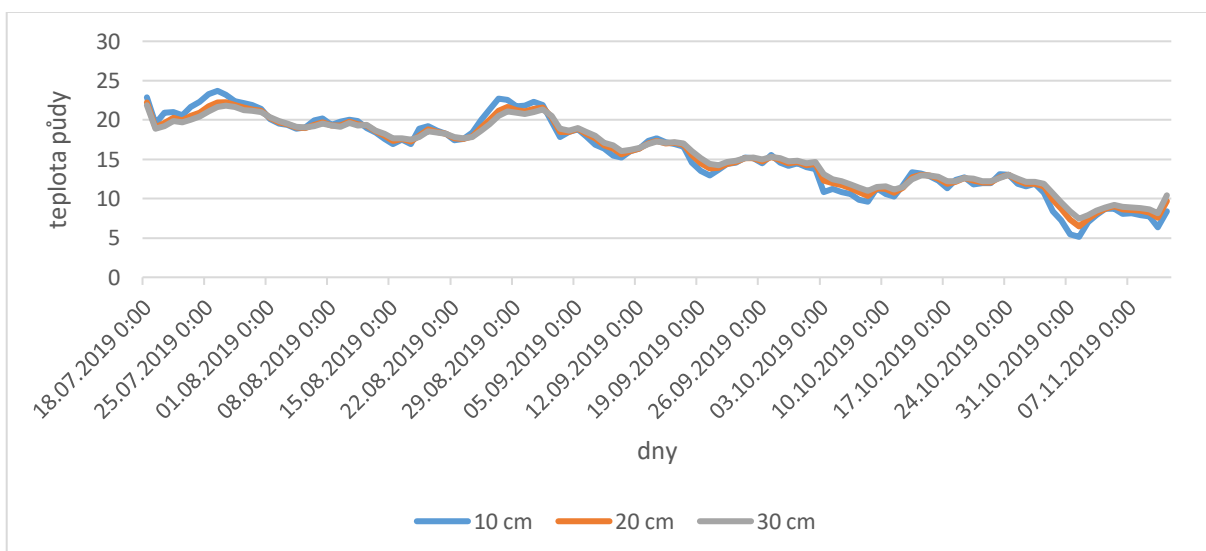
graf 15 - vodní potenciál půdy po 24 h, varianta svazenka



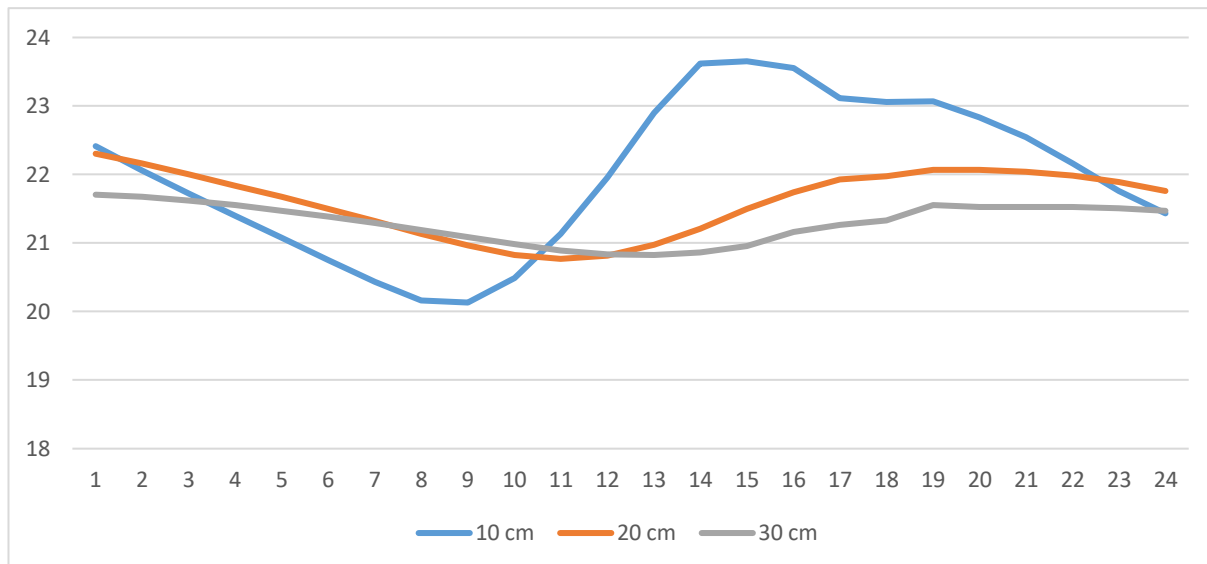
graf 16 - vodní potenciál půdy 1.8. 2019, varianta svazenka



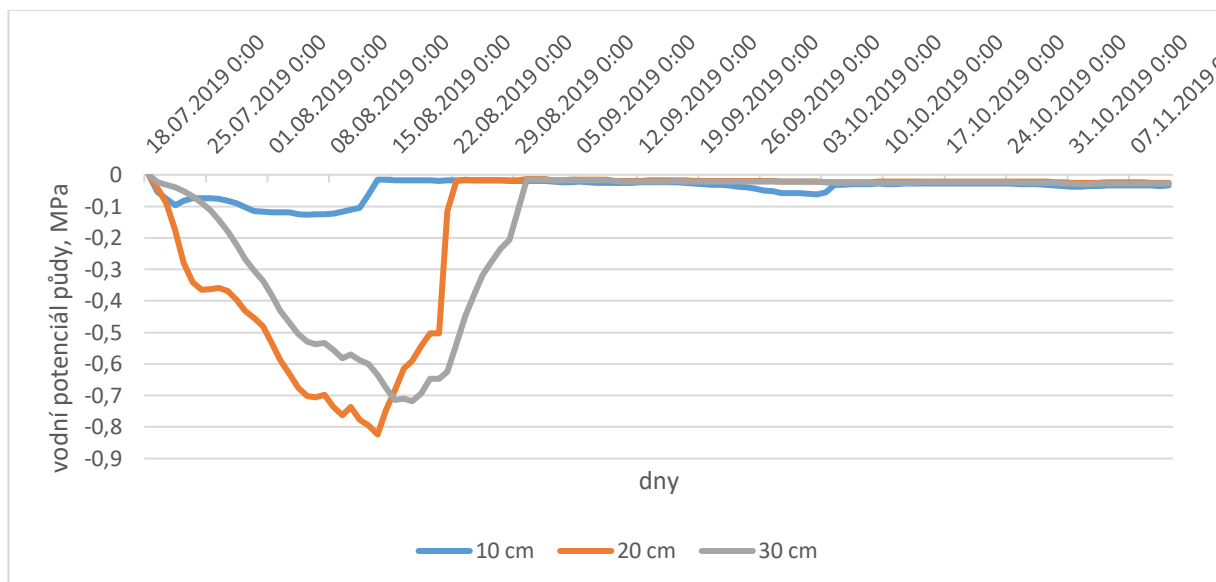
graf 17 - vodní potenciál půdy 1.9. 2019, varianta svazenka



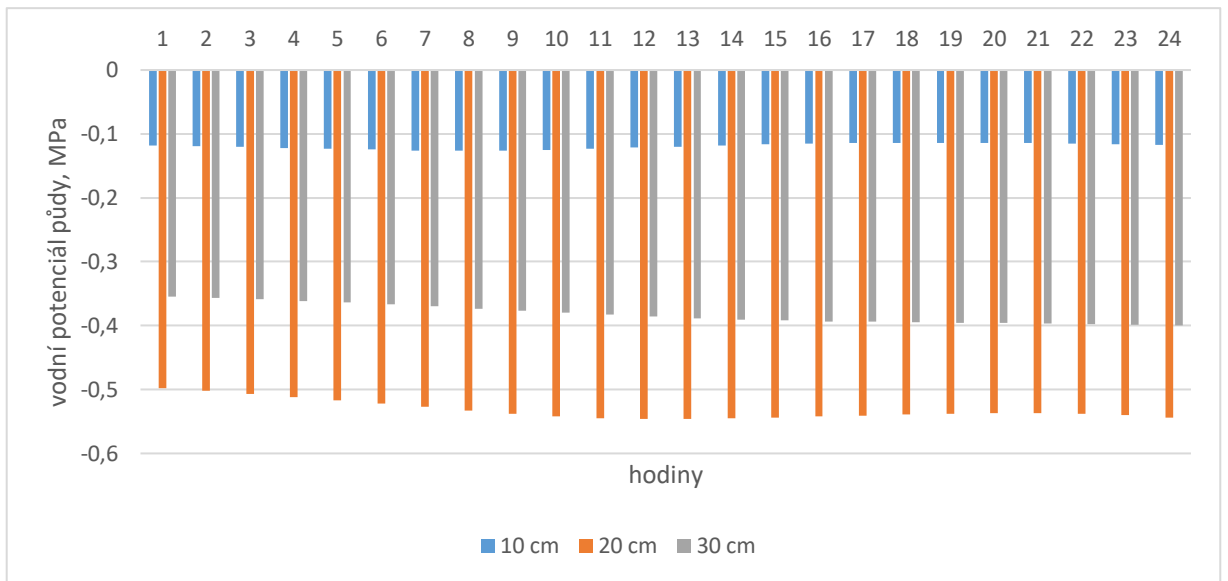
graf 18 - teplota půdy po 24h, kontrolní varianta



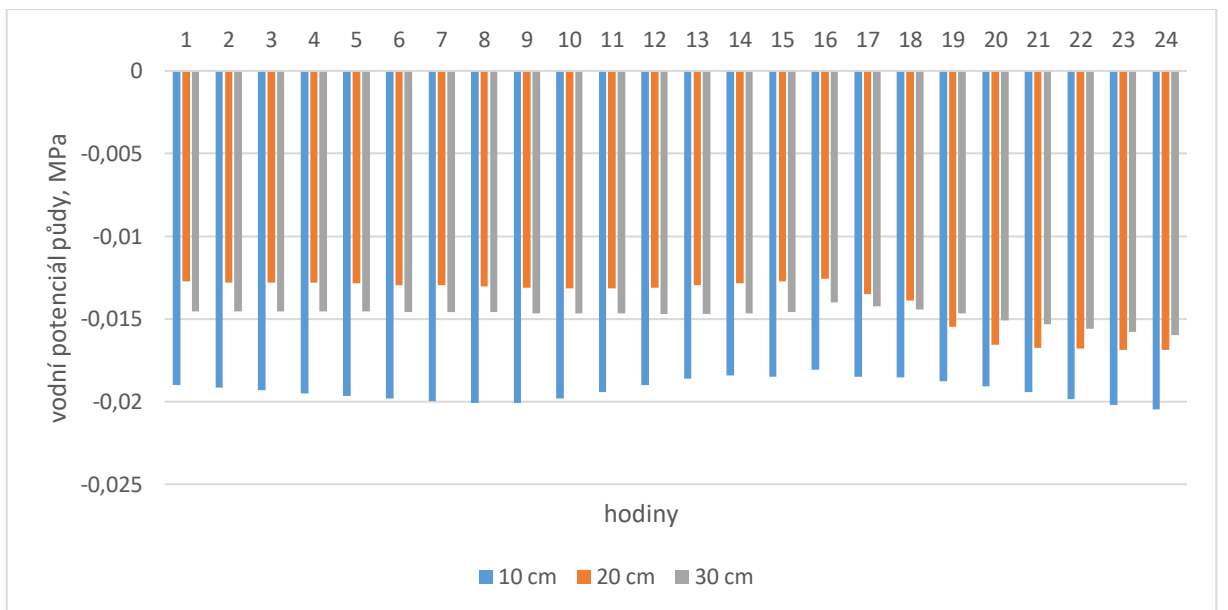
graf 19 - průběh teploty půdy 1.9. 2019, kontrolní varianta



graf 20 - vodní potenciál půdy po 24 h, kontrolní varianta



graf 21 - vodní potenciál půdy 1.8. 2019, kontrolní varianta



graf 22 - vodní potenciál půdy 1.9. 2019, kontrolní varianta

6 Diskuze

Cílem této práce bylo zjistit vliv pěstovaných podplodin na utužení půdy, protierozní účinky, omezení výparu a výnos podzemní i nadzemní biomasy pěstovaných podplodin. Ze získaných výsledků je patrné, že pokud budeme chtít být v pěstování podplodin v meziřadí chmelnic úspěšní, budeme muset zakládat jejich porosty před anebo po první priorávce. Zapojení porostu chmele vede k zastínění meziřadí, a to má negativní vliv na pěstované podplodiny. Případně musíme volit druhy, kterým zastínění nevádí, což uvádí například (Krofta 2012) či (Murrell et al. 2017).

Výsevní ústrojí, kterým byl tento pokus zakládán, už zdaleka nespĺňuje požadavky moderní rostlinné výroby a do budoucna je nutno počítat s pořízením kvalitního secího stroje. Nevýhodu tohoto secího stroje spatřuji v nemožnosti vysévat větší osivo (peluška a oves musely být vysety ručně), nepřesném nastavení výsevku a v nemožnosti vysévat více druhů podplodin na jednou.

Požadavku na plečku s moderním výsevním ústrojím na zakládání podplodin se zhostilo Centrum precizního zemědělství při České zemědělské univerzitě v Praze. Plečka je lehké konstrukce s pérovými radličkami, které mohou být osazeny křídélky nebo dlátky, na rámu stroje jsou umístěny dva zásobníky s výsevním ústrojím. Jeden zásobník můžeme používat na výsev větších semen za radličky do přímo do půdy a druhým lze vysévat drobná semena na povrch půdy. Tento stroj byl v letošním roce testován a v provozu předvedl své vysoké kvality (Brant 2020).

V letech s příznivými vláhovými a klimatickými poměry je nutno počítat s umrtvením porostu podplodiny, aby nedocházelo k tvorbě semen a následnému nekontrolovatelnému šíření ve chmelnicích. K umrtvení lze používat řezné válce nebo mulčovače. Z hlediska energetické náročnosti jsou výhodnější řezací válce, avšak při použití určitých druhů podplodin se jeví použití mulčovače nejlépe čelně agregovaného (Brant 2019) (Dorn et al. 2013) (Brant 2020).

(Vejražka et al. 2017) uvádí, že důležitými aspekty při pěstování chmele je pracovat vhodně s půdou, směřovat k podpoře biodiverzity a tím podporovat udržitelnost produkce. Ozelenění chmelnic může zabezpečit lepší prokořenění půdního profilu a významně zlepšuje strukturu půdy. Přísun organické hmoty příznivě ovlivňuje fyzikální, chemické i biologické vlastnosti půdy a využitelnost živin.

Velice důležitým se stává faktor vlastností semen podplodin. (Brant 2019) ve své práci uvádí, že pokles hodnot vodního potenciálu půdy pod hodnoty vodního potenciálu semen vede k inhibici klíčení. Pokles vodního potenciálu je proto považován za primární faktor snižující klíčení semen a vzcházení rostlin. Klíčivá semena se z hlediska příjmu vody chovají jako rostliny, takže jejich schopnost přijímat vodu z půdního prostředí je omezena přibližně hodnotou vodního potenciálu půdy -1,5 MPa. Je-li tato hodnota v půdě nižší, může docházet k omezení příjmu vody klíčovými semeny a klíčenci, včetně vzcházejících a dospělých rostlin. Nedostatek vody v půdě je také například spojován s možností vzniku sekundární dormance. Dobrou klíčivost při nedostatku vody v půdě vykazují travní druhy mírného pásma a některé jeteloviny. Velmi dobrá klíčivost při snížené dostupnosti vody v půdě je typická pro čiroky, bery a proso, a to i při vysokých teplotách půdy. Při nižších hodnotách vodního potenciálu půdy (pod hranici -0,5 MPa) obtížně vzcházejí druhy z čeledi brukvovitých. U luskovin je reakce na nedostatek vody rozdílnější, protože významnou roli hraje velikost osiva a samotná potřeba vody pro nabobtnání semen. Obecně jsou však považovány za druhy, které vyžadují pro své klíčení dostatek vody v půdě. Dobře za sucha vzchází lnička a svazenky. Zpomalení klíčení vysetých semen v důsledku nedostatku vody přispívá ke zkrácení doby růstu meziplodiny na stanovišti, které vede ke snížení produkce biomasy.

Sekundární dormance představuje nově vyvolaný výskyt dormance u zralých, nedormantních semen. Dochází k ní zejména, jsou-li semena vložena do prostředí pro klíčení nepříznivého, např. do podmínek anoxie, vodního stresu, nevhodné teploty (nad maximem nebo pod

minimem), vyskytuje se rovněž za určitého světelného spektra (Hosnedl 2003) (Entová 2010) (Vaněk 2013).

Výše popsané skutečnosti se projeví i v poloprovazném pokuse, který byl součástí této bakalářské práce. Vlivem extrémních teplot a srážkového deficitu vzházely jednotlivé podplodiny etapovitě sekundární dormance se objevila u variant s hořčicí a svazenkou. Z naměřených hodnot jsme zjistili, že vodní potenciál půdy se velice blízko přibližoval k hodnotám atakující hranici -1,5 MPa. Na jaře 2020 došlo na zrušených pokusných variantách místy k růstu semen z loňského roku. Veliký problém spatřuji k nahrnutí dormantních semen na chmelový podřadek při priorávce chmele a následnému zaplevelení chmelového řádu. Při absenci herbicidních přípravků do porostů chmele se stává tato situace téměř neřešitelnou.

Výzkum vedený slovinským Institutem pro chmelařství a pivovarnictví zkoušel náhrady za dnes již zakázaný defoliant Reglone 200 SC. Zkoušeli herbicid/defoliant Beloukha, spolu se smáčedlem Break thru S 240 a hnojivem DAM 390. Žádná z kombinací uvedených přípravků neměla účinek na defoliaci chmele, ale dokázala regulovat plevele ("Defoliant on hop (*Humulus lupulus* L.)" 2018).

Z výsledků pokusu je zjevné, že největšího výnosu biomasy dosáhla varianta svazinka+peluška. Pěstovat tyto dva druhy společně se ukazuje jako výhodné řešení, neboť samostatně pěstované druhy neposkytly takový výnos biomasy, silně etiolizovaly a v pozdějších růstových fázích polehaly. Porosty ovsa a bérů nevytvořily takovou nadzemní biomasu, za to intenzivně prokořenily vrchní vrstvu půdy.

Pokusné varianty zahrnující rostliny z čeledě brukvovité byly silně až totálně poškozeny dřepčikem. Nebýt této skutečnosti porosty s hořčicí a ředkvi olejnou by mohly mít pozitivní fytosanitární účinky na půdní patogeny. Rozkladem jejich organické hmoty se do půdy uvolňují isothiokyanáty, které mají nematocidní a fungicidní účinek. Použití těchto plodin by mohlo z části nahradit aplikaci kyanamidu vápenatého používaného právě pro tyto účely (Majchrzak et al. 2010).

Významným vlastností brukvovitých rostlin je tzv. biodrill efekt. Rostliny z čeledě brukvovité svými mohutnými křovými kořeny narušují ztuhlou vrstvu půdy. Tento efekt je prohlouben s kombinací hloubkového kypření (Chen & Weil 2010).

(Brant et al. 2020) uvádí přínosný vliv zonálního kypření v meziřadí chmelnic na infiltraci vod do půdy. Simulovaná srážka 40 mm se v prokypřených variantách vsakovala do hloubky až 40 cm. Na kontrolní variantě pouze do hloubky 10 cm. Kombinace zonálního kypření a používání podplodin v meziřadí chmelnic se jeví jako zajímavý způsob eliminace utužení v meziřadí.

7 Závěr

Pěstování podplodin v meziřadí chmelnic bude v budoucnu nabývat na významu. Snaha o ekologizaci zemědělství se bude projevovat i v produkci chmele. Podplodiny pěstované ve chmelnicích mají pozitivní vliv na půdní strukturu, eliminují přejezdy mechanizačních prostředků, nezanedbatelný protierozní charakter, omezují výpar vody a vnášejí do půdy důležitou organickou hmotu. Úbytek živočišné výroby a tím i nedostatek organických hnojiv se projevuje na úrodnosti půd a na obsahu organické hmoty v půdě. Výběrem vhodných podplodin můžeme řešit problémy, které se při obdělávání chmelnic v systému černého úhoru mohou vyskytnout. Bohužel vžitá agrotechnika chmele v některých případech brání rozvoji půdoochranných technologií při pěstování chmele. Připravenost na zavedení této technologie do velkovýrobních podmínek bude do budoucna nutná. Pochopení vzájemných interakcí mezi podplodinami a chmelovými rostlinami může výrazně přispět k ekologizaci pěstování chmele. Z výsledků poloprovozního pokusu jasně vidíme nutnost pracovat s dobou výsevu, výběrem vhodných podplodin, kombinacemi podplodin a možnostmi jejich regulace při příznivých podmínkách pro růst podplodin.

8 Bibliografie

Abram V et al. 2015. A comparison of antioxidant and antimicrobial activity between hop leaves and hop cones. *Industrial Crops and Products* **vol. 64**:124-134. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926669014006955> (accessed 2020-07-14).

Aktuální plochy chmelnic v České republice. 2020. Aktuální plochy chmelnic v České republice. ÚKZÚZ, Praha. Available from http://eagri.cz/public/web/ukzuz/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2020_plochy-chmelnic-04-2020.html (accessed 2020-06-05).

Alonso-Esteban J, Pinela J, Barros L, Ćirić A, Soković M, Calhella R, Torija-Isasa E, de Cortes Sánchez-Mata M, Ferreira I. 2019. Phenolic composition and antioxidant, antimicrobial and cytotoxic properties of hop (*Humulus lupulus* L.) Seeds. *Industrial Crops and Products* **vol. 134**:154-159. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926669019302420> (accessed 2020-07-14).

Altová M. 2019. Situační a výhledová zpráva chmel, pivo1.. Ministerstvo zemědělství, Praha.

Atlas českých odrůd chmele. 2012. Atlas českých odrůd chmele1.. Chmelařský institut, Žatec.

Bailey. 2009. The Influence of Hop Harvest Date on Hop Aroma in Dry-Hopped Beers. *Technical Quarterly* **1**:n/a. Available from <http://www.mbaa.com/publications/tq/tqPastIssues/2009/Abstracts/TQ-46-2-0409-01.htm> (accessed 2020-07-13).

Bellmann H, Hensel W, Spohn M, Steffen S. 2016. Atlas rostlin1.. Euromedia Group, Praha.

Brant V, Kroulík M, Pivec J, Záborský P, Hakl J, Holec J, Kvíz Z, Procházka I. 2017. Splash erosion in maize crops under conservation management in combination with shallow strip-tillage before sowing. *Soil and Water Research* **vol. 12**:106-116.

Brant V. 2019. Pomocné plodiny v pěstebních systémech polních plodin1.. Agrární komora České republiky, Praha.

Brant V. 2020. Vícedruhové výsevy meziplodin ve chmelnicích (28.4.2020). Centrum precizního zemědělství, Praha, ústní konzultace.

Brant V, Krofta K, Kroulík M, Záborský P, Procházka P, Pokorný J. 2020. Distribution of root system of hop plants in hop gardens with regular rows cultivation . *Plant, Soil and Environment* **66**:n/a.

Brant V, Kroulík M, Záborský P, Procházka P, Krofta K, Ježek J, Donner P, Pokorný J. 2020. Seminář k agrotechnice chmele: zpracování půdy ve vztahu k prostorovému rozmístění kořenového systému chmele1.. Petr Svoboda, Žatec.

Briggs D, Boulton C, Brookes P, Stevens R. 2004. *Brewing Science and practice*1.. Woodhead Publishing Limited, CRC Press LLC, Cambridge. Available from http://vinic.com/files/books/Brewing_Science_and_Practice__2004_.pdf (accessed 2020-07-11).

- Čapek L. 2011. Bezdrátová senzorická síť pro sušárnu chmele. Diplomová práce. Brno. Available from <https://core.ac.uk/reader/30298096> (accessed 2020-07-12).
- Čeh B. 2014. Impact of slurry on the hop (*Humulus lupulus* L.) yield, its quality and N-min content of the soil. *Plant, Soil and Environment* **vol. 60**:267-273.
- Dabney S, Delgado J, Reeves D. 2007. USING WINTER COVER CROPS TO IMPROVE SOIL AND WATER QUALITY. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* **vol. 32**:1221-1250. Available from <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1081/CSS-100104110> (accessed 2020-07-13).
- De Keukeleire D. 2000. Fundamentals of beer and hop chemistry. *Química Nova* **vol. 23**:108-112. Available from https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422000000100019&script=sci_arttext&tlng=es (accessed 2020-07-13).
- De Keukeleire J, Ooms G, Heyerick A, Roldan-Ruiz I, Van Bockstaele E, De Keukeleire D. 2003. Formation and Accumulation of α -Acids, β -Acids, Desmethyloxanthohumol, and Xanthohumol during Flowering of Hops (*Humulus lupulus* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **vol. 51**:4436-4441. Available from <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf034263z> (accessed 2020-07-10).
- Defoliant on hop (*Humulus lupulus* L.). 2018. Defoliant on hop (*Humulus lupulus* L.). *Hop bulletin* **25**:18-25. Slovenian Institute of Hop Research and Brewing (IHPS).
- Donner P, Pokorný J, Ježek J, Krofta K, Patzak J, Pulkrábek J. 2020. Influence of weather conditions, irrigation and plant age on yield and alpha-acids content of Czech hop (*Humulus lupulus* L.) cultivars. *Plant, Soil and Environment* **vol. 66**:41-46.
- Dorn B, Stadler M, van der Heijden M, Streit B. 2013. Regulation of cover crops and weeds using a roll-chopper for herbicide reduction in no-tillage winter wheat. *Soil and Tillage Research* **vol. 134**:121-132. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167198713001426> (accessed 2020-07-15).
- Entová M. 2010. Dynamika vegetace na úhorech. bakalářská práce. Praha.
- Fandiño M, Olmedo J, Martínez E, Valladares J, Paredes P, Rey B, Mota M, Cancela J, Pereira L. 2015. Assessing and modelling water use and the partition of evapotranspiration of irrigated hop (*Humulus Lupulus*), and relations of transpiration with hops yield and alpha-acids. *Industrial Crops and Products* **vol. 77**:204-217. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926669015303435> (accessed 2020-07-14).
- Gardiner M, Barbour J, Johnson J. 2003. Arthropod Diversity and Abundance on Feral and Cultivated *Humulus lupulus* (Urticales: Cannabaceae) in Idaho. *Environmental Entomology* **vol. 32**:564-574. Available from <https://academic.oup.com/ee/article-lookup/doi/10.1603/0046-225X-32.3.564> (accessed 2020-07-13).
- Gatica-Arias A, Farag M, Stanke M, Matoušek J, Wessjohann L, Weber G. 2012. Flavonoid production in transgenic hop (*Humulus lupulus* L.) altered by PAPI1/MYB75 from *Arabidopsis thaliana* L. *Plant Cell Reports* **vol. 31**:111-119. Available from <http://link.springer.com/10.1007/s00299-011-1144-5> (accessed 2020-07-10).

- Gent D, Nelson M, Grove G. 2008. Persistence of Phenylamide Insensitivity in *Pseudoperonospora humuli*. *Plant Disease* **vol. 92**:463-468. Available from <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-92-3-0463> (accessed 2020-07-13).
- Gent D, Ocamb C. 2009. Predicting Infection Risk of Hop by *Pseudoperonospora humuli*. *Phytopathology*® **vol. 99**:1190-1198. Available from <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PHYTO-99-10-1190> (accessed 2020-07-13).
- Hartwig N, Ammon H. 2002. Cover crops and living mulches. *Weed Science* **vol. 50**:688-699. Available from https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0043174500011620/type/journal_article (accessed 2020-07-13).
- He L, Zhou J, Zhang Q, Charvet H. 2016. A string twining robot for high trellis hop production. *Computers and Electronics in Agriculture* **vol. 121**:207-214. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168169915003944> (accessed 2020-07-14).
- Holý K, Procházka P, Štranc J, Štranc D, Štranc P. 2017. *Integrovaná ochrana chmele1.. Výzkumný ústav rostlinné výroby v.v.i., Praha.*
- Hosnedl V. 2003. Klíčivost a vzházivost osiva. *Agris* **1**:n/a. Available from <http://www.agris.cz/clanek/125695/klicivost-a-vzhazivost-osiva> (accessed 2020-07-16).
- How Hoppy Beer Production Has Redefined Hop Quality and a Discussion of Agricultural and Processing Strategies to Promote It. 2019. *How Hoppy Beer Production Has Redefined Hop Quality and a Discussion of Agricultural and Processing Strategies to Promote It. Technical Quarterly* **1**:n/a. Available from <http://www.mbaa.com/publications/tq/tqPastIssues/2019/Pages/TQ-56-1-0221-01.aspx> (accessed 2020-07-13).
- Chen G, Weil R. 2010. Penetration of cover crop roots through compacted soils. *Plant and Soil* **331**:pages31–43. Available from <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-009-0223-7> (accessed 2020-07-15).
- Chmel. 2020. Chmel. Chmelařské muzeum, Žatec. Available from <http://www.chmelarskemuzeum.cz/cz/oblasti-pestovani-chmele-v-cr.htm> (accessed 2020-06-25).
- Inui T, Okumura K, Matsui H, Hosoya T, Kumazawa S. 2017. Effect of harvest time on some in vitro functional properties of hop polyphenols. *Food Chemistry* **vol. 225**:69-76. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030881461730002X> (accessed 2020-07-13).
- Jelínek L, Dolečková M, Karabin M, Hudcová T, Kotlíková B, Dostálek P. 2012. Influence of growing area, plant age, and virus infection on the contents of hop secondary metabolites. *Czech Journal of Food Sciences* **vol. 30**:541-547.
- Ježek J. 2015. *Příručka pro pěstitele chmele1.. Chmelařský institut, Žatec.*
- Kazda J, Mikulka J, Prokinová E. 2010. *Encyklopedie ochrany rostlin1.. Profi Press, Praha.*

Kincl D, Kabelka D, Srbek J, Čáp P, Petruž A, Petera M, Krofta K, Pokorný J. 2018. Půdoochranné technologie pro pěstování chmelu: Certifikovaná metodika 1.. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd, Praha.

Kocourková B, Pluháčková H, Růžičková G. 2014. Pěstování speciálních plodin 1.. Mendelova univerzita v Brně, Brno.

Kopecký J. 2008. Zakládání chmelnic hybridními odrůdami 1.. . Chmelařský institut, Žatec.

Kořen J, Ciniburk V, Podsedník J, Rybka A, Veselý F. 2008. Sušení chmele v komorových sušárnách 1.. Chmelařský institut, Žatec.

Kovačević M, Kač M. 2001. Solid-phase microextraction of hop volatiles. *Journal of Chromatography A* **vol. 918**:159-167. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021967301007191> (accessed 2020-07-14).

Kovačević M, Kač M. 2002. Determination and verification of hop varieties by analysis of essential oils. *Food Chemistry* **vol. 77**:489-494. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814602001140> (accessed 2020-07-13).

Krofta K. 2012. Integrovaný systém pěstování chmele 1.. . Petr Svoboda, Žatec.

Krofta K, Ježek J. 2010. The effect of time of cutting on yield and the quality of the hop hybrid varieties Harmonie, Rubín and Agnus. *Plant, Soil and Environment* **56**:564-569.

Krofta K, Nesvadba V, Brynda M. 2010. Rajonizace českých odrůd chmele 1.. Chmelařský institut, Žatec.

Krofta K, Patzak J, Sedlák T, Mikyška A, Štěrbka K, Jurková M. 2019. Kazbek – The First Czech Aroma “Flavor Hops” Variety: Characteristics and Utilization. *KVASNY PRUMYSL* **vol. 65**:72-83. Available from <http://www.kvasnyprumysl.eu/index.php/kp/article/view/131>.

KROFTA K, VRABCOVÁ S, MRAVCOVÁ L, DOSTÁLEK P, KARABÍN M, JELÍNEK L, HUDCOVÁ T. 2015. Classification of Czech hops according to their contents of prenylflavonoids. *Kvasny Prumysl* **vol. 61**:62-68. Available from <http://kvasnyprumysl.cz/doi/10.18832/kp2015010.html>.

Krottenhaller M. 2009. Hops. Pages 85-104 in *Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets* 1.. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.

Kunz C, Varnholt D, Walker F, Gerhards R, Sturm D. 2016. Allelopathic effects and weed suppressive ability of cover crops. *Plant, Soil and Environment* **vol. 62**:60-66. Available from https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/612_2015-PSE.pdf (accessed 2020-07-14).

Le Bot J, Adamowicz S, Robin P. 1998. Modelling plant nutrition of horticultural crops: a review. *Scientia Horticulturae* **vol. 74**:47-82. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030442389800082X> (accessed 2020-07-14).

- Lebeda A, Mieslerová B, Huszár J, Sedláková B. 2017. Padlí kulturních a planě rostoucích rostlin: taxonomie, biologie, ekologie a epidemiologie, mechanismy rezistence, šlechtění na odolnost, metody experimentální práce, diagnostika a ochrana rostlin1.. Agriprint, Olomouc.
- Lipecki J, Berbeć S. 1997. Soil management in perennial crops: orchards and hop gardens. *Soil and Tillage Research* **vol. 43**:169-184. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167198797000391>.
- Liu Z, Wang Y, Liu Y. 2019. Geographical origins and varieties identification of hops (*Humulus lupulus* L.) by multi-metal elements fingerprinting and the relationships with functional ingredients. *Food Chemistry* **vol. 289**:522-530. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814619305850> (accessed 2020-07-14).
- Lorenzana A, Hermoso-de-Mendoza A, Seco M, Casquero P. 2013. Population dynamics and integrated control of the damson-hop aphid *Phorodon humuli* (Schrank) on hops in Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research* **vol. 11**:505-517. Available from <http://revistas.inia.es/index.php/sjar/article/view/2968> (accessed 2020-07-13).
- Majchrzak B, Kurowski T, Wachowska U, Jaźwińska E. 2010. CHANGES IN SOIL MICROBIAL COMMUNITIES AS A RESULT OF GROWING BRASSICACEAE CROPS. *Acta Agrobotanica* **Vol. 63**:161–169.
- Maliar T, Nemeček P, Ůrgeová E, Maliarová M, Nesvadba V, Krofta K, Vulganová K, Krošlák E, Kraic J. 2017. Secondary metabolites, antioxidant and anti-proteinase activities of methanolic extracts from cones of hop (*Humulus lupulus* L.) cultivars. *Chemical Papers* **vol. 71**:41-48. Available from <http://link.springer.com/10.1007/s11696-016-0034-2> (accessed 2020-07-10).
- 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*. *Plant Physiology and Biochemistry* **vol. 68**:23-31. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0981942813001186> (accessed 2020-07-14).
- McCreight J. 2003. Genes for Resistance to Powdery Mildew Races 1 and 2U.S. in Melon PI 313970. *HortScience* **vol. 38**:591-594. Available from <https://journals.ashs.org/view/journals/hortsci/38/4/article-p591.xml> (accessed 2020-07-14).
- Mikyška A, Jurková M. 2019. Varietal specificity of polyphenols, free phenolics and antioxidant potential in hops. *KVASNY PRUMYSL* **vol. 65**:178-185. Available from <http://www.kvasnyprumysl.eu/index.php/kp/article/view/194>.
- Miresmailli S, Bradbury R, Isman M. 2006. Comparative toxicity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil and blends of its major constituents against *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on two different host plants. *Pest Management Science* **vol. 62**:366-371. Available from <http://doi.wiley.com/10.1002/ps.1157> (accessed 2020-07-13).
- Morozov-Leonov S, Nazarenko V. 2017. Clonal Diversity of *Otiiorhynchus ligustici* and *O. raucus* (Coleoptera, Curculionidae) in Central Ukraine. *Vestnik Zoologii* **vol. 51**:111-116. Available from <http://content.sciendo.com/view/journals/vzoo/51/2/article-p111.xml> (accessed 2020-07-13).

Murrell E, Schipanski M, Finney D, Hunter M, Burgess M, LaChance J, Baraibar B, White C, Mortensen D, Kaye J. 2017. Achieving Diverse Cover Crop Mixtures: Effects of Planting Date and Seeding Rate. *Agronomy Journal* **vol. 109**:259-271. Available from <http://doi.wiley.com/10.2134/agronj2016.03.0174> (accessed 2020-07-15).

NESVADBA V, CHARVÁTOVÁ J, ŠTEFANOVÁ L. 2017. New Varieties and Perspective Genotypes of Hops. *Kvasny Prumysl* **vol. 63**:237-240. Available from <http://kvasnyprumysl.cz/doi/10.18832/kp201724.html>.

Novák J, Skalický M. 2012. *Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika* 3. vyd.. Powerprint, Praha.

Nuutinen T. 2018. Medicinal properties of terpenes found in *Cannabis sativa* and *Humulus lupulus*. *European Journal of Medicinal Chemistry* **vol. 157**:198-228. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0223523418306408> (accessed 2020-07-14).

Ocvirk M, Nečemer M, Košir I. 2019. The determination of the geographic origins of hops (*Humulus lupulus* L.) by multi-elemental fingerprinting. *Food Chemistry* **vol. 277**:32-37. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814618318478> (accessed 2020-07-14).

Oladokun O, Tarrega A, James S, Smart K, Hort J, Cook D. 2016. The impact of hop bitter acid and polyphenol profiles on the perceived bitterness of beer. *Food Chemistry* **vol. 205**:212-220. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814616303740> (accessed 2020-07-14).

Oliveira H, Janssen A, Pallini A, Venzon M, Fadini M, Duarte V. 2007. A phytoseiid predator from the tropics as potential biological control agent for the spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Biological Control* **vol. 42**:105-109. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1049964407000953> (accessed 2020-07-13).

Patzak J, Krofta K, Henychová A, Nesvadba V. 2015. Number and size of lupulin glands, glandular trichomes of hop (*Humulus lupulus* L.), play a key role in contents of bitter acids and polyphenols in hop cone. *Food Science + Technology* **vol. 50**:1864-1872. Available from <http://doi.wiley.com/10.1111/ijfs.12825> (accessed 2020-07-10).

PLUHÁČKOVÁ H, EHRENBERGEROVÁ J, KRETEK P, KOCOURKOVÁ B. 2011. Hop essential oils in the selected varieties from differently old hop yards. *Kvasny Prumysl* **vol. 57**:266-271. Available from <http://kvasnyprumysl.cz/doi/10.18832/kp2011030.html>.

Pokorný J. 2016. *Sklizeň a separace chmele z nízkých konstrukcí* 1.. Petr Svoboda, Žatec.

Pokorný J, Ježek J, Donner P, Rybka A, Heřmánek P, Honzík I. 2016. *Výstavba, zakládání porostů a agrotechnika chmele pěstovaného v nízké konstrukci* 1.. Petr Svoboda, Žatec.

Průměrná roční teplota v roce 2019. 2020. Průměrná roční teplota v roce 2019. Page in <http://portal.chmi.cz/edition..> ČHMÚ, Praha. Available from http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/images/T_2019.gif (accessed 2020-07-14).

Ramírez-García J, Carrillo J, Ruiz M, Alonso-Ayuso M, Quemada M. 2015. Multicriteria decision analysis applied to cover crop species and cultivars selection. *Field Crops Research* **vol. 175**:106-115. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378429015000507> (accessed 2020-07-14).

Regulace vývoje porostů meziplodin ve chmelnici (24.6.2020) – postřehy. 2020. Regulace vývoje porostů meziplodin ve chmelnici (24.6.2020) – postřehy. Centrum precizního zemědělství, Praha, ústní konzultace.

Reher T, Van Kerckvoorde V, Verheyden L, Wenseleers T, Beliën T, Bylemans D, Martens J. 2019. Evaluation of hop (*Humulus lupulus*) as a repellent for the management of *Drosophila suzukii*. *Crop Protection* **vol. 124**:n/a. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261219419301796> (accessed 2020-07-14).
Rossini F, Loreti P, Provenzano M, De Santis D, Ruggeri R. 2016. Agronomic performance and beer quality assessment of twenty hop cultivars grown in Central Italy. *Italian Journal of Agronomy* **vol. 11**:180-187. Available from <http://agronomy.it/index.php/agro/article/view/746> (accessed 2020-07-14).

Roy R, Finck A, Blair G, Tandon H. 2006. *Plant nutrition for food security: A guide for integrated nutrient management*1.. FAO, Rome.

Rybáček a. 1980. *Chmelařství*1.. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Rybka A. 2015. *Modernizace technologického postupu pro zvýšení výkonnosti česací linky chmele: certifikovaná metodika*1.. Česká zemědělská univerzita, Praha.

Salfer I, Fessenden S, Stern M. 2020. Evaluation of iso- α -acid and β -acid extracts from hops (*Humulus lupulus* L.) on fermentation by rumen microbes in dual-flow continuous culture fermenters. *Animal Feed Science and Technology* **vol. 260**:n/a. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377840119309605> (accessed 2020-07-14).

Seminář k agrotechnice chmele: sborník přednášek ze semináře konaného dne .. 2018. Seminář k agrotechnice chmele: sborník přednášek ze semináře konaného dne .. edition.. *Časopis Chmelařství, Žatec*.

Situační a výhledová zpráva. 2002. *Situační a výhledová zpráva* edition.. Agrospoj, Praha.

Svara A, Jakse J, Radisek S, Javornik B, Stajner N. 2019. Temporal and spatial assessment of defence responses in resistant and susceptible hop cultivars during infection with *Verticillium nonalfalfae*. *Journal of Plant Physiology* **vol. 240**:n/a. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0176161719301087> (accessed 2020-07-14).

Šnobl J. 2004. *Rostlinná výroba IV.: (chmel, len, konopí, využití biomasy k energetickým účelům)*1.. Česká zemědělská univerzita, Agronomická fakulta, Katedra rostlinné výroby, V Praze.

Štranc J, Štranc P, Štranc D. 2013. *Zásady správné agrotechniky chmele a analýza příčin velkého úhynu chmele na jaře roku 2012*1.. Kurent, Praha [i.e. České Budějovice].

Štranc P. 2008. Zpracování půdy ve chmelnicích edition.. Kurent, Praha [i.e. České Budějovice].

Turner S, Benedict C, Darby H, Hoagland L, Simonson P, Serrine J, Murphy K. 2011. Challenges and Opportunities for Organic Hop Production in the United States. *Agronomy Journal* **vol. 103**:1645-1654. Available from <http://doi.wiley.com/10.2134/agronj2011.0131> (accessed 2020-07-13).

Vaněk R. 2013. Biologie, výskyt a regulace plevelů v porostech kukuřice (*Zea mays* L.). Diplomová práce. České Budějovice.

Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. Výživa a hnojení polních plodin1.. Profi Press, Praha.

Vavera R, Křivánek J, Pechová M. 2017. Výživa a hnojení produkčních chmelnic1.. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.

Vejražka K, Holý K, Křivánek J, Vavera R, Procházka P, Kudrna T. 2017. Pěstování podplodin v meziřadí chmelnic1.. Zemědělský výzkum, spol. s.r.o. Troubsko, Troubsko. Výstavba chmelnic. 2014. Výstavba chmelnic. Chmelařství, Žatec. Available from <http://www.chmelarstvi.cz/vystavba-chmelnic> (accessed 2020-06-27).

Wang G, Dixon R. 2009. Heterodimeric geranyl(geranyl)diphosphate synthase from hop (*Humulus lupulus*) and the evolution of monoterpene biosynthesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **vol. 106**:9914-9919. Available from <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0904069106> (accessed 2020-07-13).

Wu C, Sun L, Chu Y, Yu R, Hsieh C, Hsu H, Hsu F, Cheng K. 2020. Bioactive compounds with anti-oxidative and anti-inflammatory activities of hop extracts. *Food Chemistry* **vol. 330**:n/a. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814620311067> (accessed 2020-07-14).

Xin G et al. 2017. Xanthohumol isolated from *Humulus lupulus* prevents thrombosis without increased bleeding risk by inhibiting platelet activation and mtDNA release. *Free Radical Biology and Medicine* **vol. 108**:247-257. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891584917300801> (accessed 2020-07-14).

Yan D, Wong Y, Tedone L, Shellie R, Marriott P, Whittock S, Koutoulis A. 2018. Chemotyping of new hop (*Humulus lupulus* L.) genotypes using comprehensive two-dimensional gas chromatography with quadrupole accurate mass time-of-flight mass spectrometry. *Journal of Chromatography A* **vol. 1536**:110-121. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021967317311810> (accessed 2020-07-14).

Zanoli P, Zavatti M. 2008. Pharmacognostic and pharmacological profile of *Humulus lupulus* L. *Journal of Ethnopharmacology* **vol. 116**:383-396. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378874108000391> (accessed 2020-07-14).
Zemědělství 2019. 2020. Zemědělství 20191.. Ministerstvo zemědělství, Praha.

