

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA PEDAGOGICKÁ  
CENTRUM BIOLOGIE, GEOVĚD A ENVIGOGIKY

**ĚKOLOGIE A PĚSTOVÁNÍ CHMELE  
OTÁČIVÉHO (*HUMULUS LUPULUS*)**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Sofie Hejduková**

Studijní obor: Biologie se zaměřením na vzdělávání

**Vedoucí práce:** RNDr. Iva Traxmandlová, Ph.D.

**Plzeň**

**2021**

Čestně prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně. Veškeré zdroje, jež byly při jejím vypracování použity, jsem uvedla v seznamu, který je této práci součástí.

V Plzni dne 30. 4. 2021

---

Sofie Hejduková

## **Poděkování:**

Na tomto místě bych ráda vyjádřila svůj dík paní doktorce Ivě Traxmandlové, za věcné připomínky, cenné rady a za možnost napsat svou bakalářskou práci pod jejím vedením. Vedle toho jí rovněž mnohokrát děkuji za zajímavé přednášky, kterých jsem se účastnila v rámci povinných předmětů „*Obecná botanika*“ a „*Fyziologie rostlin*“. Právě díky těmto přednáškám jsem se rozhodla vybrat si téma své kvalifikační práce v oblasti botaniky.

Dále bych také chtěla poděkovat panu inženýru Lubomíru Soukupovi za odbornou konzultaci a cenné rady, které mi pomohly s vypracováním této práce. Děkuji také panu Michalu Paradičovi za možnost zblízka nahlédnout do procesu sklizně chmelových rév.

Můj nemalý dík patří rovněž mým rodičům, kteří mi studium na Západočeské univerzitě umožnili a mému staršímu bratru Matoušovi, bývalému studentovi FPR ZČU a taktéž zkušenému sušiči chmele, za poskytnutí cenných kontaktů a užitečných rad k sepsání kvalifikační práce.

Tento výčet by nebyl úplný bez vyjádření díků mému chlapci Pavlovi, který mi v nelehké koronavirové době poskytl láskyplné zázemí a klid na práci.

# OBSAH

<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. CÍL PRÁCE</b> .....	<b>2</b>
<b>3. CHARAKTERISTIKA DRUHU CHMEL OTÁČIVÝ (<i>HUMULUS LUPULUS</i>)</b> .....	<b>3</b>
3.1 SYSTEMATICKÉ ZAŘAZENÍ ROSTLINY .....	3
3.2 BOTANICKÁ CHARAKTERISTIKA.....	3
3.2.1 Podzemní část rostliny .....	3
3.2.2 Nadzemní část rostliny .....	4
3.2.3 Chemické složení chmelové hlávky:.....	6
3.3 IDEÁLNÍ STANOVIŠTNÍ PODMÍNKY .....	7
3.4 ROČNÍ CYKLUS.....	8
3.4.1 Kryptovegetace.....	8
3.4.2 Vegetace .....	8
3.5 ROZŠÍŘENÍ A PŮVOD CHMELE OTÁČIVÉHO .....	10
3.6 ODRŮDY CHMELE OTÁČIVÉHO .....	11
3.7 HISTORIE PĚSTOVÁNÍ CHMELE OTÁČIVÉHO .....	12
3.8 SOUČASNÉ PĚSTOVÁNÍ CHMELE OTÁČIVÉHO .....	14
3.8.1 Založení chmelnice .....	14
3.8.2 Hnojení produkčních chmelnic .....	17
3.8.3 Péče o produkční chmelnice.....	18
3.9 VYUŽITÍ CHMELE OTÁČIVÉHO.....	22
3.9.1 Pivovarnictví .....	22
3.9.2 Gastronomie .....	23
3.9.3 Kosmetika .....	23
3.9.4 Farmacie .....	23
<b>4. ŠKŮDCI CHMELE OTÁČIVÉHO</b> .....	<b>24</b>
4.1 MAJORITNÍ ŠKŮDCI.....	24
4.1.1 Lalokonosec líbečkový ( <i>Otiorhynchus ligustici</i> ) .....	24
4.1.2 Mšice chmelová ( <i>Phoron humuli</i> ).....	25
4.1.3 Sviluška chmelová ( <i>Tetranychus urticae</i> ).....	27
4.2 MINORITNÍ ŠKŮDCI.....	29
4.2.1 Dřepčík chmelový ( <i>Psylloides attenuata</i> ) .....	29
4.2.2 Šedavka luční ( <i>Hydroecia micacea</i> ).....	30
4.2.3 Zavíječ kukuřičný ( <i>Pyrausta nubilalis</i> ).....	31
4.2.4 Peronospora chmelová ( <i>Pseudoperonospora humuli</i> ).....	32
4.2.5 Padlí chmelové ( <i>Sphaerotheca humuli</i> ) .....	34
<b>5. METODIKA</b> .....	<b>36</b>
5.1 CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ .....	36
5.2 METODIKA POZOROVÁNÍ .....	38
<b>6. PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>40</b>
6.1 VLASTNÍ POZOROVÁNÍ.....	40
6.2 VÝSLEDKY .....	47
<b>7. DISKUSE</b> .....	<b>49</b>
<b>8. ZÁVĚR</b> .....	<b>51</b>
<b>9. RESUMÉ</b> .....	<b>52</b>
<b>10. LITERATURA A ZDROJE</b> .....	<b>53</b>
10.1 LITERATURA.....	53
10.2 SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ .....	55
10.3 ZDROJE PŘÍLOH.....	58
<b>11. SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>59</b>

## 1. ÚVOD

Pokud jde o úvod bakalářské práce, dovolím si říct, že není na obtíž, když se pojme o něco uvolněněji. Jeho účelem je sice čtenáře seznámit s obsahem práce, neznamená to ale, že již od první věty musí znít exaktně a odborně. Proto bych si v následujícím odstavci dovolila trochu odhlédnout od formálnosti, které jistě v této práci nebude nedostatek.

Pocházím z královského města Rakovníka, které leží necelých 50 kilometrů od hlavního města Prahy západním směrem. Jedná se o menší okresní město, které je pomyslnou branou žatecké chmelařské oblasti. Znamé je mimo jiné pro místní pivovar Bakalář (založen 1434), který sídlí přímo v centru Rakovníka, a tak se často stává, že je celé město provoněné ječmenným sladem. Přilehlé vesnice jsou obklopeny chmelnicemi a již celé generace studentů si zde prošly chmelařskými brigádami. I já jsem tak měla příležitost s pracemi vypomáhat a nahlédnout tak do tohoto tajemného procesu, na jehož konci jsou žoky voňavého nasušeného chmele připravené na rozličná využití.

Když jsem dohledávala zdroje k vypracování této práce, narazila jsem na citát, který byl roku 1927 uveřejněn v časopise Kvas a podle mého zcela vystihuje podstatu této rostliny. Zní takto: „*Chmel jest plodinou, u níž překvapení nikdy nejsou vyloučena.*“ (KVAS 1927).

## 2. CÍL PRÁCE

Tato práce se ve své obecné části věnuje botanickým reáliím, vlastnostem a využití rostliny *Humulus lupulus* – chmel otáčivý. Konkrétně popisuje jednotlivé růstové a vývojové fáze ročního cyklu této rostliny. Několik stran této práce je věnovaných pracím, které péče o chmelnice obnáší, ať už v období sklizně, tak i v průběhu celého roku. Jedna z kapitol je věnována škůdcům chmele otáčivého, jejich dopadům na růst a vývoj rostliny i metodám, jež se při boji proti nim uplatňují. Čtenář se dočte i o původu chmele, o historii jeho pěstování a o jednotlivých odrůdách, které se na našem území v dnešní době pěstují. Několik odstavců také popisuje rozličné využití chmele v gastronomii, pivovarnictví, kosmetice nebo ve farmacii.

Praktická část této práce se věnuje pozorování přítomnosti škůdců chmele otáčivého, které bylo prováděno v průběhu jednoho kalendářního roku na sedmi konkrétních chmelnicích v rakovnické chmelařské oblasti. V závěrečné diskusi jsou pak výsledky pozorování porovnány s dostupnými informacemi o běžném výskytu škůdců na této rostlině.

### 3. CHARAKTERISTIKA DRUHU CHMEL OTÁČIVÝ (*HUMULUS LUPULUS*)

#### 3.1 SYSTEMATICKÉ ZAŘAZENÍ ROSTLINY

Chmel otáčivý je vytrvalá dvoudomá rostlina (Tab. 1), která se pravotočivě stáčí a pne po opoře směrem vzhůru. Své latinské pojmenování *Humulus lupulus* získal chmel podle toho, že se bez opory plazí po zemi (humulus) a zároveň jako vlk škodí jiným rostlinám (lupulus) (Kaplan et al. 2019).

**Tab. 1** Systematické zařazení chmele otáčivého <sup>[1]</sup>.

<b>Soustava</b>	<b>Vitae – živé organismy</b>
<b>Doména</b>	Eukaryota – jaderní
<b>Nadříše</b>	Bikonta
	Corticata
	Archaeplastida
<b>Říše</b>	Plantae – rostliny
<b>Oddělení</b>	Magnoliophyta – krytosemenné
<b>Třída</b>	Rosopsida – vyšší dvouděložné
<b>Řád</b>	Rosales – růžotvaré
<b>Čeleď</b>	Cannabidaceae – konopovité
<b>Rod</b>	<i>Humulus</i> – chmel
<b>Druh</b>	<i>Humulus lupulus</i> – chmel otáčivý

#### 3.2 BOTANICKÁ CHARAKTERISTIKA

##### 3.2.1 Podzemní část rostliny

Podzemní systém chmele otáčivého je rozčleněný na několik úzce specializovaných částí. Skládá se z kořenového systému a z babky.

Babka se nachází 10–30 cm pod povrchem a je tvořena starým dřevem. Každoročně se rozroste o jeden letokruh široký 2–4 mm. Na základě průřezu touto částí jsme schopni stanovit stáří rostliny. Na svrchní straně babky vyrůstají na čtyřech nejmladších letokruzích pupeny, které jsou do jarních měsíců v latentním stavu. Po probuzení začínají tvořit výhonky a dávají tak vzniknout nové lodyze. Životnost těchto pupenů je maximálně pět let (Vrzalová a Fric 1994).

Část výhonu pod povrchem půdy v průběhu vegetačního období zesílí. Vyrostе na ní množství oček a nodů a je pak nazývána jako nové dřevo. V průměru má přibližně 2 cm a je výrazně článkované. Jeho životnost je pouze jeden rok. Na konci vegetačního období je v této části rostliny proveden řez. Odříznutá část nového dřeva může být využita při tvorbě sádky chmele. Sádky je zasazené nové dřevo v kořenáčové školce, které postupem času získá dostatek hmoty, aby se mohla vytvořit babka. Tak vzniká chmelový kořenáč, který se v podzimních měsících sází do chmelnic <sup>[2]</sup>.

Z postranních oček babky se zakládají vodorovné podzemní oddenky tzv. vlky, které jsou přibližně 1 cm silné a o něco světlejší. Jsou výrazně článkované a vyrůstají na nich pupeny. Dorůstají délky 0,5–1 m a slouží tak jako oddenky mateřské rostliny. Toto oddenkování je ale ze zemědělského hlediska nežádoucí, dochází totiž k výraznému rozrůstání kořenového systému, který může značnou měrou negativně ovlivnit výnosnost rostliny. Vlky jsou proto odřezávány a odstraňovány z půdy (Šimon et al. 1964).

Kořenový systém chmele otáčivého je masivně rozvinutý a zahrnuje několik následujících druhů kořenů:

#### Svislé kúlové kořeny

Vyrůstají z babky a silně se větví až do velmi jemných koncových kořínků. Sahají do hloubky 2–3 metrů a jsou tak základem kořenového systému, který umožňuje vzestupný i sestupný transport rostlinných šťáv a následné ukládání zásobních látek.

#### Kořenové hlízy

Vznikají druhotným tloustnutím kúlových kořenů. Objevují se spíše na konci vegetačního období a shromažďují se v nich zásobní látky, zejména pak škrob.

#### Postranní kořeny

Vyrůstají vodorovně z postranních částí babky. Velmi intenzivně se větví a podílejí se tak na zásobování rostliny látkami rozpuštěných ve vodních roztocích. Může dojít ke změně směru růstu a k následnému přetvoření na kúlové kořeny.

#### Krátké letní kořeny

Vyrůstají v průběhu vegetačního období z nového dřeva a zásobují rostlinu vodou z nejsvrchnějších vrstev půdy. Jejich růst je ovlivněn množstvím srážek a péčí o půdu v okolí rostliny <sup>[3]</sup>.

### **3.2.2 Nadzemní část rostliny**

Mezi nadzemní částí chmele otáčivého patří réva, listy révové, pazochy, květenství a chmelové hlávky.



Réva je část vznikající pokračováním růstu výhonků. V chmelnici se zavádí na chmelovod a vytváří tak základ pro nadzemní část rostliny. Je tvořena dlouhými liánovitými úponky, které se pravotočivě stáčí a pnou po opoře směrem vzhůru. Pokud má rostlina ideální podmínky a konstrukce je dostatečně vysoká, může dorůst výšky téměř deseti metrů (Šroller et al. 1997).

Lodyha je zřetelně rozlišena na nody a internodia. Tři nejspodnější články mají kruhovitý průřez a jsou plné. Další články jsou v průřezu šestihranné a uvnitř duté. Nody v celé lodyze zůstávají vyplněné. Prodlužovací funkce zůstává třem nejvyšším internodiím, které tak zajišťují růst rostliny vzhůru. Na pokožce lodyhy a listů vyrůstají četné křemičité háčky – žláznaté trichomy (lupulinové žlázky) sloužící k přichycení rostliny k podkladu.

Réva má často zelenou barvu – pak hovoříme o tzv. chmelech zelaňácích. Rostliny ale mohou být načervenalé zbarvené vlivem anthokyanové pigmentace, ty se pak označují jako tzv. chmele červeňáky (Šroller et al. 1997).

Listy révové jsou dlouze řapíkaté, jejich čepel má okrouhlý tvar a je 3–5klaná nebo 3–5dílná. Na bázi řapíku vyrůstají dva částečně srostlé blanité palisty. Ve spodní části rostliny mohou listy dorůst šíře až dvaceti centimetrů. Na svém povrchu mají též velké množství žláznatých trichomů – zejména pak na tmavší svrchní straně a na okrajích. Postavení listů ve spodní části rostliny je vstřícné, čím jsou ale na lodyze výš, tedy čím jsou mladší, mění se jejich postavení na střídavé. Jejich listová plocha je menší a čepel méně členitá, často až celistvá. Šířka výše položených listů se pohybuje mezi šesti a devíti centimetry.

Pazochy jsou větévky, které v páru postranně vyrůstají z nodu lodyhy. Ve spodních částech rostliny mohou mít délku až 1 m. Pazochové listy jsou oproti révovým výrazně menší a jejich čepel je méně členitá. V úžlabí těchto listů vyrůstají tzv. květonosné větévky tvořící základ květenství chmelové rostliny (Šroller et al. 1997).

Květenství samčích rostlin je tvořeno drobnými nažloutlými květy uspořádanými v lata. Jednotlivé květy, které mohou dosahovat velikosti až 6 mm jsou zavěšeny na krátkých stopkách. Tvoří je 5 korunních plátek obklopující 5 tyčinek s prašníky. Žlutá pylová zrna mohou mít velikost až 25  $\mu\text{m}$  <sup>[4]</sup>.

Květenství samičích rostlin tvoří květy seskupené do hustých svazků na květonosných větévkách. V době zrání se přeměňují v šišticovitá květenství tvořená až 60 květy, které jsou složené ze světle zelených listenů. Následně dochází k tomu, že se blizny vysunou nad okraj těchto listenů a tento útvar je pak označován jako osýpka,

kteřá se následně vyvíjí v chmelovou hlávku [5].

Chmelová hlávka je označení pro plodenství samičí rostliny. Tvoří ji článkované vřetenko, které je ukončeno stopkou propojující hlávku s květonosnou větévkou. Na spodní straně hlávky vyrůstá pět kališních lístků. Vřetenko je rozdělené až na 16 článků, které mezi sebou svírají úhel zalomení přibližně 90°. Čím více se úhel přibližuje této hodnotě, tím je chmelová hlávka zemědělsky kvalitnější.

Každý článek vřetenka nese 4 pravé listeny a 2 krycí listeny, které jsou mohutnější, mají výrazné zašpičaté zakončení a patrnou žilnatinu. Jejich úkolem je chránit uvnitř uložené pravé listeny, které jsou menší, zaoblenější a ve spodní části nesou lupulinové žlázy. V období květu se zde tvoří semeník a dvě blizny umístěné před každým pravým listenem (Šnobl a Pulkrábek 2005).

Při opylení dochází ke vzniku semena (pecičky), jejíž přítomnost je ze zemědělského hlediska nežádoucí, výrazně totiž zhoršuje kvalitu chmelových hlávek.

Průměrná velikost hlávek se pohybuje okolo 25 mm. Základním ukazatelem jakosti je pravidelnost a jemnost vřetenka. Z celkové hmotnosti hlávky by na hmotnost vřetenka mělo připadat 8–10 %. V případě, že hmotností zlomek vřetenka je větší než 12 %, je hlávka považována za méně kvalitní [6].

### 3.2.3 Chemické složení chmelové hlávky

#### Chmelové pryskyřice

Jedná se o látky, které chmelu propůjčují jeho charakteristickou hořkou chuť a typickou vůni. Jsou tedy důležitým ukazatelem kvality pro pivovarnický průmysl. Rozdělují se na měkké pryskyřice (a, b, g – hořké kyseliny) a tvrdé pryskyřice (d – hořké kyseliny). Měkké narozdíl od těch tvrdých obsahují ve své struktuře esenciální oleje, které jsou původcem typické chmelové vůně. Hořkost nejvíce ovlivňují a – hořké kyseliny, jejichž množství v hlávce je určeno odrudou a vnějšími podmínkami. U chmelů pěstovaných v České republice se množství chmelových pryskyřic pohybuje mezi 3,5 - 6,0 % (Šnobl a Pulkrábek 2005).

#### Chmelové třísloviny

Jde o směs organických látek polyfenolového typu. V pivovarnictví napomáhají zejména při čerání piva, stabilizují jeho hořkost a dodávají mu natrpklou chuť. U chmelů pěstovaných v České republice se množství těchto tříslovin pohybuje mezi 4,5–6 % (Prugar 2008).

### Chmelové silice

Jedná se o těžké látky tzv. terpenové řady. Nejčastěji to jsou lupulin, humulen, karyofylen nebo myrcen. Při vaření piva se téměř neuplatňují, jelikož během varu většina vytéká. Jsou využívány zejména pro posuzování kvality chmelových hlávek. Dodávají jim totiž charakteristickou pronikavou chmelovou vůni. U českých odrůd bývají zastoupeny 1–2 %.

### Doprovodné látky

Mezi tyto látky patří cukry, lipidy, vosky, dusíkaté látky, těžké kovy nebo například zbytky postřiků. Maximální množství reziduí chemických postřiků nebo těžkých kovů v chmelových hlávkách je stanoveno vyhláškou Ministerstva zdravotnictví č. 298/1997 Sb.<sup>1</sup>

### Voda

Hlávky bezprostředně po sklizni obsahují 76–80 % vody. Po následném sušení se její množství sníží na 5–7 %. Je nezbytné vlhkost opět mírně zvýšit (11–12 %), jinak by se křehké hlávky mohly při lisování a následném zpracování drolit (Šnobl a Pulkrábek 2005).

## **3.3 IDEÁLNÍ STANOVIŠTNÍ PODMÍNKY**

Chmel otáčivý patří mezi rostliny, které nevyžadují vysokou kvalitu půdy. Nejvíce se mu daří na hlinitých často i jílovitohlinitých podkladech. V nižších polohách roste na nivních půdách, ve vyšších oblastech je pak často pěstován na opukách. Ideální pH půdy je mírně kyselé až neutrální.

V průběhu vegetačního období chmel vyžaduje neměnnou a stále mírně se zvyšující teplotu. Vůči chladným ráňům je odolný s výjimkou jarních mrazíků, které mohou spálit mladé listy. Největší vliv na růst a vývoj chmelové révy mají červenové teploty. Červencové a srpnové pak spolu s vlhkostí rozhodují o kvalitě a množství chmelových hlávek. Tropické dny v průběhu letních měsíců ovlivňují vývin rostliny negativně (Vrzalová a Fric 1994).

Pokud jde o intenzitu slunečního záření, vyžadují chmelové rostliny přibližně 1300

---

<sup>1</sup> Vyhláška Ministerstva zdravotnictví, kterou se stanoví chemické požadavky na zdravotní nezávadnost jednotlivých druhů potravin a potravinových surovin, podmínky jejich použití, jejich označování na obalech, požadavky na čistotu a identitu přídatných látek a potravních doplňků a mikrobiologické požadavky na potravní doplňky a látky přídatné

hodin slunečního osvětlení během vegetačního období. Při výstavbě chmelnic je tedy ideální severojižní orientace (Šroller et al. 1997).

Tato plodina se vyznačuje výraznou náročností na příjem vody. V průběhu vegetačního období vytváří totiž ohromné množství biomasy. Listy, které ve spodních částech révy mohou dorůstat šíře až dvaceti centimetrů, představují zejména v suchých letních měsících velkou plochu pro výpar vody z rostliny. Nicméně velké množství srážek může v době zrání chmelových hlávek působit i negativně. Vlhkost totiž způsobuje hrubost a nadměrnou velikost hlávek. Dále také vytváří ideální podmínky pro peronosporu (révovou plíseň). Do určité míry je chmelová rostlina schopna regulovat deficit srážek podzemní vodou z hlubokého kořenového systému nebo absorpcí vodních kapek z ranní rosy, které ulpí na listech (Novotný et al. 1990).

Vedle vody jsou chmelové rostliny velmi náročné na živiny. V přepočtu se na jednu tunu hlávek spotřebuje 101 kg Ca, 90 kg N, 83 kg K, 17,5 kg P a 16,5 kg Mg (Vrzalová a Fric 1994).

### **3.4 ROČNÍ CYKLUS**

#### **3.4.1 Kryptovegetace**

Toto období začíná po sklizni, kdy zbylé nadzemní části odumírají a veškerá energie se stahuje zpět do podzemní babky. Z jara je ukončeno obdobím pozemního růstu oček na babce a jejich následným vyrašením <sup>[7]</sup>.

#### **3.4.2 Vegetace**

Období vegetace je rozděleno na několik následujících fází:

##### Rovný růst

Je započat vyrašením klíčků a ukončen tvorbou tří nadzemních článků lodyhy, které jsou rovné a každý z nich měří přibližně 20 cm. V tuto chvíli je rostlina živena ze zásob uschovaných v kořenovém systému.

##### Zavádění révy

Vzniklé články lodyhy dále rostou a začínají se pravotočivě stáčet po opoře do délky zhruba jednoho metru. Tato fáze končí v momentě zakládání pazochových výhonků. Rostlina je stále z velké části živena ze zásob, nicméně z nového dřeva začínají horizontálně vyrůstat letní kořeny, které rostlinu zásobují povrchovou vodou.

### Pazochování

Na lodyze v paždí révových listů vyrůstají pazochové výhonky. Réva dorůstá své maximální délky, která je ovlivněna výškou konstrukce. Pazochování je ukončeno v momentě, kdy se na větévkách tvoří paličky. Hlavním zdrojem živin a energie je fotosyntéza, kterou zajišťují révové a pazochové listy. Je zcela vytvořen i nový kořenový systém (Vrzalová a Fric 1994).

### Paličkování

Na plodonosných větévkách se objevují základy květenství. Fáze paličkování probíhá po celou dobu tvorby květů a končí na počátku kvetení.

### Vznik osýpky

Osýpka je útvar, kdy se blizny vysunou nad okraj krycích listenů. Fáze je ukončena v momentě zakvétání, kdy se tlumí rozvoj a růst révy, a naopak se veškerá energie rostliny soustřeďuje do pazochů, jejich listů a plodonosných větévek.

### Hlávkování

Tato fáze zahrnuje růst a prodlužování chmelové hlávky. Zároveň se zastavuje rozvoj pazochů a živiny se přesouvají do podzemní babky a do hlíz. Hlávkování končí dovršením růstu hlávek a jejich uzavřením (Vrzalová a Fric 1994).

### Technická zralost

Toto období trvá přibližně 14 dní a je charakterizováno dorostlými uzavřenými hlávkami, které jsou na ohmat šustivé, ale uvnitř stále lepkavé. V této podobě obsahují největší množství pivovarnicky cenných látek.

### Fyziologické dozrávání

Tato fáze nastává, pokud rostlina není sklizena. Chmelové hlávky ztrácí svou zelenou barvu a postupně hnědnou. Obsah cenných látek se snižuje a nastává postupné odumírání částí rostliny (Vrzalová a Fric 1994).

Pro větší přehlednost přikládám tabulku (Tab. 2), která přehledně popisuje průběh jednotlivých růstových a vývojových fází Žateckého poloraného červeňáku v žatecké chmelařské oblasti a zároveň je ukotvuje v konkrétních datech.

**Tab. 2** Jednotlivé fáze ŽPČ, jejich příznaky a časové ohraničení <sup>[8]</sup>.

Růstová fáze (období)	Příznaky fáze	Přibližný kalendářní nástup v Žatecké oblasti u Žateckého poloraného červeňáku
1. Počátek rašení	Objevení prvních klíčů nad povrchem půdy po předchozím řezu chm ele	25. 4. – 30. 4.
2. Vytvoření 3 článků révy	Vytvořeny 3 články mezi nadzemními nody, první příznaky ovíjení révy	10. 5. – 15. 5.
3. Počátek tvorby pazochů	Objevení pazochových pupenů v úžlabí révových listů, při výšce rostlin 180 – 220 cm	6. 6. – 10. 6.
4. Počátek tvorby paliček (butonizace)	Objevení paliček (butonů) na plodonosných větévkách na střední části révy, rostliny dosáhly výšky chmelové konstrukce	5. 7. – 10. 7.
5. Počátek osýpky	Vysunování čnělek s bliznami z vytvořených paliček a postupné přetváření na šišticovité květenství	15. 7. – 20. 7.
6. Počátek hlávkování	Oduřování blizen a vrcholů čnělek, zvětšování šišticovitého květenství	27. 7. – 2. 8.
7. Technická zralost hlávek	Dokončení růstu hlávek a jejich uzavření	25. 8. – 2. 9.
8. Odumírání révy	Odumírání pupenů na révě a celé révy	10. 9. – 15. 10.

### 3.5 ROZŠÍŘENÍ A PŮVOD CHMELE OTÁČIVÉHO

Pro tuto rostlinu jsou původní oblasti mírného pásu téměř celé Eurasie. Chmel upřednostňuje teplejší stanoviště do 700 metrů nad mořem. Ve své historii si prošel řadou šlechtitelských procesů a byl zavlečen do různých koutů světa. V dnešní době se tak s výjimkou našeho kontinentu pěstuje například v Severní a Jižní Americe, přičemž nejvíce se mu daří v Chile.

Mezi státy, které vynikají v pěstování ať už pro export nebo pro domácí výrobu, se vedle České republiky řadí například Německo nebo Spojené státy americké. Anglie, Francie, Čína nebo Rusko si dokonce své vlastní odrůdy vyšlechtily. Pro představu se z České republiky vyváží 60-80 % vypěstovaných chmelových hlávek <sup>[9]</sup>.

Chmel, který je dnes zemědělsky využíván a zpracováván, má původ v divokých odrůdách. Postupným upravováním okolních podmínek v místech, kde se pěstoval, si získal své náležité vlastnosti. Základní rozdělení odrůd je na krajové a šlechtěné. Odrůdy krajové jsou takové, které byly získané dlouholetým lidovým šlechtěním v určité oblasti. Naopak odrůdy šlechtěné vznikaly nejčastěji vědeckým pohlavním křížením (Němec et al. 2000).

Jak již bylo výše uvedeno, chmel otáčivý se rozděluje podle barvy révy na dva základní typy odrůd. Červeňáky kvetou a zrají o něco dříve, jsou tedy považovány za rané a polorané odrůdy, a tak jejich sklizeň začíná již ve druhé polovině srpna. Výhonky révy mají zejména v jarních měsících výrazné červenohnědé až červené zbarvení způsobené

anthokyanovými barvivy. Tyto odrůdy jsou bohatší na lupulin a mají tedy intenzivnější chmelovou vůni. Oproti tomu zeleňáky, které se pěstují zejména v Anglii a Belgii, patří mezi pozdnější odrůdy a jejich výhonky mají stejnou zelenou barvu jako réva. V České republice se pěstují pouze odrůdy spadající mezi červeňáky <sup>[10]</sup>.

### 3.6 ODRŮDY CHMELE OTÁČIVÉHO

#### Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ)

Tato odrůda byla získána v úrodných žateckých a ústěckých oblastech postupnou klonovou selekcí. V dnešní době existuje devět nejčastěji pěstovaných klonů této odrůdy. Žatecký poloraný červeňák je známý pro svou jemnou vůni a při výrobě piva se proto používá v procesu druhého a třetího chmelení. Podle odborníků patří žatecký chmel k těm nejkvalitnějším na světě. Není proto divu, že Žatecký poloraný červeňák získal certifikát Chráněného označení původu (Hejnák et al. 2003). Z této odrůdy vaří pivo téměř všechny známé české pivovary – Plzeňský prazdroj, Kozel, Gambrinus, Staropramen a další, ze zahraničních pivovarů např. Stella Artois nebo Heineken.

#### Saaz Late

Jedná se o odrůdu, která vzniká při F1 generaci křížením žateckého poloraného červeňáku a jiného šlechtitelského materiálu. I Saaz Late nachází využití zejména při druhém a třetím chmelení piva, jinak je ale spíše využíván v kosmetickém průmyslu (Hejnák et al. 2003).

#### Sládek

Tato odrůda vzniká hybridním křížením Žateckého poloraného červeňáku a Northern Brewer. Její aroma je oproti předchozím o něco intenzivnější, a proto je využita zejména při druhém chmelení piva. Vedle ŽPČ se na našich chmelnicích vysazuje nejvíce. V současnosti je vysazena asi na 300 tisících ha (Chmelařský institut s.r.o. Žatec 2012).

#### Kazbek

Má původ v ruském planém chmelu. Réva této odrůdy je robustní a aroma jejích chmelových hlávek má kořenité až citrónové tóny. Uplatnění nachází zejména při studeném chmelení piva (Chmelařský institut s.r.o. Žatec 2012).

#### Bohémie

Vzniká křížením odrůd Sládek a Žatecký poloraný červeňák. Využívá se při druhém chmelení. Jedná se o mladší odrůdu, která si své výraznější využití v pivovarnickém

průmyslu musí teprve vydobýt (Chmelařský institut s.r.o. Žatec 2012).

### Harmonie

Tato odrůda si postupem času prošla několikanásobným křížením. Ve svém původu má téměř 60 % Žateckého poloraného červeňáku. Zbýlých 40 % připadá na odrůdy Premiant a Northern Brewer. Název Harmonie se pak odvozuje od vyváženého složení hořčin. Nachází uplatnění při druhém chmelení piva (Krofta 2003).

### Bor

I tato odrůda byla získána křížením. V tomto případě vychází z Northern Brewer. Její název má základ v borových lesích, které jsou charakteristické pro oblast Loun, Kladna a Rakovnicka. Jedná se o velmi hořkou odrůdu, která bývá často využívána i ve farmaceutickém průmyslu (Krofta 2003).

### Premiant

Vzniká hybridním křížením Žateckého poloraného červeňáku a jiného šlechtitelského materiálu. Název je odvozen od dvanáctistupňového piva „Premium“, které je typické plnou chutí a silným řízem. Stejně jako odrůdy ŽPČ a Sládek, patří i Premiant mezi nejvíce vysazované na našem území (Chmelařský institut s.r.o. Žatec 2012).

### Rubín

Je potomkem odrůdy Bor a křížencem vzniklým ze ŽPČ a Northern Brewer. Název má základ v krvavé barvě mladých výhonků révy. Tato odrůda musí být sklizena včas, při stárnutí se v chmelových hlávkách tvoří velké množství selinenů<sup>2</sup> (Krofta 2003).

## **3.7 HISTORIE PĚSTOVÁNÍ CHMELE OTÁČIVÉHO**

Pěstování a využívání léčivých a blahodárných účinků chmele sahá až do dob starověku. Tehdy se používal zejména při léčení jaterních chorob nebo malomocenství. Nicméně už tehdy nacházel své největší uplatnění při výrobě piva, kterému tak dodával jeho charakteristickou vůni, hořkost a prodlužoval jeho trvanlivost. Prvně ho tímto způsobem začali využívat právě Slované<sup>[11]</sup>.

První zmínky o pěstování chmele na našem území pochází již z 11. století. Tehdy se chmel začal podpírat dřevěnými oporami a soustřeďovat do podob malých chmelnic, aby bylo dosaženo většího výnosu. K velkému rozmachu pěstování chmele došlo za vlády

---

<sup>2</sup> seskviterpenický bicyklický nenasycený uhlovodík



Karla IV., který si uvědomoval, o jak kvalitní plodinu se jedná, a tak zakázal vývoz české chmelové sádky do zahraničí pod trestem smrti. Péči o chmelové rostliny, zejména pak řez nového dřeva, povolil pouze lidem, kteří k tomu byli zvláště vyučeni. Postupem času se pěstování chmele centralizovalo do oblastí mezi Ohří, Labe, Berounku a Vltavu, kde bylo díky jedinečným podmínkám dosaženo kvalitních a vyrovnaných výnosů. V období třicetileté války bylo chmelařství značně zasaženo a prošlo citelnou krizí, kterou způsobila plenící vojska <sup>[11]</sup>.

V pozdějších dobách se značně rozmohl obchod s chmelem, který se ovšem nevyhnul snahám obchodníků zaměňovat kvalitní české odrůdy za jiné. Proto se již v 16. století na území Žatce, Rakovníka a Loun zavedlo „známkování“ chmele, které zaručovalo jeho původ a kvalitu. Roku 1769 vydala Marie Terezie patent, který uděloval právo a povinnost vrchnostenským úřadům žatecký chmel pečtit a přiložit osvědčení o jeho původu <sup>[11]</sup>.

Pokud jde o známá jména v chmelařském odvětví, je třeba vyzdvihnout Kryštofa Semše, který se roku 1850 stal prvním šlechtitelem chmele. Pozitivním genetickým výběrem dal vzniknout odrůdě „Semšův chmel“. Ta měla oproti všem předchozím nejen jemnější aroma, ale byla také značně odolnější vůči chorobám. Zároveň se v této době začalo uplatňovat vedení chmele pomocí drátků a motouzů, což mělo za následek větší rozvoj révy a tím také i bohatší úrodu (Němec et al. 2000).

Na konci 19. století došlo na našem území ke značnému nárůstu ploch chmelnic, a to z původních 10 000 ha na 17 200 ha. Roku 1898 byla obchodníky s chmelem založena „První česká akciová společnost v Rakovníku a Žatci“ <sup>[12]</sup>.

Postupem času se měnily a modernizovaly metody zpracování a konzervace chmele. Na počátku 20. století došlo k výraznému pokroku v sušení chmelových hlávek. Do té doby se sušily rozhrabané v patrech zemědělských zařízeních, ale od roku 1927 začaly tuto práci výrazně zrychlovat a usnadňovat komorové sušárny, které svou podobu k dnešnímu dni změnily jen minimálně <sup>[11]</sup>.

S nástupem první světové války však toto rozmachující se odvětví zaznamenalo ohromné ztráty. Došlo ke snížení počtu chmelnic a jejich celková plocha 17 200 ha se tak snížila více než o polovinu. Výrazně klesly výnosy, které chmelařům nepokryly ani pětinu jejich nákladů. Révy tak byly odkupovány chmelařskými spolky a následně páleny.

V meziválečném období došlo k opětovnému rozrůstání a zotavování chmelnic a již na počátku 30. let 20. století se jejich celková plocha rozrostla na téměř 18 000 ha.

Pokračovalo se také ve šlechtění a upravování vlastností a požadavků chmelových rostlin. Na našem území se sice produkovaly jedny z nejkvalitnějších chmelových hlávek, jejich výnos byl ale ve srovnání s jinými státy chudší <sup>[12]</sup>.

V období po druhé světové válce došlo k redukci neudržovaných chmelnic. Roku 1948 se zachovalé soukromé chmelnice znárodnily a pěstitelé museli vstoupit do JZD. Touto centralizací vznikly ohromné chmelnice, na jejichž sklizení a zpracování pouhé lidské síly nestačily. V roce 1959 tak již byly JZD vybaveny prvními česačkami a pásovými sušárnami a o rok později v Žatci vznikl národní podnik Chmelařství Žatec.

V 90. letech 20. století se na Listinu povolených odrůd, na které byl do té doby zapsán pouze Žatecký poloraný červeňák, dostávají i odrůdy Bor, Sládek nebo Premiant. V roce 1997 došlo k výraznému snížení ploch chmelnic, a to přibližně o 20 %. K roku 2020 je celková sklizňová plocha na našem území asi 4 300 ha a jedná se tak o největší výměru na světě v přepočtu na rozlohu státu, na které se pěstuje jemný aromatický chmel, a to zejména v oblastech Žatecka (okres Louny, Rakovník, Chomutov, Kladno), Úštěcka a Hané na Moravě <sup>[12]</sup>.

### **3.8 SOUČASNÉ PĚSTOVÁNÍ CHMELE OTÁČIVÉHO**

#### **3.8.1 Založení chmelnice**

Zakládání chmelnic je z hlediska pracovního, časového i finančního velmi náročný proces. Životnost nově vybudované chmelnice se odvíjí od životnosti rostlin chmele otáčivého. Pokud je o ně správně postaráno, mohou se dožít až 25 let. Při budování konstrukce je tedy nezbytné zohlednit dobu jejího používání. Jakákoli chyba při výstavbě by se v budoucnu mohla projevit a výrazně tak ovlivnit růst a výnosnost chmelových rostlin.

Podoba dnešních chmelnic je neměnná již několik desítek let. Splňuje totiž konkrétní požadavky rostliny. Poskytuje jí dostatečně vysokou oporu, která ji neomezuje v dlouhivém růstu a po které se může pravotočivě stáčet směrem vzhůru (Štranc et al. 2008).

Samotnému založení chmelnice předchází celá řada úkonů. Nejprve je třeba vhodně vybrat pozemek, aby splňoval následující podmínky:

- rovný či mírně zvlněný reliéf
- údolní nebo úvalová poloha
- hladina spodní vody okolo 180 cm

- otevřený prostor s dostatečným prouděním okolního vzduchu
- oblast s optimálními povětrnostními podmínkami
- pravidelný tvar pozemku
- blízko zdroje na závlahovou vodu
- poblíž zemědělského zařízení
- dostupnost zemědělskou technikou (Štranc et al. 2008)

K danému pozemku musí být následně vypracován projektový úkol a projektová dokumentace (Štranc et al. 2008).

#### Příprava pozemku

Práce, které se na chmelnici provádějí před výsadbou chmele, mají výrazný dopad na kvalitu a výnosnost chmelových hlávek. Jejich cílem je vytvoření takových podmínek, které mají co nejpříznivější dopad na růst rostlin a jejich včasnou technickou zralost. Příprava půdy zahrnuje zejména dostatečné prohojení organickými hnojivy. Dále je třeba zemině dodat dostatek vápníku v podobě vápenatých hnojiv, která se díky svému zásaditému vlivu na půdní reakci používají pro zneutralizování pH půdy a k jejímu nasycení vápníkem. Mezi přípravné práce patří také hluboká orba do hloubky zhruba 60 cm. Dojde tak k výraznému prokypření půdy i v jejích spodnějších částech a ke zlepšení její biologické aktivity (Štranc et al. 2008).

Přípravné práce na chmelnicích probíhají v jednoletém cyklu. Postup prací v rámci tohoto cyklu je následující:

Na přelomu června a července se sklízí předplodina. V tomto případě se jedná nejčastěji o brukev řepku (*Brassica napus*). Předplodina se vysévá proto, že výrazně ovlivňuje fyzikální vlastnosti půdy, zejména co se týká správného růstu kořenů.

Na sklizené pole se rozmetá hnůj a ihned se zaorá do hloubky 20 cm (střední orba).

Přibližně po měsíci se provádí tzv. rigolovací orba. Zasahuje do hloubky téměř jednoho metru a provádí se speciálním pluhem. Způsobuje hluboké prokypření zeminy a zanesení rozmetaného hnoje do spodních vrstev půdy.

Po provedení rigolovací orby se aplikují veškerá potřebná hnojiva. Časový rozestup mezi dvěma generacemi rostlin by měl být minimálně dva roky (Štranc et al. 2008).

### Výstavba konstrukce

Nejpoužívanější typ je tzv. Žatecká konstrukce. Její okrajové sloupy jsou našikmo ukotveny v zemi v hloubce asi 1,5 m. Tyto sloupy se vyrábějí nejčastěji z ošetřeného modřínového dřeva. Dosahují výšky 7 metrů, kde jsou spojeny s ostatními soustavou drátů a lan. Vzdálenost mezi jednotlivými řadami sloupů je podmíněna zemědělskou technikou, která obstarává orbu, vláčení nebo sklizeň.

Pokud jedna průměrně vospělá réva Žateckého poloraného červeňáku váží přibližně 6 kg, je těsně před sklizní jeden hektar konstrukce zatížen přibližně 50 tunami. Je proto nutné výstavbu konstrukce, zejména pak ukotvení sloupů, provést kvalitně (Křištín a Burda 1978).

### Výsadba rostlin

V zemědělském průmyslu se upřednostňuje výsadba chmelových rostlin v podzimních měsících, a to nejčastěji v průběhu října a listopadu. Vysazení v tomto období totiž přináší výraznější růstový rozvoj v jarních měsících z důvodu vláh, kterou půdě poskytuje napadaný sníh. Kořenový systém má tak ideální podmínky a dostatečný čas na svůj rozvoj, což se později pozitivně projevuje na růstu a výnosnosti rostliny. Nicméně je možné provést i jarní výsadbu. K té ale dochází většinou jen v případech, kdy ji nebylo možné provést na podzim. Pravděpodobnost, že dojde k zakořenění rostlinek zasazených na jaře, je výrazně menší než u těch zasazených na podzim.

Dalším krokem výsadby chmelových rostlin je výběr odrůd. V tomto ohledu je třeba zvážit podmínky, které na chmelnici panují, anebo budoucí využití pěstované odrůdy. Do půdy se pak zasazují rostlinky v podobě chmelové sádky, tradičního kořenáče anebo obaleného kořenáče (Štranc et al. 2007).

Sád' se získává při řezu chmele v období sklizně. Jedná se tedy o část lodyhy, která navazuje na podzemní část rostliny. Po zasazení do kořenáčové školky získává dostatek hmoty, aby mohla být následně vysazena na chmelnicích.

Tradiční kořenáč vzniká z jednoleté chmelové rostliny, která se potřebně upraví. Následně se vysazuje do chmelnic, kde jako mladá prostokořenná rostlina musí být patřičně pohnojena a ošetřena antidesikanty (látky zabraňující vysychání kořenů).

Obalený kořenáč se pěstuje z chmelových řízků, které jsou po vytvoření kořínků obaleny substrátem. Rostliny, které jsou zasazeny tímto způsobem, dosahují v dospívání vyšších výnosů než ty pěstované ze sádky (Štranc et al. 2007).

Dalším krokem při tvorbě konstrukce je zavedení sponu, tedy drátů, které se umístí do půdy v místě zasazení rostliny, a na svrchní straně se pomocí provázku připojí k lanové

konstrukci. Od 70. let minulého století se zavedením mechanizace do tohoto průmyslu se mění uspořádání a rozmístění sponů. Dnešní široký spon má rozměry zavedených drátů 300x105 cm. Tedy šíře mezi jednotlivými řadami je 300 cm a rostliny v jedné řadě jsou od sebe vzdáleny 100-105 cm. Tyto hodnoty se nejčastěji používají pro odrůdu Žatecký poloraný červeňák, révy jiných odrůd mohou mít mírně odlišné vzdálenosti sponů v závislosti na robustnosti révy (Petr a Louda 1998).

Strojově se nejprve rozhrnou brázdy a do nich se vyvrtnají ideálně hluboké jamky. Zasazení kořenáčů se provádí ručně. Rostlinka se vsadí do vyvrtné jámy tak, aby její svrchní strana byla přibližně 10 cm pod povrchem. Na ní se následně přihrne asi 5 cm zeminy. Nad zasazeným kořenáčem tak vzniká důlek, který slouží pro zachycování vody ze srážek. Je důležité, aby všechny chmelové rostliny byly zasazené ve stejné hloubce, výrazně to pak usnadní práci při mechanickém řezu chmele, který je součástí jarních prací na chmelnicích (Petr a Louda 1998).

Mladé rostliny chmele otáčivého dosahují své potřebné technické zralosti asi po čtyřech letech od výsadby. V průběhu těchto let se révy sklízají pouze za účelem odstranění nadzemních částí rostlin, které nejsou dále nijak využívány. I tak je ale nezbytné pečovat o půdu. Zejména ji orat a zbavovat plevelů. Rostliny pak následně plodí přibližně 15-20 let. Po 20. roku života klesá jejich výtěžnost asi o 10 % a po 25 letech od výsadby jsou výtěžné asi jen ze 70 % (Petr a Louda 1998).

### **3.8.2 Hnojení produkčních chmelnic**

Jak již bylo v této práci zmíněno, chmel otáčivý má velmi vysoké nároky na množství živin v půdě, jelikož v průběhu vegetačního období vytváří ohromné množství biomasy. Chmelnice je proto nutné často a dostatečně hnojit, aby rostliny mohly správně růst a vyvíjet se.

Mezi nejpotřebnější prvky pro správný růst a vývoj rostliny patří:

#### Dusík

Jeho ideální množství v půdě zaručuje velikost a kvalitu chmelových hlávek. Vzhledem k tomu, že se strukturně podílí na výstavbě aminokyselin, ovlivňuje také tvorbu proteinů, a tím pádem i rozvoj biomasy. Pokud je v půdě dusíku málo, rostlině se omezuje rostoucí a prodlužovací funkce a dochází ke žloutnutí listů. Přehnojení se projevuje nadměrným růstem listů a celkovou mohutností chmelové révy. V tomto případě ale dochází ke snížení kvality chmelových hlávek a výraznější náchylnosti k onemocněním <sup>[13]</sup>.

### Fosfor

Fosfor se neformálně označuje jako faktor plodnosti. Značnou měrou totiž ovlivňuje tvorbu rozmnožovacích orgánů, a proto se jeho optimální množství v půdě projevuje zejména na chmelových hlávkách. Při jeho dostatku má hlávka ideální obsah lupulinu a  $\alpha$ -hořkých kyselin.

### Draslík

I draslík se podílí na kvalitě a výnosnosti chmelových hlávek. Jeho dostatečné množství podporuje odolnost rostliny při onemocněních a při nižších jarních teplotách. Značně také ovlivňuje hospodaření s vodou a celkový přenos látek v rostlině <sup>[13]</sup>.

### Vápník

Nejvíce se vápník podílí na rozvoji kořenového systému a na tvorbě a zesílení rostlinných pletiv. Jeho množství v půdě se upravuje hnojivy, které mají vliv na půdní reakci. Ideální pH půdy pro chmel otáčivý je v rozmezí 6–7.

### Hořčík

Hořečnatý kation se strukturálně podílí na stavbě chlorofylu. Množství hořčíku je tedy stěžejní pro schopnost rostliny fotosyntetizovat. Účastní se zejména fyziologických procesů, které v rostlině probíhají <sup>[13]</sup>.

Množství daných prvků v půdě se zjišťuje analyticky v průběhu celého roku z odebraných vzorků. V případě nedostatku některého z nich se upravují jejich poměry v organických hnojivech. Pokud zemina obsahuje dostatečné množství těchto látek, hnojí se chmelnice v následujících cyklech:

- organickými hnojivy jednou v průběhu tří let
- vápenatými hnojivy jednou v průběhu čtyř let
- průmyslovými hnojivy každoročně (Havelka et al. 1979).

### **3.8.3 Péče o produkční chmelnice**

Práce, které se v průběhu roku provádějí na chmelnicích, se rozdělují na podzimní, jarní, letní a sklizeň.

#### Podzimní práce

Do podzimních prací patří úkony, které se na chmelnicích provádějí po sklizni. Po mechanickém odříznutí rostliny ve spodní části lodyhy zůstávají při zemi asi jeden metr dlouhé pozůstatky rév. Ty se takto po dobu jednoho měsíce ponechají, aby se z nich zbylé živiny mohly přesunout do kořenového systému. Po dané době se tyto zaschlé části zastříhnou na délku asi 20 cm. Odřezané zbytky révy se odváží do drtičů. Po uklizení

chmelnice se zemina vláčí. Dojde k jejímu prokypření a k definitivnímu vyčištění od rostlinných zbytků. Při vláčení je třeba dát pozor na případné poničení podzemních částí rostlin (Vrzalová a Fric 1994).

S nástupem podzimu se často aplikují hnojiva, a to ve výše uvedených intervalech. Každý podzim se tedy po válčení rozmetají přesné dávky průmyslových hnojiv.

Na přelomu října a listopadu se provádí meziřadní orba. Jejím účelem je částečně odorat půdu od rostlin ve směru do středu meziřadí. Orba se provádí do hloubky asi 20 cm, a to z důvodu hlubšího prokypření zeminy a zapravení rozmetaných průmyslových hnojiv do jejích spodnějších částí. Pozitivní vliv má také při výraznějším zaplevelení půdy.

V průběhu listopadu se také doplňují chybějící rostliny, které z různých důvodů odumřely. Za jeden rok dojde k úbytku asi 1 % rostlin. Je proto třeba prázdná místa dosazovat, jinak by po čase docházelo k výrazným ekonomickým ztrátám (Vrzalová a Fric 1994).

Jednou za pět let se s nástupem zimy půda ještě jednou hluboce zorá. Dláta jsou vzdálena asi 70 cm od řady rostlin, aby nedošlo k poškození chmelové babky. Orba se provádí do hloubky asi 60 cm. V těchto místech dláta částečně naruší kořenový systém, a tak zajistí jeho následnou regeneraci. Pokud by se tento typ orby prováděl častěji než v daném intervalu, došlo by k výraznému poškození kořenového systému rostliny. Podzim je také ideální doba na případné opravy konstrukce (Šroller et al. 1997).

#### Jarní práce

Jakmile zemina po zimně rozmrzne, provádí se podélné a příčné vláčení. Cílem je urovnat půdu tak, aby byl jarní mechanizovaný řez proveden ve stejné výšce u všech rostlin. S jarním vláčením je také spjatá aplikace potřebných hnojiv.

S nástupem dubna se provádí mechanizovaný řez podzemních částí chmelových rostlin. Jeho účelem je oddělit jednoleté nové dřevo od babky. Ta díky tomuto zásahu zůstává ve stejné půdní hloubce a neroste k povrchu nebo do stran. Dále také řez reguluje čas, kdy vyraší nové výhony a optimalizuje tak dobu zavedení výhonů na chmelovod (Šnobl a Pulkrábek 2005).

Mezi další jarní úkony na chmelnici patří aplikace herbicidů. Aby bylo dosaženo efektivního účinku, je potřeba je aplikovat na vlhkou půdu.

Bezprostředně po provedení řezu a po aplikaci herbicidů následuje zavedení chmelovodů, které by mělo být hotové nejpozději s nástupem května. Chmelovod poskytuje rostlině oporu, po které se může stáčet a pnout směrem vzhůru. Jedná se o

ocelový drátek o tloušťce 1,00–1,25 mm, který se ve spodní části ukotvuje do půdy v místě rašící rostliny pomocí ocelového pícháku. Horní konec může být k horizontální části konstrukce připojen pomocí speciálního háčku anebo krátkým motouzem. Ke každé jedné rostlině se zavádějí dva chmelovody.

S počínajícím rašením nových výhonů je třeba provést opatření před napadením škůdci. Z jara se jedná zejména o lalokonosce libečkového, šedavku luční nebo peronosporu chmelovou. Náležitá opatření proti těmto škůdcům jsou uvedena v 9. kapitole (Šnobl a Pulkrábek 2005).

### Letní práce

V momentě, kdy rostliny dorůstají výšky asi dvou metrů, provede se priorávka. To znamená, že se ke spodní části rostliny přihrne 15–20 cm zeminy. Díky tomu pak dochází k rozrůstání kořenového systému zejména v oblasti růstu nového dřeva. Vedle toho se značně omezí výpar vody v místě, kde rostlina vyrůstá ze země. Druhá priorávka se provádí v momentě, kdy délka rostliny přesáhne 5 m. Výška přihrnuté zeminy by ale neměla být více než 30 cm. Řez rostlin při sklizni by se totiž prováděl značně obtížněji. Spolu s priorávkou se do půdy aplikují dusíkatá hnojiva, která mají pozitivní vliv na tvorbu chmelových hlávek (Štranc et al. 2008).

Vedle priorávky se v letních měsících provádí kypření meziřadí, a to do hloubky maximálně 10 cm. Důvodem je provzdušnění půdy a zneškodnění již vzrostlých nebo teprve klíčících plevelů. Tyto práce se ukončují v průběhu července, kdy rostliny dosahují vrcholu konstrukce.

Na přelomu července a srpna se půda ošetřuje dávkami herbicidů, jejichž složení musí být v souladu s vyhláškou Ministerstvem zdravotnictví č. 298/1997 Sb.

Pokud je průběh letních měsíců suchý a je nedostatek srážek, je třeba rostlinám zajistit potřebnou vláhu. Vzhledem k tomu, že je kořenový systém chmele otáčivého velmi hluboký a spletitý, stačí za optimálních klimatických podmínek chmelnice zavlažovat 2–3 x v průběhu vegetačního období. Nicméně s klesajícím počtem deštivých dní je třeba rostlinám vláhu dodat (Šroller et al. 1997).

### Sklizeň

Sklizeň probíhá v momentě, kdy rostliny dosáhnou své technické zralosti. Ta se posuzuje podle:

- barvy chmelové hlávky, která by měla být ideálně žlutozelená s patrně lesklými listeny
- stavu chmelové hlávky, kdy je dokonale uzavřená a pružná



– podle charakteristické výrazné vůně (Šnobl a Pulkrábek 2005).

Čas sklizně závisí na typu odrůdy. Rané a polorané odrůdy mohou být sklizeny již na konci srpna a na začátku září. Žatecký poloraný červeňák může být sklizen již po 20. srpnu. Pozdní odrůdy se potom sklízí až ke konci září. Doba trvání sklizně se odvíjí od celkové plochy chmelnic. Průměrně jsou ale chmelnice sklizené během dvou až tří týdnů (Šnobl a Pulkrábek 2005).

V současnosti se chmel sklízí mechanizovaným způsobem. Tento průběh můžeme rozdělit do dvou fází.

### *1. fáze*

V průběhu této fáze dochází k řezu rostlin ve výšce asi 120 cm, tedy těsně pod posledními pazochovými výhony. Odstřihávání se provádí pomocí řetězu upevněném na rameni traktoru. Nad valníkem, kam následně rostliny dopadají, je umístěný strhávač, který odtrhne chmelovod i s chmelovou révou od horizontální části konstrukce. Dříve se veškeré tyto práce prováděly ručně. Dnes už je ruční sklizeň pouze atrakcí nebo tradicí na menších chmelnicích. Čerstvě stržené rostliny se na valníku odvázejí do zemědělských zařízení k česacím strojům (Šnobl a Pulkrábek 2005).

### *2. fáze*

Zde se réva zavěsí za silnou spodní část na řetěz a putuje dovnitř česačky. Soustava rychle se pohybujících hřebenů očeše chmelové hlávky a zbytek révy putuje do drtiče a je dále využit při kompostování. Chmelové hlávky propadávají přes několik vrstev pletiva, aby se oddělily od jiných očesaných rostlinných částí (Šnobl a Pulkrábek 2005).

Přebrané chmelové hlávky se plní do pytlů a putují do sušárny. V ten okamžik je jejich vlhkost asi 75–80 %. Proto je nezbytné je v sušících zařízeních neprodleně z pytlů vysypat, aby nedošlo k jejich zapaření. Doba mezi sčesáním hlávek a počátkem jejich sušení by neměla přesáhnout 2 hodiny (Petr a Louda 1998).

Komorové sušárny, ve kterých se chmelové hlávky suší, si svou podobu ponechávají již od roku 1927. I když v jiných fázích pěstování chmele otáčivého došlo postupem času k modernizacím, v komorových sušárnách se stále zatápí v kotlích hnědým uhlím nebo mazutem. Kotel vytápí tři patra oddělená kovovými žaluziemi. Chmel, který se přiveze z česačky, se vysype na svrchní patro a rovnoměrně rozhrabe hráběmi (Příloha 3 – Obr. 13). Teplota se zde pohybuje v rozmezí 55–58 °C. Pokud by teplota překročila 60 °C mohlo by dojít k degradaci lupulinu. Po jedné hodině se vrstva chmelu prohrabe, aby se spodní hlávky dostaly nahoru a naopak. Po další hodině tato vrstva chmelu propadá na spodnější patro a nejsvrchnější je opět zasypáno vlhkým

chmelem. Každá vrstva se tedy suší šest hodin – na každém patře dvě hodiny. Po tomto procesu mají chmelové hlávky vlhkost 5–7 %. Pro jejich následné lisování a uskladnění je však tato hodnota velmi nízká. Suché hlávky by se mohly lámat a drolit, proto jsou na sušárnách syceny vzduchem z klimatizace, který jejich vlhkost zvýší na požadovaných 11–12 % (Petr a Louda 1998).

Takto zpracované hlávky se přesypávají do pytlů, ve kterých jsou následně stlačeny lisem pod daným tlakem. Pytle váží okolo 50 kg a jsou pečlivě označeny. Štítek dokazuje původ chmele, odrůdu a datum zpracování. Takto zpracované a označené pytle jsou připraveny na rozvoz k odběratelům.

### **3.9 VYUŽITÍ CHMELE OTÁČIVÉHO**

Pokud jde o využití chmele otáčivého v průmyslu, každého jistě napadne pivovarnictví, se kterým je neodmyslitelně spjatý. Nicméně díky specifickým látkám, které jsou obsaženy zejména v chmelových hlávkách, nachází uplatnění například i v gastronomii, kosmetice nebo ve farmacii. Žoky nasušeného a slisovaného chmele tak putují na různá místa, kde je čeká rozličné zpracování a využití.

#### **3.9.1 Pivovarnictví**

Ukazatelem kvality chmelových hlávek, který pak rozhoduje o jejich využití v pivovarnickém průmyslu, je obsah chmelových pryskyřic, silic a zejména pak a-hořkých kyselin. Ty jsou původcem typické hořké chuti a charakteristické vůně.

Zpracovaný chmel, který se po sklizni odváží ze zemědělských zařízení slisovaný v žocích, je následně převezen do skladů odběratelů. Při čekání na další zpracování by ale mohlo dojít k chemické degradaci pivovarnicky cenných látek, a tak se mele a následně hutní do podoby chmelových granulí nebo se louží oxidem uhličitým za vzniku pastovitého extraktu. Chmel zpracovaný těmito způsoby je možné uchovávat po delší dobu, protože obsažené hořké látky jsou v těchto formách stabilnější. V dnešní době téměř všechny naše pivovary používají pro chmelení kombinaci granulované a extrahované formy. Výjimkou je pouze Budějovický Budvar, kde při fázi chmelení používají přírodní lisovaný chmel (Chládek 2007).

Přírodní či zpracovaný chmel se do procesu výroby piva přidává ve fázi chmelovaru, kdy se sladina nechává vařit po dobu asi 70 minut. Smísením vzniká mladina. Chmelení může proběhnout až třikrát (záleží na typu piva). Obecně platí, že čím

dřív se chmel do sladiny přidá, tím více hořké pivo ve výsledku bude (Čepička 2000).

### 3.9.2 Gastronomie

Již ve starověkém Římě se othávaly mladé pazochové výhonky, které se nadrobno nasekaly, ochutily solí, pepřem, olivovým olejem a lžící octa a podávaly se jako zeleninový salát k masitým jídlům. Dokonce na našem území se pazochové výhonky takto připravovaly ještě v období před druhou světovou válkou.

V dnešních dobách se chmel tímto způsobem připravuje jen výjimečně. Nicméně existuje několik současných receptů, které doporučují připravovat pazochové výhonky podobně jako zelené fazolky či jako chřest.

Další využití chmele otáčivého nacházíme v cukrovarnictví. Odrůdy, které jsou bohaté na b-hořké kyseliny, se extrahují a jsou pak využity jako antibakteriální prostředek namísto synteticky připravovaného formaldehydu [22].

### 3.9.3 Kosmetika

Do kosmetických přípravků se používají zejména látky obsažené v chmelových hlávkách a ve žláznatých trichomech. Ty mají pozitivní vliv na tvorbu červených krvinek a podporují tělní metabolismy. Výrazně přispívají k obnově buněk a stimulují metabolismus kůže, proto bývají součástí regeneračních krémů pro zpomalení procesu jejího stárnutí. Díky antibakteriálním účinkům hořkých kyselin se chmel používá při léčbě lupénky a je přísadou přípravků proti akné (Evansová 2017).

### 3.9.4 Farmacie

Léčivé a uklidňující účinky chmele jsou lidstvu známy již od starověku. Tehdy se používal zejména jako močopudný prostředek, který zároveň čistil krev. Díky množství hořkých kyselin přispívá k tvorbě žluči, a tak napomáhá při trávení a zmírňuje žaludeční obtíže. Má prokázaný uvolňující vliv na hladkou svalovinu a správnou funkci srdce. Obsah lupulinu má pozitivní dopad na mozkovou činnost a je proto přísadou léků proti nervozitě a nespavosti (Bodlák 2017). Chmelové hlávky také obsahují menší množství xanthohumolu, který patří do skupiny prenylflavoidů, a proto se využívá jako součást medikamentů při léčbě osteoporózy. Ze skupiny fytoestrogenů obsahují množství 8 - prenylnaringenin, jehož prokazatelné účinky pomáhají ženám s potížemi v průběhu klimakteria. Právě proto se říká, že sklenička piva denně má blahodárné účinky na lidský organismus (Kuřec et al. 2005).

## 4. ŠKŮDCI CHMELE OTÁČIVÉHO

Jako kterýkoli jiný organismus má i chmel škůdce a parazity, které jsou pro něj typické. Podle toho, do jaké míry mohou svým cizopasením ovlivnit růst a produkci rostliny, je dělíme na majoritní a minoritní.

### 4.1 MAJORITNÍ ŠKŮDCI:

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

Kmen: členovci (Arthropoda)

Třída: hmyz (Insecta)

Řád: brouci (Coleoptera)

Čeleď: nosatcovití (Curculionidae) <sup>[14]</sup>

#### Popis škůdce

Ve stádiu brouka má 10–15 mm dlouhé zavalité tělo, které je kryté šupinkami šedozelené barvy. Jeho tykadla jsou štíhlá a krovky srostlé a klenuté, a proto tělo není uzpůsobeno k letu. Hlava vybíhá v dlouhý nosec, který se na konci rozšiřuje (Příloha 1 – Obr. 1). Vajíčka lalokonosece libečkového nejsou větší než 1 cm a mají zprvu světle žlutou barvu. Později se zbarvují do sytě oranžova. Larva má žlutavé zavalité tělo, které je apodní. Nápadná je tmavší hnědavá hlava s výrazně vyvinutými kusadly (Vrzalová a Fric 1994).

#### Vývojový cyklus škůdce

Vývojový cyklus lalokonosece libečkového trvá dva až tři roky. S nadcházejícím jarem dospělci vylézají z kořenového systému. Nejprve individuálně, ale s teplotami okolo 13 °C lze již pozorovat hromadné výlezy. Tuto invazivní vlnu tvoří výhradně samičky. Vajíčka, která kladou, jsou neoplozená, jedná se tedy o partenogenezi.

Na přelomu dubna a května začínají klást vajíčka mělce pod povrchem nebo na půdě v bezprostřední blízkosti chmelové rostliny. Za celou dobu snůšky, která může trvat až dva měsíce, je samička schopna vyprodukovat až 600 vajíček. Při vhodných podmínkách, kdy je teplota okolo 20 °C, jsou optimální povětrnostní podmínky a dostatečná vlhkost vzduchu, je mortalita nakladených vajíček nízká <sup>[14]</sup>.

Zhruba po třech týdnech se z vajíček začínají líhnout larvy, které mají přibližně 2 mm. Z nadzemních částí rostlin se přesouvají zpátky do kořenového systému, kde si tvoří komůrku. Larva zde začíná růst, a proto se ještě před zakuklením 7x svléká. Kukly jsou

přibližně 15 mm velké a mají žlutobílou barvu. Jejich vývoj trvá asi jeden měsíc a poté se mění v dospělého brouka. Ten už na povrch nevylézá, ale přezimuje ve své půdní komůrce. Opouští ji až s nadcházejícím jarem, kdy začínají rašit mladé výhony chmelové rostlinky <sup>[14]</sup>.

#### Příznaky při napadení škůdcem

Lalokonosec libečkový se nejčastěji živý mladými výhony rostliny. Požírá listovou plochu a vykousává do ní otvory, čímž přerušuje cévní zásobení listu (Příloha 1 – Obr. 2). Při nepříznivém počasí zalézá do půdy, kde ničí rašící výhony. Škody způsobené tímto škůdcem mají výrazný ekonomický dopad. Chmelnice, která je takto napadená, se vyznačuje velkým počtem chybějících rév nebo alespoň částečně redukovaných, ty nejčastěji jsou pak jednorévvé (Vrzalová a Fric 1994).

#### Ochrana rostlin při napadení

Při přemnožení lalokonosce libečkového na chmelnici může dojít k výrazným škodám, které pak mají velký ekonomický dopad. Je tedy třeba předcházet usídlení nebo alespoň přemnožení tohoto škůdce. Vzhledem k tomu, že tito brouci přezimují v půdě pod chmelovou rostlinkou a na jaře spásají její mladé výhonky těsně nad zemí, je nejučinnější aplikovat postřik ve výšce 10–15 cm. Účinnými látkami v insekticidech bývají nejčastěji alfacypermethrin a lambda-cyhalothrin ze skupiny pyrethoidů. Přirozenými nepřáteli jsou pro lalokonosce libečkového drabčiči, střevlící a entomopatogenní houby (Kazda et al. 2010).

#### **4.1.2 Mšice chmelová (*Phoron humuli*)**

Kmen: Členovci (Arthropoda)

Třída: Hmyz (Insecta)

Řád: Stejnokřídlí (Homoptera)

Čeleď: Mšicovití (Aphididae) <sup>[15]</sup>

#### Popis škůdce

Tento škůdce se vyskytuje hned v několika životních formách.

Poutnice jsou okřídlené samičky, které s nástupem letních dní opouští úkryt v ovocných dřevinách a přelétávají na chmelovou rostlinu. Jejich tělo je zhruba 2 mm dlouhé. Nejprve má světle zelenou barvu, ale později začíná šednout. Hlava nese dlouhá tmavá šestičlenná tykadla. Křídla jsou k jejímu tělu nápadně dlouhá <sup>[15]</sup>.

Bezkrídle samičky, které žijí v průběhu vegetačního období na chmelové rostlině, jsou virginogenní. Vznikají partenogenezí a partenogeneticky se také množí. Jejich tělo

je zavalité, nažloutlé a přibližně 1,5 mm dlouhé.

Okřídlené samičky (gynopary) se líhnou v podzimních měsících na chmelu otáčivém a přelétávají zpět na mateřskou peckovici. Zde dávají vzniknout generaci samiček, které jsou následně oplodněny přilétuvšími samečkami. Stavbou těla jsou velmi podobné poutnicím.

Zakladatelka (fundatrix) se líhne na počátku jara z oplodněných vajíček. Dává vzniknout nové generaci mšic po přezimování. Svůj konečný vzhled získává po třech až čtyřech svlékáních. Její tělo je světle zelené s patrným smaragdovým pruhem na hřbetní straně. Svou stavbou je velmi odlišné od bezkřídlych samiček. Je přibližně 2 mm dlouhé a 1 mm široké. V hlavové části mají zakladatelky výrazně vyvinuté čelní hrbolky<sup>[15]</sup>.

#### Vývojový cyklus škůdce

Životní cyklus mšice chmelové je holocyklický<sup>3</sup> a potravně velmi úzce specializovaný. K jeho úplnému průběhu střídá dva konkrétní hostitele – *Humulus lupulus* a dřeviny rodu *Prunus* (Vrzalová a Fric 1994).

Z jara se na švestce vyvíjí jedna nebo více generací bezkřídlych samiček, které se partenogeneticky množí a s nástupem léta dávají vzniknout generaci okřídlených samiček poutnic. Ty poté přelétnou z mateřské švestky na chmelovou rostlinu. Zde opět dochází k partenogenetickému množení zhruba po 10 generací, kdy se rodí pouze bezkřídle samičky. Tento způsob rozmnožování trvá od poloviny srpna až do pozdního podzimního období. S nástupem chladných dní se narodí okřídlená generace samiček zakladatelek, které opět přelétávají na ovocnou dřevinu. Na ní se partenogeneticky rozmnoží. Potomky jsou bezkřídle samičky, které se začnou pářit s přilétuvšími samečkami. Oplodněná vajíčka pak kladou na větve švestky, kde přezimují.

Tento životní cyklus je bez pochyby velmi náročný a komplikovaný. Nicméně schopnost množit se a vytvářet tak nové početné generace je až neskutečná. Podle propočtů je možné, že jedna zakladatelka je po sedmi partenogenetických množeních schopna vybudovat populaci čítající přes osm bilionů jedinců (Vrzalová a Fric 1994).

#### Příznaky při napadení škůdцем

Mšice chmelová parazituje zejména na spodních stranách révových listů, kde saje rostlinnou šťávu, čímž omezuje cévní zásobení listu. Zároveň zde zanechává lepkavé výkaly (medovice), na kterých se mohou zachytávat saprofytické houby. Ty se pak

---

<sup>3</sup> Vývoj zahrnuje partenogenetickou i oboupohlavní fázi.

projevují černými fleky na listové ploše.

Vedle listů mohou parazitovat také na chmelových hlávkách. V takovém případě výrazně snižují výnos a kvalitu hlávek. I zde se pak hromadí jejich výkaly, které poslouží jako zázemí pro plísně (Vrzalová a Fric 1994).

#### Ochrana rostlin při napadení

Přirozenými nepřáteli je zejména slunéčko sedmitečné (*Coccinella septempunctata*), které je schopné regulovat populaci mšice chmelové na chmelu (Campbell a Cone 1994; Weissenberger et al. 1997), někteří zástupci stejnokřídlých, dravé ploštice nebo pavouci.

Výrazné škody způsobené mšicemi se neopakují každoročně. Extrémní nápor, který byl popsán výše, se objevuje pouze jednou za čas <sup>[15]</sup>.

V minulosti se proti mšicím chmelovým používal postřik s tabákovými extrakty, ten již není v dnešní době účinný, protože si na něj mšice chmelové vypěstovaly imunitu. O něco později byl vytvořen insekticid, který se z jara preventivně aplikoval k mladým rostlinkám. Později se ale přišlo na to, že použití těchto organofosforových insekticidů spolu s dalšími herbicidy a fungicidy výrazně ochuzuje půdu a ohrožuje tak diverzitu chmelnic. Vedle toho se postupem času začala objevovat rezistence mšic vůči těmto insekticidům. Ta nakonec vyústila v to, že se škůdci stali naprosto rezistentními a rozšířili se po chmelnicích na území celého tehdejšího Československa (Vrzalová a Fric 1994).

V dnešní době jsou už ale vyvinuty insekticidy, které splňují veškeré potřebné náležitosti. Mezi nejpoužívanější patří zejména Confidor (chemicky imidacloprid) a Chess (chemicky pymetrozin). Vzhledem k vysoké rezistentní schopnosti je třeba postřiky pravidelně střídat (Kazda et al. 2010).

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

Kmen: Členovci (Arthropoda)

Třída: Pavoukovci (Arachnoidea)

Podtřída: Roztoči (Acarina)

Řád: Sametkovci (Prostigmata)

Čeleď: Sviluškovití (Tetranychidae) <sup>[16]</sup>

#### Popis škůdce

Vajíčka svilušky jsou velmi malá a téměř průsvitná. V průběhu vývoje embrya se jejich barva mění přes žlutou až na sytě oranžovou. Larva, která se z nich líhne, má kulovité bezbarvé tělo se třemi páry kráčivých končetin. Je přibližně 0,15 mm dlouhá a

0,1 mm široká. Má nápadné rudé oči. Následně přechází do stádia protonymfy, během něhož získá další pár kráčivých končetin a tělo se jí zbarví do šedozelena. Dospělá samička je zhruba 0,5 mm dlouhá a 0,3 mm široká (Příloha 1 – Obr. 3). Tělo samečka je o poznání menší. Oči jsou umístěné na bočních stranách hlavohrudi a ponechávají si rudou barvu (Vrzalová a Fric 1994).

V průběhu vegetačního období se několikrát svlékají, a tak mohou měnit barvu svého těla. S koncem léta se svlékají naposledy. V tu dobu jejich tělo mívá žlutavou barvu se dvěma výraznými tmavými skvrnami na bočních stranách těla. S nástupem podzimu se žlutá barva mění na oranžovou až okrovou <sup>[16]</sup>.

#### Příznaky při napadení škůdcem

Sviluška způsobuje velmi výrazné napadení chmelových rostlin. Stejně jako mšice vysává z révových a pazochových listů rostlinnou šťávu. Místa napadení se projevují světlými místy na spodní straně listu, kde jsou patrná vyschlá pletiva. Ze svrchní strany se v tomto místě utváří nažloutlé tzv. „sviluškové puchýře“ (Příloha 1 – Obr. 4). Při vyšších teplotách a nízké vlhkosti vzduchu se skvrny značně zvětšují, až nakonec splynou. V tento okamžik už list není schopen dále plnit svou funkci a opadá. Pokud nejsou provedena preventivní opatření, mohou svilušky napadnout i chmelové hlávky.

Při masivním napadení rostliny dochází k hromadnému odpadávání postižených listů. Rostlina pak přichází o výraznou listovou plochu a omezuje se její schopnost fotosyntetizovat. Chmelové hlávky jsou pak výrazně menší a méně kvalitní (Vrzalová a Fric 1994).

#### Vývojový cyklus škůdce

Před začátkem zimy samečci umírají. K přezimování se uchýlí pouze oplodněné samičky, které si ponechávají okrové zbarvení. Zázemí nacházejí přímo na chmelnici, kde nejčastěji setrvávají v prasklínkách sloupů.

Koncem března, kdy denní teploty přesahují 12 °C své úkryty opouštějí. Přemísťují se na plevely a čerstvě vyrašené jarní rostliny. Zde se vyvíjejí a kladou vajíčka <sup>[16]</sup>.

Na chmelovou rostlinu přecházejí v momentě, kdy se začnou objevovat první výhony. Nejčastěji se usídlují na spodní straně révových nebo pazochových listů. Listová plocha jim poskytuje ideální ochranu před okolními vlivy, a navíc zde mají nejlepší přístup k cévnímu zásobení listu. Mezi listovou žilnatinou kladou svá vajíčka, které opředou jemnou pavučinkou.

Vývoj vajíček trvá zhruba 15 dní. Doba tohoto vývoje je značně ovlivněna okolní teplotou, která na našem území umožňuje vývoj přibližně 10 generací v průběhu jednoho



vegetačního období <sup>[16]</sup>.

### Ochrana rostlin při napadení

Mezi přirozené nepřátele svlušky chmelové patří například huňáček svluškový, dravá sluněčka anebo ploštice (Bartoš et al. 1968).

Chemická ochrana chmelových rostlin pak spočívá v podobě insekticidů, jejichž účinnými látkami jsou nejčastěji alfa-cypermethrin, pymetrozine nebo acetamiprid (Kazda et al. 2010).

## 4.2 MINORITNÍ ŠKŮDCI

### 4.2.1 Dřepčík chmelový (*Psylloides attenuata*)

Kmen: Členovci (Arthropoda)

Třída: Hmyz (Insecta)

Řád: Brouci (Coleoptera)

Čeleď: Mandelinkovití (Chrysomelidae) <sup>[17]</sup>

#### Popis škůdce

Tělo tohoto škůdce má černozelelou barvu s kovovými odlesky. Je necelé 3 mm dlouhé a má vejčitý tvar. Na hlavu mu nasedají dlouhá rezavě zbarvená desetičlenná tykadla. Posledních pár článků má světle žlutou barvu (Příloha 1 – Obr. 5)

Larvální stádium dřepčíka chmelového má podobu nitkovité larvy, která je zhruba 5 mm dlouhá. Její tělo je bělavé a nese tři páry krátkých kráčivých končetin.

Kukla škůdce má vejčitý tvar. V průběhu embryonálního vývoje je bílá, před líhnutím se změní na světle hnědou (Vrzalová a Fric 1994).

#### Příznaky při napadení škůdцем

Dospělí brouci škodí zejména v jarních měsících na rašících výhonech nebo na mladých listech, kde vyžírají charakteristické drobné dírky po celém povrchu listové plochy (Příloha 1 – Obr. 6). V letních měsících pak nové generace dřepčíka chmelového napadají chmelové hlávky, kde požírají zejména hlávkové vřetenko.

Při mohutném výskytu na chmelnicích dochází k tomu, že se znehodnocené výhony nemohou dále vyvíjet a odumírají. Chmelové hlávky jsou buď značně poškozené nebo zasychají a odpadávají (Bartoš et al. 1968).

#### Vývojový cyklus škůdce

S jarními měsíci, kdy začínají rašit chmelové výhonky, vylézají dospělí brouci ze svých úkrytů, které jsou nejčastěji v kořenovém systému rostliny. Začínají okusovat

mladé nadzemní části a s koncem května se začínají pářit. Oplozená vajíčka kladou samičky pár centimetrů pod povrch země v bezprostřední blízkosti chmelové rostliny. Do dvou týdnů se z vajíček líhnou larvy, které v průběhu následujících dvou měsíců rostou a dvakrát se svlékají. Zalézají do spodnějších vrstev půdy, kde se kuklí. Mladí brouci se z kukel líhnou až na sklonku léta. Vylézají z půdy a živí se chmelovými révami, které nebyly sklizeny. Na zimu opět zalézají do půdy, kde přezimují. V průběhu jednoho roku tak plodí dřepčik chmelový pouze jednu novou generaci (Vrzalová a Fric 1994).

#### Ochrana rostlin při napadení

V současné době nejsou evidovány hromadné výskyty tohoto škůdce. Jeho populace je značně snížena díky insekticidům, které se používaly v předchozích letech. Není proto třeba odstranění tohoto škůdce individuálně řešit (Kazda et al. 2010).

#### **4.2.2 Šedavka luční (*Hydroecia micacea*)**

Kmen: Členovci (Arthropoda)

Třída: Hmyz (Insecta)

Řád: Motýli (Lepidoptera)

Čeleď: Můrovití (Noctuidae) <sup>[18]</sup>

#### Popis škůdce

Šedavka nejvíce škodí ve stádiu housenky, jejíž tělo je až 1 cm dlouhé a má červenofialovou barvu. Nicméně neřadí se mezi obligátní škůdce. Vedle chmele otáčivého může šedavka parazitovat například na rákosu, šťovíku, podbělu či na jiných vlhkomilných rostlinách (Vrzalová a Fric 1994).

#### Příznaky při napadení škůdцем

Housenky šedavky luční nalezneme v kořenovém systému chmele otáčivého, kde okusují jeho části. Napadení se projevuje zvadlými vegetačními vrcholy, které postupně uvadají a mohou i opadat. Pokud je kořenový systém velmi poškozen, lze rostlinu bez potíží z půdy vytrhnout. Jejich přemnožení může tuto podzemní rostlinnou část takřka zničit (Bartoš et al. 1968).

#### Vývojový cyklus škůdce

Vajíčka tohoto škůdce přezimují v blízkém okolí chmelnic na zaschnutých rostlinkách plevelů nebo v půdě těsně pod povrchem. Ve druhé polovině dubna se z vajíček začínají líhnout malé, přibližně 3 mm dlouhé, housenky, které se následně přesouvají do kořenového systému chmele otáčivého. Mladé kořínky jim poskytují ideální prozatímní stravu.

S nástupem teplejších dní vylézají opět na povrch, kde vyhledávají vrcholky rašících výhonů chmele. Jakmile vrcholek v důsledku jejich napadení zaschne, přesouvají se na jiný, který je doposud zdravý. S dostatečným přísunem potravy začínají housenky rychle růst, a tak se ještě před začátkem dospívání 4x svlékají. Před vylíhnutím putují opět do spodních částí révy, kde se ve výšce asi 10 cm nad povrchem zakuklí. Na přelomu července a srpna se z kukel líhnou mladí motýli. Dospělé samičky kladou oplozená vajíčka na zaplevelené plochy blízko chmelnic (Vrzalová a Fric 1994).

#### Ochrana rostlin při napadení

Proti šedavce luční není vyvinut konkrétní insekticid. Pro ochranu chmelových rév postačí dostatečná péče o půdu mezi jednotlivými chmelovody a v bezprostředním okolí chmelnic. Je tedy nutné půdu v průběhu roku orat a používat herbicidy, které zamezí rozrůstání plevelu. Ten totiž pro jejich vajíčka a larvy slouží jako ideální úkryt. Největší účinek pak tyto páče mají v průběhu července a srpna, kdy samičky kladou oplozená vajíčka (Kazda et al. 2010).

#### **4.2.3 Zavíječ kukuřičný (*Pyrausta nubilalis*)**

Kmen: Členovci (Arthropoda)

Třída: Hmyz (Insecta)

Řád: Motýli (Lepidoptera)

Čeleď: Zavíječovití (Pyralidae) <sup>[19]</sup>

#### Popis škůdce

Housenky jsou přibližně 3 cm dlouhé a mají 8 párů nohou. Světle hnědé tělo je segmentované do dvanácti článků. Na břišní straně nese každý článek dvě tmavé bradavky a na hřbetní je po celé délce těla patrný tmavý pruh.

Dospělý sameček má první pár křídel světle hnědý s jemnými žlutými kresbami. Druhý pár je našedivělý a před obě křídla vede světle žlutá příčná páska.

Dospělá samečka je o něco větší a mohutnější než sameček. Kresby na křídlech a jejich zbarvení jsou stejné jako u samců (Vrzalová a Fric 1994).

#### Příznaky při napadení škůdцем

Zavíječ révový škodí uvnitř lodyhy chmelové révy, kde vyžírá rostlinnou dřev. Výrazně tak zamezuje rozvádění živin po jejím těle. Dochází tak ke zpomalení růstu, žloutnutí listů a k jejich následnému opadávání. V důsledku omezení příjmu živin je značně ovlivněn růst a rozvoj chmelových hlávek, které jsou již na první pohled

drobnější. Pokud není škůdce zlikvidován, hlávky nejprve žloutnou, mohou i červenat a následně opadají (Bartoš et al. 1968).

#### Vývojový cyklus škůdce

Nejvíce ohroženy jsou chmelnice, kde se řádně neodklidí pozůstatky chmelových rév po jejich sklizni. Dužiny jsou totiž ideálním místem pro přezimování housenek zavíječe kukuřičného. Na přelomu května a června se housenky začínají kuklit a zhruba po dvou týdnech se mění v dospělce. Ti se páří a samičky pak kladou oplozená vajíčka na spodní stranu listů. Z vajíček se do několika dní vylíhnou larvy, které se zavrtávají do lodyh, kde se živí rostlinnou dřevinou (Vrzalová a Fric 1994).

#### Ochrana rostlin při napadení

Nejjednodušším, a pro půdu nejpřívětivějším řešením, je dokonalý úklid chmelnice po sklizni. Zamezí se tak přezimování housenek tohoto škůdce <sup>[19]</sup>.

#### **4.2.4 Peronospora chmelová (*Pseudoperonospora humuli*)**

Třída: Oomycota

Řád: Peronosporales

Čeleď: Peronosporaceae <sup>[20]</sup>

#### Příznaky při napadení škůdcem

Napadení peronosporou chmelovou je patrné již na mladých jarních výhonech a na listech, které jsou v jeho důsledku značně oslabené, a proto se zbarvují do žlutozelena (Příloha 1 – Obr. 7). Veškeré nadzemní části rostliny, na kterých peronospora parazituje, jsou značně nedovyvinuté, často zakrslé a zkroucené. Lodyha nemůže dostatečně rychle růst vzhůru, a tak dochází ke zkrácení internodií a nahloučení révových listů. Toto jejich uskupení je označováno jako klasovité listy. Na jejich spodní straně se v důsledku poškození objevuje našedivělý povlak (Vrzalová a Fric 1994).

Na svrchní straně listové plochy se při počínající infekci objevují žlutozelené skvrny. Pokud jsou pro peronosporu chmelovou příznivé okolní vlivy, tedy zejména pokud je dostatečně vysoká teplota a vlhkost vzduchu, tyto skvrny se rozrůstají, až pokryjí celou svrchní stranu listu.

Při vlhkém počasí se peronospora rychle rozšiřuje po rostlině a napadá zejména révové a pazochové listy, květenství a chmelové hlávky. U všech těchto nadzemních částí rostliny dochází nejprve k zežloutnutí, následně ke zhnědnutí a zaschnutí. Květenství se tak nemůže dostatečně vyvinout a opadá. Chmelová hlávka výrazně ztrácí na své velikosti a kvalitě a přichází o svou charakteristickou vůni a vlastnosti. U takových hlávek

pak výrazně klesá množství hořkých látek, které jsou při vaření piva nezbytné. Peronospora jejich obsah může snížit až o 25 %<sup>[20]</sup>.

Celkový dopad na rostlinu při napadení touto chorobou je skutečně velmi výrazný. Pokud dojde k výraznému přemnožení v důsledku příznivých okolních vlivů v průběhu jarních měsíců, kdy rostlina raší, je téměř nemožné, aby dorostla standartní výšky (Vrzalová a Fric 1994).

#### Vývojový cyklus škůdce

Nákaza chmelové rostliny může být způsobena myceliem peronospory nebo jejími sporami. Mycelium roste a přežívá v podzemním kořenovém systému, zejména pak v lýkových částech nového dřeva nebo na latentních pupenech. Spory, které toto onemocnění vyvolávají, mohou být ve formě oospor (trvalé, přezimující) nebo konidií (letní) (Vrzalová a Fric 1994).

Oosporý vznikají po celý rok v rostlinných pletivech a jsou projevem pohlavního rozmnožování. Přezimují v půdě, kam se dostávají s napadenými částmi rostlin, které nejsou z chmelnice po sklizni odklizeny. Jejich infekční schopnosti mohou setrvat po dobu až dvou let. S jarními pracemi na chmelnicích se dostávají na povrch a jsou roznášeny větrem na rašící výhonky chmelových rostlin. Nejlépe se jim daří na spodních stranách listů, kde vytváří zoosporý. Za příznivých podmínek dochází ke klíčení zoospor, které pak následně pronikají do rostlinných pletiv. Oosporý, které i přes jarní orbu zůstaly v půdě, mohou infikovat rašící pupeny. Výhony, které pak z těchto pupenů vyrůstají, jsou silně modifikované, a jsou proto označovány jako klasovité výhony<sup>[20]</sup>.

Konidie se vytváří s nástupem května až do podzimních měsíců zejména na spodních stranách révových a pazochoových listů. Z mycelia následně vyrůstají větvené sporangiofory, které dávají vzniknout letním sporám – zoosporangiím. Ta jsou pak pomocí větru roznášena do širokého okolí. Pokud je zoosporangium zaneseno do míst, která disponují optimálními podmínkami, může již v průběhu několika hodin začít klíčit a následně infikovat novou rostlinu.

Mycelium, které se rozrůstá na spodní straně listů, je charakteristické svou šedofialovou barvou<sup>[20]</sup>.

#### Ochrana rostlin při napadení

Nejúčinnějším a nejšetrnějším řešením je dostatečná a správně načasovaná péče o chmelnice. Pokud jsou totiž výhony dříve zavedeny na chmelovody a pokud jsou chmelové rostliny včas sklizeny, výrazně se snižuje pravděpodobnost masivní nákazy rostlin. Dalším efektivním řešením je péče o půdu. Nadměrný výskyt plevelu totiž

způsobuje vyšší vlhkost půdy, která je tak ideálním místem pro množení a přezimování oospor. Pečlivým uklizením chmelnic po sklizni se zabrání přenosu infekčních částic z napadených částí rostlin do půdy (Kazda et al. 2010).

#### 4.2.5 Padlí chmelové (*Sphaerotheca humuli*)

Třída: Ascomycetes

Řád: Eriphales

Čeleď: Eriphaceae <sup>[21]</sup>

##### Příznaky při napadení škůdcem

Na přelomu května a června vznikají na révových a pazochových listech bílé skvrny. Ty se při dostatečné vlhkosti vzduchu šíří po listové ploše až je následně celá čepel pokrytá jemným bělavým povlakem

Vedle listů napadá tato infekce také květenství a chmelové hlávky. Napadené části rostlin zasychají a v důsledku toho hnědnou. Přestávají být zásobené živinami a opadávají (Bartoš et al. 1968).

##### Vývojový cyklus škůdce

Padlí přezimuje ve spících pupenech ve formě mycelia nebo ve zbytcích chmele v podobě kleistotécií, ze kterých se z jara postupně uvolňují infekční askospory, ale nepřezimuje na plevelech, které se na chmelnicích vyskytují (Liyanage a Royle 1976). Bělavý povlak, který je pro toto onemocnění charakteristický, je projevem nepohlavního rozmnožování. Je tvořen jemnými bílými vlákny (oidii), která se skládají do dlouhých řetězců. Při dostatečné vlhkosti vzduchu a optimální teplotě dochází ke klíčení oidii. Z každého oidia vznikají nejčastěji dvě nová vlákna. Ta jsou základem pro mycelium, ze kterého po několika dnech vyrůstají konidiofory. Již jemný letní vánek postačí k tomu, aby se z konidioforů uvolnily konidie a infikovaly tak další rostliny <sup>[21]</sup>.

##### Ochrana rostlin při napadení

Projevy tohoto onemocnění se na našem území vyskytují spíše výjimečně. Žatecký poloraný červeňák patří mezi odrůdy, které k tomuto onemocnění nejsou výrazně náchylné. Nejúčinnější ochranou rostlin před napadením touto plísní je postřik v podobě specifických fungicidů (Kazda et al. 2010).

Rostliny chmele otáčivého bývají také velmi často poškozovány nepříznivými klimatickými podmínkami. Velkou škodu na révách způsobují silné větry a bouřky. Jsou známy i mnohé případy výrazného poškození kroupami, které při svém dopadu na

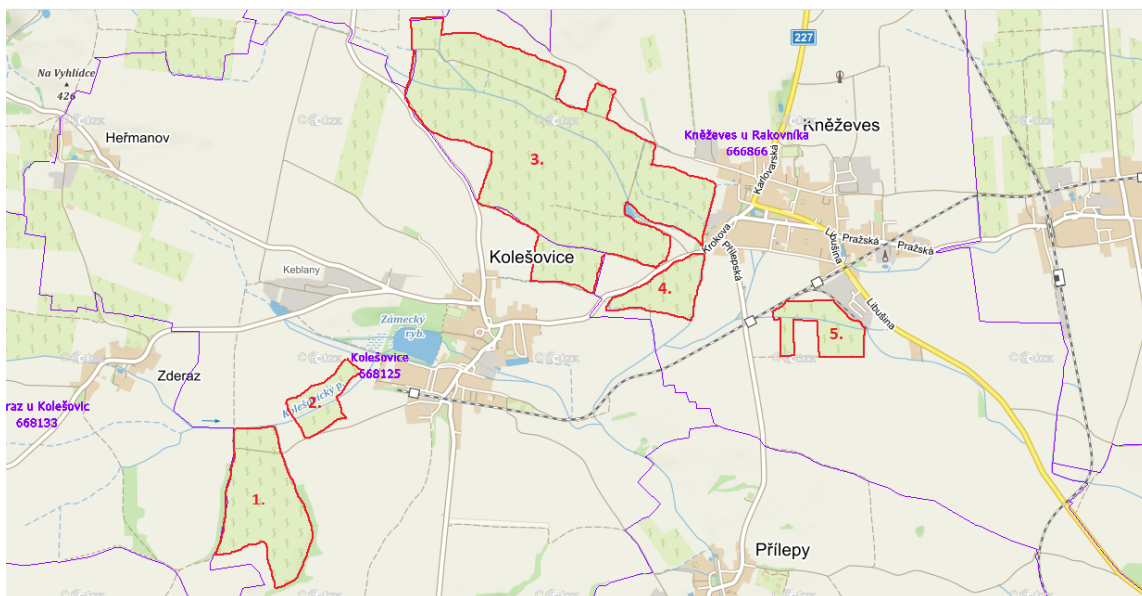
rostlinu ničí listy a chmelové hlávky. Negativní dopad na chmel otáčivý mají také velké výkyvy teplot, které způsobují žloutnutí a následnou disfunkci listů (Špaldon et al. 1982).

## 5. METODIKA

V praktické části této práce jsem se zaměřila na výskyt škůdců chmele otáčivého v rakovnické chmelařské oblasti. Pozorování jsem prováděla v průběhu celého jednoho ročního cyklu rostliny, a to od dubna 2020 do dubna 2021. Získané poznatky jsem porovnávala s jinými prameny, které výskyt jednotlivých škůdců na chmelových révách na našem území popisují.

### 5.1 CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ

Pro své pozorování jsem si vybrala sedm konkrétních chmelnic, které se nacházejí v rakovnickém okrese v katastru obcí Kolečovice, Kněževs a Olešná. Pro větší přehlednost jsem je označila čísly 1-7 a zvýraznila je na následujících mapách (Obr. 1 a Obr. 2).



**Obr. 1** Pozorované chmelnice v okolí Kolečovic a Kněževsi (www.ikatastr.cz).





**Obr. 2** Pozorované chmelnice v okolí Olešné ([www.ikatastr.cz](http://www.ikatastr.cz))

Při výběru lokalit jsem postupovala tak, abych obsáhla různě umístěné a odlišně orientované chmelnice, na kterých se pěstuje odrůda Žatecký poloraný červeňák. Některé se tedy nacházejí v blízkosti obydlených částí, jiné jsou obklopené loukami a poli. Jejich geomorfologické charakteristiky jsou uvedeny v následujících odstavcích.

### Chmelnice č. 1

Nachází se v prostoru mezi obcemi Kolečovice a Zderaz. Její výměra je přibližně 36,6 ha <sup>[23]</sup> a je ze všech stran obklopena loukami. K severu se mírně svažuje, protože v těchto místech protéká menší Kolečovický potok. Ze západu ji lemuje příjezdová polní cesta. Řady konstrukce jsou orientovány ze západu na východ a přibližné stáří rostlin se pohybuje mezi osmi a dvanácti lety.

### Chmelnice č. 2

Tato chmelnice se nachází nedaleko od první lokality, nicméně její severovýchodní část již mírně zasahuje do obydlené oblasti. Její plocha je necelý 1 ha <sup>[23]</sup>. Středem protéká Kolečovický potok a v severní části prochází výpust' z Kablanského rybníka. Orientace chmelovodové konstrukce vede z jihovýchodu na severozápad. I zde je přibližné stáří rostlin mezi osmi a dvanácti lety (Příloha 2 – Obr. 8).

### Chmelnice č. 3

Plocha této chmelnice je největší, rozpíná se na ploše asi 175,5 ha <sup>[23]</sup>. Leží mezi obcemi Kolečovice, Kněžves a Hořesedly. Protéká jí Hájevský potok, který v jejím

středu utváří menší vodní nádrž. V jižní části přiléhá k silnici spojující Kolečovice a Kněževy. Orientace konstrukce je severojižní. Stáří rostlin je vzhledem k velké ploše chmelnice různorodé. V průměru jsou ale révy staré asi 10 let.

#### Chmelnice č. 4

Nachází se mezi obcemi Kolečovice a Kněževy. Podél její severní strany vede silnice, která tyto dvě vesnice spojuje. Rozkládá se na ploše přibližně 13,7 ha<sup>[23]</sup> a podél její východní strany protéká Hájevský potok. Orientace chmelovodů je severojižní. Stáří rostlin na této chmelnici je asi sedm let.

#### Chmelnice č. 5

Tato chmelnice svou severovýchodní stranou přiléhá k obydlené oblasti a ze severu je lemována železniční tratí. Rozkládá se na ploše 14 ha<sup>[23]</sup> a protéká skrze ni Hájevský potok. Řady rév jsou orientovány severojižně a jsou staré osm až deset let.

#### Chmelnice č. 6

Ze všech pozorovaných lokalit je tato chmelnice nejmenší, rozpíná se na ploše asi 1,8 ha<sup>[23]</sup>. Zároveň je také nejmladší, protože rostliny zde byly vysazeny teprve před dvěma lety. Zatím tedy nejsou sklíženy za účelem dalšího zpracování. Chmelnice se k severní straně mírně svažuje, protože v těchto místech protéká Borský potok, který je však jen občasnou vodotečí. Konstrukce vede ze severozápadu na jihovýchod (Příloha 2 – Obr. 9).

#### Chmelnice č. 7

Poslední pozorovaná lokalita se nachází nedaleko obce Olešná. Od předchozí chmelnice je oddělena polní cestou. Je proto také ze severní strany lemována protékajícím Borským potokem, kam se též mírně svažuje. Její rozloha je přibližně 8 ha<sup>[23]</sup>. Rostliny, kterým je asi šest let, jsou zde vedeny na chmelovodech, které mají severojižní orientaci (Příloha 2 – Obr. 10 a 11).

## **5.2 METODIKA POZOROVÁNÍ**

Pozorování přítomnosti škůdců na rostlinách chmele otáčivého probíhalo v průběhu jednoho ročního cyklu rostliny, tedy od dubna 2020 do dubna 2021. Konkrétní pozorování škůdců jsem prováděla od přelomu dubna a května, kdy začínají rašit chmelové výhonky, do začátku září, kdy se rostliny sklízají. Abych obsáhla různé vlivy ovlivňující případné napadení chmelových rostlin škůdci, vybírala jsem v rámci jednotlivých chmelnic 50 různě rozmístěných rév a detailně prohlížela jejich nadzemní

části. Nálezy svědčící o napadení rostliny škůdcem jsem porovnávala s odbornou literaturou. V období od poloviny září do konce dubna, tedy v čase kryptovegetace jsem pak pozorovala pouze práce na chmelnicích. Celkem jsem provedla deset pozorování v průběhu vegetace a devět v čase kryptovegetace. Pro větší přehlednost jsem pozorování zanesla do tabulky (Tab. 3).

**Tab. 3** Jednotlivá pozorování prováděná na vybraných chmelnicích.

<b>Fáze cyklu</b>	<b>Číslo pozorování</b>	<b>Datum pozorování</b>	
<b>Kryptovegetace</b>	1.	6.4.2020	
	2.	27.4.2020	
	3.	13.5.2020	
	4.	28.5.2020	
	5.	9.6.2020	
	<b>Vegetace</b>	6.	20.6.2020
		7.	1.7.2020
		8.	16.7.2020
		9.	4.8.2020
		10.	23.8.2020
		11.	2.9.2020
<b>Kryprovegeace</b>	12.	19.9.2020	
	13.	26.10.2020	
	14.	25.11.2020	
	15.	13.12.2020	
	16.	8.1.2021	
	17.	17.2.2021	
	18.	8.3.2021	
	19.	1.4.2021	

## 6. PRAKTICKÁ ČÁST

### 6.1 VLASTNÍ POZOROVÁNÍ

#### Pozorování č. 1 (6. 4. 2020)

Na začátku dubna došlo k výraznému zvýšení denních teplot. Ty se pohybovaly okolo 19 °C a v noci jen zřídka klesaly pod nulu. Vlhkost půdy byla vzhledem k minimálnímu množství srážek velmi nízká.

V rámci prvního pozorování jsem navštívila všechny lokality a pozorovala průběh jarních prací. Na všech chmelnicích již bylo provedeno jarní vláčení zeminy. Na chmelnicích, které měly ideální konzistenci půdy, již začalo probíhat mechanizované řezání kořenového systému. Konkrétně jsou takto upraveny chmelnice označené čísly 3,4 a 5. Plochy těchto chmelnic se totiž mírně svažují k jihu, a tak půda po zimním ztuhnutí povoluje o něco dříve. V lokalitách s čísly 1, 2, 6, 7 jsem zaznamenala pouze rozvláčení zeminy.

#### Pozorování č. 2 (27. 4. 2020)

Průměrná denní teplota mírně převyšovala 20 °C a v noci již neklesala pod nulu. V tomto měsíci byly deštivé pouze dva dny. Důkazem toho byla prašná konzistence půdy zejména na jižně orientovaných chmelnicích.

Ve všech lokalitách byl již proveden mechanizovaný řez kořenového systému. Všude byly také zavedeny chmelovody k mladým rašícím výhonům, které se objevují zejména na jižně orientovaných chmelnicích. Od prvního pozorování mělo dojít i k aplikaci hnojiv a herbicidů, jejich přítomnost ale pouhým pohledem nešla potvrdit.

#### Pozorování č. 3 (13. 5. 2020)

V polovině května panovaly v rakovnické chmelařské oblasti ideální teploty pro rozvoj chmelových rév. Denní teploty se pohybovaly okolo 17 °C, noční ještě občas klesaly k nule, ale již nemrzlo. Množství srážek bylo dostatečné.

Na všech pozorovaných lokalitách již vyrašily mladé výhonky. Na některých chmelnicích dorůstaly do výšky okolo 40 cm a začínaly se pnout a pravotočivě stáčet po chmelovodu vzhůru. Na vybraných rostlinách jsem prozatím výskyt škůdců nepozorovala.

#### Pozorování č. 4 (28. 5. 2020)

Stále panovaly ideální podmínky pro vývoj chmelových rostlin. Noční teploty neklesaly pod 7 °C, denní se pohybovaly mezi 16–22 °C. K závěru května se množství

srážek mírně zvýšilo, takže zemina zůstala ideálně vlhká.

Na celé ploše chmelnice č. 2 jsem zaznamenala vysázení levandule lékařské (*Levandula angustifolia*), a to v řadách mezi jednotlivými chmelovými rostlinami. Význam její výsadby jsem se pokoušela vyhledat v odborných knihách i na internetových stránkách. Na její účel jsem se ptala i Ing. Lubomíra Soukupa v rámci naší konzultace. Nicméně nikde jsem se nedozvěděla její konkrétní význam. Domnívám se ale, že je zde vysazena, aby svými vonnými silicemi odpuzovala případné škůdce. Může zde tedy plnit funkci přírodního insekticidu.

Na chmelnici č. 3 jsem narazila na pár rostlin, které měly příznaky napadení sviluškou chmelovou. Na svrchních stranách listů byly totiž patrné nažloutlé puchýře. Když jsem list otočila, byla zde nažloutlá místa se suchými rostlinnými pletivy. Z pozorovaných 50 rostlin byly příznaky napadení patrné na osmi chmelových révách.

Při bližším prozkoumání jsem na chmelnici č. 5 našla asi pět rostlin s mírně napadenými listy. Na jejich listové ploše byly patrné drobné dírky, které jsou typické při napadení dřepčičkem chmelovým. Samotného škůdce jsem ale na konkrétních rostlinách nenašla, což mohlo být způsobeno tím, že se dospělí brouci na konci května páří a následně migrují do kořenového systému, kde kladou oplodněná vajíčka.

Chmelové révy v ostatních pozorovaných lokalitách příznaky přítomnosti škůdců nejevily.

Chmelové révy na některých chmelnicích (3 a 5) dosahovaly výšky zhruba 100 cm. Docházelo také ke značnému rozvoji révových listů.

#### Pozorování č. 5 (9. 6. 2020)

Noční teploty se pohybovaly okolo 12 °C, přes den šplhaly skoro k 28 °C. Od začátku tohoto měsíce každý den mírně přšelo, což mělo ideální vliv na rozvoj částí chmelové rostliny. Konstantní vlhkost půdy a ovzduší poskytovaly ale ideální podmínky také pro množení případných škůdců.

Od posledního pozorování rostliny značně povyroستly. Na začátku června dosahovaly do výšky až 2 m. Chmelová réva košatěla a výrazně se zvětšovalo množství listů. Téměř na všech rostlinách byly již patrné rašící pazochové výhony.

Na chmelnicích č. 1 a 2 jsem pozorovala mírné napadení sviluškou chmelovou, které se týkalo rostlin spíše v severních částech lokalit. Některé révy jevíly také příznaky postižení peronosporou chmelovou, a to zejména ty, které rostly v okolí protékajícího Kolečovického potoka. I v těchto případech nepřevyšoval počet napadených rostlin deset.

Na chmelnici č. 3 jsem při minulé návštěvě zjistila přítomnost svilušky chmelové.

I ta se postupně rozšířila na některé další rostliny. Z původních osmi jevílo napadení více než 12 chmelových rév. I v této lokalitě jsem zaznamenala napadené listy peronosporou chmelovou. Opět se jednalo zejména o oblasti, kudy protéká Hájevský potok.

Chmelnice č. 4, která velmi blízce sousedí se třetí lokalitou, jevíla mírné postižení sviluškou chmelovou. Rostliny s příznaky napadení se vyskytovaly zejména v severní části chmelnice, která přiléhá k předchozí lokalitě. Počet napadených rév nepřevyšovalo deset.

Chmelnice č. 5 stále značila příznaky napadení dřepčíkem chmelovým. Od posledního pozorování se škůdci rozšířili i na některé další rostliny. Bylo napadeno asi deset rostlin z padesáti pozorovaných. V místech, kde touto chmelnicí protéká Hájevský potok, jsem asi na třech rostlinách zaznamenala výskyt peronospory chmelové. Její přítomnost byla dle mého způsobena tím, že několik předchozích dní nadprůměrně přšelo a zemina a vzduch byly velmi vlhké.

Chmelnice č. 6 a 7 se nacházejí asi 4 kilometry vzdušnou čarou od předchozích lokalit, panují zde tedy mírně odlišné podmínky. V severovýchodních částech vede občasná vodoteč, kde se při deštivých dnech zadržuje voda. V těchto místech byly rostliny napadené peronosporou chmelovou. Na obou pozorovaných lokalitách jsem nenalezla více než pět zasažených chmelových rév. Na chmelnici č. 7 jsem našla příznaky výskytu lalokonosce libečkového. Postižené listy měly vykousané díry po celé listové ploše. Příznaky přítomnosti škůdce jevílo asi osm rostlin.

#### Pozorování č. 6 (20. 6. 2020)

I nadále panovaly optimální podmínky pro rozvoj chmelových rostlin. Noční teploty neklesaly pod 14 °C a přes den šplhaly k 23 °C. Celý den přšelo. Od začátku měsíce bylo množství srážek mírně nad optimální hranicí. Rostliny od posledního pozorování povyrostly. Při pozorování dosahovaly výšky asi 3,5 m. Došlo k výraznému rozvoji pazochového systému.

Lokality s čísly 1 a 2 nejevily od posledního pozorování zásadní změny. Stále přetrvávalo napadení peronosporou chmelovou a sviluškou chmelovou. V obou případech se jednalo o rostliny v severních částech chmelnic.

Na chmelnici č. 3 bylo patrné mírné rozšíření svilušky chmelové, a to zejména v severovýchodní části chmelnice. V místech, kde protéká Hájevský potok, byly rostliny stále infikované peronosporou chmelovou, nicméně ani zde nebylo patrné její větší rozšíření. Celkový počet infikovaných rostlin se tak zvýšil na patnáct.

Chmelnice č. 4 stále projevovala příznaky napadení sviluškou chmelovou, která se

mírně rozšířila i na další rostliny, kterých jsem nyní našla 10. Na některých révách bylo patrné postižení peronosporou chmelovou, jejich počet však nepřevyšoval pět.

Lokalita č. 5 stále jevila napadení dřepčíkem chmelovým, nicméně při ohledání jsem zjistila, že se prozatím nerozšiřuje na další rostliny. Stejná situace byla u rostlin napadených peronosporou chmelovou. Infekce na rostlinách zůstávala, ale dál se zatím evidentně nešířila.

Situace na chmelnicích 6 a 7 nejevila výrazný rozvoj od posledního pozorování.

#### Pozorování č. 7 (1. 7. 2020)

S nástupem července přišlo několik tropických dní, které nejsou pro rozvoj chmelových hlávek ideální. Průměrná denní teplota byla asi 28 °C a v noci jen občas teplota klesala pod 15 °C. V několika posledních dnech dostatečně pršelo, a proto byla půda je optimálně vlhká. Od posledního pozorování révy značně vyrostly. V některých případech už dosáhly vrcholu konstrukce, jiné končily jen několik centimetrů pod ní. Rostlina investovala většinu energie zejména do dlouhivého růstu, a tak nebyla ještě zcela olistěná. Výrazně se rozvinuly také pazochy, které dosahovaly délky asi 1 m.

Situace na chmelnicích č. 1 a 2 byla stejná jako při předchozím monitorování.

Na chmelnici č. 3 zůstávala stejná situace jako při minulém pozorování. I nadále přetrvávalo napadení peronosporou chmelovou zejména v místech poblíž protékajícího Hájevského potoka. Sviluška chmelová se z rostlin v severovýchodní části chmelnice rozšířila jen minimálně.

Ani chmelnice č. 4 nezačala výrazné rozšíření škůdců na další rostliny.

Na lokalitě č. 5 došlo k mírnému rozšíření peronosporu chmelové z původních tří rostlin na osm. Několik posledních dní bylo velmi vlhkých, a tak se mohla snadněji rozšířit. Oproti tomu stagnovalo napadení dřepčíkem chmelovým. Nebylo patrné poškození dalších rostlin.

Na chmelnicích označených čísly 6 a 7 bylo stále patrné postižení peronosporou chmelovou, která se mírně rozšířila na další rostliny. Na obou lokalitách jsem našla asi deset infikovaných rostlin. Přítomnost lalokonosce libečkového byla pak zřejmá spíše na chmelnici č. 7, kde ale počet zasažených rév nepřevyšoval deset.

#### Pozorování č. 8 (16. 7. 2020)

Ve druhém červencovém týdnu došlo k mírnému snížení teplot. Přes den se teploty pohybovaly okolo 24 °C a v noci byla jejich průměrná hodnota 13 °C. Celý červenec byl z hlediska množství srážek velmi suchý. Od posledního pozorování chmelové révy značně zmohutněly a došlo k vývoji pupenů v úžlabích pazochových listů. Rostliny, které

měly dostatečný osvit, už rozkvetly.

Několik posledních dní bylo bez srážek. Vlhkost je v tomto období pro chmelové rostliny velmi důležitá zejména kvůli kvetení. Pokud jde ale škůdce, má sucho na některé značně negativní vliv. Všechny pozorované chmelnicejevily příznaky napadení peronosporou chmelovou, které ovšem sušší podnebí zabraňuje v jejím šíření. Právě proto se infekce touto houbou na všech chmelnicích téměř pozastavila.

Rostliny napadené dřepčikem chmelovým na chmelnici 5 již nejevily příznaky přítomnosti škůdce, ten se totiž v těchto obdobích stěhuje do podzemních částí rostlin, kde se množí.

Stejně tak stagnovalo rozšiřování svilušky chmelové na chmelnicích č. 1, 2, 3, 4, 6 a 7. Sušší prostředí tak zřejmě ani jim neprospívá a neumožňuje jim množení a rozšiřování.

Přítomnost lalokonosce libečkového na chmelnici č. 7 byla stále patrná. Při bližším ohledání dalších rostlin bylo zjištěno, že se mírně rozšířil, a to asi na dvanáct rév.

#### Pozorování č. 9 (4. 8. 2020)

Tento den došlo k výraznému ochlazení po několika tropických dnech. Teplota klesla na pouhých 16 °C přes den a 13 °C v noci. Předchozí dny ale dosahovala až 33 °C přes den. První dny v srpnu byly velmi bohaté na srážky. Na plodonosných větévkách mezitím došlo k vývoji osýpky. Rostliny teď již nemohutněly, protože veškerá energie byla soustředěna na procesy dějící se na pazochových výhonech.

Na chmelnicích č. 1 a 2 došlo pouze k mírnému rozšíření svilušky chmelové na další rostliny. Nicméně jejich počet nepřevyšoval 15. Peronospora chmelová zůstávala pouze na rostlinách v blízkosti Kolečovického potoka.

Na chmelnici č. 3 bylo evidentní rozšíření svilušky chmelové. Téměř polovina pozorovaných rostlin měla poškozené révové listy. V předchozích několika dnech dosahovaly denní teploty až 30 °C. To způsobilo, že napadené listy zežloutly a v některých případech došlo k jejich odpadnutí. Listy rostlin napadených peronosporou chmelovou začínaly také mírně žloutnout.

Stejná situace byla na chmelnici č. 4, kde několik rév napadených sviluškou chmelovou začalo žloutnout a opadávat.

Na chmelnici č. 5 došlo od posledního pozorování k mírnému rozšíření peronospory chmelové z původních osmi infikovaných rév na patnáct. Houba napadla zejména révové a pazochové listy, na některých rostlinách ale postihla i osýpky, které začaly mírně hnědnout. Asi pět dalších révjevilo příznaky napadení sviluškou



chmelovou, která se sem mohla dostat z přiléhajících okolních chmelnic.

Chmelnice s čísly 6 a 7 nejevily příznaky většího rozšíření peronosporu chmelové. Napadené rostliny zůstávají v severovýchodních částech chmelnic. Nicméně na chmelnici č. 7 bylo evidentní značné rozšíření lalokonosce libečkového, a to z původních dvanácti na osmnáct. Některé révy byly oproti ostatním chudší, měly méně listů a některé byly dokonce jednorévvé.

Pozorování č. 10 (23. 8. 2020)

Denní teploty se stále pohybovaly okolo 30 °C, noční teploty jen výjimečně klesly pod 16 °C. Množství srážek bylo ke konci srpna dost podprůměrné, což mělo na konečný rozvoj chmelových hlávek velmi negativní vliv. Rostliny byly již připravené na sklizeň, protože chmelové hlávky dozrály do fáze technické zralosti.

Na chmelnicích 1, 2, 3, 4 a 5 již započalo sklizení na rozdíl od lokalit 6 a 7, kde byly rostliny ještě netknuté. Zde od posledního pozorování nedošlo k výrazným změnám.

Pozorování č. 11 (2. 9. 2020)

Hodnoty denních teplot se v posledních několika dnech velmi měnila. V průměru se ale pohybovaly v rozmezí od 18–24 °C. V noci pak klesaly asi k 8 °C. Začátek měsíce byl na srážky velmi chudý. Nicméně pro zemědělce, kteří již započali se sklizní, to znamenalo usnadnění práce s technikou na chmelnicích.

Na všech chmelnicích již probíhaly sklizňové práce, a proto jsem si na tento den smluvila návštěvu zemědělského zařízení společnosti Rakochmel s.r.o. Měla jsem zde dohodnutou schůzku s panem inženýrem Lubomírem Soukupem, který mi poskytl odbornou konzultaci potřebnou ke kvalitnímu zpracování této práce. Vzhledem k tomu, že se prací okolo chmelnic zejména v období sklizně účastní již několik desetiletí, je na tuto problematiku, troufám si říct, odborník na slovo vzatý.

V tento den jsem se také sešla s panem Michalem Paradičem, který společnosti Rakochmel pravidelně vypomáhá se sklizní. Na své pozici traktoristy obstarává mechanizovaný řez chmelových rév a jejich následnou dopravu k česačkám. Po vzájemné domluvě mě s sebou vzal do kabiny traktoru, abych si proces sklizně mohla z blízka prohlédnout (Příloha 3 – Obr. 12).

Pozorování č. 12 (19. 9. 2020)

Přes den teploty stále dosahovaly hodnoty 23 °C a v noci málokdy klesaly pod 8 °C. Stejně jako při předchozím pozorování zůstávaly chmelnice až na malé výjimky suché, protože v několika posledních dnech nepršelo.

Všechny pozorované lokality byly již sklizené. Révy byly strojově odříznuty ve

výšce asi jednoho metru. Takto se ponechaly až do října, aby se energie obsažená v lodyze mohla stáhnout zpět do kořenového systému.

Pozorování č. 13 (26. 10. 2020)

V několika posledních dnech došlo opět k nárůstu teploty. Denní teploty se pohybovaly okolo 14 °C a v noci klesaly ke 2 °C. Množství říjnových srážek bylo proměnlivé, ale v průměru vyvážené.

Pozůstatky lodyh byly již na všech chmelnicích zkrácené do výšky asi 20 cm. Ve všech lokalitách proběhl již také podzimní úklid rostlinných zbytků, které na chmelnicích zůstaly po sklizni. Bylo provedeno také podzimní vláčení, které zaručí dokonalé vyčištění půdy od rostlinných pozůstatků a také její prokypření. Na chmelnici č. 3 se prováděly opravy konstrukce.

Pozorování č. 14 (25. 11. 2020)

V tomto období došlo k výraznému ochlazení a denní teploty klesly k 6 °C. V noci již začínalo mrznout. Množství srážek i nadále zůstával v normálu.

Od posledního pozorování byla provedena meziřadní orba a byla aplikována průmyslová hnojiva. Zemina byla připravena na zimní odpočinek.

Pozorování č. 15 (13. 12. 2020)

Denní teploty dosahovaly asi 5 °C a v noci se často pohybovaly okolo nuly. V průměru byl prosinec na srážky chudší, a tak byla půda chmelnic bez sněhové přikrývky.

Pozorování č. 16 (8. 1. 2021)

Denní a noční teploty se od sebe výrazně nelišily. Pohybovaly se okolo 0 °C. S nástupem nového roku přibylo srážek. Chmelnice byly zasněžené, a tak měl kořenový systém dostatečnou vláhu.

Pozorování č. 17 (17. 2. 2021)

Teploty přes den výjimečně vystoupaly nad 5 °C. V průměru se ale pohybovaly okolo 2 °C. V noci občas teplota klesala až pod -12 °C. Množství srážek bylo i tento měsíc mírně nadprůměrné. Na chmelnicích stále ležela sněhová pokrývka, která chrání půdu a podzemní části chmele proti silným mrazům.

Pozorování č. 18 (8. 3. 2021)

Hodnoty denních teplot se postupně zvyšovaly, a to až k 8 °C. V noci ale nadále zůstávaly pod bodem mrazu. Pokud jde o srážky, jednalo se o velmi bohatý měsíc. Chmelnice byly stále přikryté bohatou vrstvou sněhu.

Pozorování č. 19 (1. 4. 2021)

Teploty byly na přelomu března a dubna velmi proměnlivé. Rozsah denních teplot byl od 4 °C do 22 °C. Noční teploty se stále pohybovaly okolo nuly. Množství srážek bylo stejně jako teplotní hodnoty velmi proměnlivé. Na všech chmelnicích už ale bylo možné provést jarní vláčení zeminy, protože půda již dostatečně rozmrzla.

## 6.2 VÝSLEDKY

V rámci pozorování jsem zjistila, že všechny vybrané lokality byly mírně postižené peronosporou chmelovou (*Pseudoperonospora humuli*), a to zejména v místech poblíž vodních toků nebo občasných vodotečí. Vlhčí prostředí vytvářelo optimální podmínky pro její množení a rozšiřování na další rostliny. Nicméně počet postižených rostlin byl v poměru k nezasaženým v podstatě zanedbatelný.

Na chmelnicích č. 1, 2, 3, 4 a 5 jsem zaznamenala výskyt svilušky chmelové (*Tetranychus urticae*). Nedá se zcela generalizovat, jaké rostliny byly k napadení náchylnější. Nicméně je zde patrná nákaza mezi jednotlivými lokalitami. Nejprve jsem přítomnost tohoto škůdce pozorovala na chmelnici č. 3, o něco později byly patrné příznaky napadení na rostlinách na chmelnici č. 4 a nakonec jsem našla několik postižených rév i na chmelnici č. 5. Na přelomu července a srpna jsem zaznamenala výraznější rozšíření svilušky zejména na chmelnici č. 3. Důvodem mohly být optimální klimatické podmínky pro její šíření.

Chmelnice č. 5 jevila zejména na přelomu května a června příznaky napadení dřepčíkem chmelovým (*Psylliodes attenuata*). V polovině června se ale důkazy jejich přítomnosti začaly vytrácet. Škůdci totiž s nástupem léta směřují do podzemního systému, kam kladou oplozená vajíčka.

Na chmelnici č. 7 jsem s nástupem června zpozorovala příznaky napadení lalokonoscem libečkovým. Zajímavé je, že na přiléhající chmelnici č. 6 jsem příznaky postižení téměř nepozorovala. Důvodem mohla být vysazená levandule lékařská mezi jednotlivými rostlinami chmele otáčivého, jejíž vonné silice mohou účinkovat jako insekticidy.

Tabulka 4 přehledně shrnuje přítomnost jednotlivých škůdců na konkrétních chmelnicích.

**Tab. 4** Souhrn škůdců na jednotlivých chmelnicích. („+“ napadení chmelnice daným škůdcem, „-“ příznaky poškození zjištěny nebyly).

Škůdci	Číslo chmelnice						
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Lalokonosec libečkový ( <i>Otiorhynchus sulcatus</i> )	-	-	-	-	-	-	+
Mšice chmelová ( <i>Phorodon humuli</i> )	-	-	-	-	-	-	-
Sviluška chmelová ( <i>Tetranychus urticae</i> )	+	+	+	+	+	-	-
Dřepčík chmelový ( <i>Psylliodes attenuate</i> )	-	-	-	-	+	-	-
Šedavka luční ( <i>Hydraecia micacea</i> )	-	-	-	-	-	-	-
Zavíječ kukuřičný ( <i>Ostrinia nubilalis</i> )	-	-	-	-	-	-	-
Peronospora chmelová ( <i>Pseudoperonospora humuli</i> )	+	+	+	+	+	+	+
Padlí chmelové ( <i>Sphaerotheca humuli</i> )	-	-	-	-	-	-	-

## 7. DISKUZE

Cílem pozorování bylo zjistit, jací škůdci se vyskytují na chmelových rostlinách v rakovnické chmelařské oblasti. Pro své pozorování jsem si vybrala sedm rozdílných lokalit a po dobu jednoho kalendářního roku jsem je navštěvovala a zjišťovala přítomnost konkrétních škůdců. Výsledky jsem následně porovnávala s odbornými pracemi a s dostupnými daty, která jsou taktéž součástí této práce (kapitola 4), kde uvádím veškeré možné škůdce, kteří chmelové rostliny napadají. Při jejich výčtu jsem čerpala ze stránek Chmelařského institutu v Žatci <sup>[24]</sup>. Podle těchto dat parazituje na odrůdě Žatecký poloraný červeňák na našem území zejména lalokonosec libečkový (*Otiorhynchus ligustici*), mšice chmelová (*Phorodon humuli*) a sviluška chmelová (*Tetranychus urticae*). Ti jsou díky hojnému výskytu na chmelových révách považováni za majoritní škůdce chmele otáčivého (*Humulus lupulus*). Mezi minoritní škůdce chmele je zařazen dřepčík chmelový (*Psylliodes attenuata*), šedavka luční (*Hydraecia micacea*), zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis*), peronospora chmelová (*Pseudoperonospora humuli*) a padlí chmelové (*Sphaerotheca humuli*).

Podle Šrámkové (2015), která v roce 2015 prováděla monitoring škůdců chmele na Rakovnicku – konkrétně v katastru obcí Kolečovice a Mutějovice, je majoritním škůdcem chmelových rév lalokonosec libečkový (*Otiorhynchus sulcatus*). Jeho přítomnost zaznamenala na obou pozorovaných lokalitách zejména v dubnu a květnu. Dále pozorovala přítomnost dřepčíka chmelového (*Psylliodes attenuate*), který byl taktéž přítomen na obou pozorovaných lokalitách. Na přelomu května a června zaznamenala Šrámková příznaky napadení mšice chmelové (*Phorodon humuli*), avšak ty byly jen slabé. Zejména pak na kolešovické chmelnici uvádí na přelomu června a července přítomnost svilušky chmelové (*Tetranychus urticae*). Při porovnání těchto dat s mými výsledky lze pozorovat jisté shody. V obou případech byla zaznamenána přítomnost lalokonosce libečkového (*Otiorhynchus sulcatus*), dřepčíka chmelového (*Psylliodes attenuate*) a svilušky chmelové (*Tetranychus urticae*). Nicméně příznaky napadení mšice chmelové (*Phorodon humuli*) jsem v průběhu svého pozorování nezaznamenala. Odlišnosti mohou být zapříčiněny časovým odstupem nebo mírně pozměněnými lokalitami.

Pyšný (2020) ve své práci označuje jako hlavní škůdce, kteří napadají chmel v Tršické chmelařské oblasti, peronosporu chmelovou (*Pseudoperonospora humuli*),

---

padlí chmelové (*Sphaerotheca humuli*) a mšici chmelovou (*Phorodon humuli*). Sviluška chmelová (*Tetranychus urticae*) a lalokonosec libečkový (*Otiorhynchus ligustici*) pak v této lokalitě parazitují na chmelových rostlinách méně. Podle výsledků této práce je patrné, do jaké míry je přítomnost konkrétních škůdců ovlivněna geografickou polohou.

Pro chmelnice v rakovnické chmelařské oblasti – konkrétně v katastru obcí Kolečovice, Kněževy a Olešná – jsou dle mého průzkumu majoritními škůdci Žateckého poloraného červeňáku peronospora chmelová (*Pseudoperonospora humuli*) a sviluška chmelová (*Tetranychus urticae*). Minoritně v této oblasti škodí lalokonosec libečkový (*Otiorhynchus ligustici*) a dřepčík chmelový (*Psylliodes attenuata*).

Příznaky napadení jinými obvyklými škůdci jsem nenašla, nicméně je třeba započítat do těchto výsledků i fakt, že jsem mohla některou jinými škůdci postiženou rostlinu přehlédnout.

Dále je třeba přihlídnout k tomu, že závěry, ke kterým jsem došla, byly vyhodnoceny pouze na základě příznaků, které jevíly napadené části rostlinných těl. Původní zjišťování přítomnosti škůdců mělo probíhat na Centru biologie, geověd a envigogiky na Fakultě pedagogické pod školním mikroskopem. Bohužel ale z důvodu pandemické situace nebylo možné školu za tímto účelem navštěvovat.

## 8. ZÁVĚR

Cílem této bakalářské kvalifikační práce bylo napsat odbornou rešerši na ekologii a pěstování chmele otáčivého – *Humulus lupulus*. V ní jsem podrobně popsala stavbu těla této rostliny, její ideální stanovištní podmínky a nároky na příjem živin. Dále jsem se v ní věnovala jednotlivým fázím vývoje a růstu a popsala odrůdy, které se na našem území pěstují. V obsáhlé kapitole jsem popsala veškeré možné parazity chmele otáčivého, včetně jejich životních cyklů, příznaků jejich napadení nebo způsobů, jak proti nim bojovat.

V praktické části této práce popisují své pozorování prováděné na konkrétních chmelnicích v rakovnické chmelařské oblasti v průběhu jednoho kalendářního roku. Cílem bylo zjistit, jací škůdci se vyskytují na odrůdě Žatecký poloraný červeňák, a to na chmelnicích v katastru obcí Kolečovice, Kněževes a Olešná. Po vyhodnocení získaných dat mohu mezi majoritní škůdce Žateckého poloraného červeňáku pěstovaného na Rakovnicku zařadit peronosporu chmelovou (*Pseudoperonospora humuli*) a svilušku chmelovou (*Tetranychus urticae*). Minoritními škůdci jsou v této oblasti lalokonosec libečkový (*Otiorhynchus ligustici*) a dřepčík chmelový (*Psylliodes attenuata*).

V závěrečné diskusi uvádím i jiné práce, které o škůdcích chmele otáčivého pojednávají. Zároveň zde také porovnávám své získané výsledky se seznamem Chmelařského institutu v Žatci <sup>[24]</sup>, kde jsou vyjmenováni běžní škůdci chmelových rév vyskytující se na našem území

Na samotný závěr této práce bych se s vámi ráda podělila o lidové přísloví, které je v kraji, kde žiji, jako doma a dost možná zde i vzniklo. Toto rčení zní: „Tváří se spokojeně, jako když prodal chmel.“ ... a já jen dodávám, že v dnešní tržní ekonomice to platí minimálně dvojnásob. A není divu při ceně až 400 000 korun za tunu usušených kvalitních chmelových hlávek.

## 9. RESUMÉ

The aim of this bachelor's thesis was to write a research on the ecology and cultivation of rotating hops – *Humulus lupulus*. In it, I described in detail the body structure of this plant, its ideal habitat conditions and nutrient requirements. Furthermore, I focused on the various stages of development and growth and described the varieties that are grown in our territory. In an extensive chapter, I have described all possible parasites of rotating hops, including their life cycles, the symptoms of their attack or ways to fight them.

In the practical part of this work I describe my observations made on specific hop gardens in the Rakovník hop-growing area during one calendar year. The aim was to find out what pests occur on the Žatecký poloraný červeňák variety, namely on hop gardens in the cadastre of the municipalities of Kolečovice, Kněževy and Olešná. After evaluating the obtained data, I can include hop downy mildew (*Pseudoperonospora humuli*) and hop downy mildew (*Tetranychus urticae*) among the majority pests of Žatecký poloraný červeňák grown in the Rakovnicko region. Minor pests in this area are *Otiorynchus ligustici* and *Psylliodes attenuata*.

In the final discussion, I also present other works that deal with pests of revolving hops. At the same time, I also compare my results with the list of the Hop Institute in Žatec <sup>[24]</sup>, which lists common pests of hop vines occurring in our territory.



## 10. LITERATURA A ZDROJE

### 10.1 LITERATURA

- Bartoš J et al. (1968) Ochrana rostlin. 2. rozšířené vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.
- Bodlák J (2017) Příroda léčí: bylinář s recepty. 4. vydání, Granit, Praha, ISBN 978-80-7296-105-4.
- Campbell CAM, Cone WW (1994) Influence of predators on population development of *Phorodon humuli* (Homoptera: Aphididae) on hops. *Environmental Entomology* 23: 1391–1396.
- Čepička J (2000) Kvantifikace chmelového aroma v pivu. Pivovarnický kalendář, 1. vyd. Praha: VÚPS, ISBN 80-902658-3-9.
- Evansová E (2017) Přírodní kosmetika v praxi. 1. vydání, Fontána, Praha, ISBN 9788073362768.
- Havelka B, Ivanič J, Knop K (1979) Výživa rastlín a hnojenie. 1. vyd., Príroda, Bratislava: Príroda.
- Hejnák V, Hniličková H, Hnilička F (2003) Studium fyziologických charakteristik ozdravených a neozdravených rostlin chmele, s. 4-12. In: Žatecký poloraný červeňák a hybridní odrůdy chmele: sborník přednášek ze semináře konaného dne 19. 2. 2003. Chmelařský institut, Žatec, ISBN 80-903057-6-8.
- Chládek L (2007) Pivovarnictví. 1. vydání, Grada, Praha, ISBN 978-80-247-1616-9.
- Chmelařský institut s. r. o. Žatec (2012) Atlas českých odrůd chmele. 1. vydání, Chmelařský institut s. r. o., ISBN 978-80-87357-11-8.
- Kaplan Z, Danihelka J, Chrtek J, Kirschner J, Kubát K, Štech M, Štěpánek J (eds) (2019) Klíč ke květeně České republiky. 2. vydání, Academia, Praha, ISBN 978-80-200-2660-6.
- Kazda J, Mikulka J, Prokinová E (2010) Encyklopedie ochrany rostlin: polní plodiny. 1. vydání, Profi Press, Praha, ISBN 978-80-86726-34-2.
- Křištín J, Burda F (1978) Zemědělská výroba pro střední zemědělské technické školy, studijní obor mechanizace zemědělské výroby. 1. vydání, Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Krofta K (2003) Comparison of qualityparameters of Czech and foreign hop varieties. *Plant Soil and Environment*, 49: 261–268.

- Kuřec M, Hofta P, Dostálek P (2005) Složky chmele s estrogenními účinky a jejich využití. *Kvasný průmysl* 51: 342–347.
- KVAS (1927) Časopis pro pivovarnictví a chmelařství. 19. Praha: Ant. St. Schmelzer.
- Liyanage A de S, Royle DJ (1976) Overwintering of *Sphaerotheca humuli*, the cause of hop powdery mildew. *Annals of Applied Biology*. 83: 381–394.
- Němec V, Bouma J, Amler P et al. (2000) Almanach českého a moravského šlechtění rostlin. 1. vydání, Českomoravská šlechtitelská a semenářská asociace, Praha.
- Novotný M, Kervališvili DM, Šanta M (1990) Závlaha polních a speciálních plodín. 1. vydání, Příroda, Bratislava, ISBN 80-07-00267-7.
- Petr J, Louda F (1998) Produkce potravinářských surovin. 1. vydání, Vysoká škola chemicko-technologická, ISBN 80-7080-332-0.
- Prugar J (2008) Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, ISBN 978-80-86576-28-2.
- Pyšný O (2020) Pěstování chmele s ohledem na kvalitu v Tršické chmelařské oblasti. Brno, Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně.
- Šimon J et al. (1964) Rostlinná výroba 2. 1. vydání, SZN, Praha.
- Šnobl J, Pulkrábek J (2005) Základy rostlinné produkce. 2. vydání, Česká zemědělská univerzita, Praha, ISBN 80-213-1340-4.
- Špaldon E et al. (1982) Rostlinná výroba. 1. vydání, Příroda, Bratislava.
- Šrámková L (2015) Monitoring škůdců chmele na Rakovnicku. Brno, Závěrečná práce. Mendelova univerzita v Brně.
- Šroller J et al. (1997) Speciální fyto technika – rostlinná výroba. 1. vydání, Ekopress, Praha, ISBN 80-86119-04-1.
- Štranc P, Štranc J, Jurčák J, Štranc D, Pázler B (2007) Výsadba chmele. 1. vydání, Kurent, Praha, ISBN 978-80-87111-02-4.
- Štranc P, Štranc J, Štranc D, Ledvina R (2008) Zpracování půdy ve chmelnicích. 1. vydání, Kurent, Praha, ISBN 978-80-87111-11-6.
- Vrzalová J, Fric V (1994) Rostlinná výroba – IV: (přádné plodiny, chmel). 1. vydání, Agronomická fakulta VŠZ, Praha, ISBN 80-213-0155-4.
- Weissenberger A, Brun J, Ferran A (1997) Use of the ladybird *Harmonia axyridis* Pallas for the biological control of the damson-hop aphid *Phorodon humuli* Schrank in Alsace. Proceedings of the Scientific Commission, International Hop Growers' Convention, Žatec (Czech Republic), Aug 3-6. p: 6.

## 10.2 SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ

- [1] *Humulus lupulus* (chmel otáčivý) - Zařazení v systému | BioLib.cz. Taxonomic tree of plants and animals with photos | BioLib.cz [online]. Copyright © 1999 [cit. 12.04.2021]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxonposition/id3469/>
- [2] Chmel otáčivý – *Humulus lupulus* - PŘÍRODA.cz. PŘÍRODA.cz - příroda, ekologie, životní prostředí [online]. Copyright © 2004 [cit. 12.04.2021]. Dostupné z: <https://www.priroda.cz/clanky.php?detail=2641>
- [3] [online]. [cit. 2021-03-31]. Dostupné z: [https://agrobiologie.cz/SMEP3/Chmel/chmel/php/skripta/kapitola886e.html?titul\\_key=17&idkapitola=4](https://agrobiologie.cz/SMEP3/Chmel/chmel/php/skripta/kapitola886e.html?titul_key=17&idkapitola=4)
- [4] Chmel otáčivý | PYLY. Databáze rostlin a pylové zpravodajství | PYLY [online]. Dostupné z: <https://pyly.cz/detail-rostliny/chmel-otacivy>
- [5] SMEP. <https://agrobiologie.cz/SMEP3/Chmel/chmel/php/skripta/index.html> [online]. Praha: Fraus, 2006 [cit. 2021-04-13]. Dostupné z: [https://agrobiologie.cz/SMEP3/Chmel/chmel/php/skripta/kapitola38de.html?titul\\_key=17&idkapitola=5](https://agrobiologie.cz/SMEP3/Chmel/chmel/php/skripta/kapitola38de.html?titul_key=17&idkapitola=5)
- [6] SMEP. <https://agrobiologie.cz/SMEP3/Chmel/chmel/php/skripta/index.html> [online]. Praha: Fraus, 2006 [cit. 2021-04-13]. Dostupné z: [online]. [http://agrobiologie.cz/SMEP3/Chmel/chmel/php/skripta/kapitola86f1.html?titul\\_key=17&idkapitola=6](http://agrobiologie.cz/SMEP3/Chmel/chmel/php/skripta/kapitola86f1.html?titul_key=17&idkapitola=6)
- [7] *Humulus lupulus* (Hops) - BBC Gardeners' World Magazine. Gardening Advice and Inspiration – BBC Gardeners' World Magazine [online]. Copyright © Immediate Media Company Ltd 2021. [cit. 13.04.2021]. Dostupné z: <https://www.gardenersworld.com/plants/humulus-lupulus/>
- [8] SMEP. <https://agrobiologie.cz/SMEP3/Chmel/chmel/php/skripta/index.html> [online]. Praha: Fraus, 2006 [cit. 2021-04-13]. Dostupné z: <https://agrobiologie.cz/SMEP3/Chmel/chmel/php/skripta/index.html>
- [9] Chmel otáčivý – *Humulus lupulus* - PŘÍRODA.cz. PŘÍRODA.cz - příroda, ekologie, životní prostředí [online]. Copyright © 2004 [cit. 13.04.2021]. Dostupné z: <https://www.priroda.cz/clanky.php?detail=2641>
- [10] [online]. Copyright © 2015 Unibot s.r.o. [cit. 14.04.2021]. Dostupné z: <http://www.chmelarskemuzeum.cz/cz/odrudy-chmele.htm>

- [11] Historie pěstování chmele. Český chmel-tradice kvality [online]. [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: [http://www.czhops.cz/index.php?option=com\\_content&view=article&id=57&Itemid=58&lang=cs](http://www.czhops.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=57&Itemid=58&lang=cs)
- [12] Historie chmele na území České republiky. Chmelové stránky [online]. [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <http://chmelar.hajsl.cz/historie.php>
- [13] Pěstování chmele – jak na hnojení a výživu? | Yara Česká republika. Hnojiva a nástroje pro komplexní výživu rostlin [online]. [cit.2021-04-14] Dostupné z: <https://www.yaraagri.cz/vyziva-rostlin/plodiny/chmel/>
- [14] Výzkum a ochrana chmele a chmelové sadby / Chmelařský institut Žatec. Výzkum a ochrana chmele a chmelové sadby / Chmelařský institut Žatec [online]. Copyright ©2012 Chmelařský institut s.r.o. [cit. 14.04.2021]. Dostupné z: <http://www.chizatec.cz/skudci/?arc=93&sub=65&back=1>
- [15] Výzkum a ochrana chmele a chmelové sadby / Chmelařský institut Žatec. Výzkum a ochrana chmele a chmelové sadby / Chmelařský institut Žatec [online]. Copyright ©2012 Chmelařský institut s.r.o. [cit. 14.04.2021]. Dostupné z: <http://www.chizatec.cz/skudci/?arc=94&sub=65&back=1>
- [16] Výzkum a ochrana chmele a chmelové sadby / Chmelařský institut Žatec. Výzkum a ochrana chmele a chmelové sadby / Chmelařský institut Žatec [online]. Copyright ©2012 Chmelařský institut s.r.o. [cit. 14.04.2021]. Dostupné z: <http://www.chizatec.cz/skudci/?arc=95&sub=65&back=1>
- [17] Výzkum a ochrana chmele a chmelové sadby / Chmelařský institut Žatec. Výzkum a ochrana chmele a chmelové sadby / Chmelařský institut Žatec [online]. Copyright ©2012 Chmelařský institut s.r.o. [cit. 14.04.2021]. Dostupné z: <http://www.chizatec.cz/skudci/?arc=164&sub=65&back=1>
- [18] Výzkum a ochrana chmele a chmelové sadby / Chmelařský institut Žatec. Výzkum a ochrana chmele a chmelové sadby / Chmelařský institut Žatec [online]. Copyright ©2012 Chmelařský institut s.r.o. [cit. 14.04.2021]. Dostupné z: <http://www.chizatec.cz/skudci/?arc=165&sub=65&back=1>
- [19] Výzkum a ochrana chmele a chmelové sadby / Chmelařský institut Žatec. Výzkum a ochrana chmele a chmelové sadby / Chmelařský institut Žatec [online]. Copyright ©2012 Chmelařský institut s.r.o. [cit. 14.04.2021]. Dostupné z: <http://www.chizatec.cz/skudci/?arc=166&sub=65&back=1>

- [20] Výzkum a ochrana chmele a chmelové sadby / Chmelařský institut Žatec. Výzkum a ochrana chmele a chmelové sadby / Chmelařský institut Žatec [online]. Copyright ©2012 Chmelařský institut s.r.o. [cit. 14.04.2021]. Dostupné z: <http://www.chizatec.cz/skudci/?arc=170&sub=65&back=1>
- [21] Padlí chmelové – Atlas – Agromanuál.cz. Profesionální informace pro agronomy - Agromanual.cz [online]. Copyright © 2020 [cit. 14.04.2021]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/atlas/choroby/choroba/padli-chmelove>
- [22] Chmel, tentokrát na talířích. Object moved [online]. Dostupné z: <http://www.czechspecials.cz/glosar/chmel,-tentokrat-na-talirich>
- [23] iKatastr: mapa a informace z KN [online]. Dostupné z: <https://www.ikatastr.cz/#kde=50.14906,13.61553,15&info=50.15366,13.60751>
- [24] Výzkum a ochrana chmele a chmelové sadby / Chmelařský institut Žatec. Výzkum a ochrana chmele a chmelové sadby / Chmelařský institut Žatec [online]. Copyright ©2012 Chmelařský institut s.r.o. [cit. 21.04.2021]. Dostupné z: Výzkum a ochrana chmele a chmelové sadby / Chmelařský institut Žatec (chizatec.cz)

### 10.3 ZDROJE PŘÍLOH

**Obr. 1** Lalokonosec libečkový (*Otiorhynchus ligustici*) - ChovZvířat.cz. Zvířata a vše, co o nich hledáte - ChovZvířat.cz [online]. Copyright © 2006 [cit. 14.04.2021]. Dostupné z: <http://www.chovzvirat.cz/zvire/3936-lalokonosec-libeckovy/>

**Obr. 2** vlastní

**Obr. 3** Škůdci, choroby, ochrana a prevence (2). Březen 2021 (226) [online]. [cit. 14.04.2021] Dostupné z: <http://www.incact.cz/index.php/335-skudci-choroby-ochrana-a-prevence-cast-sviluska>

**Obr. 4** vlastní

**Obr. 5** Choose catalog [online]. Copyright © [cit. 15.04.2021]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/46405733-Metodika-pro-praxi-05-10.html>

**Obr. 6** Výzkum a ochrana chmele a chmelové sadby / Chmelařský institut Žatec. Výzkum a ochrana chmele a chmelové sadby / Chmelařský institut Žatec [online]. Copyright ©2012 Chmelařský institut s.r.o. [cit. 14.04.2021]. Dostupné z: <http://www.chizatec.cz/skudci/?arc=164&sub=65&back=1>

**Obr. 7** vlastní

**Obr. 8** vlastní

**Obr. 9** vlastní

**Obr. 10** vlastní

**Obr. 11** vlastní

**Obr. 12** vlastní

**Obr. 13** vlastní

## 11. SEZNAM PŘÍLOH

### Příloha č. 1

**Obr. 1** Lalokonosec libečkový (*Otiorhynchus sulcatus*).

**Obr. 2** Příznaky mírného napadení lalokonoscem libečkovým, chmelnice č. 7.

**Obr. 3** Sviluška chmelová (*Tetranychus urticae*).

**Obr. 4** Počínající napadení sviluškou chmelovou, chmelnice č. 2.

**Obr. 5** Dřepčík chmelový (*Psylliodes attenuata*).

**Obr. 6** Révový list silně napadená dřepčíkem chmelovým.

**Obr. 7** Chmelová réva napadená peronosporou chmelovou, chmelnice č. 6.

### Příloha č. 2

**Obr. 8** Pohled na letní chmelnici, chmelnice č. 2

**Obr. 9** Pohled na jarní chmelnici, chmelnice č. 6.

**Obr. 10** Pohled na podzimní chmelnici, chmelnice č. 7

**Obr. 11** Pohled na zimní chmelnici, chmelnice č. 7

### Příloha č. 3

**Obr. 12** Řez chmelové révy při pohledu z kabiny traktoru.

**Obr. 13** ...také jsem přiložila ruku k dílu.

**Příloha č. 1**



**Obr. 1** Lalokonosec libečkový (*Otiorhynchus sulcatus*).



**Obr. 2** Příznaky mírného napadení lalokonosecem libečkovým, chmelnice č. 7.



**Příloha č. 1**



**Obr. 3** Sviluška chmelová (*Tetranychus urticae*).



**Obr. 4** Počínající napadení sviluškou chmelovou, chmelnice č. 2.

**Příloha č. 1**



**Obr. 5** Dřepčík chmelový (*Psylliodes attenuata*).



**Obr. 6** Révový list silně napadená dřepčíkem chmelovým.

**Příloha č. 1**





**Obr. 7** Chmelová réva napadená peronosporou chmelovou, chmelnice č. 6.



**Příloha č. 2**



**Obr. 8** Pohled na letní chmelnici, chmelnice č. 2.



**Obr. 9** Pohled na jarní chmelnici, chmelnice č. 6.



**Příloha č. 2**



**Obr. 10** Pohled na podzimní chmelnici, chmelnice č. 7.



**Obr. 11** Pohled na zimní chmelnici, chmelnice č. 7.



**Příloha č. 3**



**Obr. 12** Řez chmelové révy, pohled z kabiny traktoru.



**Obr. 13** ...také jsem přiložila ruku k dílu.