

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE**

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Katedra plánování krajiny a sídel

Diplomová práce

Vliv injektáže biouhlové směsi na výnos a kvalitu révy
vinné

Autor: Bc. Tomáš Spurný

Vedoucí práce: Ing. Markéta Hendrychová Ph.D.

2024 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Tomáš Spurný

Regionální environmentální správa

Název práce

Vliv injektáže biouhlové směsi na výnos a kvalitu révy vinné

Název anglicky

Effect of injection of biochar mixture on yield and quality of grapevine

Cíle práce

Cílem práce je provést analýzu vzorků vinné révy z vinice Mariana v Čepirohách, ke které byla vpravena injektáž s biouhlovou směsí. Zjistit tak vliv injektáže na výnos a kvalitu vinné révy v porovnání s kontrolními rostlinami vinné révy.

Metodika

V teoretické části práce bude představena oblast, ve které se vinice nachází. Dále bude uvedení do řešené problematiky.

Praktická část bude zrealizována na výsypkové vinici Mariana v Čepirohách. Na této vinici bude do půdy přidán pomocí injektáže substrát složený z biouhlu, mykorhíznic hub, rhizosférických bakterií, zeolitem a štářou získanou z vermikompostu. Bude posuzováno zda tento substrát pomůže k vyšší výnosnosti na vinici. Dále budou také sledovány parametry zjišťující kvalitu hroznů vinné révy. V rámci tlakové injektáže, která proběhla u několik let starých rostlin vinné révy proběhne sklizeň za účelem získání informace, zda měla injektáž pozitivní vliv na kvalitu a výnosnost (hmotnost) vinné révy oproti kontrolním rostlinám vinné révy.

Doporučený rozsah práce

40-60

Klíčová slova

Čepirohy, biochar, injektáž, vinná réva

Doporučené zdroje informací

HAILEGNAW, Niguss; ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. FAKULTA AGROBIOLOGIE, POTRAVINOVÝCH A PŘÍRODNÍCH ZDROJŮ. *Ability of biochar to modify availability of soil nutrients = schopnosti biocharu regulovat podíl dostupných živin v půdě : doctoral dissertation work*. Disertační práce. Prague: 2021.

TEUSCHEROVÁ, Nikola; LOJKA, Bohdan; ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. FAKULTA TROPICKÉHO ZEMĚDĚLSTVÍ. *The use biochar for soil fertility improvement and increase of crop production = Využití biochar pro zvýšení výnosů a půdní úrodnosti : dissertation thesis*. Disertační práce. Praha: 2018.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Markéta Hendrychová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra plánování krajiny a sídel

Elektronicky schváleno dne 19. 12. 2023

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 12. 2023

prof. RNDr. Michael Komárek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 24. 03. 2024

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Vliv injektáže biouhlové směsi na výnos a kvalitu révy vinné vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů. Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla. Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 28.3.2024.

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval Ing. Kamile Hüttnerové za odbornou pomoc, trpělivost a přínosné konzultace při vypracování diplomové práce. Dále bych rád poděkoval své vedoucí Ing. Markétě Hendrychové Ph.D. za vedení diplomové práce.

Abstrakt

Po ukončení hnědouhelné těžby na dole Hrabák vznikla v Čepirohách, v okrese Most, výsypka. Na této čepirožské výsypce byla během rekultivace těžební oblasti založena vinice. Z důvodu vysoké úmrtnosti mladých sazenic v prvních letech výsadby, navázal majitel vinice, České vinařství Chrámce, spolupráci s Českou zemědělskou univerzitou v Praze. V rámci této spolupráce dochází k výzkumu možného zlepšení podmínek růstu vinné révy s použitím biouhlové injektaže ke kořenům sazenic.

Diplomová práce si klade za cíl zjistit vliv biouhlové směsi, vpravené ke kořenům sazenic, na výnos a kvalitu vinné révy. Dalším cílem je zjistit vliv biouhlu na pH a konduktivitu ovocné šťávy z hroznů.

V roce 2022 byl proveden v rámci praktické části diplomové práce sběr hroznů ze 70 sazenic, ke kterým byla pravena směs biouhlu, a ze 70 kontrolních sazenic, které byly obhospodařovány běžným způsobem. Výsledky práce ukázaly, že na sazenicích, ke kterým byla směs vpravena, rostlo o 750 hroznů více než na kontrolních sazenicích. Přičemž na jedné sazenici s přidanou biouhlovou směsí rostlo průměrně o 9 hroznů více než na kontrolní sazenici. Z celkové váhy všech nasbíraných hroznů zaujímalo 59,8 % váha hroznů ze sazenic s biouhlovou směsí a zbylých 40,2 % váha hroznů z kontrolních sazenic. Ovšem průměrná váha jednoho hroznu ze sazenic s biouhlovou směsí byla o 10,7 gramů nižší než průměrná váha hroznu z kontrolních sazenic. Co se kvality týče, hrozny ze sazenic s biouhlovou směsí obsahovaly 43,9 % ovocné šťávy, oproti tomu hrozny z kontrolních sazenic pouze 41,4 %. Vliv biouhlu na pH ovocné šťávy nebyl při experimentu potvrzen. Vliv biouhlu na konduktivitu ovocné šťávy nebyl během výzkumu také potvrzen.

Klíčová slova: Čepirohy, biochar, injektaž, vinná réva

Abstract

After the end of lignite mining at the Hrabák mine, a dump was created in Čepirohy in the Most district. A vineyard was established on this Čepirohy dump during the reclamation of the mining area. Due to the high mortality of young seedlings in the first years of planting, the owner of the vineyard, České vinařství Chrámce, established cooperation with the Czech University of Agriculture in Prague. As part of this collaboration, research is being carried out on the possible improvement of grapevine growth conditions using biochar injection to the roots of the seedlings.

The diploma thesis aims to determine the effect of the biochar mixture applied to the roots of the seedlings on the yield and quality of the grapevine. Another goal is to determine the effect of biochar on the pH and conductivity of grape juice.

In 2022, as part of the practical part of the diploma thesis, grapes were collected from 70 seedlings to which the biochar mixture was prepared, and from 70 control seedlings that were managed in the usual way. The results of the work showed that 750 more grapes grew on seedlings treated with the mixture than on control seedlings. Moreover, one seedling with the added biochar mixture grew on average more grapes than the control seedling. Of the total weight of all collected grapes, 59.8% was the weight of grapes from seedlings with a biochar mixture, and the remaining 40.2% was the weight of grapes from control seedlings. However, the average weight of one grape from seedlings with biochar mixture was 10.7 grams lower than the average weight of grapes from control seedlings. In terms of quality, grapes from seedlings with the biochar mixture contained 43.9% fruit juice, compared to only 41.4% from control seedlings. The effect of biochar on the pH of fruit juice was not confirmed in the experiment. The effect of biochar on the conductivity of fruit juice was also not confirmed during the research.

Keywords: Čepirohy, biochar, injection, grapevine

Obsah

1. ÚVOD	1
2. CÍLE PRÁCE	2
3. METODIKA	3
3.1. CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉ LOKALITY	3
3.2. PŘÍRODNÍ CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉ LOKALITY.....	5
3.2.1. Geomorfologie zájmové lokality	5
3.2.2. Klimatické podmínky v zájmové lokalitě.....	5
3.2.3. Fauna a flora v zájmové lokalitě	6
3.2.4. Pedologie v zájmové lokalitě	7
3.2.5. Vodní režim v zájmové lokalitě.....	7
3.2.6. Ochrana přírody v okolí zájmové lokality	8
3.3. SBĚR DAT	9
4. LITERÁRNÍ REŠERŠE	12
4.1. KRAJINA ZASAŽENÁ TĚŽBOU	12
4.2. HISTORIE TĚŽEBNÍ ČINNOSTI NA MOSTECKU	13
4.3. OBNOVA KRAJINY PO TĚŽEBNÍ ČINNOSTI.....	14
4.3.1. Historie obnovy na Mostecku.....	15
4.3.2. Typy použitých rekultivací	16
4.3.3. Rekultivační proces	20
4.4. BIOUHEL	22
4.4.1 Výroba biouhlu.....	22
4.4.2. Využití biouhlu	24
4.5. VINNÁ RÉVA.....	26
4.5.1. Pěstování vinné révy	27
4.5.2. Pěstování vinné révy na Mostecku	28
5. VÝSLEDKY PRÁCE	31
5.1. VÝNOS VINNÉ RÉVY	31
5.2. KVALITA VINNÉ RÉVY	35
5.3. KYSELOST ŠŤÁVY VINNÉ RÉVY	37
5.4. KONDUKTIVITA	38
6. DISKUSE	39
7. ZÁVĚR A PŘÍNOS PRÁCE	41
8. PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ	42
8.1. ODBORNÁ LITERATURA.....	42
8.2. LEGISLATIVA.....	45
8.3. INTERNETOVÉ ZDROJE	45
9. SEZNAM OBRÁZKŮ	47
10. SEZNAM GRAFŮ A TABULEK	47
11. PŘÍLOHY	48

1. Úvod

Region Mostecko, ležící na severozápadě České republiky, je známý svojí různorodou krajinnou mozaikou, nachází se zde jak vysoké hory, tak i nízké kopce a nížiny. Avšak největší zásah, do jinak malebné krajiny, byl začátek intenzivní těžby hnědého uhlí v období socialismu. Takto silně zasažená krajina ztrácí veškeré svoje přirozené funkce, vytrácí se biologická diverzita, dochází ke kontaminaci půdy a mění se fyzikální a chemické vlastnosti půdy. Dochází tím k půdní degradaci a její schopnosti zadržovat vodu a živiny. Těžební činností dochází i k narušení systému povrchových i spodních vod a jejich kontaminaci (Kretschmann a kol., 2017).

Především krajina v Mostecké pánvi byla těžební činností zcela přetvořena na měsíční krajinu. Vzhledem k tomu, že takto zasažená krajina ztratila z velké části svoji samoregenerační funkci, byla zde nutnost lidské pomoci. V dnešní době je již mnoho lokalit zasažených těžbou úspěšně rekultivováno. Vznikly zde rekreační plochy v podobě parků, vodních ploch (jezera Milada, Matylda, Benedikt a další) a sportovních areálů. Také zde byly založeny vinice (Město Most, ©2023). Na výsypce z hnědouhelného dolu Hrabák poblíž Mostecké městské části Čepirohy vyrostly tři vinice. Na výsypku bylo dovezeno až 50 cm ornice, avšak nestabilita podloží zůstává nadále místním významným problémem. Nestabilní podloží zapříčiňuje neustálé sesuvy zemin a negativně tím působí na systém podzemní vody (České vinařství Chrámce, ©2024). Následkem je nedostatek vláhy především pro mladé sazenice vinné révy, které ještě nemají do dostatečné hloubky rozvětvený kořenový systém. Tyto sazenice proto ve velkém počtu hynou.

Jedním z možných řešení je využití biouhlu. Jedná se o látku, která je při rekultivačních pracích velice žádanou surovinou. Tato pevná látka vzniklá pomocí pyrolýzy biomasy se vyznačuje vysokou pórovitou strukturou, díky čemuž je schopna dobře zadržovat vodu a živiny potřebné k růstu rostlin. Díky této vlastnosti je prokazatelné, že po aplikování biouhlu do půdy se zvyšuje růst sazenic, zvyšuje se kvalita půdy a tím se zvyšuje i odolnost rostlin vůči zhoršeným podmínkám (V4 Biochar Platform, ©2021). Aplikování biouhlu by tedy mohlo pomoci s nepříznivými podmínkami na vinici Mariana.

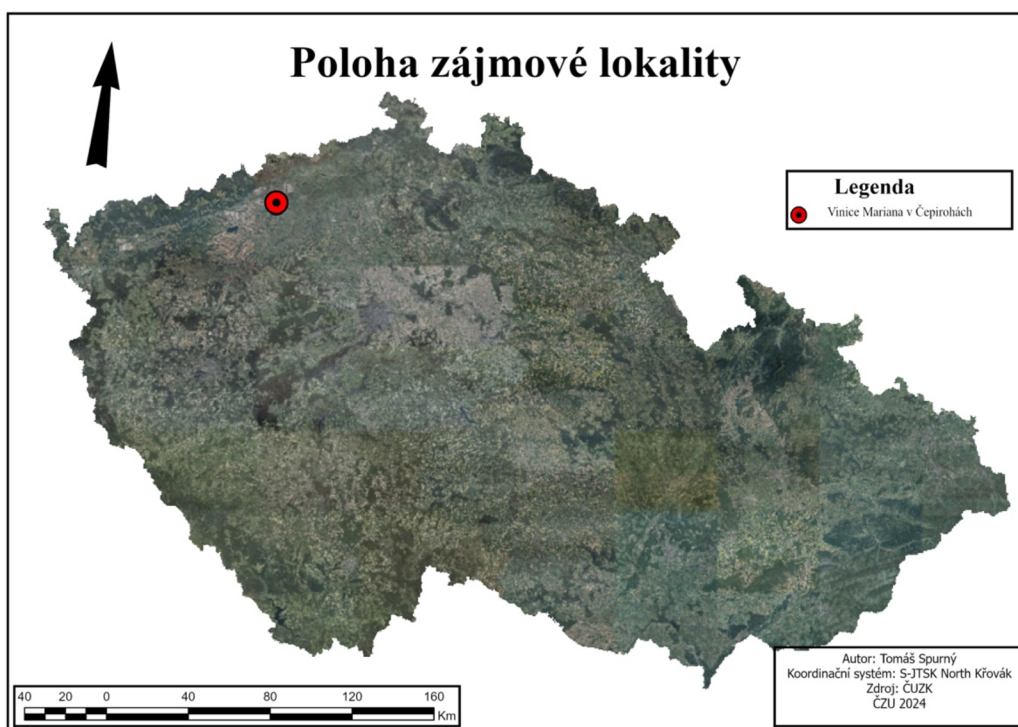
2. Cíle práce

Cílem této diplomové práce je provést analýzu vzorků z vinné révy rostoucí na vinici Mariana v Čepírorách na Mostecku, ke které byla vpravena injektáž se směsí směsí biouhlu, mykorrhizních hub, půdních bakterií, přírodního jílu a organického hnojiva ke kořenům sazenic. Zjistit tak vliv injektáže na výnos vinné révy, kvalitu vinné révy a pH ovocné šťávy v porovnání s kontrolními rostlinami vinné révy s běžným obhospodařováním na stejné vinici.

3. Metodika

3.1. Charakteristika zájmové lokality

Zájmová lokalita pokusné Vinice Mariana se nachází v okrese Most v Ústeckém kraji nedaleko obce Čepirohy a okresního města Most. Okres Most, jeden z nejmenších okresů České republiky, se nachází v na severozápadě Čech, jak je zobrazeno na obrázku níže (Obrázek č.1). Na své severní straně sdílí svoji hranici se Spolkovou republikou Německo (konkrétně Sasko), na východě sousedí s okresem Teplice, na jihu s okresem Louny a na západě s okresem Chomutov. V okrese se nacházejí tři významné geologické oblasti. První oblastí, na severní hranici okresu, je východní část Krušných hor, tzv. Loučenské pohoří. Za zmínku zde stojí vrcholy Loučná (956 m. n. m.) nebo Lesenská pláň (921 m. n. m). Do jižní oblasti zasahuje část Českého středohoří, která směrem na západ přechází v Žateckou plošinu. Nejdůležitější částí okresu je ovšem oblast ležící mezi již dvěma zmíněnými, tou je Mostecká pánev. V této oblasti se v období budování socialismu těžilo ve velké míře hnědé uhlí. Během desítek let těžby zmizelo z této oblasti více než 80 obcí a s nimi i staré město Most, ze kterého se dochoval pouze kostel a hrad Hněvín na přilehlém kopci (ČSÚ, 2023). Těžba v oblasti značně změnila krajinný ráz a zcela přeformovala strukturu místní krajiny. V současné době dochází k postupnému útlumu těžby a k rozsáhlým rekultivacím míst zasažených těžbou.



Obrázek č. 1 Poloha zájmové lokality, autor: Tomáš Spurný

Mezi rekultivované krajinné prvky patří i výsypky, na jedné z nich se nachází i zkoumaná zájmová lokalita. Jedná se o Čepirožskou výsypku na okraji statutárního města Most. Čepirožská výsypka, jak již název napovídá, se nachází v městské části Čepirohy. O původní obci Čepirohy nejsou pochyby, že již existovala ve 13. století, ovšem na přelomu 60. a 70. let minulého století byla velká část obce zbourána a zbylá část s nově postavenými domy byla připojena k městu Most (Město Most, ©2012). V okolí kolem dříve těžbou obklopeného města Mostu se v současné době začíná rozprostírat zelená krajina, se stromy, rozlehlými parky a zatopenými povrchovými doly. Mezi tato rekreační vodní díla patří jezero Matylda, jezero Vrbenský a jezero po dolu Ležáky. V okolí města Most se ovšem nacházejí i více než 72 ha rozsáhlé vinice. Vinná réva se díky své nenáročnosti a schopnosti hloubkového zakořenění až několika metrů pod zem stala od konce 20. století novou hojně využívanou rekultivační plodinou (České vinařství Chrámce, ©2024).

Dříve než začala výstavba vinice, bylo nutné výsypku upravit tak, aby mohlo dojít k zemědělskému využití. Před výsadbou vinné révy byla na výsypku navezena a rozprostřena ornice o hloubce 30–50 cm. Po této úpravě byly vysázeny sazenice vinné révy, které se dobře ujaly. Z důvodu zvýšené vodní eroze byly všechny vinice zatravněny. Nově vzniklé, 30 ha rozsáhlé vinice, dostaly ženská jména – Barbora, Libuše a Mariana (České vinařství Chrámce, ©2024). Vinice Mariana byla vybrána pro tuto diplomovou práci jako zájmová lokalita. Vinice byla založena v roce 1981 a rozkládá se na ploše 10 ha. Původně zde byly vysazené odrůdy Zweigeltrebe, Svatovavřínecké a Ryzlink rýnský, ovšem po třiceti letech byly tyto modré odrůdy nahrazeny více žádanými bílými odrůdami. Vinice byla tedy mezi lety 2012 a 2013 vyklučena, zorána a během prvního čtvrtletí roku 2014 zde byly vysázeny odrůdy Tramín a Müller Thurgau. V průběhu dalšího roku byla vinice zatravněna a byla zde postavena plastová opěrná konstrukce s dvěma nataženými dráty. Bohužel kvůli příliš horkému letnímu počasí v roce 2015 došlo k úhynu téměř 80% mladých rostlin a proto byly sazenice v následujících třech letech průběžně dosazovány (České vinařství Chrámce, ©2024).

3.2. Přírodní charakteristika zájmové lokality

3.2.1. Geomorfologie zájmové lokality

Severozápad Čech je stejně jako naprostá část České republiky součástí Českého masivu tvořen horninami s různým stářím. Tato skutečnost dělá reliéf Českého masivu velmi rozmanitým (Statutární město Ústí nad Labem, ©2023). Oblast Mostecka byla postupem času tvarována tektonickou činností, při které došlo ke vzniku Krušných hor na severu a Českého středohoří na jihu oblasti. Mezi zmíněnými pohořími se vytvořila mostecká pánev, která je jednou z největších podkrušnohorských pánví o rozloze 1420 km², z nichž je 850 km² je uhlonosných (Štýs a kol., ©2014). Samotná mostecká pánev je spolu s dalšími sedimentárními pánvemi součástí geologické struktury oháreckého riftu. Dle Štýse a kol. (2014) se jedná o oblast s geomorfologicky nevýraznou dynamikou reliéfu. Pánev s se začala vyplňovat usazeninami. Postupné usazování probíhalo v období od 21 do 16 milionů let, kdy jílovité a písčité usazeniny a organická hmota neustále kompenzovaly. Vrstva uhlí vznikla mezi prvními usazenými vrstvami, a proto se nachází v hloubce od 50 až do 400 m. Vrstva uhelné sloje je široká od 10 do 50 metrů (Severočeské doly, ©2021).

3.2.2. Klimatické podmínky v zájmové lokalitě

Klimatické podmínky jsou ovlivňovány mnoha faktory. Klima je ovlivněno nadmořskou výškou, morfologií terénu, průměrnou roční teplotou a průměrným úhrnem ročních srážek. Téměř celá oblast Mostecka se dle klasifikace od Quitta (1971) nachází v teplé oblasti T2. Tato oblast se vyznačuje krátkým mírně teplým jarem, dlouhým a suchým létem, krátkým a mírně teplým podzimem a krátkou suchou zimou. Téměř celý region se nachází ve srážkovém stínu Krušných hor, to zapříčiňuje nízký srážkový úhrn v celé oblasti a dělá to z této oblasti jedno z nejsušších míst v rámci České republiky (Lipský, 2022). Průměrný roční úhrn srážek se pohybuje v rozmezí 400–600 mm a průměrná roční teplota se pohybuje kolem 9 °C (Štýs a kol., ©2014). V oblasti vanou převážně západní větry.

Jak uvádí Šefl a kol. (2021) je potřeba dbát ohledy i na těžbou vzniklé výsyvky, které díky svému tvaru a půdnímu složení a vodnímu systému mívají často odlišné klimatické podmínky od zbytku krajiny a mohou se zde proto vyskytovat zcela jiné druhy rostlin a živočichů.

3.2.3. Fauna a flora v zájmové lokalitě

Z důvodu rozsáhlé těžební činnosti byla dříve rozmanitá fauna a flóra značně omezena na mnoha místech zcela zlikvidována a nahrazena měsíční krajinou. I přes tento negativní vliv těžby se v regionu vyskytují různé druhy rostlin a živočichů. Fauna je tedy kvůli předešlé těžbě značně snižena. (Culek a kol., 2013) Během rekultivací se obnovily základní funkce krajiny a došlo k postupnému osidlování dříve zdevastovaného území nejrůznějšími druhy. Při rekultivacích bylo nutné propojení rekultivovaných oblastí s okolím. Vzhledem k morfologii terénu střídání různých prostředí dochází k bohaté druhové rozmanitosti (Bejček a Šťastný, 2000). Vzhledem k unikátním přírodním podmínkám na výsypkách, které jsou ovlivněny klimatickými podmínkami, složením půdního agregátu a jejich vodním systémem, jsou výsypky osidlovány unikátními druhy (Culek a kol., 2013). Vyskytují se na nich různé druhy ptačích společenstev např. linduška úhorní (*Anthus campestris*), bělořitšedý (*Oenanthe Oenanthe*) a na výsypkách s vyšší vegetací lze najít i strnada zahradního (*Emberiza hortulana*), strnada lučního (*Miliaria calandra*) a pěnici vlašskou (*Sylvia nisoria*) Mezi hojně vyskytující se druhy savců lze zařadit muflony evropské (*Ovis aries musimon*) vyskytující se především na výsypce po dolu ČSA, dále prase divoké (*Sus scrofa*), lišku obecnou (*Vulpes vulpes*), netopýra velkého (*Myotis myotis*) a zajíce polního (*Lepus europaeus*). Na malých omezených úsecích lze najít i myšici malooká (*Apodemus uralensis*). Nově vzniklé vodní plochy a mokřadní oblasti jsou oblastí s bohatým výskytem vodního a mokřadního ptactva. Vyskytuje se zde kachna divoká (*Anas platyrhynchos*), lžičák pestrý (*Anas clypeata*), čírka obecná (*Anas crecca*), racek malý (*Larus minutus*), potápka černokrká (*Podiceps nigricollis*), volavky popelavé (*Ardea cinerea*) a také kolonie racka chechtavého (*Larus ridibundus*) (Bejček a Šťastný, 2000).

Z pohledu flóry je typické osidlování výsypek nejprve jednoletými nenáročnými rostlinami, které jsou později vytlačeny rostlinami dvouletými, vytrvalými a následně dřevinami (Štýs a kol. ©2014). Přirozená vegetace tohoto regionu se skládá z hlaváčka jarního (*Adonis vernalis*), vlnice chlupaté (*Oxytropis pilosa*), kavylu tenkolistého (*Stipa tirsia*), pelyňku pontického (*Artemisia pontica*), řebříčku štětínovitého (*Achillea setacea*), kozince bezlodyžného (*Astragalus exscapus*), ostřice černoklasé (*Carex melanostachya*). Vyskytují se zde i expanzivní druhy jako např. řtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), ovsík vyvýšený

(*Arrhenatherum elatius*) (Culek a kol., 2013). Po lesnických rekultivacích zde převládají listnaté lesy tvořené duby, habry a lípami (Šefl a kol., 2021). Nachází se zde i hojné zastoupení borovice lesní (*Pinus sylvestris*) (Culek a kol., 2013).

3.2.4. Pedologie v zájmové lokalitě

Z pedologického hlediska je oblast Mostecka velmi různorodá. Důvodem je především rozsáhlá těžební činnost v severočeské hnědouhelné pánvi, která přetvořila téměř veškerý pedologický profil oblasti. Oblasti, které nebyly zasaženy těžební činností, jsou tvořeny z velké části černozeměmi. Jedná se především o jižní část Mostecka, kde se vyskytují v nemalé míře také kambizemě (Divišová a kol.,2020). Ovšem valná část půdy na Mostecku byla vystavena antropogenním vlivům těžby. Tím vznikla především na výsypkách různorodá směs půd bez předešlého vývoje tzv. antroposoly (Lipský, 2022). Výsypky jsou často tvořeny půdami jílovohlinitými s různými příměsemi, např. písku (Šefl a kol., 2021). Tyto půdy jsou často podmáčeny a silně zabahněny a jsou proto vážně ohroženy erozní činností. Je proto nutná včasná zemědělská nebo lesnická rekultivace takto obnažených půd (Divišová a kol.,2020).

3.2.5. Vodní režim v zájmové lokalitě

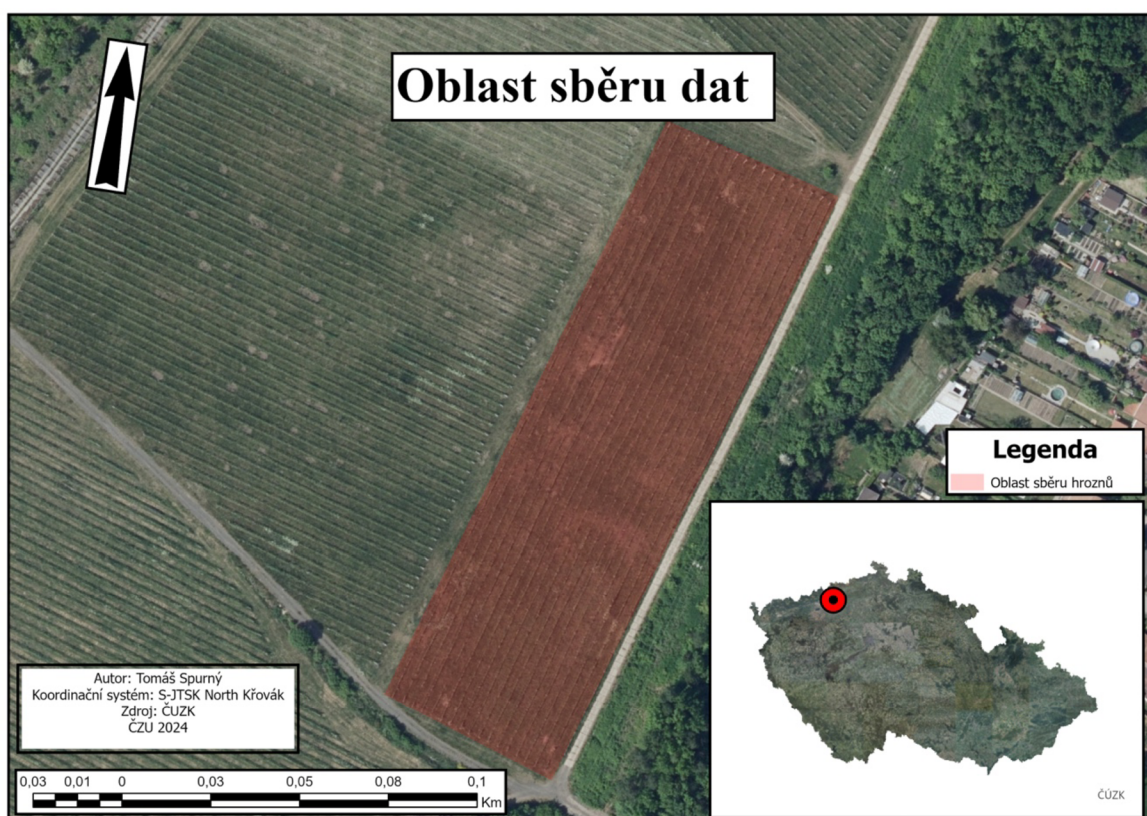
Oblast Mostecka je protkána ne příliš hustou sítí vodních toků, kromě řeky Bíliny a Srpiny se zde nacházejí pouze malé toky a malým průtokem. Mezi které patří například Luční potok, Slatinský potok a Sušánský potok, Lužický potok, Počeradský potok, Braňanský potok a další (Divišová a kol.,2020). Vodní režim byl jako jiné přírodní složky zasažen těžební činností. Těžba kvůli neustálému odčerpávání vody z důlních prostorů místní krajinu velmi vysušila (Štýs, ©2012). Těžbou se také snížila hladina spodních vod a zhoršila se jejich kvalita (Divišová a kol.,2020). Těžba ovlivnila i kvalitu řeky Bíliny a menších toků v okolí (Štýs a kol. ©2014). Velkou vzpruhou vodního režimu na Mostecku bylo započetí hydrologických rekultivací zbytkových jam povrchových dolů. Tím vznikly velké vodní plochy s obrovskou zásobou všestranně použitelné vody. Počítá se, že po ukončení těžebních činností vzniknou vodní plochy s objemem 3 mld m³ (Štýs, ©2012).

3.2.6. Ochrana přírody v okolí zájmové lokality

V České republice je krajina chráněna zákonem 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny. Účelem tohoto zákona je přispívat k udržení a obnově přírodní rovnováhy v krajině, chránit biodiverzitu forem života, přírodních hodnot a krás a zajišťovat šetrné hospodaření s přírodními zdroji. To vše v souladu s právem Evropského společenství. Zájmová oblast Mostecko byla v průběhu let člověkem zcela přetvořena kvůli těžbě hnědého uhlí. Ovšem i přesto se v oblasti nacházejí významné prvky ochrany přírody. Dle AOPK (©2023) se na území obce s rozšířenou působností Most vyskytují bodové prvky v podobě patnácti památných stromů, mezi které patří borovice Schwerinova na Zahražanech, lípa v Lužici, lipové stromořadí u Oblastního muzea v Mostě, dub letní pod Ressellem, dub u jezírka, dub pod Lajsníkem, alej moruší v Braňanech, lípy u červeného mlýna v Chánově, jírovec a lípa u studny v Braňanech a další. Na území se také rozkládají maloplošná chráněná území, která jsou především spjata s významnými geologickými a geomorfologickými oblastmi. Patří mezi ně NPP Jánský vrch, z části NPR Bořeň, PR Písečný vrch, PR Milá, PP Chloumek, PP Lužické šípáky, PP Velká Volavka. Z velkoplošných chráněných území se zde vyskytuje pouze CHKO České středohoří, žádný národní park v oblasti není. Dle AOPK (©2023) se zde vyskytují také evropsky významné lokality. Těmi jsou NPR Bořeň, vrch Milá a Naturou 2000 chráněná Kopistská výsypka.

3.3. Sběr dat

Sběr dat pro diplomovou práci proběhl na vinici v Čepirohách, konkrétně na vinici Mariana. Vinice se rozkládá na svahu bývalé výsypky po hnědouhelném dolu Hrabák jihozápadně od centra města Most. Vinice byla založena roku 1981. Na přiložené mapě níže (Obrázek č. 2) je zobrazena oblast, na které došlo v rámci experimentu diplomové práce ke sběru dat.



Obrázek č. 2 Oblast sběru dat autor: Tomáš Spurný

Po založení vinice a po několikanásobném úhynu mladých sazenic na vinici z důvodu sucha málo rozvinutého kořenového systému sazenic byla majiteli vinice navázána spolupráce s Českou zemědělskou univerzitou v Praze. V rámci této spolupráce byla v několika dávkách ke kořenům mladých sazenic v několika řadách vpravena injektáž směsi biouhlu, mykorrhizních hub, půdních bakterií, přírodního jílu a organického hnojiva od firmy Groown s.r.o. U nově vysazených sazenic byla směs vložena do jamky před vložením sazenice a u již vzrostlých sazenic bylo v těsné blízkosti rostliny vyhloubeno několik děr tak, aby se následně nasypaná směs dostala do kontaktu s kořeny. Jak udává firma Groown s.r.o. (Groown s.r.o., ©2024), přidáním

zmíněné směsi by mělo dojít ke zvýšení retenční schopnosti půdy, zvýšení odolnosti rostlin, jejich růstu a zahuštění jejich kořenového systému. Rostliny by se měly stát odolnější vůči stresu, např. dlouhotrvajícím suchu. Po přidání byl zahájen monitoring těchto sazenic.

V rámci experimentu došlo k očesání hroznů z monitorovaných sazenic. Obrázek níže (Obrázek č. 3) zobrazuje sběr hroznů z monitorovaných sazenic na zatravněné vinici Mariana v Čepirohách k podrobnému výzkumu.



Obrázek č. 3 Sběr hroznů na zatravněné vinici Mariana autor Tomáš Spurný

Experiment byl proveden ve čtyřech řadách. Přičemž byl proveden sběr hroznů ve dvou řadách sazenic, k jejichž kořenům byla přidána zmíněná biouhlová směs. Dále byl proveden sběr hroznů ve dvou kontrolních řadách se sazenicemi, které se obhospodařují běžným způsobem.

Aby bylo dosaženo co nejpřesnějších výsledků, jsou řady v těsné blízkosti v následujícím pořadí: kontrolní řada – řada s injektáží – řada s injektáží – kontrolní řada.

Během experimentu byly vždy sesbírány všechny hrozny z jednotlivých sazenic. Po očesání jedné sazenice byly hrozny důkladně pomocí váhy zváženy a hodnoty zapsány do tabulek pro výzkum výnosnosti. Způsob vážení vzorků z jedné sazenice je zobrazen na obrázku níže (Obrázek č. 4). Tento proces sbírání dat byl proveden s hrozny ze 70 za sebou rostoucích sazenic, k jejichž kořenům byla přidána směs biouhlu pomocí injektáže, a ze 70 za sebou rostoucích sazenic s běžným způsobem obhospodařování. Následně bylo odebráno 18 vzorků hroznů ze sazenic, k jejichž kořenům byla přidána směs biouhlu a 18 vzorků hroznů ze sazenic s běžným způsobem obhospodařování na laboratorní výzkum kvality vinné révy, kyselost ovocné šťávy z hroznů a konduktivitu ovocné šťávy.



Obrázek č. 4 Vážení nasbíraných vzorků autor Tomáš Spurný

4. Literární rešerše

4.1. Krajina zasažená těžbou

Na pojem krajina existuje mnoho různých definic. Každá z definic na krajinu nahlíží jiným způsobem. Dalo by se s nadsázkou říci, že každá z věd má dle svého pohledu pro krajinu vlastní definici. Krajinu lze odborně definovat jak z pohledu ekologie, geomorfologie, historie a dalších. Krajinu tedy nelze definovat jednotně tak, aby splňovala kritéria všech (Sklenička, 2003). Pojem krajina je pevně zakořeněn i v legislativě, v zákoně č. 114/1992 Sb.. Tento zákon definuje krajinu v § 3 následovně: „*Krajina je část zemského povrchu s charakteristickým reliéfem, tvořena souborem funkčně propojených ekosystémů a civilizačními prvky*“ (Zákon č 114/1992 Sb.). Dle Jůvy a kol. (1977) je krajina vymezenou částí prostředí, která má své společné charakteristické znaky a vlastnosti. Forman a Gordon (1993) chápou krajinu jako dva navzájem se ovlivňující ekosystémy, které se v podobných formách opakují. Vráblíková a kol. (2014) definuje krajinu systém, ve kterém neustále probíhá výměna látek a energie mezi ním a okolím.

Člověk svým jednáním již odjakživa ovlivňuje vývoj krajiny kolem sebe. Už jen těžko by se dala najít krajina, která nebyla ovlivněna lidskou činností. Na velikosti vlivu člověka lze krajinu dělit na přírodní a kulturní. Člověk krajinu neustále přetváří dle svých potřeb. Ať už stavbou sídel, odlesňováním lesů pro zemědělskou půdu, stavbou průmyslových areálů, stavbou všech druhů komunikací (Vráblíková a kol. 2014). Tento proces začal již v pravěku, kdy bylo ovlivnění minimální, ovšem zvrát přišel s nástupem zemědělství ve starověku. Během této doby začalo postupné odlesňování a s ním i zvýšená erozní činnost. Během středověku již došlo k lokální těžbě nerostných surovin a během novověku se těžba nerostných surovin a dřeva násobně zvýšila (Rohovská, ©2024).

Těžba nerostných surovin sebou nese vždy negativní dopad na krajinu, především potom povrchová těžba. Povrchovou těžbou dochází ke změně krajinného rázu, znečištění ovzduší v okolí a k znečištění podzemních a povrchových vod. Negativní dopad má těžba také na původní živočichy, kterým brání k jejich přirozené migraci (Neužil, ©2024). Po těžbě vznikají v krajině nepřírodní útvary v podobě výsypek a důlních jam bez vodního systému, vegetace a edafonu (Vráblíková, ©2010).

4.2. Historie těžební činnosti na Mostecku

První zmínky o uhlí na Mostecku pocházejí již z počátku patnáctého století, kdy v obci Krigvald prodal místní měšťan svůj podíl na uhelném dole horníkům. Další dochovaný záznam je z poloviny šestnáctého století, kdy Bohuslav Felix Hasištejnský z Lobkovic oznamuje českému arcivévodovi Ferdinandovi své rozhodnutí o vybudování dolu na kamenné uhlí. V počátcích těžební činnosti šlo hlavně o povrchovou těžbu v podobě lomů, později se přidala hlubinná těžba v podobě štol a nehlubokých dolů s obdélníkovými jámami. V této době dosahovala účinnost těžební činnosti kvůli primitivním nástrojům a postupům pouze 15-20%. Vyrubané uhlí se většinou volně spálilo na jemný popel a použilo jako hnojivo nebo jako přísada k výrobě ledku. Takovéto nakládání s uhlím bylo později zakázáno. Z důvodu malé efektivity dopravních prostředků byl odbyt uhlí značně omezen. Rozmach těžby nastoupil po zahájení říční dopravy uhlí po toku Labe do Německa v třicátých letech 19. století a otevření železnice na trase Praha – Podmokly o dvacet let později (Podkrušnohorské technické muzeum, ©2021). Tato železniční dráha byla později napojena na Drážďany – Hřensko. Železniční doprava zažila velký rozkvět a postupně se železnici začaly napojovat první doly (Štýs, ©2012). Tím se zvýšila i produkce uhlí a na konci sedmdesátých let 19. století dosáhl odbyt uhlí pěti milionů tun ročně (Podkrušnohorské technické muzeum, ©2021). Těžba hnědého uhlí paradoxně zachránila lesní porosty v krušnohorské oblasti, neboť před nástupem uhlí bylo dřevo jediným dostupným palivem. Postupem času došlo k pozvolnému zalesnění oblasti (Štýs, ©2012). V druhé polovině devatenáctého století vznikly první velké společnosti na těžbu uhlí. Těmi byly Mostecká společnost pro dobývání uhlí, Severočeská uhelná společnost, Státní doly a další. Na začátku dvacátého století se začaly objevovat i první povrchové doly. S nárůstem těžební činnosti začal narůstat i počet obyvatel v oblasti a k výrazné změně jeho národnostního složení. V oblasti také výrazně klesl věkový průměr, neboť většina z přistěhovalých byli mladí lidé. (Zaniklé krajiny, ©2024). Během druhé světové války převzala všechny těžební společnosti německá státem kontrolovaná Sudetoněmecká důlní akciová společnost. Na konci druhé světové války bylo v severočeské hnědouhelné pánvi 34 hlubinných a 24 povrchových lomů. Hlubinné doly byly postupně nahrazovány povrchovými. Po skončení druhé světové války byly na základě Benešových dekretů všechny těžební podniky znárodněny a spojeny do národního podniku Severočeské hnědouhelné doly. Těžba uhlí rychle

rostla, v polovině minulého století se v oblasti během roku vytěžilo 20 milionů tun uhlí, o deset let později téměř dvojnásobek, v sedmdesátých letech množství vytěženého uhlí přesahovalo 60 milionů tun ročně a během osmdesátých let se ročně vytěžilo 75 milionů tun (iUhli, ©2016). Během rozvoje těžby a zakládání nových povrchových dolů bylo nuceno ustoupit množství místních obcí (Srbice, Ledvice, Zabušany, Liptice a další), včetně starého města Most. Raritou se stal kostel Nanebevzetí Panny Marie, ten byl v roce 1975 přesunut o necelých 900 metrů mimo zásah těžby (Zaniklé krajiny, ©2024). Z důvodu rostoucí těžby uhlí a těžkého průmyslu přicházelo do oblasti čím dál více obyvatel, a to vedlo k výstavbě četných panelových sídlišť (Bízková, ©2014). Během celé doby těžební činnosti byla i stavena rozsáhlá dopravní infrastruktura, která sloužila k obsluze dolů (Štýs a kol., ©2014). V roce 1991 se vláda usnesla na územních limitech těžební činnosti hnědého uhlí v severočeské pánvi a postupně docházelo k uzavírání dolů s nízkou efektivitou. V roce 2016 byl uzavřen poslední hlubinný důl s názvem Centrum (iUhli, ©2016). Společně s doly se postupně začala odstraňovat i těžební technika a zařízení sloužící jako zázemí při těžbě.

4.3. Obnova krajiny po těžební činnosti

Těžební činnost v severočeské hnědouhelné pánvi značně narušila krajinu a zcela pozměnila krajinný ráz v celé oblasti. Z malebné krajiny v blízkosti Krušných hor se stala zcela zdevastovaná krajina s povrchovými doly, výsypkami a těžkým průmyslem. V tomto stavu krajina z velké části ztrácí svoji seberegenerační schopnost a je nutné ji pomoci. Rekultivace krajiny neodmyslitelně patří k těžební činnosti a je od začátku těžby její součástí. Tento vztah je zapsán v zákoně č. 44/1988 Sb., neboli horním zákoně. Tento zákon ukládá povinnost území zasažené těžbou obnovit do původního stavu (Zákon 44/1988 Sb.). Dalším zákonem, který se zabývá těžkou nerostných surovin, je zákon 334/1992 Sb. ochraně zemědělského půdního fondu. Tento zákon ukládá, že po dokončení těžby musí být oblast neprodleně připravena k rekultivační činnosti a k plnění jiných funkcí v krajině (Zákon 334/1992 Sb.). Štýs a kol. (©2014) s nadhledem konstatuje, že rekultivace je jako léčba krajiny, která onemocněla. Dle Smolíka a Dirnera (©2009) je úkolem rekultivací obnovení nebo založení zemědělských a lesnických kultur s vodními plochami a toky tak, aby došlo k ekologicky vyvážené krajině a zdravému životnímu prostředí. Štýs a kol. (©2014)

o rekultivaci zmiňuje, že se jedná nejen o odbornou, ale především o společenskou problematiku, pokud stát ve veřejném zájmu umožní devastaci krajiny těžbou. V takovém případě i stát musí garantovat nápravná opatření, která budou sloužit i mezigeneračně. Dle Vráblíkové (©2010) se jedná o soubor zúrodňujících opatření a úprav antropogenně znehodnocené půdy, který se snaží navrátit schopnost produkce a ekologické funkce krajiny. Během rekultivace se prolínají obory geologie, hydrologie, pedologie, ekologie, zoologie, botaniky a další. Rekultivace nemusí nutně vracet zdevastované území do původního stavu, cílem je biologicky i technicky navrátit produkční vlastnosti krajiny a dosáhnout předem určeného rekultivačního záměru. Tyto záměry by mělo být tvořeny již během přípravné fáze plánovací dokumentace o těžební činnosti (Smolík a Dirner, ©2006). Stejně tak i po finanční stránce musí těžební firma odkládat finance stranou s tvořit si dle zákona finanční rezervu na plánované rekultivace po ukončení těžební činnosti (Štýs, ©2012). Nejnáročnější rekultivacemi jsou především lesnické a sadovnické, neboť dochází k časově náročnému procesu výsadby dřevinových prvků, které ovšem později vytvářejí větší estetickou hodnotu (Vráblíková, ©2010). Při plánování rekultivací Severočeské hnědouhelné pánve byl brán ohled jak na rekultivaci lesnickou, zemědělskou a hydrologickou, tak ale také na plochy s rekreačním a sportovním využitím (Štýs, ©2012). Od poloviny minulého století do roku 2008 bylo na Mostecku provedeno nejvíce lesnické (46,6 %) a zemědělské rekultivace (29,8%) (Vráblíková, ©2010). V současné době se po vytvoření velkého počtu vodních ploch v podobě jezer přidává nejrozsáhlejším podílům rekultivací ještě rekultivace hydrická.

4.3.1. Historie obnovy na Mostecku

Již v horním zákoně z roku 1852 bylo ustanoveno, že těžaři musí těžbou zasažené pozemky po ukončení těžby uvést do stavu takového, aby mohly být používány k jejich původnímu účelu (Štýs, ©2012). Ale jako první zmínka o povinných rekultivacích po těžebních činnostech v Severočeské hnědouhelné pánvi se dá považovat připravená osnova zákona pro Říšskou radu sídlící ve Vídni z roku 1892. Tento zákon bohužel nebyl radou přijat. Kvůli rozsahu devastace krajiny byla 16 let později založena rekultivační expositura zemské zemědělské rady v obci Duchcov, v jejíž blízkosti byla těžba nejintenzivnější a devastace nejviditelnější (iUhli, ©2016). Těžebními společnostmi se do roku 1929 podařilo zrekultivovat 759 ha degradované

půdy. Další pokus o uzákonění rekultivací provedlo Ministerstvo zemědělství v roce 1938, kdy ovšem opět nedošlo k úspěchu. Rekultivace v území postupně začínali již na začátku padesátých let minulého století. V těchto letech docházelo v rámci obnovy k ozeleňování degradované krajiny pomocí zemědělských a lesnických rekultivací. Prvním platným zákonem zahrnující i rekultivace byl zákon o ochraně zemědělského půdního fondu č. 48/1956 Sb. Tento zákon nařizoval všem státním těžbařským podnikům povinnou rekultivaci těžbou zasaženého území. Zákon také ukládal těžbařským společnostem vypracovat rekultivační plán a před začátkem těžební činnosti odděleně skrýt ornici pro účely následné rekultivace. Díky tomuto zákonu docházelo již mnohem propracovanějším a sofistikovanějším plánům zemědělské rekultivace. Během lesnické rekultivace došlo k pestřejšímu výběru vysázených dřevin. Postupem času se přecházel větší vliv na obnovu zemědělských ploch, tvorbu meliorací a nového vodního režimu. Dalším legislativním úkonem v oblasti rekultivací se stal v současnosti stále platící zákon 44/1988 Sb. Podle tohoto zákona jsou společnosti provádějící těžbu povinny zajistit rekultivaci všech území zasažených těžbou a provádět je podle plánu otvirky, přípravy a dobývání. Nadále jsou podle tohoto zákona tvořit finanční rezervu, jejíž výše musí odpovídat předběžným nákladům na rekultivační činnost. Od devadesátých let minulého století dochází k brání zřetele především na ekologii během rekultivačních procesů a upřednostňování lesnických a hydrologických rekultivací před zemědělskými s ohledem na rekreační využití (Štýs a kol. ©2014).

4.3.2. Typy použitých rekultivací

Při přípravě obnovy těžbou degradovaného území je klíčové vybrat správný druh použité rekultivace. Výběr rekultivace bude nadále hlavním faktorem kvality životního prostředí a života lidí v dané lokalitě (Strzyszc, 1996). Výběr správného typu rekultivace záleží především na míře degradace krajiny a předpokládaným budoucím využití rekultivované plochy (Smolík a Dirner, ©2009).

Při výběru způsobu rekultivace Severočeské hnědouhelné pánve byla vybrána vhodná kombinace lesnické, hydrologické a zemědělské rekultivace. Menší oblasti se nechávají také přirozené sukcesí. Při rekultivacích území byl brán ohled také na možnost sportovního a rekreačního využití a menší zástavbou (Štýs, ©2012).

Rekultivace by se dala rozdělit na několik základních typů, těmi jsou lesnická rekultivace, zemědělská rekultivace, hydrologická rekultivace a ostatní rekultivace.

Lesnická rekultivace

Vokoun (©2024) charakterizuje lesnickou rekultivaci výsypek jako soubor specifických opatření navrácení území jako pozemků určených k funkci lesa nebo jako založení nových lesních porostů. Při lesnické rekultivaci se vychází především z lesního zákona č. 289/1995 Sb. a postupuje se při tom standardními lesnickými postupy. Lesní rekultivaci a výsadbu lesních porostů do značné míry ovlivňuje složení půdního substrátu, ze kterého jsou výsypky tvořeny. Půdní substrát se v mnoha případech musí obohatit hodnotnějšími zeminami. Ovšem dle Štýse (©2012) je možné většinu výsypek zalesnit přímo bez úprav půdního substrátu. Jeden z nejdůležitějších faktorů při lesní rekultivaci je výběr vhodných pěstovaných dřevin, při kterém nelze vycházet jen z původní druhové skladby, ale vždy z přírodních podmínek na dané výsypce (Vokoun, ©2024). Šefl a kol. (2021) ve své studii doporučují dřeviny dub, habr a lípu jako nejvíce vhodné pro výsadbu na výsypkách. Po výběru vhodných dřevin k výsadbě je nutné zajistit jejich vysoký počet s odpovídající kvalitou, Štýs (©2012) určuje 10 tisíc sazenic na hektar. Vokoun (©2024) dále doporučuje vkládat sazenice s obalem do malých jamek a před zahrabáním přidat výživu v podobě kompostu nebo jiných humusových substrátů. Bažant (2010) doporučuje sazenice vysévat do řad, čímž se umožňuje snadnější přístup při následné péči. Výsadbou dřevin ovšem lesnická rekultivace nekončí, další etapou je její následná péče. Při následné péči je nutné likvidovat vzrostlý plevel a chránit před sazenice před okusem zvěří pomocí speciálních nátěrů a prořezávat vzrostlé dřeviny (Štýs, ©2012). Následná péče trvá v řádech několika let v závislosti na přírodních podmínkách nacházejících se na výsypce.

Hydrologická rekultivace

V průběhu těžebních činností byl také zasažen vodní systém v oblasti. Těžba kvůli odčerpávání důlních vod krajinu značně vysušila, a proto je v ní nutné v rámci rekultivací vytvořit nový vodní režim (Vráblíková, ©2010). Po povrchových dolech zbyly v krajině velké jámy, které by bylo téměř nemožné zasypat. Jedním z možných řešení je zatopení a vytvoření tím nové vodní plochy s multifunkčním využitím. Jedná

se o složitý proces, který obnáší mnoho fází příprav, než je vodohospodářské dílo realizováno. Tvorba nových vodní děl a vodní rekultivace spadají pod vodní zákon č. 254/2001 Sb., který ukládá pravidla pro realizaci jednotlivých záměrů. Dle Kašpara (2003) vodní rekultivace podporují vznik biocenter a vodních biotopů přímo ve vodě nebo v blízkém okolí. Nutné je vytvoření jak vodních toků, tak i stojatých vod, které zlepšují místní mikroklima (Dočkal, ©2024). Nově vzniklé velké vodní plochy zaujímají jak vodohospodářskou funkci, tak především funkci rekreační. Kolem břehů vznikají pláže a areály s rozmanitým sportovním využitím (Brzóska a kol., 2002). V Severočeské uhelné pánvi vzniklo již několik úspěšných projektů, mezi které patří Jezero Most, Jezero Milada, Jezero Benedikt a další.

Kromě velkých vodních nádrží vznikají i menší vodní díla, mezi které patří mokřady a močály, které jsou významným ekologickým prvkem. Patří sem také ale poldry s odvodňovacími příkopy, drény a retenční nádrže. Dle Štýse (2012) se předpokládá, že v Severočeské hnědouhelné pánvi vzniknou nádrže s objemem 2,3 miliard m³ vody.

Zemědělská rekultivace

Zemědělskou rekultivací se rozumí obnovení zemědělské činnosti v těžbou zasažené krajině. Zemědělské rekultivace se provádějí v souladu se zákonem č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu, neboť tento způsob rekultivace se zakládá na rekultivaci a obnově půdního fondu. Pro zemědělské rekultivace jsou ideální rovné plochy nebo mírné svahy výsypek. Dle složení půdního agregátu výsypek se určují následující kroky. Během technických úprav půdy se provádějí vyrovnávací terénní úpravy a půdní meliorace. Jestliže došlo k dočasnému odnětí pozemků ze zemědělského půdního fondu, nastupuje po technických úpravách terénu zemědělská rekultivace. Dle průzkumu půdního substrátu se určí potřeba biologického zásahu do substrátu v podobě zaorání zeleného hnojiva, kompostu, čistírenského kalu nebo jiných typů hnojiv. V případě nemožnosti biologického zásahu se určí potřeba navážky vrstvy ornice. Nutností je také vybudování cestní sítě určené pro provoz. Po navezení ornice, který je zpravidla 30-50 cm, je potřeba již zmíněného biologického zásahu. Způsob provedení zemědělské rekultivace je dán budoucím využitím dané lokality. Délka rekultivačního osevního postupu se odvíjí od jakosti zeminy a cílové plodiny, ale zpravidla se jedná o osm let (Smolík a Dirner, ©2009).

Při zemědělských rekultivacích na Mostecku se značně začala používat vinná réva jako jedna z rekultivačních plodin. Jedná se tak o navrácení dlouho zapomenuté tradice regionu. 41 ha rozsáhlé vinice se nacházejí v Chrámcích a po dosypání a terénní úpravě Čepirožské výsypky bylo na jejím jižním svahu založeno 35 ha vinic. Jednou z Vinic je i vinice Mariana.

Ostatní rekultivace

Mezi ostatní rekultivace lze řadit všechny ostatní druhy využití zdevastovaného území. Ostatní druhy rekultivací slouží primárně k větší rozmanitosti krajiny a posílení systému ÚSES (např. remízky, biokoridory, skály). Mezi ostatní typy rekultivací patří sportoviště a sportovní areály, závodiště, skládky, komunikační síť, parkoviště a jiné plochy sloužící primárně k rekreačním účelům, jakými jsou např. parky, kempy a tábořiště, zoologické zahrady a skanzeny. Na Mostecku jsou příkladem ostatních rekultivací Autodrom na výsypce bývalého lomu Vrbenský nebo Hipodrom na Velebudické výsypce (Vráblíková a kol. 2017).

Přirozená sukcese

Jedná se o způsob obnovy zdevastované krajiny, který je zcela v rozporu s rekultivacemi. Během sukcese je těžbou zasažená oblast nechána přirozenému vývoji bez nebo s minimálním zásahem člověka. Jedná se tedy o obnovu krajiny založenou pouze na přirozených procesech přírody. Pro rozvoj nových biotopů je primárně důležitý obsah akumulovaných živin jako je např. dusík. Tento faktor z velké části ovlivňuje rychlost růstu ekosystémů. Lokality, na kterých byla ponechána přirozená sukcese jsou z pohledu ekologie a rozmanitosti výrazně vzácnější a ve výsledku trvalejší. Sukcesí vzniklé lokality dosahují větší ekologické stability a mají krajinářsky vyšší hodnotu. Během sukcese se krajina přirozeně vyvíjí a jedno společenstvo je vystačováno jiným zdatnějším. Jedná se o ekonomicky nejvýhodnější metodu obnovy zasažené krajiny, neboť není nutný jakýkoliv finanční zásah člověka do procesu sukcese. Dle studií by se mělo přirozené sukcesí až 20% těžbou zasažené plochy (Vráblíková a kol. 2017).

4.3.3. Rekultivační proces

Jako každý vývoj, tak i rekultivace mají svůj proces, který se skládá po sobě jdoucími jednotlivými fázemi. Jak ukazuje obrázek (Obrázek č.5), jedná se o čtyři základní fáze: přípravná fáze, důlně technická fáze, biotechnická fáze, post rekultivační fáze.

Přípravná fáze

Přípravná fáze rekultivace probíhá zároveň s průzkumem ložisek nerostných surovin a vytváří se plán rekultivačního cyklu. Ten by měl podávat informace jak o možné těžbě surovin, tak i o možnostech následné rekultivace oblasti. Při tvorbě územně plánovací dokumentace těžební činnosti by měly být obsaženy i plány následné rekultivace (Smolík a Dirner, ©2009).

Důlně technická fáze

Důlně technická fáze má stejně jako předchozí fáze spíše preventivní funkci, při které se již během těžby vytvářejí vhodné podmínky na úspěšnou realizaci rekultivace. Během této fáze se odjímají vrchní vrstvy půdy (ornice), důkladně vybírá vhodné umístění výsypek, odvalů a složišť, určuje se jejich tvar a velikost. Během této fáze také dochází k usměrňování těžební činnosti. Tím lze do jisté míry ovlivnit i rozsah devastace krajiny (Smolík a Dirner, ©2009).

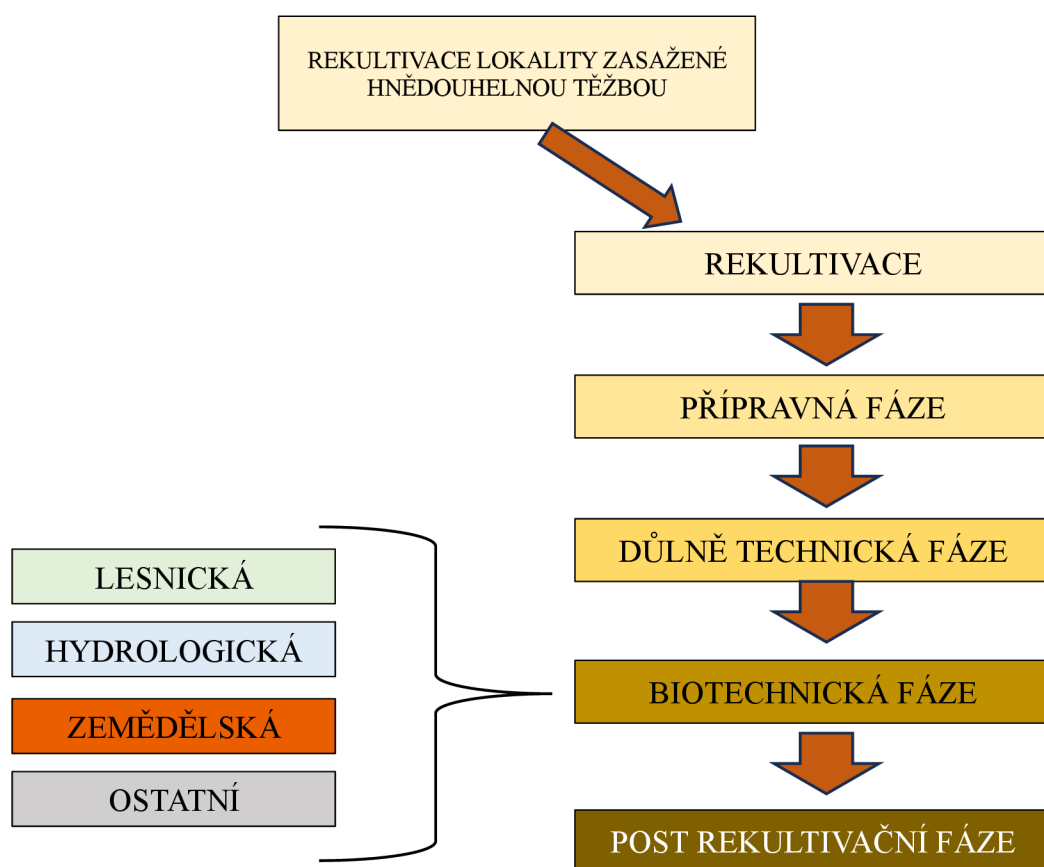
Biotechnická fáze

Během biotechnické fáze se prolínají technické a biologické procesy, které eliminují negativní dopady těžby na krajinu. Dochází přitom k oživení krajiny podle plánu obnovy krajiny (Dočkal, ©2024). Mezi technické procesy patří především terénní úpravy dotčeného prostoru, stabilizace a úprava sklonů svahů. Vytváří se také systém protierozních opatření. Pro lepší prostupnost územím vznikají cestní sítě. Optimalizují se hydrické poměry v půdě pomocí hydromelioračních opatření (Smolík a Dirner, ©2009). Mezi technické procesy dále spadá i navezení vrstvy ornice potřebné k biologické části fáze. V té dochází k vytváření ekologicky stabilní krajiny pomocí zemědělské a lesnické rekultivace. Při výběru typu rekultivace je potřeba

zohlednit vhodnost budoucího účelu území, výskyt podzemních vod a tvar terénu. Při rekultivacích má zásadní vliv krajinná zeleň, především poté dřeviny, které snižují erozi, přispívají k tvorbě humusu, snižují hlučnost, tvoří stín a snižují rychlost větru (Dočkal, ©2024). U zemědělské rekultivace se území určené k orné půdě, ovocným sadům a ke stavbě vinic vybírají se sklonem do 8°, k založení dočasných luk a pastvin se sklonem 8-12°, trvalých luk a pastvin na sklonu 12-20°. U území se sklonem nad 20° se provádí již lesnická rekultivace (Štýs a kol., 1981). Během biotechnické fáze je důležitá péče o výsadbu, je nutné nové porosty prořezávat a kvůli vysokému úhynu také doplňovat. Nutná je také ochrana proti zvěři (Dočkal, ©2024).

Post rekultivační fáze

Jedná se poslední fázi z celého rekultivačního procesu. Během této fáze dochází k péči o rekultivované území a dále jsou v této fázi zrekultivované pozemky předány k následnému využití novými vlastníky a zařazují se do běžného obhospodařování (Smolík a Dimer, ©2009).



Obrázek č. 5 Schéma rekultivačního procesu, vlastní zpracování dle (Vrábliková a kol., 2014)

4.4. Biouhel

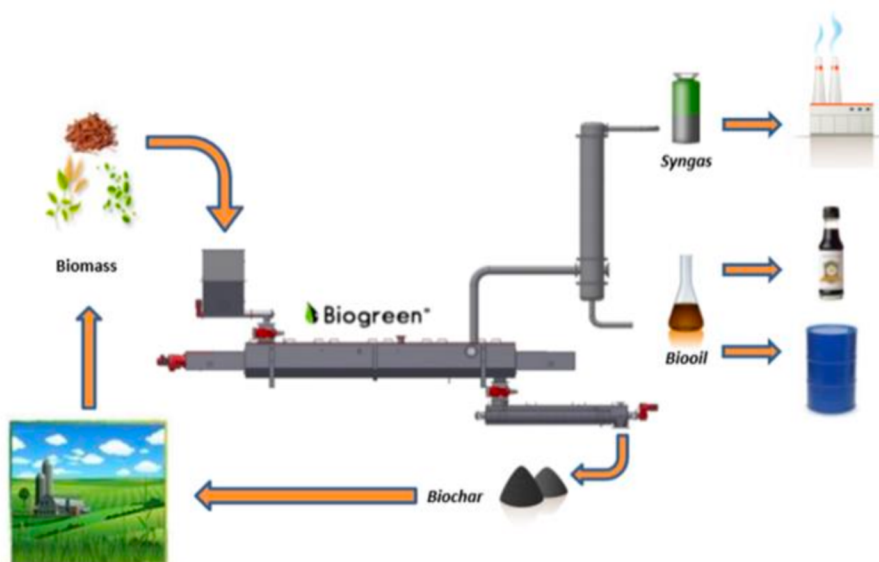
Biouhel (biochar) je již starověká technologie původně používaná ke zúrodnění půd při zemědělství farmáři v Amazonii. Archeologické nálezy dokládají dávné využívání biouhlu při zemědělství také v Austrálii, Západní Africe a zbytku Jižní Ameriky (Torabian a kol., 2021). Biouhel je produkt vzniklý pomocí pyrolyzního procesu, při kterém dochází ke karbonizaci. V současné době se jedná o moderní ekologickou metodu na zpracování biomasy. Hmotnost vzniklého biouhlu odpovídá asi 10-30% hmotnosti pyrolyzované biomasy. Biouhel je tvořen z 50-95% chemicky stabilním uhlíkem, a jak uvádí Pohořelý a kol. (2017), jedná se díky tomu o jednu z nejúčinnějších metod ukládání uhlíku. Stabilního uhlíku volně v krajině v poslední době drasticky ubývá především kvůli zemědělství. V podobě biouhlu je uhlík schopný zůstat v krajině stabilní stovky let (Pohořelý a kol., 2017). Díky svému specifickému vysoce poréznímu povrchu je biouhel schopný zadržovat v krajině velké množství vody, tím zvyšovat celkovou retenční kapacitu půdy. Se zadržováním vody je spojené i zadržování živin v půdním profilu, čím nedochází k vylouhování půdy (Medynska-Juraszek, 2016). Studie od Huang a kol. (2020) považuje biochar za nástroj k opravě člověkem zdevastované půdy. To především díky schopnosti biocharu zadržovat a vázat dusík a fosfor v půdě a následně i v plodinách.

4.4.1 Výroba biouhlu

Karbonizace biomasy vzniká při procesu termální pyrolýzy. Při tomto procesu je biomasa bez přístupu nebo s velmi omezeným přístupem vzduchu a při sníženém tlaku vystavena vysokým teplotám, čímž dojde k jejímu zuhelnatění (Maroušek a Trakal, 2021). Biouhel lze vyrobit z různých druhů biomasy, ať už z biologicky rozložitelného odpadu, odpadu z gastro průmyslu, slámy, dřeva nebo z čistírenského kalu. Platí ovšem, že nejefektivnější výroba biouhlu vzniká při použití obsahující vysoký podíl sušiny a nízký podíl vody. Kvalita a vlastnosti a možnost potenciálního využití biouhlu záleží především na použitém druhu biomasy a na teplotách, při kterých je vyráběn. Dalšími faktory ovlivňující jeho kvalitu jsou výše tlaku, rychlost ohřevu, doba držení produktů v reaktoru a také jak je reaktor konstruován.

Výroba biouhlu není složitou záležitostí, jedná se o proces podobný výrobě dřevěného uhlí. Tento proces je lidstvu známý již stovky let a jednoduchými metodami

je stále vyráběn v rozvojových zemích Afriky. Avšak za posledních deset let se v rozvinutých zemích využívají reaktory s nepřímým ohřevem, díky čemuž lze docílit výsledků, kterých jednoduchými metodami není možné docílit (Biouhel, © 2024). Biochar především vzniká jako vedlejší produkt při výrobě bioplynu v zplyňovacích zařízeních (bioplynových stanicích). Hlavním produktem v bioplynových stanicích je bioplyn, který je dále zpracován na výrobu elektřiny a tepla. Odpadní voda se odčerpá a zbylá tuhá hmota se vysuší a pomocí pyrolyzáru se termální pyrolýzou přemění na biouhel. Jak udává Pohořelý a kol. (2019), pro výrobu biocharu existuje řada pyrolyzáru, ovšem všechny mají stejné základní součásti. Těmi jsou peci s prohrabováním, vyhřívané šneky ve žlabu a rotační pec. Dle použité biomasy a očekávaného výsledku je potřeba zvolit správný výběr pyrolyzáru, neboť je nutné znát potřebnou teplotu pyrolýzy, rychlost ohřevu a tlak. Výši těchto parametrů se udávají vlastnosti vzniklého biouhlu (Sedmihradská a kol., 2021). Na Evropském trhu vedou v produkci pyrolyzáru na výrobu biouhlu společnosti PYREG a ETIA s produkty řady BIOGREEN (Pohořelý a kol., 2019). Obrázek níže (Obrázek č.6) představuje schéma pyrolyzáru od firmy PYREG na výrobu bioplynu a biouhlu.



Obrázek č.6 Schéma pyrolyzačního zařízení na výrobu biouhlu společnosti PYREG (Pohořelý a kol.2019)

Termální pyrolýza se dle použité teploty a délky zdržení biomasy v reaktoru dělí na rychlou a pomalou pyrolýzu. Dle výběru typu pyrolýzy se odvíjejí i vlastnosti vyprodukovaného biouhlu, jako je velikost zrn, stabilita, pórovitost a další. Rychlá pyrolýza biomasy je užívána především k výrobě pyrolýzní kapaliny (pyrolýzního oleje), bioplynu a pevného biouhlu. Tato pyrolýza se vyznačuje rychlým nárůstem pyrolýzní teploty (až do konečné výše 1200 °C) a krátkou délkou zdržení biomasy v reaktoru v podobě několika vteřin. Ovšem s vyšší teplotou se snižuje i produkce biouhlu. Zatímco pomalá pyrolýza může probíhat za pozvolného růstu teploty (od 300 °C až po 800 °C) několik hodin až v ojedinělých případech i dní. Pomalá pyrolýza je zaměřena především na větší výrobu biouhlu, pyrolýzní olej a plyn vznikají ve stejném množství jako množství biouhlu (Břendová a kol., 2014). Délka doby zdržení biomasy v pyrolýzátoru a rychlost jejího zahřívání má vliv na kvalitu biocharu k jeho dalšímu využití. Biochar lze také dle použité teploty v pyrolýzátoru. Dle Pohořelého a kol (2021) se biochar podle použité teploty dělí na nízko-teplotní, středně-teplotní a vysoko-teplotní. Nízko-teplotní biochar, při jehož výrobě je dosaženo nejvyšší teploty 400°C, je v půdě nestabilní, má nízké pH a má omezenou schopnost zadržovat vodu a živiny. Ovšem obsahuje velké množství rozpustného uhlíku, který je potřebný pro růst rostlin a podporu biodiverzity v půdním agregátu. Středně-teplotní biochar, při jehož výrobě je dosahováno teplot do 600°C, je spíše mezistupněm mezi nízko-teplotním a vysoko-teplotním biocharem. Vysoko-teplotní biochar, při jehož výrobě se dosahuje více než 600°C, je dlouhodobě stabilní v půdě, má vyšší pH a je schopný zadržovat díky svým velkým otevřeným pórům vysoké množství vody a živin. Každá z uvedených kategorií se vyznačuje jinými klíčovými vlastnostmi a jiným způsobem možného využití.

4.4.2. Využití biouhlu

Biouhel je díky svým specifickým vlastnostem využitelný v mnoha odvětvích. Díky vstupním surovinám, tvořené především odpadní biomasou, podporuje výroba a následné využití cirkulární ekonomiku a ochranu životního prostředí (Maroušek a Trakal, 2021). Své využití nachází především v průmyslu, v krmných směsích pro dobytek, zastavěných oblastech při stavbě zelených střech, při čištění odpadní vody a kořenových čistíren, ale největší zastoupení využití zaujímá v sektoru zemědělství, kde hraje v posledních letech neodmyslitelnou roli v rámci vývoje zlepšování půdních vlastností.

Jak uvádí V4 Biochar Platform (©2021) biouhel lze využít v průmyslu na výrobu tepla jako částečnou náhradu za uhlí. Biochar může být využit jako součást biopaliv, čímž může snížit poptávku po fosilních palivech na trhu a přispět tak k růstu cirkulární ekonomiky a využívání obnovitelných zdrojů (Torabian a kol., 2021). Dále je možné využít biouhel jako adsorbční látku při čištění odpadní vody v čistírnách odpadních vod. Vyčištění odpadní vody z výrobních procesů průmyslových středisek od těžkých kovů za použití biouhlu zmiňuje studie od Khan a kol. (2022). Puga a kol. (2022) uvádějí pozitivní výsledky při použití biocharu jako absorbentu při čištění vod od farmaceutických látek. Dle Aman a kol. (2022) lze biouhel použít ve stavebnictví jako náhradu cementu při výrobě betonu. Také lze biochar využít při zakládání sportovišť s travnatou plochou a parků. Další využití nachází biouhel v oblasti výroby krmiv pro dobytek. Studie od Man a kol. (2021) uvádí pozitivní výsledky při použití biocharu jako příměsi do krmiva skotu, drůbeže, prasat a ryb. Přidání biouhlu do potravy zvyšuje příjem potravy a tím zvyšuje hmotnost dobytka, dále zlepšuje kvalitu a produkci vajec u drůbeže. Také má vliv na kvalitu mléka a masa a na celkové zdraví zvířecích jedinců (V4 Biochar Platform, ©2021). Díky své absorpční schopnosti také snižuje množství methanu, toxinů a patogenů vznikajících v těle zvířat, čímž se snižuje i následný zápach a v případě redukce methanu vznik skleníkových plynů unikajících samovolně do atmosféry (Man a kol., 2021). Pohořelý a kol. (2021) zmiňuje i přidání biouhlu do zvířecí podestýlky, což zmenšuje riziko onemocnění kopyt a pařátů zvířat. Dalším již dobře ozkoušením využitím biouhlu je jeho přidání do kompostu. Ve studii z roku 2023 (Yue a kol., 2023) bylo zjištěno prokazatelné zlepšení vlastností kompostu po přidání biouhlu. Studie udává, že biouhel vytváří ideální prostředí pro mikrobiální život a obohacuje díky své poréznosti diverzitu mikrobiálního společenství v průběhu celého procesu kompostování. V4 Biochar Platform (©2021) uvádí také prokazatelně sníženou dobu kompostování, redukci zápachu a nárůst pH celého kompostovaného materiálu po přidání biouhlu. Studie od Waqas a kol. (2018) uvádí, že po přidání do kompostu došlo ke zvýšené teplotě při tvorbě kompostu a celkovému urychlení celého procesu výroby. Studie také uvádí zvýšený obsah živin ve finálním produktu kompostu. Ovšem největší využití našel biouhel v oblasti zemědělství. Aplikovaný biouhel do půdy dokáže v půdě vydržet až stovky let ve stejné kondici, v jaké byl do ní vpraven (V4 Biochar Platform, ©2021). Maroušek a Trakal (2021) uvádějí, že případně zemědělství jde o obnovu živin vracející se zpět do půdy. Toto tvrzení zaměřují především na dusík a fosfor, prvky, které jsou pro růst rostlin a mikrobiální život

podstatné. Dle studie od Li a kol. (2023) se aplikováním biocharu znamenitě ovlivní fyzikální, hydrologické a mechanické vlastnosti půdy. Přidáním biouhlu se dle Hamidzadeh a kol. (2023) obohacuje půda, chrání se mikroorganismy před stresovými podmínkami. Montagnoli a kol. (2021) uvádí mezi klíčové vlastnosti biocharu jeho zásadní vliv na zvyšování pH půdy. Přidání biouhlu také pozitivně ovlivňuje mikrobiální aktivitu v půdním agregátu. (Amendola a kol. (2017) uvádí značný vliv biouhlu na růst kořenového systému rostlin. Po přidání biouhlu ke kořenům rostlin dochází k růstu k většímu zahuštění kořenů, tím se zvyšuje celková odolnost rostliny. (Pohořelý a kol. (2017) uvádí, že biouhel díky své pórovité struktuře dokáže zadržet velké množství biogenních prvků, jako jsou zmiňované dusík nebo fosfor a další, čímž hůře pronikají do podzemních vod a unikají mimo požadovanou lokalitu. Biogenní prvky, mezi které patří zmíněný fosfor a dusík, jsou životadárnou složkou půdy, která pomáhá růstu rostlin a zvyšuje jejich odolnost (Richardson, 2001). Díky všem zmíněným unikátním vlastnostem skrz odvětvími je biouhel vysoce frekventovanou surovinou v oblasti rekultivací.

4.5. Vinná réva

Vinná réva (*Vitis vinifera*) se řadí do čeledi rostlin révovitých. Jedná se o keříkovou popínavou liánovitou rostlinu. Do dnešní podoby se vinná réva dostala dlouhodobým lidským šlechtěním révy lesní rostoucí původně v lesostepích (Kraus, 2012). Díky šlechtění člověkem má dnes vinná réva nespočet druhů rostoucí v různých podmínkách po celé světě. Z důvodu liánovité morfologie vinné révy je nutné opatřit k sazenici dostatečnou oporu. Opěrné konstrukce se staví z velkého sortimentu materiálů. Mezi základní součásti opěrné konstrukce patří krajní sloupky, řadové sloupky a napnutý nosný drát v několika patrech mezi sloupky. Stavba rostliny vinné révy se dělí na dvě části. Nadzemní část tvořenou dřevěným kmenem, letorosty s očky, obvykle trojlaločnými listy a plody. Plodem vinné révy jsou kulovité až oválné bobule seskupené v hroznech, které obsahují množství cukrů (glukózu a fruktózu), organické kyseliny, vitamíny, minerály (např. draslík, vápník, hořčík a další), fenolické látky a vodu (Pavloušek, 2011). Druhou částí je podzemní kořenový systém tvořený kořenovým kmenem, ze kterého vyrůstá nejdelší hlavní kořen, vedlejší kořeny přijímající největší množství vody a živin a rosné kořeny. Každá kategorie kořenů má svou specifickou funkci. Vinná réva se vyznačuje velmi rozvinutým kořenovým

systemem, který je zásobárnou vody, živin a rostlinných hormonů. (Pavloušek a kol., 2016).

Postupným šlechtěním odrůd vinné révy se zvyšuje její rezistence vůči houbovým chorobám a plísním. Jako zástupce lze uvést plíseň révy (*Plasmopara viticola*), padlí révy (*Erysiphe necator*) a mšičku révokaz (*Dactulosphaira vitifoliae*). Postupným pěstitelským vývojem a výběrem kvalitních odrůd s větší rezistencí se vyvinuly odrůdy schopné patogenům houbových chorob, plísní a révokazu účinně odolat. Tím se snížilo v oboru také používání pesticidů ve formě postřiků (Pavloušek, 2011).

4.5.1. Pěstování vinné révy

Vinná réva je hojně pěstovanou plodinou po celém světě, avšak nejvíce je pěstována v Evropě (57,9%). Česká republika disponuje plochou vinic kolem 18 tisíc hektarů a řadí se tím mezi menší evropské pěstitele (Pavloušek, 2011). Ovšem vinařské oblasti se zde díky střídání teplých dní a studených nocí vyznačují příznivými přírodními podmínkami pro dozrávání hroznů. Pěstování vinné révy České republiky je díky přírodním podmínkám specifické, v těchto podmínkách vyniká především pěstování odrůd na výrobu tzv. přívlastkových vín (MZ, ©2021).

Pěstování vinné révy a následné výrobky z ní podléhají zákonu č. 26/2017 Sb. o vinohradnictví a vinařství. Jedná se novelu zákona č. 321/2004 Sb. Tento zákon definuje vinici následovně: *Vinici je pozemek s trvalým porostem révy vinné nebo révy podnožové o celkové ploše nejméně 10 arů u jednoho pěstitele, který leží ve viniční trati, což je soubor pozemků, které jsou pro svoji geografickou polohu, svažitost, délku oslunění a půdně klimatické vlastnosti vhodné pro pěstování révy vinné.* V České republice se největší počet vinic rozkládá na jižní Moravě, ovšem malou část vinic najdeme také v Čechách v okolí Karlštejna, Kutné Hory, Polabí a Mostu (Pavloušek, 2011).

Díky své nenáročnosti lze vinnou révu pěstovat v malém množství i na zahradě, to především k přímé spotřebě plodů. Ovšem nejčastějším způsobem pěstování vinné révy je zakládání vinic. Nejdůležitějším faktorem pro založení vinice je výběr vhodného místa. Vinná réva je světlomilná a teplomilná rostlina, proto je potřeba zakládat vinice na mírném svahu s nadmořskou výškou do 300 m a jižní orientací, na kterou dopadá sluneční svit nejvíce. Dalším faktorem je teplota. Neoptimálnější

teplota pro růst sazenic se pohybuje okolo 24°C–30°C. Při překročení těchto hranic se růst pozvolně zpomaluje nebo zcela zastaví. (Kraus, 2012). V příhodných podmínkách může být denní přírůstek 2-5 centimetrů. Jedná se nenáročnou plodinu s minimálními podmínkami pro výběr půdy, ovšem nejvíce se jí daří ve středně těžkých hlinitých půdách s pH v rozmezí 6 – 7,5 (Mackenzie a Christy, 2005). Důležitým faktorem pro růst vinné révy jsou také celoročně vydatné srážky bez silných přivalových dešťů, které by mohly sazenice porušit. Po vybrání vhodného místa je za potřeby postavit již zmíněnou opěrnou konstrukci pro založení vinice. Krajiní sloupky se zachycují do země ve sklonu 60° a upínají přídatnými lany nebo kotvícími dráty k zemi pro ideální napnutí nosného drátu a větší stabilitu celé konstrukce, neboť je nutné brát v potaz, že se biomasa zavěšená na nosném drátu vyznačuje vysokou hmotností (Pavloušek a kol., 2016). Výsadba sazenic je vhodná během jara nebo během podzimních měsíců. Jednotlivé sazenice se vkládají do jamky hluboké přibližně 30–40 centimetrů. Firma Groown (©2024) udává pro zlepšení uchycení, růstu kořenů a celkovému růstu sazenice přidání směsi biouhlu, mykorhizních hub a půdních bakterií na dno jamky. Sazenice se od sebe převážně sázejí ve vzdálenosti 80-100 centimetrů. Pro zvýšení odolnosti vinice vůči erozní činnosti se doporučuje vysadit do meziřádků nízkou vegetaci v podobě trav nebo bylin. Tento prvek pomáhá nejen proti erozi, ale také pomáhá zadržovat vodu a živiny v půdě. Během prvního roku růstu je nutné ponechat na sazenici pouze dva výhony, jeden, který bude přivázan na opěrnou konstrukci a jeden záložní. Během druhého roku se musí výhony zastříhnout a opět nechat jen dva jako v prvním roce růstu. Během druhého roku lze taky očekávat první hrozny (Zahrada Výstaviště, 2023).

4.5.2. Pěstování vinné révy na Mostecku

Pěstování vinné révy na Mostecku je již tisíc let dlouhou tradicí. Místní zeměpisné podmínky na jižních svazích jsou velmi podobné jako podmínky ve světových vinařských oblastech. Tyto podmínky zahrnují podnebí, průměrnou roční teplotu a srážky jsou velmi příznivé na pěstování vinné révy. (České vinařství Chrámce, ©2024). První písemné zmínky o pěstování vinné révy pocházejí z roku 1209, je však známo, že vinice v této oblasti byly v malé míře zakládány již dříve. O rozvoj vinařství a zakládání nových vinic se velkým dílem zasloužil Karel IV, který nechal dovést nové odrůdy z Francie (Štýs, 2012). V minulosti byla vinná réva

významnou místní surovinou, která byla i expedována do sousední části dnešního Německa a tvořila tím velký zdroj místních příjmů (České vinařství Chrámce, ©2024). Ovšem v období třicetileté války pěstování vinné révy začalo postupně upadat a po první světové válce vinice z Mostecka zcela zmizely a byly nahrazeny ovocnými sady a poli (Město Most, ©2024). Mostecko bylo dále po dlouhá léta známo především svojí těžební činností v hnědouhelných povrchových i hlubinných dolech. V druhé polovině padesátých let minulého století došlo k pokusům využití na důlních výsypkách a v rámci zemědělské rekultivace bylo vysázeno pár sazenic vinné révy (Štýs, 2012). Až na konci šedesátých let minulého století došlo k obnově tradice a k založení vinic. Během prvním dvou let v sedmdesátých letech se vinice rozrostly na 41 ha a postupně se znovu obnovila produkce vína. Během jedenáctiletého období se vinice rozšiřují i na další okolní svahy a v roce 1983 zaujímají rozlohu 112 ha. V dnešní době se vinice v okolí Mostu rozkládají na 72 hektarech. Ke zpracování hroznů z místních vinic dochází v obci Chrámce. Obec leží zhruba patnáct kilometrů jihovýchodně od Mosteckého centra. V obci má od roku 2001 sídlo vinařská společnost České vinařství Chrámce, s.r.o. které momentálně patří ve vinařské oblasti Čechy mezi největší výrobce vyrábějící víno z vlastních hroznů. Společnost vlastní několik vinic, na kterých pěstuje velké množství odrůd vinné révy. Vinice tohoto vinařství se rozkládají také na prudkých jižních svazích důlních výsypek, které byly v rámci zemědělské rekultivace upraveny pro propěstování plodin. Pusté svahy výsypek byly zavezeny orníci a osázeny vinnou révou jako zpevňující plodinou. Díky tomu se z vinné révy stala v oblasti jedna z nejpoužívanějších rekultivačních plodin (České vinařství Chrámce, ©2024). Založení vinice na bývalé důlní výsypce je světovým unikátem. Ovšem umístění vinic na výsypky v průmyslové oblasti sebou nese také řadu komplikací. V osmdesátých letech se jednalo především o exhalace z průmyslových podniků, které se zachycovaly na povrchu hroznů. To způsobovalo ztrátu chuti finálního produktu. Po dlouhodobém výzkumu se přišlo s řešením problému. Hrozny se musely po sklizni postříkovat směsí vápenatého mléka a modré skalice a šťáva se musela filtrovat přes aktivní uhlí bentonit. Finálním řešením tohoto problému bylo odsíření elektráren a tím radikální snížení množství exhalací. Ovšem nejvýznamnější z komplikací, která je stále aktuální, je nestabilita podloží, které je geologicky různorodé a velmi náchylné na ohrožení vodní erozí. Již dvakrát muselo dojít ke stabilizaci podloží výsypky a dosázení vinic do původních rozměrů (Štýs, 2012). Jako preventivní opatření ke snížení vodní eroze bylo navrženo postupné

zatravnění meziřádků všech vinic. Zatravnění meziřádků vinice jako opatření proti vodní erozi a stabilizování svahu je zobrazeno na vinici Mariana zobrazuje následující obrázek níže (Obrázek č. 7). Další komplikací současné doby jsou velmi horká léta, která negativně působí na mladé, málo zakořeněné sazenice vinné révy. Kvůli krátkým kořenům nejsou ještě schopny efektivně čerpat spodní vodu a ve velkém počtu hynou. Ke zvrácení této skutečnosti a k posílení kvality vinné révy a jejího kořenového systému byla po uzavření spolupráce s Českou zemědělskou univerzitou do půdy aplikována injektáž se směsí biouhlu, mykorrhizních hub, půdních bakterií, přírodního jílu a organického hnojiva.



Obrázek č. 7 Zatravněná vinice Mariana autor: Tomáš Spurný

5. Výsledky práce

V rámci experimentu diplomové práce byl hodnocen vliv injektáže složené z biouhlu, mykorrhizních hub, půdních bakterií, přírodního jílu a organického hnojiva, (dále jen směs biouhlu), na vinnou révu na vinici Mariana v Čepirohách. Na jaře roku 2022 byl proveden sběr hroznů a zahájen výzkum. Cílem výzkumu bylo zjistit ovlivnění výnosu, kvality vinné révy a kyselosti šťávy po přidání biouhlové směsi ke kořenům sazenic. Pro porovnání sloužily sazenice s běžným obhospodařováním na stejné vinici. Na porovnání bylo použito vždy 70 sazenic vinné révy vždy ve dvou řadách, jak je zobrazeno na obrázku (Obrázek č. 8)



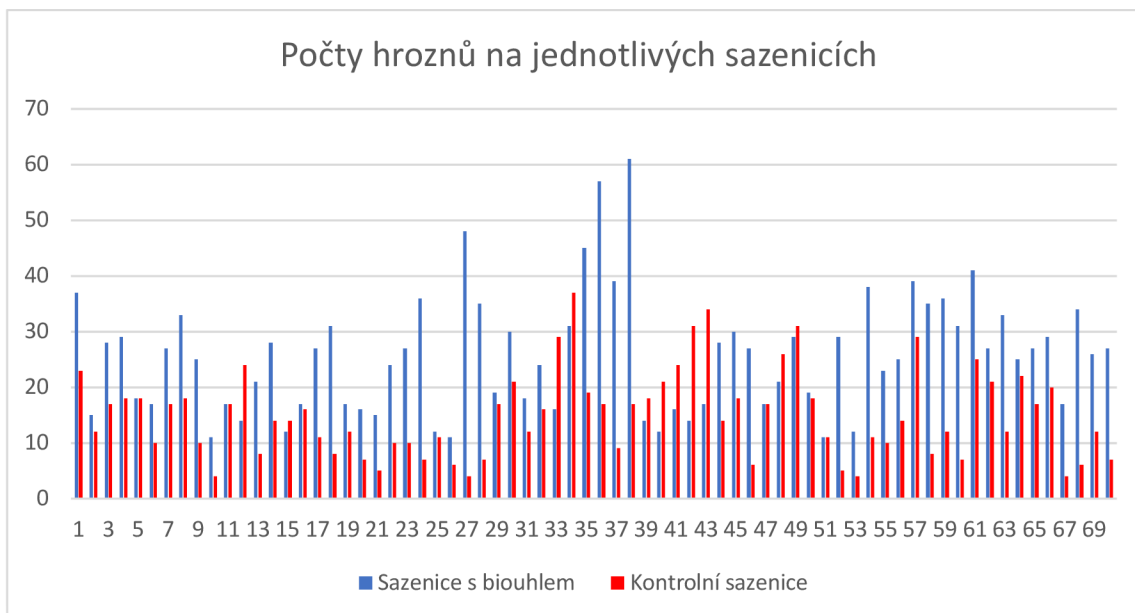
Obrázek č.8 Řady zkoumaných sazenic autor: Tomáš Spurný

5.1. Výnos vinné révy

Výnos vinné révy byl vyhodnocen jako počet posbíraných hroznů, jejich celková váha a jako průměrná váha jednoho hroznu ze sazenic s přidáním biouhlem. Následně byl stejný postup proveden u kontrolních sazenic. Výsledky byly následně porovnány.

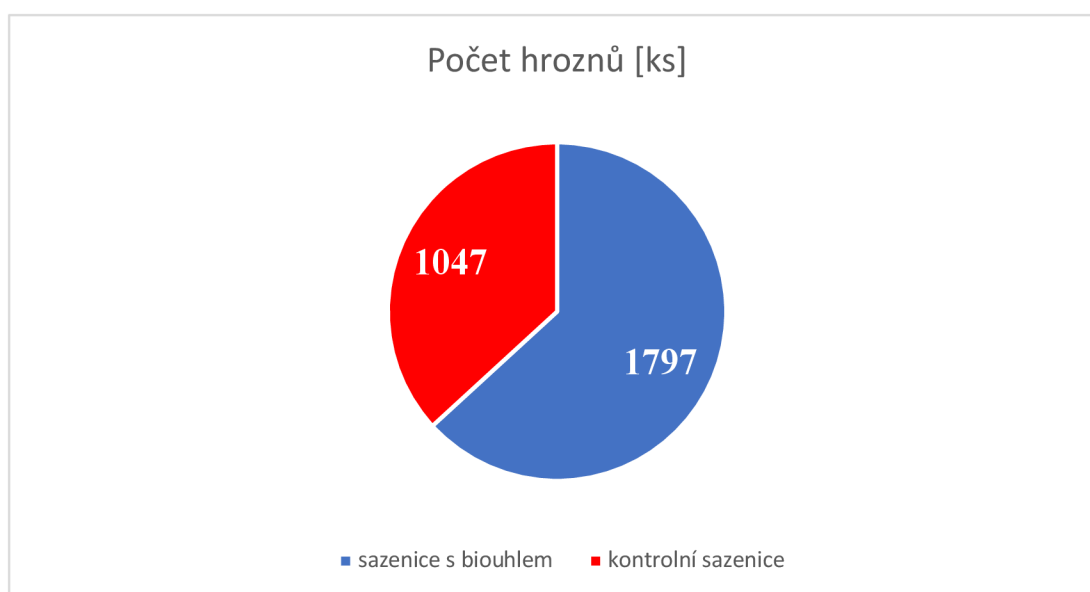
Příložený graf výše (Graf č.1) zobrazuje počty hroznů na stejném počtu sazenic, k jejichž kořenům byl přidána směs biouhlu a kontrolních sazenic s běžným

obhospodařování. Z grafu je zřejmé, že sazenice, k jejichž kořenům byl přidána směs biouhlu, disponují větším počtem hroznů oproti kontrolním sazenicím.



Graf č. 1 Počty hroznů na jednotlivých sazenicích, autor: Tomáš Spurný

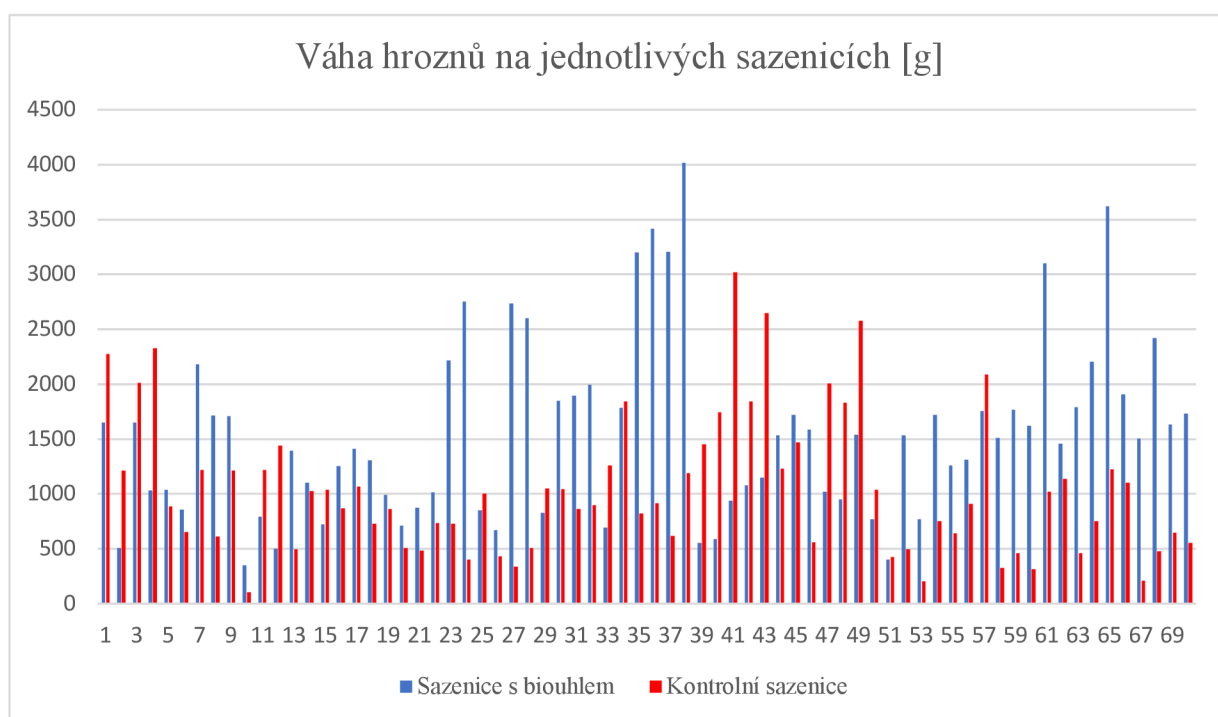
Dále byl proveden součet hroznů na jednotlivých sazenicích. Celkově bylo na vinici nasbíráno 2 844 hroznů vinné révy. Tento celkový počet hroznů byl tvořen z 63,2% (1 797) hrozny ze sazenic s biouhlem a zbylých 36,8 % (1 047) bylo tvořeno hrozny z kontrolních sazenic, jak je vidět na níže přiloženém grafu (Graf č. 2).



Graf č.2 Počet hroznů na jedné sazenici autor: Tomáš Spurný

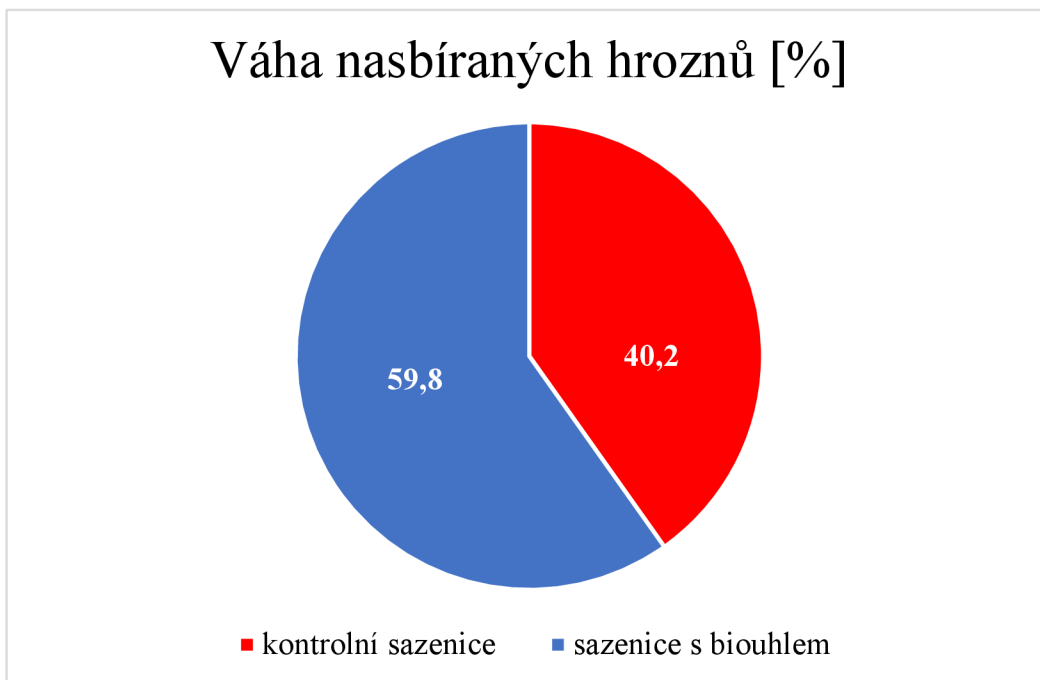
Dále byl určen průměrný počet hroznů rostoucí na každé ze sazenic. Na sazenicích, k jejichž kořenům byl přidána směs biouhlu, byl průměrný počet hroznů na jednu sazenici po zaokrouhlení na celé kusy 26 (25,6) kusů. Na kontrolních sazenicích, které jsou obhospodařovány běžným způsobem, byl průměrný počet hroznů na jednu sazenici po zaokrouhlení na celé kusy 15 (14,9) kusů. Tudiž bylo vypočítáno, že sazenice, k jejichž kořenům byl přidána směs biouhlu, se vyznačují průměrně o 73,3 % vyšším počtem hroznů oproti sazenicím s běžným způsobem obhospodařování.

Po nasbírání a spočítání hroznů u každé sazenice došlo k jejich zvážení. Na níže přiloženém grafu je zobrazeno porovnání váhy hroznů na sazenicích s přidaným biouhlem a kontrolních sazenicích. Váhu hroznů na jednotlivých sazenicích zobrazuje graf níže (Graf č.3). Na grafu je viditelné, že opět sazenice s přidanou biouhlovou směsí převyšují nad kontrolními sazenicemi.

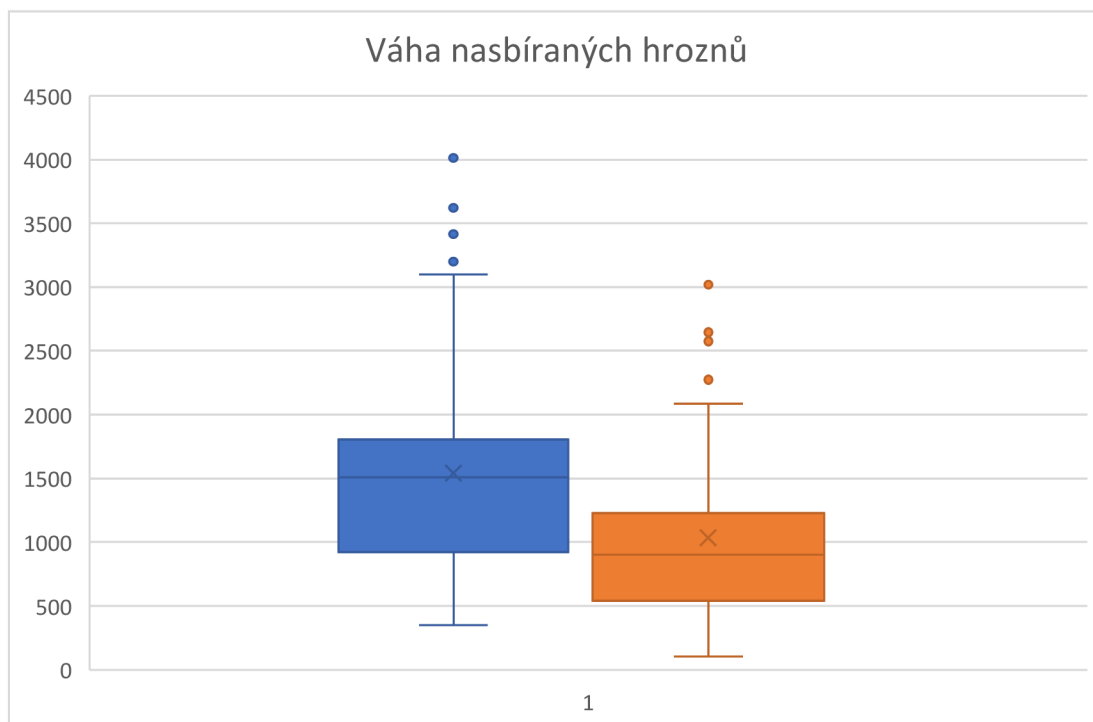


Graf č. 3 Váha hroznů na jednotlivých sazenicích autor: Tomáš Spurný

Dohromady bylo na vinici ze všech sazenic nasbíráno 180 262 gramů hroznů. Jak znázorňuje graf níže (Graf č. 4) Z celkové váhy zaujímaly z 59,8 % (107 814 g) hrozny ze sazenic, k jejichž kořenům byl přidána směs biouhlu a zbylých 40,2 % (72 448 g) zaujímaly hrozny z kontrolních sazenic s běžným obhospodařováním.



Graf č. 4 Váha nasbíraných hroznů autor: Tomáš Spurný



Graf č. 5 Porovnání váhy sesbíraných hroznů autor: Tomáš Spurný

Na grafu (Graf č. 5) je znázorněno porovnání váhy sesbíraných hroznů. Přičemž byl proveden Kruskal-Wallisův test, který označil rozdíly mezi vahami za signifikantní.

Následně byla určena průměrná váha jednoho hroznu zkoumaných sazenic. Průměrná váha jednoho hroznu ze sazenic, k jejichž kořenům byla přidána směs biocharu činila 59,1 gramu. Průměrná váha jednoho hroznu z kontrolních sazenic s běžným obhospodařováním činila 69,8 gramu. Bylo vypočítáno, že hrozny z kontrolních sazenic byly průměrně o 18,1 % těžší než hrozny ze sazenic, k jejichž kořenům byla přidána směs biouhlu.

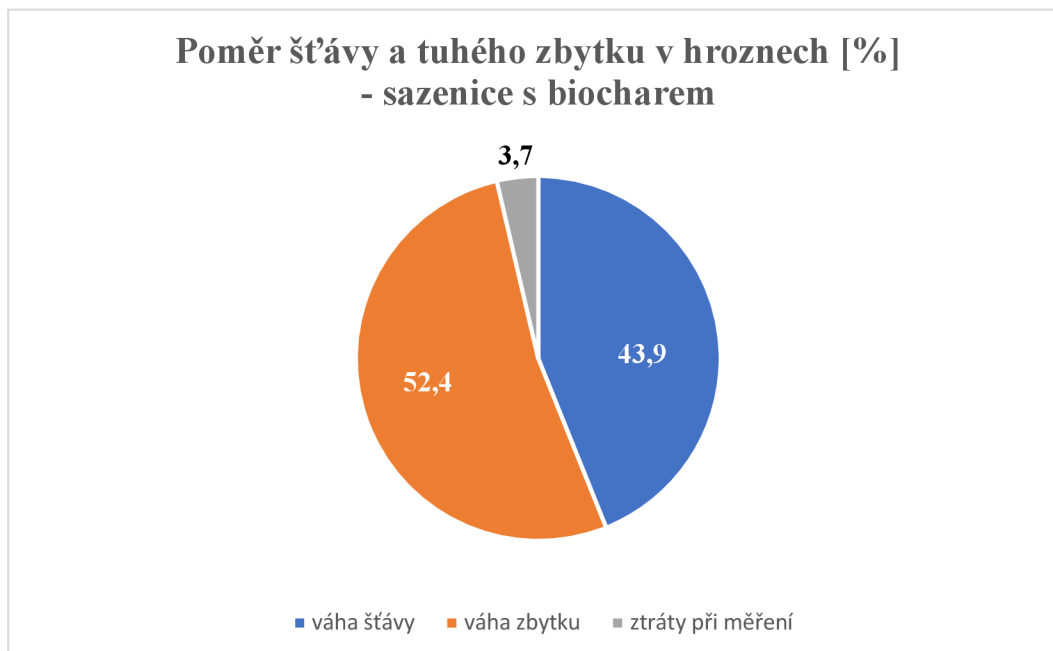
5.2. Kvalita vinné révy

Kvalita vinné révy byla určena jako podíl šťávy a tuhého zbytku z celkové váhy hroznu. Na výzkum bylo odebráno 18 hroznů ze sazenic, k jejichž kořenům byla přidána směs biouhlu. Na kontrolu bylo odebráno 21 vzorků ze sazenic s běžným obhospodařováním. Tento rozdílný počet hroznů dosahoval téměř stejné hmotnosti hroznů, tj. 1479 gramů.

Kvalita vinné révy			
	váha hroznů [g]	váha šťávy [g]	váha zbytku [g]
sazenice s biocharem	1479,77	649,95	775,72
kontrolní sazenice	1479,56	612,05	833,04

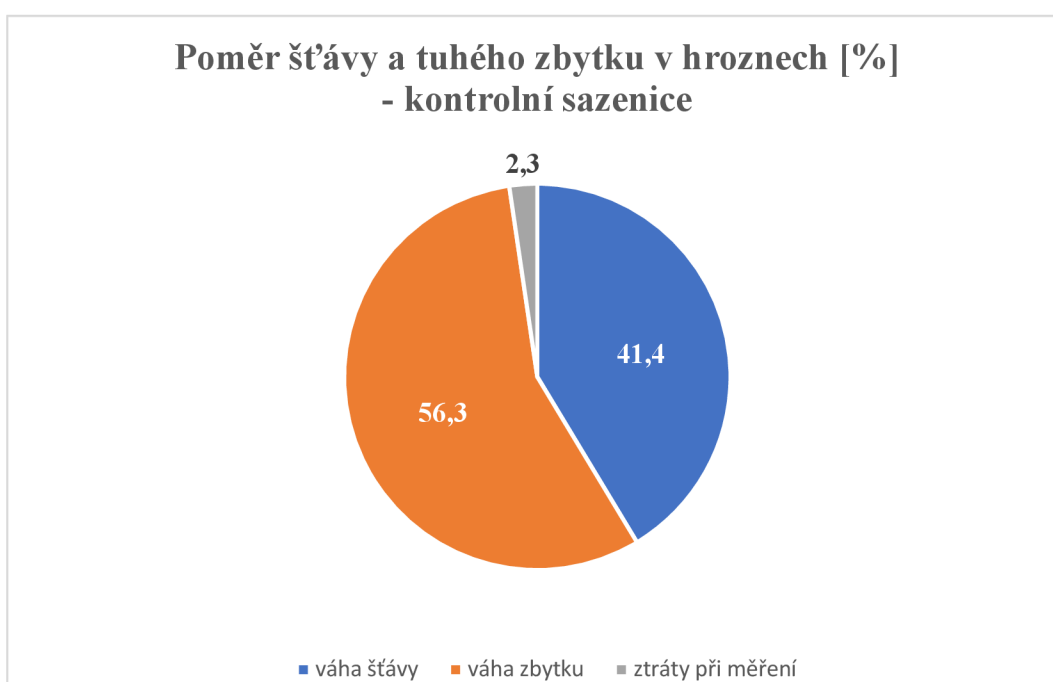
Tabulka č. 1 Kvalita vinné révy autor: Tomáš Spurný

Jak je zřejmé z tabulky (Tabulka č.1), z celkového množství hroznů (1480 g) ze sazenic, k jejichž kořenům byla přidána směs biouhlu, bylo získáno téměř 650 g ovocné šťávy a téměř 776 g tuhého zbytku. Z celkového množství hroznů z kontrolních sazenic bylo získáno 612 g ovocné šťávy a 833 g tuhého zbytku. Při vážení docházelo také k provozním ztrátám v rámci jednotek procent a nijak významně neovlivnily průběh a výsledky experimentu.



Graf č. 6 Poměr šťávy a tuhého zbytku v hroznech s biocharem autor: Tomáš Spurný

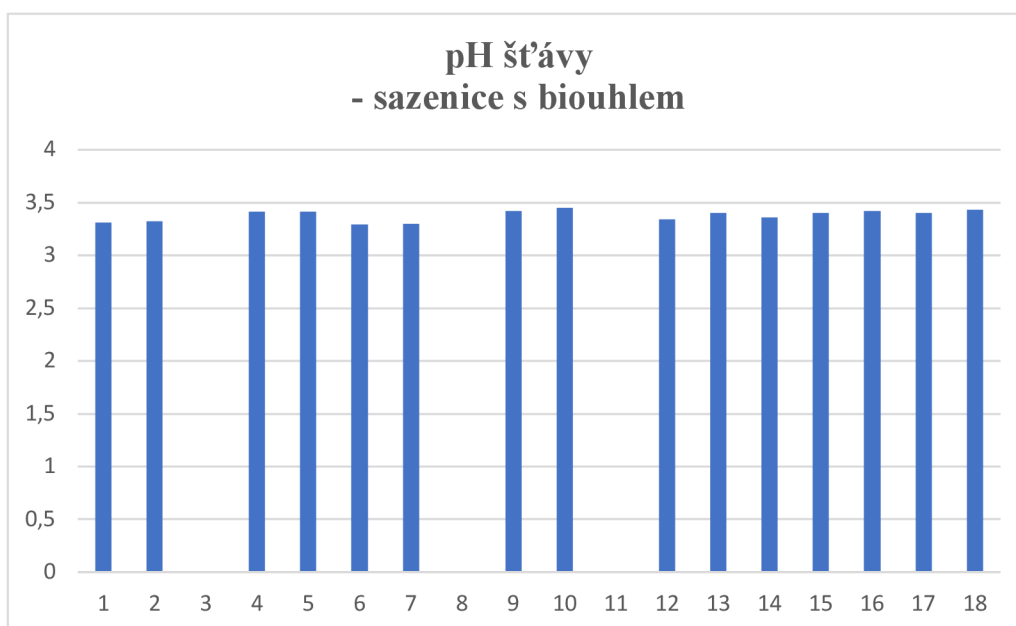
Na grafech (Graf č. 6 a Graf č. 7) je znázorněn procentuální poměr ovocné šťávy, tuhého zbytku a provozních ztrát. Hrozny ze sazenic, k jejichž kořenům byla přidána směs biouhlu, obsahovaly 43,9 % ovocné šťávy, 52,4 % tuhého zbytku a provozní ztráty při měření dosahovaly 3,7 %. Hrozny ze sazenic s běžným obhospodařováním obsahovaly 41,4 % ovocné šťávy, 56,3 % tuhého zbytku a provozní ztráty při měření dosahovaly 2,3 %. Při experimentu bylo zjištěno, že hrozny ze sazenic, k jejichž kořenům byla přidána směs biouhlu, obsahovaly o 6,2 % více ovocné šťávy než hrozny z kontrolních sazenic.



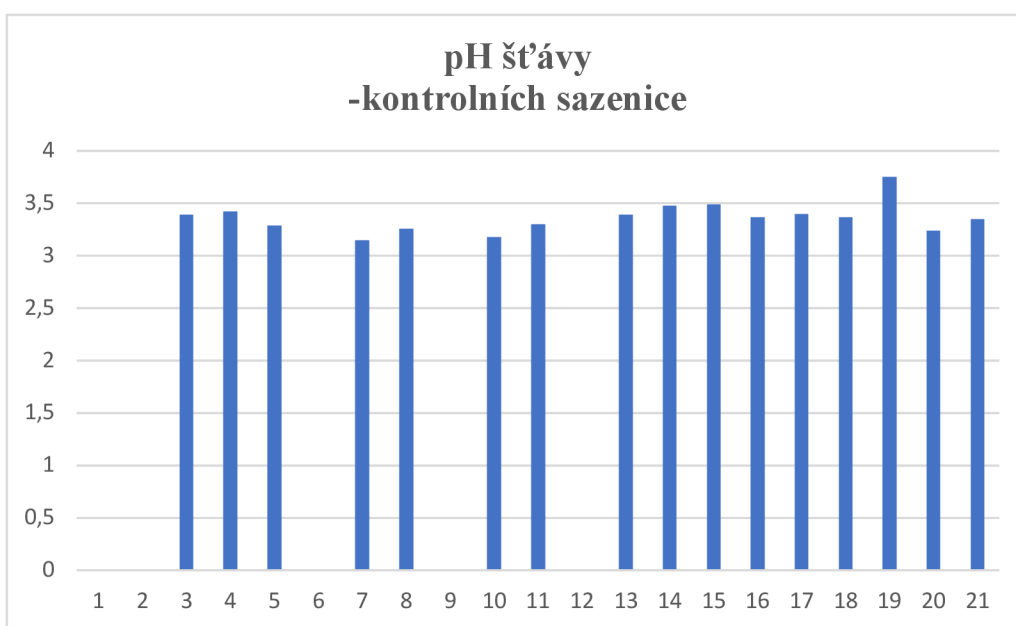
Graf č. 7 Poměr šťávy a tuhého zbytku v kontrolních hroznech autor: Tomáš Spurný

5.3. Kyselost šťávy vinné révy

Na vymačkané šťávě z předešlého experimentu byla měřena její kyselost. Kvůli malému objemu vzorků nebylo možné vždy určit kvalitně jeho pH. Na příložených grafech (Graf č. 8 a Graf č. 9) jsou zobrazeny hodnoty pH jednotlivých vzorků. Prázdná místa u vzorků, tj. u prvního grafu vzorek 3, 8 a 11 a u druhého grafu vzorek 1, 2, 6, 9 a 12, jsou způsobeny malým množstvím pro filtraci a tím určení jejich pH.



Graf č. 8 pH šťávy s biouhlem autor: Tomáš Spurný



Graf č. 9 pH šťávy kontroly autor: Tomáš Spurný

Medián pH hroznové šťávy ze sazenic, k jejichž kořenům byla přidána směs biocharu činilo 3,4. Medián pH z kontrolních sazenic s běžným obhospodařováním činilo 3,37. V mediánu byl rozdíl v pH mezi sazenicemi pouze 0,03. Tento fakt nepotvrzuje přímé působení biouhlové směsi na změnu pH ovocné šťávy vinné révy.

5.4. Konduktivita

V rámci experimentu byla také měřena konduktivita neboli schopnost kapalné látky vést elektrický proud. Konduktivita ukazuje množství rozpuštěných látek ve vodním roztoku, včetně látek minerálních.

U mnoha vzorků nebylo z důvodu malého množství materiálu možné konduktivitu určit.

Byla určena konduktivita ovocné šťávy z hroznů sazenic, k jejichž kořenům byla přidána směs biocharu. Medián vzorků konduktivity byl 3,32 mS/cm. Dále byla určena konduktivita ovocné šťávy z hroznů sazenic s běžným způsobem obhospodařování. Medián konduktivity byl 3,39 mS/cm.

6. Diskuse

Diplomová práce zkoumá vliv biouhlu přidaného ke kořenům sazenic vinné révy na vinici Mariana v Čepirohách. Vzhledem k tomu, že se vinice rozkládá na výsypce z hnědouhelného dolu Hrabák, panují zde zhoršené podmínky pro ujímání a růst rostlin. Na zlepšení podmínek pro rostliny zde ve spolupráci s Českou zemědělskou univerzitou v Praze probíhají pokusy. Jedním z pokusů je vpravení biouhlové směsi ke kořenům sazenic vinné révy. Cílem práce bylo tedy jaký vliv na výnos, kvalitu a kyselost ovocné šťávy vinné révy vpravená biouhlová směs má.

Z výsledků diplomové práce je patrné, že biouhlová směs přidaná ke kořenům sazenic má zásadní vliv a výnos vinné révy. Na sazenicích, k jejichž kořenům byla přidána směs biouhlu, bylo nasbíráno o 750 hroznů více než na kontrolních sazenicích. Průměrně tedy na jedné zkoumané sazenici rostlo o 9 hroznů více než na kontrolní. Váha hroznů nasbíraných na sazenicích, k jejichž kořenům byla přidána směs biouhlu, byla 107 814 gramů, naproti tomu váha hroznů k kontrolních sazenic dosahovala pouze 72 448 gramů. Ovšem jeden průměrný hrozen z kontrolních sazenic vážil 69,8 gramu, což je o 10,7 gramu více než hrozen ze sazenice s biouhlem. Při zjišťování kvality hroznů byl také prokazatelný vliv biouhlu. Hrozny ze sazenic, k jejichž kořenům byla přidána směs biouhlu, obsahovaly 43,9 % ovocné šťávy, zatímco kontrolní hrozny pouze 41 %. Výzkum se zabýval i vlivem biouhlu na pH ovocné šťávy, ovšem dle výsledků pH zůstalo téměř nezměněno. Stejný závěr platí i pro zkoumání vlivu na konduktivitu ovocné šťávy.

Výsledky ohledně výnosu odpovídají výsledkům studie od Harry Groot a jeho týmu (Harry Groot a kol., 2022), ve které je zmíněn nárůst výnosu vinné révy po přidání biocharu do půdy ke kořenům rostlin. Ve své studii ovšem udává zvýšení výnosu pouze o 25 %. V této studii je také zmíněno, že výnos je vyšší, přidá-li se ke kořenům kromě biocharu ještě kompost. Vliv na výnos udává také Genesio (Genesio a kol., 2015) ve své studii. Zde udává nárůst výnosu o 66 % během čtyř let. Studie od Genesio (Genesio a kol., 2015) také pozoruje zvětšení jednotlivých bobulí na hroznech, a to až o 14,8 %, oproti kontrolním bobulím. Ve své studii také pozoruje zvětšení semínek v bobulích až o 28,7 %. Sharifi a kol (2023) ve své studii zmiňují nárůst výnosu vinné révy během dvou let o 32 % oproti kontrole. Baronti (Baronti a

kol., 2014) ve své studii také uvádí významný vliv biouhlu na vinnou révu, zmiňuje zvýšení obsahu ovocné šťávy v hroznech, ale také zvýšení obsahu vody v listech rostliny, především v suchých obdobích. Dle studie Bozzolo (Bozzolo a kol., 2017) má biouhel vliv na růst sazenic vinné révy, a to především na kořenový systém. Studie dále uvádí zvýšení produkce hroznů po přidání biocharu do půdy.

Tvrzení o zvýšení výnosu a kvalitě vinné révy po zapravení biocharu ke kořenům sazenic neguje García-Jaramillo (García-Jaramillo a kol., 2021) ve své studii, kde uvádí, že biochar má prokazatelný vliv na půdu, nikoliv však na výnos vinné révy. Také studie od Amendola (Amendola a kol., 2017) uvádí, že po přidání biouhlu ke kořenům rostlin se zlepší půda a zlepší se kořenový systém rostliny, ale i přesto to nemá vliv na výnos nebo kvalitu hroznů vinné révy. Tento výsledek sdílí také Schmidt (Schmidt a kol., 2014) ve své studii, který ovšem připouští, že zvýšená vlhkost půdy u kořenů sazenic by z dlouhodobého hlediska mohla mít vliv na výnos a kvalitu hroznů.

Již zmiňovaná studie od Harry Groot (Harry Groot a kol., 2022) udává změnu pH ovocné šťávy v hroznech do 1 %, kterou nepovažuje za významnou. Schmidt (Schmidt a kol., 2014) ve své studii naopak uvádí, že přidání biocharu má na pH ovocné šťávy vliv významný.

Autoři všech studií se vesměs shodují na tvrzení, že přidáním biocharu se obohacuje půdní profil. Shodují se na tom, že biochar dokáže půdě zadržet velké množství vody a živin a díky tomu jsou rostliny schopny lépe zvládat období s menším objemem srážek.

7. Závěr a přínos práce

Cílem této diplomové práce bylo zjistit vliv biouhlu na výnos, kvalitu a kyselost vinné révy. Z výsledků diplomové práce lze prokázat pozitivní vliv přidaného biouhlu na výnos vinné révy a její kvalitu. Byly tedy splněny stanovené cíle.

Ze zpracovaných dat vyplývá, že na sazenicích vinné révy, k jejichž kořenům byla přidána směs biouhlu, rostlo o 71,6 % (750 ks) více hroznů než na sazenicích s běžným způsobem obhospodařování. Průměrně na jedné sazenici, k jejímž kořenům byla přidána směs biouhlu, rostlo o 73,3 % (11 ks) hroznů více než na kontrolních sazenicích. Vyšší výnos se projevil také na celkové váze hroznů, kdy z celkové váhy všech nasbíraných hroznů zaujímala z 59,8 % váha hroznů ze sazenic s biouhlem. Což je dle Kruskal-Wallisova testu označeno za signifikantní rozdíl. Ovšem je nutné zmínit, že hrozny rostoucí na kontrolních sazenicích s běžným způsobem obhospodařování dosahovaly vyšší hmotnosti na jeden hrozen o 16,9 %.

Z analytického zpracování dat byl dále zjištěn větší poměr ovocné šťávy v hroznech vinné révy s přidanou biouhlovou směsí. Hrozny ze sazenic s přidanou biouhlovou směsí obsahovaly 43,9 % ovocné šťávy, naproti tomu kontrolní sazenice pouze 41,4 %. Hrozny ze sazenic s přidaným biouhlem obsahovaly 52,4 % tuhého zbytku, zatímco kontrolní sazenice obsahovaly 56,3 % tuhého zbytku.

Diplomová práce taktéž řešila vliv biocharu na změnu pH ovocné šťávy hroznů. Kvůli malému objemu materiálu k filtraci nebylo zcela optimální množství dat pro zhotovení analýzy a porovnání vzorků. Ovšem z analýzy získaných dat nebyl zjištěn zásadní vliv biouhlu na pH ovocné šťávy vinné révy, neboť rozdíl mezi šťávou ze sazenic s biouhlem a šťávou z kontrolních sazenic byl pouze 0,03.

Diplomová práce dále zjišťovala vliv biouhlu na konduktivitu ovocné šťávy vinné révy. Analýza dat neprokázala zásadní vliv na změnu konduktivity ovocné šťávy po přidání biouhlu ke kořenům sazenic. Medián konduktivity se u zkoumaných a kontrolních sazenic lišil pouze o 0,06. Je nutné zmínit, že na měření a porovnání konduktivity bylo k dispozici malé množství dat.

Diplomová práce může mít přínos při dalších studiích zabývajících se problematikou lokalit zasažených těžbou. Výsledky práce mohou být použity při realizaci zemědělských rekultivací důlních výsypek. Výsledky mohou mít též přínos pro zemědělce pěstující vinnou révu. Neboť z výsledků práce vyplývá, že přidáním biocharu ke kořenům sazenic dochází k zvýšení výnosu a kvalitě hroznů vinné révy.

8. Přehled literatury a použitých zdrojů

8.1. Odborná literatura

- Aman, A. M. N., Selvarajoo, A., Lau, T. L., & Chen, W.-H. (2022). Biochar as Cement Replacement to Enhance Concrete Composite Properties: A Review. *Energies*, 15(20), 7662.
- Amendola, C., Montagnoli, A., Terzaghi, M., Trupiano, D., Oliva, F., Baronti, S., Miglietta, F., Chiatante, D., & Scippa, G. S. (2017). Short-term effects of biochar on grapevine fine root dynamics and arbuscular mycorrhizae production. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 239, 236–245.
- Baronti, S., Vaccari, F. P., Miglietta, F., Calzolari, C., Lugato, E., Orlandini, S., Pini, R., Zulian, C., & Genesio, L. (2014). Impact of biochar application on plant water relations in *Vitis vinifera* (L.). *European Journal of Agronomy*, 53, 38–44.
- Bažant, V. (2010). Růstové vlastnosti dřevin na výsypkových stanovištích Mostecké pánve (Severočeské hnědouhelné pánve). *Disertační práce. ČZU v Praze. Fakulta lesnická a dřevařská. Vedoucí práce doc. Ing. Martin Slávik, CSc.*
- Bejček, V., Šťastný, K., (2000) Aktuální problémy ochrany ptáků a jejich prostředí v ČR. *Sylvia* 36 2020/1. 35-38.
- Bozzolo, A., Pizzeghello, D., Cardinali, A., Francioso, O., & Nardi, S. (2017). Effects of moderate and high rates of biochar and compost on grapevine growth in a greenhouse experiment. *AIMS Agriculture and Food*, 2(1), 113–128.
- Brzóska M, A. Chvata10va, K. Kunc, 2002: Hydro-reclamation as an element of land regeneration in the Podkrusnohori region. - *Geografie - Sbornik CGS*, 107, 3, pp. 230-242
- Culek, M., Grulich, V., Laštůvka, Z., Divíšek, J., (2013): Biogeografické regiony České republiky. Masarykova univerzita, Brno. 450 s.
- Dočkal M, (©2024) Rekultivace (nejen) po těžbě ČVUT v Praze f. Stavební katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství
- García-Jaramillo, M., Meyer, K. M., Phillips, C. L., Acosta-Martínez, V., Osborne, J., Levin, A. D., & Trippe, K. M. (2021). Biochar addition to vineyard soils: effects on soil functions, grape yield and wine quality. *Biochar*, 3(4), 565–577.
- Genesio, L., Miglietta, F., Baronti, S., & Vaccari, F. P. (2015). Biochar increases vineyard productivity without affecting grape quality: Results from a four years field experiment in Tuscany. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 201, 20–25.
- Hamidzadeh, Z., Ghorbannezhad, P., Ketabchi, M. R., & Yeganeh, B. (2023). Biomass-derived biochar and its application in agriculture. *Fuel*, 341, 127701.

- Huang, L. Q., Fu, C., Li, T. Z., Yan, B., Wu, Y., Zhang, L., Ping, W., Yang, B. R., & Chen, L. (2020). Advances in research on effects of biochar on soil nitrogen and phosphorus. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 424(1), 012015
- Ka Yan Man, Ka Lai Chow, Yu Bon Man, Wing Yin Mo & Ming Hung Wong (2021) Use of biochar as feed supplements for animal farming, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 51:2, 187-217, DOI: 10.1080/10643389.2020.1721980
- Khan, A. A., Gul, J., Naqvi, S. R., Ali, I., Farooq, W., Liaqat, R., AlMohamadi, H., Štěpanec, L., & Juchelková, D. (2022). Recent progress in microalgae-derived biochar for the treatment of textile industry wastewater. *Chemosphere*, 306, 135565.
- Kraus, V., (2012). *Pěstujeme révu vinnou*. Grada Publishing, a.s., Praha. 112 s.
- Kretschmann, J., Efremenkov, A. B., & Khoreshok, A. A. (2017). From Mining to Post-Mining: The Sustainable Development Strategy of the German Hard Coal Mining Industry. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 50, 012024.
- Li, Y., Kumar Awasthi, M., Sindhu, R., Binod, P., Zhang, Z., & Taherzadeh, M. J. (2023). Biochar preparation and evaluation of its effect in composting mechanism: A review. *Bioresource Technology*, 384, 129329.
- Mackenzie, D. E., & Christy, A. G. (2005). The role of soil chemistry in wine grape quality and sustainable soil management in vineyards. *Water Science and Technology*, 51(1), 27–37.
- Man, K. Y., Chow, K. L., Man, Y. B., Mo, W. Y., & Wong, M. H. (2021). Use of biochar as feed supplements for animal farming. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 51(2), 187–217.
- Maroušek, J., & Trakal, L. (2022). Techno-economic analysis reveals the untapped potential of wood biochar. *Chemosphere*, 291, 133000.
- Medyńska-Juraszek, A. (2016). Biochar as a soil amendment. *Soil Science Annual*, 67(3), 151–157
- Montagnoli, A., Baronti, S., Alberto, D., Chiatante, D., Scippa, G. S., & Terzaghi, M. (2021). Pioneer and fibrous root seasonal dynamics of *Vitis vinifera* L. are affected by biochar application to a low fertility soil: A rhizobox approach. *Science of The Total Environment*, 751, 141455.
- Pavloušek, P., 2011: *Pěstování révy vinné*. Grada Publishing, a. s., Praha. 336 s.
- Pavloušek, P., Lampíř, L., Muška, F., Kotrle, I., 2016: *Réva vinná pro malopěstitele*. Agriprint, Olomouc. 353 s.

Pohořelý, M., Moško, J., Zach, B., Šyc, M., Václavková, Š., Jeremiáš, M., Svoboda, K., Skoblia, S., Beňo, Z., Brynda, J., Trakal, L., Straka, P., Bičáková, O., Innemanová, P., (2017) Materiálové a energetické využití suchého stabilizovaného čistírenského kalu – výroba biocharu středně - teplotní pomalou pyrolýzou

Pohořelý, M., Sedmihradská, A., Trakal, L., Jevič, P., (2021): Biochar – production, properties, certification, and utilization WASTE FORUM, 3, p. 210

Puga, A., Moreira, M. M., Pazos, M., Figueiredo, S. A., Sanromán, M. Á., Delerue-Matos, C., & Rosales, E. (2022). Continuous adsorption studies of pharmaceuticals in multicomponent mixtures by agroforestry biochar. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10(1), 106977.

Quitt, E., 1971: Klimatické Oblasti Československa. *Studia Geographica ČSAV*, Brno. 73 s.

Richardson, A. E. (2001). Prospects for using soil microorganisms to improve the acquisition of phosphorus by plants. *Functional Plant Biology*, 28(9), 897.

Rohovská V, (© 2024) Vztah člověka a přírody Střední průmyslová škola strojnická Olomouc, Ekologie

Sedmihradská A, Skoblia S, Beňo Z, Moško J, Pohořelý M, (2021) Výroba a charakterizace vysoko-teplotního biocharu *Energie z biomasy XIX* 32-33. ISBN 978-80-86186-29-0.

Sharifi, M., & Hajiaghaei-Kamrani, M. (2023). Biochar–compost mixture and cover crop effects on soil carbon and nitrogen dynamics, yield, and fruit quality in an irrigated vineyard. *Canadian Journal of Soil Science*, 103(1), 200–212.

Schmidt, H.-P., Kammann, C., Niggli, C., Evangelou, M. W. H., Mackie, K. A., & Abiven, S. (2014). Biochar and biochar-compost as soil amendments to a vineyard soil: Influences on plant growth, nutrient uptake, plant health and grape quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 191, 117–123.

Smolík, D., Dirner, V., 2006: Význam rekultivace jako proces obnovy narušené biosféry. In: *Environmentální vzdělávání*. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, p. 342-383. ISBN 80-248-1113-8

Strzyszczyk, Z. (1996). Recultivation and landscaping in areas after brown-coal mining in middle-east European countries. *Water, Air, and Soil Pollution*, 91(1–2), 145–157.

Šefl, J., Roubíková, I., Rožcová, V., (2021) Lesnická rekultivace po těžbě hnědého uhlí s využitím šesti druhů dřevin: případová studie. *Zprávy lesnického výzkumu*. 55-66.

Štýs, S., Bízková, R., Ritschelová I., (2014) *Proměny severozápadu*. Český statistický úřad, Praha. 181 s. ISBN 978-80-250-2556-7

Štýs, S., (2012) *Proměny Mostecka*. Statutární město Most, Most. 63 s.

Štýs, S., Kostruch, J., Neuberg, Š., Pařízek, J., Patejdl, C., Smolík, D., Špiřík, F., Hiele, V., Toběrná, V., Vesecký J., (1981): Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. SNTL, Praha.

Torabian, S., Qin, R., Noulas, C., Lu, Y., & Wang, G. (2021). Biochar: an organic amendment to crops and an environmental solution. *AIMS Agriculture and Food*, 6(1), 401–415. <https://doi.org/10.3934/agrfood.2021024>

Vokoun M, (2024) Specifika lesnické rekultivace výsypek Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs n. L. – pobočka Plzeň

Vráblíková, J., (2010): Rekultivace území po těžbě uhlí na příkladu severních Čech. *Život. Prostr.* 44/1, 24-29.

Vráblíková J, Vráblík P, Wildová E, (2017) Rekultivace, revitalizace a resocializace antropogenně zatížené krajiny jako nástroj udržitelného rozvoje Katedra přírodních věd, Fakulta životního prostředí, univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem

8.2. Legislativa

Zákon 44/1988 Sb. o ochraně a využití nerostného bohatství, v platném znění.

Zákon č 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny.

Zákonu č. 26/2017 Sb. o vinohradnictví a vinařství, v platném znění.

Zákonem č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu, v platném znění.

Zákona č. 289/1995 Sb. Zákon o lesích a o změně některých zákonů (lesní zákon), v platném znění.

Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), v platném znění.

8.3. Internetové zdroje

Biouhel. Cz s.r.o., (2024): Co je biouhel? online]. [cit. 2023.11.22], dostupné z <<https://biouhel.cz/o-biouhlu/>>

Břendová, K., Tlustoš, P., Száková, J., Bohuněk, M., (2014) Využití biouhlí (biocharu) k úpravě půdních vlastností (online) [cit.2024.01.03], dostupné z <<https://biom.cz/cz/odborneclanky/vyuziti-biouhli-biocharu-k-uprave-pudnich-vlastnosti>>

České vinařství Chrámce, (©2024) Vinice Most – Čepirohy. [online]. [cit. 2023.10.13], dostupné z: <Vinice Most – Čepirohy – České vinařství Chrámce (ceske-vinarstvi.cz)>.

ČSÚ, (©2023) Charakteristika okresu Most (online) [cit.2023.12.05], dostupné z <Charakteristika okresu Most | ČSÚ (czso.cz)>

Groown s.r.o., (©2024) Půdní injektáž (online) [cit.2024.20.03], dostupné z <https://groown.eu/pudni-injektaz/>

IUHLI, (©2016) Historie těžby uhlí v severočeské pánvi sahá do 15. století (online) [cit.2023.12.09], dostupné z <<https://iuhli.cz/historie-tezby-uhli-v-severoceske-panvi-saha-do-15-stoleti/>>.

Kašpar J, (2003) Rekultivace a voda Hornická Příbram ve vědě a technice (online) [cit.2023.12.15], dostupné z <https://slon.diamo.cz/hpvt/2003/sekce_z/PZ11%20P.htm>

Lipský Z, (2022) Zaniklá a přeměněná krajina Mostecka (online) [cit.2023.12.15], dostupné z <<http://www.zaniklekrajiny.cz/atlas/charakteristika-uzemi-13/151-modelova-uzemi/mostecko/charakteristika-uzemi/765-fyz-charakter-uzemi> >

Město Most, ©2012: Původ názvů obcí Mostecka: Čepirohy (online) [cit.2023.12.05], dostupné z <Původ názvů obcí Mostecka: Čepirohy: Město Most (mesto-most.cz)>.

Město Most, (2021) Historie vinařství na Mostecku (online) [cit.2023.12.05], dostupné z <<https://www.mesto-most.cz/historie-vinarstvi-na-mostecku/d-40611>>

Ministerstvo zemědělství (MZ), 2021: Vinná réva (online) [cit.2023.12.05], dostupné z <<https://eagri.cz/public/portal/mze/zemedelstvi/roslinna-vyroba/roslinne-komodity/reva-vinna-a-vino>>

Neužil M, (©2024) Vliv povrchové těžby hnědého uhlí na životní prostředí, MŽP (online) [cit.2023.11.24], dostupné z <[https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/B18C18B302379CCCC1256FC000407A70/\\$file/e-02-5.htm](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/B18C18B302379CCCC1256FC000407A70/$file/e-02-5.htm)>

Severočeské doly, (©2021): Geologie (online) [cit.2023.11.25], dostupné z <<https://www.sdas.cz/prohlidkaprovozu/geologie/>>

Statutární město Ústí nad Labem, (©2021) Geologie (online) [cit.2023.11.24], dostupné z <Geologie – Magistrát města Ústí nad Labem (usti-nad-labem.cz)>

V4 Biochar Platform, (©2021) O biocharu (online) [cit.2023.11.26], dostupné z <<https://v4biochar.czu.cz/cs/r-15068-o-biocharu>>

Zahrada Výstaviště (2023). Výsadba a pěstování vinné révy (online) [cit.2024.02.22], dostupné z <<https://www.zahradavystaviste.cz/rady-pro-pestitele/vysadba-a-pestovani-vinne-revy/> >

9. Seznam obrázků

Obrázek č. 1 Poloha zájmové lokality, autor: Tomáš Spurný

Obrázek č. 2 Oblast sběru dat autor: Tomáš Spurný

Obrázek č. 3 Sběr hroznů na zatravněné vinici Mariana autor: Tomáš Spurný

Obrázek č. 4 Vážení nasbíraných vzorků autor Tomáš Spurný

Obrázek č. 5 Schéma rekultivačního procesu, vlastní zpracování dle (Vráblíková a kol., 2014)

Obrázek č.6 Schéma pyrolyzačního zařízení na výrobu biouhlu společnosti PYREG (Pohořelý a kol.2019)

Obrázek č. 7 Zatravněná vinice Mariana autor: Tomáš Spurný

Obrázek č.8 Řady zkoumaných sazenic autor: Tomáš Spurný

10. seznam grafů a tabulek

Graf č. 1 Počty hroznů na jednotlivých sazenicích, autor: Tomáš Spurný

Graf č.2 Počet hroznů na jedné sazenici autor: Tomáš Spurný

Graf č. 3 Váha hroznů na jednotlivých sazenicích autor: Tomáš Spurný

Graf č. 4 Váha nasbíraných hroznů autor: Tomáš Spurný

Graf č. 5 Porovnání váhy sesbíraných hroznů autor: Tomáš Spurný

Graf č. 6 Poměr šťávy a tuhého zbytku v hroznech s biocharem autor: Tomáš Spurný

Graf č. 7 Poměr šťávy a tuhého zbytku v kontrolních hroznech autor: Tomáš Spurný

Graf č. 8 pH šťávy s biouhlem autor: Tomáš Spurný

Graf č. 9 pH šťávy kontroly autor: Tomáš Spurný

Tabulka č. 1 Kvalita vinné révy autor: Tomáš Spurný

11. Přílohy

Číslo vzorku	Kontrolní vinná réva		Biouhel - vinná réva		
	Počet hroznů (n)	Hmotnost (g)	Číslo vzorku	Počet hroznů (n)	Hmotnost (g)
1	23	2275	1	37	1646
2	12	1213	2	15	503
3	17	2012	3	28	1647
4	18	2325	4	29	1029
5	18	887	5	18	1038
6	10	653	6	17	856
7	17	1220	7	27	2178
8	18	613	8	33	1711
9	10	1211	9	25	1709
10	4	104	10	11	348
11	17	1216	11	17	791
12	24	1438	12	14	500
13	8	492	13	21	1390
14	14	1023	14	28	1103
15	14	1038	15	12	720
16	16	870	16	17	1253
17	11	1065	17	27	1409
18	8	730	18	31	1303
19	12	859	19	17	989
20	7	506	20	16	712
21	5	484	21	15	871
22	10	732	22	24	1013
23	10	729	23	27	2217
24	7	402	24	36	2750
25	11	1003	25	12	847
26	6	432	26	11	671
27	4	337	27	48	2736
28	7	503	28	35	2599
29	17	1050	29	19	824
30	21	1043	30	30	1848
31	12	862	31	18	1891
32	16	897	32	24	1991
33	29	1260	33	16	691
34	37	1839	34	31	1782
35	19	820	35	45	3201
36	17	913	36	57	3417
37	9	618	37	39	3203
38	17	1186	38	61	4014
39	18	1451	39	14	550
40	21	1740	40	12	585
41	24	3020	41	16	935
42	31	1840	42	14	1078
43	34	2645	43	17	1146
44	14	1230	44	28	1533
45	18	1470	45	30	1718
46	6	557	46	27	1585
47	17	2002	47	17	1019
48	26	1831	48	21	950
49	31	2575	49	29	1538
50	18	1038	50	19	769
51	11	427	51	11	402
52	5	495	52	29	1535
53	4	205	53	12	769
54	11	751	54	38	1720
55	10	640	55	23	1259
56	14	910	56	25	1309
57	29	2087	57	39	1754
58	8	327	58	35	1510
59	12	459	59	36	1766
60	7	312	60	31	1620
61	25	1020	61	41	3100
62	21	1134	62	27	1458
63	12	459	63	33	1791
64	22	751	64	25	2203
65	17	1224	65	27	3621
66	20	1100	66	29	1903
67	4	209	67	17	1505
68	6	479	68	34	2420
69	12	648	69	26	1632
70	7	552	70	27	1730

*Příloha č. 1 Tabulka počtů hroznů a jejich váhy při sběru na vinici
autor: Tomáš Spurný*

Biouhel					
rostlina vinné révy	váha hroznu	šťáva	zbytek	pH	konduktivita
AB 1	34,7	18	15,5	3,31	X
AB 2	191,9	132,5	59,4	3,32	X
AB 3	37,9	/	19,7	/	/
AB 4	75,4	31,1	39,3	3,41	X
AB 5	109,51	44,3	62,17	3,41	3,67
AB 6	81	27,35	49,35	3,29	X
AB 7	85,3	31,1	54	3,3	3,1
AB 8	74,36	24,5	46,1	/	/
AB 9	51,3	25,7	26	3,42	X
AB 10	61	30,6	30,4	3,45	X
AB 11	64	25,9	33,6	/	/
AB 12	91,2	35	49,9	3,34	3,07
AB 13	90,9	33,7	53,3	3,4	X
AB 14	113,3	40,8	70,5	3,36	3,41
AB 15	63	26,4	40	3,4	X
AB 16	101,4	36	61,7	3,42	X
AB 17	76,6	30	44,8	3,4	X
AB 18	77	57	20	3,43	3,32

Příloha č. 2 Tabulka měření kvality vinné révy, pH a konduktivity ovocné šťávy sazenic s biouhlovou směsí autor: Tomáš Spurný

rostlina vinné révy	Kontrola				
	váha hroznu	šťáva	zbytek	pH	konduktivita
BB 1	72,7	18	50,64	/	/
BB 2	70,7	17	51,6	/	/
BB 3	56,8	18	36,8	3,39	X
BB 4	63,2	27,2	34,7	3,42	X
BB 5	124,2	51,2	71,5	3,29	3,5
BB 6	22,7	8,29	13,26	/	/
BB 7	122,43	42,18	76,56	3,15	2,98
BB 8	62,7	26,67	33,8	3,26	X
BB 9	47,1	16,66	30,77	/	/
BB 10	63,55	30,75	31,3	3,18	3,33
BB 11	81,76	36,47	45,28	3,3	X
BB 12	44,09	16,08	25,82	/	/
BB 13	53,92	25,24	29,12	3,39	X
BB 14	62,22	23,97	37,66	3,48	X
BB 15	69,74	34,63	33,06	3,49	3,61
BB 16	59,73	29,97	27,67	3,37	3,67
BB 17	110,18	46,08	61,01	3,4	3,27
BB 18	89,9	40,25	48,8	3,37	3,26
BB 19	84,33	47,57	34,17	3,75	3,44
BB 20	65,49	33,1	30,67	3,24	X
BB 21	52,12	22,74	28,85	3,35	X

Příloha č. 3 Tabulka měření kvality vinné révy, pH a konduktivity ovocné šťávy kontrolních sazenic autor: Tomáš Spurný