

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin



**Vliv obohaceného výluhu z vermikompostu na vlastnosti
rajčat**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Marcel Havrda

Obor studia: Technologie zpracování a využití odpadů

Vedoucí práce: doc. Ing. Aleš Hanč, Ph.D.

Konzultant: Ing. et Ing. Markéta Drešlová

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv obohaceného výluhu z vermikompostu na vlastnosti rajčat" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20.3.2019

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Aleši Hančovi, Ph.D., za vstřícný přístup a odborné rady. Rovněž chci poděkovat Ing. et Ing. Markétě Drešlové za odborný dozor a panu Ing. Jaromíru Ducháčkovi, Ph.D. za asistenci při statistickém vyhodnocení výsledků.

Vliv obohaceného výluhu z vermikompostu na vlastnosti rajčat

Souhrn

Cílem práce bylo porovnat hnojivý účinek zředěných (1:9) výluhů z vermikompostu, které byly připraveny ze tří vybraných surovin (matolina, koňský hnůj, jablečné výlisky) a do nichž byly během louhování dodány pivovarské kvasnice. Jako pokusná rostlina byla vybrána keříčková forma rajčete jedlého (*Solanum lycopersicum*). Každá rostlina byla vysazena samostatně do plastového kbelíku o objemu 10 l a pěstována po 18 kusech v polouzavřených boxech. Jako hlavní zdroj světla byly využity sodíkové lampy. Výluhy jakožto hnojivá zálivka byly aplikovány celkem 5krát, vždy ve stejných intervalech. Rostlina byla při sklizni rozdělena na 3 části a to plody, nadzemní biomasu a podzemní biomasu. Veškerý rostlinný materiál byl následně vysušen, zvážen a analyzován.

Dle statistického vyhodnocení nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v hnojivém účinku mezi jednotlivými surovinami, použitými pro přípravu výluhů. Je zde však prokazatelně významný pozitivní efekt na růst biomasy (vztaženo ke kontrole), a to ve všech variantách.

Rovněž byl prokázán vliv zvolené aplikace na zvyšující se suchou hmotu kořenu rostlin. Statisticky významně je výnos ovlivněn také přidáním pivovarských kvasnic do výluhu. Takovýmto obohacením lze získat o více než 50 % vyšší výnos suché hmoty plodů v porovnání s kontrolou a o přibližně 25 % vyšší výnos suché hmoty plodů v porovnání s neobohacenými výluhy. Nárůst nadzemní biomasy dosáhl při aplikaci variant s 500 ml kvasnic průměrně necelých 20 % ku čistému výluhu a 30 % ku kontrole. Podzemní biomasa poté dosahovala průměrného navýšení u variant s 500 ml kvasnic cca 60 % ku kontrole a cca 40 % v porovnání s čistým výluhem. Pro zvýšení nárůstu podzemní biomasy lze doporučit hnojení do půdy.

Jelikož je však primárním zájmem maximálně zvýšit výnos plodů, lze doporučit spíše aplikaci hnojiva na list. Vzhledem k tomu, že jsou pivovarské kvasnice částečným odpadním produktem při výrobě piva, je jejich aplikace jako aditiva do hnojivých výluhů jedním z možných využití, které lze prohlásit za efektivní.

Klíčová slova: vermikompost, výluh, matolina, koňský hnůj, jablečné výlisky, rajče jedlé, *Solanum lycopersicum*, *Saccharomyces uvarum*

Influence of enriched extract from vermicompost on properties of tomatoes

Summary

The aim of this thesis was to compare the fertilizing effect of diluted (1:9) vermiteas from three different base materials (grape marc, horse manure, apple pomace) with addition of brewer's yeast. The test run on a fruticose type of tomato (*Solanum lycopersicum*). Each plant was put on its own in a 10 litres plastic scuttle. The plants were then cultivated in groups of 18 in half-closed booths. As main source of light were used sodium lamps. The vermiteas as the fertilizer were applied 5 times in total, with even intervals between each application. Every plant was divided in three parts when harvested - the berries, aerial biomass and underground biomass. All the herbal material was then dehydrated, weight and analyzed.

The statistical results showed no statistically considerable differences in fertilizing effect between the three materials that were used to make the vermitea. There is, however, provable positive effect to the growth of biomass (in comparison with the control) in all the variations. It was also proven that the area of application of the fertilizer impacts the produce of the roots. The produce is also statistically considerably affected by adding the brewer's yeast. With this enrichment it is possible to gain more than 50 % higher yield of dehydrated berries material in comparison with control and approximately 25 % higher yield of dehydrated berries material than from the plants fertilized with pure vermiteas. The growth of the aerial biomass when 500 ml of yeast was added to the vermitea was on an average of 20 % in comparison with pure vermitea and 30 % in comparison with control. The underground biomass fertilized with vermiteas enriched with 500 ml of brewer's yeast was reaching approximately 60 % higher growth than the control and 40 % higher growth compared to pure vermitea. To increase the growth of underground biomass it is suggested to apply the fertilizer to the soil. Forasmuch as the desired effect is to increase the yield of the berries, it is advisable to use the fertilizer on the leaves. In regard of brewer's yeast being partly an outlet of making of the beer, their addition to the fertilizing vermitea is one of the possible utilisations which are considered effective.

Keywords: vermicompost, vermitea, grape marc, apple pomace, horse manure, tomato, *Solanum lycopersicum*, *Saccharomyces uvarum*

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce.....	2
3	Literární rešerše	3
3.1	Vermikompost a vermikompostování	3
3.1.1	Vermikompost	3
3.1.2	Vermikompostování.....	3
3.2	Vermikompostování vs. kompostování	4
3.3	Faktory ovlivňující vermikompostování.....	5
3.3.1	Aerace.....	5
3.3.2	Vlhkost.....	6
3.3.3	Teplota.....	7
3.3.4	Hodnota pH.....	7
3.3.5	Obsah chemických látek a prvků	8
3.3.5.1	Nutričně významné prvky	8
3.3.5.2	Poměr C:N.....	9
3.3.5.3	Rizikové látky	9
3.3.6	Mikrobiální diverzita	10
3.4	Vhodné druhy žížal	10
3.4.1	Taxonomické zařazení a základní popis podkmene <i>Clitellata</i>	10
3.4.2	Rozdělení dle životní strategie.....	11
3.4.3	<i>Eisenia fetida</i> a <i>Eisenia andrei</i>	11
3.5	Vodný výluh z vermikompostu	12
3.5.1	Příprava výluhů	13
3.5.2	Využití a výhody výluhů.....	15
3.5.3	Aditiva přidávána k výluhům	17
3.6	Vliv půdních mikroorganismů v rhizosféře na růst rostlin	17
3.7	Vliv mikroorganismů ve fylosféře na růst rostlin	19
3.8	Rostliny použité v experimentu: lilek rajče (<i>Lycopersion lycopersicum</i>, L.) ..	19
4	Metodika.....	21
4.1	Suroviny k přípravě vermikompostů	21
4.1.1	Matolina	21
4.1.2	Koňský hnůj.....	22
4.1.3	Jablečné výlisky	23
4.2	Pivovarské kvasnice	23

4.3	Postup pro přípravu výluhů	24
4.4	Metody stanovení mikroorganismů ve výluzích	25
4.5	Pěstební část experimentu s aplikacemi na rajče jedlé	26
5	Výsledky	30
5.1	Stanovení nárůstu biomasy (suchá hmota)	30
5.1.1	Jablečné výlisky	30
5.1.2	Matolina	38
5.1.3	Košský hnůj.....	46
5.2	Statistické výsledky nárůstu suché hmoty	54
5.2.1	Základní statistické ukazatele	54
5.2.2	Korelace a regrese.....	57
5.3	Vyhodnocení vlastností hnojivé zálivky a aplikace na nárůst biomasy (ANOVA) 66	
5.3.1	Varianta s efektem místa aplikace a suroviny pro přípravu vermikompostů 66	
5.3.2	Varianta s efektem místa aplikace a obohacením výluhů o pivovarské kvasnice 67	
6	Diskuze	69
7	Závěr	73
8	Seznam literatury	74
9	Přílohy	91
9.1	Seznam a vysvětlení použitých zkratk	91
9.2	Obsah vybraných prvků v jednotlivých částech rostlin	91
9.2.1	Matolina	91
9.2.2	Košský hnůj.....	94
9.2.3	Jablečné výlisky	97
9.3	Koncentrace měřených prvků ve výluzích.....	99
9.3.1	Naměřené koncentrace prvků v neobohacených vzorcích	99
9.3.2	Naměřené koncentrace prvků ve vzorcích obohacených o 100 ml pivovarských kvasnic 101	
9.3.3	Naměřené koncentrace prvků ve vzorcích obohacených o 500 ml pivovarských kvasnic 103	
9.4	Koncentrace minerálního dusíku	105
9.5	Výsledky gravimetrického měření suché hmoty	106
9.5.1	Kontrola	106
9.5.2	Jablečné výlisky	107
9.5.3	Matolina	111
9.5.4	Košský hnůj.....	115

9.6	Fotodokumentace	119
------------	------------------------------	------------

1 Úvod

V současnosti je trendem ustupovat od konvenčního zemědělství využívajícího převážně minerální hnojiva, v důsledku jejich rapidně ubývajících zásob. Zároveň se mění pohled na koloběh živin, kdy začíná být propagován cirkulární model s využitím organických hnojiv, který po zjednodušení může vypadat takto: sklizená biomasa se zužitkuje za vzniku fekálií (výkaly) a dalšího bioodpadu (slupky, jádra, atd.), tyto zbytky projdou zušlechtěním (kompostování, vermikompostování, zrání hnoje) za vzniku hnojiva, které je opět aplikováno na půdu za účelem výživy rostlin. Tento způsob je dlouhodobě udržitelný, na rozdíl od zastaralého lineárního modelu, kdy se minerální hnojivo vytěží, aplikuje na půdu, výnos se zužitkuje, ale odpadní materiál nevstupuje zpětně do procesu, nýbrž putuje do jiného koncového zařízení (např. na skládku). V Evropské Unii vzniká tedy mnoho projektů podporujících alternativní organická hnojiva (Hrabák 2018) (Morales-Corts et al. 2018). Jednou z možností je využití vermikompostu, obohacujícího hnojiva o elementy, jež jsou dodány do substrátů díky přirozenému půdnímu edafonu (zejména se jedná o žížaly). Tyto vermikosty lze také využít při ekologickém zemědělství (Bhat et al. 2018). Snahou je však tato hnojiva vylepšit, aby se stala pro koncového uživatele ještě atraktivnějšími. Jednou z možností je vytvářet z vermikompostů výluhy, které je možné doplnit mnoha aditivami (Edwards, et al. 2010) jako jsou například fugát, výluh z drůbežího hnoje či kvasinky. A právě přidáváním kvasinek se zabývá tato práce.

2 Cíl práce

Cílem teoretické části práce je seznámit čtenáře s nezbytnými podmínkami, které je nutné dodržet pro přípravu kvalitních vermikompostů a jejich následný převod na kapalnou formu v podobě výluhu. Dále seznamuje čtenáře s významem mikrobiálních společenstev na růst a zdraví rostliny. V praktické části je poté dokazován vliv surovin určených k výrobě vermikompostu, délka aerace výluhu a zejména pak vliv zvýšení množství mikroorganismů přidáním pivovarských kvasnic na nárůst biomasy a výnos u rostlin rajčete jedlého.

Hypotézy:

1. Rostliny hnojené výluhem s přidáním kvasnic, budou vykazovat statisticky významně vyšší výnos podzemní i nadzemní biomasy včetně plodů.
2. Tyto výnosy budou růst se zvyšujícím se obsahem kvasnic v hnojivé zálivce.
3. Zvolené suroviny, jež byly využity k přípravě vermikompostů budou mezi sebou vykazovat statisticky významné rozdíly ve výnosu biomasy.

3 Literární rešerše

3.1 Vermikompost a verмикompostování

3.1.1 Vermikompost

Jedná se o alternativní organické hnojivo, které lze v současné době zařadit dle 474/2000 Vyhlášky Ministerstva zemědělství o stanovení požadavků na hnojiva přílohy 3 tabulky 5 jako typ hnojiva 18.1, tedy jako organické hnojivo s minimálním zastoupením 35 % org. látek (Vyhláška č. 474/2000 Sb. Vyhláška Ministerstva zemědělství o stanovení požadavků na hnojiva). Obecněji však lze verмикompost popsat jako nejčastěji tmavou, slabě lepkavou hmotu pevného skupenství připomínající humus či rašelinu (Hanč 2010). Tento materiál je vysoce mikrobiálně aktivní (Hanč et al. 2013).

3.1.2 Vermikompostování

Pojem verмикompost či verмикompostování vychází z latinského slova *vermi*, což znamená červ. Jedná se tedy o cílený mezofilní rozklad biologicky rozložitelného materiálu na hnojivo za použití vhodných druhů žížal (Plíva et al. 2016). Hlavními faktory ovlivňujícími bio-oxidaci a tím i následnou stabilizaci organické hmoty jsou žížaly a mikroorganismy. Žížaly svým pohybem v substrátu zvyšují celkovou aeraci (Aira et al. 2008), obohacují substrát o významné hormony a enzymy (Borkovcová & Žáková 2015) a rozkládají hmotu do menších fragmentů, čímž zvyšují účinnou plochu pro působení mikroorganismů (Lores et al. 2006). Samotné mikroorganismy poté nejvýznamněji přetváří surovou biomasu na hnojivo (Domínguez 2004). Obecně lze tento proces rozdělit do dvou fází. V první fázi připravují žížaly biologicky rozložitelný odpad pro mikroorganismy. V druhé fázi poté mikroorganismy přetvářejí takto připravené suroviny na výsledné hnojivo (Lazcano et al. 2008).

Tato metoda efektivního nakládání s biologickým odpadem byla užívána již v 70. letech 20. století v Japonsku za použití žížal rodu *Lumbricus* (Kalina 2004). Tento rod byl ve většině případů později nahrazen vhodnějšími druhy rodu *Eisenia* (Suleiman et al. 2017). V Evropě, stejně jako v České republice, se verмикompostovací techniky začaly objevovat až v druhé polovině osmdesátých let dvacátého století. Od té doby je verмикompostování pro svoji efektivnost cílem výzkumu mnoha institucí (Özkan et al. 2017). Furlong et al. (2017) však podotýká, že verмикompostování není příliš rozšířeno mezi běžnou populací

zejména proto, že je celosvětově nedostatek vermikultury (tedy prvotní násady žížal), poptávka je až o více než 50 % vyšší než nabídka. Má zkušenost na území České republiky ovšem hovoří proti tomuto tvrzení.

V praxi poté patří vermikompostování k nízkorozpočtovým technologiím zpracování odpadní biomasy (Hanč & Plíva, 2013). Způsobů vermikompostování je využíváno nespočet, od domácích vermikompostérů pro maloobjemové kompostování (např. produkt Vermihut) (García-Sánchez et al. 2017), přes nejrůznější formy vermireaktorů (Gupta et al. 2007) (jako příklad lze uvést dvoumodulový vermireaktor, kde dochází k předkompostování a také k samotnému kompostovacímu procesu) (Hanč & Plíva 2013), po vermikompostování v ohraničených záhonech či na pásových hromadách (tato metoda je poté nejvhodnější pro velkoobjemovou produkci vermikompostu) (Yadav et al. 2015 ; Hanč & Plíva, 2013).

3.2 Vermikompostování vs. kompostování

Prvotní výhodou vermikompostu v porovnání s běžným kompostováním je efektivnější snižování objemu biomasy, a to až 5krát (Lim et al. 2015; Brokovcová & Žáková 2015). Zároveň je organická přeměna substrátu u vermikompostování až 3krát rychlejší, než při klasickém kompostování (Zajonc 1992). Dle Hanče a Plívy (2013) je však vermikompostovací proces výrazně delší než proces kompostování.

Vermikomposty však není třeba překopávat. Aerace je zde zajištěna samotnou přítomností žížal, což šetří nejen čas, ale také ekonomické prostředky kompostárny (Hanč & Plíva 2013; Krása 2014).

Vermikompost také předčí klasický kompost svým složením. Obsahuje např. významné aminokyseliny, enzymy a hormony zlepšující růst a vývoj, např. gibbereliny (hormony stimulující růst) (Borkovcová & Žáková, 2015) (GA1, GA3, či GA20) (Aremu et al. 2015). Zvyšuje se zde také mikrobiální diverzita díky mikroorganismům, které jsou obsaženy v trávicím traktu žížal a do substrátu se dostávají společně se žížalími exkrementy (*Pseudomonas striatum* či *Bacillus licheniformis*) (Yanxia 2004) (Pathma & Sakthivel 2012). Sulzberger (1998) také dodává, že vermikompost má až trojnásobně vyšší zastoupení NPK látek v porovnání s běžným kompostem. Chemické složení vermikompostu poté vychází ze vstupní suroviny, jež byla k přípravě použita (Marcinčák 2015; Tognetti et al. 2013). Toto tvrzení zároveň potvrdily výsledky mé bakalářské práce.

Jelikož však nelze u vermikompostu dosáhnout takové teploty, jaká je dosažena v exotermní fázi kompostování (žížaly by při takové teplotě uhynuly), je zde nižší eliminace patogenních mikroorganismů (Ndegwa & Thompson, 2001). Samotné žížaly sice tyto patogeny odstraňují konzumací, efektivita tohoto procesu je však velmi malá (Nair et al. 2006). Nair et al. (2006) proto doporučuje před započítím vermikompostování substrát nejdříve předkompostovat, aby biomasa prošla zmíněnou termofilní fází.

Tabulka 1: Srovnání vermikompostování a kompostování

faktory	vermikompostování	kompostování
přirozená aerace	ano	ne
kvalita hnojiva	vyšší	nižší
zastoupení významných fytohormonů	ano	ne
eliminace patogenů	nedostatečná	dostatečná

Autor: Autor na základě výše zmíněných autorů

3.3 Faktory ovlivňující vermikompostování

3.3.1 Aerace

Jedním z hlavních faktorů, které je nutné dodržovat, aby bylo vermikompostování účinné a výsledné hnojivo zároveň v nejlepší možné kvalitě, je množství vzduchu ve vermikompostu. Zvýšené množství vzduchu je důležité nejen pro žížaly, které dýchají celým povrchem těla a při nedostatku potřebného kyslíku hynou (Chakole & Jasutkar, 2014), ale také pro mikrobiální degradaci materiálu a jeho následnou přeměnu (mineralizaci) na námi požadovaný vermikompost, která je náročná na spotřebu kyslíku (Munroe 2007). Díky dostatku kyslíku poté nevznikají při vermikompostování negativní látky jako např. mykotoxiny či amoniak. Právě zvýšené množství amoniaku může mít za následek další hynutí žížal. K tomu dochází zejména při zpracovávání čistírenských kalů a nedostatečně předkompostovaného hnoje (Nasiru et al. 2014; Das et al. 2015). Zvýšená aerace také snižuje díky cirkulaci vzduchu a evaporaci celkový obsah vody a tím i vlhkost materiálu. To je nespornou výhodou zejména v materiálech s vysokým obsahem vody jako jsou např. jablečné výlisky nebo určité formy kuchyňského bioodpadu (Gupta et al. 2009).

3.3.2 Vlhkost

V kapitole 4.3.1. bylo uvedeno, že zvýšení aerace snižuje vlhkost vermikompostu. Vlhkost je však do jisté míry pro průběh vermikompostování a samotný život žížal nezbytná. V porovnání s klasickým kompostem vyžaduje vermikompost až o 30 % více vlhkosti. Nejnižší přípustná vlhkost substrátu se pohybuje okolo 50 %. Při nižší vlhkosti žížaly vysychají a následně hynou. Horní hranicí je poté 90% vlhkost. Při takto vysoké vlhkosti však žížaly velmi obtížně narušují substrát a celý proces se tak zpomaluje. Při zvýšení vlhkosti nad 90 % žížaly opět hynou (Edwards & Bater 1992; Cai & Gu 2014). Pro nejčastěji využívané druhy rodu *Eisenia* je valenční optimum v rozpětí od 75 do 80 % vlhkosti. V těchto podmínkách poté žížaly nejvíce prosperují - nejrychleji zpracovávají bioodpad, v důsledku čehož i nejvíce rostou. Mají zde také nejlepší reprodukční výsledky (Lim et al. 2016; Munroe 2007). Množství H₂O během vermikompostování je ovlivněno mnoha faktory. Největším producentem volné vody je zde samotný rozklad bioodpadu, a to zejména v případě čerstvé rostlinné biomasy (čerstvě sečená tráva, zbytky zeleniny či ovoce atd.). V případě nezastřešeného vermikompostování, jako je tomu např. v pásových hromadách, ovlivňují množství vody ve vermikompostu také atmosférické srážky (Bhargava et al. 2004). Obecně však lze říci, že žížaly preferují vlhčí prostředí nad sušší. To je dáno i jejich fyziologickými vlastnostmi, jelikož jsou tvořeny ze 75 – 90 % vodou. Tuto vodu však dokáží do jisté míry ve svém těle zadržet. Dočasný pokles vlhkosti tedy populaci žížal nijak výrazně neohrozí (Malińska et al. 2016). Není tedy třeba se vysoké vlhkosti obávat. Jediným rizikem je vysoká hladina kondenzátu „vermiwash“ ve spodních vrstvách vermikompostérů. V této kapalině mohou žížaly tonout (Bhargava et al. 2004). Tento problém je však u většiny zařízení určených k vermikompostování technicky řešen. Příkladem je sklon spodní misky a otočný kohout u produktu VermiHut (poznámka autora).

3.3.3 Teplota

Na rozdíl od klasického kompostování, které obsahuje i exotermní termofilní fázi, vermikompostování je při celém procesu mezofilní. Teplotní optimum se pohybuje v rozmezí od 10 do 32 °C. Při této teplotě a při splnění dalších podmínek, jako jsou například dostatečná vlhkost a míra aerace, je proces vermikompostování nejefektivnější (Nagavallemma et al. 2004). Jak již bylo zmíněno v kapitole 3.2 právě nezbytnost nižších teplot je jednou z hlavních nevýhod vermikompostování, jelikož u klasického kompostování dosahují teploty až 70 °C, při níž dochází k přirozenému úhynu většiny patogenních mikroorganismů (Ndegwa et al. 2001). Lze však říci, že optimální teplotou během vermikompostování je interval mezi 20 až 30 °C (Lim & Wu 2015). Při teplotě nad 35 °C se poté výrazně zpomaluje rozkladný proces a žížaly začínají hynout. Pokud teplota překročí hranici 48 °C, dochází k rapidnímu úhynu žížal (Garg & Gupta 2009; Tiwari 2014). Žížaly zároveň nejsou schopny přežít v teplotách pod bodem mrazu (Garg & Gupta 2009). Když teplota klesne pod 10 °C, dochází k viditelnému zpomalení zpracovávání surovin. U teploty 4 °C dosahuje valence takového bodu, kdy již jedinci nejsou schopni se nadále rozmnožovat (Niir 2004). Pro nejvyšší efektivitu vermikompostování je snaha udržet teplotu co nejvíce konstantní. Je nezbytné zde uvažovat s přirozeným odvodem tepla sáláním a zároveň generací tepla exotermními reakcemi při rozkladu bioodpadu (Govindappa et al. 2015). Je samozřejmostí, že teplotní optimum je u všech druhů žížal rozdílné. Pro velmi hojně užívaný druh žížaly hnojní (*E. fetida*, L.) je toto optimum v rozpětí 13 – 22 °C. Zároveň je tento druh tolerantní vůči výkyvům teplot, za předpokladu, že jsou stále v již zmíněném teplotním optimu (Arora & Kazmi, 2015).

3.3.4 Hodnota pH

Stejně jako u teploty i v případě pH vyžadují jednotlivé druhy specifické rozpětí. Obecně lze říci, že žížaly preferují pH 7,5 – 8, tedy slabě zásadité (Pui et al. 2014; Garg & Gupta, 2009). Pommeresche (2010) však uvádí, že optimální pH pro rod *Eisenia* je 7, tedy neutrální. Spodní hranicí, která vyhovovala slabě acidofilnímu druhu žížaly obecné (*Lumbricus terrestris*, L.) je hodnota 5,4. Pod hodnotou pH 4 se již nevyskytoval žádný ze sledovaných druhů (Khare, et al., 2005). Naopak kyselé prostředí vyhovuje některým škůdcům (Munroe 2007). Khare et al. (2005) dále uvádí, že vermikompostovací proces má tendence neutralizovat substrát.

3.3.5 Obsah chemických látek a prvků

3.3.5.1 Nutričně významné prvky

Chemické složení vermikompostu závisí na druhu bioodpadu, z něhož je vermikompost tvořen. Vermikompost však bývá na nutričně významné látky bohatší než klasický kompost. Je to způsobeno zejména metabolismem žížal, díky němuž přecházejí dané prvky do vodorozpustných forem lépe dostupných pro rostliny. Avšak tyto prvky částečně slouží jako výživa pro samotné žížaly (Pommeresche 2010).

Tabulka 2: Rozdíl ve složení nutričně významných prvků ve vermikompostu a kompostu

Prvek	Vermikompost %	Zahradní kompost %
makro prvky		
Corg.	9,8-13,4	12,2
N	0,51-1,61	0,8
K	0,15-0,73	0,48
Ca	1,18-7,61	2,27
Mg	0,093-0,0158	0,57
mikro prvky		
F	0,19-1,02	0,35
Na	0,058-0,158	<0,01
Zn	0,0042-0,110	0,0012
Co	0,0026-0,0048	0,0017
Fe	0,2050-1,3313	1,169
Mn	0,0105-0,2038	0,0414

Autor: Nagavallemma et al. 2004

Rozdílu v obsahu živin, který popisuje tabulka 2 dosahoval připravený kompost/vermikompost ze zahradního bioodpadu. Hanč a Chadimová (2014) poté udávají zastoupení N 2,8 %, P 0,85 %, K 2,3 % a Mg 0,38 % ve vermikompostu připraveném z jablečných výlisků. Tyto hodnoty společně s výsledky mé bakalářské práce (zastoupení prvků ve výluzích z vermikompostů je obsaženo v příloze) tedy dokládají tvrzení, že zastoupení prvků ve vermikompostu přímo závisí na počátečních surovinách.

3.3.5.2 Poměr C:N

Nejvhodnějším pro mikrobiální procesy je zastoupení uhlíku ku dusíku 25:1. Tedy na jeden atom N připadá 25 atomů C. Tato hodnota je odvozena ze složení bakteriální buňky. Ta je tvořena přibližně 50 % C a 10 % N (poměr C:N je zde 5:1), jelikož se však na stavbu buňky spotřebuje pouze 20 % C a zbylých 80 % je oxidováno na CO₂, je vhodné jeho obsah zvýšit na již zmíněných 25:1 ($5 = 20 \% \rightarrow 25 = 100 \%$) (Unuofin & Mkeni 2014). Znalost zastoupení C:N je jedním z hlavních předpokladů pro tvorbu kvalitního hnojiva (Ndegwa & Thompson 2000). Při vysokém obsahu N v surovině dochází k jeho rychlému rozkladu a tvorbě amoniaku, který vyčpí z materiálu, čímž dochází k jeho ochuzení o dusík. Naopak pokud je v materiálu vysoké množství uhlíku (nejčastěji ve formě polysacharidů jako jsou lignin či celulóza), dochází ke zpomalení kompostovacího procesu. Poměr C:N se samozřejmě v kompostu neustále mění, například dýcháním dochází k odvodu uhlíku ve formě CO₂, zatímco metabolické procesy žížal zvyšují obsah dusíku v substrátu (Nagavallemma et al. 2004). Za situace, kdy dochází k nadbytku dusíku vůči uhlíku, klesá tvorba humínových kyselin. V opačném případě, tedy když je extrémní nadbytek uhlíku, dochází k dalšímu rozkladu až po aplikaci hnojiva do zeminy, přičemž tyto reakce odvádí potřebný dusík, který pak není možné dále využít pro potřeby rostliny. Právě poměr C:N je jedním ze sledovaných ukazatelů kvality hnojiv. Pro komerční kompost je hraničním poměrem C:N 30:1 (Váňa 1994; Oo et al. 2015).

3.3.5.3 Rizikové látky

Rizikové látky jsou takové látky, které mohou negativně ovlivňovat kvalitu vermikompostu. Zároveň snižují výnosnost a kvalitu hnojených rostlin a kvůli schopnosti akumulace v rostlinných tkáních také zdravotní stav finálních konzumentů. Jako rizikové látky jsou označovány například deriváty ropy, pesticidy, těžké kovy a halogenidy aromatických uhlovodíků. Ve vysokých koncentracích je patrný negativní účinek také u zinku a mědi. Měď je zároveň velmi toxickým prvkem pro žížaly (Váňa 1994).

Nejvyšší možné koncentrace vybraných rizikových prvků jsou stanoveny vyhláškou 474/2000 Sb. Vyhláška Ministerstva zemědělství o stanovení požadavků na hnojiva.

Tabulka 3: Nejvyšší přípustné koncentrace vybraných rizikových prvků v hnojivech

mg/kg Suché hmoty								
Cd	Pb	Hg	As	Cr	Cu	Mo	Ni	Zn
2	100	1	20	100	150	20	50	600

Autor: Vyhláška 474/2000 Sb. Ministerstva zemědělství o stanovení požadavků na hnojiva

3.3.6 Mikrobiální diverzita

Během procesu mineralizace (tedy procesu, kdy dochází k přeměně organických sloučenin na anorganické) jsou ve vermikompostu nejvýznamnějším strůjcem těchto dějů právě mikroorganismy jako jsou bakterie, houby či specifické druhy nálevníků (Gómez-Brandón & Domínguez 2014). Za jednu z nejdůležitějších reakcí lze považovat rozklad celulózy. Tu díky svým enzymům, např. celuláze a proteáze, zvládne několik druhů bakterií a hub, mezi něž patří například *Aminobacter aminovorans*, *Arthrobotrys oligospora*, *Citeromyces matritensis*, *Bacteroides reticulotermitis*, *Pectobacterium carotovorum* a *Sphingobacterium* sp. (Huang et al. 2014). Zvýšené množství vhodných mikroorganismů ve vermikompostu má také prokazatelně pozitivní vliv na růst, vývoj a výnos rostlin (Villar et al. 2016).

Zároveň jsou však žížaly schopny některé druhy (převážně bakterií) do značné míry eliminovat díky příjmu v potravě a následné fragmentaci (Godara et al. 2015; Aira et al. 2006). Jako příklad lze uvést experiment s rodem *Eisenia fetida*, který prokázal schopnost žížal snižovat množství koliformních bakterií až o 98 % (Monry & Domínguez, 2008).

3.4 Vhodné druhy žížal

3.4.1 Taxonomické zařazení a základní popis podkmene *Clitellata*

Z pohledu taxonomického lze žížaly zařadit do kmene *Annelida* (kroužkovci), podkmene *Clitellata* (opaskovci či opaskovití), třídy *Oligochaeta* (máloštětinatci), řádu *Opisthopora* (žížaly) (Pižl 2002).

Jedná se o živočichy válcovitého tvaru, s tzv. homogenní segmentací, tedy stejným článkovaním a bilaterální souměrností (1 rovina souměrnosti dělí tělo na 2 zrcadlově stejné části). V přední „hlavové“ části organismu na prvním článku zvaném prostomium se nachází

smyslové orgány ve formě drobných štětinek. Tělo je zakončeno pygidiem, což je poslední článek s anusem. Na žížalách je také patrné výrazné zduření několika článků v přední části těla nazývané opasek (*clitellum*). Na tomto opasku se nachází několik kožních žláz, jež slouží k reprodukci. Zástupci této třídy jsou hermafrodité s přímým vývojem (Erseus et al. 2008; Novo et al. 2016).

3.4.2 Rozdělení dle životní strategie

Dle způsobu života lze rozdělit druhy žížal na 3 typy. Prvním typem jsou žížaly anecické, ty žijí v nejhlubších vrstvách půdy a do vrchních částí či přímo na povrch vystupují za potravou, se kterou se opět vracejí (Andriuzzi et al. 2016). Druhý typ se nazývá endogeický. Tyto žijí přirozeně ve středních vrstvách půdy a na povrch se dostávají jen zřídka. Často se jedná o druhy, které nejsou schopny konkurovat druhům epigeickým (Cesarz et al. 2016). Posledním typem jsou poté již zmiňované druhy epigeické. Jedná se o žížaly nejvyšších vrstev půdy, kde se nachází nejvíce biologicky rozložitelné hmoty. V této kategorii se nachází nejvíce zástupců vhodných pro vermikompostování (Kumar et al. 2016).

3.4.3 *Eisenia fetida* a *Eisenia andrei*

K tomu, aby byly žížaly vhodné pro vermikompostování, musí splňovat několik faktorů. Základním kritériem je, aby vybraným druhům byla degradace nezpracované biomasy přirozená a jejich rychlost rozkládání této biomasy co nejvyšší. Dalším významným faktorem je co nejkratší reprodukční cyklus, tedy co nejvyšší přírůstek nových jedinců ve vermikompostu. Zároveň musí být tyto druhy odolné jak na environmentální faktory (teplota, pH, vlhkost, chemické složení atd.), tak na manipulaci např. během kontroly biochemických procesů. Tyto požadavky splňuje pouze malé množství druhů, z nichž nejčastěji užívané jsou žížala hnojní (*E. fetida*) a její vyšlechtěný hybrid žížala kalifornská (*E. andrei*) (Rorat et al. 2016).

Tyto dva nejhojněji využívané druhy (*E. andrei* a *E. fetida*) jsou ve většině ukazatelů shodné. Jedná se o drobné druhy o velikosti přibližně 10 cm. Oba druhy mají zároveň vyšší toleranci k disturbancím a velmi podobné požadavky na přežití a životní optimum (vlhkost 85 %, teplota 24 – 27 °C, pH 7). Výhodou vyšlechtěného druhu *E. andrei* je však kratší délka dospívání. Přesto, že jsou si velmi podobné je lze však snadno rozeznat vizuálně, jelikož u přirozeného druhu *E. fetida* chybí pigment mezi články, jsou zde patrné žluté proužky. Podle této specifikace je poté žížala hnojní někdy označována také jako „tiger worm“, neboli

tygří červ. Naopak *E. andrei* má plnou pigmentaci, tedy není patrná změna v barvě na člancích a mezi nimi (Santocki et al. 20016).

Obrázek 1: Vizuální rozdíl mezi *E. andrei* a *E. fetida*

Eisenia fetida



Eisenia andrei

Autor: The Garden forum 2007 (následně upraveno autorem)

3.5 Vodný výluh z vermikompostu

V současnosti, kdy se řeší otázka světových zásob minerálních hnojiv a zároveň je podporováno ekologicko-environmentální smýšlení populace, vystupují do popředí alternativní organická hnojiva. A to zejména taková, která jsou tvořena z odpadních produktů a lze je využít např. v ekologickém zemědělství (Willer et al. 2011) (Fernández-Getino et al. 2018). Jedním ze sortimentu hnojiv vykazujících tyto vlastnosti jsou i vermikomposty a jejich vodné výluhy (Kaur et al. 2018) (Rupani, et al. 2018).

Pojmem výluh lze označit vodný extrakt, který byl připraven z již vytvořených vermikompostů. V takovémto případě hovoříme o takzvaném vermikompost teas nebo vermikompost extracts, přičemž se jedná o cíleně připravené roztoky se snahou maximalizovat obsah rostlinám dostupných forem živin (Hanč et al. 2017).

Výluhem je však také možno označit kapalinu, která vytéká ze spodních vrstev vermikompostů během rozkladného procesu. Tento výluh je tvořen především kondenzovanou vodou. H₂O se však uvolní také při degradaci pletiv rostlinných materiálů (Hanč et al. 2017). Roztok dále obsahuje významný podíl žížalího hlenu, který ale není nikterak nutričně bohatý (Garg & Gupta 2009). Žížalí hlen je tvořen převážně vodou a polysacharidy. Tyto polysacharidy pak mohou půdní mikroflóře dodat energii a tím podpořit mikrobiální aktivitu (Forey et al. 2018). Takto samovolně vytékající kapalina, jejíž obsah živin je závislý pouze na smyvu ze substrátů, je označována termínem vermiwash (Hanč et al. 2017).

3.5.1 Příprava výluhů

Edwards et al. (2010) ve své publikaci uvádí, že se jedná o vodu s přidáním vermikompostu, který se louhuje po určitý čas. Při tom dochází k transportu živin a mikroflóry z částic vermikompostu do roztoku (Arancon et al. 2012). Koncentrace živin je zde z velké míry ovlivněna poměrem vody k přidanému vermikompostu. Obecně platí, že čím užší je poměr vody ku vermikompostu, tím vyšší bude výsledná koncentrace prvků ve výluhu (Pant et al. 2009). Užší poměr vody k surovině je však také ekonomicky náročnější, rentabilita je tedy závislá na trhu (Rupani et al. 2018). Arancon doporučuje poměr přidané pevné látky do vody v intervalu od 33 % do 0,5 %, tedy mezi 1:3 a 1:200 (Arancon 2007). Edwardsovo doporučení vykazuje kratší rozpětí, a to od 20 % do 5 %, tedy od 1:5 do 1:20 (Edwards et al. 2010). V experimentu provedeném v této práci byl použit výluh s poměrem 1:9, který splňuje doporučené intervaly obou autorů.

Kvalita výluhu a obsah látek v něm obsažených také přímo souvisí s druhem a kvalitou použitých materiálů, a to jak vermikompostů, tak vody (Drešlová 2017) (Edwards et al. 2010).

Nádoby na přípravu výluhu musí obsahovat tepelný zdroj pro regulaci teploty (Edwards et al. 2010). Ten je tvořen nejčastěji topnou spirálou. V případě kdy je výluh aerován, dochází k větším tepelným ztrátám, kvůli čemuž je nutno využít výkonnějšího způsobu ohřevu. Správné nastavení teploty zvyšuje vyluhovatelnost živin a zároveň RP z vermikompostů. Vyšší teploty ale také pozitivně působí na mikroorganismy. Doporučenou teplotou pro přípravu je ± 30 °C (El-Haddad et al. 2014). Pro provedení experimentu v této

práci byla zvolena tato hodnota. Vhodné je také opatřit nádobu měrnými sondami pro sledování významných veličin jako jsou pH, vodivost atd. (Drešlová 2017).

Dříve byly k přípravě výluhů využívány nádoby bez míchacího zařízení. Byť zde došlo k úspoře energie a tím potažmo i nákladů, jednalo se o neefektivní postup, jelikož zde byla velmi pomalá difúzní výměna nutrientů mezi vermikompostem a vodou (Edwards et al. 2010).

Lepších vlastností a zároveň kratších požadavků na délku louhování dosahují výluhy míchané (Arancon et al. 2012). V našem případě bylo použito magnetické míchání.

Výluhy je možné aerovat, tedy přidávat k nim během přípravy vzduch. Takovéto výluhy jsou označovány zkratkou ACT (aerated compost teas). Pokud výluh aerován nebyl je označen zkratkou NCT (nonaerated compost teas) (Scheuerell & Mahaffee 2002). ACT výluhy dosahují lepších hodnot v obsahu živin i mikroflóry, jelikož bubliny vzduchu umožňují vertikální promíchání substrátu, čímž zvýší efektivitu difuze. Vzduch také dodá O₂ do roztoku, čímž dojde k podpoření aerobních mikroorganismů (Mengesha et al. 2017). Nelze zde však provést selekci, podporovány jsou tedy jak organismy pozitivní, tak negativní (Amos 2017). Obsah O₂ ve výluhu je nepřímo úměrný teplotě, tedy čím vyšších teplot chceme dosahovat při louhování, tím efektivnější musí být aerace. Pokud chceme bublinami výluh spíše míchat, zvolíme aeraci většími bublinami tzv. „hrubobublinnou“ s velikostí bublin nad 10 mm. Pokud však chceme do výluhu dodat O₂, volíme aeraci „jemnobublinnou“ s velikostí bublin do 4 mm. Tyto malé bublinky mají při celkovém součtu vyšší povrch, a tím pádem je zde dosaženo efektivnějšího přesunu kyslíku z bublin do výluhu. Efektivita okysličení výluhu může být také podpořena tvarem nádoby, kdy hlubší nádoby vykazují lepší stupeň aerace, jelikož se zde bubliny zdrží déle (Kejhová 2018). V případě našeho experimentu byla zvolena aerace bublinami střední velikosti, tedy 4 – 10 mm.

Doporučená délka extrakce se opět mezi autory různí. V našem případě byla zvolena extrakce od 1 do 48 hodin (Xu et al., 2016). V případě komerční velkoobjemové přípravy výluhů je doporučena délka extrakce 24 hodin (Edwards et al. 2010). Starší články však doporučují délku louhování výrazně delší, a to od 12 hodin až po 3 týdny (Arancon 2007). Takto dlouhé louhování je zřejmě vhodné pro pasivní výrobu výluhů bez míchání a aerace, jelikož se zde časem vykompenzují negativní vlastnosti pomalé difuze a zároveň zde není nutné dodávání energie (autor tyto parametry neuvádí). Avšak výluh, který je aerován a míchán po tak dlouhý časový interval (3 týdny) je natolik náročný na výrobu jak energeticky a ekonomicky, tak časově, že přestává být pro zemědělce výhodným (Hanč et al. 2017).

V případě pH by měl ideální výluh vykazovat neutrální či slabě zásadité hodnoty. Pokud je výluh příliš kyselý nebo zásaditý, dochází v něm k redukci mikroorganismů a zároveň ke změně vyluhovatelnosti jednotlivých prvků (Pant et al. 2012). Například pokud snížíme pH k hodnotám 5,5, zvýšíme vyluhovatelnost obsaženého kadmia ze substrátu. Jestliže však bude pH vyšší, obsah Cd ve výluhu bude výrazně nižší (Gu et al. 2018).

Pokud shrneme výše nabyté poznatky, pak lze prohlásit, že kvalita výluhu závisí na následujících 7 parametrech:

1. Přidaný vermikompost (jeho kvalita, stáří a surovina, ze které byl vytvořen)
2. Aerace nebo ponechání bez přidávání vzduchu
3. Čas, po který se roztok extrahuje
4. Kvalita vody
5. Teplota
6. pH
7. Případné přidání dalších aditiv

(Edwards et al. 2010)

3.5.2 Využití a výhody výluhů

Prioritní výhodou výluhů je koncentrace živin v nich obsažených, mezi nimiž jsou dusík, draslík, fosfor, železo a u vermikompostů z hnoje také síra. Výluhy dále obsahují látky, které stimulují růst a nejsou obsaženy v minerálních hnojivech, jako jsou enzymy a fytohormony (např. gibereliny) (Drešlová 2017) (Sinha et al. 2010). Také zde mohou být obsaženy ve významném množství nejrůznější kmeny mikroorganismů (Fritz et al. 2012). Tyto živiny se uvolňují do půdy pomaleji, avšak kontinuálně. Jsou tak dobře dostupné rostlinám, aniž by zde docházelo k migraci mimo prostor kořenového systému (volatilizace do ovzduší, smyv do spodních vrstev půdního horizontu). Tím se liší od aplikace minerálních hnojiv, které dodají živiny jednorázově ve velkém množství, přičemž jejich koncentrace následně postupně klesá (Sinha et al. 2010). Toto prudké dodání živin rovněž může podpořit nevhodnou mikroflóru a tím vyvolat negativní „priming efekt“ v půdě (Murphy et al. 2017). U aplikace výluhů z vermikompostů k těmto negativním jevům nedochází.

Postupné dodávání živin ve formě výluhů z vermikompostů vede ke zvýšení hmotnostního přírůstku nadzemních částí rostlin. A to jak čerstvé biomasy, tak suché hmoty. Zároveň se takto zvýší obsah chlorofylů v listech (Xu et al. 2016). Výluhy také zlepšují výnos

a kvalitu plodů (Sinha et al. 2010). Tomuto názoru oponuje Fritz et al. (2012), který potvrzuje lepší kvalitu plodů, avšak dle jeho šetření nemá výluh vliv na výnos.

Další výhodou využití výluhů je jeho samotné skupenství. Kapalná forma hnojiva je pro zemědělce snadněji aplikovatelná k rostlinám. Zároveň se výluh dostává i do těch míst kořenového systému, kam nelze aplikovat pevný vermikompost (Yardim et al. 2006). S tím souvisí opět ekonomické výhody, kdy většina zemědělců disponuje vlastní technikou na aplikaci kapalných hnojiv, zatímco držení rozmetadel není natolik časté a jeho případné zapůjčení tedy následně zvyšuje celkové náklady na hnojení (Abrham & Kovářová, 2009). Pozitivní dopad výluhů vykazuje také sama kvalita půdy. Zemina ošetřená výluhy lépe zadržuje vodu, zvyšuje koncentraci iontů v půdním výluhu a příznivě zvyšuje pH na slabě alkalické (Xu et al. 2016). Sinha et al. (2010) potvrzuje, že rostliny, na jejichž hnojení byl využit výluh z vermikompostů, vykazovaly menší nároky na zalévání. Zároveň takto hnojené rostliny vykazovaly stresové symptomy vyvolané odstávkou zalévání později než varianty hnojené jinými hnojivy.

V případě, že využíváme ACT výluhy, pak společně s nutrienty do půdy dodáváme v supernatantu značné množství mikroorganismů, které také pozitivně ovlivňují stav rostlin. Tyto mikroorganismy zároveň mohou fungovat jako biologická kompetitivní ochrana rostlin před patogeny, jako jsou *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Plectosporium*, *Verticillium* a škůdci z kmene *Nematoda* (Arancon 2007; Edwards et al. 2010). Negativní dopad na kmen *Nematoda*, a to zejména rod *Meloidogyne* a *Heterodera* (hád'átka) potvrzuje také Mishra et al. (2015). Edwards et al. (2010) poukazuje také na pozitivní schopnost výluhů z vermikompostu potlačit některé druhy plísní, mezi nimi například srpovničku špičatovýtrusou (*Fusarium oxysporum*) u lilku rajčete. Napadení rostlin, které nebyly hnojeny výluhem, dosahovalo intervalu 75 - 98 %, zatímco při aplikaci 20% výluhu (tedy výluhu připraveného v poměru 1:4) klesl počet napadených rostlin pod 1/5 a to do intervalu 2 – 20 %.

Pozitivně působil výluh také při aplikaci „na list“, kde došlo k významné změně biodiverzity ve fylosféře vedoucí ke snížení náchylnosti rostlin na napadení patogeny a k celkovému zlepšení zdravotního stavu pozorovaných plodin (Fritz et al. 2012).

Výluhy z vermikompostů lze také využít jako živné roztoky při hydroponickém pěstování např. okurek setých (*Cucumis sativus* L.) (Santiago-Lopez et al. 2016).

3.5.3 Aditiva přidávána k výluhům

Přesto, že v minulé kapitole byly popsány pozitivní vlastnosti prostých výluhů z vermikompostů, je snahou je ještě více zdokonalit. K tomu je využíváno mnoha aditiv, která se do výluhů při výrobě mohou přidávat a která mají mít kladný efekt na sledované parametry. V této práci jsou aditivem pivovarské kvasnice s cílem zlepšit a podpořit mikrobiální společenstva v rhizosféře a fylosféře.

Další možností je cílené dodání kovů, jako jsou železo, mangan, zinek a měď. A to zejména ve formě kovového prachu, který vzniká jako odpadní produkt v metalurgickém průmyslu. Takto obohacený výluh je zejména vhodný pro substráty, ve kterých jsou tyto prvky deficitní. Významný je však v tomto případě správně zvolený poměr, jelikož při překročení určitého limitu mohou tyto kovy naopak výnos a kvalitu rostlin zhoršovat. Výrazný hormezní efekt je zejména u zinku (Hashemimajd & Golchin 2010).

Alternativou může být také přidání čistírenského kalu, který může být rovněž za určitých podmínek použit jako surovina na přípravu samotného vermikompostu (vysoké koncentrace amoniaku však žížaly hubí). Tímto způsobem obohacené výluhy mají vyšší podíl dusíku a tedy nejmenší poměr C:N. Pokud je zde však vysoké zastoupení N-amon, je možné, že hnojivo začne dusík ztrácet v důsledku vzniku NH_3 a jeho vytěkání do ovzduší. Kladným komponentem zde může být přítomnost koloidních jílových částic z primárního kalu, které fungují jako sorpční médium (Xing et al. 2012) (Xing & Xiang, 2017).

Pro dodání dusíku je možné také využít odpadních produktů z anaerobní fermentace. A to jak digestátu, tak fugátu (kapalná složka oddělená z digestátu). V tomto případě se zvyšuje pH výluhu, roste vodivost a koncentrace sledovaných prvků, jako jsou N, P, Ca a K. Zároveň tím klesá poměr C:N (až na 7:1) a také poměr C:P (Rejpal et al. 2014) (Krishnasamy et al. 2014).

V současnosti je testováno mnoho surovin, tato kapitola se zaměřila pouze na vybraná aditiva.

3.6 Vliv půdních mikroorganismů v rhizosféře na růst rostlin

Pojmem rhizosféra je označována oblast v půdě či substrátu, která je nejbližší u kořenů rostlin. Vlastnosti této sféry poté přímo ovlivňuje sekrece látek z kořenů rostlin, stejně jako složení sféry ovlivňuje samotné rostliny (Ahkami et al. 2017).

V porovnání s okolní půdou je zde zastoupeno větší množství mikroorganismů, zejména bakterií, které konzumují odumřelé buňky kořenu (radixu), a to až 30 násobně. Zároveň však díky svému metabolismu zpřístupňují mikroorganismy rostlině potřebné prvky ve formách pro rostlinu vhodnějších (Rasmann & Turlings 2016). Tyto procesy mohou vytvářet čistě náhodné výhody pro jeden druh, aniž by ovlivnily jedince druhého druhu (tzv. komensalismus) nebo zde může docházet k mutualismu, tedy ke vzájemnému růstu konkurenceschopnosti u obou druhů (Shelby et al. 2016). Jako příklad lze uvést mykorhizu nebo symbiózu s hlíznatými bakteriemi u rostlin z čeledi *Fabaceae* (Ghosh & Dutta 2016). Je prokázáno, že rostliny s vysokým obsahem mikroorganismů v rhizosféře vykazují lepší zdravotní stav, vyšší nárůst biomasy a zvýšenou odolnost vůči některým chorobám a škůdcům. Zároveň zvýšení podzemní biomasy příznivě ovlivňuje nárůst bakterií a celkovou mikro-biodiversitu (Haldar & Sengupta 2016). Pozitivní vliv mikroorganismů je pozorován také při klíčení semen rostlin, kdy bakterie chrání nově vzniklé a velmi choulostivé buňky před napadením patogeny (Curl & Truelove 2012).

Veškeré pozitivní bakterie, jež se nachází v rhizosféře poté označujeme pojmem rhizobakterie (zkratkou PGPR) tedy plant growth-promoting rhizobacteria. Zkratku PGPR lze tedy volně přeložit jako rhizobakterie podporující růst rostlin. Mezi ně patří bakterie ze 196 rodů, jako jsou např. *Arthrobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Gluconacetobacter*, *Klebsiella* a *Pseudomonas*. Zároveň 28 rodů z již zmíněných 196 má pozitivní vliv na eliminaci patogenních mikroorganismů (Liu et al. 2017). A 24 z těchto 28 také zvyšuje fixaci dusíku, stabilizaci fosfátů a tvorbu indol-3-octové kyseliny (která patří mezi fytohormony podporující růst, označované také jako auxiny). (Liu et al. 2017; Tchiaze et al. 2016), tedy obecně látek významných pro růst a vývoj rostlin.

Ostatních 168 rodů lze zařadit právě do skupiny komenzálů, tedy mikroorganismů, které nemají na rostlinu žádný viditelně pozitivní vliv. Pro účely tohoto experimentu je vhodné zmínit eliminaci druhu tyčinkovité bakterie *Pseudomonas syringae*. Jedná se o bakterii napadající mimo jiné i rostliny rajčete jedlého (Liu et al. 2017). Sobariu et al. (2016) také tvrdí, že zvýšením výskytu rhizobakterií z rodu *Azotobacter* se zvyšuje tolerance rostlin vůči těžkým kovům. Zároveň rostliny s vysoce rozvinutou rhizosférou lépe odolávají stresu způsobenému nedostatečnou závlahou (Bogino et al. 2016).

Přesto, že jsou vermikomposty relativně bohaté na mikroorganismy (Ravindran et al. 2016), je žádoucí snažit se o maximalizaci jejich výskytu ve vodných výluzích. Toho lze dosáhnout například aerací výluhu (Haller et al. 2016) či přidáním vhodných aditiv.

Díky kapalnosti výluhů se pak mikroorganismy dostávají během hnojení i k částem kořenového systému, který by běžným hnojením vermikompostem ve formě substrátu zůstal neobohacen (Hallerm et al. 2016).

3.7 Vliv mikroorganismů ve fylosféře na růst rostlin

Jako fylosféru, někdy též phyllosféru, lze označit prostředí nadzemních částí rostlin, na jejichž povrchu se nachází zvýšené množství mikroorganismů (Chaudhary et. al. 2017). Jako příklad významných rodů lze uvést některé bakterie spadající do skupiny PGPR, jako jsou *Pseudomonas*, *Bacillus* nebo *Klebsiella*, které nejsou ve většině případů pro člověka ohožující, zároveň se zde však mohou vyskytovat potenciální lidské patogeny, mezi nimi např. rod *Salmonella*, s nejčastějším zastoupením druhu *Salmonella enterica* (Hsu & Micallef 2017). Tyto mikroorganismy se dostávají na povrch rostlin převážně prostřednictvím bioaerosolů či se srážkami (Morella et. al. 2018). Devleeschauwer et. al. (2017) zároveň poukazuje na významný rozdíl krátkodobého zastoupení mikroorganismů na povrchu rostlin v závislosti na klimatických podmínkách, zejména vlhkosti.

Vorholt (2012) také uvádí, že je prokázána adaptace zmíněných mikroorganismů na rostlinu a následně jejich synergie, podporující zdravotní stav rostliny, přičemž se převážně jedná o ochranu před napadením patogeny, jejichž příkladem jsou rzi, sněti či plísně. Morella et al. (2018) dodává také pozitivní vliv mikroorganismů (bakterií) na prevenci virových onemocnění rostlin, zejména na virové onemocnění fágního typu u rostlin rajčat.

3.8 Rostliny použité v experimentu: lilek rajče (*Lycopersion lycopersicum*, L.)

Lilek rajče neboli rajče jedlé je jednou z nejvýznamnějších plodových zelenin. V Evropě představuje pěstování rajčat asi jednu čtvrtinu celkové produkce zeleniny (Petříková et al. 2012). Jedná se o jednoletou rostlinu z čeledi *Solanaceae* původem z Jižní Ameriky (Acquaah 2002; Petříková et al. 2012). Jejím plodem je bobule nejčastěji červeného zbarvení, tvořená ze žlutých květů uspořádaných do vijanu (Gordon et al. 2014; Petříková et al. 2012). Tyto bobule lze konzumovat syrové, často se však tepelně upravují a zpracovávají na další produkty, jako např. rajský protlak či kečup. Dají se také sušit (Petříková et al. 2012). Významná je také nutriční hodnota těchto plodů, jelikož jsou bohaté na živiny, vitamíny (kys. askorbová) a také antioxidanty (lykopen) (Gordon et al. 2014; Petříková et al. 2012).

Podle růstu hlavního stonku lze dělit odrůdy rajčat na indeterminantní, neboli tyčková, s neomezeným růstem a na odrůdy determinantní, keříčkové, dorůstající do výšky 0,4 – 0,7 metru (Petříková et al. 2012).

Obě tyto odrůdy jsou velmi náročné na živiny a teplotu (Koudelka & Svozilová 2010). Minimální teplota potřebná ke klíčení semen je 10 °C. Teplotní valence rostlin je v intervalu od 15 °C do 35 °C, s optimálním rozmezím 18 °C až 28 °C (Malý et al. 1998). Orientační závlahové množství u rajčat je 210 mm. Nedoporučuje se však závlaha postřikem, jelikož se tím zvyšuje riziko napadení rostliny houbovými chorobami, na které jsou rajčata velmi náchylná (Malý et al. 1998; Koudelka & Svozilová 2010; Petříková et al. 2012).

Pro výsev rajčat se volí neutrální až slabě kyselé substráty (zeminy) s hodnotou pH 5,5 – 7. Jelikož jsou výnosy u rajčat v průměru 30 t/ha, je nezbytné dobré zásobování přístupnými živinami (Hlušek 2004). Petříková et al. (2012) udává po zpracování 11 autorů odběrový normativ na tunu výnosu: 2,5 – 5 kg N, 0,16 – 1,75 kg P₂O₅, 3,6 – 10 kg K₂O, 3,15 kg CaO, 0,42 kg MgO a 0,6 kg S (Petříková et al. 2012; Hlušek et al. 2002). Nedoporučuje se však přímé vápnění vzhledem k acidofilním nárokům rostliny. Nutno tedy případně vápnit v předplodině (Kóňa & Kóňová, 2009).

Tabulka 4: Průměrný odběr živin rajčete při výnosu 30t/ha (kg/ha)

N	P	K	Ca	Mg	S
82	11	90	67	8	18

(Hlušek 2004)

V případě keříčkových odrůd pro průmyslové zpracování je sklizeň mechanizována. Pěstuje se z přímého výsevu i z předpěstované sadby. Pro přímý konzum se keříčkové odrůdy sbírají ručně a rostliny se pěstují z předpěstované sadby (Petříková et al. 2012). Časový interval od sadby do sklizně se pohybuje v rozmezí 12 – 15 týdnů. Sklizeň keříčkových odrůd je zahájena při dozrání přibližně 80 % plodů. V případě opožděné sklizně klesá výnos, jelikož dochází k poškození rajčat, nejčastěji k praskání. Při správně načasované ruční sklizni lze dosáhnout výnosů 40 t/ha a vyšších (Petříková et al. 2012).

4 Metodika

4.1 Suroviny k přípravě vermikompostů

4.1.1 Matolina

Pojem matolina označuje odpadní produkt vznikající z vylisování hroznů ve vinařském průmyslu. Je složena přibližně z 50 % slupek, 25 % stonků a 25 % tvoří semena. Matolinu lze dále zpracovat na výrobu ethanolu, jako krmivo pro hospodářská zvířata či jako hnojivo (Peixoto et al. 2018). Pokud se tedy rozhodneme pro zpětnou aplikaci matoliny na vinohrad za účelem hnojení, je velmi vhodné tuto surovinu nejdříve zvermikompostovat. Při vermikompostování totiž žížaly naruší epidermis semene, čímž zabrání jeho následnému klíčení na vinicích. To je pozitivním jevem, jelikož takto vyklíčené rostliny odebírají z půdy živiny; zabuřnění dále ztěžuje manipulaci při sklizni či ošetřování révy (Gong et al. 2018). Dle Jina & Kellyho (2009) má matolina nízkou nutriční hodnotu. Obsah dusíkatých látek se pohybuje v intervalu od 3,2 do 14,4 % suché hmoty a celková energetická hodnota dosahuje hodnot 6,6 – 12 MJ/kg suché hmoty (Hixson et al. 2016). Matolina však obsahuje řadu enzymů, které podporují kvalitu trávení u vyšších obratlovců. Jejich působení na rostliny však není prokázáno. Pro proces vermikompostování matoliny je však významné velmi kyselé pH, které může nabývat hodnot 3 – 4 (Stambuk et al. 2016). Tyto hodnoty jsou běžně pro vermikompostování nevhodné, avšak žížalám se v této surovině velmi daří. Žížaly zároveň svojí metabolickou aktivitou toto nízké pH posouvají k neutrálním hodnotám (Sharma & Garg 2018). Nevýhodou při používání této odpadní suroviny však může být obsah škodlivých chemických látek, zejména pesticidů, užívaných při ošetřování vinic. Tyto pesticidy a jejich případné metabolity by se však mohly vyskytovat také ve vyráběných potravinách, čímž by snižovaly jejich kvalitu. Je tedy v zájmu vinařů aplikaci těchto chemikálií redukovat na minimum (Natolino et al. 2016).

4.1.2 Koňský hnůj

Jedná se o směs podestýlky a fekálií (exkrementů i moči) hospodářských zvířat, v našem případě koní, která byla zušlechtěna fermentací. Termín hnůj je často zaměňován s tzv. chlévskou mrvou, která je sice tvořena stejnými surovinami, avšak nedošlo u ní k fermentaci (Karafiát & Vítěz 2009; Čustić et al. 2003). Chlévský hnůj má na poli organických (statkových) hnojiv významné postavení, pro svůj obsah dusíkatých a uhlíkatých látek, které jsou snadno vstřebatelné do půdy. Významný je zde také obsah mikroorganismů, který může dosahovat až 1,5 kg na 100 kg hnoje. To souvisí s vysokou mikrobiální biodiverzitou, která je tvořena na jedné straně mikroorganismy prospěšnými nebo neutrálními, ale také řadou patogenů. Některé rody však lze vermikompostováním významně eliminovat (Lv et al. 2018). Kaushik & Garg (2003) udává, že při vermikompostování hnoje klesá poměr C:N ve prospěch dusíku. Pokud chceme hnůj obohatit procesem vermikompostování, je nutné, aby byl již stabilizovaný. Nestabilizovaná chlévská mrva totiž během fermentace prochází fází, kde dochází k silným exotermním reakcím (vzniká velké množství tepla), které vedou ke zvýšení teploty. To může mít negativní dopad na násadu žízála v surovině. Stabilizace hnoje by měla probíhat na hromadách alespoň 2 metry vysokých po dobu až 6 měsíců, kdy je každých 14 dnů doporučeno kompletní mechanické promíchání (Zajonc 1992). Další studie potvrzují pozitivní vliv hnoje při hnojení nebo výrobě bioplynu. Jeho vlastnosti však ovlivňuje hned několik faktorů, mezi nimiž jsou druh krmiva a jeho množství či metoda ustájení. V případě, že zvířata mají sezónní přístup na pastvinu, je podpořeno jejich trávení a krmivo je obohaceno o zelenou píci. Významným faktorem v kvalitě hnoje je také typ zvolené podestýlky a její výška (Hadin et al. 2016).

Současným trendem je však snižování obsahu dusíku v krmivech a tím i v následných metabolitech, jelikož při defekaci dochází i k úniku produktů metabolismu ve formě plynné, což má negativní dopad na životní prostředí. Z hlediska aplikace hnoje jako hnojiva je samozřejmě tento vývoj negativní, jelikož dusík je jedním ze základních dodávaných živin nezbytných pro výživu rostlin (Bott et al. 2016).

4.1.3 Jablečné výlisky

Poslední sledovanou surovinou, z níž byl připraven vermikompost a následně vodný výluh, byly jablečné výlisky. Ty vznikají jako odpadní produkt při zpracování ovoce v moštárnách. Stejně jako matolína jsou tvořeny slupkami, semeny a stopkami. Mohou tvořit až jednu třetinu z celkové hmotnosti lisovaného ovoce (Mamma et al. 2009). Jsou vhodné jako vstupní surovina pro vermikompostování, jelikož zde dochází k výraznému úbytku hmoty a tím pádem ke zvýšení koncentrace živin (Hanč & Chadimová 2014). Negativní vlastností jablečných výlisků je však jejich vysoká vlhkost. Ta omezuje dostatečný přísun vzduchu do materiálu, čím je omezen aerobní proces rozkladu. V extrémních případech zde může dojít až k negativní anaerobní fermentaci vedoucí ke znehodnocení vermikompostu. Vysoká vlhkost také podporuje kultivaci patogenních mikroorganismů, proto došlo k testování jejich předsušení v horkovzdušné sušičce. Avšak vzhledem k vysoké měrné tepelné kapacitě vody je tento postup v praxi ekonomicky neudržitelný (Mamma et al. 2009). V jablečných výliscích je rovněž obsažen vysoký podíl vlákniny, zejména celulózy a ligninu (až 50 %). Obsah polyfenolů (jinak známých také jako antioxidanty) byl stanoven na 6 g v jednom kilogramu suché hmoty (Juskiewicz et al. 2016). Alternativně lze tyto výlisky také využít jako krmivo pro hospodářská zvířata, pozitivně působil například jako aditivum do krmné směsi pro hrabavé ptáky. Vysoký podíl vlákniny rovněž vedl ke snížení N-amoniakálního dusíku společně s krátkými mastnými kyselinami ve fekáliích. Právě obsah amoniakálního dusíku společně s krátkými mastnými kyselinami podporuje kultivaci patogenních mikroorganismů v chovech. Toto využití za účelem krmiva však opět komplikuje vysoká vlhkost způsobující obtíže při skladování (Juskiewicz et al. 2016).

4.2 Pivovarské kvasnice

V technologii výroby piva lze rozlišovat dvě varianty kvašení, a to svrchní kvašení v otevřených kádích a častěji využívané spodní kvašení v kónických tancích (Borowiec & Titzlová 2017). Spodní kvašení piva probíhá obvykle 6 – 12 dní za teplot 6 – 12 °C (Kosař 2000). Mezi nejčastěji využívané kvasinky je zařazen také druh *Saccharomyces uvarum* (Nguyen & Boekhout 2017). Po ukončení kvašení jsou kvasinky sedimentující na dně tanku z piva odstraněny díky jeho kónickému tvaru (Borowiec & Titzlová 2017). Takto získané kvasinky lze částečně využít při dalším kvašení, k výrobě potravinových doplňků (např. PANGAMIN®) nebo k přímému zkrmování (Řezanka et al. 2017). Avšak značná část se

stává odpadním materiálem. V praktické části práce byl právě těmito kvasinkami druhu *Saccharomyces uvarum* obohacen výluh z vermikompostů za účelem podpoření mikrobiálního společenstva ovlivňujícího stav rostlin.

4.3 Postup pro přípravu výluhů

V praktické části byl porovnáván vliv prostých výluhů z vermikompostů z jednotlivých materiálu a výluhů obohacených o pivovarské kvasnice druhu *Saccharomyces uvarum* o objemu 100 ml na 9 l výluhu a 500 ml na 9 l výluhu na výnos rajčete jedlého. Bylo předpokladem, že takto obohacené výluhy zlepší mikroflóru v rhizosféře a fylosféře a tím zvýší nárůst biomasy a výnos rostlin. Zároveň slouží jako kompetitoři patogenů.

Veškeré výluhy byly po celou dobu přípravy aerovány při kontinuální teplotě 30 °C. Odběr vzorků byl prováděn v časových intervalech 1, 6, 12, 24 a 48 hodin. Poměr vermikompostu k vodě byl 1:9. Tyto vzorky byly následně analyzovány na obsah prvků pomocí ICP (složení výluhů je součástí přílohy). Z výluhů připravovaných po dobu 48 hodin byla poté zředěním 1:10 připravena zálivka, která byla aplikována ve dvou variantách – rozstříkem na list neb zálivkou do substrátu.

Tabulka 5: Základní charakteristika použitého substrátu

Charakteristika použitého substrátu					
objemová hmotnost	sušina	pH	C	O	H
473 g/l	68,98 %	6,15	58,671 %	30,248 %	5,242 %

Tabulka 6: Obsah vybraných živin v použitém substrátu (mg/kg)

Obsah živin v použitém substrátu (mg/kg)					
Ntot	P	K	Ca	Mg	S
211,652	30,741	182,013	97,655	6,915	32,488

Jedna zálivka představovala 100 ml roztoku či vody.

4.4 Metody stanovení mikroorganismů ve výluzích

Veškeré vzorky výluhů byly ihned po odběru zmrazeny a odeslány k vyhodnocení do Mikrobiologického ústavu AV ČR, v.v.i., kde byly analyzovány metodou PLFA (Phospholipid fatty acid analysis).

U metody PLFA se nejprve extrahovalo chloroform-methanol-fosfátovým pufrem (1:2:0,8). Fosfolipidy byly odděleny pomocí extrakčních kazet v pevné fázi. Následně byly vzorky podrobeny mírně alkalické metanolýze. Volné methylestery fosfolipidových mastných kyselin byly analyzovány plynovou chromatografií–hmotnostní spektrometrií (450-GC, 240-MS ion trap detector, Varian, Walnut Creek, CA, USA). Methylované mastné kyseliny byly identifikovány podle jejich hmotnostních spekter a porovnány se směsí chemických standardů získaných od firmy Sigma.

Analýzu provedl tým Prof. RNDr. Tomáše Cajthamla, PhD.

Tabulka 7: Zastoupení sledovaných mikroorganismů ve výluzích po 48 h extrakce

Zastoupení mikroorganismů ve výluzích (48 h) (mg/l PLFA)					
		<i>Fungi</i>	<i>Bacteria (G+)</i>	<i>Bacteria (G-)</i>	<i>Actinobacteria</i>
varianty	DJČ	1,68	50,25	81,26	13,89
	DMČ	1,75	63,34	82,26	16,19
	DHČ	1,87	52,49	56,41	10,15
	DJK100	4,20	14,13	127,36	2,92
	DMK100	4,45	68,00	372,36	0,63
	DHK100	4,43	163,08	338,13	14,93
	DJK500	14,66	277,32	1401,67	6,37
	DMK500	24,29	12,22	422,70	2,29
	DHK500	16,19	8,91	345,72	1,31

D = demineralizovaná voda použitá k přípravě výluhů

J = k přípravě vermikompostu a následného výluhu byly použity jablečné výlisky

M = k přípravě vermikompostu a následného výluhu byla použita matolína

H = k přípravě vermikompostu a následného výluhu byl použit koňský hnůj

K = k výluhu byly během přípravy přidány pivovarské kvasnice

100 = do výluhu bylo přidáno 100 ml kvasnic

500 = do výluhu bylo přidáno 500 ml kvasnic

4.5 Pěstební část experimentu s aplikacemi na rajče jedlé

Jako pokusná rostlina byla použita determinantní odrůda Proton lilku rajčete. Rajčata byla připravena z předpěstované sadby.

Rostliny byly pěstovány v boxech (ukázka v Příloze) opatřených aluminiovou fólií bránící změnám teplot a ovlivnění výsledků z vnějších zdrojů tepla či chladu v laboratoři (radiátory, okna). Teplota v boxech byla po celou dobu vegetace 24 °C. Jako zdroj světla a částečně tepla byly využity sodíkové lampy o síle cca 10500 lx (záznam měření je součástí fotodokumentace v Příloze). Každá rostlina byla po předpěstování zasazena do dvojitého kbelíku o objemu 10 l a opatřena štítkem s číslem a druhem varianty.

Hnojivá zálivka byla po dobu vegetace aplikována celkem 5krát, a to v 2., 4., 6., 8. a 10. týdnu.

V případě závlahy, kdy nebyla aplikována zálivka s hnojivem, bylo užito demineralizované vody. Časový interval od sadby po sklizeň tvořil 13 týdnů u nadzemní biomasy a 14 týdnů u podzemní biomasy. Sklizeň plodů byla uskutečněna ve 3 fázích a to 9., 10. a 13. týden.

Při sklizni byly vzorky rozděleny na plody, ostatní nadzemní biomasu (stonek a list) a na podzemní biomasu. V případě podzemní biomasy byla provedena po vysušení substrátu (sklizeň o 1 týden později než u nadzemní biomasy) hrubá manuální separace kořenového systému. Takto odebraná biomasa byla poté 3× proprána v demineralizované vodě a tím zbavena maximálního možného znečištění zeminou (ukázka v kapitole Fotodokumentace v Příloze). Každá varianta byla provedena v šesti opakováních.

Během sklizně byla u každé rostliny zaznamenávána hmotnost čerstvé biomasy a hmotnost a počet plodů.

Veškeré vzorky byly následně vysušeny při teplotě 35 °C, suchá hmota poté zvážena, namleta a následně analyzována rentgenovým fluorescenčním (XRF) analyzátozem VANTA (zastoupení vybraných prvků lze nalézt v kapitole Přílohy). Měření bylo provedeno třikrát u každého vzorku, při šesti opakováních, celkem tedy 18 měření na variantu. Obsahy vybraných prvků jsou obsahem Přílohy.

Vyhodnocení statistických ukazatelů bylo provedeno v programu SAS/STAT 9.3.

Pro stanovení základních parametrů souborů byla využita procedura UNIVARIATE.

K analýze vzájemných vztahů byly využity Pearsonovy korelační koeficienty, které byly vypočítány za pomoci procedury CORR.

Při výběru vhodného modelu hodnocení daných ukazatelů byla využita procedura REG, metoda STEPWISE.

V modelové rovnici byl použit efekt metody aplikace v kombinaci s efektem varianty (suroviny k přípravě výluhů), nebo efekt aplikace v kombinaci s efektem přídavku kvasnic.

Pro hodnocení rozdílu mezi efekty byla použita procedura GLM, s následným detailním vyhodnocením pomocí Tukey-Kramerova testu (SAS/STAT® 9.3 2011).

Model rovnice: $y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + e_{ijk}$

y_{ijk} – hodnoty závislé proměnné (hmotnost kořenu v g suché hmoty),

μ – obecná hodnota závislé proměnné,

a_i – fixní efekt aplikace ($i = \text{list}$, $n = 60$; $i = \text{kořen}$, $n = 60$),

b_j – fixní efekt varianty ($j = \text{H - hnůj}$, $n = 36$; $j = \text{J - jablečné výlisky}$, $n = 36$; $j = \text{M - matolina}$, $n = 36$; $j = \text{kontrola}$, $n = 12$)

e_{ijk} – náhodná reziduální chyba.

Tabulka 8: Schéma 1. a 2. části pěstební části experimentu

schéma 1. a 2. části pěstební části experimentu	
surovina	aplikace
KONTROLA	na list
KONTROLA	na list
KONTROLA	na list
KONTROLA	do půdy
KONTROLA	do půdy
KONTROLA	do půdy
DJČ	na list
DJČ	na list
DJČ	na list
DJČ	do půdy
DJČ	do půdy
DJČ	do půdy
DJK100	na list
DJK100	na list
DJK100	na list
DJK100	do půdy
DJK100	do půdy
DJK100	do půdy
DJK500	na list
DJK500	na list
DJK500	na list
DJK500	do půdy
DJK500	do půdy
DJK500	do půdy
DMČ	na list
DMČ	na list
DMČ	na list
DMČ	do půdy
DMČ	do půdy
DMČ	do půdy

D = demineralizovaná voda použitá k přípravě výluhů

J = k přípravě vermikompostu a následného výluhu byly použity jablečné výlisky

M = k přípravě vermikompostu a následného výluhu byla použita matolina

K = k výluhu během přípravy byly přidány pivovarské kvasnice

100 = do výluhu bylo přidáno 100 ml kvasnic

500 = do výluhu bylo přidáno 500 ml kvasnic

Tabulka 9: Schéma 3. a 4. části pěstební části experimentu

schéma 3. a 4. části pěstební části experimentu	
surovina	aplikace
DMK100	na list
DMK100	na list
DMK100	na list
DMK100	do půdy
DMK100	do půdy
DMK100	do půdy
DMK500	na list
DMK500	na list
DMK500	na list
DMK500	do půdy
DMK500	do půdy
DMK500	do půdy
DHČ	na list
DHČ	na list
DHČ	na list
DHČ	do půdy
DHČ	do půdy
DHČ	do půdy
DHK100	na list
DHK100	na list
DHK100	na list
DHK100	do půdy
DHK100	do půdy
DHK100	do půdy
DHK500	na list
DHK500	na list
DHK500	na list
DHK500	do půdy
DHK500	do půdy
DHK500	do půdy

D = demineralizovaná voda použitá k přípravě výluhů

H = k přípravě vermikompostu a následného výluhu byl použit koňský hnůj

M = k přípravě vermikompostu a následného výluhu byla použita matolína

K = k výluhu během přípravy byly přidány pivovarské kvasnice

100 = do výluhu bylo přidáno 100 ml kvasnic

500 = do výluhu bylo přidáno 500 ml kvasnic

5 Výsledky

5.1 Stanovení nárůstu biomasy (suchá hmota)

5.1.1 Jablečné výlisky

Tabulka 10: Průměrné hodnoty variant suché hmoty kořene po aplikaci výluhů z jablečných výlisků (g/rostlinu)

Průměrné hodnoty variant suché hmoty kořene s výluhy z jablečných výlisků		
varianta	aplikace na list	aplikace do půdy
KONTROLA	31,204	32,664
DJČ	35,481	36,107
DJK100	39,739	40,57
DJK500	46,978	49,635

D = demineralizovaná voda použitá k přípravě výluhů

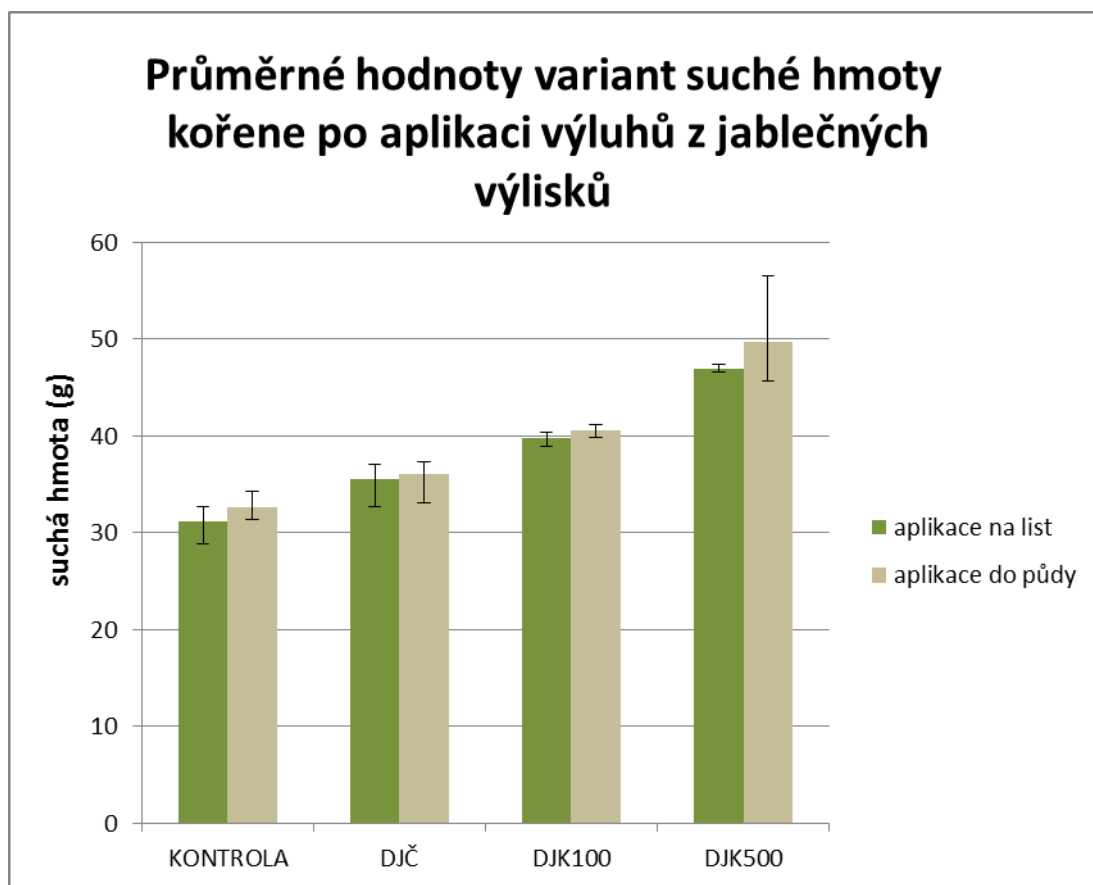
J = k přípravě vermikompostu a následného výluhu byly použity jablečné výlisky

K = k výluhu během přípravy byly přidány pivovarské kvasnice

100 = do výluhu bylo přidáno 100 ml kvasnic

500 = do výluhu bylo přidáno 500 ml kvasnic

Graf 1: Grafické znázornění průměrných hodnot suché hmoty kořene všech variant s aplikací výluhů z jablečných výlisků



Z Grafu 1 je patrný rostoucí trend hmotnosti suché hmoty kořene s aplikací hnojiva, a to jak samotného, tak s aditivy. Vyšší hmotnost suché hmoty pak byla naměřena u aplikace hnojiv do půdy. V porovnání s kontrolou byl nárůst u DJK500 o 50 % při aplikaci na list a o 52 % při aplikaci do půdy. V porovnání s čistým výluhem byla hmotnost suché hmoty vyšší o 32 % (aplikace na list) a o 37 % (aplikace do půdy).

Tabulka 11: Průměrné hodnoty variant suché hmoty stonku po aplikaci výluhů z jablečných výlisků (g/rostlinu)

Průměrné hodnoty variant suché hmoty stonku s výluhy z jablečných výlisků		
varianta	aplikace na list	aplikace do půdy
KONTROLA	58,598	55,662
DJČ	61,828	62,758
DJK100	63,577	66,254
DJK500	77,017	71,327

D = demineralizovaná voda použitá k přípravě výluhů

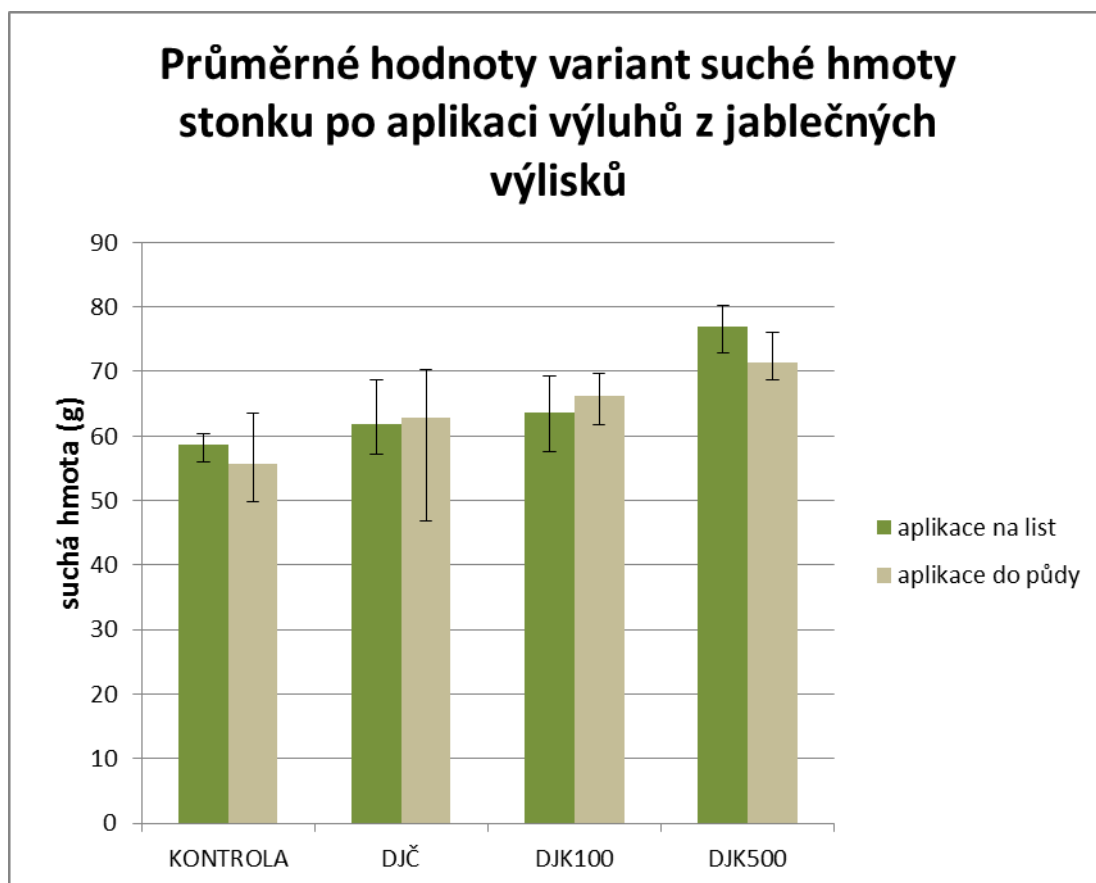
J = k přípravě vermikompostu a následného výluhu byly použity jablečné výlisky

K = k výluhu během přípravy byly přidány pivovarské kvasnice

100 = do výluhu bylo přidáno 100 ml kvasnic

500 = do výluhu bylo přidáno 500 ml kvasnic

Graf 2: Grafické znázornění průměrných hodnot suché hmoty stonku všech variant s aplikací výluhů z jablečných výlisků



Také z tohoto grafu je patrný rostoucí trend, avšak není již tak pravidelný, jako tomu bylo v případě suché hmoty kořene. U kontroly byly naměřeny vyšší hodnoty při aplikaci zálivky na list. S přidáním čistého hnojiva či hnojiva s 1 % kvasnic bylo více suché hmoty u variant aplikací do půdy. Avšak u varianty s přidáním 5 % kvasnic je výrazný nárůst suché hmoty nadzemní biomasy u zálivky na list. To může být způsobeno aktivitou kvasinek ve fylosféře (např. kompetici prostředí s patogenními mikroorganismy). V případě aplikace na list dosahovala varianta DJK500 přibližně 31,6% nárůstu oproti kontrole, u aplikace do půdy byl poté nárůst o cca 28 %. V porovnání s čistým výluhem byl výnos nadzemní biomasy u DJK500 vyšší o 24 % u aplikace na list a o 13,5 % u aplikace do půdy.

Tabulka 12: Průměrné hodnoty variant suché hmoty plodů po aplikaci výluhů z jablečných výlisků (g/rostlinu)

Průměrné hodnoty variant suché hmoty plodů – výluhy z jablečných výlisků		
varianta	aplikace na list	aplikace do půdy
KONTROLA	4,793	5,071
DJČ	5,955	6,131
DJK100	6,148	6,083
DJK500	7,277	6,839

D = demineralizovaná voda použitá k přípravě výluhů

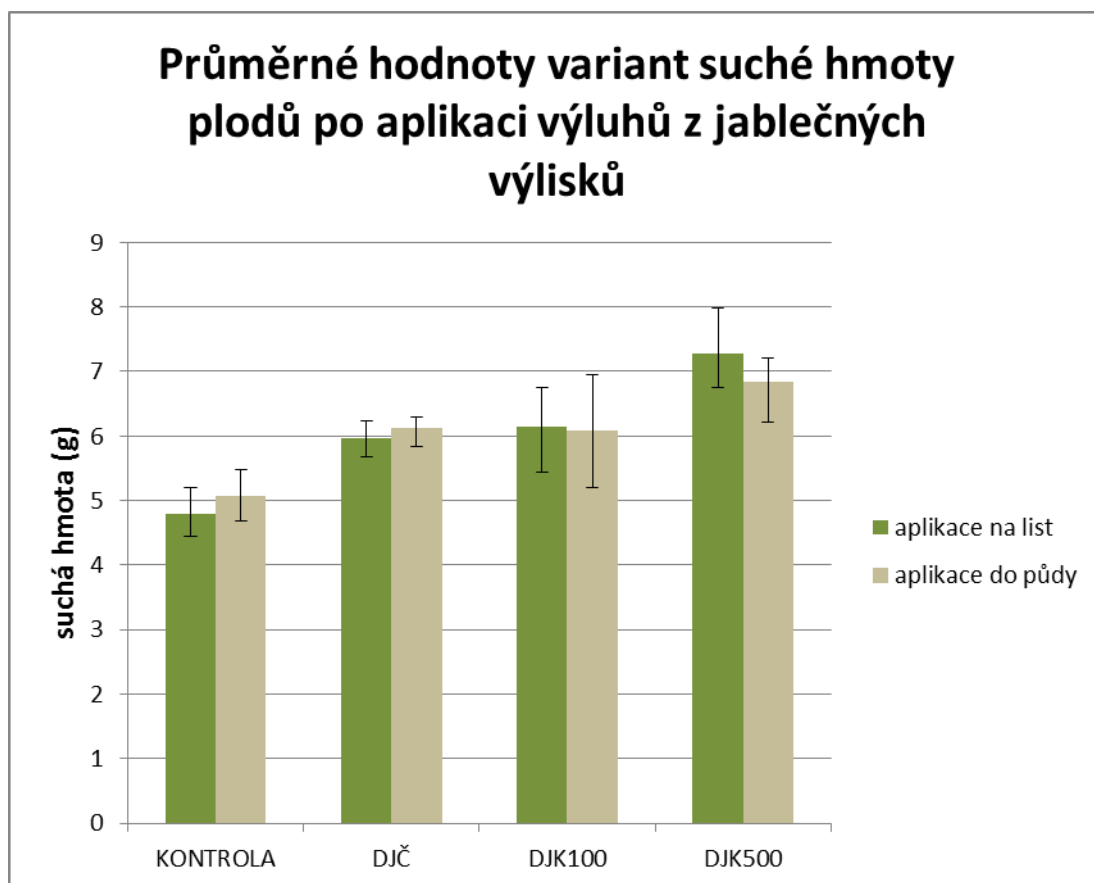
J = k přípravě vermikompostu a následného výluhu byly použity jablečné výlisky

K = k výluhu během přípravy byly přidány pivovarské kvasnice

100 = do výluhu bylo přidáno 100 ml kvasnic

500 = do výluhu bylo přidáno 500 ml kvasnic

Graf 3: Grafické znázornění průměrných hodnot suché hmoty plodů všech variant s aplikací výluhů z jablečných výlisků



I u měření hmotnosti suché hmoty plodů je viditelný nárůst mezi kontrolou a aplikací hnojiva. Zároveň je viditelný rozdíl mezi variantou s čistým výluhem a výluhem s přídavkem 500 ml kvasnic. U varianty DJK500 je rovněž patrný vyšší výnos suché hmoty u aplikace zálivky na list, a to o cca 6,7 %. Statisticky nevýznamný je však rozdíl mezi aplikací čistého výluhu a výluhu se 100 ml kvasnic. V porovnání s kontrolou poté dosahovala varianta DJK500 o 52 % vyššího výnosu suché hmoty plodů u zálivky na list a o cca 35 % vyššího nárůstu u aplikace do půdy. V případě srovnání s čistým výluhem poté varianta DJK500 vykazovala u aplikace na list nárůst o 22 % a u aplikace do půdy nárůst o 11,5 %. Tento nárůst pak mohl být způsoben jak vyšším počtem plodů na rostlinách u varianty DJK500, tak změnou jejich velikosti (ta však nebyla během experimentu nijak zaznamenávána).

Tabulka 13: Průměrný počet plodů na rostlinu po aplikaci výluhů z jablečných výlisků (ks/rostlinu)

Průměrný počet plodů na rostlinu – výluhy z jablečných výlisků		
varianta	aplikace na list	aplikace do půdy
KONTROLA	16,5	17,833
DJČ	21,333	21,5
DJK100	22,167	22,167
DJK500	24,667	22,5

D = demineralizovaná voda použitá k přípravě výluhů

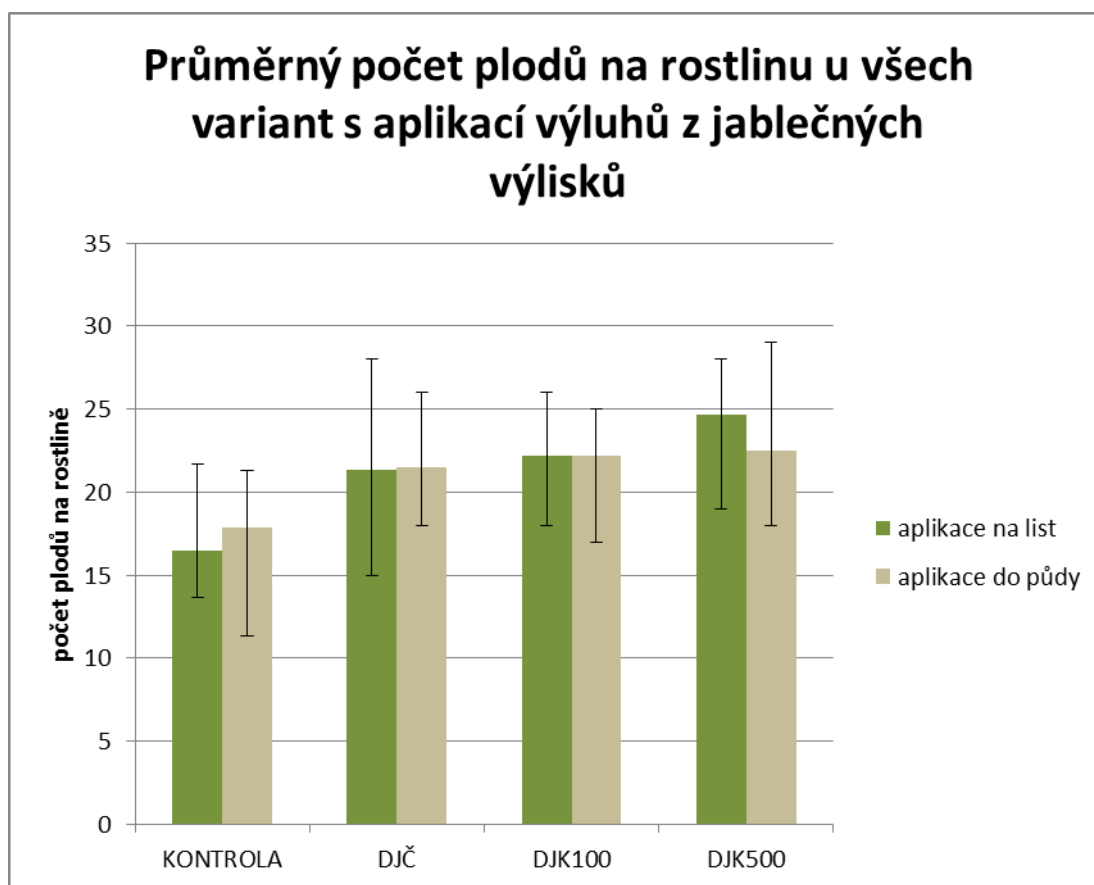
J = k přípravě vermikompostu a následného výluhu byly použity jablečné výlisky

K = k výluhu během přípravy byly přidány pivovarské kvasnice

100 = do výluhu bylo přidáno 100 ml kvasnic

500 = do výluhu bylo přidáno 500 ml kvasnic

Graf 4: Grafické znázornění průměrného počtu plodů všech variant s aplikací výluhů z jablečných výlisků (ks)



V porovnání průměrného počtu plodů na rostlinu u variant výluhů s jablečnými výlisky je poté viditelné zvýšení mezi kontrolou a variantou DJČ, eventuálně DJK100. Mezi variantami s čistým výluhem a s DJK100 není statistický významný rozdíl. Další významný růst počtu je však u varianty DJK500, avšak pouze při aplikaci na list. V porovnání s kontrolou měly rostliny hnojené variantou DJK500 vyšší výnos o 49,5 % u aplikace na list a o 26,5 % u aplikace hnojiva do půdy. Při srovnání DJČ s DJK500 je u DJK500 vyšší výnos u aplikace na list, a to o 16 %. U aplikace do půdy je rozdíl pouze 4,5 %. Tento nárůst tedy není statisticky významný.

Při porovnání všech výsledků lze tedy v případě využívání výluhů z vermikompostů připravených z jablečných výlisků, obohacených o 5 % pivovarských kvasnic doporučit aplikaci na list.

5.1.2 Matolina

Tabulka 14: Průměrné hodnoty variant suché hmoty kořene po aplikaci výluhů z matoliny (g/rostlinu)

Průměrné hodnoty variant suché hmoty kořene – výluhy z matoliny		
varianta	aplikace na list	aplikace do půdy
KONTROLA	31,204	32,664
DMČ	36,259	36,482
DMK100	40,546	41,14
DMK500	47,046	53,149

D = demineralizovaná voda použitá k přípravě výluhů

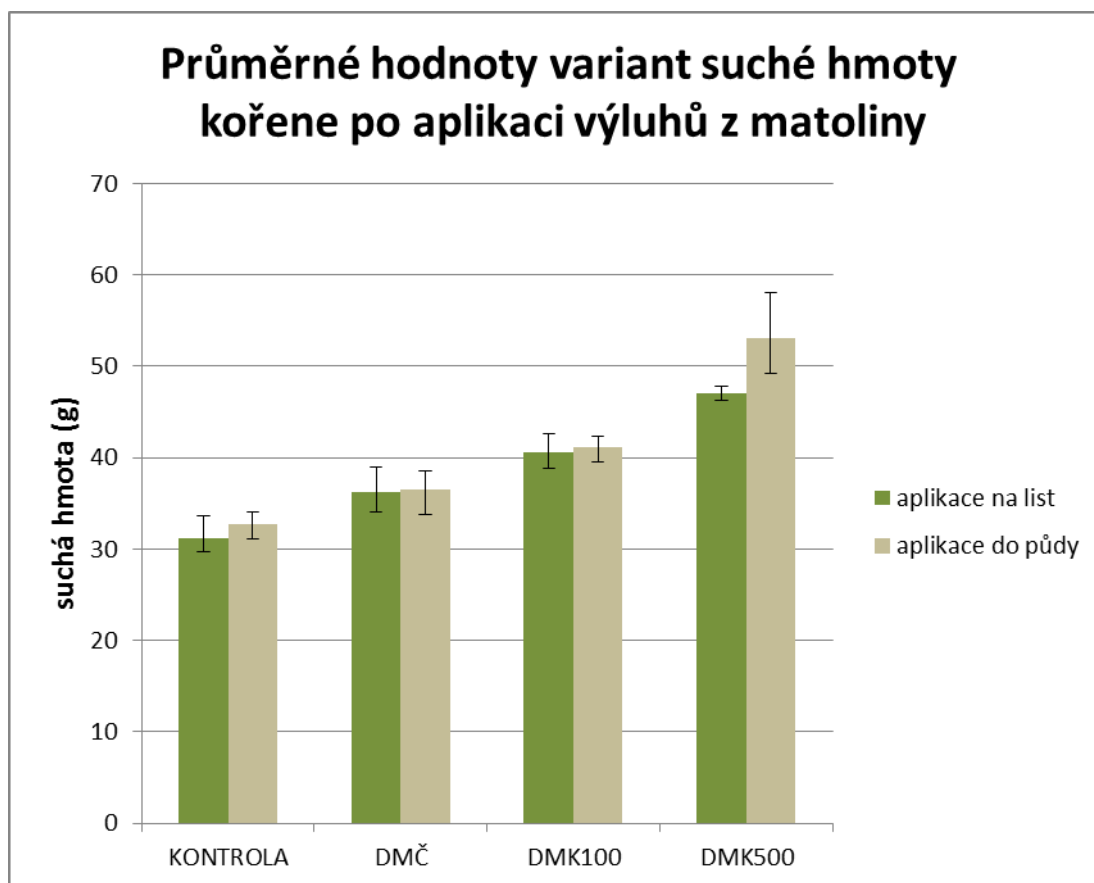
M = k přípravě vermikompostu a následného výluhu byla použita matolina

K = k výluhu během přípravy byly přidány pivovarské kvasnice

100 = do výluhu bylo přidáno 100 ml kvasnic

500 = do výluhu bylo přidáno 500 ml kvasnic

Graf 5: Grafické znázornění průměrných hodnot suché hmoty kořene všech variant s aplikací výluhů z matoliny



Stejně jako u suché hmoty kořene ve variantách s výluhy z jablečných výlisků, i v případě matoliny lze vidět pravidelný rostoucí trend v nárůstu biomasy. Výrazný je také rozdíl v hmotnosti suché hmoty kořene u varianty DMK500 mezi aplikací na list a do půdy, kdy v případě aplikace do půdy byla hmotnost podzemní biomasy vyšší o téměř 13 %. Mezi kontrolou, hnojením s čistým výluhem a hnojením s 1 % kvasnic je nárůst v intervalu cca 11 – 17 %. Při srovnání DMK500 s kontrolou byla hmotnost suché hmoty vyšší o 50,5 % u aplikace na list a o 62,7 % vyšší u aplikace výluhu do půdy. U srovnání DMČ a DMK500 byl nárůst při aplikaci na list vyšší o 29,6 % u DMK500 oproti DMČ a při aplikaci do půdy o přibližně 45,7 % větší rovněž u varianty DMK500.

Tabulka 15: Průměrné hodnoty variant suché hmoty stonku s listem po aplikaci výluhů z matoliny (g/rostlinu)

Průměrné hodnoty variant suché hmoty stonku – výluhy z matoliny		
varianta	aplikace na list	aplikace do půdy
KONTROLA	58,598	55,662
DMČ	63,316	64,567
DMK100	64,969	66,31
DMK500	77,017	71,327

D = demineralizovaná voda použitá k přípravě výluhů

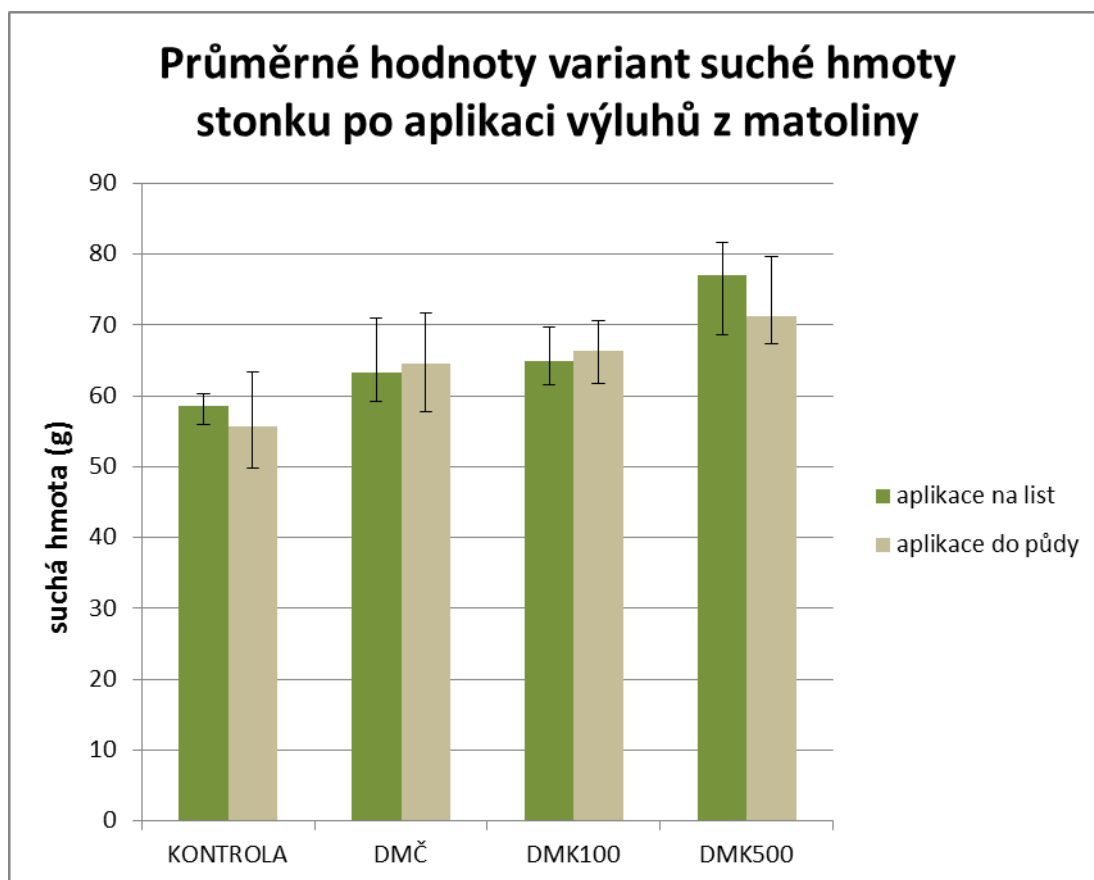
M = k přípravě vermikompostu a následného výluhu byla použita matolina

K = k výluhu během přípravy byly přidány pivovarské kvasnice

100 = do výluhu bylo přidáno 100 ml kvasnic

500 = do výluhu bylo přidáno 500 ml kvasnic

Graf 6: Grafické znázornění průměrných hodnot suché hmoty stonku všech variant s aplikací výluhů z matoliny



Z grafu je opět patrný nárůst hmotnosti biomasy. V případě kontroly byla vyšší hmotnost suché hmoty naměřena u aplikace na list, a to o 5,3 %, tedy již o statisticky významnou hodnotu. U varianty DMČ a DMK100 není statisticky významný rozdíl mezi aplikací na list a do půdy. Stejně tak není statisticky významný rozdíl mezi těmito variantami. U srovnání DMK500 a kontroly byl nárůst u DMK500 při aplikaci na list 31,4 % a u aplikace do půdy 28 %. Při porovnání DMK500 s DMČ byla vyšší hmotnost nadzemní biomasy u DMK500 o 21,6 % při aplikaci na list a o cca 10,5 % při aplikaci do půdy.

Tabulka 16: Průměrné hodnoty variant suché hmoty plodů po aplikaci výluhů z matoliny (g/rostlinu)

Průměrné hodnoty variant suché hmoty plodů – výluhy z matoliny		
varianta	aplikace na list	aplikace do půdy
KONTROLA	4,793	5,071
DMČ	6,085	6,11
DMK100	6,314	6,356
DMK500	7,633	7,122

D = demineralizovaná voda použitá k přípravě výluhů

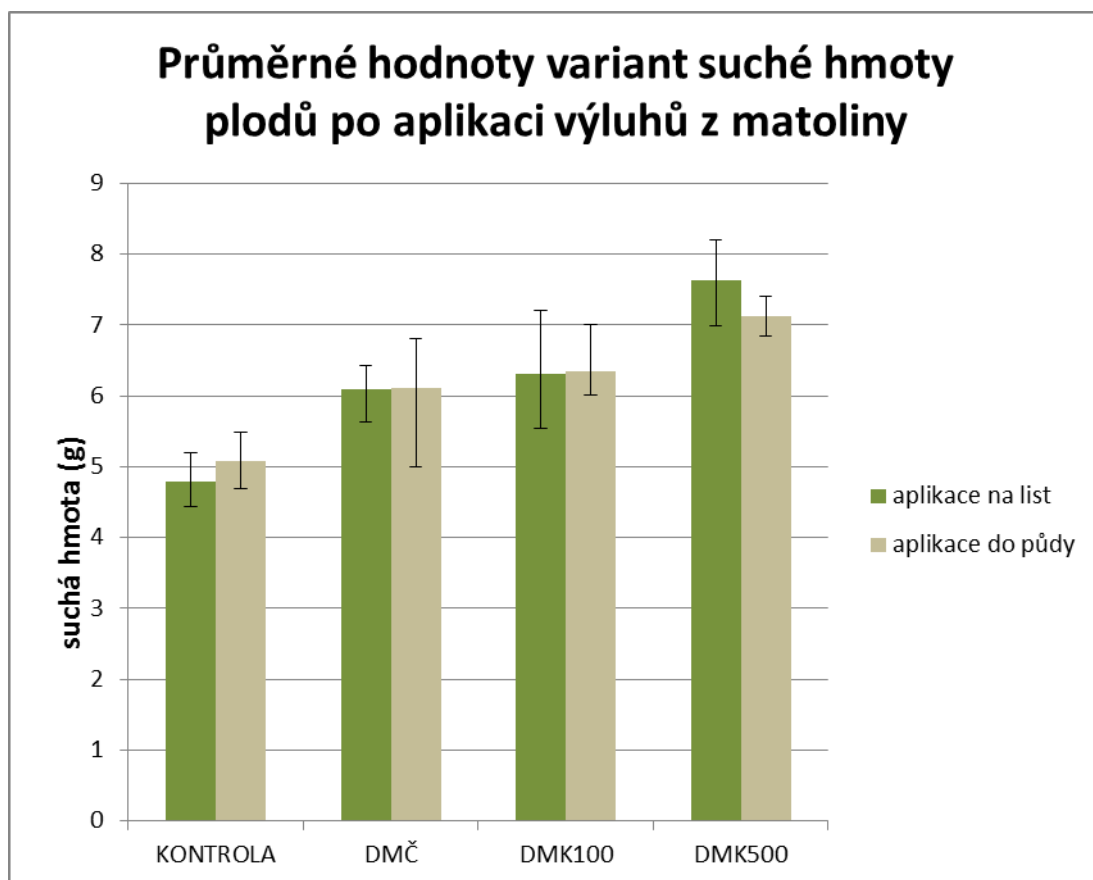
M = k přípravě vermikompostu a následného výluhu byla použita matolina

K = k výluhu během přípravy byly přidány pivovarské kvasnice

100 = do výluhu bylo přidáno 100 ml kvasnic

500 = do výluhu bylo přidáno 500 ml kvasnic

Graf 7: Grafické znázornění průměrných hodnot suché hmoty plodů všech variant s aplikací výluhů z matoliny



Z grafu je patrný rozdíl mezi kontrolou a variantami s aplikací hnojiv. Mezi DMČ a výluhem obohaceným o 100 ml kvasnic však není statisticky významný rozdíl. Nárůst je opět u DMK500, a to jak mezi variantou DMK500 a DMK100, tak u varianty DMK500 u aplikace na list a do půdy, kdy aplikace na list vykazovala o 7 % vyšší výnos suché hmoty plodů než aplikace výluhů do půdy. V případě srovnání kotroly s DMK500 byl u DMK500 vyšší výnos suché hmoty plodů u aplikace na list o 59 % a o 40,5 % u aplikace do půdy. Srovnání DMK500 s DMČ ukazuje, že u DMK500 byl vyšší výnos o 25,4 % u aplikace na list a o cca 16,6 % u aplikace do půdy.

Tabulka 17: Průměrný počet plodů na rostlinu po aplikaci výluhů z matoliny (ks/rostlinu)

Průměrný počet plodů na rostlinu – výluhy z matoliny		
varianta	aplikace na list	aplikace do půdy
KONTROLA	16,5	17,833
DMČ	22,167	22,5
DMK100	22,833	22,5
DMK500	24,167	23

D = demineralizovaná voda použitá k přípravě výluhů

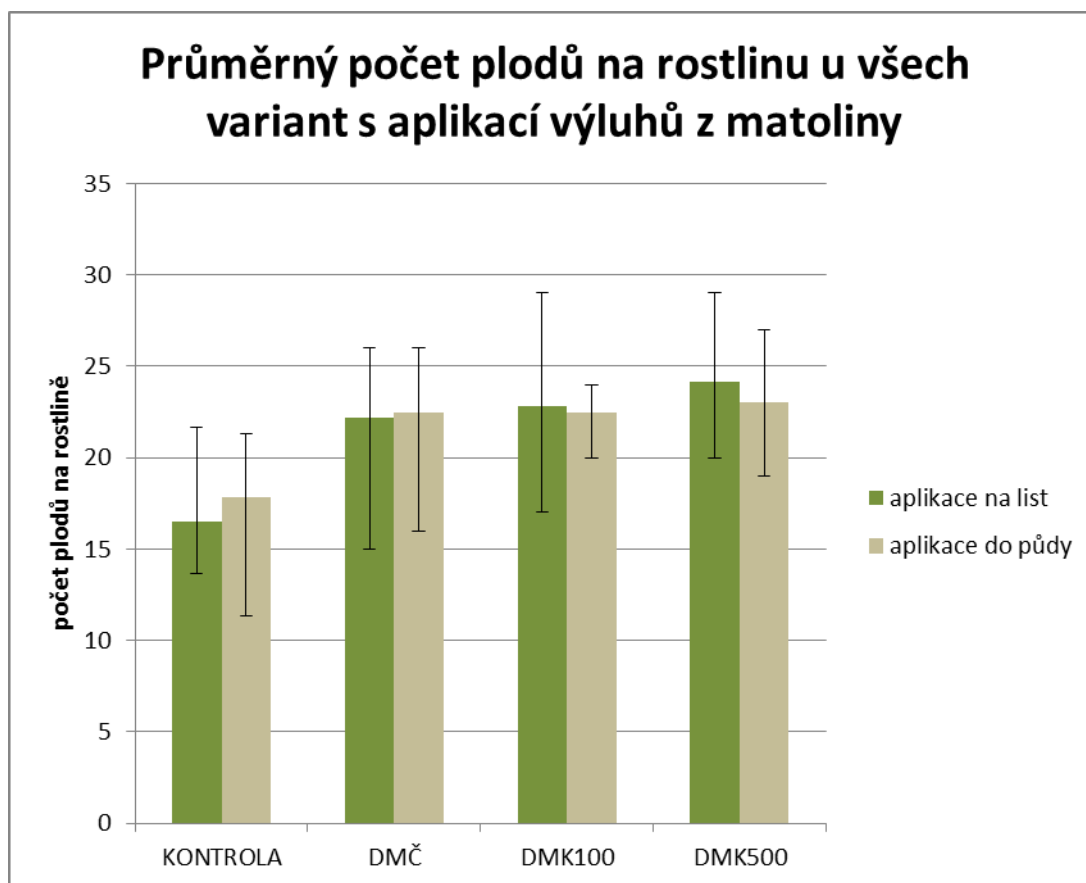
M = k přípravě vermikompostu a následného výluhu byla použita matolina

K = k výluhu během přípravy byly přidány pivovarské kvasnice

100 = do výluhu bylo přidáno 100 ml kvasnic

500 = do výluhu bylo přidáno 500 ml kvasnic

Graf 8: Grafické znázornění průměrného počtu plodů všech variant s aplikací výluhů z matoliny (ks)



Z grafu je patrný největší rozdíl mezi kontrolou a dalšími variantami s aplikací hnojiva. A to v porovnání kontroly s DMČ o 34 % při aplikaci na list a o 26 % při aplikaci do půdy. V porovnání DMČ s DMK500 nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl u aplikace do půdy. V případě aplikace na list byl nárůst v počtu plodů vyšší pouze o 9 %. Při porovnání DMK500 s kontrolou byl počet plodů vyšší u DMK500 o 46,5 % při aplikaci na list a o necelých 30 % při aplikaci do půdy.

5.1.3 Koňský hnůj

Tabulka 18: Průměrné hodnoty variant suché hmoty kořene po aplikaci výluhů z koňského hnoje (g/rostlinu)

Průměrné hodnoty variant suché hmoty kořene – výluhy z koňského hnoje		
varianta	aplikace na list	aplikace do půdy
KONTROLA	31,204	32,664
DHČ	36,128	36,25
DHK100	40,742	42,181
DHK500	47,369	51,746

D = demineralizovaná voda použitá k přípravě výluhů

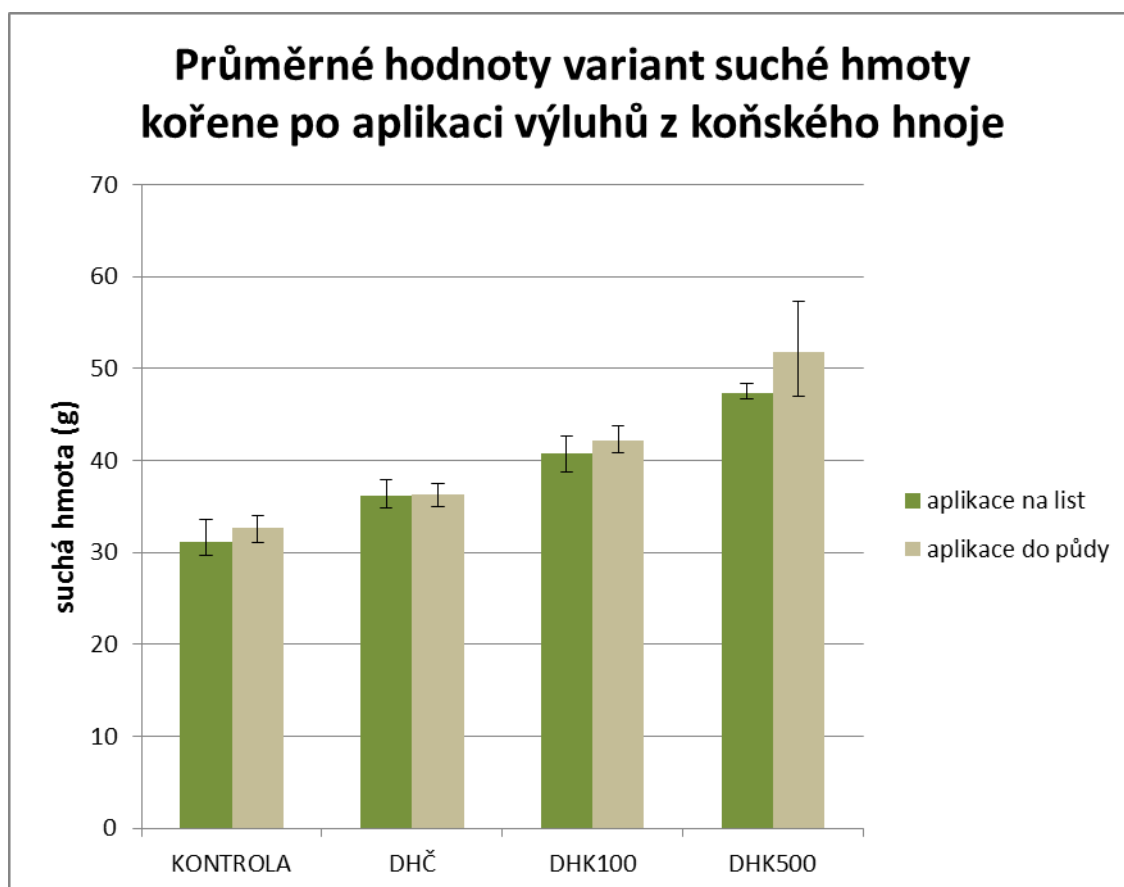
H = k přípravě vermikompostu a následného výluhu byl použit koňský hnůj

K = k výluhu během přípravy byly přidány pivovarské kvasnice

100 = do výluhu bylo přidáno 100 ml kvasnic

500 = do výluhu bylo přidáno 500 ml kvasnic

Graf 9: Grafické znázornění průměrných hodnot suché hmoty kořene všech variant s aplikací výluhů z koňského hnoje



Z grafu je patrný růst jak mezi kontrolou, tak mezi jednotlivými variantami hnojivých výluhů ve prospěch variant s přidanými kvasnicemi. V tomto případě je rovněž statisticky významný nárůst mezi DHČ a DHK100 u obou způsobů aplikace. U DHK500 byl nárůst vyšší o téměř 52 % u aplikace na list a více než 58% u aplikace do půdy v porovnání s kontrolou.

Tabulka 19: Průměrné hodnoty variant suché hmoty stonku s listem po aplikaci výluhů z koňského hnoje (g/rostlinu)

Průměrné hodnoty variant suché hmoty stonku – výluhy z koňského hnoje		
varianta	aplikace na list	aplikace do půdy
KONTROLA	58,598	55,662
DHČ	63,656	64,472
DHK100	64,643	65,293
DHK500	75,099	72,075

D = demineralizovaná voda použitá k přípravě výluhů

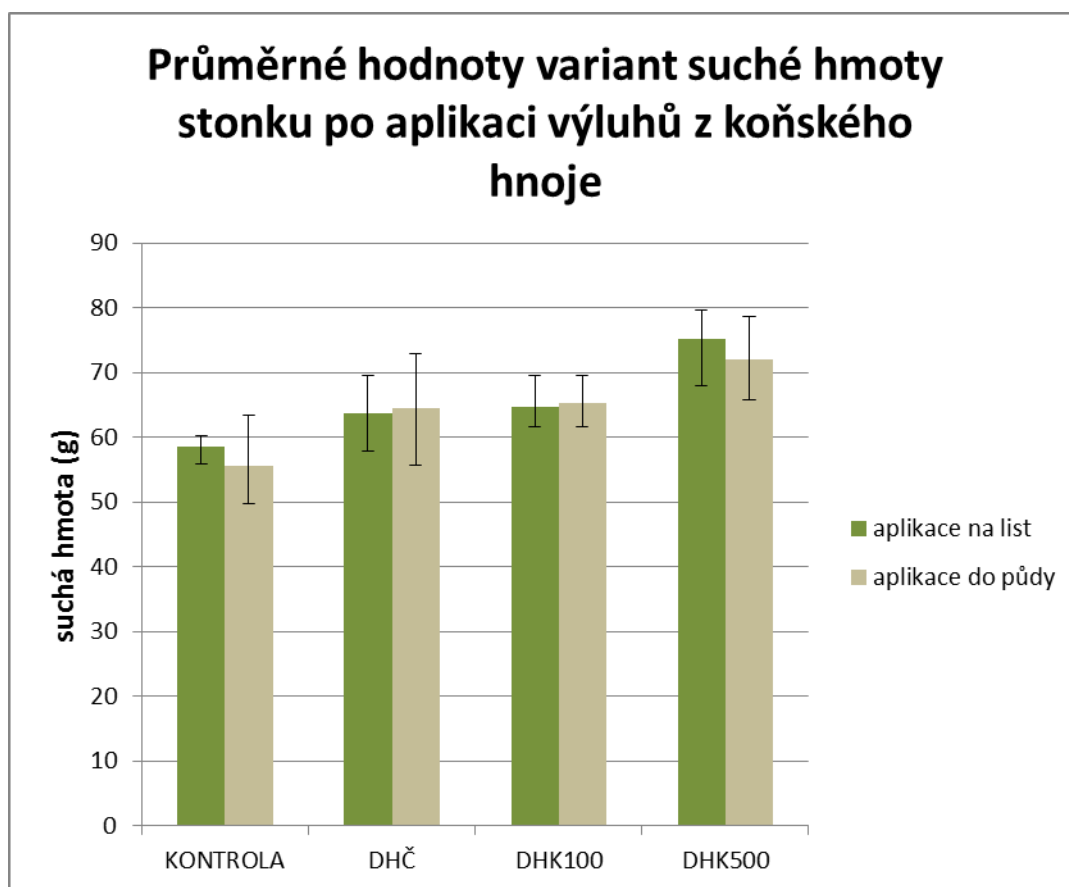
H = k přípravě vermikompostu a následného výluhu byl použit koňský hnůj

K = k výluhu během přípravy byly přidány pivovarské kvasnice

100 = do výluhu bylo přidáno 100 ml kvasnic

500 = do výluhu bylo přidáno 500 ml kvasnic

Graf 10: Grafické znázornění průměrných hodnot suché hmoty stonku všech variant s aplikací výluhů z koňského hnoje



U měření nadzemní biomasy byl nejvýraznější rozdíl mezi kontrolou a čistým výluhem u aplikace do půdy. Menší, avšak stále statisticky významný rozdíl byl poté mezi kontrolou a DHČ u aplikace na list. Mezi DHČ a DHK100 nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl, a to jak v rozdílných aplikacích jednotlivých variant hnojiv, tak mezi čistým výluhem a výluhem s aditivem. Mezi DHČ, případně DHK100 (téměř shodné výsledky) a DHK500 byl významný nárůst ve prospěch DHK500, téměř o 18 % u aplikace na list a o necelých 12 % u aplikace do půdy. V porovnání DHK500 s kontrolou byl nárůst suché hmoty nadzemní biomasy u DHK500 o 28 % u aplikace na list a o 29,5 % u aplikace do půdy.

Tabulka 20: Průměrné hodnoty variant suché hmoty plodů po aplikaci výluhů z koňského hnoje (g/rostlinu)

Průměrné hodnoty variant suché hmoty plodů – výluhy z koňského hnoje		
varianta	aplikace na list	aplikace do půdy
KONTROLA	4,793	5,071
DHČ	6,038	6,1
DHK100	6,225	6,254
DHK500	7,505	7,116

D = demineralizovaná voda použitá k přípravě výluhů

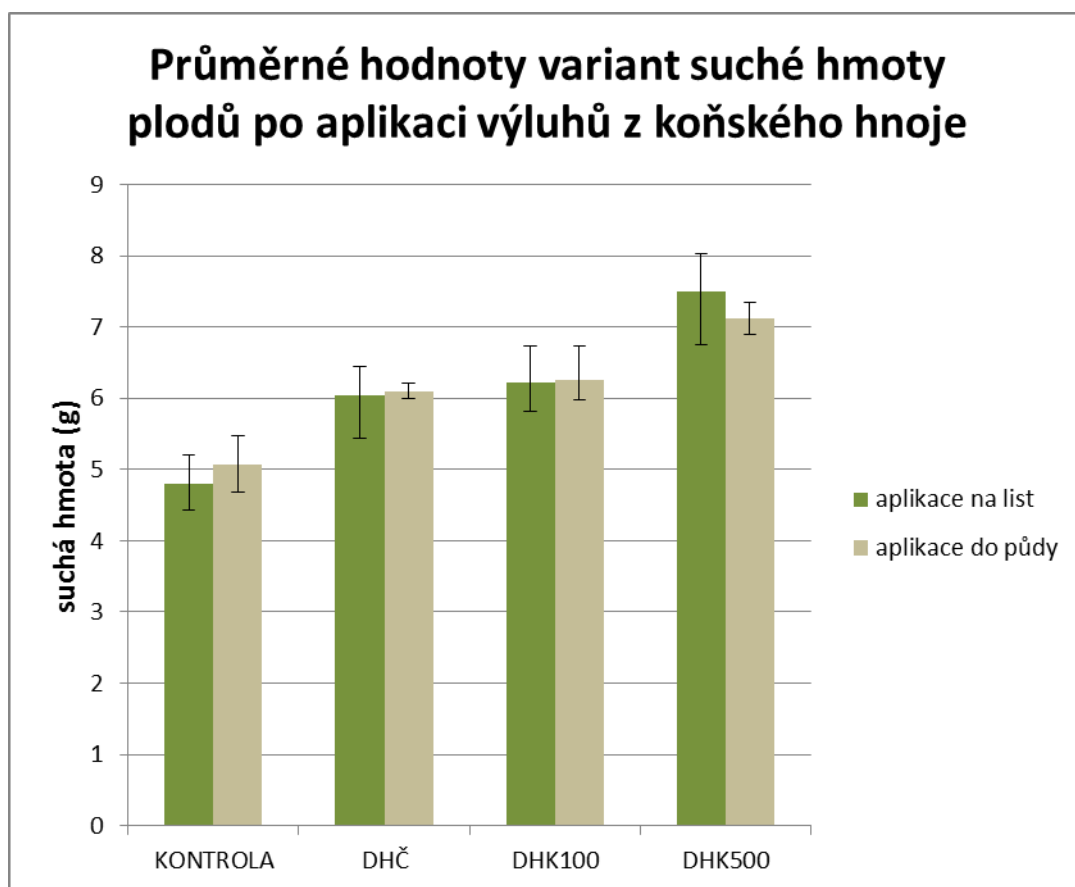
H = k přípravě vermikompostu a následného výluhu byl použit koňský hnůj

K = k výluhu během přípravy byly přidány pivovarské kvasnice

100 = do výluhu bylo přidáno 100 ml kvasnic

500 = do výluhu bylo přidáno 500 ml kvasnic

Graf 11: Grafické znázornění průměrných hodnot suché hmoty plodů všech variant s aplikací výluhů z koňského hnoje



Při porovnání průměrné suché hmoty plodů na rostlinu je nejvíce patrný nárůst mezi kontrolou a variantami s hnojivem. Opět však není statisticky významný rozdíl mezi čistým výluhem a DHK100. Avšak je zde opět výrazný nárůst u varianty DHK500, a to zejména u aplikace na list (+ 24,3 % v porovnání s DHČ a 56,6 % v porovnání s kontrolou). U aplikace do půdy byl vyšší výnos suché hmoty plodů v porovnání s kontrolou u DHK500 o 40,3 % a v porovnání s DHČ 16,7 %.

Tabulka 21: Průměrný počet plodů na rostlinu po aplikaci výluhů z koňského hnoje (ks/rostlinu)

Průměrný počet plodů na rostlinu – výluhy z koňského hnoje		
varianta	aplikace na list	aplikace do půdy
KONTROLA	16,5	17,833
DHČ	21,5	21,167
DHK100	22,833	20,333
DHK500	24	22,333

D = demineralizovaná voda použitá k přípravě výluhů

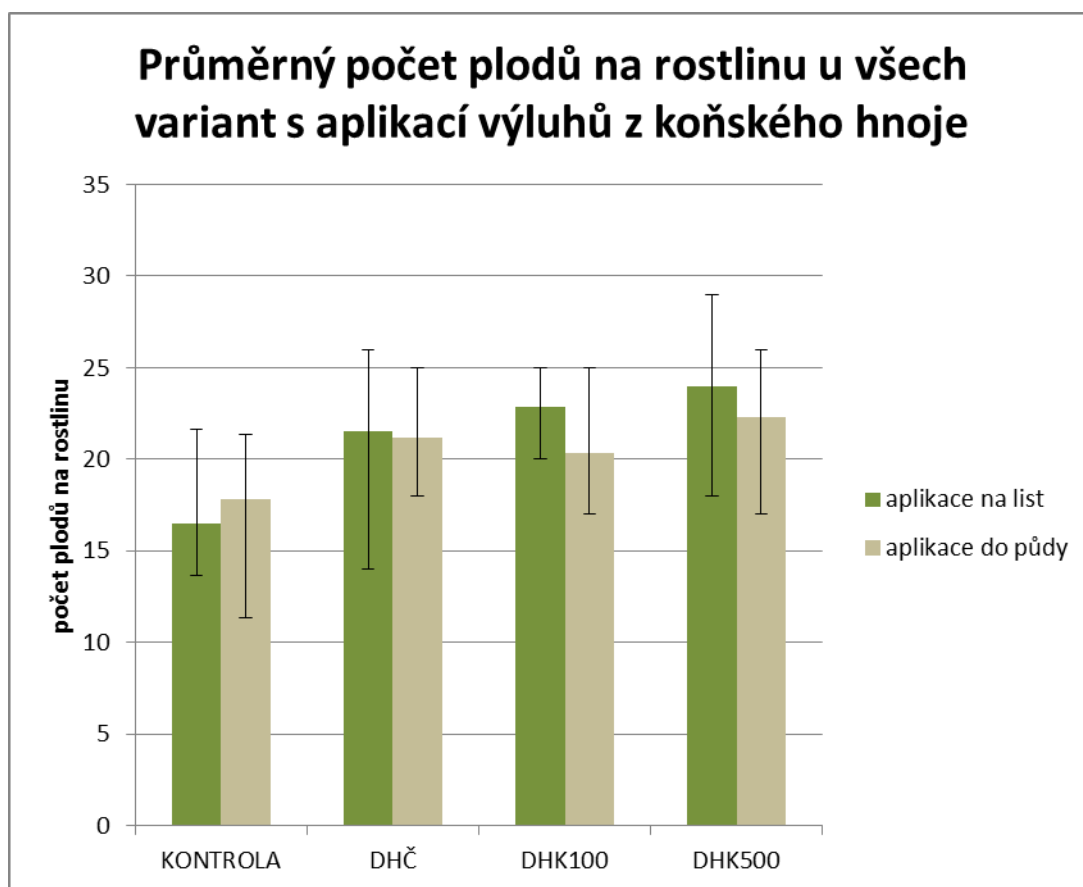
H = k přípravě vermikompostu a následného výluhu byl použit koňský hnůj

K = k výluhu během přípravy byly přidány pivovarské kvasnice

100 = do výluhu bylo přidáno 100 ml kvasnic

500 = do výluhu bylo přidáno 500 ml kvasnic

Graf 12: Grafické znázornění průměrného počtu plodů všech variant s aplikací výluhů z koňského hnoje (ks)



V grafu průměrného počtu plodů na rostlinu je statisticky významný rozdíl mezi kontrolou a DHČ nebo dalšími variantami hnojiv. Je zde patrný rovněž pokles výnosu u DHK100 (aplikace do půdy) a DHČ, avšak tvoří pouze cca 4 % a není tedy statisticky významný. Nárůst počtu plodů u DHK500 v porovnání s DHČ u variant s aplikací do půdy činí pouze cca 5,5 %, je tedy na spodní hranici statistické významnosti. U porovnání DHK500 s DHČ u variant s aplikací na list je již nárůst vyšší, a to o 11,6 %. Při srovnání DHK500 s kontrolou je nárůst v počtu plodů u DHK500 45,5 % u aplikace na list a více jak 25 % u aplikace do půdy.

I zde lze spíše doporučit v případě užití DHK500 aplikaci na list.

5.2 Statistické výsledky nárůstu suché hmoty

5.2.1 Základní statistické ukazatele

Tabulka 22: Základní statistické vyhodnocení vztažené k veškerým rostlinám

proměnná	n	\bar{x}	s	min.	max.	s.e.	V (%)
Kořen (g)	120	41,07	6,48	29,87	58,04	0,59	15,79
Plod (g)	120	6,36	0,80	4,41	8,20	0,07	12,55
Stonek (g)	120	66,37	6,67	46,88	81,66	0,61	10,05
Plod (ks)	120	21,9	3,81	10	29	0,35	17,38

n = počet případů

\bar{x} = aritmetický průměr

s = směrodatná odchylka

s.e. = střední chyba aritmetického průměru

V (%) = variační koeficient

Tabulka 23: Základní statistické vyhodnocení podle místa aplikace hnojivé závlivky

varianta 1	proměnná	n	\bar{x}	s	min.	max.	s.e.	V (%)
aplikace na list	Kořen (g)	60	40,15	5,45	29,87	48,36	0,70	13,57
	Plod (g)		6,40	0,90	4,41	8,20	0,12	14,10
	Stonek (g)		66,48	7,54	49,83	81,66	0,97	11,34
	Plod (ks)		22,22	4,29	10	29	0,55	19,33
aplikace do půdy	Kořen (g)	60	41,99	7,31	30,27	58,04	0,94	17,40
	Plod (g)		6,32	0,68	4,71	7,40	0,09	10,81
	Stonek (g)		66,25	5,74	46,88	79,63	0,74	8,66
	Plod (ks)		21,58	3,25	15	29	0,42	15,07

n = počet případů

\bar{x} = aritmetický průměr

s = směrodatná odchylka

s.e. = střední chyba aritmetického průměru

V (%) = variační koeficient

Tabulka 24: Základní statistické vyhodnocení podle suroviny použité k přípravě vermikompostu určeného k výluhu

varianta 2	proměnná	n	\bar{x}	s	min.	max.	s.e.	V (%)
H	Kořen (g)	36	42,40	6,10	34,78	57,35	1,02	14,39
	Plod (g)		6,54	0,64	5,43	8,03	0,11	9,79
	Stonek (g)		67,64	5,92	55,67	79,65	0,99	8,75
	Plod (ks)		22,03	3,28	14	29	0,55	14,90
J	Kořen (g)	36	41,42	5,66	32,74	56,52	0,94	13,67
	Plod (g)		6,41	0,64	5,21	7,99	0,11	9,97
	Stonek (g)		66,62	6,35	46,88	78,34	1,06	9,53
	Plod (ks)		22,39	3,64	15	29	0,61	16,27
M	Kořen (g)	36	42,43	6,37	33,83	58,04	1,06	15,01
	Plod (g)		6,60	0,72	5,00	8,20	0,12	10,91
	Stonek (g)		67,92	6,14	57,83	81,66	1,02	9,03
	Plod (ks)		22,86	3,49	15	29	0,58	15,27
KONTROLA	Kořen (g)	12	31,93	1,41	29,87	34,16	0,41	4,43
	Plod (g)		4,93	0,31	4,41	5,47	0,09	6,39
	Stonek (g)		57,13	3,95	49,83	63,47	1,14	6,91
	Plod (ks)		17,17	3,64	10	23	1,05	21,20

n = počet případů

\bar{x} = aritmetický průměr

s = směrodatná odchylka

s.e. = střední chyba aritmetického průměru

V (%) = variační koeficient

Tabulka 25: Základní statistické vyhodnocení podle množství přidávaných pivovarských kvasnic

varianta 3	proměnná	n	\bar{x}	s	min.	max.	s.e.	V (%)
100ml kvasnic	Kořen (g)	36	40,81	1,22	38,73	43,76	0,20	2,99
	Plod (g)		6,23	0,46	5,21	7,21	0,08	7,37
	Stonek (g)		65,28	3,13	57,63	70,64	0,52	4,80
	Plod (ks)		22,14	2,88	17	29	0,48	13,01
500 ml kvasnic	Kořen (g)	36	49,32	3,87	45,59	58,04	0,64	7,84
	Plod (g)		7,25	0,44	6,21	8,20	0,07	6,06
	Stonek (g)		73,47	4,28	65,78	81,66	0,71	5,83
	Plod (ks)		23,44	3,71	17	29	0,62	15,81
kontrola	Kořen (g)	12	31,93	1,41	29,87	34,16	0,41	4,43
	Plod (g)		4,93	0,31	4,41	5,47	0,09	6,39
	Stonek (g)		57,13	3,95	49,83	63,47	1,14	6,91
	Plod (ks)		17,17	3,64	10	23	1,05	21,20
výluh bez aditiv	Kořen (g)	36	36,12	1,40	32,74	38,94	0,23	3,88
	Plod (g)		6,07	0,34	5,00	6,81	0,06	5,54
	Stonek (g)		63,43	5,21	46,88	72,93	0,87	8,22
	Plod (ks)		21,69	3,58	14	28	0,60	16,52

n = počet případů

\bar{x} = aritmetický průměr

s = směrodatná odchylka

s.e. = střední chyba aritmetického průměru

V (%) = variační koeficient

5.2.2 Korelace a regrese

Tabulka 26: Variační rozpětí

		plod (g)	stonek (g)	plod (ks)
kořen (g)	r	0,748	0,660	0,359
	P	<0,001	<0,001	<0,001
	n	120	120	120
plod (g)	r		0,696	0,356
	P		<0,001	<0,001
	n		120	120
stonek (g)	r			0,342
	P			<0,001
	n			120

n = počet vzorků v souboru

P = hladina významnosti

r = variační rozpětí

Tabulka 27: Vztah nárůstu hmotnosti plodů (g suché hmoty) k nárůstu hmotnosti kořene (g suché hmoty)

Label	odhad členů lineární rovnice	s.e.	Pr > t
absolutní člen	2,58	0,312	<0,001
kořen (g)	0,09	0,008	<0,001
	R-Square	Pr > F	
	0,5599	<0,001	

s.e. = střední chyba aritmetického průměru

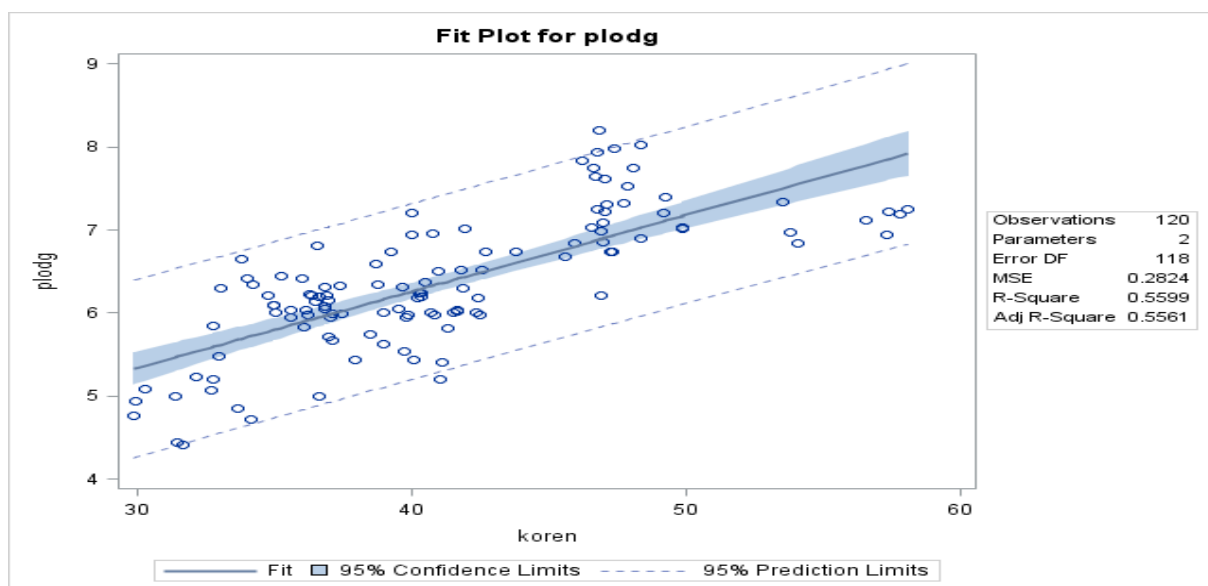
Pr>|t| = hodnota p pro efekt klasifikační proměnné k odpovědi

Pr> F = míra závislosti

R-Square = koeficient determinace

Ukazatel Pr>|t| <0,001 znamená, že je zde prokazatelný statisticky významný vztah. Pr> F poté popisuje sílu tohoto vztahu, kdy hodnota <0,001 odpovídá velice silnému vztahu. Podle hodnoty R-Square lze prohlásit, že výsledný model vysvětluje 55,99 % variability závislé proměnné.

Graf 13: Znázornění lineární závislosti hmotnosti plodů (g suché hmoty) k nárůstu hmotnosti kořene (g suché hmoty)



Jelikož se jedná o lineární vztah, lze určit rovnici pro předpověď hmotnosti plodů na základě hmotnosti kořene.

Rovnice: $Y = 2,58 + 0,09 X$

Y = hmotnost plodů (g suché hmoty)

X = hmotnost kořene (g suché hmoty)

Pokud bychom tedy naměřili například 50 g suché hmoty kořene, hmotnost suché hmoty plodů by v takovémto případě měla vykazovat 7,08 g.

Tabulka 28: Vztah nárůstu hmotnosti stonku (g suché hmoty) k nárůstu hmotnosti kořene (g suché hmoty)

Label	odhad členů lineární rovnice	s.e.	Pr > t
absolutní člen	38,49	2,960	<0,001
kořen (g)	0,68	0,071	<0,001
		R-Square	Pr > F
		0,4352	<0,001

s.e. = střední chyba aritmetického průměru

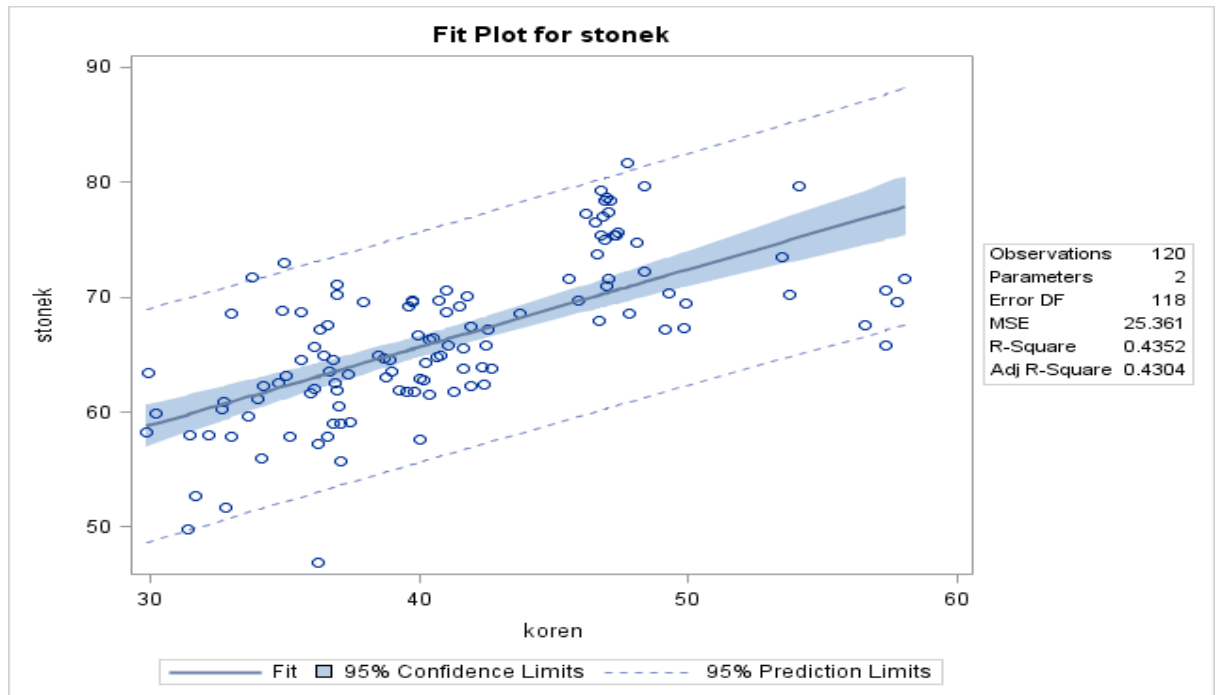
Pr>|t| = hodnota p pro efekt klasifikační proměnné k odpovědi

Pr> F = míra závislosti

R-Square = koeficient determinace

I v tomto případě udává Pr>|t| <0,00, že se jedná o statisticky významný vztah. Pr> F nám popisuje sílu vztahu jako velice silnou. Podle hodnoty R-Square lze prohlásit, že výsledný model vysvětluje 43,52 % variability stonku.

Graf 14: Znáornění lineární závislosti hmotnosti stonku (g suché hmoty) k nárůstu hmotnosti kořene (g suché hmoty)



Tento vztah je rovněž lineární, lze jej popsat rovnicí $Y = 38,49 + 0,68X$.

Y = hmotnost stonku (g suché hmoty)
 X = hmotnost kořene (g suché hmoty)

Pokud bychom použili stejnou hmotnost kořene jako u předešlého příkladu (50g), lze předpokládat, že hmotnost suché hmoty stonku sledované rostliny bude statisticky odpovídat 89,17 gramům.

Tabulka 29: Vztah nárůstu počtu plodů (ks) k nárůstu hmotnosti kořene (g suché hmoty)

Label	odhad členů lineární rovnice	s.e.	Pr > t
absolutní člen	13,26	2,098	<0,001
kořen g	0,21	0,050	<0,001
		R-Square	Pr > F
		0,1285	<0,001

s.e. = střední chyba aritmetického průměru

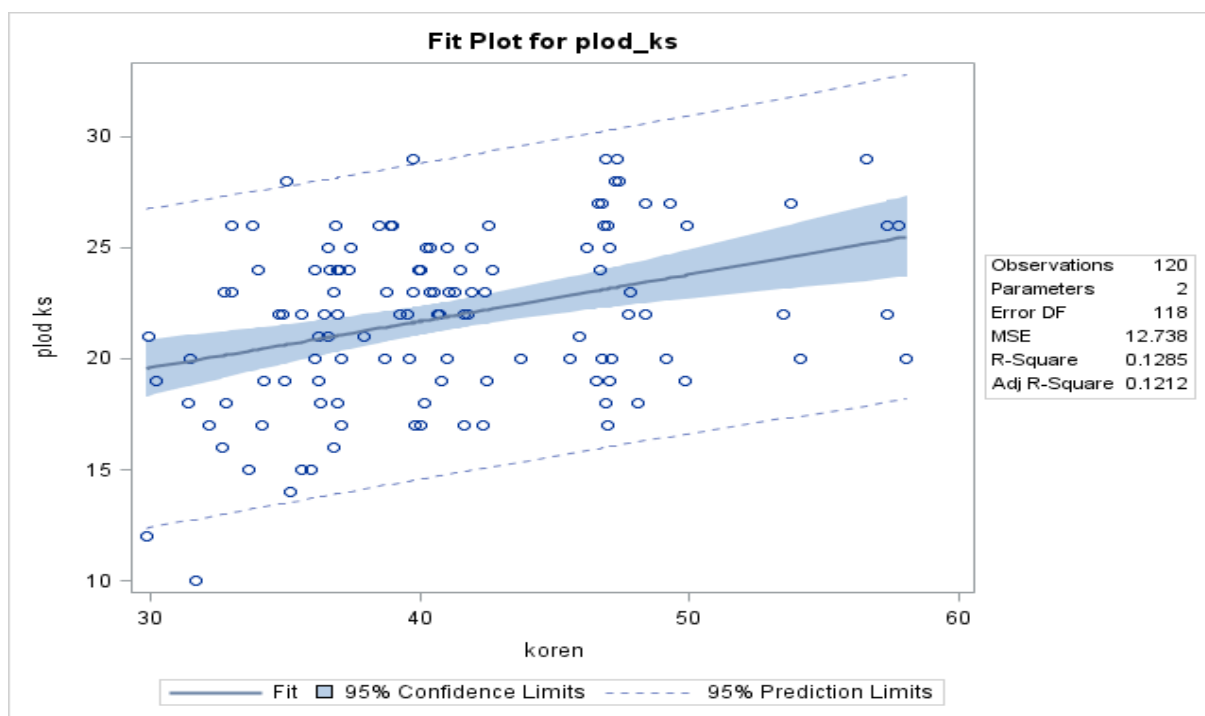
Pr>|t| = hodnota p pro efekt klasifikační proměnné k odpovědi

Pr> F = míra závislosti

R-Square = koeficient determinace

I zde byla prokázána závislost hmotnosti kořene (g suché hmoty) na počet plodů. Tuto závislost lze rovněž popsat jako velmi silnou. Hmotnost kořene poté představuje 12,85 % variability počtu plodů.

Graf 15: Znázornění lineární závislosti počtu plodů (ks) k nárůstu hmotnosti kořene (g suché hmoty)



U této lineární závislosti je možné určit rovnici jako $Y = 13,26 + 0,21X$

Y = počet plodů (ks)

X = hmotnost kořene (g suché hmoty)

Pokud použijeme i v tomto případě modelovou rostlinu, jejíž podzemní biomasa představuje 50 g suché hmoty, pak dle statistického výpočtu bude mít tato rostlina $23,76 \approx 24$ kusů plodů.

Tabulka 30: Vztah nárůstu hmotnosti plodů (g suché hmoty) k nárůstu hmotnosti stonku (g suché hmoty)

Label	odhad členů lineární rovnice	s.e.	Pr > t
absolutní člen	0,83	0,527	0,116
stonek (g)	0,08	0,008	<0,001
		R-Square	Pr > F
		0,4847	<0,001

s.e. = střední chyba aritmetického průměru

Pr>|t| = hodnota p pro efekt klasifikační proměnné k odpovědi

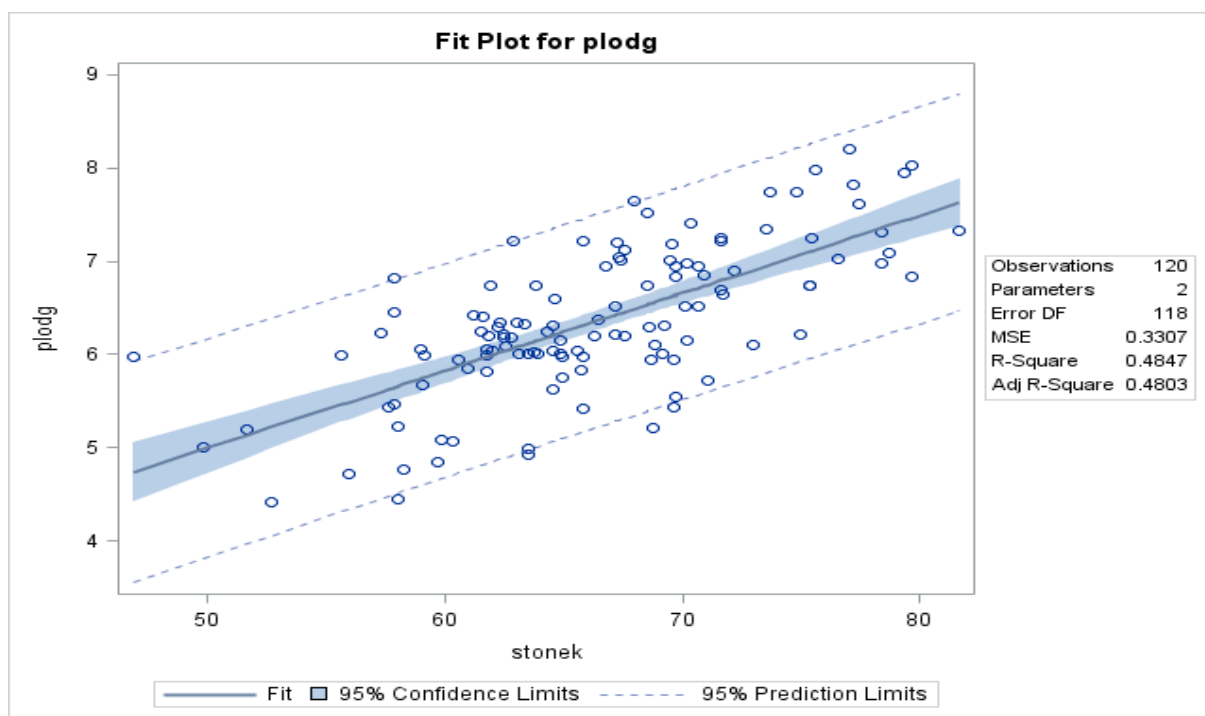
Pr> F = míra závislosti

R-Square = koeficient determinace

V tomto případě lze prohlásit, že se rovněž jedná o velmi silnou závislost. Variabilitu hmotnosti plodů zde lze vysvětlit ze 48,47 %, tedy asi o 7 % méně, než tomu bylo v případě kořene.

Jelikož však hodnota Pr>|t| u absolutního členu nabývá hodnoty 0,116 - tedy výrazně vyšší, než byla určena hladina významnosti (0,05), lineární rovnici pro předpověď hmotnosti plodů (g suché hmoty) z hmotnosti stonku (g suché hmoty) nelze prohlásit za statisticky průkaznou.

Graf 16: Znázornění lineární závislosti hmotnosti plodů (g suché hmoty) k nárůstu hmotnosti stonku (g suché hmoty)



Tabulka 31: Vztah nárůstu počtu plodů (ks) k nárůstu hmotnosti stonku (g suché hmoty)

Label	odhad členů lineární rovnice	s.e.	Pr > t
absolutní člen	8,93	3,291	<0,001
stonek g	0,20	0,049	<0,001
		R-Square	Pr > F
		0,1173	<0,001

s.e. = střední chyba aritmetického průměru

Pr>|t| = hodnota p pro efekt klasifikační proměnné k odpovědi

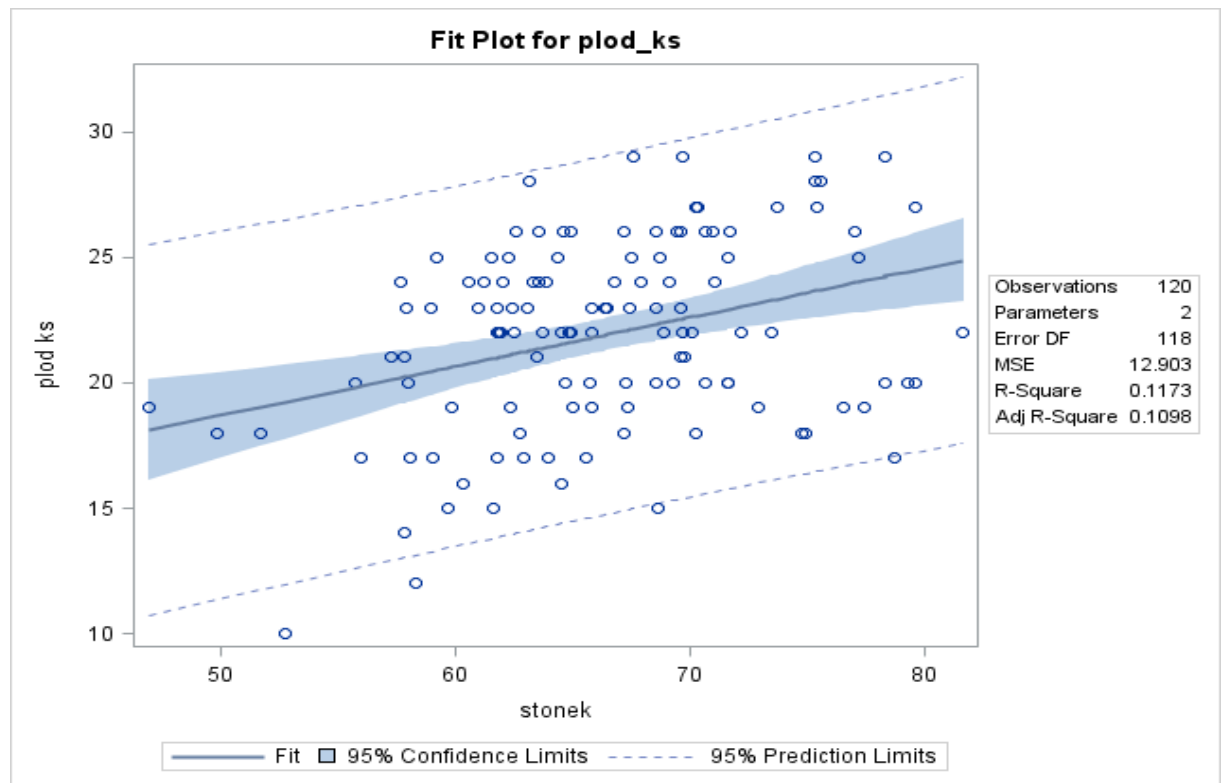
Pr> F = míra závislosti

R-Square = koeficient determinace

Přesto, že nebylo možné v předešlém případě určit (při porovnání závislost hmotnosti plodů ke hmotnosti stonku) lineární rovnice závislosti, v případě závislosti hmotnosti stonku

(g suché hmoty) k počtu plodů (ks) je již tento vztah statisticky průkazný. Rovněž lze prohlásit, že množství plodů (ks) lze vysvětlit z 11,73 % hmotností stonku.

Graf 17: Znázornění lineární závislosti počtu plodů (ks) k nárůstu hmotnosti stonku (g suché hmoty)



Pro predikci počtu plodů na rostlině lze použít lineární rovnici $Y = 8,93 + 0,2X$, kde

Y = počet plodů (ks)

X = hmotnost nadzemní biomasy (g suché hmoty)

Pro příklad použijeme modelovou rostlinu, u níž jsme naměřili 65 g suché hmoty nadzemní biomasy. Dle rovnice by tato rostlina měla vytvořit $21,93 \approx 22$ kusů plodů.

5.3 Vyhodnocení vlastností hnojivé zálivky a aplikace na nárůst biomasy (ANOVA)

5.3.1 Varianta s efektem místa aplikace a suroviny pro přípravu vermikompostů

Tabulka 32: Statistické vyhodnocení použité suroviny a místa její aplikace

proměnná	MODEL		aplikace		surovina	
	r ²	P	F-test	P	F-test	P
kořen (g)	0,248	<0,001	3,120	0,080	11,57	<0,001
stonek (g)	0,221	<0,001	0,050	0,831	10,89	<0,001
plod (g)	0,370	<0,001	0,450	0,503	22,38	<0,001
plod (ks)	0,187	<0,001	0,990	0,323	8,51	<0,001

r² = koeficienty determinace

P = hladina (úroveň) statistické významnosti (v našem případě 0,05)

Tabulka 33: Metoda nejmenších čtverců se standartní chybou

efekt	úroveň	kořen (g)	stonek (g)	plod (g)	plod (ks)
		LSM ±	LSM ±	LSM ±	LSM ±
		SELSM	SELSM	SELSM	SELSM
aplikace	list	38,62 ± 0,784	64,94 ± 0,820	6,16 ± 0,088	21,43 ± 0,478
	půda	40,47 ± 0,784	64,71 ± 0,820	6,08 ± 0,088	20,79 ± 0,478
surovina	H	42,40 ± 0,954 ^a	67,64 ± 0,998 ^a	6,54 ± 0,107 ^a	22,03 ± 0,582 ^a
	J	41,42 ± 0,954 ^a	66,62 ± 0,998 ^a	6,41 ± 0,107 ^a	22,39 ± 0,582 ^a
	M	42,43 ± 0,954 ^a	67,92 ± 0,998 ^a	6,60 ± 0,107 ^a	22,86 ± 0,582 ^a
	kontrola	31,93 ± 1,652 ^b	57,13 ± 1,729 ^b	4,93 ± 0,186 ^b	17,17 ± 1,008 ^b

LSM = metoda nejmenších čtverců

SELSM = standartní chyba pro metodu nejmenších čtverců

H = varianty s koňským hnojem

J = varianty s jablečnými výlisky

M = varianty s matolinou

Bylo statisticky vyhodnoceno, že všechny suroviny použité pro přípravu vermikompostů a následně jejich vodných výluhů mají pozitivní hnojivý účinek oproti kontrole ($P = <0,001$ je ve všech případech menší, než hladina významnosti $\alpha = 0,05$). Avšak nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými druhy aplikace (ve všech případech je hodnota $P > 0,05$). Rovněž nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými surovinami. V případě použití výluhů z vermikompostů bez dalších aditiv lze hnojit jak na list, tak do půdy aniž by byl způsobem aplikace ovlivněn výnos.

5.3.2 Varianta s efektem místa aplikace a obohacením výluhů o pivovarské kvasnice

Tabulka 34: Statistické vyhodnocení přidaného aditiva (pivovarské kvasnice) a místa aplikace

proměnná	MODEL		aplikace		aditivum	
	r^2	P	F-test	P	F-test	P
kořen (g)	0,887	<0,001	20,86	<0,001	294,9	<0,001
stonek (g)	0,603	<0,001	0,09	0,765	58,13	<0,001
plod (g)	0,749	<0,001	1,13	0,289	114,18	<0,001
plod (ks)	0,215	<0,001	1,02	0,314	10,14	<0,001

r^2 = koeficienty determinace

P = hladina (úroveň) statistické významnosti (v našem případě 0,05)

Tabulka 35: Metoda nejmenších čtverců se standartní chybou

efekt	úroveň	kořen (g)	stonek (g)	plod (g)	plod (ks)
		LSM ± SELSM	LSM ± SELSM	LSM ± SELSM	LSM ± SELSM
aplikace	list	38,62 ± 0,303 ^a	64,94 ± 0,586	6,16 ± 0,056	21,43 ± 0,470
	půda	40,47 ± 0,303 ^b	64,71 ± 0,586	6,08 ± 0,056	20,79 ± 0,470
přídavek	K100	40,81 ± 0,369 ^a	65,28 ± 0,713 ^a	6,23 ± 0,068 ^a	22,14 ± 0,572 ^a
	K500	49,32 ± 0,369 ^{b,c}	73,47 ± 0,713 ^{b,c}	7,25 ± 0,068 ^{b,c}	23,44 ± 0,572 ^c
	kontrola	31,93 ± 0,639 ^{b,d,e}	57,13 ± 1,235 ^{b,d,e}	4,93 ± 0,117 ^{b,d,e}	17,17 ± 0,991 ^e
	Č	36,12 ± 0,369 ^{b,d,f}	63,43 ± 0,713 ^{d,f}	6,07 ± 0,068 ^{e,f}	21,69 ± 0,572 ^{b,d,f}

LSM = metoda nejmenších čtverců

SELSM = standartní chyba pro metodu nejmenších čtverců

K100 = během přípravy výluhů bylo přidáno 100 ml kvasnic

K500 = během přípravy výluhů bylo přidáno 500 ml kvasnic

Č = výluh z vermikompostů bez dalších aditiv

V druhé variantě měření byl zjištěn statisticky významný pozitivní efekt na kořen při aplikaci hnojivé zálivky s přídavkem kvasnic do půdy. Ostatní části rostliny nevykazují statisticky významný rozdíl v závislosti na typu aplikace zálivky s kvasnicemi.

Byly však zjištěny významné statistické rozdíly mezi rostlinami hnojenými jednotlivými variantami výluhů, a to u kořene mezi kontrolou a K100, kontrolou a K500, kontrolou a Č. Dále mezi K100 a K500, K100 a Č a rovněž mezi K500 a Č. V případě stonku byl statisticky významný rozdíl mezi K100 a K500, K500 a kontrolou, K500 a Č, kontrolou a K100 a také kontrolou a Č. U porovnání hmotnosti plodů byl významný statistický rozdíl mezi K100 a K500, K500 a kontrolou a nakonec kontrolou a Č. V posledním sledovaném parametru, tedy počtu plodů v kusech na rostlině byly zjištěny rozdíly mezi variantami K100 ku kontrole, K500 ku kontrole a Č ku kontrole.

Přidání kvasnic do výluhů lze tedy jednoznačně doporučit.

6 Diskuze

Ve studii, která byla provedena Fritzem et al. (2012) byl hodnocen vliv výluhů z vermikompostů na výnos u vybrané zeleniny, včetně rajčat (bez bližší definice odrůdy). Vermikompost byl připraven společností VermiGrand Rakousko. Jako vstupní surovina byla použita směs s dominancí nadzemní odpadní biomasy blíže nespecifikovaných rostlin, dále směs obsahovala hovězí hnůj a ostatní biologicky rozložitelný odpad ze zemědělství. Celá tato směs byla před přidáním žížal 3 až 4 týdny předkompostována pro dosažení termofilní fáze. Samotné vermikompostování probíhalo v boxech o výšce cca 1 m, šířce 2 m a délce 10 m. Žížaly byly aplikovány na vrchní část surovin. Boxy byly ve spodní části vybaveny mřížkou, kterou propadával již hotový vermikompost, který byl sbírán semikontinuálně. Během vermikompostování došlo k 50% redukci hmoty z původní vsádky 10 m³ na 5 m³. Doba zpracování se pohybovala mezi 6 a 8 týdny. Výluh byl následně připraven přidáním 10 l vermikompostu do 850 l deionizované vody, výsledný poměr tedy činí 1:85. To je výrazně menší poměr vermikompostu ku vodě než v případě metodiky pokusu popsaném v této práci, kdy byl přidáván 1 l vermikompostu do 9 l demineralizované vody, avšak takto vzniklé výluhy byly před aplikací ještě zředěny v poměru 1:10, čímž by výsledný přepočítaný poměr činil 1:90. Teplota během přípravy výluhu kolísala mezi 20 – 24 °C. V pokusu prováděném v této práci byla kontinuální teplota 30 °C, tedy o 6 až 10 °C vyšší. Výluh byl po celou dobu aerován a promícháván stejně, jako tomu bylo v práci popisovaném experimentu. Délka extrakce činila 72 hodin, tj. o 24 hodin delší doba extrakce než při přípravě výluhů pro tento pokus.

Studie prokázala nárůst celkové biomasy rajčete o v průměru 64 % čerstvé hmoty ku kontrole. V experimentu provedeném v této práci bylo dosaženo nárůstu přibližně o 44 %, avšak jedná se o měření suché hmoty. Rovněž zde byla zjištěna zvýšená mikrobiální aktivita v půdních vzorcích. Toto zvýšení bylo připisováno dodání živin, které mimo rostlin podpořily také mikroorganismy. Samotné složení půdní mikroflóry rovněž vykazovalo výrazné rozdíly u rostlin hnojených výluhem z vermikompostu a kontrolou. Studie však nedokázala jednoznačně potvrdit vliv půdních společenstev mikroorganismů na růst rostliny. V experimentu provedeném pro účely této práce však byl jednoznačně statisticky prokázán pozitivní efekt při přidání mikroorganismů v podobě pivovarských kvasnic na růst rajčete jedlého.

V další studii byl sledován výluh z vermikompostu, jehož základní surovinou pro přípravu byl zahradní odpad s dominancí sečené trávy a odpadu z prořezávek cypřišovitých rostlin. Proces vermikompostování trval 6 měsíců a byl po celou dobu prováděn v nerezových boxech o velikosti 3 m × 1 m × 0,43 m. Výluh byl následně připraven v poměru vermikompostu s vodovodní vodou 1:10 v polyethylenových nádobách o objemu 25 l při pokojové teplotě po dobu 14 dnů. Před sloučením s vermikompostem byla vodovodní voda 8 hodin aerována samostatně pro odstranění chlóru. Výluh byl rovněž částečně aerován, a to 4 hodiny denně za využití akvaristického aerátoru. Článek neuvádí, zda byl výluh promícháván. Pokus s rajčaty probíhal ve 2 l nádobách s vermikulitem po dobu 10 týdnů. Studie rovněž obsahovala část, dle které byly pěstovány sazeničky rajčete tyčkovité odrůdy Roma *in vitro* v hydroponickém mediu. Případné použití této odrůdy taktéž do již zmíněných 2 litrových nádob článek nikterak blíže nespecifikuje.

Toto měření vykazovalo až trojnásobný nárůst suché biomasy vůči kontrole (Morales-Corts et al. 2018). V hodnotách suché hmoty podzemní biomasy naměřených v tomto experimentu tvořil mezi kontrolou a hnojivou zálivkou bez aditiv nárůst přibližně 10 %, avšak při porovnání kontroly s výluhy obsahujícími 500 ml kvasnic tento výnos vzrostl až o cca 50 %. Tento rozdíl lze vysvětlit například rozdílnými objemy pěstebních nádob. Rostliny ve 2 l nádobách obsáhnou svým kořenovým systémem větší poměr celkového objemu, než tomu bylo v případě našeho pokusu při použití nádob 10 litrových. Tento fakt mohl vést k efektivnějšímu příjmu živin rostlinou, což se následně projevilo vyšším výnosem. Dalším významným rozdílem bylo využití vermikulitu jakožto vysoce absorpčního materiálu jílovité povahy, který byl schopen uvolňovat zálivku s živinami postupně, rovnoměrně v celém objemu nádoby. V našem případě byla rajčata pěstována v zahradnickém substrátu rašelinové povahy, který nevykazuje takovou absorpční schopnost. Výluh tedy mohl odtéci rychleji do spodní části nádoby, kde nemusel být kořenový systém plně rozvinut, a tedy nedošlo k maximálnímu příjmu obsažených živin (Morales-Corts et al. 2018).

Experiment (Morales-Corts et al. 2018) rovněž prokázal pozitivní efekt aplikace výluhů z vermikompostů na rajčata infikovaná patogeny rodu *Fusarium* spp. a *Rhizoctonia* spp.

Zeller (2006) taktéž porovnával efekt výluhů z vermikompostů na nárůst biomasy rajčete jedlého (tyčkové odrůdy Diplom F1, tyčkové odrůdy Matina a také vysoce plodící tyčkové odrůdy Rheinlands Ruhm). Jako pěstební substrát byla použita směs rašeliny 70 % a zahradního kompostu 30 %. Rajčata byla předpěstována v semenáčcích do velikosti cca

11 cm a následně náhodně vysazena na pole v rozestupu 40 cm v řadě a 80 cm mezerou mezi řadami. V tomto případě byl k přípravě výluhu použit blíže nespecifikovaný vermikompost, jehož základem byly zbytky ovoce, zeleniny a bavlny. Výluh byl poté připraven s kohoutkovou vodou v poměru vermikompost:voda 1:2 (tedy 5× vyšším, než tomu bylo u námi použitých výluhů) za pokojové teploty po dobu 24 hodin (zda byl výluh aerován či promícháván není uvedeno). Po extrakci byl výluh zfiltrován přes filtrační papír. Hnojivo bylo poté 6× aplikováno ručním sprejem jako zálivka na list (vždy jednou týdně). Po dokončení produkčního období byla zvlášť sklizena nadzemní část biomasy a podzemní část biomasy v prostoru 20 cm × 20 cm × 20 cm. Do hmotnosti plodů byly zahrnuty veškeré oranžové a červené plody sklizené na rostlině. Biomasa byla následně sušena po dobu 24 h při teplotě 80 °C a zvážena.

Dle Zellerova dosahovala hmotnost suché hmoty kořene takto hnojeného rajčete průměrně 45,7 g, což je přibližně o 10 g více, než u námi použitých záливоk z vermikompostu bez aditiv (35,481 g – 36,128 g), avšak měření u variant s přidáním 500 ml kvasnic již dosahovala srovnatelných hodnot (46,978 g – 47,369 g). Průměrná hmotnost suché hmoty celé rostliny pak dle Zellerova (2006) dosahovala 173,1 g. Námi naměřená průměrná hmotnost celé rostliny byla pouze cca 107 g u hnojivé zálivky bez aditiv. Varianta s 500 ml kvasnicemi poté dosahovala přibližné hmotnosti 131,5 g suché hmoty. Tyto rozdíly byly nejspíše způsobeny odlišnými variantami odrůd rajčat (tyčkové/keříčkové) a naprosto odlišnými podmínkami prostředí, rajčata v námi provedeném experimentu byla pěstována za laboratorních podmínek v nádobách o jednotném objemu, zatímco v případě experimentu Zellerova (2006) šlo o polní pěstbu.

V práci Pillai & Aswathy (2016) hodnotící efekt hnojení hnojůvkou lze nalést zmínku, že při použití výluhů z vermikompostů je možné dosáhnout 18% nárůstu výnosů bobulí rajčete jedlého při aplikaci na list. V našem případě tvořil průměrný nárůst výnosu při aplikaci výluhů bez aditiv přibližně 22 % a u varianty s přidáním 500 ml kvasnic průměrně cca 46 %. Přidáním aditiva bylo v našem pokusu dosaženo výrazně vyššího nárůstu výnosu (vztaženo ke kontrole) než uvádí tito autoři.

Edwards et al. (2006) rovněž sledoval efekt výluhů z vermikompostů na růst rostlin. Výluh byl v tomto případě připraven v poměru vermikompost:voda 1:4. Tento výluh byl extrahován 24 h a po celou délku extrakce docházelo k aeraci. Základní surovinou pro použitý vermikompost byl hnůj skotu. Jako pěstební substrát byl vybrán produkt Metro Mix 360

obsahující 35 – 40 % vermikulitu, 35 – 40 % rašeliny a 20 – 30 % kůry. Jako hnojivá zálivka byl použit výluh zředěný na 0,5 až 10 %. Aplikován při sadbě rostliny a následně 2× týdně po dobu 8 týdnů. Pro každou aplikaci byl vyroben nový čerstvý výluh. Autoři tvrdí, že jelikož zvolený pěstební substrát Metro Mix 360 obsahoval veškeré živiny pro růst rajčete v dostatečné koncentraci, je pravděpodobné, že rostlinu spíše stimulují k růstu fytohormony, humínové kyseliny a mikroorganismy obsažené ve výluhu. Náš experiment toto tvrzení podporuje, jelikož bylo dosaženo výrazně vyššího výnosu při přidání pivovarských kvasnic než u variant hnojených výluhy bez dalších aditiv.

Márquez-Quiroz et al. (2014) využil ve svém experimentu salátovou odrůdu (tyčkovou) rajčete Anibal. Pěstba byla provedena v 18litrových nádobách ve skleníku. Po dobu vegetace (jejíž celková délka není uvedena) bylo aplikováno hnojivo celkem 12krát. Bylo testováno několik směsí hnojiv, z nichž jsou pro naše účely nejpodstatnější směs písku a výluhu z vermikompostu a dále vermikompost s přidaným výluhem (taktéž z vermikompostu) v různých poměrech. Vermikompost byl vyroben společností Max Compost® a skládal se z 50 % koňského a z 50 % kozího hnoje. Délka vzniku vermikompostu představovala 90 dní. Z takto připraveného vermikompostu byl připraven 2,5% aerovaný výluh. Z rostlin jednou týdně byly sbírány pouze již plně zralé plody. Z ostatní nadzemní biomasy byly sbírány pouze listy, biomasa byla následně sušena při teplotě 70 °C po dobu 24 hodin. Nejvyšší výnos zkoušených variant, které obsahovaly výluh z vermikompostu dosahoval 96,6 g suché hmoty plodů na rostlinu. Námi provedený experiment dosahoval v případě varianty s koňským hnojem a kvasnicemi průměrného výnosu cca 7,5 g suché hmoty, což odpovídá pouze 7,8 % výnosu, jež publikuje Márquez-Quiroz et al. (2014). Tento markantní rozdíl lze vysvětlit zejména odlišnou odrůdou sledovaných rajčat, jelikož je odrůda Anibal prezentována jako „rekordně“ vysoceplodící tyčková odrůda (Agro Guanajuato 2019).

7 Závěr

Již z výsledků a diskuze je patrné, že v případě 3. hypotézy nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi zvolenými surovinami na konečném výnosu u rajčat. Avšak byl zde potvrzen hnojivý účinek oproti kontrole. 1. a 2. hypotéza z cíle práce byla potvrzena, tedy lze tvrdit, že přidání pivovarských kvasnic do výluhu pozitivně stimuluje růst rajčete jedlého, přičemž výnos je zvyšován se zvyšující se koncentrací přidaných kvasnic do výluhu. A to s rostoucím trendem při zvyšování obsahu kvasnic ve výluzích až na 500 ml/10 l.

Takovýmto obohacením lze získat o více než 50 % vyšší výnos suché hmoty plodů v porovnání s kontrolou a o přibližně 25 % vyšší výnos suché hmoty plodů v porovnání s neobohacenými výluhy.

Nárůst nadzemní biomasy dosáhl při aplikaci variant s 500 ml kvasnicemi průměrně necelých 20 % ku čistému výluhu a 30 % ku kontrole. Tuto biomasu lze nadále zpracovat například anaerobní digescí.

Podzemní biomasa poté dosahovala průměrného navýšení u variant s 500 ml kvasnicemi cca 60 % ku kontrole a cca 40 % v porovnání s čistým výluhem. Pro zvýšení nárůstu podzemní biomasy lze doporučit hnojení do půdy. Kořeny mohou být po sklizni využity po rozkladu jako zdroj látek pro další plodiny.

Pro maximální možný výnos plodů, jakožto hlavního produktu rajčete jedlého, lze nejvíce doporučit výluh DMK500, tedy výluh z vermikompostu připraveného z matoliny, do něhož bylo přidáno během aerace 500 ml pivovarských kvasnic. Tato varianta hnojivé zálivky poté dosahovala nejvyšších hodnot výnosu ze všech sledovaných variant, zejména při aplikaci na list. Nutno však připomenout, že nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi zvolenými surovinami. Hlavním faktorem ovlivňujícím výnos jsou tedy s největší pravděpodobností právě přidané pivovarské kvasnice.

Vzhledem k tomu, že jsou tyto kvasnice částečným odpadním produktem při výrobě piva, je jejich aplikace jako aditiva do hnojivých výluhů jedním z možných využití, které lze prohlásit za efektivní.

8 Seznam literatury

Abrham, Z., Kovářová, M. 2009. Současný stav a perspektiva zemědělské techniky. Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. Praha

Acquaah, G. 2002. Horticulture: Principles and Practices. New Jersey: Prentice Hall.

Agro Guanajuato. 2019. Tomate Anibal. Available from <http://www.agroto.com/productos2.php?id=13> (accessed February 2019).

Ahkami, A. H., White III, R. A., Handakumbura, P. P., Jansson, C. 2017. Rhizosphere engineering: Enhancing sustainable plant ecosystem productivity. *Rhizosphere* **3**: 233-243.

Aira, M., Monry, F., Domínguez, J. 2006. Changes in microbial biomass and microbial activity of pig slurry after the transit through the gut of the earthworm *Eudrilus eugeniae* Kinberg, 1867. *Biology and fertility of soils* **42**: 371-376.

Aira, M., Sampedro, L., Monroy, F., Domínguez, J. 2008. Detritivorous earthworms directly modify the structure, thus altering the functioning of a microdecomposer food web. *Soil Biology and Biochemistry* **40**: 2511- 2516.

Amos, D. 2017. Aerated compost tea (ACT) to improve soil biology and to act as a biofertiliser/biofungicide. Organic Research Centre, Elm Farm, Hamstead Marshall, Berkshire, United Kingdom.

Andriuzzi, W. S., Ngo, P. T., Geisen, S., Keith, A. M., Dumack, K., Bolger, T., Rumpel, C. 2016. Organic matter composition and the protist and nematode communities around anecic earthworm burrows. *Biology and Fertility of Soils* **52**: 91-100.

Anon. *Estenia andrei* [online]. The Garden forum. 12. ledna 2007 [cit. 2017-07-20]. Dostupné z <<http://thegardenforums.org/viewtopic.php?f=42&t=17278>>.

Arancon, N. Q. 2007. Vermicompost tea production and plant growth impacts. *Biocycle* **48**: 51

Arancon, N. Q., Pant, A., Radovich, T., Hue, N. V., Potter, J. K., Converse, C. E. 2012. Seed germination and seedling growth of tomato and lettuce as affected by vermicompost water extracts (Teas). *HortScience* **47**: 1722-1728.

Aremu, A. O., Stirk, W. A., Kulkarni, M. G., Tarkowská, D., Turečková, V., Gruz, J., Strnad, M. 2015. Evidence of phytohormones and phenolic acids variability in garden-waste-derived vermicompost leachate, a well-known plant growth stimulant. *Plant growth regulation* **75**: 483-492.

Arora, S., Kazmi, A. A. 2015. The effect of seasonal temperature on pathogen removal efficacy of vermifilter for wastewater treatment. *Water research* **74**: 88-99.

Bhargava, N. B., Singh, A. K., Khare, D. S., Bhattacharya, S. 2004. Optimum moisture requirement during vermicomposting using *Perionyx excavatus*. *Applied ecology and environmental research* **2**: 53-62.

Bhat, S. A., Singh, S., Singh, J., Kumar, S., Vig, A. P. 2018. Bioremediation and detoxification of industrial wastes by earthworms: vermicompost as powerful crop nutrient in sustainable agriculture. *Bioresource technology* **252**: 172-179.

Bogino, P., Nievas, F., Giordano, W. 2016. Biofilm Formation By Rhizobacteria in Response to water-limiting Conditions. *Stress and Environmental Regulation of Gene Expression and Adaptation. Bacteria*. 1287-1294.

Borowiec, P., Titzlová, M. 2017. *Kniha o pivu*. Smart Press Praha.

Bott, R.C., Greene, E.A., Trotter, N.L., Williams, C.A., Wastendorf, N.L., Swinker, A.M., Masterall, S.L., Martinson, K.L. 2016. Environmental Implications of Nitrogen Output on Horse Operations. *Journal of Equine Veterinary Science* **45**: 98-106.

Brokovcová M., Žáková, M. 2015. *Biologie pro odpadové hospodářství*. Mendelova Univerzita v Brně. Brno.

- Cai, Y. M., Gu, L. Y. 2014. Temperature and Humidity Control System of Digital Treatment Earthworm Bioreactor based on SVM and MPC. *Current Biotechnology* **1**: 10
- Cesarz, S., Craven, D., Dietrich, C., Eisenhauer, N. 2016. Effects of soil and leaf litter quality on the biomass of two endogeic earthworm species. *European Journal of Soil Biology* **77**: 9-16.
- Curl, E. A., Truelove, B. 2012. *The rhizosphere* (Vol. 15). Springer Science & Business Media.
- Ćustić, M., Poljak, M., Čoga, L., Ćosić, T., Toth, N., Pecina, M. 2003. The influence of organic and mineral fertilization on nutrient status, nitrate accumulation, and yield of head chicory. *Plant Soil Environ* **49**: 218-222.
- Das, S. N., Giri, D., Ghosh, M. 2015. Integrating farm with bio-based practices for food security and sustainability. *Decision* **42**: 229
- Devleesschauwer, B., Marvasi, M., Giurcanu, M. C., Hochmuth, G. J., Speybroeck, N., Havelaar, A. H., Teplitski, M. 2017. High relative humidity pre-harvest reduces post-harvest proliferation of Salmonella in tomatoes. *Food mikrobiology* **66**: 55-63.
- Domínguez, J. 2004. State of the art and new perspectives on vermicomposting research. Edwards, C. A. (ed.), *earthworm ecology* 2nd edition. CRC Press. 401 – 424.
- Drešlová, M. 2017. Compatibility of elements of different species of vermic constructions .Conference poster. Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2017. Sborník recenzovaných vědeckých prací, 112-115.
- Edwards, C. A., Arancon, N. Q., Greytak, S. 2006. Effects of vermicompost teas on plant growth and disease. *Biocycle* **47**: 28.
- Edwards, C. A., Arancon, N. Q., Sherman, R. L. 2010. *Vermiculture technology: earthworms, organic wastes, and environmental management*. CRC press. 623.

- Edwards, C. A., Bate, J. E. 1992. The use of earthworms in environmental management. *Soil Biology and Biochemistry* **24**: 1683-1689.
- El-Haddad, M. E., Zayed, M. S., El-Sayed, G. A. M., Hassanein, M. K., El-Satar, A. A. 2014. Evaluation of compost, vermicompost and their teas produced from rice straw as affected by addition of different supplements. *Annals of Agricultural Sciences* **59**: 243-251.
- Erseus, C., Wetzel, M. J., Gustavsson, L. 2008. ICZN rules—a farewell to Tubificidae (Annelida, Clitellata). *Zootaxa* **1744**. 66-68.
- Fernández-Getino, A. P., Alonso-Prados, J. L., Santín-Montanyá, M. I. 2018. Challenges and prospects in connectivity analysis in agricultural systems: Actions to implement policies on land management and carbon storage at EU level. *Land Use Policy* **71**: 146-159
- Forey, E., Chauvat, M., Coulibaly, S. F., Langlois, E., Barot, S., Clause, J. 2018. Inoculation of an ecosystem engineer (Earthworm: *Lumbricus terrestris*) during experimental grassland restoration: Consequences for above and belowground soil compartments. *Applied Soil Ecology* **125**: 148-155.
- Fritz, J. I., Franke-Whittle, I. H., Haindl, S., Insam, H., Braun, R. 2012. Microbiological community analysis of vermicompost tea and its influence on the growth of vegetables and cereals. *Canadian journal of microbiology* **58**: 836-847.
- Furlong, C., Rajapaksha, N. S., Butt, K. R., Gibson, W. T. 2017. Is composting worm availability the main barrier to large-scale adoption of worm-based organic waste processing technologies. *Journal of Cleaner Production* **164**: 1026-1033.
- García-Sánchez, M., Taušnerová, H., Hanč, A., Tlustoš, P. 2017. Stabilization of different starting materials through vermicomposting in a continuous-feeding system: Changes in chemical and biological parameters. *Waste Management* **62**: 33-42.
- Garg, V. K., Gupta, R. 2009. Vermicomposting of agro-industrial processing waste. In: *Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilisation*. Springer Netherlands. 431-456.

Ghosh, A., Dutta, S. 2016. Investigation on Arbuscular Mycorrhizal colonization on the roots of some members of Fabaceae and selection of suitable hosts for mass multiplication of VAM. *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci.* **3**: 193-197.

Godara, S., Sihag, R. C., Gupta, R. K. 2015. Effect of Pond Fertilization with Vermicompost and Some Other Manures on the Pathogenic Bacterial Populations of Treated Waters. *Research Journal of Microbiology* **10**: 230.

Gómez-Brandón, M., Domínguez, J. 2014. Recycling of solid organic wastes through vermicomposting: microbial community changes throughout the process and use of vermicompost as a soil amendment. *Critical reviews in environmental science and technology* **44**: 1289-1312.

Gong, X., Li, S., Sun, X., Wang, L., Cai, L., Zhang, J., Wei, L. 2018. Green waste compost and vermicompost as peat substitutes in growing media for geranium (*Pelargonium zonale* L.) and calendula (*Calendula officinalis* L.). *Scientia Horticulturae* **236**: 186-191.

Gordon F., Thorp, R., Coville, R., Ertter B., 2014, California Native Plant Society, California bees & blooms : a guide for gardeners and naturalists. Berkeley, CA: Heydey, U.S.A.

Govindappa, M., Rajan, S. S., Manoharan, A. 2015. Importance of application of vermicompost and cultural practices on growth and development of young Arabica coffee (*Coffea arabica*). *Intern. J. Scientific Research and Education.* **3**: 2778-2787.

Gu, Y. Y., Zhao, C., Li, H., An, H. 2018. The enhancement of synthesized wastewater on non-uniform electrokinetic remediation of a Cd-spiked natural clayey soil. *Environmental Science and Pollution Research* **25**: 1103-1114.

Gupta, R., Mutiyar, P. K., Rawat, N. K., Saini, M. S., Garg, V. K. 2007. Development of a water hyacinth based vermireactor using an epigeic earthworm *Eisenia foetida*. *Bioresource technology* **98**: 2605-2610.

Hadin A., Eriksson O., Hillman K. 2016. A review of potential critical factors in horse keeping for anaerobic digestion of horse manure. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **65**: 432-442.

Haldar, S., Sengupta, S. 2016. Microbial Ecology at Rhizosphere: Bioengineering and Future Prospective. *Plant-Microbe Interaction: An Approach to Sustainable Agriculture*. Springer Singapore. 63-96.

Haller, H., Jonsson, A., Rayo, K. M., Lopez, A. D. 2016. Microbial transport of aerated compost tea organisms in clay loam and sandy loam—A soil column study. *International Biodeterioration & Biodegradation* **106**: 10-15.

Hanč, A. 2010. Vermikompostování – perspektivní způsob nakládání s bioodpady. *Odpadové fórum* **9**: 32.

Hanč, A., Bouček, J., Švehla, P., Drešlová, M., Tlustoš, P. 2017. Properties of vermicompost aqueous extracts prepared under different conditions. *Environmental Technology* **38**: 1428-1434.

Hanč, A., Chadimová, Z. 2014. Nutrient recovery from apple pomace waste by vermicomposting technology. *Bioresource Technology* **168**: 240-244.

Hanč, A., Plíva, P. 2013. Vermikompostování bioodpadů – Certifikovaná metodika. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha.

Hanč, A., Plíva, P., Balík, J., Balíková, M., Bazalová, M., Bedřich, V., Mašátová R., Najmanová, J., Roy, A., Soušek, J., Sazáková, J., Švehla, P., Vašák, F. 2013. Optimalizace technologie faremního vermicompostování: redakčně upravená zpráva projektu NAZV QI 91C199. 47s. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha.

Hashemimajid, K., A. Golchin. 2010. "The effect of iron-enriched vermicompost on growth and nutrition of tomato." *Journal of agricultural science and technology* **11**: 613-621.

- Hixson, J.L., Jacobs, J.L., Wilkes, E.N., Smith, P.A. 2016. Survey of the Variation in Grape Marc Condensed Tannin Composition and Concentration and Analysis of Key Compositional Factors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **64**: 7076-7086
- Hlušek, J. 2004. *Základy výživy a hnojení zeleniny a ovocných kultur*. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha.
- Hlušek, J., Richter, J., Ryant, P. 2002. *Výživa a hnojení zahradních plodin*. Praha.
- Hrabák, J. 2018. *Multifunkční zemědělství v Česku po vstupu do Evropské unie: konceptualizace, vývoj a regionální diferenciaci*. [PhD's. Thesis]. Univerzita Katlova Praha, Praha.
- Hsu, C. K., Micallef, S. A. 2017. Plant-mediated restriction of *Salmonella enterica* on tomato and spinach leaves colonized with *Pseudomonas* plant growth-promoting rhizobacteria. *International journal of food mikrobiology*. 259.
- Huang, K., Li F., Wei Y., Fu X., Chen X. 2014. Effects of earthworms on physicochemical properties and microbial profiles during vermicomposting of fresh fruit and vegetable wastes. *Bioresource technology* **170**: 45-52.
- Chakole, P. S., Jasutkar, D. B. 2014. Comparative study of nirmalya solid waste treatment by vermicomposting and artificial aeration composting. *Current World Environment* **9**: 412.
- Chaudhary, D., Kumar, R., Sihag, K., Kumari, A. 2017. Phyllospheric microflora and its impact on plant growth: A review. *Agricultural Review* **38**.
- Jin, B., Kelly, J. M. 2009. Wine industry residues. *Biotechnology for agro-industrial residues utilisation*. Springer Netherlands. 293-311.
- Juskiewicz, J., Jankowski, J., Kosmala, M., Zdunczyk, Z., Slominski, B.A., Zdunczyk, P. 2016. The effects of dietary dried fruit pomaces on growth performance and biochemistry of turkey poult. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* **100**: 967-976.

- Kalina, M. 2004. Kompostování a péče o půdu, 2. vydání. 116s. Grada Publishing. Praha.
- Karafiát, Z., Vítěz, T. 2009. Biogas transformation of liquid substrates. Brno.
- Kaur, A., Singh, B., Ohri, P., Wang, J., Wadhwa, R., Kaul, S. C., Kaur, A. 2018. Organic cultivation of Ashwagandha with improved biomass and high content of active Withanolides: Use of Vermicompost. PloS one **13**.
- Kaushik, P., Garg, V. K. 2003. Vermicomposting of mixed solid textile mill sludge and cow dung with the epigeic earthworm *Eisenia foetida*. Bioresource technology **90**: 311-316.
- Kejhová, M. 2018. Posouzení vlivu sedimentačních vlastností aktivovaného kalu na účinnost separace v dosazovacích nádržích. [MSc. Thesis]. České vysoké učení technické, Praha.
- Khare, N. B., Singh, A. K., Bhargava, D. S., Bhattacharya, S. 2005. Effect of initial substrate pH on vermicomposting using *Perionyx excavatus* (Perrier, 1872). Applied ecology and environmental research **4**: 85-97
- Kóňa, J., Kóňová, E. 2009. Rajčiak jedlý *Lycopersicum esculentum* Mill. Nitra Garmond. Nitra, Slovenská Republika.
- Kosař, K. 2000. Technologie výroby sladu a piva. 1. vyd. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha.
- Koudela, M., Svozilová, L. 2010. Ekologická produkce zeleniny [DVD-ROM]. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. ISBN: 978-80-213-2150-2. Dostupný také z : <<http://kz.agrobiologie.cz/ekozem/>>.
- Krása, O. 2014. Na bioodpad se žížalami. Odpady. **24**.
- Krishnasamy, K., Nair, J., Bell, R. 2014. Evaluation of anaerobic digestate as a substrate for vermicomposting. International Journal of Environment and Waste Management **14**: 149-164.

- Kumar, T., Rajpal, A., Arora, S., Bhargava, R., Hari Prasad, K. S., Kazmi, A. A. 2016. A comparative study on vermifiltration using epigeic earthworm *Eisenia fetida* and *Eudrilus eugeniae*. *Desalination and Water Treatment* **57**: 6347-6354.
- Lazcano, C., Gómez-Brandón, M., Domínguez, J. 2008. Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure. *Chemosphere* **72**: 1013-1019.
- Lim, S. L., Wu, T. Y. 2015. Determination of maturity in the vermicompost produced from palm oil mill effluent using spectroscopy, structural characterization and thermogravimetric analysis. *Ecological Engineering* **84**: 515-519.
- Lim, S. L., Lee, L. H., Wu, T. Y. 2016. Sustainability of using composting and vermicomposting technologies for organic solid waste biotransformation: recent overview, greenhouse gases emissions and economic analysis. *Journal of Cleaner Production* **111**: 262-278
- Lim, S. L., Wu, T. Y., Lim, P. N., Shak, K. P. Y. 2015. The use of vermicompost in organic farming: overview, effects on soil and economics. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **95**: 1143-1156.
- Liu, K., Newman, M., McInroy, J. A., Hu, C. H., Kloepper, J. W. 2017. Selection and Assessment of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) for Biological Control of Multiple Plant Diseases. *Phytopathology* **107**: 928-936.
- Lores, M., Gómez-Brandón, M., Domínguez, J., Pérez-Díaz, D. 2006. Using FAME profiles for characterization of animal wastes and vermicomposts. *Soil Biology and Biochemistry* **38**: 2993- 2996.
- Lv, B., Xing, M., Yang, J. 2018. Exploring the effects of earthworms on bacterial profiles during vermicomposting process of sewage sludge and cattle dung with high-throughput sequencing. *Environmental Science and Pollution Research* 1-10.

Malińska, K., Zabochnicka-Świątek, M., Cáceres, R., Marfà, O. 2016. The effect of precomposted sewage sludge mixture amended with biochar on the growth and reproduction of *Eisenia fetida* during laboratory vermicomposting. *Ecological Engineering* **90**: 35-41.

Malý, I., Bartoš, J., Hlušek, J., Kopec, K., Petříková, K., Rod, J., Spitz, P., 1998. *Polní zelinářství*. Agrospoj. Praha.

Mamma, D., Topakas, E., Vafiadi, C. 2009. Biotechnological potential of fruit processing industry residues. *Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilisation*. Springer Netherlands. 273-291.

Marcinčák, P. 2015. Matolína a žížaly, ideální kombinace. *Vinařský obzor* **108**. Svaz vinařů České republiky. Velké Bílovice.

Márquez-Quiroz, C., López-Espinosa, S. T., Sánchez-Chávez, E., García-Bañuelos, M. L., la Cruz-Lázaro, D., & Reyes-Carrillo, J. L. 2014. Effect of vermicompost tea on yield and nitrate reductase enzyme activity in saladette tomato. *Journal of soil science and plant nutrition* **14**: 223-231.

Mengesha, W. K., Powell, S. M., Evans, K. J., Barry, K. M. 2017. Diverse microbial communities in non-aerated compost teas suppress bacterial wilt. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* **33**: 49.

Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 474 ze dne 29. prosince 2000. Vyhláška Ministerstva zemědělství o stanovení požadavků na hnojiva, částka 137/2000.

Mishra, S., Sipes, B.S., Wang, K.H. 2015. Effect of Vermicompost Tea on Plant-parasitic and Beneficial Nematodes. *Journal of Nematology* **47**: 257.

Monry, F., Aira, M., Domínguez, J. 2008. Changes in density of nematodes, protozoa and total coliforms after transit through the gut of four epigeic earthworms (*Oligochaeta*). *Applied Soil Ecology* **39**: 127-132.

- Morales-Corts, M. R., Pérez-Sánchez, R., Gómez-Sánchez, M. Á. 2018. Efficiency of garden waste compost teas on tomato growth and its suppressiveness against soilborne pathogens. *Scientia Agricola* **75**: 400-409.
- Morella, N. M., Gomez, A. L., Wang, G., Leung, M. S., Koskella, B. 2018. The impact of bacteriophages on phyllosphere bacterial abundance and composition. *Molecular ecology* **27**: 2025-2038.
- Munroe, G. 2007. Manual of on-farm vermicomposting and vermiculture. Organic Agriculture Centre of Canada. 39-40.
- Murphy, C. J., Baggs, E. M., Morley, N., Wall, D. P., Paterson, E. 2017. Nitrogen availability alters rhizosphere processes mediating soil organic matter mineralisation. *Plant and Soil* **417**: 499-510.
- Nagavallema, K. P., Wani, S. P., Lacroix, S., Padmaja V. V. 2004. Vermicomposting: Recycling Wastes into Valuable Organic Fertilizer. *Global Theme on Agroecosystems Report* **8**.
- Nair, J., Sekiozovic, V., Anda, M. 2006. Effect of pre-composting on vermicomposting of kitchen waste. *Bioresource Technology* **97**: 2091-2095.
- Nasiru, A., Ibrahim, M. H., Ismail, N. 2014. Nitrogen losses in ruminant manure management and use of cattle manure vermicast to improve forage quality. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture* **3**: 1 .
- Natolino, A., Da Porto, C., Rodriguez-Rojo, S., Moreno, T., Cocero, M.J. 2016. Supercritical antisolvent precipitation of polyphenols from grape marc extract. *Journal of Fluids* **118**: 54-63.
- Ndegwa, P. M., Thompson, S. A. 2000. Effects of C-to-N ratio on vermicomposting of biosolids. *Bioresource technology* **75**: 7-12.

- Ndegwa, P. M., Thompson, S. A. 2001. Integrating composting and vermicomposting in the treatment and bioconversion of biosolids. *Bioresource technology* **76**: 107-112.
- Nguyen, H. V., Boekhout, T. 2017. Characterization of *Saccharomyces uvarum* (Beijerinck, 1898) and related hybrids: assessment of molecular markers that predict the parent and hybrid genomes and a proposal to name yeast hybrids. *FEMS yeast research* **17**.
- Niir B. 2004. The complete technology book on vermiculture and vermicompost. Delhi: National Institute of Industrial Research, India.
- Novo, M., Fernández, R., Andrade, S. C., Marchán, D. F., Cunha, L., Cosín, D. J. D. 2016. Phylogenomic analyses of a Mediterranean earthworm family (Annelida: Hormogastridae). *Molecular phylogenetics and evolution* **94**: 473-478.
- Oo, A. N., Iwai, C. B., Saenjan, P. 2015. Soil properties and maize growth in saline and nonsaline soils using cassava-industrial waste compost and vermicompost with or without earthworms. *Land Degradation & Development* **26**: 300-310.
- Özkan, Z., Aydınli, V., Kahraman, A. 2017. Environmental Precision: Importance of Worm Manure in Sustainable Agriculture. *Seluck Journal of Agriculture and food science* **31**: 81-85.
- Pant, A. P., Radovich, T. J., Hue, N. V., Paull, R. E. 2012. Biochemical properties of compost tea associated with compost quality and effects on pak choi growth. *Scientia horticulturae* **148**: 138-146.
- Pant, A. P., Radovich, T. J., Hue, N. V., Talcott, S. T., Krenek, K. A. 2009. Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pak choi (*Brassica rapa* cv. Bonsai, Chinensis group) grown under vermicompost and chemical fertiliser. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **89**: 2383-2392.
- Pathma, J., Sakthivel, N. Microbial diversity of vermicompost exhibit useful agricultural traits and management potential. SpringerPlus [online]. 2012 .[cit. 2017-07-04].0 Dostupné z <<http://link.springer.com/article/10.1186%2F2193-1801-1-26#page-1>>.

Peixoto, C. M., Dias, M. I., Alves, M. J., Calhelha, R. C., Barros, L., Pinho, S. P., Ferreira, I. C. 2018. Grape pomace as a source of phenolic compounds and diverse bioactive properties. *Food chemistry* **253**: 132-138.

Petříková, K., Hlušek, J., Koudelka, M., Malý, I., Pokluda, R., Lošák, T., Ryant, P., Škarpa, P., Rod, J., Jánský, J., Poláčková, J. 2012. *Zelenina: pěstování, výživa, ochrana a ekonomika*. ProfiPress s.r.o. Praha.

Pillai, A. V., Aswathy, K. K. 2016. EFFECT OF ORGANIC LIQUID MANUR. *International Journal of Current Research* **8**: 29023-29029.

Pižl, V. *Žížaly České republiky: Earthworms of the Czech Republic*. 2002. Přírodovědný klub, Uherské Hradiště, Česká Republika.

Plíva, P., Altmann, V., Hanč, A., Hejátková, K., Roy, A., Souček, J., Valentová, L. 2016. *Kompostování a kompostárny*. Profi Press. Praha.

Pommeresche, R. 2010. *Žížaly a jejich význam pro zlepšování kvality půdy*. Olomouc, Bioinstitut. Česká Republika.

Pui, K., Shak, Y., Wu, T. Y., Lim, S. L., Lee, C. A. 2014. Sustainable reuse of rice residues as feedstocks in vermicomposting for organic fertilizer production. *Environmental science and pollution research international* **21**: 1349.

Rajpal, A., Bhargava, R., Chopra, A. K., Kumar, T. 2014. Vermistabilization and nutrient enhancement of anaerobic digestate through earthworm species *Perionyx excavatus* and *Perionyx sansibaricus*. *Journal of Material Cycles and Waste Management* **16**: 219-226.

Rasmann, S., Turlings, T. C. 2016. Root signals that mediate mutualistic interactions in the rhizosphere. *Current opinion in plant biology* **32**: 62-68.

Ravindran, B., Wong, J. W., Selvam, A., Sekaran, G. 2016. Influence of microbial diversity and plant growth hormones in compost and vermicompost from fermented tannery waste. *Bioresource technology* **217**: 200-204.

- Rorat, A., Suleiman, H., Grobelak, A., Grosser, A., Kacprzak, M., Płytycz, B., Vandembulcke, F. 2016. Interactions between sewage sludge-amended soil and earthworms—comparison between *Eisenia fetida* and *Eisenia andrei* composting species. *Environmental Science and Pollution Research* **23**: 3026-3035.
- Rupani, P. F., Embrandiri, A., Ibrahim, M. H., Ghole, V., Lee, C. T., Abbaspour, M. 2018. Effects of different vermicompost extracts of palm oil mill effluent and palm-pressed fiber mixture on seed germination of mung bean and its relative toxicity. *Environmental Science and Pollution Research* **25**: 35805-35810.
- Řezanka, T., Kolouchová, I., Gharwalová, L., Palyzová, A., Sigler, K. 2017. Identification and Characterization of Phospholipids with Very Long Chain Fatty Acids in Brewer's Yeast. *Lipids* **52**: 1007-1017
- Santiago-Lopez, G., Preciado-Rangel, P., Sanchez-Chavez, E., Esparza-Rivera, J.R., Fortis-Hernandez, M., Moreno-Resendez, A. 2016. Organic nutrient solutions in production and antioxidant capacity of cucumber fruits. *Emirates Journal of Food and Agriculture* **28**: 518-521.
- Santocki, M., Falniowski, A., Płytycz, B. 2016. Restoration of experimentally depleted coelomocytes in juvenile and adult composting earthworms *Eisenia andrei*, *E. fetida* and *Dendrobaena veneta*. *Applied Soil Ecology* **104**: 163-173
- SAS Institute Inc. (2011): SAS/STAT® 9.3 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Sharma, K., & Garg, V. K. 2018. *Vermicomposting: A Green Technology for Organic Waste Management*. Waste to Wealth, Springer, Singapore. 199-235.
- Shelby, N., Duncan, R. P., Putten, W. H., McGinn, K. J., Weser, C., Hulme, P. E. 2016. Plant mutualisms with rhizosphere microbiota in introduced versus native ranges. *Journal of Ecology* **104**: 1259-1270.

Scheuerell, S., Mahaffee, W. 2002. Compost tea: principles and prospects for plant disease control. *Compost Science & Utilization* **10**: 313-338.

Sinha, R. K., Agarwal, S., Chauhan, K., Valani D. 2010. The wonders of earthworms & its vermicompost in farm production: Charles Darwin's 'friends of farmers', with potential to replace destructive chemical fertilizers. *Agricultural sciences* **1**: 76.

Sobariu, D. L., Fertu, D. I. T., Diaconu, M., Pavel, L. V., Hlihor, R. M., Drăgoi, E. N., Gavrilescu, M. 2016. Rhizobacteria and plant symbiosis in heavy metal uptake and its implications for soil bioremediation. *New biotechnology* **39**: 125-134.

Stambuk, P, Tomaskovic, D., Tomaz, I., Maslov, L., Stupic, D., Kontic, J.K. 2016. Application of pectinases for recovery of grape seeds phenolics, *Biotech* **6**: 224.

Suleiman, H., Rorat, A., Grobelak, A., Grosser, A., Milczarek, M., Plytycz, B., Kacprzak, M., Vandembulcke, F. 2017. Determination of the performance of vermicomposting process applied to sewage sludge by monitoring of the compost quality and immune responses in three earthworm species: *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei* and *Dendrobaena veneta*. *Bioresource Technology* **241**: 103-112.

Sulzberger R. 1998. *Compost and Vermihumus*. BLV München, NDR.

Tchiaze, A. I., Taffouo D., V., Fankem, H., Kenne, M., Baziramakenga, R., Ekodeck, G. E., Antoun, H. 2016. Influence of Nitrogen Sources and Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Inoculation on Growth, Crude Fiber and Nutrient Uptake in Squash. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* **44**: 53.

Tiwari, P. 2014. Utilization and management of floral waste generated in popular temples of Jaipur city. [PhDs. Thesis]. The IIS University, Jaipur, Indie.

Tognetti, C., Laos, F., Mazzarino M.J., Hernandez M.T. 2013. Composting vs. Vermicomposting: a comparasion of end product quality. *Compost science and Utilization* **13**: 6-13.

Unuofin, F. O., Mkeni, P. N. S. 2014. Optimization of *Eisenia fetida* stocking density for the bioconversion of rock phosphate enriched cow dung–waste paper mixtures. *Waste management* **34**: 2000-2006.

Váňa, J. 1994. *Výroba a využití kompostů v zemědělství*. Vyd. 2. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Rostlinná výroba. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR. Praha, Česká Republika.

Villar, I., Alves, D., Pérez-Díaz, D., Mato, S. 2016. Changes in microbial dynamics during vermicomposting of fresh and composted sewage sludge. *Waste Management* **48**: 409-417.

Vorholt, J. A. 2012. Microbial life in the phyllosphere. *Nature Reviews Microbiology* **10**: 828.

Willer, H., Lernoud, J., Home, R. 2011. The world of organic agriculture 2011: Summary. *The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2011*. 26-32.

Xing, M., Li, C., Xiang, L. 2017. Influence of Agricultural Utilization of Sewage Sludge Vermicompost on Plant Growth. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Environmental and Ecological Engineering* **6**: 572-579.

Xing, M., Li, X., Yang, J., Huang, Z., Lu, Y. 2012. Changes in the chemical characteristics of water-extracted organic matter from vermicomposting of sewage sludge and cow dung. *Journal of hazardous materials* **205**: 24-31.

Xu, C.P., Mou, B.Q. 2016. Vermicompost Affects Soil Properties and Spinach Growth, Physiology, and Nutritional Value. *Hortscience* **51**: 847-855.

Yadav, A., Suthar, S., Garg, V. K. 2015. Dynamics of microbiological parameters, enzymatic activities and worm biomass production during vermicomposting of effluent treatment plant sludge of bakery industry. *Environmental science and pollution research international* **22**: 14702-14709.

Yanxia, H. U. 2004. ANALYSIS OF ANTAGONISTIC MICROORGANISM IN VERMICOMPOST (Department of Ecology and Environment Science, China Agriculture University, Beijing 100094, China). Chinese Journal of Applied and Environmental Biology **1**.

Yardim, E. N., Arancon N. Q., Edwards C. A., Oliver T. J. 2006. Suppression of tomato hornworm (*Manduca quinquemaculata*) and cucumber beetles (*Acalymma vittatum* and *Diabrotica undecimpunctata*) populations and damage by vermicomposts. *Pedobiologia* **50**:23-29.

Zajonc, I. 1992. Chov d'at'oviek a výroba vermikompostu. 1. vyd. Animapress, Povoda.

Zeller, J. 2006. Foliar Spraying of Vermicompost Extracts: Effects on Fruit Quality and Indications of Late-Blight Suppression of Field-Grown Tomatoes. *Biological Agriculture and Horticulture* **24**: 165-180

9 Přílohy

9.1 Seznam a vysvětlení použitých zkratk

Vzorky jsou označovány vždy třemi písmeny, kdy první - D - značí, že výluhy byly připraveny z demineralizované vody. Druhé písmeno - M,H nebo J - odkazuje na surovinu, jež byla použita pro výrobu vermikompostu (M = matolína, H = koňský hnůj, J = jablečné výlisky). Poslední písmeno Č = čistý výluh bez aditiv, K = byly přidány pivovarské kvasnice. Trojčíslí 100 pak znamená, že bylo do výluhu přidáno 100 ml kvasnic, 500 pak 500 ml kvasnic.

Jako např. DMK500 je tedy označen testovaný výluh, který byl připraven z demineralizované vody a vermikompostu z matoliny, přičemž byl obohacen o 500 ml pivovarských kvasnic.

9.2 Obsah vybraných prvků v jednotlivých částech rostlin

9.2.1 Matolína

Tabulka 36: Průměrný obsah prvků v sušině nadzemní biomasy při aplikaci na list

Zastoupení prvků v nadzemní biomase při aplikaci závlivky na list (%)				
	KONTROLA	DMČ	DMK100	DMK500
K	23,62 ± 0,12	22,042 ± 0,09	21,663 ± 0,063	21,489 ± 0,058
S	1,849 ± 0,01	1,956 ± 0,02	1,863 ± 0,02	1,752 ± 0,02
Mg	1,7 ± 0,4	1,8 ± 0,4	2,3 ± 0,6	2,3 ± 0,6
Ca	11,534 ± 0,056	9,632 ± 0,087	9,336 ± 0,084	8,632 ± 0,068
Zastoupení prvků v nadzemní biomase při aplikaci závlivky na list (ppm)				
	KONTROLA	DMČ	DMK100	DMK500
P	1728 ± 34	2058 ± 49	1956 ± 37	1932 ± 35
Fe	334 ± 16	652 ± 20	638 ± 19	684 ± 17

Tabulka 37: Průměrný obsah prvků v sušině nadzemní biomasy při aplikaci do půdy

Zastoupení prvků v nadzemní biomase při aplikaci závlivky do půdy (%)				
	KONTROLA	DMČ	DMK100	DMK500
K	16,331 ± 0,068	18,603 ± 0,074	17,788 ± 0,096	17,594 ± 0,0872
S	1,048 ± 0,005	1,847 ± 0,007	1,471 ± 0,006	1,206 ± 0,004
Mg	1,07 ± 0,32	1,45 ± 0,58	1,67 ± 0,64	1,47 ± 0,34
Ca	7,689 ± 0,031	8,456 ± 0,047	7,843 ± 0,062	7,248 ± 0,084
Zastoupení prvků v nadzemní biomase při aplikaci závlivky do půdy (ppm)				
	KONTROLA	DMČ	DMK100	DMK500
P	858 ± 25	1058 ± 26	962 ± 28	882 ± 25
Fe	916 ± 16	1158 ± 22	956 ± 24	1077 ± 17

Tabulka 38: Průměrný obsah prvků v sušině podzemní biomasy při aplikaci na list

Zastoupení prvků v podzemní biomase při aplikaci závlivky na list (%)				
	KONTROLA	DMČ	DMK100	DMK500
K	1,055 ± 0,023	1,458 ± 0,032	1,471 ± 0,03	1,399 ± 0,041
Ca	3,295 ± 0,009	3,364 ± 0,011	2,846 ± 0,012	2,984 ± 0,009
Fe	1,586 ± 0,007	1,988 ± 0,013	1,694 ± 0,009	1,457 ± 0,007
Zastoupení prvků v podzemní biomase při aplikaci závlivky na list (ppm)				
	KONTROLA	DMČ	DMK100	DMK500
P	967 ± 37	1473 ± 52	1289 ± 42	1361 ± 50
S	7926 ± 39	10361 ± 78	7964 ± 75	8214 ± 76
Mg	9623 ± 1030	10368 ± 1100	13640 ± 1320	14391 ± 1174

Tabulka 39: Průměrný obsah prvků v sušině podzemní biomasy při aplikaci do půdy

Zastoupení prvků v podzemní biomase při aplikaci závlivky do půdy (%)				
	KONTROLA	DMČ	DMK100	DMK500
K	1,054 ± 0,022	1,112 ± 0,024	1,089 ± 0,023	1,092 ± 0,023
Mg	1,13 ± 0,4	1,19 ± 0,4	1,18 ± 0,4	1,21 ± 0,4
Ca	3,893 ± 0,011	3,895 ± 0,014	3,947 ± 0,013	4,006 ± 0,01
Fe	1,583 ± 0,007	1,674 ± 0,007	1,345 ± 0,007	1,248 ± 0,005
Zastoupení prvků v podzemní biomase při aplikaci závlivky do půdy (ppm)				
	KONTROLA	DMČ	DMK100	DMK500
P	811 ± 37	831 ± 35	852 ± 37	843 ± 33
S	8086 ± 39	8087 ± 38	8096 ± 37	8156 ± 39

Tabulka 40: Průměrný obsah prvků v sušině plodů při aplikaci na list

Zastoupení prvků v plodech při aplikaci závlivky na list				
	KONTROLA	DMČ	DMK100	DMK500
K	23,776 ± 0,056	24,964 ± 0,056	23,741 ± 0,042	22,996 ± 0,037
Zastoupení prvků v plodech při aplikaci závlivky na list				
	KONTROLA	DMČ	DMK100	DMK500
P	3196 ± 27	4364 ± 57	4255 ± 49	4378 ± 50
S	3218 ± 27	3852 ± 25	3645 ± 22	3795 ± 51
Mg	452 ± 93	478 ± 103	506 ± 96	512 ± 112
Ca	3519 ± 37	1963 ± 35	1820 ± 33	1795 ± 31
Fe	76 ± 6	83 ± 7	81 ± 6	77 ± 8

Tabulka 41: Průměrný obsah prvků v sušině plodů při aplikaci do půdy

Zastoupení prvků v plodech při aplikaci závlivky do půdy				
	KONTROLA	DMČ	DMK100	DMK500
K	22,314 ± 0,061	24,14 ± 0,079	23,99 ± 0,081	23,82 ± 0,067
Zastoupení prvků v plodech při aplikaci závlivky do půdy				
	KONTROLA	DMČ	DMK100	DMK500
P	3354 ± 31	3652 ± 34	3487 ± 29	3058 ± 29
S	3261 ± 27	3462 ± 33	3282 ± 45	3645 ± 31
Mg	472 ± 98	482 ± 100	463 ± 92	471 ± 98
Ca	3340 ± 29	3498 ± 32	3564 ± 32	3421 ± 30
Fe	74 ± 6	76 ± 6	81 ± 5	79 ± 7

9.2.2 Koňský hnůj

Tabulka 42: Průměrný obsah prvků v sušině nadzemní biomasy při aplikaci na list

Zastoupení prvků v nadzemní biomase při aplikaci závlivky na list (%)				
	KONTROLA	DHČ	DHK100	DHK500
K	23,62 ± 0,12	23,84 ± 0,09	24,52 ± 0,5	24,54 ± 0,22
S	1,849 ± 0,01	1,946 ± 0,08	2,108 ± 0,05	2,14 ± 0,04
Mg	1,7 ± 0,4	2 ± 0,4	2,2 ± 0,3	2,3 ± 0,5
Ca	11,534 ± 0,056	6,785 ± 0,098	7,12 ± 0,015	7,3 ± 0,02
Zastoupení prvků v nadzemní biomase při aplikaci závlivky na list (ppm)				
	KONTROLA	DHČ	DHK100	DHK500
P	1728 ± 34	2202 ± 36	2363 ± 33	2477 ± 35
Fe	334 ± 16	365 ± 17	390 ± 15	420 ± 15

Tabulka 43: Průměrný obsah prvků v sušině nadzemní biomasy při aplikaci do půdy

Zastoupení prvků v nadzemní biomase při aplikaci závlivky do půdy (%)				
	KONTROLA	DHČ	DHK100	DHK500
K	16,331 ± 0,068	18,517 ± 0,094	1,674 ± 0,077	1,615 ± 0,082
S	1,048 ± 0,005	1,745 ± 0,007	1,465 ± 0,005	1,373 ± 0,008
Mg	1,07 ± 0,32	1,65 ± 0,21	1,6 ± 0,25	1,43 ± 0,33
Ca	7,689 ± 0,031	8,998 ± 0,039	8,569 ± 0,043	8,116 ± 0,057
Zastoupení prvků v nadzemní biomase při aplikaci závlivky do půdy (ppm)				
	KONTROLA	DHČ	DHK100	DHK500
P	858 ± 25	1503 ± 32	892 ± 16	936 ± 22
Fe	916 ± 16	503 ± 21	541 ± 20	557 ± 16

Tabulka 44: Průměrný obsah prvků v sušině podzemní biomasy při aplikaci na list

Zastoupení prvků v podzemní biomase při aplikaci zálivky na list (%)				
	KONTROLA	DHČ	DHK100	DHK500
Ca	3,295 ± 0,009	4,221 ± 0,015	3,895 ± 0,012	3,472 ± 0,01
Fe	1,586 ± 0,007	1,894 ± 0,007	1758 ± 0,009	1,302 ± 0,012
Zastoupení prvků v podzemní biomase při aplikaci zálivky na list (ppm)				
	KONTROLA	DHČ	DHK100	DHK500
P	967 ± 37	912 ± 35	845 ± 36	808 ± 37
K	10055 ± 23	9956 ± 26	9462 ± 25	8712 ± 27
S	7926 ± 39	10089 ± 37	9940 ± 46	8924 ± 78
Mg	9623 ± 1030	11000 ± 1592	9429 ± 1842	9643 ± 1569

Tabulka 45: Průměrný obsah prvků v sušině podzemní biomasy při aplikaci do půdy

Zastoupení prvků v podzemní biomase při aplikaci zálivky do půdy (%)				
	KONTROLA	DHČ	DHK100	DHK500
K	1,054 ± 0,022	1,296 ± 0,03	1,981 ± 0,06	1,924 ± 0,053
Mg	1,13 ± 0,04	1,56 ± 0,05	1,47 ± 0,06	1,42 ± 0,04
Ca	3,893 ± 0,011	4,089 ± 0,023	3,688 ± 0,017	3,394 ± 0,016
Fe	1,583 ± 0,007	1,569 ± 0,007	1,498 ± 0,005	1,513 ± 0,006
Zastoupení prvků v podzemní biomase při aplikaci zálivky do půdy (ppm)				
	KONTROLA	DHČ	DHK100	DHK500
P	811 ± 37	942 ± 41	902 ± 37	887 ± 52
S	8086 ± 39	8763 ± 42	8347 ± 37	8362 ± 36

Tabulka 46: Průměrný obsah prvků v sušině plodů při aplikaci na list

Zastoupení prvků v plodech při aplikaci závlivky na list (%)				
	KONTROLA	DHČ	DHK100	DHK500
K	23,776 ± 0,056	20,781 ± 0,042	21,588 ± 0,045	21,793 ± 0,045
Zastoupení prvků v plodech při aplikaci závlivky na list (ppm)				
	KONTROLA	DHČ	DHK100	DHK500
P	3196 ± 27	3577 ± 25	3471 ± 27	3442 ± 26
S	3218 ± 27	3452 ± 32	3547 ± 67	3597 ± 38
Mg	452 ± 93	425 ± 87	447 ± 91	452 ± 93
Ca	3519 ± 37	1482 ± 36	1492 ± 26	1536 ± 38
Fe	76 ± 6	78 ± 6	72 ± 5	74 ± 6

Tabulka 47: Průměrný obsah prvků v sušině plodů při aplikaci do půdy

Zastoupení prvků v plodech při aplikaci závlivky do půdy (%)				
	KONTROLA	DHČ	DHK100	DHK500
K	22,314 ± 0,061	22,475 ± 0,058	22,802 ± 0,056	22,912 ± 0,056
Zastoupení prvků v plodech při aplikaci závlivky do půdy (ppm)				
	KONTROLA	DHČ	DHK100	DHK500
P	3354 ± 31	3250 ± 32	3267 ± 27	3288 ± 30
S	3261 ± 37	3417 ± 25	3542 ± 27	3602 ± 26
Mg	472 ± 98	432 ± 100	488 ± 92	463 ± 98
Ca	3340 ± 29	3585 ± 37	3692 ± 32	3689 ± 31
Fe	74 ± 6	71 ± 5	79 ± 6	75 ± 6

9.2.3 Jablečné výlisky

Tabulka 48: Průměrný obsah prvků v sušině nadzemní biomasy při aplikaci na list

Zastoupení prvků v nadzemní biomase při aplikaci závlivky na list (%)				
	KONTROLA	DJČ	DJK100	DJK500
K	23,62 ± 0,12	16,26 ± 0,043	15,694 ± 0,042	21,614 ± 0,058
S	1,849 ± 0,01	1,215 ± 0,004	1,185 ± 0,004	1,452 ± 0,005
Mg	1,7 ± 0,4	1,9 ± 0,4	2,2 ± 0,4	2,2 ± 0,6
Ca	11,534 ± 0,056	7,476 ± 0,019	7,82 ± 0,019	7,82 ± 0,019
Zastoupení prvků v nadzemní biomase při aplikaci závlivky na list (ppm)				
	KONTROLA	DJČ	DJK100	DJK500
P	1728 ± 34	1215 ± 41	967 ± 26	1582 ± 30
Fe	334 ± 16	378 ± 11	424 ± 12	446 ± 14

Tabulka 49: Průměrný obsah prvků v sušině nadzemní biomasy při aplikaci do půdy

Zastoupení prvků v nadzemní biomase při aplikaci závlivky do půdy (%)				
	KONTROLA	DJČ	DJK100	DJK500
K	16,331 ± 0,068	17,342 ± 0,079	15,842 ± 0,068	15,453 ± 0,071
S	1,048 ± 0,005	1,602 ± 0,008	1,255 ± 0,006	1,314 ± 0,006
Mg	1,07 ± 0,32	1,12 ± 0,36	1,16 ± 0,38	1,19 ± 0,4
Ca	7,689 ± 0,031	9,663 ± 0,043	8,884 ± 0,039	8,741 ± 0,041
Zastoupení prvků v nadzemní biomase při aplikaci závlivky do půdy (ppm)				
	KONTROLA	DJČ	DJK100	DJK500
P	858 ± 25	1240 ± 30	843 ± 15	873 ± 17
Fe	916 ± 16	529 ± 15	742 ± 16	856 ± 18

Tabulka 50: Průměrný obsah prvků v sušině podzemní biomasy při aplikaci na list

Zastoupení prvků v podzemní biomase při aplikaci zálivky na list (%)				
	KONTROLA	DJČ	DJK100	DJK500
K	1,055 ± 0,023	0,993 ± 0,026	1,159 ± 0,022	1,214 ± 0,022
Ca	3,295 ± 0,009	3,902 ± 0,012	3,744 ± 0,01	3,603 ± 0,016
Fe	1,586 ± 0,007	2,097 ± 0,009	1,678 ± 0,007	1,542 ± 0,007
Zastoupení prvků v podzemní biomase při aplikaci zálivky na list (ppm)				
	KONTROLA	DJČ	DJK100	DJK500
P	967 ± 37	916 ± 42	742 ± 36	641 ± 33
S	7926 ± 39	9256 ± 46	7572 ± 38	7362 ± 37
Mg	9623 ± 1030	10003 ± 4113	9428 ± 1366	9336 ± 1411

Tabulka 51: Průměrný obsah prvků v sušině podzemní biomasy při aplikaci do půdy

Zastoupení prvků v podzemní biomase při aplikaci zálivky do půdy (%)				
	KONTROLA	DJČ	DJK100	DJK500
K	1,054 ± 0,022	1,42 ± 0,022	1,931 ± 0,021	2,043 ± 0,02
Mg	1,13 ± 0,4	1,17 ± 0,4	1,6 ± 0,5	1,75 ± 0,4
Ca	3,893 ± 0,011	4,147 ± 0,012	3,035 ± 0,008	2,942 ± 0,007
Fe	1,583 ± 0,007	1,516 ± 0,007	1,395 ± 0,006	1,13 ± 0,005
Zastoupení prvků v podzemní biomase při aplikaci zálivky do půdy (ppm)				
	KONTROLA	DJČ	DJK100	DJK500
P	811 ± 37	896 ± 37	907 ± 33	1216 ± 42
S	8086 ± 39	7182 ± 37	6116 ± 31	8743 ± 42

Tabulka 52: Průměrný obsah prvků v sušině plodů při aplikaci na list

Zastoupení prvků v plodech při aplikaci závlivky na list (%)				
	KONTROLA	DJČ	DJK100	DJK500
K	23,776 ± 0,056	22,751 ± 0,047	23,582 ± 0,049	23,492 ± 0,055
Zastoupení prvků v plodech při aplikaci závlivky na list (ppm)				
	KONTROLA	DJČ	DJK100	DJK500
P	3196 ± 27	3246 ± 26	3294 ± 28	3253 ± 26
S	3218 ± 27	3111 ± 16	3180 ± 22	3202 ± 16
Mg	452 ± 93	445 ± 92	461 ± 96	490 ± 88
Ca	3519 ± 37	1654 ± 30	1677 ± 33	1718 ± 35
Fe	76 ± 6	76 ± 5	74 ± 6	69 ± 6

Tabulka 53: Průměrný obsah prvků v sušině plodů při aplikaci do půdy

Zastoupení prvků v plodech při aplikaci závlivky do půdy (%)				
	KONTROLA	DJČ	DJK100	DJK500
K	22,314 ± 0,061	20,361 ± 0,063	20,487 ± 0,073	21,358 ± 0,067
Zastoupení prvků v plodech při aplikaci závlivky do půdy (ppm)				
	KONTROLA	DJČ	DJK100	DJK500
P	3354 ± 31	3365 ± 26	3412 ± 30	3396 ± 28
S	3261 ± 27	3366 ± 25	3274 ± 27	3298 ± 27
Mg	472 ± 98	481 ± 96	460 ± 101	479 ± 97
Ca	3340 ± 29	3385 ± 22	3391 ± 23	3396 ± 32
Fe	74 ± 6	73 ± 6	72 ± 5	73 ± 5

9.3 Koncentrace měřených prvků ve výluzích

9.3.1 Naměřené koncentrace prvků v neobohacených vzorcích

Seznam tabulek s průměrnými hodnotami, z nichž vychází grafy v kapitole 5.1.1.

Tabulka 54: Množství jednotlivých prvků v neobohacených výluzích z matoliny a

Varianta		K	Al	As	B	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
DMČ	1 h	229,87	0,94	<0,03	0,13	16,20	0,002	0,0070	0,13	1,12
DMČ	6 h	329,74	1,24	<0,03	0,18	22,66	<0,001	0,0073	0,15	1,02
DMČ	12 h	368,88	1,37	<0,03	0,25	26,86	<0,001	0,0076	0,16	0,97
DMČ	24 h	392,84	1,39	<0,03	0,25	27,84	<0,001	0,0072	0,16	0,94
DMČ	48 h	510,98	1,40	<0,03	0,28	27,95	<0,001	0,0084	0,18	0,68

Tabulka 55: Množství jednotlivých prvků v neobohacených výluzích z matoliny b

Varianta		Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	S	Zn
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
DMČ	1 h	6,87	0,04	<0,005	<0,005	51,51	<0,02	7,82	0,17
DMČ	6 h	7,33	0,05	<0,005	<0,005	82,79	<0,02	12,37	0,25
DMČ	12 h	9,23	0,05	<0,005	0,008	87,47	<0,02	13,65	0,26
DMČ	24 h	12,63	0,06	<0,005	0,008	96,29	<0,02	16,40	0,25
DMČ	48 h	13,22	0,06	<0,005	0,010	106,02	<0,02	19,61	0,28

Tabulka 56: Množství jednotlivých prvků v neobohacených výluzích z jablečných výlisků a

Varianta		K	Al	As	B	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
DJČ	1 h	70,15	<0,05	<0,03	0,26	1,45	<0,001	<0,005	0,008	0,01
DJČ	6 h	75,54	0,052	<0,03	0,29	1,46	<0,001	<0,005	0,008	0,02
DJČ	12 h	80,03	0,118	<0,03	0,41	1,48	<0,001	<0,005	0,006	0,11
DJČ	24 h	84,01	0,152	<0,03	0,40	1,52	<0,001	<0,005	0,008	0,12
DJČ	48 h	105,80	0,205	<0,03	0,37	1,58	<0,001	<0,005	0,008	0,12

Tabulka 57: Množství jednotlivých prvků v neobohacených výluzích z jablečných výlisků b

Varianta		Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	S	Zn
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
DJČ	1 h	1,00	<0,001	<0,005	<0,005	30,03	<0,02	2,02	<0,002
DJČ	6 h	1,08	<0,001	<0,005	<0,005	31,63	<0,02	2,21	<0,002
DJČ	12 h	1,12	<0,001	<0,005	<0,005	34,68	<0,02	2,36	<0,002
DJČ	24 h	1,23	<0,001	<0,005	<0,005	34,83	<0,02	2,59	<0,002
DJČ	48 h	1,87	<0,001	<0,005	<0,005	36,56	<0,02	2,95	<0,002

Tabulka 58: Množství jednotlivých prvků v neobohacených výluzích z koňského hnoje a

Varianta		K	Al	As	B	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
DHČ	1 h	321,28	0,15	<0,03	0,11	12,52	<0,001	<0,005	0,033	1,65
DHČ	6 h	341,50	0,18	<0,03	0,11	13,26	<0,001	<0,005	0,035	1,36
DHČ	12 h	365,71	0,22	<0,03	0,16	15,15	<0,001	<0,005	0,040	1,29
DHČ	24 h	381,27	0,34	<0,03	0,18	16,76	<0,001	<0,005	0,040	1,25
DHČ	48 h	394,63	0,57	<0,03	0,19	21,68	<0,001	<0,005	0,041	1,24

Tabulka 59: Množství jednotlivých prvků v neobohacených výluzích z koňského hnoje b

Varianta		Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	S	Zn
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
DHČ	1 h	8,97	0,044	0,022	<0,005	21,32	<0,02	27,40	0,035
DHČ	6 h	9,14	0,047	0,028	<0,005	24,89	<0,02	27,60	0,051
DHČ	12 h	10,59	0,048	0,029	<0,005	28,05	<0,02	28,84	0,069
DHČ	24 h	10,91	0,052	0,034	<0,005	32,61	<0,02	29,66	0,071
DHČ	48 h	13,80	0,064	0,042	<0,005	43,70	<0,02	30,94	0,075

9.3.2 Naměřené koncentrace prvků ve vzorcích obohacených o 100 ml pivovarských kvasnic

Tabulka 60: Množství jednotlivých prvků v obohacených vyluzích z matoliny o 100 ml pivovarských kvasnic a

Varianta		K	Al	As	B	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
DMK 100	1 h	230,55	0,93	<0,03	0,51	16,54	<0,001	0,0070	0,12	1,13
DMK 100	6 h	329,71	1,26	<0,03	0,25	22,52	<0,001	0,0074	0,14	1,08
DMK 100	12 h	369,19	1,36	<0,03	0,26	26,62	<0,001	0,0080	0,15	0,96
DMK 100	24 h	392,57	1,33	<0,03	0,26	27,48	<0,001	0,0072	0,16	0,93
DMK 100	48 h	511,71	1,45	<0,03	0,29	28,10	<0,001	0,0090	0,17	0,69

Tabulka 61: Množství jednotlivých prvků v obohacených vyluzích z matoliny o 100 ml pivovarských kvasnic b

Varianta		Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	S	Zn
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
DMK 100	1 h	6,75	0,043	<0,005	<0,005	51,65	<0,02	7,85	0,16
DMK 100	6 h	7,14	0,052	<0,005	<0,005	82,87	<0,02	12,50	0,26
DMK 100	12 h	9,53	0,054	<0,005	0,008	87,14	<0,02	13,52	0,25
DMK 100	24 h	12,67	0,053	<0,005	0,008	95,65	<0,02	15,36	0,25
DMK 100	48 h	13,71	0,060	<0,005	0,010	105,98	<0,02	19,48	0,25

Tabulka 62: Množství jednotlivých prvků v obohacených vyluzích z jablečných vylisků o 100 ml pivovarských kvasnic a

Varianta		K	Al	As	B	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
DJK 100	1 h	70,95	<0,05	<0,03	0,25	1,50	<0,001	<0,005	0,0080	0,01
DJK 100	6 h	74,83	0,051	<0,03	0,29	1,49	<0,001	<0,005	0,0080	0,02
DJK 100	12 h	80,99	0,129	<0,03	0,45	1,48	<0,001	<0,005	0,0084	0,11
DJK 100	24 h	84,80	0,152	<0,03	0,39	1,50	<0,001	<0,005	0,0084	0,12
DJK 100	48 h	107,10	0,221	<0,03	0,37	1,59	<0,001	<0,005	0,0085	0,13

Tabulka 63: Množství jednotlivých prvků v obohacených vyluzích z jablečných vylisků o 100 ml pivovarských kvasnic b

Varianta		Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	S	Zn
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
DJK 100	1 h	1,01	<0,001	<0,005	<0,005	30,68	<0,02	2,17	<0,002
DJK 100	6 h	1,09	<0,001	<0,005	<0,005	32,64	<0,02	2,21	<0,002
DJK 100	12 h	1,13	<0,001	<0,005	<0,005	34,98	<0,02	2,43	<0,002
DJK 100	24 h	1,24	<0,001	<0,005	<0,005	36,20	<0,02	2,55	<0,002
DJK 100	48 h	1,89	<0,001	<0,005	<0,005	37,34	<0,02	2,98	<0,002

Tabulka 64: Množství jednotlivých prvků v obohacených výluzích z koňského hnoje o 100 ml pivovarských kvasnic a

Varianta		K	Al	As	B	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
DHK 100	1 h	321,61	0,15	<0,03	0,11	12,53	<0,001	<0,005	0,033	1,67
DHK 100	6 h	342,15	0,18	<0,03	0,11	13,36	<0,001	<0,005	0,036	1,41
DHK 100	12 h	365,67	0,23	<0,03	0,17	15,15	<0,001	<0,005	0,041	1,26
DHK 100	24 h	381,73	0,34	<0,03	0,18	16,86	<0,001	<0,005	0,042	1,25
DHK 100	48 h	394,47	0,57	<0,03	0,19	21,59	<0,001	<0,005	0,045	1,24

Tabulka 65: Množství jednotlivých prvků v obohacených výluzích z koňského hnoje o 100 ml pivovarských kvasnic b

Varianta		Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	S	Zn
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
DHK 100	1 h	8,65	0,045	0,023	<0,005	21,79	<0,02	27,22	0,036
DHK 100	6 h	9,22	0,046	0,028	<0,005	25,04	<0,02	28,22	0,052
DHK 100	12 h	10,65	0,048	0,030	<0,005	28,20	<0,02	29,29	0,071
DHK 100	24 h	10,90	0,052	0,034	<0,005	33,46	<0,02	30,23	0,073
DHK 100	48 h	13,69	0,065	0,043	<0,005	44,68	<0,02	31,54	0,076

9.3.3 Naměřené koncentrace prvků ve vzorcích obohacených o 500 ml pivovarských kvasnic

Tabulka 66: Množství jednotlivých prvků v obohacených výluzích z matoliny o 500 ml pivovarských kvasnic a

Varianta		K	Al	As	B	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
DMK 500	1 h	231,34	0,94	<0,03	0,14	16,45	0,002	0,0063	0,13	1,26
DMK 500	6 h	231,33	1,25	<0,03	0,21	22,39	<0,001	0,0073	0,15	1,05
DMK 500	12 h	369,01	1,37	<0,03	0,24	26,59	<0,001	0,0083	0,16	0,96
DMK 500	24 h	411,54	1,42	<0,03	0,25	27,59	<0,001	0,0081	0,16	0,93
DMK 500	48 h	512,88	1,48	<0,03	0,28	27,92	<0,001	0,0092	0,17	0,70

Tabulka 67: Množství jednotlivých prvků v obohacených výluzích z matoliny o 500 ml pivovarských kvasnic b

Varianta		Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	S	Zn
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
DMK 500	1 h	6,69	0,04	<0,005	<0,005	52,19	<0,02	7,73	0,16
DMK 500	6 h	7,47	0,05	<0,005	<0,005	83,27	<0,02	12,48	0,23
DMK 500	12 h	9,49	0,05	<0,005	0,008	87,33	<0,02	13,60	0,25
DMK 500	24 h	12,78	0,06	<0,005	0,008	95,52	<0,02	15,94	0,26
DMK 500	48 h	13,73	0,06	<0,005	0,011	106,72	<0,02	19,83	0,28

Tabulka 68: Množství jednotlivých prvků v obohacených výluzích z jablečných výlisků o 500 ml pivovarských kvasnic a

Varianta		K	Al	As	B	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
DJK 500	1 h	70,73	<0,05	<0,03	0,25	1,47	<0,001	<0,005	0,0081	0,01
DJK 500	6 h	76,06	0,052	<0,03	0,28	1,47	<0,001	<0,005	0,0083	0,02
DJK 500	12 h	80,44	0,125	<0,03	0,42	1,48	<0,001	<0,005	0,0084	0,11
DJK 500	24 h	85,16	0,152	<0,03	0,39	1,48	<0,001	<0,005	0,0085	0,12
DJK 500	48 h	107,35	0,226	<0,03	0,38	1,58	<0,001	<0,005	0,0087	0,13

Tabulka 69: Množství jednotlivých prvků v obohacených výluzích z jablečných výlisků o 500 ml pivovarských kvasnic b

Varianta		Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	S	Zn
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
DJK 500	1 h	1,01	<0,001	<0,005	<0,005	31,57	<0,02	2,13	<0,002
DJK 500	6 h	1,09	<0,001	<0,005	<0,005	32,79	<0,02	2,25	<0,002
DJK 500	12 h	1,13	<0,001	<0,005	<0,005	35,82	<0,02	2,43	<0,002
DJK 500	24 h	1,29	<0,001	<0,005	<0,005	36,64	<0,02	2,54	<0,002
DJK 500	48 h	1,97	<0,001	<0,005	<0,005	37,44	<0,02	2,98	<0,002

Tabulka 70: Množství jednotlivých prvků v obohacených výluzích z koňského hnoje o 500 ml pivovarských kvasnic a

Varianta		K	Al	As	B	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
DHK 500	1 h	322,41	0,15	<0,03	0,11	12,68	<0,001	<0,005	0,034	1,70
DHK 500	6 h	342,08	0,18	<0,03	0,11	13,54	<0,001	<0,005	0,036	1,39
DHK 500	12 h	365,35	0,23	<0,03	0,17	15,37	<0,001	<0,005	0,041	1,27
DHK 500	24 h	382,08	0,35	<0,03	0,18	16,82	<0,001	<0,005	0,043	1,25
DHK 500	48 h	394,01	0,57	<0,03	0,19	22,10	<0,001	<0,005	0,047	1,24

Tabulka 71: Množství jednotlivých prvků v obohacených výluzích z koňského hnoje o 500 ml pivovarských kvasnic b

Varianta		Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	S	Zn
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
DHK 500	1 h	8,80	0,044	0,024	<0,005	21,59	<0,02	27,57	0,035
DHK 500	6 h	9,20	0,047	0,028	<0,005	25,38	<0,02	28,07	0,053
DHK 500	12 h	10,62	0,049	0,030	<0,005	27,85	<0,02	28,80	0,072
DHK 500	24 h	10,95	0,053	0,035	<0,005	33,83	<0,02	30,17	0,074
DHK 500	48 h	13,64	0,067	0,046	<0,005	45,22	<0,02	31,32	0,078

9.4 Koncentrace minerálního dusíku

Tabulka 72: Procento vyluhovatelnosti minerálního dusíku ve výluzích

Varianta		Min. N mg N/l
		%
DMČ	1 h	38,51
DMČ	6 h	64,80
DMČ	12 h	49,64
DMČ	24 h	51,79
DMČ	48 h	78,11
DMK 100	1 h	39,21
DMK 100	6 h	65,57
DMK 100	12 h	50,62
DMK 100	24 h	52,67
DMK 100	48 h	78,43
DMK 500	1 h	38,86
DMK 500	6 h	65,39
DMK 500	12 h	50,44
DMK 500	24 h	53,19
DMK 500	48 h	78,70
DJČ	1 h	35,36
DJČ	6 h	22,80
DJČ	12 h	55,92
DJČ	24 h	22,88
DJČ	48 h	25,77
DJK 100	1 h	35,67
DJK 100	6 h	23,29
DJK 100	12 h	57,37
DJK 100	24 h	24,05
DJK 100	48 h	26,65
DJK 500	1 h	36,14
DJK 500	6 h	23,17
DJK 500	12 h	56,47
DJK 500	24 h	24,79
DJK 500	48 h	26,19
DHČ	1 h	48,36
DHČ	6 h	55,05
DHČ	12 h	46,07
DHČ	24 h	37,97
DHČ	48 h	34,35
DHK 100	1 h	49,79
DHK 100	6 h	54,57
DHK 100	12 h	46,59
DHK 100	24 h	38,69
DHK 100	48 h	35,45
DHK 500	1 h	48,86
DHK 500	6 h	56,08
DHK 500	12 h	47,21
DHK 500	24 h	39,13
DHK 500	48 h	35,90

9.5 Výsledky gravimetrického měření suché hmoty

9.5.1 Kontrola

Tabulka 73: Naměřené hodnoty všech opakování: kontrola, suchá hmota kořene, aplikace závlivky do půdy i na list

Kořen-závlivka do půdy-suchá hmota-kontrola			Kořen-závlivka na list-suchá hmota-kontrola		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	33,688	32,66416667	1	31,682	31,204
2	32,178		2	32,802	
3	30,265		3	31,422	
4	34,162		4	29,873	
5	32,689		5	29,963	
6	33,003		6	31,482	

Tabulka 74: Naměřené hodnoty všech opakování: kontrola, suchá hmota stonku, aplikace závlivky do půdy i na list

stonek-závlivka do půdy-suchá hmota-kontrola			stonek-závlivka na list-suchá hmota-kontrola		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	59,664	58,59766667	1	52,698	55,66216667
2	58,028		2	51,687	
3	59,835		3	49,833	
4	55,924		4	58,3	
5	60,293		5	63,47	
6	57,842		6	57,985	

Tabulka 75: Naměřené hodnoty všech opakování: kontrola, suchá hmota plodů, aplikace závlivky do půdy i na list

plod-závlivka do půdy-suchá hmota-kontrola			plod-závlivka na list-suchá hmota-kontrola		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	4,852	5,07066667	1	4,412	4,793
2	5,233		2	5,201	
3	5,084		3	5,003	
4	4,713		4	4,763	
5	5,069		5	4,932	
6	5,473		6	4,447	

Tabulka 76: Naměřené hodnoty všech opakování: kontrola, počet plodů, aplikace závlivky do půdy i na list

plod-závlivka do půdy-kontrola			plod-závlivka na list-suchá hmota-kontrola		
varianta	ks	průměr ks	varianta	ks	průměr ks
1	15	17,833	1	10	16,5
2	17		2	18	
3	19		3	18	
4	17		4	12	
5	16		5	21	
6	23		6	20	

9.5.2 Jablečné výlisky

Tabulka 77: Naměřené hodnoty všech opakování: čistého výluhu vermikompostu z jablečných výlisků, suchá hmota kořene, aplikace závlivky do půdy i na list

Kořen-suchá hmota-závlivka na list-DJČ			Kořen-suchá hmota-závlivka do půdy-DJČ		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	32,741	35,4805	1	36,941	36,10716667
2	36,254		2	37,374	
3	36,13		3	36,109	
4	37,083		4	36,244	
5	35,631		5	36,932	
6	35,044		6	33,043	

Tabulka 78: Naměřené hodnoty všech opakování: výluhu vermikompostu z jablečných výlisků s přidáním 100 ml pivovarských kvasnic, suchá hmota kořene, aplikace závlivky do půdy i na list

Kořen-suchá hmota-závlivka na list-DJK100			Kořen-suchá hmota-závlivka do půdy-DJK100		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	39,244	39,73916667	1	41,102	40,5695
2	40,063		2	39,846	
3	38,952		3	40,762	
4	39,63		4	39,995	
5	40,197		5	40,678	
6	40,349		6	41,034	

Tabulka 79: Naměřené hodnoty všech opakování: výluhu vermikompostu z jablečných výlisků s přidáním 500 ml pivovarských kvasnic, suchá hmota kořene, aplikace závlivky do půdy i na list

Kořen-suchá hmota-závlivka na list-DJK500			Kořen-suchá hmota-závlivka do půdy-DJK500		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	47,264	46,97833333	1	46,862	49,63483333
2	46,969		2	56,523	
3	47,076		3	45,906	
4	46,521		4	53,762	
5	46,64		5	49,163	
6	47,4		6	45,593	

Tabulka 80: Naměřené hodnoty všech opakování: čistého výluhu vermikompostu z jablečných výlisků, suchá hmota stonku s listem, aplikace závlivky do půdy i na list

Stoněk-suchá hmota-závlivka na list-DJČ			Stoněk-suchá hmota-závlivka do půdy-DJČ		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	60,933	61,82766667	1	70,224	62,75783333
2	57,268		2	63,321	
3	61,985		3	65,704	
4	59,016		4	46,882	
5	68,638		5	61,839	
6	63,126		6	68,577	

Tabulka 81: Naměřené hodnoty všech opakování: výluhu vermikompostu z jablečných výlisků s přidáním 100 ml pivovarských kvasnic, suchá hmota stonku s listem, aplikace závlivky do půdy i na list

Stoněk-suchá hmota-závlivka na list-DJK100			Stoněk-suchá hmota-závlivka do půdy-DJK100		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	61,943	63,57716667	1	65,782	66,25383333
2	57,632		2	61,746	
3	63,54		3	69,692	
4	69,257		4	66,746	
5	62,766		5	64,834	
6	66,325		6	68,723	

Tabulka 82: Naměřené hodnoty všech opakování: výluhu vermikompostu z jablečných výlisků s přidáním 500 ml pivovarských kvasnic, suchá hmota stonku s listem, aplikace zálivky do půdy i na list

Stonek-suchá hmota-zálivka na list-DJK500			Stonek-suchá hmota-zálivka do půdy-DJK500		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	75,371	75,072	1	74,968	70,2215
2	70,933		2	67,541	
3	78,34		3	69,734	
4	76,534		4	70,208	
5	73,681		5	67,247	
6	75,573		6	71,631	

Tabulka 83: Naměřené hodnoty všech opakování: čistého výluhu vermikompostu z jablečných výlisků, suchá hmota plodů, aplikace zálivky do půdy i na list

Plod-suchá hmota-zálivka na list-DJČ			Plod-suchá hmota-zálivka do půdy-DJČ		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	5,841	5,954833333	1	6,147	6,131
2	6,233		2	6,332	
3	6,032		3	5,829	
4	5,674		4	5,974	
5	5,941		5	6,204	
6	6,008		6	6,3	

Tabulka 84: Naměřené hodnoty všech opakování: výluhu vermikompostu z jablečných výlisků s přidáním 100ml pivovarských kvasnic, suchá hmota plodů, aplikace zálivky do půdy i na list

Plod-suchá hmota-zálivka na list-DJK100			Plod-suchá hmota-zálivka do půdy-DJK100		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	6,74	6,1475	1	5,414	6,083166667
2	5,432		2	5,983	
3	6,012		3	6,95	
4	6,316		4	6,942	
5	6,182		5	6,004	
6	6,203		6	5,206	

Tabulka 85: Naměřené hodnoty všech opakování: výluhu vermikompostu z jablečných výlisků s přidáním 500 ml pivovarských kvasnic, suchá hmota plodů, aplikace závlivky do půdy i na list

Plod-suchá hmota-závlivka na list-DJK500			Plod-suchá hmota-závlivka do půdy-DJK500		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	6,741	7,276666667	1	6,214	6,838833333
2	6,852		2	7,12	
3	7,315		3	6,842	
4	7,023		4	6,971	
5	7,741		5	7,201	
6	7,988		6	6,685	

Tabulka 86: Naměřené hodnoty všech opakování: čistého výluhu vermikompostu z jablečných výlisků, počet plodů, aplikace závlivky do půdy i na list

Plod (ks)-závlivka na list-DJČ			Plod (ks)-závlivka do půdy-DJČ		
varianta	ks	průměr ks	varianta	ks	průměr ks
1	23	21,33333333	1	18	21,5
2	21		2	24	
3	24		3	20	
4	17		4	19	
5	15		5	22	
6	28		6	26	

Tabulka 87: Naměřené hodnoty všech opakování: výluhu vermikompostu z jablečných výlisků s přidáním 100 ml pivovarských kvasnic, počet plodů, aplikace závlivky do půdy i na list

Plod (ks)-závlivka na list-DJK100			Plod (ks)-závlivka do půdy-DJK100		
varianta	ks	průměr ks	varianta	ks	průměr ks
1	22	22,16666667	1	23	22,16666667
2	24		2	17	
3	26		3	22	
4	20		4	24	
5	18		5	22	
6	23		6	25	

Tabulka 88: Naměřené hodnoty všech opakování: výluhu vermikompostu z jablečných výlisků s přidáním 500 ml pivovarských kvasnic, počet plodů, aplikace závlivky do půdy i na list

Plod (ks)-závlivka na list-DJK500			Plod (ks)-závlivka do půdy-DJK500		
varianta	ks	průměr ks	varianta	ks	průměr ks
1	28	24,66666667	1	18	22,5
2	26		2	29	
3	20		3	21	
4	19		4	27	
5	27		5	20	
6	28		6	20	

9.5.3 Matolina

Tabulka 89: Naměřené hodnoty všech opakování: čistého výluhu vermikompostu z matoliny, suchá hmota kořene, aplikace závlivky do půdy i na list

Kořen-suchá hmota-závlivka na list-DMČ			Kořen-suchá hmota-závlivka do půdy-DMČ		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	34,194	36,25933333	1	38,524	36,48166667
2	34,019		2	36,642	
3	36,976		3	36,842	
4	38,941		4	33,827	
5	35,997		5	36,579	
6	37,429		6	36,476	

Tabulka 90: Naměřené hodnoty všech opakování: výluhu vermikompostu z matoliny s přidáním 100 ml pivovarských kvasnic, suchá hmota kořene, aplikace závlivky do půdy i na list

Kořen-suchá hmota-závlivka na list-DMK100			Kořen-suchá hmota-závlivka do půdy-DMK100		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	38,762	40,5458	1	41,003	41,14033333
2	42,541		2	40,521	
3	40,034		3	39,521	
4	41,668		4	42,4	
5	39,724		5	41,492	
6	40,349		6	41,905	

Tabulka 91: Naměřené hodnoty všech opakování: výluhu vermikompostu z matoliny s přidáním 500 ml pivovarských kvasnic, suchá hmota kořene, aplikace závlivky do půdy i na list

Kořen-suchá hmota-závlivka na list-DMK500			Kořen-suchá hmota-závlivka do půdy-DM500		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	46,843	47,04633333	1	49,256	53,149
2	47,837		2	49,856	
3	47,731		3	54,084	
4	46,899		4	58,036	
5	46,758		5	49,89	
6	46,21		6	57,772	

Tabulka 92: Naměřené hodnoty všech opakování: čistého výluhu vermikompostu z matoliny, suchá hmota stonku s listy, aplikace závlivky do půdy i na list

stonek-suchá hmota-závlivka na list-DMČ			stonek-suchá hmota-závlivka do půdy-DMČ		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	62,312	63,31601667	1	64,941	64,567
2	61,2001		2	63,522	
3	71,032		3	64,529	
4	64,57		4	71,677	
5	61,633		5	57,833	
6	59,149		6	64,9	

Tabulka 93: Naměřené hodnoty všech opakování: výluhu vermikompostu z matoliny s přidáním 100 ml pivovarských kvasnic, suchá hmota stonku s listy, aplikace závlivky do půdy i na list

stonek-suchá hmota-závlivka na list-DMČ			stonek-suchá hmota-závlivka do půdy-DMČ		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	63,027	64,96933333	1	70,638	66,30983333
2	67,186		2	66,482	
3	62,862		3	61,743	
4	65,552		4	62,441	
5	69,706		5	69,148	
6	61,483		6	67,407	

Tabulka 94: Naměřené hodnoty všech opakování: výluhu vermikompostu z matoliny s přidáním 500 ml pivovarských kvasnic, suchá hmota stonku s listy, aplikace závlivky do půdy i na list

stonek-suchá hmota-závlivka na list-DMČ			stonek-suchá hmota-závlivka do půdy-DMČ		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	77,027	77,01733333	1	70,364	71,32666667
2	68,542		2	67,311	
3	81,655		3	79,634	
4	78,361		4	71,641	
5	79,307		5	69,438	
6	77,212		6	69,572	

Tabulka 95: Naměřené hodnoty všech opakování: čistého výluhu vermikompostu z matoliny, suchá hmota plodů, aplikace závlivky do půdy i na list

plod-suchá hmota-závlivka na list-DMČ			plod-suchá hmota-závlivka do půdy-DMČ		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	6,341	6,084666667	1	5,746	6,1095
2	6,42		2	4,995	
3	5,714		3	6,312	
4	5,631		4	6,65	
5	6,41		5	6,812	
6	5,992		6	6,142	

Tabulka 96: Naměřené hodnoty všech opakování: výluhu vermikompostu z matoliny s přidáním 100 ml pivovarských kvasnic, suchá hmota plodů, aplikace závlivky do půdy i na list

plod-suchá hmota-závlivka na list-DMK100			plod-suchá hmota-závlivka do půdy-DMK100		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	6,341	6,314333333	1	6,511	6,355833333
2	6,514		2	6,372	
3	7,21		3	6,047	
4	6,037		4	6,182	
5	5,541		5	6,012	
6	6,243		6	7,011	

Tabulka 97: Naměřené hodnoty všech opakování: výluhu vermikompostu z matoliny s přidáním 500 ml pivovarských kvasnic, suchá hmota plodů, aplikace závlivky do půdy i na list

plod-suchá hmota-závlivka na list-DMK500			plod-suchá hmota-závlivka do půdy-DMK500		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	8,203	7,633166667	1	7,401	7,121833333
2	7,521		2	7,035	
3	7,323		3	6,841	
4	6,982		4	7,253	
5	7,941		5	7,017	
6	7,829		6	7,184	

Tabulka 98: Naměřené hodnoty všech opakování: čistého výluhu vermikompostu z matoliny, počet plodů, aplikace závlivky do půdy i na list

plod-závlivka na list-DMČ			plod-závlivka do půdy-DMČ		
varianta	ks	průměr ks	varianta	ks	průměr ks
1	19	22,16666667	1	26	22,5
2	24		2	24	
3	24		3	16	
4	26		4	26	
5	15		5	21	
6	25		6	22	

Tabulka 99: Naměřené hodnoty všech opakování: výluhu vermikompostu z matoliny s přidáním 100 ml pivovarských kvasnic, počet plodů plodů, aplikace závlivky do půdy i na list

plod-závlivka na list-DMK100			plod-závlivka do půdy-M		
varianta	ks	průměr ks	varianta	ks	průměr ks
1	23	22,83333333	1	20	22,5
2	26		2	23	
3	17		3	22	
4	17		4	23	
5	29		5	24	
6	25		6	23	

Tabulka 100: Naměřené hodnoty všech opakování: výluhu vermikompostu z matoliny s přidáním 500 ml pivovarských kvasnic, počet plodů, aplikace závlivky do půdy i na list

plod-závlivka na list-DMK500			plod-závlivka do půdy-DMK500		
varianta	ks	průměr ks	varianta	ks	průměr ks
1	26	24,16666667	1	27	23
2	23		2	19	
3	22		3	20	
4	29		4	20	
5	20		5	26	
6	25		6	26	

9.5.4 Koňský hnůj

Tabulka 101: Naměřené hodnoty všech opakování: čistého výluhu vermikompostu z koňského hnoje, suchá hmota kořene, aplikace závlivky do půdy i na list

Kořen-suchá hmota-závlivka na list-DHČ			Kořen-suchá hmota-závlivka do půdy-DHČ		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	35,224	36,128	1	36,353	36,25016667
2	34,781		2	37,11	
3	37,922		3	35,601	
4	37,028		4	36,618	
5	36,861		5	36,825	
6	34,952		6	34,994	

Tabulka 102: Naměřené hodnoty všech opakování: výluhu vermikompostu z koňského hnoje s přidáním 100 ml pivovarských kvasnic, suchá hmota kořene, aplikace závlivky do půdy i na list

Kořen-suchá hmota-závlivka na list-DHK100			Kořen-suchá hmota-závlivka do půdy-DHK100		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	40,268	40,74183333	1	43,762	42,18116667
2	41,673		2	42,463	
3	41,302		3	41,899	
4	39,782		4	41,796	
5	42,7		5	42,335	
6	38,726		6	40,832	

Tabulka 103: Naměřené hodnoty všech opakování: výluhu vermikompostu z koňského hnoje s přidáním 500 ml pivovarských kvasnic, suchá hmota kořene, aplikace závlivky do půdy i na list

Kořen-suchá hmota-závlivka na list-DHK500			Kořen-suchá hmota-závlivka do půdy-DHK500		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	46,74	47,36916667	1	48,36	51,74683333
2	48,361		2	47,034	
3	48,101		3	46,948	
4	46,673		4	57,304	
5	47,026		5	57,347	
6	47,314		6	53,488	

Tabulka 104: Naměřené hodnoty všech opakování: čistého výluhu vermikompostu z koňského hnoje, suchá hmota stonku s listy, aplikace závlivky do půdy i na list

stonek-suchá hmota-závlivka na list-DHČ			stonek-suchá hmota-závlivka do půdy-DHČ		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	57,833	63,65616667	1	67,201	64,47216667
2	62,472		2	55,674	
3	69,633		3	64,547	
4	60,571		4	67,53	
5	62,588		5	58,947	
6	68,84		6	72,934	

Tabulka 105: Naměřené hodnoty všech opakování: výluhu vermikompostu z koňského hnoje s přidáním 100 ml pivovarských kvasnic, suchá hmota stonku s listy, aplikace závlivky do půdy i na list

stonek-suchá hmota-závlivka na list-DHK100			stonek-suchá hmota-závlivka do půdy-DHK100		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	64,326	64,64266667	1	68,523	65,92166667
2	63,728		2	65,777	
3	61,727		3	62,256	
4	69,606		4	70,091	
5	63,833		5	63,927	
6	64,636		6	64,956	

Tabulka 106: Naměřené hodnoty všech opakování: výluhu vermikompostu z koňského hnoje s přidáním 500 ml pivovarských kvasnic, suchá hmota stonku s listy, aplikace závlivky do půdy i na list

stonek-suchá hmota-závlivka na list-DH			stonek-suchá hmota-závlivka do půdy-H		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	75,423	75,09916667	1	72,178	72,075
2	79,647		2	71,632	
3	74,808		3	78,712	
4	67,941		4	70,637	
5	77,412		5	65,782	
6	75,364		6	73,509	

Tabulka 107: Naměřené hodnoty všech opakování: čistého výluhu vermikompostu z koňského hnoje, suchá hmota plodů, aplikace závlivky do půdy i na list

plod-suchá hmota-závlivka na list-DHČ			plod-suchá hmota-závlivka do půdy-DHČ		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	6,452	6,0375	1	6,218	6,099833333
2	6,214		2	5,997	
3	5,431		3	6,04	
4	5,941		4	6,201	
5	6,086		5	6,047	
6	6,101		6	6,096	

Tabulka 108: Naměřené hodnoty všech opakování: výluhu vermikompostu z koňského hnoje s přidáním 100 ml pivovarských kvasnic, suchá hmota plodů, aplikace závlivky do půdy i na list

plod-suchá hmota-závlivka na list-DHK100			plod-suchá hmota-závlivka do půdy-DHK100		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	6,243	6,224666667	1	6,741	6,254333333
2	6,02		2	5,98	
3	5,814		3	6,301	
4	5,942		4	6,517	
5	6,741		5	6,012	
6	6,588		6	5,975	

Tabulka 109: Naměřené hodnoty všech opakování: výluhu vermikompostu z koňského hnoje s přidáním 500 ml pivovarských kvasnic, suchá hmota plodů, aplikace zálivky do půdy i na list

plod-suchá hmota-zálivka na list-DHK500			plod-suchá hmota-zálivka do půdy-DHK500		
varianta	váha (g)	průměr (g)	varianta	váha (g)	průměr (g)
1	7,245	7,504833333	1	6,894	7,116166667
2	8,031		2	7,214	
3	7,742		3	7,085	
4	7,651		4	6,948	
5	7,618		5	7,214	
6	6,742		6	7,342	

Tabulka 110: Naměřené hodnoty všech opakování: čistého výluhu vermikompostu z koňského hnoje, počet plodů, aplikace zálivky do půdy i na list

plod-zálivka na list-DHČ			plod-zálivka do půdy-DHČ		
varianta	ks	průměr ks	varianta	ks	průměr ks
1	14	21,5	1	18	21,16666667
2	22		2	20	
3	21		3	22	
4	24		4	25	
5	26		5	23	
6	22		6	19	

Tabulka 111: Naměřené hodnoty všech opakování: výluhu vermikompostu z koňského hnoje s přidáním 100 ml pivovarských kvasnic, počet plodů plodů, aplikace zálivky do půdy i na list

plod-zálivka na list-DHK500			plod-zálivka do půdy-DHK500		
varianta	ks	průměr ks	varianta	ks	průměr ks
1	25	22,83333333	1	20	20,33333333
2	22		2	19	
3	23		3	25	
4	23		4	22	
5	24		5	17	
6	20		6	19	

Tabulka 112: Naměřené hodnoty všech opakování: výluhu vermikompostu z koňského hnoje s přidáním 500 ml pivovarských kvasnic, počet plodů, aplikace závlivky do půdy i na list

plod-závlivka na list-DHK500			plod-závlivka do půdy-DHK500		
varianta	ks	průměr ks	varianta	ks	průměr ks
1	27	24	1	22	22,33333333
2	27		2	25	
3	18		3	17	
4	24		4	26	
5	19		5	22	
6	29		6	22	

9.6 Fotodokumentace

Obrázek 2: Záznam z měření osvětlení v pěstebních boxech



Obrázek 3: Ukázka boxu určeného k pěstování rajčat



Obrázek 4: Ukázka kořenového systému po prvním vymytí.



Obrázek 5: Ukázka objemu suché hmoty plodů rajčat, připravených k dalšímu zpracování (mletí).

V případě plodů, kdy tvořila suchá hmota pouze několik gramů, musel být pro chemickou analýzu sloučen výnos ze všech opakování každé varianty. Důvodem byly významné ztráty hmoty při mletí.

