

# **STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST**

**Obor č. 7: Zemědělství, potravinářství, lesní a vodní hospodářství**

## **Vliv délky pěstování sadby chmele na optimální tvorbu kořenové biomasy**

**Vít Nachlinger**  
**Ústecký kraj**

**Žatec, 2023**

# **STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST**

**Obor č. 7: Zemědělství, potravinářství, lesní a vodní hospodářství**

**Vliv délky pěstování sadby chmele na optimální tvorbu kořenové biomasy**

**The influence of the length cultivation of hop seedlings for the optimal formation of root biomass**

**Autoři:** Vít Nachlinger

**Škola:** Gymnázium Žatec, Studentská 1075, 438 01 Žatec

**Kraj:** Ústecký kraj

**Konzultant:** Mgr. Eva Požárová

Žatec 2022/2023

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracoval samostatně a použil jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

V Žatci dne 30.1.2023 .....

Vít Nachlinger

## **Poděkování**

Především bych chtěl poděkovat Mgr. Evě Požárové za vedení práce, cenné rady a ochotu. Též bych chtěl poděkovat firmě Greenhop Žatec s.r.o. za svolení provádění pokusu na jejích rostlinách. A v neposlední řadě Ing. Vítu Nachlingerovi a Ing. Marcele Nachlingerové za rady o pěstování balíčkové sadby.

## **Anotace**

Tato práce se zabývá charakteristikou vývoje chmelové sadby od řízků zakořeněných v agaru až po vysazení na chmelnice. Sleduje vliv délky pěstební doby na kvalitu chmelové sadby. Výsledkem má být zjištění optimálního termínu přesázení řízků chmele ze sadbovačů do květináčů a jejich vystavení na venkovní pěstební plochu. Určení minimální doby pěstování, při které by měly sazenice optimální velikost, hmotnost kořenového systému a ideální zdravotní stav. To je důležité i z hlediska optimalizace nákladů při pěstování sadby, jako je: počet postřiků a využití závlahy.

## **Klíčová slova**

Chmel; sadba; pěstování; *Humulus lupulus*; zemědělská plodina

## **Annotation**

This thesis deals with the characteristics of the development of hop seedlings from cuttings rooted in agar to planting on hop trees. It monitors the effect of the length of the cultivation period on the quality of the hops. The result should be the determination of the optimal date for transplanting hop cuttings from planters into flowerpots and exposing them to the outdoor growing area. Determining the minimum growing time at which the seedlings would have optimal size, weight of the root system and ideal health status. This is also important from the point of view of cost optimization when growing seedlings, such as: the number of chemicals and the use of irrigation.

## **Keywords**

Hop; Seedlings; Growing; *Humulus lupulus*; Crop

# Obsah

1	Úvod .....	8
2	TEORETICKÁ ČÁST .....	9
2.1	Historie pěstování chmele v České republice .....	9
2.1.1	Středověk .....	9
2.1.2	16.-17. století .....	9
2.1.3	18.-19. století .....	9
2.1.4	20.-21. století .....	10
2.2	Biologie chmele .....	11
2.2.1	Kořenová soustava .....	12
2.2.2	Podzemní lodyžní orgány .....	12
2.2.3	Vegetativní orgány .....	12
2.2.4	Generativní orgány .....	13
2.3	Šlechtění chmele .....	13
2.3.1	Historie šlechtění v České republice .....	14
2.3.2	Žatecký poloraný červeňák .....	14
2.4	Nemoci a ochrana chmele .....	15
2.4.1	Abiotičtí činitelé .....	15
2.4.2	Virové choroby chmele (virózy) .....	16
2.4.3	Bakteriové choroby chmele (bakteriózy) .....	16
2.4.4	Houbové choroby (mykózy) .....	16
2.4.5	Živočišní škůdci chmele .....	17
2.5	Pěstování sadby chmele .....	17
3	PRAKTICKÁ ČÁST .....	19
3.1	Pěstování balíčkové sadby chmele .....	19
3.1.1	Množení mladých rostlin .....	19
3.1.2	Přesazení zakořenělých řízků do květináčů a umístění na venkovní pěstební plochu	21
3.1.3	Péče o balíčkovou sadbu na pěstební ploše .....	22
3.1.4	Expedice chmelové sadby .....	23
3.2	Formulace výzkumného problému .....	24
3.3	Stanovení hypotézy .....	24
3.4	Příprava materiálu pro vlastní pokus .....	24
3.4.1	Získání výchozího materiálu pro pokus .....	24

3.4.2	Příprava vzorků pro analýzu.....	25
3.4.3	Stanovení reprezentativního vzorku.....	26
3.5	Vyhodnocení výsledků .....	27
3.5.1	Závislost hmotnosti kořene na termínu přesázení .....	27
3.5.2	Přesázení 22. 08. 2022.....	31
3.5.3	Srovnání velikosti květináčů .....	32
3.5.4	Kontrola odchylky v pokusech a potvrzení relevance výsledků .....	34
3.6	Diskuse.....	36
4	Závěr.....	37
5	Seznam literatury.....	38
6	Seznam obrázků .....	39
7	Seznam tabulek.....	39
8	Seznam grafů.....	39
9	Seznam příloh.....	39
10	Přílohy .....	40

# 1 ÚVOD

Chmel otáčivý (*Humulus lupulus*) je bujně rostoucí vytrvalá bylina pěstovaná; pro své šišťice, které se používají při výrobě piva. V České republice má pěstování chmele tisíciletou tradici, převážně ve třech regionech, a to na Žatecku, Ústěcku a Tršicku. Výměra pěstování chmele v České republice z údajů za poslední 2 roky, tvořila 7,9 % světové plochy pěstování chmele. Česká republika je tak na třetím místě za USA a Německem v ploše pěstování chmele a patří k producentům toho nejkvalitnějšího chmele. (Situační a výhledová zpráva, 2021) Pro vypěstování kvalitních chmelových šišťic je ovšem zapotřebí kvalitní chmelová sadba. Tato sadba se pěstuje přes léto a na konci podzimu je prodána pěstitelům chmele, kteří ji vysadí na chmelnici.

Chmelové sadba se pěstuje v zahradnických firmách nebo ve firmách specializovaných na pěstování chmelové sadby. Do firmy jsou dodány otestované malé rostliny chmele zakořenělé v agarové hmotě, které slouží jako mateční rostliny a jsou poté přemnoženy do sadbovačů. Ze sadbovačů jsou na začátku léta přesázeny do květináčů a vystaveny na venkovní pěstební plochu. Přesazování probíhá od začátku června do začátku srpna. Mezi rostlinami přesazenými na začátku června a na začátku srpna jsou velké rozdíly v biomase kořene. U více jak 30 % později přesazeného chmele dochází k příliš malému nárůstu kořenné biomasy. To má za následek nižší procentuální šanci na uchycení dané sadby na chmelnicích. Slabé sazenice poté musí na venkovní pěstební ploše zůstat do příštího roku, aby byla splněna kvalita dodaných rostlin.

Cílem této práce je zjistit optimální dvou až tří týdenní časový úsek pro přesazení zakořenělých řízků ze sadbovačů do květináčů s ohledem na úsporu vody, postřiků a hnojiva. Výsledkem této práce by mělo být popsání závislosti biomasy kořene na termínu přesazení zakořenělých řízků chmele na venkovní pěstební plochu. Zkoumána bude odrůda chmelové sadby Žatecký poloraný červeňák a jeho klony 31, 72, 114. Viz bod 2.3.2.

V druhé části této práce budou srovnány změny biomasy kořene v závislosti na velikosti a objemu květináče. Také zde bude vyhodnocené jejich případné použití při pěstování chmelové sadby.

Vzorky budou vybírány v letních měsících od 13.6.2022 do 21.8.2022. Celkem bude nasbíráno přes 14 opakování. Z každého opakování bude vybráno 20 rostlin a dohromady bude použito přes 280 kusů chmelové sadby.



## **2 TEORETICKÁ ČÁST**

### **2.1 Historie pěstování chmele v České republice**

#### **2.1.1 Středověk**

Chmel se na světě pěstuje už přes 1000 let. Nejstarším písemným dokladem o pěstování chmele je doklad z roku 768, kdy Pipin III. Krátký daroval chmelnici opatství St. Denis. Na našem území se první písemné zmínky o pěstování chmele objevují až v 11.-13. století. Nejstarší zmínka pochází z roku 1073. Chmel byl pravidelně vyvážen z Čech po řece Labi do německého města Hamburk, kde se konaly známé Forum Humuli, což byly trhy s chmelem. Později se přestal chmel vyvážet po Labi z důvodů nižších objemů a vozil se po zemi (Historie a vývoj chmelařství v Žatci, 2015).

Od 12. do 14. století došlo k zásadnímu zlepšení kvality českého chmele a jeho jakost byla vysoce hodnocena. Za vlády Karla IV. byl omezen vývoz sádí českého chmele. První přímá zmínka o pěstování chmele na Žatecku pochází z roku 1348, kdy žatecký měšťan prodal své pozemky společně s chmelnici. V roce 1376 potvrdil Karel IV. městu mílové právo na výrobu sladu, vaření piva a samostatný prodej piva (Historie a vývoj chmelařství v Žatci, 2015; Nesvadba a kolektiv, 2013, s. 12).

#### **2.1.2 16.-17. století**

S rozvojem měst a rozvojem českého pivovarnictví dochází k větší spotřebě chmele, což mělo za následek zvětšování a zakládání nových chmelnic. Odbytu českého chmele pomohl i rozvoj pivovarnictví v zahraničí především v severních evropských zemích. Žatecko se stalo hlavním regionem pro pěstování chmele nejen díky vhodnému podnebí a půdním podmínkám, ale také kvůli přítomnosti řeky Ohře, která usnadňovala následný transport chmelových šištic dále do Česka nebo přes Labe do Německa (Historie a vývoj chmelařství v Žatci, 2015).

V polovině 16. století bylo v okolí města Žatec přibližně 400 hektarů chmelnic, což byla více než polovina všech českých chmelnic. Z roku 1611 pochází veduta významného kreslíře a grafika Jana Willenberga, který na jedné ze svých maleb zaznamenal chmelnice v okolí města Žatce. Negativně se promítla na české chmelařství doba pobělohorská a třicetiletá válka. V Žatci podle odhadů ubyla až jedna čtvrtina chmelnic. Chmelnice byly poničené, ve válce se tyče k chmelu použily jako zátop. I přes to žatecký chmel neztratil svoji pověst. Po třicetileté válce dochází k postupné obnově chmelnic (Historie a vývoj chmelařství v Žatci, 2015; Nesvadba a kolektiv, 2013, s. 12).

#### **2.1.3 18.-19. století**

Zásadní roli v udržení kvality sehrála Marie Terezie, která vydala nařízení týkající se chmele a chmelové sadby. Úředně byl zakázán vývoz chmelové sádě, což mělo za následek udržení exkluzivity domácího chmele. Nařízení z roku 1750 se týkalo zákazu míchání kvalitních odrůd s těmi méně kvalitními. Císařovna Marie Terezie dala vzniknout certifikaci chmele určeného

pro export. Úplně první potvrzení o původu chmele bylo vydáno v roce 1774, ovšem tato potvrzení byla často falšována a běžně číslována. Falšování dalo vzniknout speciální knize, do které se zaznamenává každé vydání potvrzení. Úplné zrušení roboty v roce 1848 motivovalo více lidí k pěstování chmele. Současně dochází také ke změně hodnocení práce z hodinové na úkolovou. K evidenci odpracované práce sloužily chmelové známky, což byly malé kousky plechu a na základě počtu známek byl pracovník odměněn (Historie a vývoj chmelařství v Žatci, 2015; Nesvadba a kolektiv, 2013, s. 12).

Na přelomu století dochází k technickému pokroku. Bylo zavedeno pěstování chmele v chmelových konstrukcích, které byly později pojmenovány jako tzv. žatecká drátěnka. Sušení chmele se změnilo z původního samovolného sušení v podkroví nebo v krytých plochách v účelové sušení horkým vzduchem. Pro zvýšení úrody se začaly používat nové nástroje používané ke kypření a obdělávání půdy. Mezi tyto nástroje patřil tzv. žatecký percák a bezplazové radlo. V 2. polovině 19. století dochází k rozšíření chmelnic u Roudnice nad Labem a vzniká tak další významná oblast pro pěstování chmele Ústěcko. Na Ústěcku se pěstovala zelená odrůda chmele a na Žatecku červená odrůda chmele (Historie a vývoj chmelařství v Žatci, 2015; Nesvadba a kolektiv 2013, s. 13).

#### **2.1.4 20.-21. století**

Zlepšení kvality a zavedení modernějších technologií vedlo k zvětšení pěstebních ploch v Českých zemích. Například v sousedním Německu v té době naopak dochází k úbytku pěstebních ploch chmele. U nás v roce 1907 dosahovala výměra chmele 17 280 ha a České země se tak staly největším světovým producentem chmele (Historie a vývoj chmelařství v Žatci, 2015; Nesvadba a kolektiv 2013, s. 13-17).

V průběhu první světové války došlo k radikální redukci ploch kde byl pěstován chmel. Plocha chmelnic 2 roky po ukončení války činila pouhých 7 362 ha. Nový stát zavedl povinné známkování chmele. Pověření dostala v roce 1922 Veřejná známkovna v Žatci. Byl zaveden termín žatecký chmel a prodejní ceny žateckého chmele ve 20. letech 20. století rostly a stejně tak se zvětšovaly plochy, na kterých byl chmel pěstován. Byly založeny šlechtitelské stanice pro pěstování chmele a obilovin. K nejvýznamnějším šlechtitelům patří doc. Karel Osvald, jehož klony Žateckého poloraného červeňáku se používají dodnes. Ke kulminaci pěstování chmele došlo na začátku 30. let, kdy výměra opět dosáhla 17 000 ha. Poptávka již nebyla taková a kvůli velkému množství nabídky cena prudce klesla. Cena chmele nebyla schopna pokrýt náklady spojené se sklizní, a proto dochází během dalších 2 let k prudké redukci ploch, a to až na 9 850 ha. Redukci pomohla také velká hospodářská krize, která zasáhla ve 30. letech Evropu (Historie a vývoj chmelařství v Žatci, 2015).

Druhá světová válka stejně jako první světová válka zanechala škody na chmelnicích. Chmelnice se musely z velké části obnovit celé. I v poválečném období se vyvíjelo 60 až 80% produkce. Kvůli nedostatku pracovních sil se usilovalo o mechanizaci provozu. Jako jedna z prvních zemí přistoupilo Československo na postupnou mechanizaci sklizně pomocí česacích strojů. Došlo i k modernizaci sušáren z původních komorových na pásové, které byly přímo napojené na česací stroj. Na samotných chmelnicích se začaly používat traktory

k provzdušňování půdy a mechanizovanému řezu chmele, proto se musely uzpůsobit mezery mezi kůly. Došlo k pokroku i v ochraně rostlin proti škůdcům a chorobám. V 70. a 80. letech se stabilizoval rozsah pěstování chmele na průměrných 10 000 ha s průměrným hektarovým výnosem 1 t/ha. Jedinou pěstovanou odrůdou byl Žatecký červeňák, jiné odrůdy nebyly povoleny, přestože šlechtění bylo zahájeno již na přelomu 60. a 70. let 20. století (Historie a vývoj chmelařství v Žatci, 2015).

Po roce 1989 dochází ke změnám mezi vlastnickými vztahy k půdě. Od roku 1991 se začínají pěstovat Žatecký červeňák z tzv. ozdravené sadby, kdy se speciálními postupy odstraňovaly škodlivé viry a viroidy. Změna nastala v roce 1994, kdy byly povoleny další odrůdy k pěstování. Byly povoleny odrůdy Sládek, Bor a v dalších letech byly registrovány odrůdy Premiant, Agnus, Harmonie, Rubín, Vital, Kazbek. V roce 2010 byly registrovány odrůdy Bohemie a Saaz Late. V devadesátých letech začala velká chmelařská krize, při které došlo opět k redukci ploch. Na základě nařízení z roku 2007 bylo označení Žatecký chmel zapsáno do rejstříku chráněných označení původu a chráněných zeměpisných označení Evropské unie (Historie a vývoj chmelařství v Žatci, 2015).

V posledních letech probíhá snaha o technologické změny, které mají snížit spotřebu pesticidů a lidské práce. Jedná se například o snížení výšky chmelnic ze 7 metrů na 3 metry, což by právě snížilo spotřebu pesticidů a lidské práce. S tímto záměrem se zkoumají odrůdy, kterým by snížení výšky chmelnic prospívalo (Historie a vývoj chmelařství v Žatci, 2015; Nesvadba a kolektiv, 2013, s. 18).

## 2.2 Biologie chmele

Chmel otáčivý (*Humulus lupulus*) je vytrvalá, pravotočivá, ovíjivá rostlina, která se dokáže pnout až do výšky 10 m. Rostlina se skládá ze čtyř orgánových soustav, kořenová soustava, soustava podzemních lodyžních orgánů, soustava generativních orgánů a vegetativních orgánů (Zahradnický slovník naučný 3, 1997, s. 24).



Obr. 1 – Baličková sadba chmele a její vegetativní orgány (pohled z profilu) - fotoarchiv autora

### 2.2.1 Kořenová soustava

Kořenová soustava je soubor všech kořenů rostoucích pod povrchem půdy, která se dá poznat od podzemních lodyžních orgánů zejména absencí nod (uzlin) s pupeny (Zahradnický slovník naučný 3, 1997, s. 24; Brant, 2021, s. 7).

**Kosterní (skeletové) kořeny** mohou být horizontální nebo vertikální. Tvoří základ celé kořenové soustavy a upevňují rostlinu v půdě. Kosterní kořeny mají za úkol transport rostlinných šťáv vzestupně i sestupně kořenovou soustavou. Na vertikálních kosterních kořenech dochází k ukládání rostlinných šťáv do kořenových hlíz. Kořenové hlízy jsou druhotně ztlustlé kořeny, které se tvoří každoročně a obsahují úložné látky zejména škrob a cukry (Rybáček a kolektiv, 1980, s. 48-53; Brant, 2021 s. 7).

**Koncové (aktivní) kořínky** jsou malé a jsou umístěny na konci kořenů. V průměru mají okolo jednoho milimetru. Koncové kořínky zajišťují čerpání půdních roztoků. Na konci kořínku pod kořenovou čepičkou se nachází meristémová pletiva, díky kterým celá kořenová soustava roste a vyvíjí se (Rybáček a kolektiv, 1980, s. 45-47).

### 2.2.2 Podzemní lodyžní orgány

Soustava podzemních lodyžních orgánů, též nazývána babka, je modifikace lodyhy, která vznikla pod povrchem půdy. Na babce se nacházejí spící pupeny, z nichž se na jaře probouzí chmelová réva. Hlavní úkol babky je uchování meristémových pletiv v podobě spících pupenů přes zimní období (Pastyřík 1989, s. 8; Rybáček a kolektiv, 1980, s. 35-36).

### 2.2.3 Vegetativní orgány

Mezi vegetativní orgány patří pupeny, lodyha, listy a kořen. Zajišťují primární růst rostliny a příjem organických látek. Vyživují generativní orgány. Tyto organické látky jsou dočasně kumulovány v zásobních pletivech. Každý rok vyrůstají z babky nové výhony a vznikají nové chmelové révy, které vytrvají pouze jedno vegetační období (Pastyřík 1989, s. 9; Rybáček a kolektiv, 1980, s. 53-55; Horejsek, Zich, 1990, s. 14-15).

**Pupeny** jsou základem všech vegetativních orgánů. Dělí se na nadzemní pupeny a postranní pupeny. Zanikají přeměnou na generativní orgány nebo na vegetativní orgány. **Nadzemní pupeny** vznikají na babce pod povrchem půdy. Po dosažení úrovně půdy, dříve bílý pupen, zazelená a je obalen obalovými listy. V úžlabí obalových listů se objevují základy listů v podobě hrbolků. Postupným růstem pupenu se z jeho vrcholu diferencují jednotlivá rostlinná pletiva, která jsou základem všech nadzemních částí. **Postranní pupeny** vznikají v úžlabí listů jako pupeny spící. U každého listu se vytvoří 3 spící pupeny. Při oslabení nebo přerušení apikální dominance (*dominance ústředního pupenu nad ostatními postranními*) ústředního pupenu, dochází k probuzení prostředního ze tří pupenů, ze kterého následně vzniká postranní pazochová větev (Rybáček a kolektiv, 1980, s. 55-57; Horejsek, Zich, 1990, s. 15).

**Lodyha** tvoří základ nadzemní části, dorůstá do výšky 8-9 metrů a postupně se ztlušťuje. Při dokončení růstu vrcholových článků se vnitřní pletiva trhají a réva je dutá. Réva je v průřezu šestihránná, na těchto hranách vyrůstají řady šplhavých chlupů (trichomy), které pomáhají přidržování se opory a mají po ztvrdnutí tvar jednostranných nebo oboustranných háčků. V příznivém počasí může lodyha chmele za jediný den vyrůst až o 30 cm (Rybáček a kolektiv, 1980, s. 59; Horejsek, Zich, 1990, s. 15).

**Listy** vyrůstají z nodů (uzlin) po dvou vstřícně naproti sobě. Chmel otáčivý má 2 různé druhy listů. Révové listy jsou starší, vyrůstají dříve, jsou hrubší a jsou podstatně větší, na rozdíl od listů pazochových. Žilnatina starších listů je vystouplá a tvoří žebra s křemičitými háčky. Dobře vyživená rostlina má líc listů tmavě zelený a rub světle zelený. V listech jsou stejně jako v šištících obsaženy pryskyřice. Vysoké množství pryskyřic v listech může být jedním z ukazatelů dostatku pryskyřic v šištících (Horejsek, Zich, 1990, s. 16).

#### 2.2.4 Generativní orgány

Chmel je rostlina dvoudomá, která má samčí a samičí květenství na samostatné rostlině. Květy a šištice vznikají z vrcholového pupenu nebo z pupenů větví plodných pazochů. Oplozením květů vznikají plody, jednosemenné nažky, v chmelařské terminologii označované jako pecky (Horejsek, Zich, 1990, s. 17).

**Samčí květenství** jsou tvořena rozvětvenou latou s drobnými květy o průměru 5-6 mm. Mají pět korunních plátků, pět tyčinek a prašníky. Samčí květenství rozkvétají o pár dní dříve než samičí květenství a pyl se může šířit na vzdálenost až 20 km (Rybáček a kolektiv, 1980, s.64-66; Horejsek, Zich 1990, s. 17-18).

**Samičí květenství** je složeno z 20-60 kvítků hustě osázených na věténku. Kvítky jsou uspořádány do dvojic, přičemž každá z dvojic je chráněna jedním krycím listenem. Semeníku chybí čnělky a nitkové blizny přímo na semeník nasedají. Pro snadnější uchycení pylového zrna jsou nitkové blizny srostlé u mikropyle. Na chmelnicích musí kvetení proběhnout v co nejkratší době. Doba kvetení za příznivých podmínek u poloraných odrůd trvá 20 dní u pozdních odrůd probíhá kvetení až po dobu jednoho měsíce. (Rybáček a kolektiv, 1980, s. 66; Horejsek, Zich, 1990, s.18)

**Hlávka** se tvoří pouze ze samičího květenství. Změna květenství v plodenství probíhá po úplném opylení, tedy po zániku schopnosti blizen přijímat pyl. Tato změna nastává i tehdy, když nedojde k opylení. Nejdůležitější částí chmelové hlávky jsou lupulinové žlázy a protáhlé čočkovité komůrky obsahující silice a pryskyřice. Z pryskyřic v chmelových hlávkách vznikají  $\alpha$  hořké kyseliny a  $\beta$  hořké kyseliny. Tyto kyseliny se využívají v pivovarnictví a dávají pivu klasickou hořkou chuť (Rybáček a kolektiv, 1980, s. 69; Horejsek, Zich, 1990, s. 19).

### 2.3 Šlechtění chmele

Šlechtění chmele je dlouhodobý 15 až 20letý proces, jehož cílem je získání nových odrůd chmele. Při šlechtění se prolíná teoretický i aplikovaný výzkum. Po zkřížení různých odrůd chmele

probíhá 15-20 let testování odrůdy a její hodnocení, kde se především hodnotí její předpoklady pro výrobu piva. Jedním z aspektů nové odrůdy je její pivovarská kvalita, která je testována v pokusném minipivovaru (Oddělení šlechtění chmele, 2012; Nesvadba a kolektiv, 2013, s. 19-22).

### **2.3.1 Historie šlechtění v České republice**

Původně se šlechtění chmelu provádělo pouze výběrem planého chmele, ze kterého se uvařilo pivo a na základě výsledků se použila daná sád' (sazenice) k pěstování chmele. Nejvyšší pivovarskou kvalitu prokazoval žatecký chmel. První klonovou selekci provedl Kryštof Semš z Vrbice u Roudnice. Kryštofovi Semšovi se podařilo provést pozitivní výběr, který popisoval jako pravou mutaci. Tato mutace měla mít lepší vlastnosti než jiné v jeho zahradě. Kryštof Semš namnožil daný klon a dal tak vzniknout první odrůdě nazývané Semšův chmel (Nesvadba a kolektiv, 2013, s. 19-21).

Za zakladatele moderních metod šlechtění chmele se považuje doc. Karel Osvald, který se klonovou selekcí chmele zabýval od roku 1927. Podařilo se mu získat tři klony, které se používají dodnes na 90 % všech chmelnic v České republice. Tyto klony jsou pojmenovány Osvaldův klon 114, Osvaldův klon 72 a Osvaldův klon 31. Klony byly v roce 1946 uznány a povolení k pěstování získaly roku 1952. Ve šlechtění nadále pokračuje Chmelařský institut s.r.o. Žatec. V posledních letech se cíle šlechtění chmele zaměřují na získání odrůd s vysokou produkcí alfa kyselin a odrůd určených pro nízké konstrukce, které mají být ekonomicky dostupnější a mají snížit potřebné množství lidské práce (Nesvadba a kolektiv, 2013, s. 19-22).

### **2.3.2 Žatecký poloraný červeňák**

Žatecký poloraný červeňák (ŽPČ) pochází z populace starých středoevropských aromatických chmelových odrůd. Byl získán klonovou selekcí z porostů v žatecké a úštěcké oblasti. Geneticky je shodný s německými odrůdami Spalter a Tettninger. Pěstuje se devět klonů: Siřem; Lučan; Blato; Zlatan; Podlešák; Blšanka; tři Osvaldovy klony 31,72,114. Osvaldovy klony byly registrovány už v roce 1952 a jsou pěstovány dodnes. Nárůst ve výnosu a obsahu alfa hořkých kyselin u ŽPČ se podařilo ozdravením Osvaldova klonu 72 na přelomu 80. a 90. let 20. století. Hektarový výnos je oproti jiným odrůdám velmi nízký. V posledních pěti letech se na Žatecku pohyboval hektarový výnos od 1,03 t/ha do 1,26 t/ha. Přesto se stále pěstuje především kvůli jeho specifickému aroma, které je popisováno jako pravá, jemná chmelová vůně. Často bývá charakterizován jako standard kvality. V pivovarech se jako jemná chmelová odrůda používá k druhému a třetímu chmelení, případně pro studené chmelení. Odolnost k chorobám se uvádí jako dobrá s nutností pravidelného postřiku, zvláště u peronospor chmelové. Jednotlivé Osvaldovy klony od sebe nelze pouhým okem rozeznat. Jejich vegetativní růst je v prvních letech růstu zcela identický a rozlišit se dají pouze v laboratoři. Proto se při jejich množení a přesazování na venkovní pěstební plochu musí postupovat velmi obezřetně, aby nedošlo k záměně jednotlivých klonů (Nesvadba a kolektiv, 2013, s. 30-31).

K datu 6. 12. 2020 zaujímala plocha osázená ŽPČ 4183,6 ha. Z toho bylo nově vysázeno 207 ha ŽPČ. V těchto třech hlavních oblastech zaujímá odrůda ŽPČ téměř 84 % (84,1 %) plochy. Hektarový výnos se mezi oblastmi v určitých hodnotách lišil. Na Žatecku dosáhl hektarový výnos ŽPČ pro rok 2020 1,03 t/ha oproti Úštěcku, kde hektarový výnos u stejné odrůdy dosáhl 1,30 t/ha (Situační a výhledová zpráva, 2021, s. 30-31; Nesvadba a kolektiv. 2013, s. 30-31).

## 2.4 Nemoci a ochrana chmele

Chmel, jako rostlina pěstovaná na stejném stanovišti i po dobu delší než 20 let, trpí více chorobami a škůdci než ostatní zemědělské kultury. Při napadení dochází k rychlému rozvoji chorob nebo přemnožení škůdců. Každý chemický zásah do porostu musí být v souladu s platnými ekologickými vyhláškami a nařízeními. Opatření na ochranu chmele se dělí na **preventivní** chemické zásahy, které se provádějí ještě před vypuknutím choroby nebo rozmnožením škůdců. Děje se tak u méně odolných odrůd. Druhý způsob ochrany je **aktivní**, při němž se aplikuje chemický postřik až po vypuknutí choroby. Tento zákrok je ovšem komplikovanější a žádá si pracovníky se specializací a dlouholetou praxí (Rybáček a kolektiv, 1980, s.191; Horejsek, Zich, 1990, s. 121).

### 2.4.1 Abiotičtí činitelé

Mezi abiotické činitele, které způsobují škody patří nevyhovující prostředí, klimatické změny a lidský faktor. Způsobují změny na různých částech chmelové rostliny, zpomalují růst, zmenšují konečný výnos chmele a jeho jakost. Abiotičtí činitelé mají za následek například kadeřavost chmele, předčasné zasychání hlávek, škody mrazem, úžeh, otluk hlávek, poškození chmele krupobitím a další (Rybáček a kolektiv, 1980, s. 193-195; Horejsek, Zich, 1990, s. 122).

**Předčasné zasychání chmele** patří k jedné z nejvážnějších chorob, při které začínají rostlině již na začátku července hnědnout palisty. Později dochází k zaschnutí celé hlavy pazochu. Jestliže zaschnou pazochy, výhon je nadále neplodný a razantně se snižuje výnos z chmelové rostliny. Předčasnému zasychání chmele se předchází pravidelným vápněním půdy, provzdušňováním a doplňováním bóru (Rybáček a kolektiv, 1980, s. 194; Horejsek, Zich, 1990, s. 122).

**Kadeřavost chmele** se nachází ve většině chmelařských oblastech po celém světě. Dlouho byla považována za virovou chorobu, nepodařilo se ovšem prokázat její infekčnost. Kadeřavost chmele způsobuje zkroucení a deformaci listů. Po delší působení choroby dochází k prosychání listů v oblasti nervů. Listy jsou snadno odlomitelné a samotné květenství je menší, slabší a často nevytvoří ani hlávku. Porosty chmele se proti kadeřavosti chrání pomocí postřiků nebo hnojiv se síranem zinečnatým, kde právě zinek zabraňuje tvorbě kadeřavosti. Při půdní aplikaci síranu zinečnatého je půda ozdravena na několik let (Pastyřík 1989, s. 96-97; Rybáček a kolektiv, 1980, s. 193; Horejsek, Zich, 1990, s. 122).

## 2.4.2 Virové choroby chmele (virózy)

Virové choroby chmele způsobují změnu barvy listů nebo změnu tvaru listů. Šíří se při vegetativním množení nebo živočišnými přenašeči (sáním mšic na rostlině). V minulosti byl již zaveden systém uznávajícího řízení matečních chmelnic, který zajišťoval zdravý sadbový materiál. Nyní jsou virové choroby chmele kontrolované a materiál dodávaný pro pěstování chmelové sadby je bezvirový a čistý. Mezi zástupce virových chorob patří kreslená mozaika, anglická mozaika, kopřivovitost a zborcení listů (Pastyřík 1989, s. 100; Rybáček a kolektiv, 1980, s. 195-199; Horejsek, Zich 1990).

## 2.4.3 Bakteriové choroby chmele (bakteriózy)

Bakteriózy jsou způsobeny bakteriemi, které většinou vnikají do sazenic chmele po předchozím poškození. Bakteriózy nejsou příliš časté díky kontrolovaným dodávkám kvalitní chmelové sadby kde se nejčastěji vyskytují. Bakterie druhu *Agrobacterium tumefaciens* způsobují nádorovitost sazenic. Při napadení se vytvoří nádory o velikosti až několika centimetrů. Tyto zvětšující se nádory rostlinu vysilují a omezují ji v růstu (Pastyřík 1989, s. 104; Rybáček a kolektiv, 1980, s. 200).

## 2.4.4 Houbové choroby (mykózy)

Mezi nejrozšířenější a nejnebezpečnější choroby se řadí právě houbové choroby. Největší ztráty jakosti a kvality chmele způsobuje peronospora chmelová a padlí chmelové. Tyto houbové choroby jsou schopny žít se na živých ale také na již odumřelých pletivech rostliny (Rybáček a kolektiv, 1980, s. 201; Horejsek, Zich, 1990, s. 128-129).

**Peronospora chmelová** je celosvětově rozšířena choroba chmele, její výskyt na stanovišti silně ovlivňuje počasí. Peronospoře chmelové vyhovují vlhké teplé dny. Při těchto podmínkách se kalamitně šíří. Inkubační doba spor peronospory chmelové se v ideálních teplotách pohybuje mezi 3-4 dny. Rozmnožuje se zimními výtrusy, které vznikly pohlavním rozmnožováním a letními výtrusnicemi, které vznikly nepohlavním rozmnožováním. Spory letních výtrusnic způsobují infikaci listů, květenství a hlávek. Největší poškození způsobuje choroba na hlávkách a květenstvích. Napadení těchto generativních orgánů vede k zakrnutí a opadu. Napadení vegetativních orgánů rostliny, k němuž dochází hlavně v jarních měsících, může mít za následek deformaci spodních listů chmelové rostliny a zakrnutí některých výhonů. Ochrana porostů chmele se provádí ještě před propuknutím choroby. Preventivní ošetření se provádějí v závislosti na resistenci odrůd chmele a především v závislosti na četnosti srážek, které hraje zásadní roli (Pastyřík 1989, s. 104; Horejsek, Zich, 1990, s. 129; Rybáček a kolektiv, 1980, s. 202-204).

**Padlí chmelové (osýpka)** se řadí vedle peronospory chmelové mezi nejzávažnější choroby chmele. Stejně jako peronospoře chmelové vyhovuje padlí chmelovému teplé, vlhké počasí a potom se rozmnožuje velmi rychle. Zprvu se onemocnění projevuje bílými skvrnami na lící straně listu. Rozšíření choroby vede k pokrytí většího množství listů skvrnami a jejich



následnému opadu. Nejnebezpečnější je onemocnění hlávek. Při napadení osýpkou dochází k těžkému poškození nebo úplné neplodnosti rostliny. Napadení chmelových hlávek vede k jejich kompletnímu pivovarnickému znehodnocení, protože padlí chmelové vytvoří na hlávkách bílý moučnatý povlak, který nepříjemně zapáchá a ničí tak chuť pivovarských produktů. Na rozdíl od peronospor chmelové se proti padlí chmelovému ošetřují rostliny chmele až po propuknutí choroby (Horejsek, Zich, 1990, s. 132; Rybáček a kolektiv, 1980, s. 210).

## 2.4.5 Živočišní škůdci chmele

Živočišní škůdci chmele poškozují chmelové rostliny okusem, vysáváním nebo narušují pletiva rostlin a dávají tak možnost přenosu virových chorob. Dříve měli škůdci na chmelnicích své přirozené nepřátele, ovšem po zvýšení použití chemických postřiků a hnojiv dochází k jejich zahubení nebo přestěhování. Někteří škůdci začali být vůči chemickým přípravkům tolerantní a vzrůstá jejich odolnost proti těmto přípravkům, zvláště u velmi závažných škůdců jako jsou mšice a svilušky (Rybáček a kolektiv, 1980, s. 212; Horejsek, Zich, 1990, s. 136).

**Sviluška chmelová** patří k nejobávanějším škůdcům chmele ve všech pěstitelských lokalitách. Je hojně rozšířena a napadá přes 90 druhů různých rostlin. Na chmelových rostlinách se projevuje poškozením vegetativních i generativních částí a na celé rostlině způsobuje nemalé škody. Hlávky chmele napadeny sviluškou ztrácejí zelenou barvu a barví se do červenohněda. Jejich následná pivovarská hodnota je nízká z důvodu absence některých pivovarsky důležitých látek. Ochrana chmelových porostů před sviluškou není snadná, řeší se především chemickými postřiky, které jsou často nedostačující. U svilušek se po mnoha letech intenzivních chemických postřiků vytvořila silná rezistence (Pastyřík 1989; Horejsek, Zich, 1990, s. 141; Rybáček a kolektiv, 1980, s. 223).

**Mšice chmelová** škodí na chmelových rostlinách hned několika různými způsoby. Jednak dochází k savému poškození převážně vegetativních částí chmele, kde sání mšic může mít za následek zanešení ran saprofytickými houbami, které vytvářejí na lepkavých výkalech mšic tmavý povrch a zabraňující asimilaci rostlin. Pokud se mšice dostanou do chmelových hlávek dojde k úplnému znehodnocení chmele. Mšice chmelová patří k závažným přenašečům virových onemocnění. Stejně jako u svilušky chmelové došlo u mšice chmelové k silné rezistenci vůči hospodářským insekticidům (Pastyřík 1989, s. 119; Horejsek, Zich, 1990, s. 137; Rybáček a kolektiv, 1980, s. 216).

## 2.5 Pěstování sadby chmele

Sadba chmele se pěstuje buď v květináčích (balíčková sadba chmele) nebo ve volné půdě (prostokořenná sadba chmele). **Balíčková sadba chmele** je výhodná hlavně kvůli snadnému aplikování chemických prostředků a zavlažování. Také je potřeba méně lidské práce. I přes menší nárůst kořenové hmoty oproti sadbě prostokořenné, je procento uchycení rostlin na chmelnicích téměř totožné. Balíčková sadba chmele je vysazována společně s balem (substrát s kořeny) z květináče. Kořenový bal poskytuje ideální podmínky pro uchycení rostliny na

chmelnici, navíc při vysazení rostlina může stále čerpat látky z balu. Podle vyhlášky musí balíčková sadba mít alespoň 5 oček a tloušťka kořenáče musí být alespoň 0,8cm. **Prostokořenná sadba chmele** se pěstuje v hrůbku (pruh vyvýšené ornice do výšky 20 cm). Kořenový systém není v půdě ničím omezován, a proto je tato sadba někdy i třikrát větší než sadba balíčková. (viz příloha č. 2) Nevýhodou pěstování prostokořenné chmelové sadby je dobývání (získávání chmelových kořenů z hrůbku) a pozdní vysazení na chmelnice. Při dobývání se můžou kořeny rostliny mechanicky poškodit nebo při pozdním vysazením na chmelnice můžou kořeny oschnout. Tato sadba je z důvodu umístění ve volné půdě špatně dostupná a oproti balíčkové sadbě je náročnější na zavlažování a aplikování chemických prostředků. (Nesvadba a kolektiv, 2013, s. 76-79).

## 3 PRAKTICKÁ ČÁST

### 3.1 Pěstování balíčkové sadby chmele

Balíčkové sazenice chmele (sadba) se používají pro výsadbu na chmelnic. Vysazují se na nově založené chmelnic nebo se sadba dosazuje do chmelnic na místa, kde původní sazenice z nějakého důvodu odumřely. Náklady na výsadbu nové balíčkové sadby chmele na chmelnic jsou velmi nízké a pohybují se okolo 0,2 % ze všech nákladů na pěstování chmele. Náklady na vysazení balíčkové sadby jsou pro chmelaře relativně nízké především díky tomu, že rostliny chmele zůstávají na stanovišti delší dobu. Rostlina chmele může na chmelnici zůstat i desítky let, přestože produktivita rostlin s přibývajícím věkem postupně klesá. Na pořízení balíčkové sadby při výsadbě nových chmelnic nebo doplňování starších, využívají chmelaři podporu od MZe ČR, která je poskytnuta z důvodu prevence šíření virových bakteriálních chorob chmele. Jde o dotaci na certifikovanou sazenici chmele ve zdravotní třídě VF (virus free) nebo VT (virus tested) při hodnotě do 15 Kč. (Situační a výhledová zpráva, 2021, s. 56)

#### 3.1.1 Množení mladých rostlin

Pěstování balíčkových sazenic (schéma obr. č. 5) začíná na začátku března. Zahradnickým firmám na pěstování chmelové sadby je dodán výchozí materiál (rostliny chmelových odrůd) z laboratoře, ve které byl uchovávan ve sterilním a bezvirovém prostředí. Tento výchozí materiál je v laboratoři nejdříve vegetativně přemnožen do agarového substrátu a zakořenělé malé rostliny jsou dodány zahradnickým firmám v plastových nádobách po 30 až 40 kusech (viz Obr. 2). V agarové hmotě je dodáno vždy několik tisíc rostlin jednotlivé odrůdy a klonu.



Obr. 2 - Zakořenělé rostlinky v agaru (Bohemia Top Hop, [cca2019])

V podniku na pěstování chmelové sadby se poté vegetativně přemnoží pomocí vrcholového nebo osního řízku do sadbovačů o velikosti 40x30cm s 80 otvory pro řízky (viz obr. 4). V sadbovačích je speciálně připravený substrát s velkou příměsí perlitu. Plata jsou zpravidla v prvním týdnu množení umístěna pod netkanou textilií, pomocí které je vytvořeno speciální mikroklima. Předchází se tak spálení mladých rostlin sluncem a pro mladé nezakořenělé

rostliny je vytvořeno vlhké klima pro rychlejší tvorbu kořenové soustavy. Chmelové sazenice jsou po dobu svého růstu preventivně chemicky ošetřovány proti houbovým chorobám.

Proces vegetativního množení mladých rostlin, tak jak byl popsán, probíhá od začátku března cca tři měsíce. Aby rostliny stihly zakořenit a byly připraveny na přesazení na venkovní pěstební plochy, je potřeba aby byly minimálně 6–7 týdnů ve skleníku/fóliovníku za kontrolovaných podmínek. Z původních 20 000 kusů matečních chmelových rostlin (v agaru) se získají **stovky tisíc vegetativně množených rostlin**



*Obr.3 - Sadbovače vyrovnané na stole ve fóliovníku – fotoarchiv autora*

**Substrát pro pěstování řízků chmele.** Jde o speciálně připravený substrát pro nezakořenělé řízky. Díky vysokému obsahu perlitu je substrát lehčí a mnohem rychleji vysychá, což poskytuje dostatečné množství vzduchu pro kořenovou soustavu. Množství perlitu v substrátu se pohybuje okolo 35-40 %. Kvůli rychlému vysychání se musí pravidelně zalévat. Jestliže se zálivka neprovádí pravidelně a rovnoměrně, může to vést k prázdným suchým místům. Naopak při příliš časté zálivce může docházet k zahňívání a tvorbě plísní, převážně plísně šedé.



*Obr.4 - Zakořenělý řízek chmelové rostliny v sadbovači – fotoarchiv autora*

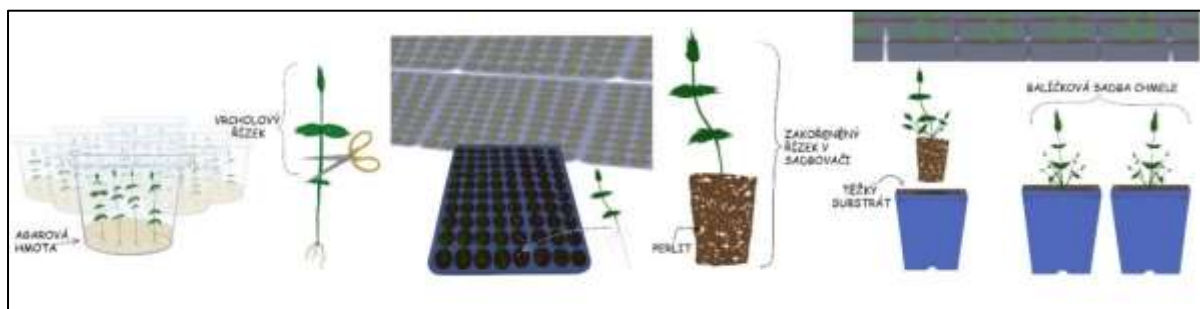
### 3.1.2 Přesazení zakořeněných řízků do květináčů a umístění na venkovní pěstební plochu

Zakořenělé řízky (v sadbovačích po 80 ks), (viz obr. 4) je potřeba přesadit do květináčů a vystavit je na venkovní pěstební plochu. Sadbovače se zakořeněnými řízků jsou v přepravních vozících dopraveny na místo přesazování k sázecímu stroji. Rostlina je opatrně vytažena ze sadbovače a pracovníky zasázena do květináče se substrátem. Následně jsou květináče vyrovnány těsně vedle sebe na venkovní pěstební plochu a poté jsou důkladně zalaty. (viz obr. 6) Období přesazování zakořeněných řízků do květináčů začíná od půlky června a probíhá do konce července.

**Květináč** se používá kvádrového tvaru s čtvercovou podstavou pro přesnější vystavení na pěstební plochu. Objem květináče se pohybuje okolo 1,46 dm<sup>3</sup>. Množství substrátu záleží na kompresi substrátu v květináči. Minimální průměr balíčkové sadby je stanoven na 8 cm, přesto se běžně využívají květináče o velikosti 11x11x12cm. Pro lepší orientaci mezi jednotlivými klony na pěstební ploše se používají pro různé klony chmele různé barvy květináčů. Květináče jsou vyrobeny z pevného plastu. Po vysazení chmele na chmelnic se uchovávají a jsou používány znovu další rok. V průměru se květináč používá pět až sedm let.

**Substrát** pro výsadbu do květináčů je oproti substrátu použitému v období přemnožování zcela odlišný. Používá se velmi těžký a kvalitní substrát s obsahem černé rašeliny, bílé rašeliny, cocopeat (substrát vyrobený z kokosových slupek) a jílu, který zajišťuje pomalé vysychání substrátu na pěstební ploše. Substrát se částečně podobá substrátu na chmelnicích, ale není úplně totožný. Problémem je přeprava takto těžkého substrátu, která zvyšuje náklady. Těžký substrát může způsobit ucpání sázecího stroje nebo jeho zadření. Proto se musí lopatky stroje, které hází substrát do květináčů pravidelně čistit, ideálně každé tři hodiny.

**Sázecí stroj** je výsledek modernizace zahradnických podniků posledních 20 let. Umožňuje rychlejší přesazování rostlin, k jeho obsluze je potřeba 3-7 pracovníků. Při přesazování na stroji je potřeba velké množství lidské práce. Nasázené rostliny musí být dopraveny na venkovní pěstební plochu a zde rozestaveny. Sázecí stroj se může při nesprávném očištění zaseknout nebo poškodit, proto se musí každé tři hodiny čistit.



Obr.5 - Schéma množení mladých rostlin chmele – fotoarchiv autora

### 3.1.3 Péče o balíčkovou sadbu na pěstební ploše

Sadba se ihned po vystavení na pěstební plochu musí důkladně zalít. Při teplotách nad 30 °C se sadba musí zalít minimálně 2x téhož dne. Zvyšuje se tím šance pro lepší uchycení rostlin v květináči. I když je substrát vlhký, v červnových teplotách rychle vysychá. Sadba se prvních 7-10 dnů zalévá denně. Předchází se tak ztrátám, které jsou zapříčiněny prudkou změnou prostředí. Přesto je prvních 5 dnů pro sadbu nejkritičtější a je zde nejvíce ztrát. Po 10 dnech, kdy celý záhon povyroste a nadzemní část pokryje povrch květináčů, se hospodaření rostliny s vodou částečně stabilizuje a výpar snižuje. Poté se četnost zalévání určuje podle průběhu počasí, teploty vzduchu a suchosti substrátu. Pravidelně se používají chemické prostředky převážně z preventivních důvodů anebo při výskytu choroby v porostu. Často se v porostu chmelové sadby objevuje peronospora chmelová (*Peronospora humuli*) a padlí chmelové. Tato onemocnění jsou zapříčiněna dlouhodobým vlhkým prostředím. Zhruba po měsíci dosahuje porost 20–24 cm do výšky. Porost je tmavě zelený a květináče pod vrstvou listů nejsou vidět. Hustý porost znesnadňuje zálivku, a proto se její frekvence snižuje z důvodu vlhkosti v prostředí. Zálivka však musí být intenzivnější, aby se kapky vody dostaly na povrch substrátu. Zálivka se plánuje většinou několik dní dopředu podle předpovědi počasí a podle naplánovaných chemických postřiků.



Obr.6 - Přesázené rostliny vystavené na pěstební plochu a vyrované do záhonů – fotoarchiv autora

**Venkovní pěstební plocha** je pokryta tkanou textilií zabraňující růstu plevelů. Textilie zabraňuje i přezimování zimních spor houbových chorob, hlavně peronospory chmelové a padlí chmelového. Tkaná textilie také poskytuje pevný a rovný podklad pod rostlinami a po expedici chmele také snadný a rychlý úklid pěstební plochy. Díky zeleným čtvercům vyznačených na tkané textilii mohou pracovníci přesněji rozestavit chmel po výsadbě do květináčů.

**Závlahový most** je také jedním z novějších strojů, který usnadňuje zálivku a dokáže ji přesně dávkovat na místa kde je potřeba. Možnost uzavírat jednotlivá ramena s tryskami také zlepšuje hospodaření s vodou. Spotřeba vody záleží na velikosti trysek, tlaku vody, počasí, stáří chmele



a dalších faktorech. Úspora vody oproti dříve používaným rozstříkovacím hlavicím (kačenám) je velká. Navíc závlahový most nabízí možnost provádění chemických postřiků a hnojení roztoky pomocí druhé sady trysek s menším průměrem, které jsou upevněny za hlavními zalévacími tryskami.

**Hnojení** se aplikuje jednou nebo dvakrát za sezónu. Přesný termín hnojení je variabilní a záleží na mnoha okolnostech. Hnojí se tehdy, když rostlina vyčerpá většinu látek ze substrátu, což se projeví na barvě listů. Listy změní barvu z tmavě zelené na světle zelenou, někdy i na žlutou. Samotné hnojení se provádí buď pomocí závlahového mostu, kdy je roztok aplikován na listy a vzápětí je ihned smýván závlahovými tryskami, aby se dostal na povrch substrátu a nepopálil listy. Může být použito i granulované hnojivo, které se rozhazuje přímo do porostu, kde se z něho postupně uvolňují látky. V první fázi pěstování se používají hnojiva s vysokým obsahem dusíku a v druhé fázi hnojiva s obsahem draslíku a fosforu.



*Obr.7 - Záhon chmele s chmelovou sadbou při vegetativním růstu – fotoarchiv autora*

### **3.1.4 Expedice chmelové sadby**

Expedice sadby chmele se provádí od začátku října do konce listopadu po schválení pracovníky Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělství (ÚKZUZ). Na konci vegetační sezóny rostlina přesouvá důležité látky z nadzemní části do podzemní, kde jsou ukládány. Nadzemní část je nejprve nahrubo ostříhaná nůžkami. Po hrubém ostříhání se chmel stříhá znovu nůžkami na velikost potřebnou k expedici. Rostliny balíčkové sadby jsou zkráceny tak, aby nevyčnívaly z květináče, a jsou očištěny od opadaných listů (viz obr. 8, 9). Sadba se při zkrácení a očištění prohlíží a na základě počtu pupenů a průměru zkrácených výhonů se sadba třídí na sadbu k expedici a na slabou sadbu, která se nechává na pěstební ploše další rok. Následně je roztríděná chmelová sadba v květináčích naložena do dřevěných nebo plastových palet. V paletách o kapacitě zhruba 480–560 ks jsou expedovány pěstitelům chmele, kteří je následně vysázejí na chmelnice a dřevěné nebo plastové palety vrátí společně s prázdnými květináči pro další naplnění. Na 1 ha chmelnic připadá 2500–3400 ks sadby chmele.



Obr.8 – Balíčková chmelová sadba připravená k expedici (pohled z profilu) - fotoarchiv autora

Obr.9 – Balíčková chmelová sadba připravená k expedici (pohled z nadhledu) - fotoarchiv autora

## 3.2 Formulace výzkumného problému

Cílem práce je stanovit na základě výzkumu nejvhodnější dvou až tří týdenní úsek přesazování zakořeněných řízků chmele do květináčů a jejich následné vystavení na venkovní pěstební plochu. To je důležité pro ekonomiku pěstování výsledného produktu – balíčkové sadby chmele. Ideální termín přesazování zakořeněných řízků pomůže určit přesnou pěstební dobu, kdy **balíčková sadba splňuje expediční parametry a zároveň se optimalizují náklady na její vypěstování**. V praktické části je také hodnocen vliv použití většího květináče na velikost kořenové soustavy.

## 3.3 Stanovení hypotézy

**Hypotéza:**

1. Ideální termín přesazení zakořeněných řízků chmele do květináčů a jejich následné vystavení na venkovní pěstební plochu se pohybuje mezi 1. a 3. týdnem v červenci
2. Použití většího rozměru květináče a s ním vyšší náklady nebudou výhodné pro pěstování

## 3.4 Příprava materiálu pro vlastní pokus

### 3.4.1 Získání výchozího materiálu pro pokus

Pokus byl zahájen v pondělí 13. 06. 2022. V tento den se začalo ve firmě, která pěstuje chmelovou sadbu přesazování zakořeněných řízků chmele ze sadbovačů do květináčů klasické velikosti 11x11x12 cm a jejich umístění na venkovní pěstební plochu. 13. 06. 2022 byla pěstební plocha (záhon) s vystavenými květináči osázenými zakořeněnými řízků fotograficky



zdokumentován a označen datem. Po celou dobu pokusu, tj. od 13. 6. 2022 do 21. 7. 2022 byly vždy v pondělí a ve čtvrtek dokumentovány vždy další partie přesázených zakořenělých řízků chmele na pěstební ploše.

Ve čtvrtek 14. 07. 2022 byly přesázeny zakořenělé řízky chmele do větších květináčů velikosti 12x12x13 cm a opět byly umístěny na venkovní pěstební plochu. Také tyto rostliny byly fotograficky zdokumentovány a v další části pokusu byly porovnány s partií zakořenělých řízků chmele ze stejného data sázení, ale do menších květináčů.

### 3.4.2 Příprava vzorků pro analýzu

Z jednotlivých záhonů byly v daných sledovaných časových intervalech získány vzorky chmelové sadby. Vzorek z jednotlivých termínů byl sestaven vždy z 20ks květináčů s chmelovou sadbou. Vzorky byly sestříženy na prodejní velikost a byly zbaveny většiny vegetativních orgánů. Sestřížení na expediční velikost bylo prováděno jedním člověkem. Tyto vzorky byly vždy opatřeny štítkem s informacemi o dni přesázení, číslu klonu ŽPČ a počtu kusů. Tyto kusy opatřeny štítkem byly dány do beden a převezeny do místnosti s teplotou 10 C°. Sadba byla poté opatrně vyjmuta z květináčů (viz obr. 10) a ručně byl odstraněn okolní substrát (viz obr. 11). Substrát byl odstraňován opatrně, aby kořenová soustava neutrpěla zbytečné škody. Jemně očištěné kořeny byly přesunuty do plastové bedny s otvory a byly opatřeny opět štítkem. Plastové bedny se sadbou byly následně ponořeny do nádoby s vodou na 2 minuty. Po dvou minutách máčení sadby ve vodě byla celá bedna s rostlinami vytažena a přemístěna na místo oplachu. Doba oplachu rostlin se pohybovala kolem jedné minuty podle množství zbylého substrátu na kořenech sadby. K zamezení promíchání klonů bylo omýváno pouze jedno opakování naráz. Po důkladném a šetrném omytí kořenů byla sadba společně se štítkem umístěna do místnosti, kde osychala. Po oschnutí rostlin byly rostliny zváženy na váze s přesností půl gramu a hmotnost byla zapsána do předem připraveného zápisového archu obsahujícího datum přesázení sadby a číslo klonu ŽPČ. Výsledky byly zapsány, vyhodnoceny a byl vytvořen graf. **Rostliny byly opět zasázeny. Příští rok budou vyexpedovány společně se slabými rostlinami, které v průběhu příštího roku dorostou do prodejní velikosti.**



Obr.10 – Balíčková chmelová sadba po odstranění květináče – fotoarchiv autora



Obr.11 – Balíčková chmelová sadba po ručním odstranění okolního substrátu – fotoarchiv autora

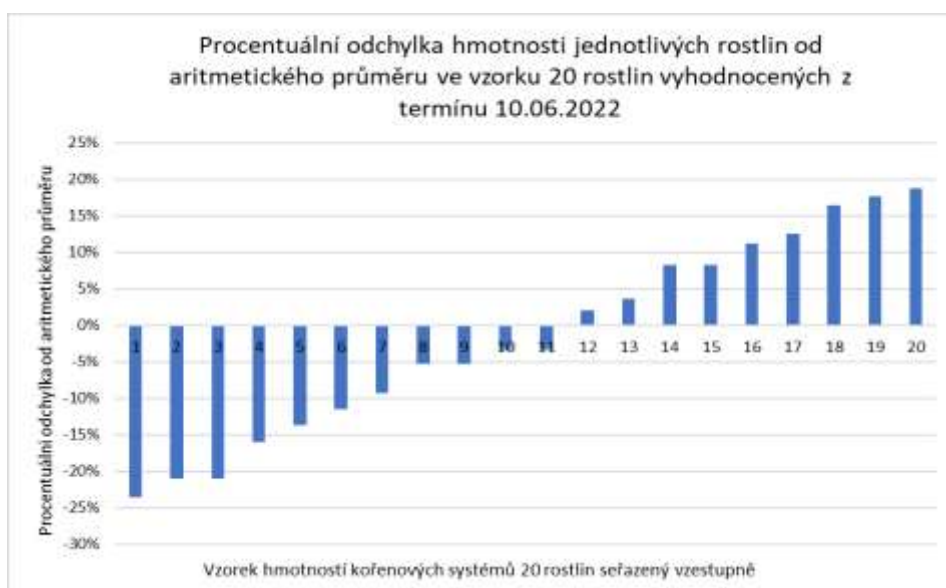
### 3.4.3 Stanovení reprezentativního vzorku

Před vlastní analýzou bylo nutné stanovit reprezentativní vzorek, počty kusů sadby z jednotlivých týdnů, které budou předmětem zkoumání. Původně bylo zamýšleno použít 5 kusů sadby z každého týdne náhodně vybraných z celého záhonu se sadbou. Na základě dat ze 17. 10. 2022, jejichž hodnoty byly získány postupem popsáním v bodu 3.2. bylo zjištěno, že je potřeba reprezentativní vzorek navýšit na 20 ks. Navýšení zkoumaných kusů z pěti na 20 si klade za cíl snížit možné odchylky a učinit tak pokus více věrohodným. Pro přesnější výsledky byl upraven i náhodný výběr rostlin z pěstebního záhonu. Rostliny byly vybírány náhodně z rostlin připravených pro expedici, nikoli náhodně z celého záhonu chmelové sadby.

Stanovení reprezentativního vzorku			
Počet rostlin	Hmotnosti kořene v gramech seřazeny vzestupně	Aritmetický průměr 20 hmotností kořenů rostlin	Procentuální odchylka od průměru seřazena vzestupně
1.	23	28,425	-23,59%
2.	23,5	28,425	-20,96%
3.	23,5	28,425	-20,96%
4.	24,5	28,425	-16,02%
5.	25	28,425	-13,70%
6.	25,5	28,425	-11,47%
7.	26	28,425	-9,33%
8.	27	28,425	-5,28%
9.	27	28,425	-5,28%
10.	27,5	28,425	-3,36%
11.	27,5	28,425	-3,36%
12.	29	28,425	1,98%
13.	29,5	28,425	3,64%
14.	31	28,425	8,31%
15.	31	28,425	8,31%
16.	32	28,425	11,17%
17.	32,5	28,425	12,54%
18.	34	28,425	16,40%
19.	34,5	28,425	17,61%
20.	35	28,425	18,79%

Tab. 1 - Stanovení reprezentativního vzorku - osobní archiv

V tabulce č. 1 jsou vidět procentuální odchylky. Je možné vidět někdy i pětinové odchylky od průměru. Tyto vysoké odchylky jsou pravděpodobně způsobeny nerovnoměrností sadby rostlin v rámci celého záhonu, v důsledku různých vnějších činitelů. Hodnoty v tabulce č. 1 byly seřazeny vzestupně.



Graf 1 - Procentuální odchylka hmotnosti jednotlivých rostlin od aritmetického průměru ve vzorku 20 rostlin vyhodnocených z termínu 10.06.2022 - osobní archiv

Odchylky jsou v grafu č. 1 seřazeny vzestupně. Na grafu je vidět nepoměr mezi kladnými a zápornými odchylkami v poměru 9:11. Z grafu je zřejmé, že velké odchylky od průměru se týkají spíše menších kořenů, ve třech případech se odchylky dostaly i za hranici 20 %. Na rozdíl od větších kořenů, které ani jednou hranici 20 % nepřekonal. Z toho je patrné, že chybovost v dalším zkoumání budou způsobovat hlavně slabší rostliny. Proto bylo přistoupeno k tomu, že rostliny byly vybírány pouze ze vzorků určených pro expedici

## **3.5 Vyhodnocení výsledků**

V této části jsou vyhodnoceny výsledky a je zde pojednáváno o jejich využití a ekonomických dopadech. Hodnoty získané z pokusu jsou uvedeny z důvodu čitelnosti v plné velikosti v příloze. (příloha č. 7)

### **3.5.1 Závislost hmotnosti kořene na termínu přesázení**

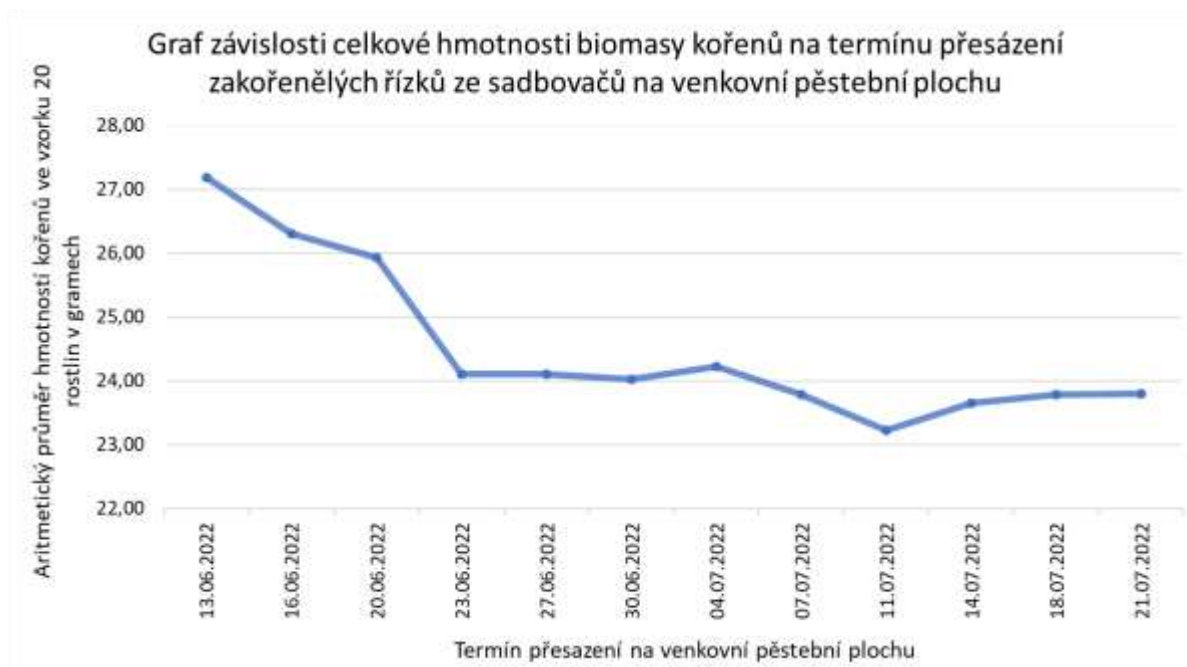
Srovnání hmotnosti kořene s termínem přesázení bylo vyhodnoceno z dat získaných 3. 12. 2022. podle postupu v bodu č. 3.4.2 příprava vzorků pro analýzu. Výsledné hodnoty tohoto srovnání a celkové výsledky budou předány společně s celou prací do firmy pěstující chmelovou sadbu.

Z dvaceti hodnot naměřené hmotnosti kořenového systému jednotlivých vzorků je vypočítán aritmetický průměr, který je v grafu propojen přímkami. Přehledně znázorňuje závislost hmotnosti kořenového systému na termínu přesázení.

Z grafu č. 2 je možné vyčíst, že po prvním týdnu a půl sadba dorůstá do podstatně větších rozměrů než sadba vysázená v pozdějších termínech. Nárůst je zde asi o 2–2,5gramu. Tento nárůst je zřejmě zapříčiněn dřívějším přesázením zakořeněných řízků na venkovní pěstební plochu. Vzhledem k tomu, že hledáme optimální termín přesázení řízků i z hlediska ekonomického, tedy sledujeme dobu růstu sadby na stanovišti, kde potřebuje zálivku, hnojení, postřiky atd., se doba od 13. 06. 2022. do 20. 06. 2022 zdá za nevyhovující.

Zbylá část aritmetických průměrů se drží okolo 24 gramů. To znamená, že kořenová soustava nemá zhruba od 23. 06. 2022 takové přírůstky kořenů a expedovaná sadba chmele je téměř stejná. Ze získaných dat vyplývá, že doba od 20. června do 10. července by mohla být ideální pro přesázení zakořeněných řízků na venkovní pěstební plochu. Lze také konstatovat, přesazování by mělo být zahájeno někdy okolo 20. června a nikoli dříve.

Při přesazování zakořeněných řízků po 10. červenci se zhoršuje efektivita pěstování, protože přibývá tzv. slabého chmele, který již není vhodný pro expedici a musí se nechat dorůst do příštího roku, kdy bude zařazen k prodeji. Slabý chmel ovšem nijak neovlivňuje výsledný graf č. 2 a tabulku hodnot č. 2. Protože v grafu i v tabulkách byl používán chmel určený pro expedici s vyloučením slabých kusů.



Graf 2 - Graf závislosti celkové hmotnosti biomasy kořenů na termínu přesazení zakořeněných řízků ze sadbovačů na venkovní pěstební plochu - osobní archiv

Pro další práci s daty musel být převeden termín vysazení na počet dní strávených na venkovní pěstební ploše. O převodu data na číslo vypovídá tabulka č. 2.

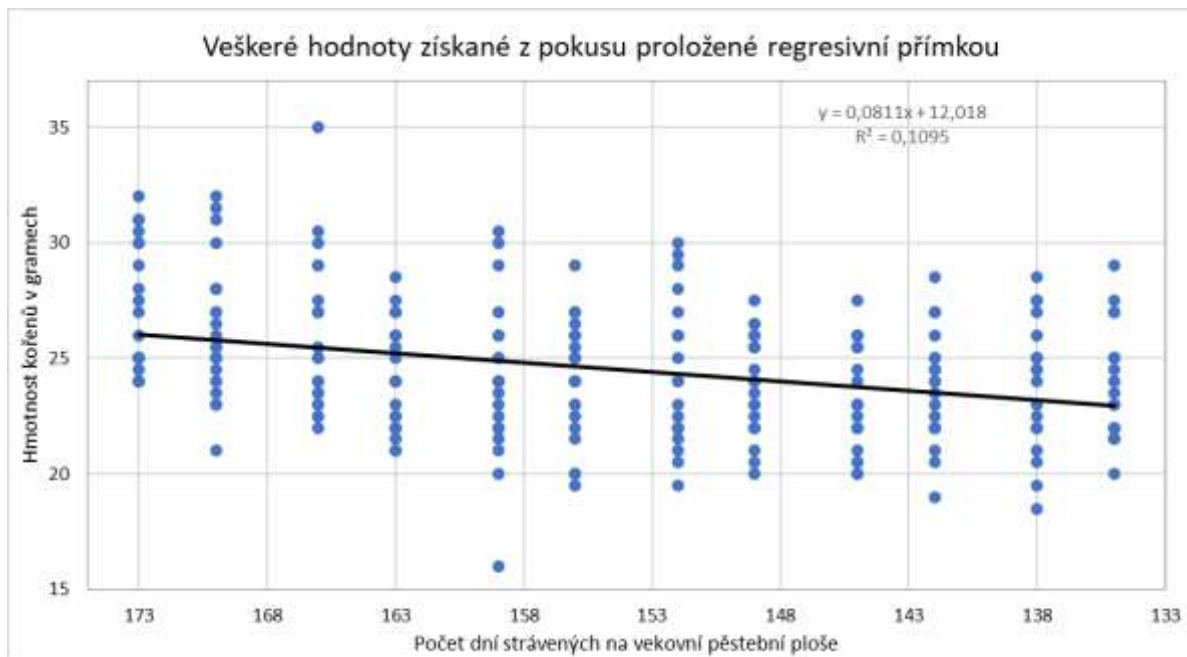
Datum přesazení na venkovní pěstební plochu	Počet dní pěstování na venkovní pěstební ploše
13.06.2022	173
16.06.2022	170
20.06.2022	166
23.06.2022	163
27.06.2022	159
30.06.2022	156
04.07.2022	152
07.07.2022	149
11.07.2022	145
14.07.2022	142
18.07.2022	138
21.07.2022	135

Tab. 2 - Převod data přesazení chmelové sadby na počet dní pěstování na venkovní pěstební ploše - (osobní archiv)

**Graf proložený regresivní přímkou.** Na grafu č. 3 jsou znázorněny body jednotlivých hmotností kořenové soustavy. Jsou seřazeny ve sloupcích podle dnů strávených na venkovní pěstební ploše. Graf je proložen regresivní přímkou. Nad grafem je funkce pro regresivní klesající přímkou a hodnota spolehlivosti  $R^2$ .

Z grafu je patrný klesající charakter hodnot. To potvrzuje hypotézu, že čím kratší pěstební doba, tím je kořenový systém rostliny menší. Pomocí hodnoty spolehlivosti  $R^2$  se podařilo vyvrátit

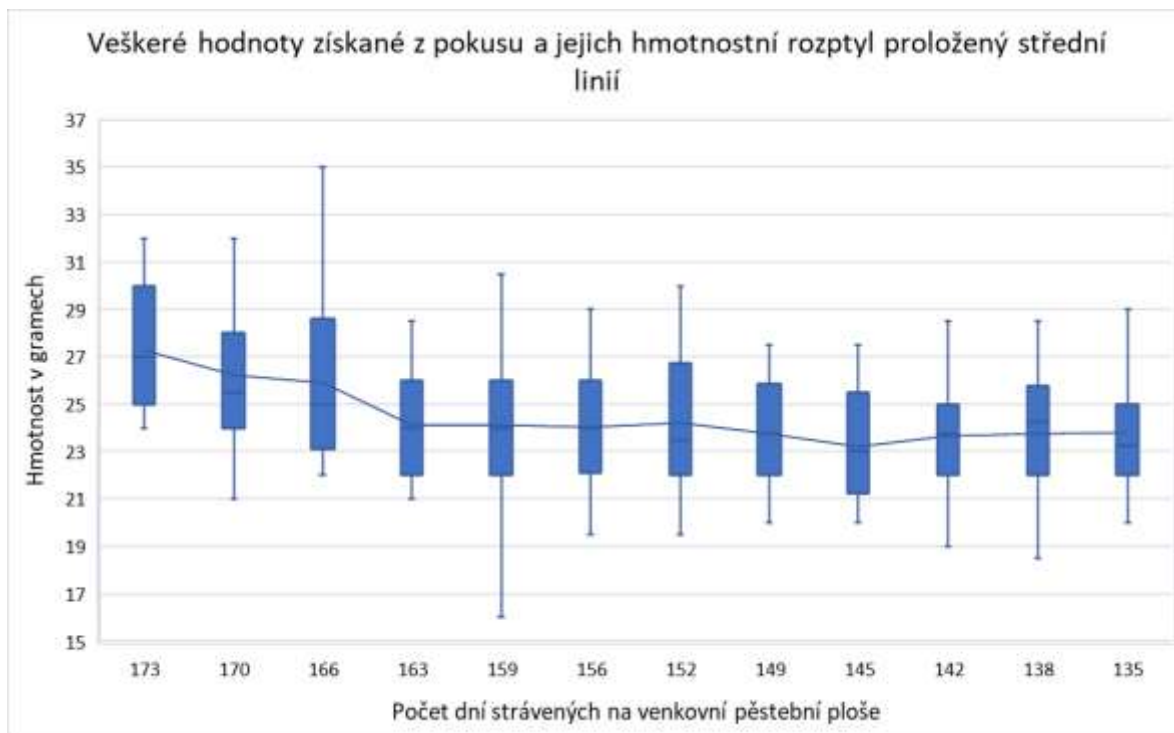
nulovou hypotézu přibližně na 11 %. Toto číslo také vypovídá o poměrně velkých odchylkách mezi jednotlivými rostlinami přesázenými v jednom termínu.



Graf 3 - Veškeré hodnoty získané z pokusu proložené regresivní přímkou - osobní archiv

**Graf získaných hodnot a jeho rozptyly.** Graf č. 4 ukazuje kvantily minima a maxima získaných hodnot. Jsou na něm přehledně vidět velké rozptyly hodnot

Na grafu č. 4 je možné vidět rozptyl všech 20 hmotností kořenové soustavy napříč jedním pozorováním. Je proložený střední linií, která potvrzuje klesající charakter a potvrzuje data z předchozího grafu. Střední linie téměř kopíruje linii na grafu č. 2. To ukazuje, že použitím aritmetických průměrů nedošlo k tak velkému zkreslení dat, jak bylo předpokládáno. Je zde také vidět, že jednotlivé rozptyly jsou různě velké, a i samotný rozsah kvantilů je různý napříč celým grafem. To znovu poukazuje na velmi proměnlivá data s velkým rozptylem. Data z 27. 06. 2022 (159 dní) mají vysoký rozptyl hodnot oproti ostatním.



Graf 4 - Veškeré hodnoty získané z pokusu a jejich hmotnostní rozptyl proložený střední linií - osobní archiv

**Zastoupení hodnot hmotností** kořenů by mělo být co možná nejrovnoměrnější, v ideálním případě má opisovat Gaussovu křivku. Graf by měl ukázat zastoupení hodnot jednotlivých intervalů hmotností. To je důležité pro celkové shrnutí. Graf může ukázat pěstitelům chmelové sadby zastoupení hmotností jednotlivých rostlin v záhonu s chmelovou sadbou

Na grafu č. 5 je možné vidět, že data jsou v rámci možností celkem rovnoměrná. Jediné, co vyčnívá je interval hmotností (21, 22] gramů. Ten dokonce dosahuje nejvyšších hodnot v grafu. Je možné se jen domnívat, proč zrovna tato hmotnost kořenového systému je v rámci pokusu nejčetnější.



Graf 5 - Zastoupení hmotností kořenů napříč celým pokusem – osobní archiv

### 3.5.2 Přesázení 22. 08. 2022

22. 08. 2022 byly přesázeny poslední zakořenělé řízky ze sadbovačů do květináčů na venkovní pěstební plochu. Toto pozdní datum bylo z důvodu pozdější objednávky chmelové sadby. Bylo nasázeno pouze pár tisíc kusů balíčkové sadby Tato sadba nemusela být expedována tento rok a byla ponechána na pěstební ploše. Příští rok bude jako jedna z prvních vyexpedována.



Graf 6 - Srovnání dosazovaných rostlin 22.08.2022 se sadbou nasázenou 21.07.2022 - osobní archiv

Na grafu č. 6. je patrné, že sadba přesázená 22. 08. 2022 je výrazně menší. Rozdíl v hmotnosti je téměř o 10 gramů. V záhonu se prudce zvyšovalo procento rostlin nevhodných pro expedici (slabé rostliny), a proto bylo nevýhodné pěstování této sadby. Na obrázku je patrné, že sadba přesázená téměř o měsíc později je znatelně menší. Má méně rozvětvenou kořenovou soustavu a její kořeny nedosáhly ani dna květináče. Oproti tomu sadba nasázená 21. 07. 2022 dorostla do rozměrů ideálních pro expedici. Je správně rozvětvená a má spoustu pupenů.



Obr. 12 - Sadba přesázená 22.08.2022 na venkovní pěstební plochu (vlevo) – fotoarchiv autora



Obr. 13 - Sadba přesázená 21.07.2022 na venkovní pěstební plochu (vpravo) – fotoarchiv autora



### 3.5.3 Srovnání velikosti květináčů

Druhá část pokusu je datována na 14. 07. 2022, kdy byly vysázeny zakořenělé řízků do květináčů běžné velikosti, tedy 11x11x12 cm a zároveň do květináčů větší velikosti, tedy 12x12x13 cm. Obě partie vysazených zakořenělých řízků byly opět vystaveny na venkovní pěstební plochu. Na konci pokusu bude vyhodnocen rozdíl v hmotnosti kořenové soustavy u obou vzorků a bude stanovena závislost hmotnosti kořenové soustavy na velikosti květináče.

Porovnání velikosti květináčů			
	Běžně používaný květináč	Větší květináč	Procentuální nárůsty
Rozměry květináče v centimetrech	11x11x12cm	12x12x13cm	X
Objem květináče v litrech	1,45l	1,87l	28,93%
Plocha kterou zabírá v centimetrech čtverečních	121cm <sup>2</sup>	144cm <sup>2</sup>	19,01%

Tab. 3 - Srovnání velikosti květináčů - osobní archiv

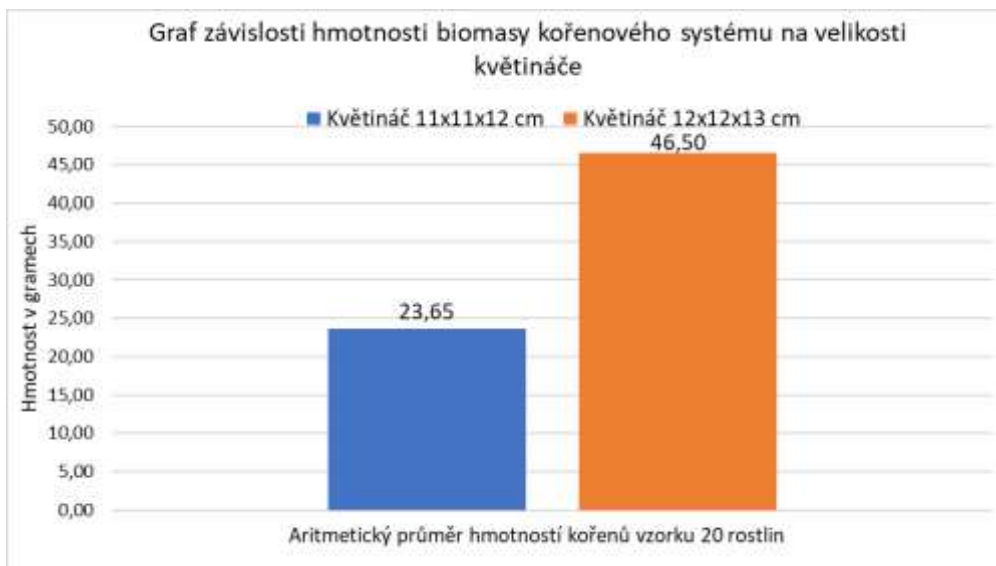
V tabulce č. 3 jsou vidět rozměry květináčů, ve kterých byly vzorky nasázeny a kde po dobu zhruba 20 týdnů rostly. Protože se jedná o květináče používané opakovaně, může v některých případech dojít k deformaci květináče, která většinou vede ke snížení objemu květináče. Tyto odchylky jsou však nepodstatné.

Pěstování ve větších květináčích s sebou nese zvýšení nákladů, a proto je nutné zvážit, jestli bude pěstování výhodné. Mezi náklady na pěstování sadby ve větším květináči by patřily náklady na přesazení zakořenělých řízků do květináčů. Sázecí stroj by musel být přenastaven na jinou velikost květináčů a tomu by se musela přizpůsobit i rychlost stroje. Zvětšení květináče by mělo také dopad na samotné pracovníky obsluhující sázecí stroj. Kvůli nutnému skládání sadby do beden a jeho následnému vystavování na pěstební plochu by došlo ke zvýšení již tak vysokého podílu lidské fyzické práce, což by šlo proti trendu, kdy se snažíme o větší mechanizaci a snižování potřeby lidské práce. S ohledem na prodloužení doby výsadby a zvýšení potřebné lidské práce se jeví zvětšení květináče jako **nevýhodné**.

Z tabulky je zřetelné, že při použití většího květináče dochází ke zvýšení plochy o téměř pětinu. To znamená také pětinnové zvýšení spotřeby vody a postřiků. Spotřeba vody by se zvýšila také z důvodu vyššího výparu vody z povrchu většího květináče. Velká spotřeba vody, společně s téměř pětinnovým nárůstem potřebné pěstební plochy, ukazuje na výrazné zvýšení nákladů, hlavně v prvních třech týdnech od přesazení. Větší květináč se proto jeví jako **nevýhodný** s ohledem na úsporu vody a postřiků.

Procentuální zvětšení objemu téměř o 30 % by vedlo k dalšímu zvýšení nákladů na substrát, a ne pouze o 30 %. Pravděpodobně by náklady na substrát při použití většího květináče přesáhly i 35 % Důvodem je stlačení substrátu uvnitř květináče po průchodu květináče sázecím strojem.





Graf 7 - Graf závislosti hmotnosti biomasy kořenového systému na velikosti květináče – osobní archiv

Na grafu číslo 7 jsou již vidět aritmetické průměry hmotností kořene z běžně používaného květináče (11x11x12cm) a z většího květináče (12x12x13cm). Z obrázku č. 12 je patrné, že ve větším květináči dochází k výrazně většímu nárůstu kořenové soustavy. Při zvýšení objemu o necelých 29 % došlo k téměř zdvojnásobnění průměru hmotností kořene. Z toho lze vyvodit, že jedním z hlavních faktorů ovlivňující kvalitu chmelové sadby je objem květináče a větší prostor pro růst rostliny. Kořenová soustava má více místa kam se rozrůstat a díky většímu obsahu kvalitního substrátu i více živin.

Sadba ve větším květináči musela být stejně jako ostatní sadba přesazená 14. 07. 2022 jednou přihnojena. I přes větší obsah kvalitního substrátu s hnojivem, byly tyto látky vyčerpány a musely být dodány roztokem s rozpuštěnými hnojivy. Indikátorem bylo zesvětlení listů z tmavě zelené na světlezelenou. Což signalizuje nedostatek živin. Po přihnojení začaly listy opět tmavnout až na svou původní barvu. Z důvodu zvětšení plochy, kterou sadba zabírá, bylo opět hnojení oproti sadbě v běžném květináči ztrátové – **nevýhodné**. Po zvážení nákladů a celkového efektu je zřejmé, že ekonomičtější je pěstování v menším květináči.

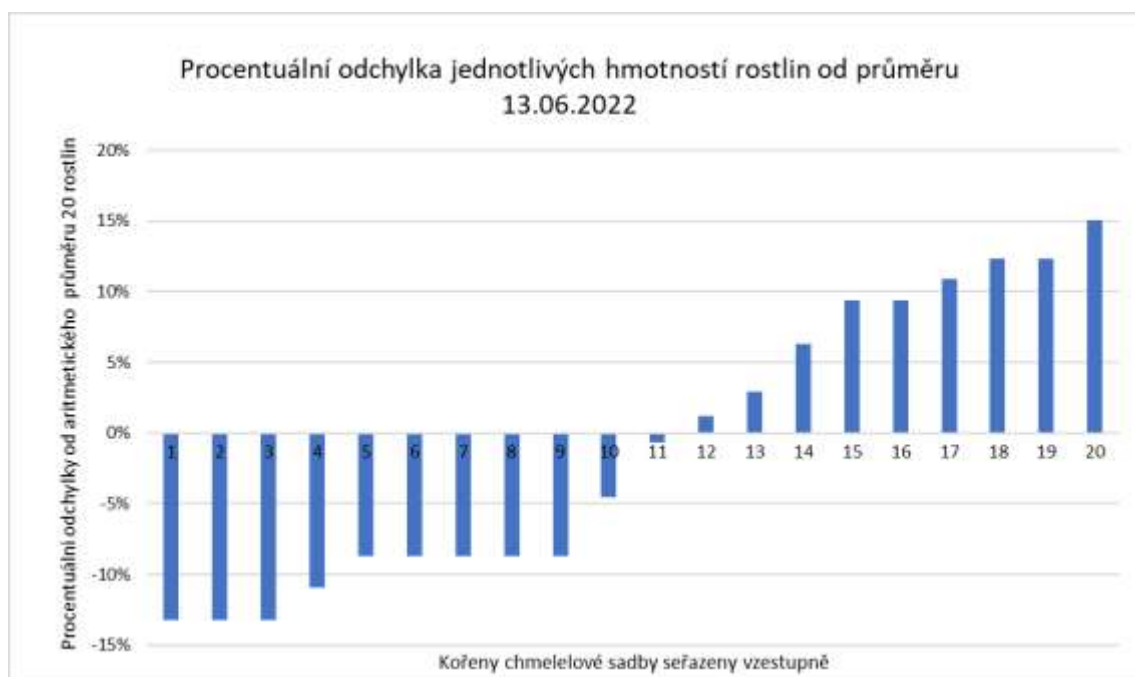


Obr.14 - Porovnání omyté balíčkové chmelové sadby z běžného květináče a většího květináče – fotoarchiv autora

### 3.5.4 Kontrola odchylky v pokusech a potvrzení relevance výsledků

K potvrzení relevance výsledků byla použita primární data z tabulky v příloze č. 7.

Po ukončení pokusu bylo potřeba zjistit, zda opatření (stanovené v bodě 3.4.3), která měla vést k větší věrohodnosti výsledků, měla dopad na výsledné získané hodnoty a došlo ke snížení odchylky. Nebo jestli opatření nebyla zbytečná. Jednotlivé kusy byly vybírány náhodně z balíčkové chmelové sadby připravené pro expedici.



Graf 8 - Procentuální odchylka jednotlivých hmotností rostlin od průměru 13.06.2022 - osobní archiv

Na grafu č. 8 je vidět snížení procentuální odchylky jednotlivých hmotností kořenů rostlin od průměru. Tyto hodnoty byly použity ze srovnání hmotnosti kořene na datum přesázení ze dne 13. 6. 2022. Při srovnání grafu č. 8 a grafu č. 1 je možné vidět znatelné snížení odchylek. To

znamená, že opatření (stanovené v bodě 3.4.3) účinkovalo a snížilo tak odchylku od průměru. Žádná z hodnot se nepřiblížila k hodnotě 20 %. Můžeme zde sledovat opačný trend než u minulého, kdy úplně nejvyšší odchylku tvořila odchylka záporná. Na rozdíl od grafu č. 8 kde nejvyšší odchylkou je hodnota kladná. Graf č. 8 tvořilo stejně jako graf č. 1 jedenáct hodnot záporných a devět hodnot kladných. Nejdůležitějším opatřením bylo zavedení zkoumání 20 rostlin na místo pěti. Menší odchylka od průměru znamená menší procentuální výkyvy ve výsledných hodnotách.

## 3.6 Diskuse

Vhodně zvolený termín přesazování zakořenělých řízků ze sadbovačů do květináčů má vliv na kvalitu a objem kořenové biomasy, která je zásadní pro výslednou jakost sadby chmele, kterou chmelaři používají při výsadbě nových nebo obnově starších chmelnic. Zároveň je snahou zahradnického podniku optimalizovat dobu pěstování balíčkové sadby chmele tak, aby náklady při zachování kvality byly co nejnižší.

Zvolená doba přesazování je důležitá nejen pro naplánování celého letního přesazování, ale také je jakousi pojistkou a jistotou vypěstování kvalitní chmelové sadby. Získaná data o hmotnosti kořene mohou sloužit jako orientační plán pro pěstitele chmelové sadby, protože před koncem vegetačního růstu (zatažením rostliny) není nijak možné zjistit nebo si ověřit dostatečný nárůst kořenové biomasy. Hypotéza č. 1 (stanovení optimálního data pro přesazování) byla shledána částečně pravdivá a pomocí pokusu se jí povedlo upřesnit. Ze získaných hodnot byl stanoven optimální termín přesazení na období mezi 20.červnem a 10. červencem. Pokus pomohl potvrdit, že přesazování po 22. srpnu je nevýhodné, protože dochází k výraznému zvětšení procenta slabých rostlin v záhonu. Protože se jedná o výsledky pouze z jednoho roku je velmi pravděpodobné, že výsledky mohou být ovlivněny počasím (počtem slunečních dní, větrem, srážkami, teplotami vzduchu a dalšími).

Výsledky získané při pěstování ve dvou velikostech květináče jsou důležité pro optimalizaci nákladů a propočet využitelnosti větších květináčů pro pěstování chmelové sadby. Z výsledků pokusu vyplývá, že pokud by došlo ke změně květináčů ve prospěch většího, znamenalo by to vyšší výdaje spojené s nákupem těchto květináčů, vyšších výdajů na postřiky, zálivku a množství substrátu. Pomocí pokusu se podařilo potvrdit hypotézu č. 2. Expedovaná sadba v květináčích 11x11x12 (běžně používaný) má však vysoké procento uchycení na chmelnicích (95 % a více) (ústní sdělení, Ing. Vít Nachlinger). Toto procento je více než dostačující, a proto balíčková sadba chmele nemusí být pěstována ve větším květináči.

Nebyly nalezeny žádné podobné práce, se kterými by šlo diskutovat. Všechny výsledky jsou primární a styl pokusu byl založen na základě uvážení autora práce.

## 4 ZÁVĚR

Cílem práce bylo stanovit nejvhodnější termín pro přesazování zakořenělých řízků ze sadbovačů do květináčů a následné vystavení na venkovní pěstební plochu. Práce se také zabývala možným použitím větších květináčů pro běžné pěstování a dopadem této změny na kvalitu sadby a zvýšení spotřeby substrátu, hnojiv, postřiků, vody a pěstební plochy vody.

Na začátku praktické části byl podrobně představen celý průběh pěstování balíčkové chmelové sadby společně s technologiemi a metodami pěstování. Bylo vytvořeno schéma, které popisuje pěstování balíčkové sadby.

V dalších bodech byl s ohledem na popis pěstování chmelové sadby formulován problém, kterému se věnuje pokus v další části. Též zde byly stanoveny a popsány hypotézy autora práce. V další kapitole je popisován výběr, průběh a konečný sběr dat z chmelové sadby. Krok po kroku zde byl nastíněn postup práce a použité pomůcky společně s metodami práce. Kapitola je doprovázena fotografickou dokumentací z průběhu sběru dat. **Celkově bylo vyhodnoceno 280 kusů chmelové sadby.**

Nepodařilo se nalézt žádný obdobný pokus na chmelové sadbě, proto muselo ještě před samotným pokusem proběhnout stanovení reprezentativního vzorku. Výsledkem bylo navýšení počtu zkoumaných rostlin o 400 %. Též zde byly vyzkoušeny a upraveny metody použité při sběru chmelových rostlin.

Po zjištění reprezentativního vzorku mohl být proveden samotný pokus. Jako první byly vyhodnoceny výsledky srovnání hmotnosti kořene s termínem přesázení na pěstební plochu. Z těchto měření byla stanovena optimální doba pro přesázení na termín mezi 20. červnem a 10. červencem. Získaná data dále ukazují, že nemá smysl dosazovat sazenice po 20. srpnu, protože nejsou vhodné pro expedici.

Další kapitola se věnovala problematice velikosti květináčů a pěstování chmelové sadby. Při porovnání běžně používaného květináče o rozměrech 11x11x12 cm s větším květináčem o rozměrech 12x12x13cm bylo zjištěno, že i přes téměř dvojnásobný nárůst kořenné biomasy v případě většího květináče se jeví větší květináč převážně ztrátový a ekonomicky nevýhodný.

Tato práce by mohla být v příštích letech rozšířena a zaměřena na opakování pokusu pro zpřesnění výsledků a odstranění možný vliv venkovních podmínek. Také by se mohla zaměřit na vyhodnocení počtu slabých rostlin v záhonu nevhodných pro expedici, které nebyly do tohoto výzkumu zahrnuty. Protože je pravděpodobné, že pozdějším termínem výsadby se jejich podíl zvyšuje.

Celá práce byla předána v tištěné podobě zahradnickým firmám na pěstování chmelové sadby. V příštím roce budou získaná data využita v praxi při přesazování chmelových rostlin.

Všechny cíle stanovené na začátku této práce byly splněny.

## 5 SEZNAM LITERATURY

### 5.1 Písenné prameny

[1] BRANT, Václav, 2021. *Agrotechnika chmele ve vztahu k rozmístění kořenového systému*. Praha 10: Agrární komora České republiky. ISBN 978-80-88351-21-4.

[2] HOREJSEK, Jan a Miroslav ZICH, 1990. *CHMELAŘSTVÍ*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. ISBN 80-209-0125-6.

[3] NESVADBA, Vladimír, 2013. *Vývoj a tradice českých odrůd chmele*. Žatec: Chmelařský institut. ISBN 978-80-87357-11-8.

[4] PASTYŘÍK, Vlastimil, 1989. *Chmelařství*. České Budějovice: Ministerstvo zemědělství a výživy ČSR. ISBN 80-7084-016-1.

[5] POKORNÝ, Vladimír, 1997. *Zahradnický slovník naučný 3*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. ISBN 80-85120-62-3.

[6] RYBÁČEK, Václav a kolektiv, 1980. *Chmelařství*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. ISBN 07-068-80.

[7] *Situační a výhledová zpráva*, 2021. 2021. Praha 1: Ministerstvo zemědělství. ISSN 1211-7692

### 5.2 Online zdroje

8 Historie a vývoj chmelařství v Žatci, 2015. *Historie a vývoj chmelařství v Žatci* [online]. Žatec: Unibot [cit. 2022-11-17]. Dostupné z: <http://www.chmelarskemuzeum.cz/cz/historie-pestovani.html>

9 Oddělení šlechtění chmele, 2012. *Historie a vývoj chmelařství v Žatci* [online]. Žatec: Chmelařský institut Žatec [cit. 2023-01-17]. Dostupné z: <http://www.chizatec.cz/?arc=96&sub=62>

10 Bohemia Top Hop. In: *Bohemia Top Hop: Výzkum* [online]. Žatec: V. F Humulus [cit. 2023-01-29]. Dostupné z: <https://www.hop.cz/home.php?pg=vyzkum&lg=cz>

## 6 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 – Balíčková sadba chmele a její vegetativní orgány (pohled z profilu) - fotoarchiv autora.....	11
Obr. 2 - Zakořenělé rostlinky v agaru (Bohemia Top Hop,[cca2019]).....	19
Obr.3 - Sadbovače vyrovnané na stole ve fóliovníku – fotoarchiv autora .....	20
Obr.4 - Zakořenělý řízek chmelové rostliny v sadbovači – fotoarchiv autora.....	20
Obr.5 - Schéma množení mladých rostlin chmele – fotoarchiv autora.....	21
Obr.6 - Přesázené rostliny vystavené na pěstební plochu a vyrovnané do záhonů – fotoarchiv autora.....	22
Obr.7 - Záhon chmele s chmelovou sadbou při vegetativním růstu – fotoarchiv autora.....	23
Obr.8 – Balíčková chmelová sadba připravená k expedici (pohled z profilu) - fotoarchiv autora.....	24
Obr.9 – Balíčková chmelová sadba připravená k expedici (pohled z nadhledu) - fotoarchiv autora.....	24
Obr.10 – Balíčková chmelová sadba po odstranění květináče – fotoarchiv autora .....	25
Obr.11 – Balíčková chmelová sadba po ručním odstranění okolního substrátu – fotoarchiv autora.....	25
Obr. 12 - Sadba přesázená 22.08.2022 na venkovní pěstební plochu (vlevo) – fotoarchiv autora.....	31
Obr. 13 - Sadba přesázená 21.07.2022 na venkovní pěstební plochu (vpravo) – fotoarchiv autora.....	31
Obr.14 - Porovnání omyté balíčkové chmelové sadby z běžného květináče a většího květináče – fotoarchiv autora .....	34

## 7 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 - Stanovení reprezentativního vzorku - osobní archiv.....	26
Tab. 2 - Převod data přesázení chmelové sadby na počet dní pěstování na venkovní pěstební ploše - (osobní archiv) .....	28
Tab. 3 - Srovnání velikosti květináčů - osobní archiv .....	32

## 8 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 - Procentuální odchylka hmotnosti jednotlivých rostlin od aritmetického průměru ve vzorku 20 rostlin vyhodnocených z termínu 10.06.2022- osobní archiv .....	26
Graf 2 - Graf závislosti celkové hmotnosti biomasy kořenů na termínu přesázení zakořenělých řízků ze sadbovačů na venkovní pěstební plochu - osobní archiv .....	28
Graf 3 - Veškeré hodnoty získané z pokusu proložené regresivní přímkou - osobní archiv.....	29
Graf 4 - Veškeré hodnoty získané z pokusu a jejich hmotnostní rozptyl proložený střední linií - osobní archiv .	30
Graf 5 - Zastoupení hmotností kořenů napříč celým pokusem – osobní archiv.....	30
Graf 6 - Srovnání dosazovaných rostlin 22.08.2022 se sadbou nasázenou 21.07.2022 - osobní archiv .....	31
Graf 7 - Graf závislosti hmotnosti biomasy kořenového systému na velikosti květináče – osobní archiv .....	33
Graf 8 - Procentuální odchylka jednotlivých hmotností rostlin od průměru 13.06.2022 - osobní archiv .....	34

## 9 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 2 - Prostokořenná chmelová sadba – fotoarchiv autora.....	40
Příloha 1 - Výška porostu chmelové sadby – fotoarchiv autora.....	40
Příloha 3 - Nově přesázená balíčková chmelová sadba zalévána závlahovým mostem – fotoarchiv autora.....	40
Příloha 6 – Kořenová soustava po 51 dnech pěstování – fotoarchiv autora.....	41
Příloha 4 – Nově přesázená chmelová sadba na venkovní pěstební ploše – fotoarchiv autora.....	41
Příloha 5 - Omytá chmelová balíčková sadba – fotoarchiv autora .....	41
Příloha 7 - Tabulka získaných hodnot - osobní archiv .....	42



## 10 PŘÍLOHY



*Příloha 2 - Výška porostu chmelové sadby  
– fotoarchiv autora*



*Příloha 1 - Prostokořenná chmelová  
sadba – fotoarchiv autora*



*Příloha 3 - Nově přesázená balíčková chmelová sadba zalévána závlahovým mostem – fotoarchiv autora*





*Příloha 4 – Kořenová soustava po 51 dnech pěstování – fotoarchiv autora*



*Příloha 6 - Omytá chmelová balíčková sadba – fotoarchiv autora*



*Příloha 5 – Nově přesázená chmelová sadba na venkovní pěstební ploše – fotoarchiv autora*

Termín přesazení zakořeněných řízků ze sadbovačů na venkovní pěstební plochu a jeho vliv na nárůst kořenové biomasy														
Zatecký poloprany červeňák klon	31	72	114	31	72	72	72	72	72	72	114	114	114	114
Datum přesazení chmele na pěstební plochu	13.06.2022	16.06.2022	20.06.2022	23.06.2022	27.06.2022	30.06.2022	04.07.2022	07.07.2022	11.07.2022	14.07.2022	18.07.2022	21.07.2022	22.08.2022	14.07.2022 květináč 12x12x13
Počet rostlin	Hmotnost kořenů v gramech													
1.	30,00	30,00	23,50	22,00	29,00	23,00	29,00	23,00	26,00	24,50	22,50	27,00	16,00	50,50
2.	24,00	31,50	27,00	21,00	27,00	26,00	22,00	25,50	22,00	27,00	24,50	23,00	18,00	49,00
3.	28,00	32,00	24,00	25,00	25,00	26,00	21,50	21,00	27,50	24,00	26,00	24,50	12,50	47,00
4.	26,00	31,00	23,00	22,50	24,00	24,00	21,00	20,00	26,00	24,50	25,00	27,00	14,00	44,00
5.	30,50	26,00	22,50	22,50	26,00	21,50	29,50	22,50	24,50	19,00	25,00	25,00	14,00	43,50
6.	24,00	28,00	22,50	26,00	30,50	25,00	23,00	24,50	23,00	22,00	27,50	29,00	14,00	38,50
7.	27,50	23,00	29,00	24,00	25,00	22,50	24,00	23,50	24,00	23,50	28,50	27,50	11,00	55,00
8.	31,00	23,50	27,00	22,00	26,00	19,50	22,50	22,00	22,00	25,00	27,00	22,00	15,00	43,00
9.	27,00	26,50	25,00	21,50	22,00	27,00	27,00	26,50	25,50	22,00	24,50	23,00	19,50	42,50
10.	29,00	24,00	25,50	27,00	24,00	23,00	24,00	26,00	20,50	26,00	19,50	24,00	15,00	48,00
11.	25,00	24,50	23,50	23,00	20,00	29,00	22,00	27,50	25,50	22,00	22,00	21,50	18,00	52,00
12.	24,50	25,00	29,00	27,50	30,00	20,00	19,50	22,00	20,00	20,50	27,50	20,00	13,00	39,00
13.	24,00	27,00	27,50	24,00	16,00	24,00	22,00	20,50	22,50	25,00	20,50	21,50	10,00	48,00
14.	32,00	25,50	30,50	26,00	22,50	25,00	28,00	24,00	23,00	22,50	22,00	22,00	12,00	51,50
15.	25,00	23,00	22,00	27,00	23,50	25,50	25,00	22,00	20,50	23,00	24,00	23,00	15,50	42,50
16.	25,00	21,00	35,00	25,50	20,00	20,00	26,00	26,00	21,00	28,50	18,50	23,00	18,00	41,00
17.	25,00	27,00	24,00	22,00	22,00	24,00	26,00	26,50	20,00	27,00	25,00	25,00	15,00	45,00
18.	31,00	28,00	23,00	21,00	24,00	26,50	30,00	24,00	26,00	24,00	22,00	23,50	15,00	48,00
19.	30,00	24,00	30,00	28,50	23,00	27,00	20,50	23,00	23,00	22,00	21,00	21,50	16,50	50,00
20.	25,00	25,50	25,00	24,00	21,50	22,00	22,00	25,50	22,00	21,00	23,00	22,00	13,50	52,00
Aritmetický průměr	27,18	26,30	25,93	24,10	24,10	24,03	24,23	23,78	23,23	23,65	23,78	23,80	14,78	46,5