

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin



**Problematika nakládání s psími exkrementy
Diplomová práce**

Natálie Králíková

Technologie zpracování a využití odpadů

doc. Ing. Aleš Hanč, Ph.D.

konzultace: Ing. Tereza Hřebečková

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Problematika nakládání s psími exkrementy" jsem vypracovala 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 autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12.4.2019

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Aleš Hančovi, Ph.D. za pomoc s tvorbou diplomové práce, jeho pozitivní a vstřícný přístup, a především za možnost zpracovat poměrně kontroverzní téma. Za konzultace a připomínky k práci děkuji paní Ing. Tereze Hřebečkové. Dále bych chtěla poděkovat Mgr. Zdislavě Boštíkové ze SZÚ, která mi poskytla výsledky mikrobiologických rozborů. Měla jsem možnost se na přípravu vzorků pro analýzu podívat i v praxi, stejně jako na následné odečítání výsledků. Obrovské děkuji patří všem mým kolegyním na ÚKZÚZ – a to především paní Ing. Barboře Dobiášové a paní Ing. Monice Rubešové, jelikož mi vždy vyšly vstříc, když jsem potřebovala plnit více povinností školní než ty pracovní. Nemalé díky patří i těm, kdo mi pomáhali s jazykovou úpravou práce. Poslední a největší poděkování patří okruhu mých nejbližších, kteří mě vždy podporovali a ve chvílích, kdy se má mysl obracela spíše k té negativní straně, mi dodali potřebné slunce do duše.

Problematika nakládání s psími exkrementy

Souhrn

Práce Problematika nakládání s psími exkrementy přináší náhled na možnost odstraňování psích exkrementů, jejich potenciální hrozbu pro zdraví společnosti a pro kontaminaci prostředí. Práce se dále zabývá postavením psího exkrementu z hlediska odpadu a zkoumá, jak je daná problematika zakotvena do příslušných zákonů týkajících se odpadového hospodářství a příbuzných odvětví v České republice.

Cílem práce je zjistit, zda lze psí exkrementy ekologicky odstraňovat a také zjistit výskyt patogenních indikátorových organismů, které se ve vermikompostu během celého procesu vyskytují. V rámci diplomové práce byl založen venkovní pokus s vermikompostováním exkrementů společně s příměsí dalšího biologického materiálu (listí, tráva, atp.), z hromady zkušební i kontrolní byly ve frekvenci každých zhruba 2-3 měsíců odebírány vzorky, u nichž byly stanovovány biologické i agrochemické parametry.

Poslední část práce přináší výsledky jednotlivých rozborů, výsledky obsahu prvků a také výsledky mikrobiologických rozborů, které byly prováděny na Státním zdravotním ústavu. Posledním stanovením bylo vyšetření na přítomnost helmintů a jejich vajíček, které bylo provedeno v laboratoři Zdravotního ústavu se sídlem v Ústí nad Labem. Pomocí těchto rozborů bylo zjištěno, že po 51 týdnech vermikompostování nebyli ve vzniklém vermikompostu obsaženi dospělci helmintů ani jejich vajíčka. V průběhu procesu vermikompostování docházelo k poklesu patogenních indikátorových organismů, po 51 týdnech vermikompostování byl nadlimitní pouze počet enterokoků. Nejvyšší celkové obsahy prvků (P, K, Ca, Mg) byly ve zkušební hromadě zaznamenány ve stáří vermikompostu 51 týdnů. Bylo zjištěno, že takto vzniklý vermikompost lze použít jako hnojivo.

Klíčová slova: Psí exkrementy; vermikompostování; patogenní indikátorové organismy; endoparazité; vermikompost

Issue of dog excrement handling

Summary

The thesis Issue of dog excrement handling provides insight into the possibility of dog excrements disposal, into their potential threat for public health and environmental contamination. Thesis further deals with the position of the dog excrement in terms of waste and investigates how the problematics is solved in the legislation related to the waste management and related branches in the Czech Republic.

Aim of the thesis is to find out if it is possible to dispose dog excrements ecologically and to compare the content of pathogenic indicator organisms which were present in the vermicompost during the whole process. Within the thesis an outdoor experiment with vermicomposting of dog excrements and admixture of other biological waste (leaves, grass, etc.) was established. From both the test and the control pile samples were taken every 2-3 months, in which the biological and agrochemical parameters were determined.

Last part of the thesis brings the results of individual analysis, results of the total content of elements and the results of microbiological analysis which were performed on the State Health Institute. Last of the analysis was the examination of presence of the helminths and their eggs, which was performed in the laboratory of Health Institute headquartered in Ústí nad Labem. With these analyzes it was found that after 51 weeks of vermicomposting there were no helminth adults or their eggs in the vermicompost. During the process of vermicomposting pathogenic indicator organisms decreased, after 51 weeks of vermicomposting only the total number of *Enterococcus* was above the limit. The highest total contents of elements (P, K, Ca, Mg) were recorded in the test pile at vermicompost 51 weeks old. It has been found that the resulting vermicompost can be used as a fertilizer.

Keywords: Dog excrements; vermicomposting; pathogenic indicator organisms; endoparasites; vermicompost

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíl práce	2
2.1 Hypotézy.....	2
3 Literární rešerše	3
3.1 Psí exkrementy	3
3.1.1 Endoparazité – helminti a jejich nebezpečnost.....	3
3.1.2 Biologie hlístic	6
3.1.2.1 <i>Toxocara</i> spp.	6
3.1.2.2 Další často přítomní endoparazité ze skupiny hlístic	9
3.1.3 Endoparazité jiných skupin.....	9
3.1.4 Bakterie ve výkalech a jejich nebezpečnost	11
3.1.4.1 Termotolerantní koliformní bakterie	11
3.1.4.2 Enterokoky	12
3.1.4.3 <i>Salmonella</i> spp.....	13
3.2 Vermikompostování.....	14
3.2.1 Kompostování vs. vermikompostování	14
3.2.2 Možnosti, jak vermikompostovat	15
3.2.3 Druhy žížal používaných k vermikompostování	16
3.2.3.1 <i>Eisenia andrei</i>	17
3.2.4 Vermikompost	18
3.3 Psí exkrementy v legislativě.....	19
4 Metodika	23
4.1 Metodika pokusu.....	23
4.1.1 Vermikompostování.....	23
4.1.2 Materiál.....	23
4.1.3 Odběr vzorků	24
4.2 Stanovování agrochemických parametrů	26
4.2.1 pH.....	26
4.2.2 Měrná vodivost	26
4.2.3 Stanovení C:N a celkového obsahu prvků.....	27
4.3 Mikrobiologický rozbor.....	27
4.3.1 Termotolerantní koliformní bakterie	28
4.3.2 Enterokoky.....	29
4.3.3 <i>Salmonella</i> spp.....	29
4.4 Stanovení helmintů.....	30
4.5 Statistické metody	30

5	Výsledky	31
5.1	Výstup ze samotné suroviny – psího exkrementu	31
5.1.1	Agrochemické ukazatele	31
5.1.1.1	Stanovení z čerstvého materiálu	31
5.1.1.2	Stanovení ze sušeného materiálu – poměr C:N	31
5.1.1.3	Stanovení ze sušeného materiálu – obsah prvků	31
5.1.2	Mikrobiologický rozbor	32
5.2	Výstup ze zkušební hromady (A).....	33
5.2.1	Agrochemické ukazatele	33
5.2.1.1	Stanovení z čerstvého materiálu	33
5.2.1.2	Stanovení ze sušeného materiálu – poměr C:N	33
5.2.1.3	Stanovení ze sušeného materiálu – obsah prvků	34
5.2.2	Mikrobiologický rozbor	35
5.3	Výstup z kontrolní hromady (B).....	38
5.3.1	Agrochemické ukazatele	38
5.3.1.1	Stanovení z čerstvého materiálu	38
5.3.1.2	Stanovení ze sušeného materiálu – poměr C:N	38
5.3.1.3	Stanovení ze sušeného materiálu – obsah prvků	39
5.3.2	Mikrobiologický rozbor	40
5.4	Kontrola přítomnosti helmintů ve stáří 51 týdnů	43
5.5	Porovnání zkušební a kontrolní hromady, srovnání se vstupní surovinou	44
6	Diskuze	46
7	Závěr.....	49
7.1	Doporučení.....	49
8	Literatura.....	50

1 Úvod

Problematika nakládání s psími exkrementy je velice rozsáhlým tématem. Exkrementy jsou potenciálně nebezpečným materiálem, jelikož mohou obsahovat patogenní mikroorganismy. V České republice je chováno mnoho domácích mazlíčků. Bohužel Český statistický úřad nemá k dispozici jakýkoliv centrální registr chovu psů a jiných domácích mazlíčků, a tak lze vycházet pouze z počtu psů zaregistrovaných na magistrátech a na obecních úřadech po celém území státu. Co se týká například Prahy, na začátku roku 2018 zde bylo zaevidováno více než 83 tisíc psů. (V Praze je hlášeno více než 80 tisíc psů. 25.7.2018 [cit. 2019-02-18]. Dostupné z http://www.praha.eu/jnp/cz/o_meste/magistrat/tiskovy_servis/tiskove_zpravy/v_praze_je_pr_ihlaseno_vice_nez_80_tisic.html>).

V exkrementech, jak je již výše uvedeno, se může nacházet mnoho potenciálně nebezpečných mikroorganismů. Z endoparazitů se jedná především o druhy *Toxocara canis*, *Trichuris vulpis*, *Ancylostomatidae*, *Taenia* spp., *Toxascaris leonina*, *Capillaria* spp., *Dioyidium caninum* a *Coccidia*. (Papajová et al. 2014) Naše vzorky byly testovány na přítomnost helmintů a jejich vajíček, ale také na přítomnost termotolerantních koliformních bakterií, které jsou indikátorem pro fekální znečištění z trávicího traktu teplokrevných živočichů. Dále byla ověřována přítomnost a množství druhů *Enterococcus* spp., *E. coli* a *Salmonella*. Během pokusu bylo zkoumáno, zda lze tyto mikroorganismy eliminovat pomocí vermikompostování.

Vermikompostování je proces rozkladu organického odpadu/materiálu vedoucí ke vzniku stabilního organického hnojiva, vermikompostu. Základním principem vermikompostování je interakce mezi žížalami, které fragmentují a zvlhčují substrát, a mikroorganismy, kterým je substrát s takto zvětšeným povrchem vystaven (Lim et al. 2016).

2 Cíl práce

Cílem práce je zhodnotit problematiku psích exkrementů z hlediska jejich možného ekologického rozkladu za předpokladu, že jsou smíchány s jiným druhem biologicky rozložitelného odpadu a sledovat výskyt a vývoj jednotlivých agrochemických ukazatelů, ale také patogenních indikátorových organismů, které jsou pro exkrementy typické, a které by mohly způsobit ohrožení prostředí nebo zdraví. Dále byl zkoumán vliv vermikopostování na množství mikroorganismů, které se v materiálu nacházejí.

2.1 Hypotézy

V návaznosti na založený pokus byly stanoveny dvě následující hypotézy:

- 1. S přidávkem dalších bioodpadů je možné psí exkrementy vermikompostovat.*
- 2. Při vermikompostování dochází k poklesu obsahu patogenních indikátorových organismů.*

3 Literární rešerše

3.1 Psí exkrementy

Psí exkrementy se stejně jako exkrementy jiných domácích mazlíčků stávají čím dál větším problémem pro lidstvo. Pes střední velikosti (cca 25 kg) za den spořádá zhruba 600-800 g potravy, v závislosti na jejím druhu. Na jednoho 25kilového psa vychází za den necelých 500 g exkrementů. V Praze jsou psi i menších vzrůstových velikostí, které mají jak spotřebu, tak odpad samozřejmě menší, ale při průměrné produkci 300 g exkrementů za den je v Praze během jediného dne vyprodukováno přes 24 900 kg exkrementů – a to opravdu není malé číslo. V globálním měřítku jsou největším problémem potulující se psi či psi volně pobíhající, jelikož nejsou hlídáni majitelem a nikdo po nich exkrementy nesbírá. Ve městech dochází ke zmenšování zelených ploch, čímž jsou pejskaři uměle donuceni chodit do malých parků a podobných prostor. Taková místa jsou pak permanentně kontaminována endoparazity z gastrointestinálního traktu psů. Vajíčka a larvy těchto endoparazitů se tak stávají hrozbou pro člověka, především pro malé děti, které si často se zeminou hrají a potřísněné ruce pak strkají do obličeje či přímo do úst (Felsmann et al. 2017).

Psi tvoří velice významný zdroj parazitických zoonóz, tedy nemocí přenosných ze zvířat na člověka. Tito parazité v různých stádiích napadnou hostitele různými způsoby. Majitelé psů ve městech i na vesnicích tak velmi výrazně zvyšují riziko pro nákazu a vytvářejí tak neustále pokračující problém. Ve velkých městech tkví hrozba především v tom, že je zde vysoká hustota fekálií psů, čímž je způsobena následná vysoká zátěž pro životní prostředí. Psí výkaly nacházející se v trávě, v parcích, na pískovišti, na hřištích, na chodnicích a na okrajích silnic nepředstavují pouze estetický problém, ale také problém v oblasti hygieny a epidemiologie (Papajová et al. 2014).

3.1.1 Endoparazité – helminti a jejich nebezpečnost

Helminti nebo také parazitičtí červi jsou velmi častým původcem parazitárních onemocnění u člověka (Pipiková et al. 2017). Mnoho lidí na naší planetě je dle všeho infikováno nejméně jedním druhem parazita, v rozvojových zemích je častější člověk infikovaný než člověk zdravý. Existuje asi dvacet nejznámějších helmintóz (nemocí způsobených helminty) a všechny mají značný vliv na lidské zdraví. Nejčastěji však dochází k nakažení pomocí helmintů ze země či půdy. Odhadem je některým druhem helmintózy nakažena více než jedna čtvrtina celosvětové populace (Awasthi et al. 2003).

Jako parazitické označujeme všechny organismy, které potřebují ke svému životu jiný (tzv. hostitelský či mezihostitelský) organismus. V tomto organismu se vyskytují buď celý život či jen v určitém vývojovém stádiu. Na tento organismus mnohdy působí nějakým způsobem patogenně, ačkoliv jeho úmyslem není hostitele zabít, neboť jej potřebuje ke svému vlastnímu životu. Střídání hostitelů či střídání pohlavních a nepohlavních generací je pro helminty typické. Jako mezihostitele označujeme ten organismus, v němž parazit prochází všemi nepohlavními fázemi. Mnozí parazité procházejí vývojem postupně v několika mezihostitelských organismech. V organismu konečného hostitele pak dochází k fázi pohlavní. Jsou případy, kdy je jeden organismus současně hostitelem i mezihostitelem – například u psa je možný současný výskyt dospělých škrkavek i jejich larev (Čermáková et al. 2009).

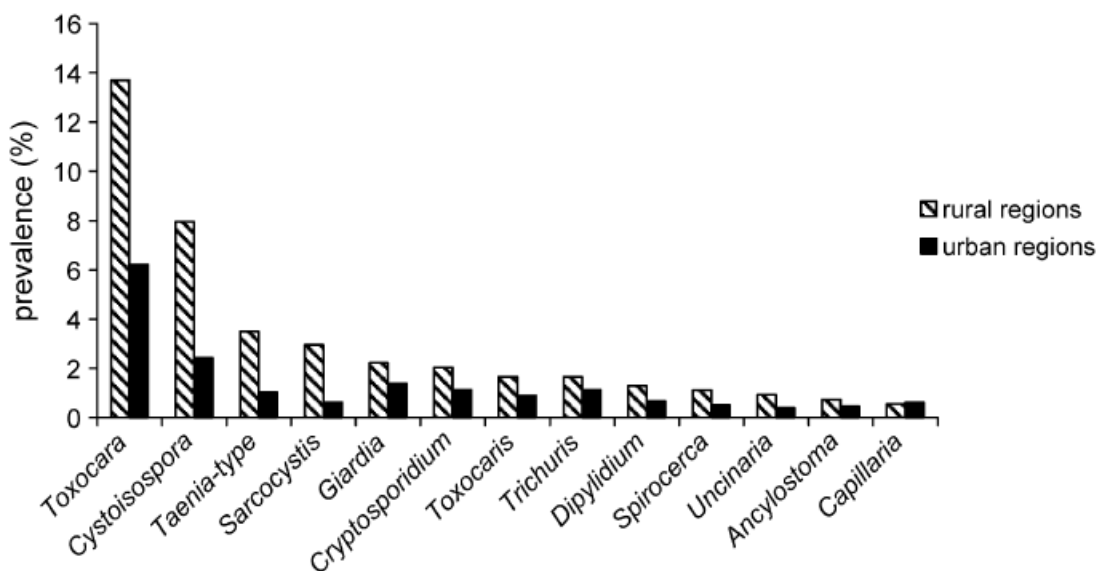
Infekce helminty probíhá nejčastěji přes ústa. Problém výskytu těchto infekcí je celosvětový. Nejvíce ohrožené jsou pochopitelně děti, protože si hrají v prostředích s největším výskytem vajíček helmintů – jako jsou například pískoviště, parky či dětská hřiště (Cvetkova et al. 2018). Životní cyklus mnohých endoparazitů vyžaduje, aby se jejich vajíčka dostala do půdy. Tato vlastnost některých geohelminťů z nich dělá v této vývojové fázi hrozbu pro lidi. Toto riziko je navíc umocněno organismy, které se nacházejí ve svrchní vrstvě půdy (žížaly) nebo na jejím samotném povrchu (slimáci) a mohou tyto choroby poměrně rychle šířit do dalekých vzdáleností. Pokud vezmeme v potaz množství vajíček helmintů, které mohou být přítomné ve psích výkalech a schopnost vajíček přežít v půdě, je nutno zdůraznit, že představují značný problém, a to i případech, kdy jsou zdrojem kontaminace jednotlivá zvířata (Felsmann 2017).

Helminti mají různé adaptace, které usnadňují jejich život parazitů. Snazším se pro ně díky různým háčkům či zoubkům stává průnik do těla hostitele, ale také udržení se v něm. Mnoho helmintů má také zjednodušený trávicí trakt, jelikož živiny čerpají z těla hostitele. Tzv. antiimunitní adaptace chrání parazity před imunitní odpovědí hostitelského organismu na jejich přítomnost. Důležitým předpokladem pro šíření infekcí či případné propuknutí epidemie jsou nejen faktory vnějšího prostředí, ale také faktory sociální a kulturní. V rozvojových zemích nejsou dodržovány takové hygienické návyky jako u nás v Evropě, a tak se tam vajíčka helmintů nacházejí ve více prostředích (např. pulty, kliky u dveří). Problémem je existence tzv. prepatentní periody – tedy doby, za kterou se infekce po vstupu do organismu člověka projeví. Může se jednat i o několik měsíců. V lidském organismu může pak dojít k napadení mnoha rozličných cílových míst – existují parazité intestinální, které nalezneme v trávicím traktu, nejčastěji ve střevech. Cílem krevních parazitů je krevní řečiště, parazité tkáňoví se zaměřují

na specifické vnitřní orgány. Na cílových místech pak působí mnoho rozličných problémů (Čermáková 2009).

Promořenost psí populace těmito endoparazitickými červy je také poměrně vysoká. Bylo provedeno mnoho studií, v nichž byly testovány exkrementy různých psů a výsledky byly poměrně alarmující. Na obrázku číslo 1 lze demonstrovat promořenost jednotlivých vzorků psích exkrementů různými endoparazity. Jedná se o pokus, který probíhal v Praze a jejím okolí. Vzorky psích exkrementů byly odebírány z venkova, ale také ze samotného centra města. Mezi lety 1998 a 2000 bylo v Praze odebráno celkem 3780 vzorků exkrementů. Z venkova Středočeského kraje bylo pak v letech 1999 až 2001 odebráno celkem 540 vzorků. Poslední část vzorků pocházela ze dvou pražských útulků, jednalo se o 524 vzorků, které pocházely jak od nově přijatých psů, tak i od psů, které v útulku již nějakou dobu žili (Dubná et al. 2007).

Domácí mazlíčci a ostatní hospodářská zvířata jsou proti těmto parazitům preventivně

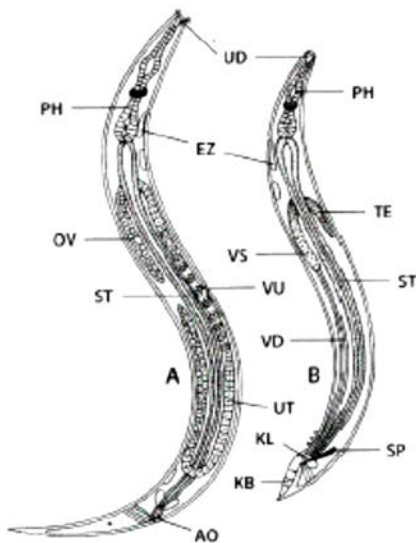


Obrázek 1 Výskyt patogenních organismů v psích exkrementech v Praze a okolí. Šrafovaný sloupec představuje venkov, plný sloupec poté město. (Dubná et al. 2007)

léčení – jsou jim podávána tzv. anthelmintika. Stejná anthelmintická léčba však může mít na rozdílná zvířata odlišnou účinnost, i přestože je populace parazitů naprosto totožná. Poslední dobou je často hlášena rezistence vůči anthelmintickým přípravkům. Důležitým testem pro diagnostiku této rezistence je tzv. FECR test, spočívající ve spočtení počtu vajíček ve stolici před a po odčervení (Wang et al. 2018). Na většině farem bývá kontrolována efektivita používání anthelmintik, nicméně dochází ke změnám klimatu a jiných faktorů. Všechny tyto skutečnosti přispívají k tomu, že je případná epidemie méně předvídatelná (Morgan et al. 2019).

3.1.2 Biologie hlístic

Skupina hlístic je jednou z nejpočetnějších skupin živočichů. Dospělci hlístic parazitují nejčastěji v trávicím traktu obratlovců (Volf et al. 2007). Pro kmen hlístic je charakteristický protáhlý červovitý tvar těla, výrazná kutikula na povrchu těla tvořená několika vrstvami. Hlístice mají slabou regenerační schopnost. Jejich velikost je 1-7 mm. Jejich svalstvo je tvořeno pouze vrstvou podélných svalů, a tak hlístice nemohou měnit tloušťku svého těla. Nejčastěji jsou to gonochoristé, u hlístic je zjevný pohlavní dimorfismus. Samci mají menší rozměry, jejich tělo je na konci tvořené tenkým výběžkem, který může být stočený do tvaru



Obrázek 2 Anatomie hlístic, rozdíl mezi samcem (vpravo) a samicí (vlevo), A- samice, B- samec, AO – anální otvor, UT – uterus, VU – vulva, EZ – exkretně-sekreceční žlázy, UD – ústní dutina, PH – farynx, OV – ovarium, ST – střevo, KB – kopulační burza, SP – spikula, TE – testis, VS – vesicula seminalis, VD – vas deferens, KL - kloaka autor: Volf et al. 2007

písmena C. K uchycení při kopulaci mají samci drápkovité orgány zvané *spiculi*. Jejich pohlavní cesty jsou ukončené do kloaky či atria společně s rektem. Samice mají tělo o mnoho větší, pohlavní systém má své ústí v přední části těla (Smrž 2013).

Dospělci hlístic se vyvíjejí přes čtyři larvální stadia. Jejich vývoj může být monoxenní neboli přímý – např. u geogelmintů, nebo heteroxenní (se zahrnutím meziphostitele) – u biohelmintů. Každá z těchto skupin má jiné infekční stádium larvy. K přenosu monoxenních může docházet vnikem larvy do trávicího traktu, někdy dochází k přenosu perkutánnímu, tedy skrze kůži. Mnohdy infekční larvy dlouho migrují mezi různými vnitřními orgány hostitele. Heteroxenní larvy se nejčastěji dostávají do organismu perorální cestou, nebezpečí však hrozí i například, pokud je meziphostitelem krvesající členovec – průnik infekčního stádia nastane při sání krve. Zvláštností larev je tzv.

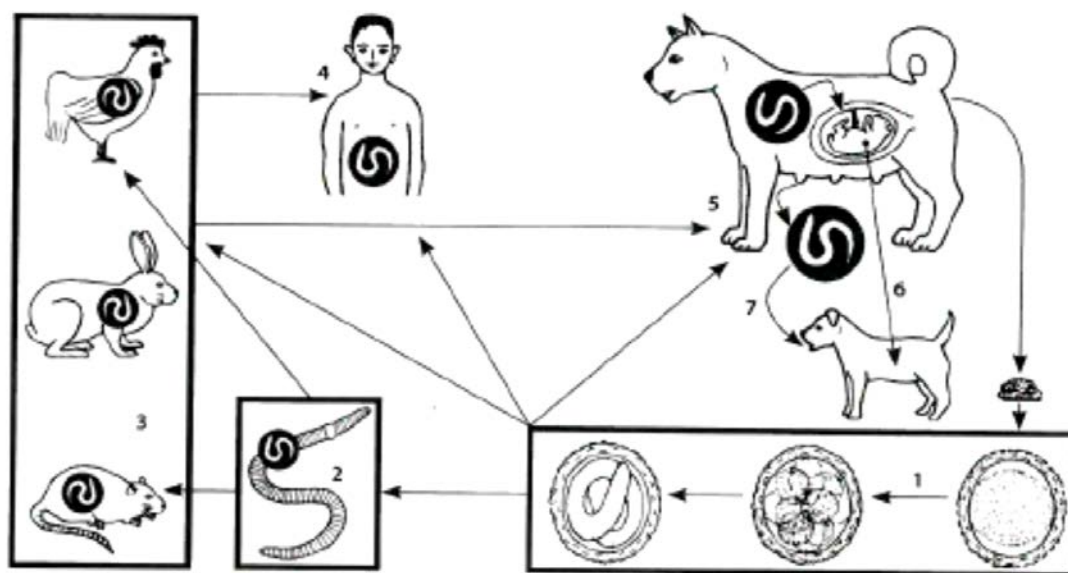
hypobióza – tedy schopnost ustrnout po průniku do tkání, larvy tak mohou přežít delší dobu, než je běžná perioda normálně probíhající infekce. Faktory aktivující hypobiózu jsou vnější – například chladné počasí, horko, sucho (Volf et al. 2007).

3.1.2.1 *Toxocara* spp.

Druh *Toxocara* spadá pod rod *Ascaris*. Všechny škrkavky z tohoto rodu parazitují u člověka nebo u zvířat jako jsou psi, koně, kočky či prasata (Smrž 2003). *Toxocara canis* neboli

škrkavka psí je, jak již název sám napovídá, parazit psovitých šelem. Část jejích larev nedokončí svůj vývoj, nicméně zůstane zapouzdřená v různých tkáních hostitele. Tyto larvy se v období březosti proberou a migrují přes placentu do plodů. To je důvod, proč se rodí štěňata již nakažená – v několika týdnech svého života začnou vylučovat ve svých exkrementech vajíčka škrkavek. Samozřejmě je i možné, že se štěňata nakazí skrze mléko, některé larvy se totiž dostanou i do mléčných žláz. Další druh vyskytující se u psů je *Toxascaris leonina* (Volf et al. 2007). Cyklus škrkavky psí je znázorněn na schématu na obrázku číslo 3. Největším zdrojem vajíček druhu *Toxocara* je laktující fena. Proto je vhodnou prevencí šíření tohoto parazita podávání odčervovací látky feně před porodem a následné odčervování fen i štěňat každých 14 dní až věku 2 měsíců. Následně je vhodné pokračovat ve frekvenci odčervování štěňat jednou měsíčně až do půl roku věku (Deplazes et al. 2011).

Jedna samice druhu *Toxocara* dokáže vyprodukovat až 200 000 vajíček, která jsou uvolněna do prostředí a zvyšují tak riziko potenciálního vzniku infekce. Toxokaróza, kterou tyto druhy způsobují, je uváděna jako jedna z celosvětově nejčastějších infekcí způsobených helminty. Výskyt *Toxocara* spp. závisí nejenom na prostředí, ale také na hygienických podmínkách v nejbližším okolí. Ve chvíli, kdy jsou vajíčka uvolněna do prostředí, trvá asi 3 až 6 týdnů, než se stanou infekčními (Strube et al. 2013).



Obrázek 3 Životní cyklus škrkavky psí, 1 - vajíčko odchází s trusem, larva se vyvíjí ve vaječných obalech ve vnějším prostředí, 2-4 – k nákaze paratenických hostitelů včetně člověka dochází vajíčky s infekční larvou nebo pozřením již nakaženého paratenického hostitele, 5 – k nákaze definitivního hostitele dochází stejným způsobem jako u paratenických hostitelů, 6 – larvy prodávající somatickou migraci v těle feny mohou infikovat plod transplacentárně, 7 – k nákaze štěňat migrujícími larvami může dojít i transmamárně při kojení, v definitivním hostiteli larvy migrují do střeva a dospívají, některé se však opouzdříjí ve tkáních (amfiparatenze) autor: Volf et al. 2007

Riziko infekce se zvyšuje v závislosti na geografické poloze, ale také konzumací kontaminované zeminy či špatnou osobní hygienou. Vajíčka *Toxocara canis* se nejčastěji vyskytují v parcích. I přesto, že konečným hostitelem výše uvedených druhů je kočka nebo pes, larvy se mohou dostat i do tzv. paratenického hostitele, přetrvávat v něm či mu dokonce způsobit vážné problémy. Paratenickými hostiteli mohou být hlodavci (myši, krysy, pískomilové), jiní savci jako například prasata, různé druhy ptáků (například drůbež, holubi) a mimo jiné i primáti, mezi které patří i člověk (Strube et al. 2013). V lidském organismu se z vajíček škrkavek ve střevě vylíhnou larvy putující do cév, dále pak do jater, kde způsobují mechanické poškození. Z jater se dostávají do plic, následně do celého zbytku těla. Napadené tkáně jsou typické tím, že je v nich utvořeno zánětlivé ložisko obklopující larvy. Nejčastějším místem výskytu larev jsou oko, mozek nebo svaly (Liška et al. 2017).

Mnoho případů toxokarózy u člověka je způsobeno pozřením infikovaných larev z půdy či z tepelně neopracovaného masa (Strube et al. 2013). Je častější u populací žijících v chudobě. Symptomy se liší dle migrace larvy a způsobu poškození tkání, existuje forma orgánová, skrytá (tyto dvě jsou častější u dětí), u dospělých i dětí se projevuje forma oční a neurotoxokaróza. Klinická diagnóza onemocnění je poměrně komplikovaná, jelikož kromě oční formy nejsou na nakaženém viditelné známky onemocnění. Jedinou možností je diagnostika v laboratoři pomocí ELISA nebo Western blot testu (Santos et al. 2018). Tyto diagnostické techniky jsou nejspolehlivějšími nástroji pro detekci protilátek a antigenů v oběhu. Stejně jako u jiných druhů infekcí helminty se toxokaróza mnohem častěji vyskytuje u dětí než u dospělých. Toto vyšší procento infekce u dětí je přímo úměrné jejich přirozenému chování, při jejich pohybu v infikovaném prostředí může dojít k přenosu infekce velice snadno (Deplazes et al. 2011). Převážná většina infekcí, jak je již výše uvedeno, je asymptomatická, některé se mohou případně projevit nespecifickými příznaky nezávažného charakteru, jako je například bolest břicha či celková malátnost. Akutní infekce je vzácná, mohou ji doprovázet horečka či záchvaty kašle. Oční forma toxokarózy může být opravdu nebezpečná, jelikož se projevuje zánětem cévnatky a sítnice oka, bolestmi, slzením. Tento druh toxokarózy může vést až ke slepotě (Stejskal 2005).

Léčba toxokarózy spočívá v podávání tiabendazolu, dietylkarbamazinu, albendazolu, popř. mebendazolu. Neexistují studie porovnávající účinnost jednotlivých preparátů. Při podávání těchto antihelmintik hrozí vznik zánětu jako odpověď na rozpadající se parazitární antigeny, a proto jsou často podávány současně i kortikosteroidy (Stejskal 2005). Prevencí toxokarózy je zachování hygieny – především při pohybu na veřejných pískovištích a v parcích, pravidelné odčervování domácích mazlíčků, sbírání jejich exkrementů. Pro snížení

kontaminace půdy je možno snížit kontaminaci vajíčky škrkavek přerytím země, vajíčka na povrchu zeminy pak zničí sluneční záření (Liška et al. 2017).

3.1.2.2 Další často přítomní endoparazité ze skupiny hlístic

Dalším ve výkalech často přítomným endoparazitem je druh *Trichuris*. Jedná se o výhradní geohelmintry, z vajíček se ve vnějším prostředí formují larvy. U člověka běžně parazituje *Trichuris trichura*, nicméně se může nakazit také parazitem psů *Trichuris vulpis*. K nakažení člověka dochází výhradně perorálně (Volf et al. 2007). Vajíčka *Trichuris vulpis* vypadají totožně s vajíčky *Trichuris trichura*, ale jsou zhruba dvakrát větší. Symptomy infekce u člověka mohou být značně rozličné – od bezpříznakové infekce až po velice závažná onemocnění průjmového typu či dokonce úplavici. Léčba probíhá pomocí mebendazolu (Dunn et al. 2002).

Ancylostoma je dalším z často se vyskytujících parazitů v exkrementech. Příslušníci *Ancylostomatidae* mají mohutnou ústní kapsulu, uvnitř které se nacházejí zuby nebo kutikulární destičky sloužící k přichycení k mukóze střeva. Zde pak sají krev. Larvy odcházejí s exkrementy z hostitele, vyvíjejí se ve vnějším prostředí. Jsou velice aktivní. Obvykle k infekci dojde perkutánně, nicméně je možný i přenos perorální. V takovém případě se dostanou do krve skrze sliznici dutiny ústní nebo napadnou tkáň střeva. Zde několik dní probíhá jejich vývoj. Některé druhy jsou přenášeny přes placentu či mateřské mléko. Pokud se zvířecí měchovci dostanou do člověka jako svého paratenického hostitele, mohou způsobovat dermatitidu (Volf et al. 2007).

3.1.3 Endoparazité jiných skupin

Taenia neboli tasemnice patří taktéž mezi helminty. Mají zcela redukovanou trávicí soustavu, dospělci mají přísavky na hlavové části. Přijímají potravu celým povrchem svého těla. U dospělého jedince se tělo dělí na část hlavovou a tělní. Mnoho tasemnic má tělo dělené na články. Reprodukční soustava tasemnic je velice dobře vyvinutá – u tasemnic je možné i samooplození (Smrž 2013). Pokud jsou u člověka zjištěny dospělé tasemnice, je nutno provést druhové určení pomocí ELISA testu. Podle výsledku je nasazena léčba (Volf et al. 2007).

Do skupiny tasemnic je řazen také druh *Echinococcus granulosus*, který je rozšířený kosmopolitně. Je přenášen na pastvinách, jeho definitivním hostitelem jsou psovité šelmy. Zralé články se venku rozpadají a v přírodě se stávají zdrojem infekce pro mezihostitele, kterým může být i člověk. Způsobují tzv. echinokózu, která je typická tím, že je z vajíčka uvolněna onkosféra, ta proniká do různých orgánů a změní se na hydatidu (zvláštní formu cysticerku). Nejčastěji

napadaná jsou játra a plíce. Zdravotní komplikace jsou přímo úměrné velikosti hydatidy. Při jejím prasknutí se cystická tekutina vylije a vzniká anafylaktický šok, a proto může být infekce měchožilem opravdu nebezpečná. V naší republice je výskyt této nemoci ojedinělý, člověk se spíše nakazí v oblastech světa s nižším hygienickým standardem, např. v Keni (Volf et al. 2007).

Giardia neboli lamblie už patří do skupiny prvoků – eukaryot. Zástupci tohoto rodu parazitují u obratlovců – a to konkrétně v jejich tenkém střevě. Nejvýznamnější skupinou je *Giardia intestinalis* neboli lamblie střevní. Tato skupina zahrnuje hned několik morfologicky téměř neodlišitelných druhů, které představují velice časté parazity savců včetně člověka. Mezi hostiteli je přenášena vodou či infikovanými potravinami, infekční dávka je velice malá. Ve střevě se silně množí a poškozují enterocyty. Vytvořené cysty pak z hostitele odcházejí při defekaci, nicméně tento odchod je velice nepravidelný. Nemoc způsobená parazitováním tohoto organismu je nazývána giardióza a v České republice patří mezi nejčastější střevní onemocnění způsobené prvoky. Celosvětově trpí tímto onemocněním miliony lidí. Mezi projevy patří silný průjem s přítomností hlenu, bolest břicha, nevolnost, zvracení a celkové nechutenství. Infikovaný člověk má porušené vstřebávání živin, lze tedy vidět, že celkově neprospívá. Je léčena především preparáty jako je metronidazol a tinidazol. Diagnostika onemocnění spočívá v nálezů cyst při mikroskopickém rozboru stolice (Volf et al. 2007). Na obrázku číslo 4 lze demonstrovat nejčastější lidská parazitární onemocnění a jejich frekvenci.

	Počet lidí žijících v riziku (milióny)	Počet endemických zemí	Počet infikovaných osob (milióny)	Odhadovaný počet úmrtí/rok (tisíce)
Malárie	2000	90	300–500	1080
Leishmanióza	350	82	12	41
Lymfatické filariózy	750–1300	65	120	nepřímá mortalita
Drakunkulóza	140	18	0,01–0,1	nepřímá mortalita
Onchocerkóza	90–130	34	17–37	nepřímá mortalita
Africká trypanosomóza	50–60	36	0,2–0,5	50
Chagasova choroba	25–90	19	8–16	21
Schistosomóza	500–800	74	200	11
<i>Ascaris</i>	4200		800–1000	
<i>Trichuris</i>	3200		600–900	
<i>Ancylostoma/Necator</i>	3200		500–580	
<i>Entamoeba</i>			500	40–100
<i>Giardia</i>			200	
Taenióza	40		15	
Neurocysticerkóza			50	50
Fasciolóza	180	8	2	
Klonorchióza	290	6	7	
Opisthorchióza	70	5	10	
Paragonimóza	200	5	20	

Obrázek 4 Význam parazitárních infekcí u člověka, jejich riziko a počet infekcí.

Zdroj: Volf et al. 2007

3.1.4 Bakterie ve výkalech a jejich nebezpečnost

Bakterie jsou neodmyslitelnou součástí trávicích pochodů. Jsou to přirození obyvatelé trávicího traktu rozličných živočichů. Jako patogenní označujeme také organismy, které jsou schopné vniknout do jiného organismu a vyvolat v něm nemoc. Převážná většina bakterií nejprve ulpí na pokožce či sliznici a až posléze putují dále do tkání. Doba, která uplyne mezi průnikem patogenu do organismu a prvními příznaky onemocnění, je nazývána inkubační. Onemocnění způsobené patogeny lze dělit dle způsobu přenosu. Jedná se o:

- přenos vzdušnou cestou
- přenos alimentární cestou
- přenos skrze poraněnou kůži
- přenos pohlavním stykem
- přenos zvířaty.

Bakterie vyskytující se v exkrementech jsou přenášeny buď alimentární cestou, tedy ústy, nebo zvířaty (Rosypal 1994).

Mezi patogenní bakterie patří především druhy rodu *Enterobacteriaceae*. Jedná se o tyčinkovité bakterie dlouhé až 3 μm . Tyto bakterie jsou schopny fermentovat glukózu a jiné cukry. Netvoří spory, jedná se o fakultativně anaerobní bakterie. Tyto bakterie je možno rozdělit do tří skupin: výhradně patogenní, příležitostně patogenní a nepatogenní bakterie. Námi zkoumané druhy *Escherichia coli* a *Salmonella* spp. spadají do bakterií výhradně patogenních, které obývají především prostředí trávicího traktu (Quinn et al. 2004).

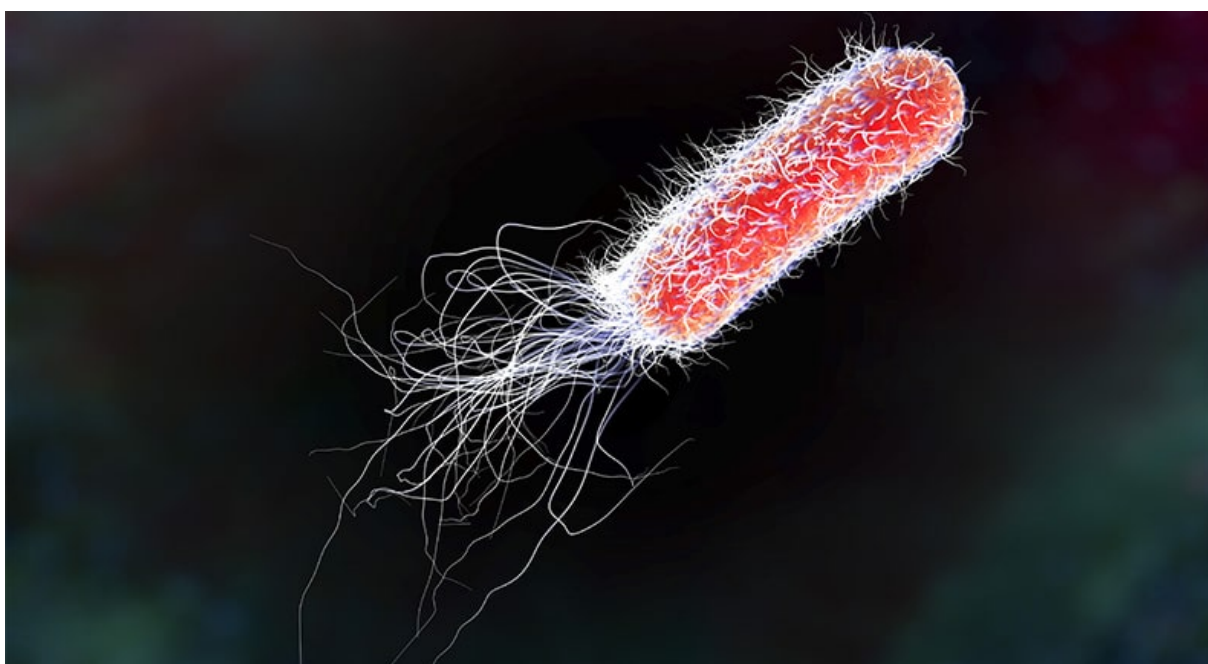
3.1.4.1 Termotolerantní koliformní bakterie

Termotolerantní koliformní bakterie patří mezi indikátory fekálního znečištění. Dříve byly nazývány termotolerantní fekální bakterie. Jedná se o gramnegativní tyčinky, které nevytvářejí spory. Při teplotě 35-43 °C mají schopnost fermentovat laktózu v časovém horizontu 24–48 hodin. Řadí se mezi ně druhy *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* (Ambrožová 2004).

3.1.4.1.1 *Escherichia coli*

Další testovaný druh mikroorganismu, *Escherichia coli*, je opět běžnýmobyvatelem tlustého střeva všech savců. Kolonizace novorozených savců touto bakterií nastává velice krátce po jejich příchodu na svět. Po celý život představuje *E. coli* přirozeného a potřebného obyvatele trávicího traktu (Quinn et al. 2004). Tato bakterie bývá označována jako jediný

spolehlivý indikátor fekálního znečištění. Většina kmenů tohoto druhu je naprosto neškodná, vyskytují se mezi nimi také kmeny patogenní, které způsobují různá onemocnění. Detekce *E. coli* však znamená přítomnost fekálního znečištění, nicméně to nemusí nutně znamenat hrozbu infekce (Paruch & Mæhlum 2012). Je to kultivačně nenáročná bakterie. Její kmeny, které získaly schopnost produkovat přídatné faktory virulence, se staly původci průjmových onemocnění. Tyto infekce jsou však daleko více typické pro území kontinentu Severní Ameriky, v Evropě se tyto infekce i přes přítomnost patogenních kmenů vyskytují spíše vzácně. Mimo průjmová onemocnění způsobuje *Escherichia coli* nejčastěji močové infekce (Schindler 2014). Na obrázku číslo 5 je možno vidět stavbu těla *Escherichie coli*.

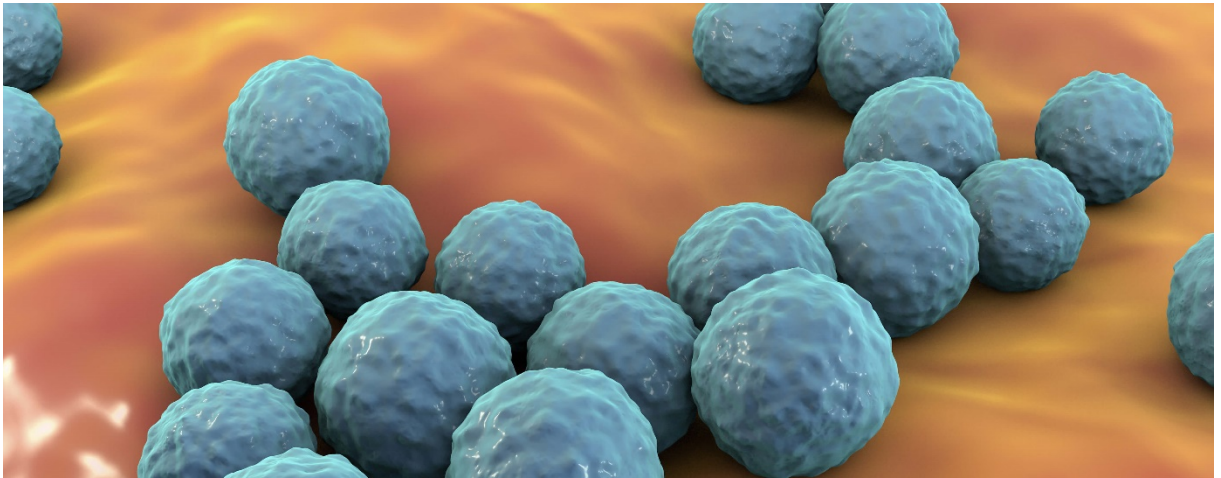


Obrázek 5 *Escherichia coli*, stavba těla. Zdroj: <https://www.biocote.com/blog/five-facts-e-coli/>

3.1.4.2 Enterokoky

Enterokoky jsou grampozitivní bakterie, které se vyskytují v řetízcích. Jsou o něco větší než streptokoky, jsou nenáročné na kultivační podmínky. Jsou rezistentní vůči mnohým druhům antibiotik, což může působit veliký problém při léčbě probíhající infekce. Záněty, které způsobují, se nejčastěji projevují na urogenitálním traktu (Quinn et al. 2004). Nejznámější zástupce, *Enterococcus faecalis*, je také nejhojněji zastoupeným. Běžně se vyskytuje v tlustém střevě, je poměrně rezistentní k fyzikálním a chemickým vlivům. Po dobu 30 minut vydrží teplotu 60 °C, rostou i v prostředí s kyselinou chlorovodíkovou. Problémem pro ně není ani přítomnost žluči. Běžná teplota, při níž se normálně bez potíží vyvíjí, je 10-45 °C. Ve střevní

flóře v určitém množství představují její přirozené obyvatele, problém nastává až při přemnožení (Schindler 2014). Vzhled druhu lze demonstrovat na obrázku číslo 6.

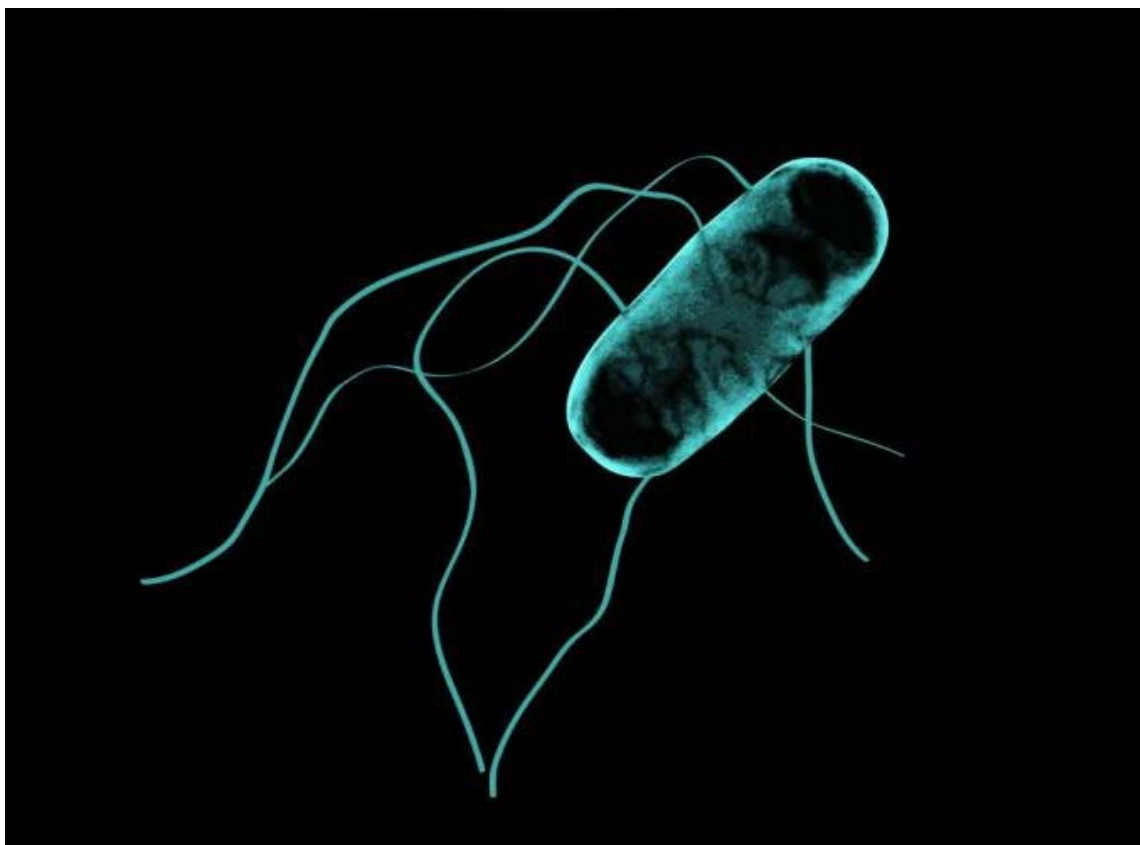


Obrázek 6 Vzhled *Enterococcus* spp.

Zdroj: <https://www.hygiene-in-practice.com/pathogen/enterococcus-faecium-en/>

3.1.4.3 *Salmonella* spp.

Salmonella spp. se řadí mezi nekoliformní druhy bakterií. Její stavbu těla a tvar lze demonstrovat na obrázku číslo 7. Obvykle jsou pohyblivé a nefermentují laktózu. Existuje více jak 2 500 sérotypů tohoto druhu, vyskytují se celosvětově a infikují zvířata i člověka. Vylučování této bakterie probíhá především skrze exkrementy. *Salmonella* spp. může způsobit velikou škálu různých druhů onemocnění – například salmonelózu, která se projevuje horečkou, nechutenstvím, hubnutím, průjmem a depresí (Quinn et al. 2004). Infekce bývá často získaná od lidí, kteří jsou nositeli infekce, možná je však také nákaza od zvířat. Další typ salmonel způsobuje obávaný břišní tyfus či paratyfus, který se vyznačuje úpornými bolestmi hlavy. Nejprve nemocný zpozoruje příznaky zácpy, která následně přejde v silný krvavý průjem. Nejčastěji se tedy nákazy touto bakterií projevují na gastrointestinálním traktu, probíhají rychle. Existují však i sepse s chybějícími příznaky nákazy. Infekce obvykle nastává alimentární cestou (Schindler 2014).



Obrázek 7 Jedinec Salmonelly, autor: Jay Hinton group, University of Liverpool,
Zdroj: <https://www.sciencedaily.com/releases/2019/01/190115144045.htm>

3.2 Vermikompostování

Vermikompostování neboli kompostování s použitím žížal je v dnešní době často označováno jako nejpokročilejší postup kompostování. Jedná se o přeměnu organických materiálů stabilizačním a biooxidačním procesem. Je to metoda maximálně přátelská k životnímu prostředí (Hanč & Plíva 2013). Tento mezofilní proces, který zahrnuje žížaly a přidružené mikroby, vede ke vzniku přírodního hnojiva – vermikompostu. Je charakterizován kolonií mezofilních bakterií a hub. Skládá se z aktivní fáze, během které žížaly a přidružené mikroby jemně zpracovávají substrát, a z fáze maturační, která zahrnuje činnost mikroorganismů. K maturaci vermikompostu dochází ve chvíli, kdy se žížaly přesunou do vrstvy s čerstvějším materiálem nebo ve chvíli, kdy je materiál odstraněn z vermikompostovací nádoby. Délka aktivní fáze závisí na druhu a množství žížal (Pathma & Sakthivel 2012).

3.2.1 Kompostování vs. vermikompostování

Vermikompostování využívající interakce mezi činností žížal a mikroorganismů na rozdíl od klasického kompostování nezahrnuje termofilní fázi rozkladu. I přesto však dochází

zhruba po 70 dnech za pomoci žížal k odstranění patogenů. (Edwards et al. 2010). Žížaly se samy starají o aeraci, fragmentaci i překopávání kompostu. Srovnáme-li pak samotný produkt, vermikompost vykazuje lepší vlastnosti než kompost klasický. Obsahuje totiž kromě živin také humus, enzymy, růstové hormony a látky, které chrání rostliny před chorobami či škůdci (Hanč & Plíva 2013). Vermikompostování uspíší rozkladný proces zhruba 2 až 5krát, jedná se o nejlepší alternativu klasického konvenčního kompostování. Je tedy urychlena přeměna odpadu na velice hodnotné hnojivo a v porovnání s klasickým kompostováním vzniká o mnoho více homogenní materiál. Existují rozdíly mezi společenstvy mikroorganismů vyskytujících se ve vermikompostu a v kompostu, v závislosti na čemž jsou mikrobiální pochody v materiálu odlišné, u kompostování klasického jsou procesy i mikroorganismy termofilní, u vermikompostování pak mezofilní (Pathma & Sakthivel 2012).

3.2.2 Možnosti, jak vermikompostovat

Všeobecně můžeme možnosti vermikompostování rozdělit do tří základních skupin. Vermikompostování může probíhat buď v malých vermikompostérech, ve větších objemech pak využíváme buď jednoduché nebo složité technologické systémy vermikompostování (Hanč & Plíva 2013).

Malé vermikompostéry mají své využití především v domácnostech, kde si uživatel drobného kompostéru může sám vyrábět kvalitní hnojivo ze zbytků z kuchyně. Tyto druhy kompostéru bývají nejčastěji rozděleny do několika různých pater, materiálem pro výrobu takového kompostéru bývá nejčastěji dřevo nebo plast. Umístit tuto nádobu lze kdekoli v domácnosti, důležité je především udržení stálých optimálních podmínek – velice nevhodné je vystavovat vermikompostér přímému slunci nebo mrazu (Hanč & Plíva 2013). Vermikompostér si lze vyrobit i pomocí vlastních sil, nejčastěji bývá vyroben z plastové popelnice, která má díru ve dně a pod popelnici je umístěna odtoková miska, kam je vylučována přebytečná tekutina. I tuto tekutinu lze použít jako tekuté hnojivo (Flowerdew 2011).

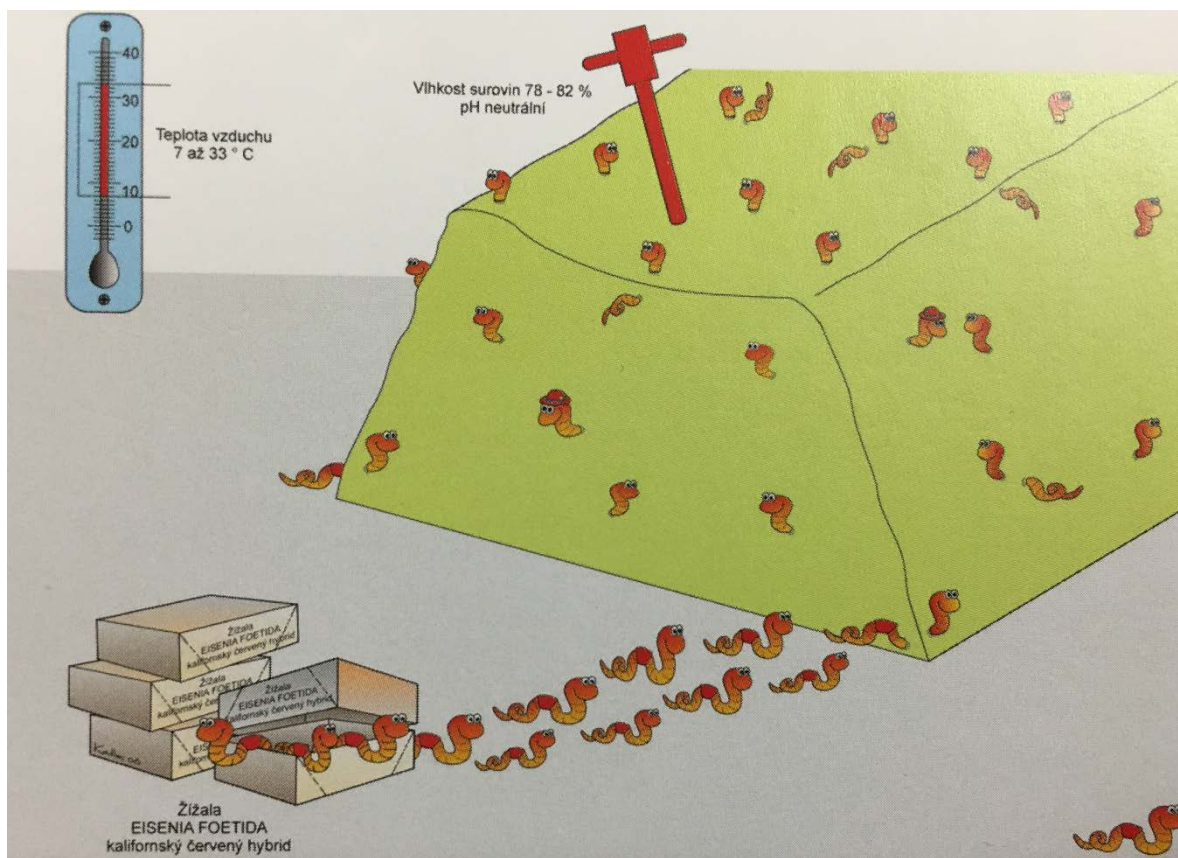
Jako jednoduché technologické systémy vermikompostování označujeme vermikompostování v pásových hromadách na volné ploše nebo vermikompostování v ohraničených záhonech. Vermikompostování v pásových hromadách na volné ploše je venkovní klasický a velice jednoduchý typ vermikompostování. Tento typ není vůbec náročný na investice ani na techniku, je však vhodné použít postup s přikrmováním žížal. Jako nevýhodu můžeme označit nutnost velkého množství operací, materiál je nutno přidávat na hromadu postupně dle toho, jak jej žížaly směrem odspoda nahoru postupně zpracovávají. Vermikompostování v ohraničeném záhonu bývá nejčastěji umístěno pod zastřešením,

hromady jsou ochráněny před povětrnostními vlivy a vermikompostovat takto lze i za chladnějšího počasí. Nevýhodou je nutnost vlhčení při vyšších teplotách a nutnost oddělení žížal na konci procesu, které je velice obtížné (Hanč & Plíva 2013).

Zařízení, která slouží ke složitým technologickým postupům, jsou vermireaktory. Nejvýznamnější výhodou používání vermireaktorů je bezesporu urychlení procesu. Zabírají menší plochu a je možno řídit a automatizovat celý provoz. Existuje několik konstrukčních řešení – základním typem je dvoumodulový reaktor, který je složen ze dvou identických nádob. Vermireaktor se souvislým procesem probíhá v hale s konstantní teplotou, kompostovat lze tedy celoročně. Suroviny jsou přidávány na síta a po jejich rozložení dochází k propadu produktu – vermikompostu. Tímto způsobem tedy lze dosáhnout plynulému zisku velice kvalitního vermikompostu (Hanč & Plíva 2013).

3.2.3 Druhy žížal používaných k vermikompostování

Žížaly bývají všeobecně označovány jako farmářovi přátelé či jako oráči přírody. Ovlivňují totiž mikrobiální kolonie, fyzické a chemické vlastnosti půdy. Dělí půdu na menší částičky, stejně tak i opad z listů. Tímto způsobem zvyšují množství organického materiálu pro rozklad mikroorganismy a přeměňují organický odpad v hodnotný vermikompost pomocí drcení a trávení materiálu s pomocí od anaerobních i aerobních mikroorganismů. Jejich aktivita podporuje mikroflóru a potlačuje škodlivé patogenní mikroorganismy (Pathma & Sakthivel 2012). Žížaly jsou ve chvíli, kdy jsou jim zajištěny optimální podmínky, schopny zkonzumovat množství potravy větší, než je jejich tělesná hmotnost. Za podmínek běžných takto zkonzumují zhruba polovinu své hmotnosti. Optimální podmínky pro žížaly, které lze demonstrovat na obrázku číslo 8, jsou teplota vzduchu 8 až 33 °C, vlhkost surovin 78 – 82 % a neutrální pH. Nejvhodnějším materiálem pro kompostování je předkompostovaný substrát z hnoje hospodářských zvířat, z rostlinných zbytků či slámy, odpady ze zeleniny či ovoce, různé ovocné výlisky, piliny, stromová kůra, piliny, papír a karton po navlhčení. Důležité je zachovat poměr C : N mezi 20 : 1 a 25 : 1 (Plíva et al. 2016).



Obrázek 8 Ideální podmínky pro žížaly při procesu vermikompostování, teplota mezi 7 a 33 °C a vlhkost surovin 78-82 %, pH neutrální. Kreslil: V. Kadlec, zdroj: Plíva et al. 2016

3.2.3.1 *Eisenia andrei*

V našich podmínkách je nejpoužívanějším druhem žížaly k vermikompostování *Eisenia andrei*. Její vzhled lze sledovat na obrázku číslo 10. Je to, stejně jako všechny ostatní druhy žížal, hermafrodit. Dospělec má v horní části těla tzv. opasek, který ukrývá vajíčka. Při páření žížal dochází k fixaci tím, že se jedna z žížal provlékne pod opasek druhé žížaly. Probíhá dvě až tři hodiny a jeho výsledkem jsou vytvořené kokony (to trvá zhruba 2 až 3 dny), v tomto kokonu se pak oplodněná vajíčka vyvíjí asi tři týdny. Jeden kokon skrývá průměrně tři malé žížalky. Dospělosti se *Eisenia andrei* dožívá zhruba ve věku čtyř týdnů od svého vylíhnutí, délka jejího života je pak zhruba 1,5 roku (Plíva et al. 2016). Kokony žížal jsou osídleny různými druhy bakterií, které pocházejí buď z rodičovských organismů, nebo z okolního prostředí. U druhu *Eisenia andrei* se v kokonu nachází 275 druhů různých bakterií. Dle studií se mohou tyto bakterie velice významně podílet na adaptacích žížaly – ať už se jedná o přizpůsobení se okolnímu prostředí nebo typu potravy (Aira et al. 2018). Oproti jinému druhu, *Eisenia fetida*, který také bývá používán k vermikompostování, je všeobecně více přijímána

právě *Eisenia andrei*, a to sice z důvodu, že je její růst lepší. Rychlost jejího reprodukčního cyklu je vyšší (Domínguez et al. 2005).



Obrázek 9 Dospělec *Eisenia andrei*. Zdroj: <https://solanacompost.wordpress.com/tag/eisenia-andrei/>

3.2.4 Vermikompost

Vermikompost je jemně rozdělený materiál, který svým vzhledem velice připomíná rašelinu. Je to materiál vysoce porézní, provzdušněný, odvodněný, má dobrou vodní kapacitu a bohatou mikrobiální aktivitu – a těchto všech dobrých vlastností je dosaženo pomocí interakce mezi žížalami a přidruženými mikroby. Má vynikající obsah živin i vyrovnávací kapacitu, což vede k tomu, že obsahuje takové fyzikálně-chemické parametry, které podporují úrodnost půdy a růst rostlin. Pomocí vermikompostu je také možné zvýšit půdní biodiverzitu podporou pozitivních mikrobus, které výrazně zlepšují růst rostlin, protože produkují hormony a enzymy ovlivňující růst. Pomocí aplikace vermikompostu dochází také k potlačení patogenů, hlístic a jiných škůdců, což sekundárně vede k omezení ztrát na úrodě. Vermikompost se tedy díky svým jedinečným biologickým, biochemickým a fyzikálně-chemickým vlastnostem výborně hodí

k použití v udržitelném zemědělství a jako bonus se jedná o bezpečné nakládání se zemědělskými, průmyslovými, domácími a nemocničními odpady, které by jinak mohly představovat poměrně vážnou hrozbu nejen pro život, ale i pro prostředí (Pathma & Sakthivel 2012).

3.3 Psí exkrementy v legislativě

Exkrementy rozhodně patří mezi odpady, konkrétně mezi biologicky rozložitelné odpady. Dle katalogu odpadů řadíme psí exkrementy pod katalogové číslo 02 01 06 – tedy zvířecí trus, moč a hnůj (včetně znečištěné slámy), kapalné odpady, soustředované odděleně mimo místo vzniku – kapalné a tuhé zvířecí výměšky, spadající do odpadů ze zemědělství, zahradnictví, lesnictví, myslivosti, rybářství (Altmann & Mimra, 2012). Katalog odpadů je přílohou Vyhlášky Ministerstva životního prostředí č. 93/2016, byl vytvořen jako reakce na legislativní požadavky Evropské unie. Každý druh odpadů má tři dvojčíslí – s tím, že první dvě čísla označují skupinu odpadů, druhé podskupinu a třetí je označením druhu odpadu. Nebezpečné druhy odpadů jsou označeny hvězdičkou (Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 93/2016 Sb. ze dne 23. března 2016 o Katalogu odpadů). Dle sdělení Ministerstva životního prostředí ke starému katalogu odpadů byly samostatně sbírané psí exkrementy zařazovány pod stejné katalogové číslo jako dle vyhlášky nové – tedy 02 01 06. Pokud jsou exkrementy sbírány do samostatných nádob, je nutné tento separovaný odpad kompostovat nebo spalovat, nádoby musejí být vyprazdňovány nejméně dvakrát týdně. Toto sdělení taktéž určovalo, že pokud jsou psí exkrementy sbírány společně se směsným pouličním odpadem, je třeba je zařadit pod katalogové číslo 20 03 03 – tedy Uliční smetky (Věst. MŽP Sdělení Ministerstva životního prostředí odboru odpadů č. 26/2005 o zařazení odpadů podle vyhlášky č. 381/2001 Sb., Katalogu odpadů, ve znění pozdějších předpisů, za rok 2003, 2004 a 2005).

Podíl biologicky rozložitelného odpadu v komunálním odpadu byl čím dál vyšší. To byl jeden z důvodů, proč se postupně po městech celé České republiky začal šířit systém sběru bioodpadu. V centrech měst a na sídlištích je udáván podíl biologicky rozložitelného komunálního odpadu 18,9 % z celkového množství, na vesnicích a okrajích měst je průměrná udávaná hodnota 6,3 % hmotnosti produkce odpadu vznikajícího v domácnostech. Mimo kuchyňský odpad do biologicky rozložitelného odpadu můžeme počítat také odpad ze zahrad, který je poměrně objemný (Altmann et al. 2010). Co se Evropy týká, zhruba 40 % vyhazovaného odpadu je možné zpracovat biologickými postupy, které jsou ekologické. Od jednoho obyvatele EU lze za rok separací získat asi 150 kg biologicky rozložitelného odpadu (Zemánek et al. 2010). Mezi tento odpad by šlo teoreticky počítat i psí exkrementy, nicméně

jejich umístování a vyhazování není v žádném z aktuálních legislativních dokumentů exaktně uvedeno.

Co se legislativy Evropské unie týče, existuje několik předpisů, které upravují problematiku exkrementů. Existuje Směrnice o odpadech, z níž jsou však exkrementy vyňaty. Nicméně exkrementy lze považovat dle této směrnice za vedlejší produkty živočišného původu určené ke skládkování, spalování či k využití v bioplynové stanici nebo kompostování a na tyto exkrementy už se tato směrnice vztahuje (Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic). Stejně stanovisko nalezneme i v novějším sdělení Evropské komise z roku 2018 (Sdělení komise o technických pokynech pro klasifikování odpadu 2018/C 124/01). Na území EU je dále platné nařízení určující hygienická pravidla pro vedlejší produkty živočišného původu, nicméně z tohoto nařízení jsou exkrementy vyjmuty. Jsou zde určena pouze pravidla pro hnůj získaný z exkrementů hospodářských zvířat (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 ze dne 21. října 2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě, a o zrušení nařízení (ES) č. 1774/2002 (nařízení o vedlejších produktech živočišného původu)). Evropský hospodářský a sociální výbor si nedostatků v legislativě všiml, a proto navrhuje zavést „přesnější rozlišení mezi výrobním odpadem/vedlejšími produkty používanými přímo v zemědělství jako hnojivo (tedy exkrementy a digestáty) a pokud jsou takové produkty používány jako složky.“ (Stanovisko Evropského hospodářského a sociálního výboru k návrhu nařízení Evropského parlamentu a Rady, kterým se stanoví pravidla pro dodávání hnojivých výrobků s označením CE na trh a kterým se mění nařízení (ES) č. 1069/2009 a (ES) č. 1107/2009).

Produkt vzešlý z biologicky rozložitelného materiálu musí dle české legislativy splňovat určité podmínky. Nejdůležitější je kontrola účinnosti hygienizace kompostu, která je prováděna sledováním indikátorových mikroorganismů (Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 341/2008 Sb. ze dne 26. srpna 2008 o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady)). Limity pro tyto mikroorganismy nalezneme v následující tabulce číslo 1.

Tabulka 1 Kritéria pro kontrolu účinnosti hygienizace prováděné na základě sledování indikátorových mikroorganismů, zdroj: Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 341/2008 Sb. ze dne 26. srpna 2008 o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady)).

Indikátorový mikroorganismus	Výstup	Jednotky	Počet zkoušek při každé kontrole výstupu		Limit (nález/KTJ*)
<i>Salmonella</i> spp.	rekultivační kompost/rekultivační digestát	nález v 50 g	5		negativní
Termotolerantní koliformní bakterie**	rekultivační kompost/rekultivační digestát	KTJ v 1 g	5	2	<10 ³
				3	<50
Enterokoky**	rekultivační kompost/rekultivační digestát	KTJ v 1 g	5	2	<10 ³
				3	<50

Poznámky k tabulce č. 1:

* KTJ = kolonie tvořící jednotku

** Z odebraných 5 vzorků musí minimálně stanovený počet vyhovět předepsaným limitům

V novém občanském zákoníku z roku 2012 bylo provedeno mnoho pozitivních změn z hlediska vlastnictví živých zvířat, neboť již nejsou považována za věc. Dále je však majitel zvířete povinen v případě, že poškodí majetek jiné osoby, uhradit škody. V § 1012 občanského zákoníku je uvedeno, že vlastník nesmí porušovat práva jiných osob či vykonávat činnosti, které by mohly obtěžovat či poškodit ostatní osoby. Z toho tedy přímo vyplývá povinnost majitele zvířete uklízet po svém psovi exkrementy, jelikož zápach linoucí se z výkalů na zahradě může obtěžovat obyvatele v sousedství (Zákon č. 89/2012 Sb. ze dne 3. února 2012 občanský zákoník). Exkrementy se často vyskytují na veřejných prostranstvích a v případě zjištění majitele zvířete, jehož výkal byl na veřejném pozemku ponechán ladem, může být pokutován až do výše 20 000,- Kč (Zákon 251/2016 Sb. ze dne 15. června 2016 o některých přestupcích ve znění zákona č. 178/2018 Sb.). Nepřímo nám také problematiku znečištění životního

prostředí řeší zákon o veterinární péči (Zákon č. 166/1999 Sb. ze dne 13. července 1999 o veterinární péči a o změně některých souvisejících zákonů).

4 Metodika

4.1 Metodika pokusu

V rámci diplomové práce byl v ekologickém centru na Vyšehradě v říjnu 2017 založen venkovní pokus s vermikompostováním psích exkrementů smíchaných s jiným biologicky rozložitelným materiálem (dle sezóny se jednalo o posečenou trávu či opad ze stromů) – jedna zkušební hromada a jedna hromada kontrolní. Na kontrolní hromadu nebyl dále přidáván žádný materiál, hromada zkušební byla (1-2 x za měsíc dle sezóny) doplňována exkrementy i biologickým materiálem. Z tohoto pokusu byly v intervalu 10–12 týdnů odebírány vzorky – vždy paralelně na mikrobiologický rozbor a na analýzu agrochemických ukazatelů. Mikrobiologický rozbor byl prováděn na Státním zdravotnickém ústavu, ve spolupráci s nímž byl pokus založen. Analýza agrochemických ukazatelů byla prováděna v laboratořích České zemědělské univerzity v Praze. Při posledních odběrech bylo odebráno navíc dalších šest vzorků – tři z každé hromady, které byly doručeny na Zdravotní ústav se sídlem v Ústí nad Labem na Oddělení parazitologie, mykologie a mykobakteriologie v Praze, kde byla provedena zkouška na přítomnost helmintů a jejich vajíček.

4.1.1 Vermikompostování

K vermikompostování byl použit druh žížal *Eisenia andrei*. Do kontrolní hromady nebyl již přidáván žádný materiál, hromada zkušební byla kontinuálně přikrmována. Zhruba v polovině doby byly na obě pokusné hromady přidány žížaly, jelikož při odběrech v květnu 2018 bylo vyhodnoceno, že jich není v hromadách dostatek – některé nepřežily zimu. Obě pokusné hromady byly pravidelně zvlhčovány.

4.1.2 Materiál

Veškerý materiál pro pokus byl odebírán v areálu parků u Vyšehradu – psí exkrementy pocházely z košů na exkrementy, díky čemuž byl vzorek získaných exkrementů skutečně pestrý – na Vyšehrad do parku chodí venčit své psy spousta majitelů a každý krmí svého domácího mazlíčka trochu jinak. Kromě psích exkrementů byly na zkušební hromady přidány také jiné biologicky rozložitelné materiály – dle sezóny se jednalo o posečenou trávu, opadané listí a podobně. Psí exkrementy byly s ostatním biologickým materiálem míchány zhruba v poměru 1:2. Na obrázku číslo 10 lze vidět vstupní surovinu (psí exkrementy) pro pokus připravenou k sušení.

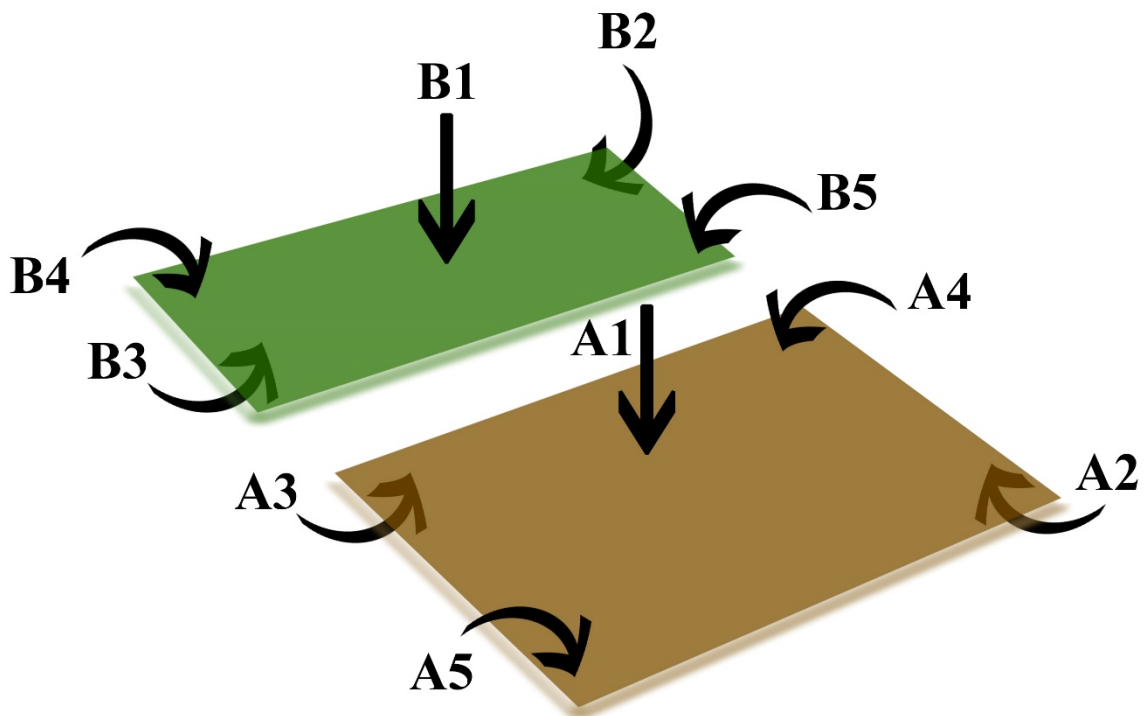
4.1.3 Odběr vzorků



Obrázek 10 Psí exkrementy připravené k sušení (foto vlastní)

Z každé pokusné hromady byly v různých stáří vermikompostu odebírány vzorky. Pro jednotlivé rozborby byly odběry trochu odlišné. První odběry pro mikrobiologický rozbor byly provedeny při založení pokusu. Odběry pro stanovení agrochemických parametrů byly provedeny ve stáří vermikompostu 29 týdnů, 41 týdnů a 51 týdnů. Fotografie zkušební a kontrolní hromady ve stáří vermikompostu 41 týdnů lze vidět na obrázku číslo 12.

Pro mikrobiologický rozbor bylo z každé hromady odebíráno celkem pět menších vzorků, vzorky byly odebrány i ve stáří vermikompostu 0 týdnů. Schéma odběru vzorků pro mikrobiologická stanovení lze pozorovat na obrázku číslo 11.



Obrázek 11 Postup odběru vzorků pro mikrobiologický rozbor – A označuje zkušební hromadu, B označuje hromadu kontrolní. Obrázek vlastní vytvořený dle schématu, které poskytla Mgr. Bošτίková.

Vzorky pro stanovení agrochemických ukazatelů byly odebírány ze stejných míst z celého profilu hromad. Uváděné stáří je tedy stáří maximální, nicméně byl ve vzorcích obsažen i materiál mladší. Tyto odebrané vzorky tvořily jeden směsný vzorek o hmotnosti cca 3 kg, který byl následně rozdělen na tři dílčí vzorky. Při posledních odběrech před ukončením pokusu bylo odebráno celkem 6 vzorků na stanovení helmintů – tři z hromady zkušební a tři z hromady kontrolní. Každá z hromad byla pomyslně rozdělena na třetiny, odběr vzorku pro stanovení helmintů byl prováděn v celé hloubce profilu. Odběr byl proveden pouze jeden, abychom zjistili, zda po roce vermikompostování materiál obsahuje vajíčka helmintů, která jsou v psích exkrementech běžně přítomna a mohou se stát zdrojem infekcí.

Frekvenci vzorkování pro jednotlivá stanovení lze vyčíst z následující tabulky číslo 2.

Tabulka 2 Data odběrů vzorků pro jednotlivá stanovení

Stáří kompostu	0 týdnů	29 týdnů	41 týdnů	51 týdnů
Mikrobiologie	Ano	Ano	Ano	Ano
Agrochemické parametry	Ne	Ano	Ano	Ano
Helminti	Ne	Ne	Ne	Ano



Obrázek 12 Pokus s vermikompostováním psích exkrementů. Vlevo hromada zkušební, vpravo pod plachtou hromada kontrolní. Půdorys obou hromad 250 x 130 cm.

4.2 Stanovování agrochemických parametrů

Vzorek byl připravován pro jednotlivá stanovení – se vzorkem bylo vždy manipulováno ihned po odběru. Nejprve byl materiál zhomogenizován (viz obrázek 13), byly z něj vybrány žížaly, které byly následně spočteny, promyty, zváženy a zmrazeny. Vzorek bez žížal byl následně rozdělen na tři dílčí vzorky. Každý z těchto vzorků byl následně dělen na dvě části k jednotlivým stanovením – první část byla uschována při 4°C pro následné měření pH a měrné vodivosti, druhá část byla usušena při 35°C v sušárně pro analýzy obsahu prvků.



Obrázek 13 Zhomogenizovaný směsný vzorek (foto vlastní)

4.2.1 pH

Hodnota aktivního pH byla změřena poté, co byly vzorky smíchány v poměru 1:5 s demineralizovanou vodou a třepány po dobu 10 min na třepačce, dle normy ČSN EN 15933 (ČSN EN 15 933, 2013). K měření byl použit pH metr WTW 340i.

4.2.2 Měrná vodivost

Měrná vodivost byla měřena konduktometrem WTW Cond 730 inoLab®, vzorky smíchané s demineralizovanou vodou (poměr 1:5) byly třepány 10 min na třepačce, přefiltrovány a následně probíhalo měření měrné vodivosti dle normy ČSN EN 15933 (ČSN EN 15 933, 2013).

4.2.3 Stanovení C:N a celkového obsahu prvků



Obrázek 14 Navážené vzorky v sušárně (foto vlastní)

Pro stanovení poměru C:N i celkového obsahu prvků bylo nezbytné pracovat s usušenými vzorky. Vzorky připravené v sušárně je možno demonstrovat na obrázku 14.

Poměr C:N byl analyzován na přístroji CHNS Vario MACRO cube (Elementar Analysensysteme GmbH, Germany). Tento přístroj spálil v katalytické peci

přibližně 25 mg usušeného namletého vzorku, vyhodnotil obsah C i N, z čehož následně automaticky vyhodnotil jejich vzájemný poměr.

Celkový obsah prvků (P, K, Ca, Mg) byl stanoven pomocí mikrovlnného rozkladu na mokré cestě v uzavřeném systému Ethos 1 (MLS GmbH Germany), kde bylo naváženo 0,5 g usušeného namletého vzorku, zalito 8 ml HNO₃ (65%) a 2 ml H₂O₂ (30%) a poté převedeno do roztoku pomocí demineralizované vody a doplněno na objem 25 ml. Následně měření probíhalo pomocí optické emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP – OES Varian Vista Pro).

4.3 Mikrobiologický rozbor

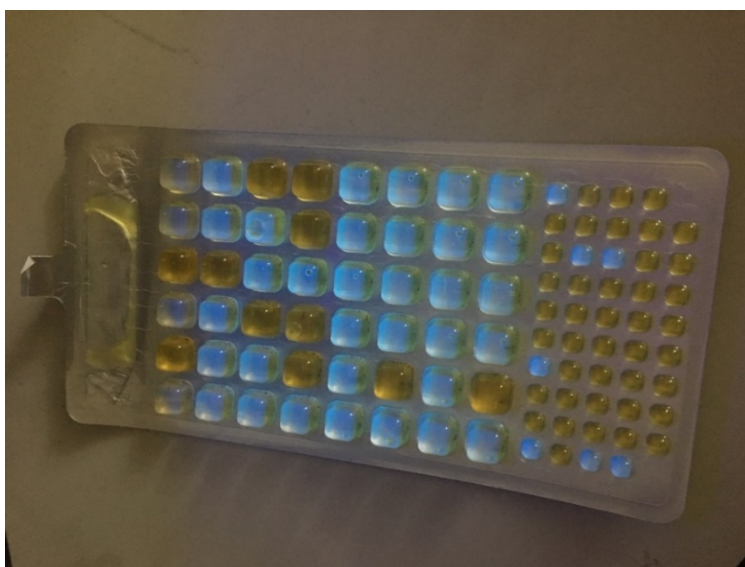
Mikrobiologický rozbor byl prováděn na Státním zdravotním ústavu v Laboratoři odborné skupiny hygieny půdy a odpadů. Veškeré postupy vycházely ze standardních operačních postupů používaných v laboratoři. Z čerstvě odebraného vzorku bylo do polyethylenového sáčku naváženo přesně 10 g vzorku. Ke vzorku bylo přidáno 90ml fosfátového pufru a takto připravený laboratorní vzorek byl umístěn na 2 minuty do homogenizátoru Stomacher. Po homogenizaci byl vzorek převeden do skleněné nádoby. Vzorek byl dále dle předpokládané kontaminace ředěn 1–10 x (Matějů 2009).

4.3.1 Termotolerantní koliformní bakterie



Obrázek 15 Stanovení termotolerantních koliformních bakterií
(Foto: Mgr. Boštková)

Ze vzorku bylo naváženo 10 g materiálu, který byl pomocí homogonizátoru (STOMACHER® 400 CIRCULATOR – 2 min, 230 RPM) homogonizován v 90 ml fosfátového pufru. Vzorek byl dále ředěn desítkovou řadou ve fosfátovém pufru. Z každého desítkového ředění byl pro stanovení odebrán 1 ml vzorku, který byl smíchan s 99 ml demineralizované vody, kam se poté přidá činidlo Colilert-18 (IDEXX). Po jeho úplném rozpuštění se vzorek (z desítkového ředění) přelije do speciální destičky Quanti-Tray/2000. Destička byla zatavena (Quanti-Tray Sealer) a inkubována po dobu 18 hodin při teplotě 44 ± 1 °C. Při odečtení byly spočítány žluté jamky, které představují množství termotolerantních koliformních bakterií (viz obrázek číslo 13), a fluorescentní jamky (UV 366 nm) představující *Escherichia coli*, které lze spatřit na obrázku číslo 8. Dle tabulky dodané výrobcem byly odečtené hodnoty

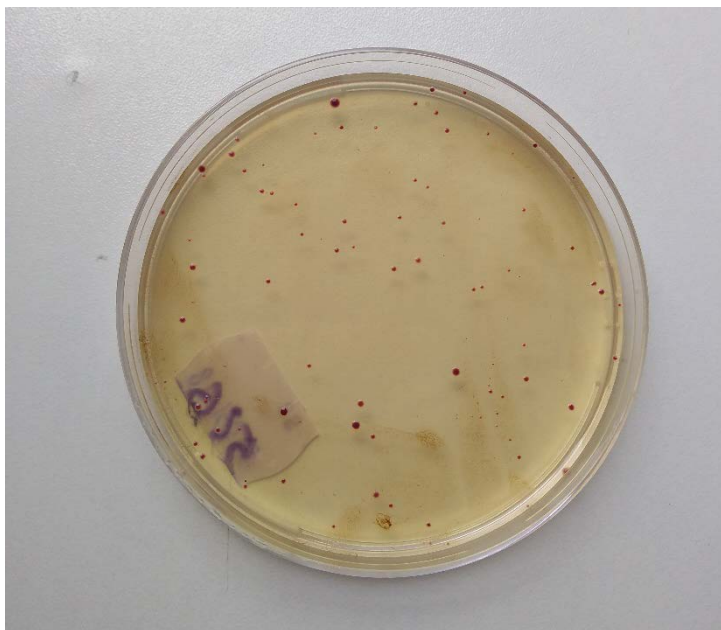


Obrázek 16 Jamky v destičce Quanti-Tray/2000 pod uV lampou. Fluorescentní jamky představují *E.coli*. (Foto: Mgr. Boštková)

přepočítány na hodnoty MPN (most probable number) a ty byly poté přepočítány na koncentraci daných bakterií v 1 g vzorku (Boštková 2019 osobní sdělení).

4.3.2 Enterokoky

Vzorky pro analýzu enterokoků byly kultivovány na Petriho miskách. Nejprve bylo opět

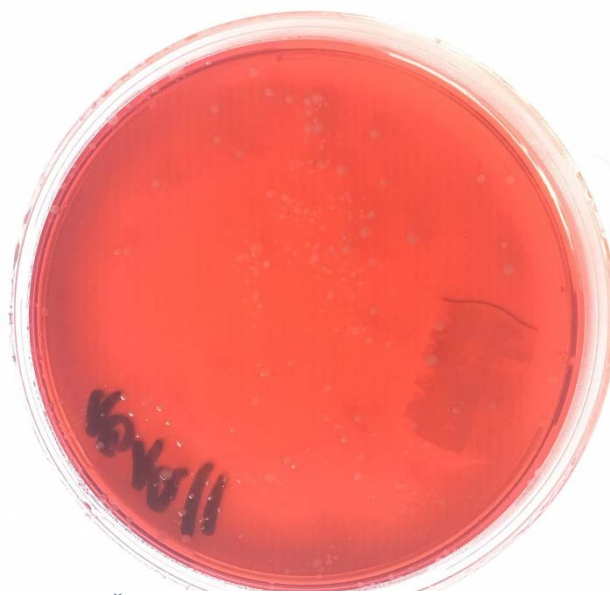


Obrázek 17 Hnědé kolonie enterokoků (foto vlastní)

provedeno ředění 1 :10. Na agarovou plotnu se Slanetz-Bartley mediem bylo naočkováno 0,2 ml vzorku z každého desítkového ředění. Toto množství bylo na plotně rozetřeno do úplného vsáknutí. Každý vzorek z desítkového ředění byl nasazován na dvě plotny. Po 24 hodinách je možno provést odečet, enterokoky se jeví jako hnědé kolonie na povrchu agaru (Matějů 2009). Počty kolonií narostlé na miskách se přepočítají dle ředění na 1g původního vzorku.

4.3.3 Salmonella spp.

Pro stanovení salmonel bylo naváženo 50 g vzorku do peptonové pufované vody. Po 16-20 hodinách kultivace při teplotě $36\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ bylo provedeno přeočkování do selektivní selenidové půdy a zároveň bylo 0,1 ml takto získané kultury v pufované vodě převedeno do zkumavky obsahující 10 ml selektivní půdy RV (půda s chloridem hořečnatým a malachitovou zelení) a obě zaočkované selektivní půdy byly kultivovány po dobu 24 h při teplotě $41,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (RV) a $36\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (selenidová půda). Následně byla kultura bakteriologickou kličkou vyočkována na plotny s XLT agarem (xyloso-lysin-deoxycholátový) a BGA agarem (agar s fenolovou červení a briliantovou zelení). Misky byly obráceny dnem vzhůru a umístěny do termostatu. Po 24 hodinách



Obrázek 18 Červeně zbarvený agar, na němž je přítomna Salmonella spp.(foto vlastní)

bylo možno provést odečet – na XLT agaru se jevíly jako černé kolonie, na BGA agaru se objevovaly změnou barvy půdy z růžové na červenou (Matějů 2009). Při nálezu presumtivních kolonií salmonel byly provedeny biochemické a konfirmační testy.

4.4 Stanovení helmintů

Rozbor přítomnosti helmintů (parazitických červů) a jejich vajíček byl prováděn v laboratoři Zdravotního ústavu se sídlem v Ústí nad Labem na oddělení parazitologie, mykologie a mykobakterie Praha. Laboratoř provedla stanovení dle svého standardního operačního postupu, který není veřejný. Stanovení bylo provedeno na vzorcích ve stáří kompostu 51 týdnů, bylo odebráno celkem 6 vzorků (3 z hromady kontrolní, 3 z hromady zkušební).

4.5 Statistické metody

Pro hodnocení pomocí statistiky byl použit program Microsoft Excel (Microsoft, USA). Tento program byl používán pro výpočet průměrů a směrodatných odchylek. Na základě testu normality a homogenity byl ke stanovení statistických rozdílů použit neparametrický Kruskal-Wallisův test v programu Statistica 12 (Statsoft, Tulsa).

5 Výsledky

5.1 Výstup ze samotné suroviny – psího exkrementu

5.1.1 Agrochemické ukazatele

5.1.1.1 Stanovení z čerstvého materiálu

Tabulka číslo 3 udává hodnoty naměřené z čerstvého materiálu vstupní suroviny (psího exkrementu) – konkrétně se jedná o pH a měrnou vodivost. Sušina byla stanovena z hodnot hmotnosti před a po usušení. Psí exkrement obsahoval 36,2 % sušiny, jeho pH bylo kyselé – konkrétní hodnota byla 6,66 a měrná vodivost byla 2414,33 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Tabulka 3 Sušina, pH a měrná vodivost čistého psího exkrementu.

Materiál	Sušina [%]	pH	Měrná vodivost [$\mu\text{S}/\text{cm}$]
Čistý exkrement	36,2 \pm 1,35	6,66 \pm 0,32	2414 \pm 54,7

Hodnoty jsou vypočtené průměry \pm směrodatná odchylka (n=3).

5.1.1.2 Stanovení ze sušeného materiálu – poměr C:N

Tabulka číslo 4 udává hodnoty naměřené ze sušeného materiálu vstupní suroviny (psího exkrementu) – konkrétně se jedná o obsah C, N a jejich vzájemný poměr. Exkrement byl ze 36,4 % tvořen uhlíkem, dusíku obsahoval 4,24 %. Poměr těchto dvou prvků byl 8,59.

Tabulka 4 Obsah uhlíku, dusíku a jejich poměr v čistém psím exkrementu.

Materiál	C	N	C:N
Čistý exkrement	36,4 \pm 0,11	4,24 \pm 0,24	8,59 \pm 0,46

Hodnoty jsou vypočtené průměry \pm směrodatná odchylka (n=3).

5.1.1.3 Stanovení ze sušeného materiálu – obsah prvků

Tabulka číslo 5 udává hodnoty naměřené ze sušeného materiálu vstupní suroviny (psího exkrementu) – konkrétně se jedná o celkový obsah P, K, Ca a Mg. Psí exkrement obsahoval z námi sledovaných prvků nejvíce vápníku – 63 596 mg/kg. Fosforu bylo v psím exkrementu obsaženo 30 967 mg/kg, draslíku bylo 4343 mg/kg a hořčíků 4376 mg/kg.

Tabulka 5 Celkové obsahy prvků v čistém psím exkrementu

Materiál	P [mg/kg]	K [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Mg [mg/kg]
Čistý exkrement	30967 ± 283	4343 ± 495	63596 ± 990	4376 ± 765

Hodnoty jsou vypočtené průměry ± směrodatná odchylka (n=3).

5.1.2 Mikrobiologický rozbor

Tabulka číslo 6 udává hodnoty naměřené z čerstvého materiálu vstupní suroviny (psího exkrementu) – byl proveden mikrobiologický rozbor pro stanovení termotolerantních koliformních bakterií, z nichž byla následně určována *Escherichia coli* a enterokoky. Psí exkrement obsahoval 780 000 KTJ termotolerantních koliformních bakterií, z nichž 214 200 kolonií prokázalo přítomnost *E.coli*. Ve vstupní surovině bylo nalezeno 390 000 KTJ enterokoků. Vzorek čistého psího exkrementu byl dále testován na přítomnost *Salmonelly* spp. a přítomnost *Salmonelly* spp. byla prokázána.

Tabulka 6 Množství kolonií tvořících jednotku pro jednotlivé skupiny patogenních indikátorových organismů v čistém psím exkrementu

Materiál	TKB* [KTJ]	<i>E. coli</i> [KTJ]	enterokoky [KTJ]	<i>Salmonella</i>
Čistý exkrement	780000	214200	390000	+

* termotolerantní koliformní bakterie

5.2 Výstup ze zkušební hromady (A)

5.2.1 Agrochemické ukazatele

5.2.1.1 Stanovení z čerstvého materiálu

Ve výsledcích měření jednotlivých dat odběrů vermikompostu (viz tabulka 7) byl zaznamenán postupný nárůst sušiny s vyšším stářím vermikompostu – ve stáří 29 týdnů byla sušina 33,61 %, následně hodnota vzrostla na 41,35 % a při posledních odběrech vycházela sušina na 50,04 %. Mezi hodnotou sušiny při odběru ve stáří vermikompostu 29 týdnů a 51 týdnů je možno pozorovat statisticky významný rozdíl, který je v tabulce číslo 7 vyjádřen rozdílnými písmeny.

Tabulka 7 Sušina, pH, měrná vodivost a žížaly ve vzorcích odebraných ze zkušební hromady

Datum odběru	Sušina [%]	pH	Měrná vodivost [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	Počet žížal a hmotnost ve 3 kg
15.5.2018 (stáří 29 týdnů)	33,6 \pm 0,98 ^a	8,45 \pm 0,23 ^a	1259 \pm 23,7 ^{ab}	88 ks 14,2 g
7.8.2018 (stáří 41 týdnů)	41,4 \pm 1,51 ^{ab}	8 \pm 0,13 ^a	1128 \pm 45,9 ^a	50 ks 6,1 g
18.10.2018 (stáří 51 týdnů)	50 \pm 2,73 ^b	7,91 \pm 0,14 ^a	2103 \pm 88,9 ^b	0 ks

Hodnoty jsou vypočtené průměry \pm směrodatná odchylka (n=3). Hodnoty označené rozdílnými písmeny vykazovaly statisticky významné rozdíly ($p < 0,05$).

S postupným stářím vermikompostu se mírně snižovalo pH, posunovalo se směrem od mírně zásaditého k neutrálnímu. Hodnoty pH byly 8,45 při stáří vermikompostu 29 týdnů, při stáří 41 týdnů se hodnota snížila na 8. Po 51 týdnech vermikompostování bylo naměřené pH 7,91. Mezi hodnotami pH při různých stářích vermikompostu nebyl pozorován statisticky významný rozdíl. Nejvyšší měrná vodivost byla naměřena pro odběr ve stáří vermikompostu 51 týdnů – a to sice 2103 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Tento výsledek se statisticky významně lišil od výsledku měrné vodivosti z odběru ve stáří vermikompostu 41 týdnů, který byl 1128 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Počet žížal ve zkušební hromadě klesal – ve vzorcích z posledních odběrů nebyla přítomna žádná.

5.2.1.2 Stanovení ze sušeného materiálu – poměr C:N

Obsah uhlíku, dusíku a jejich poměr se v průběhu kompostování ve zkušební hromadě nikterak významně neměnil (viz tabulka 8). Vermikompost po 29 týdnech obsahoval 29,1 % uhlíku, 2,38 dusíku a jejich vzájemný poměr byl 12,3. Po 51 týdnech vermikompostování došlo k mírnému snížení poměru C:N na 11,85. Vermikompost v tomto stáří obsahoval 28,6 % uhlíku

a 2,42 % dusíku. Rozdíly výsledků těchto parametrů mezi jednotlivými odběry nebyly statisticky významné.

Tabulka 8 Obsah uhlíku, dusíku a jejich poměr ve vzorcích odebraných ze zkušební hromady

Datum odběru	C [%]	N [%]	C:N
15.5.2018 (stáří 29 týdnů)	29,1 ± 0,86 ^a	2,38 ± 0,14 ^a	12,3 ± 0,48 ^a
7.8.2018 (stáří 41 týdnů)	27,2 ± 2,34 ^a	2,34 ± 0,27 ^a	11,6 ± 0,38
18.10.2018 (stáří 51 týdnů)	28,6 ± 2,68 ^a	2,42 ± 0,30 ^a	11,9 ± 0,35 ^a

Hodnoty jsou vypočtené průměry ± směrodatná odchylka (n=3). Hodnoty označené rozdílnými písmeny vykazovaly statisticky významné rozdíly (p < 0,05).

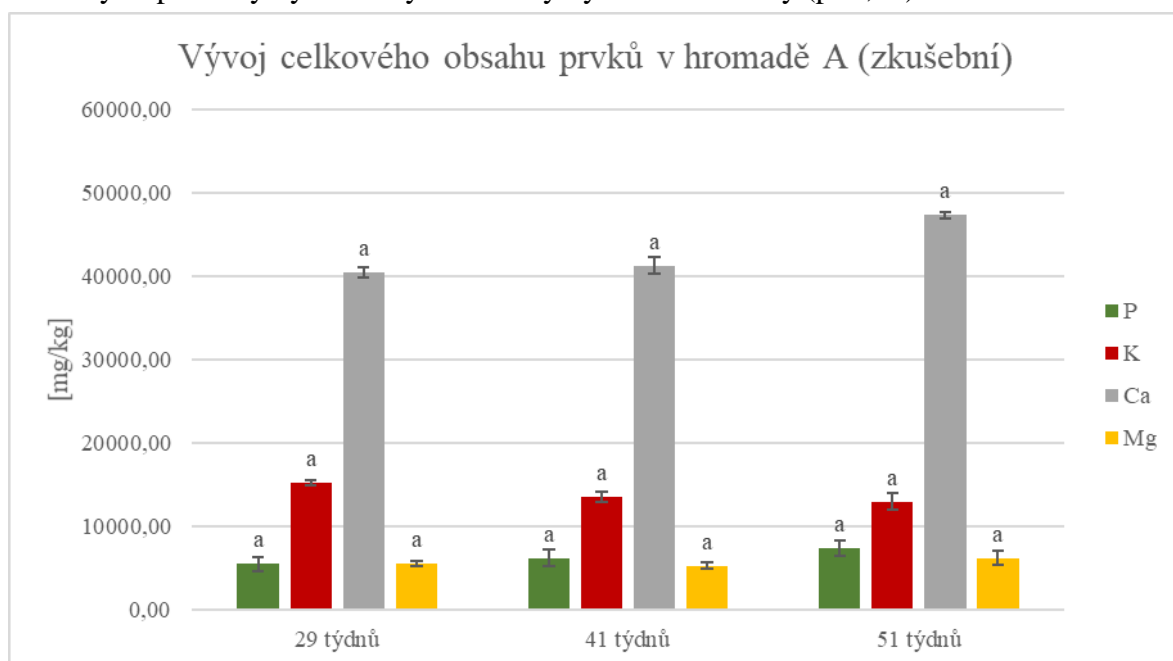
5.2.1.3 Stanovení ze sušeného materiálu – obsah prvků

V grafu 1 lze pozorovat postupný nárůst či pokles celkového obsahu vybraných prvků s postupným stářím vermikompostu. Tabulka 9 zobrazuje přesné hodnoty obsahu prvků při jednotlivých stářích vermikompostu.

Tabulka 9 Celkové obsahy prvků ve vzorcích odebraných ze zkušební hromady

Datum odběru	P [mg/kg]	K [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Mg [mg/kg]
15.5.2018 (stáří 29 týdnů)	5541 ± 872 ^a	15257 ± 342 ^a	40536 ± 622 ^a	5589 ± 354 ^a
7.8.2018 (stáří 41 týdnů)	6275 ± 975 ^a	13641 ± 606 ^a	41323 ± 952 ^a	5312 ± 362 ^a
18.10.2018 (stáří 51 týdnů)	7442 ± 990 ^a	13018 ± 978 ^a	47378 ± 398 ^a	6239 ± 820 ^a

Hodnoty jsou vypočtené průměry ± směrodatná odchylka (n=3). Hodnoty označené rozdílnými písmeny vykazovaly statisticky významné rozdíly (p < 0,05).

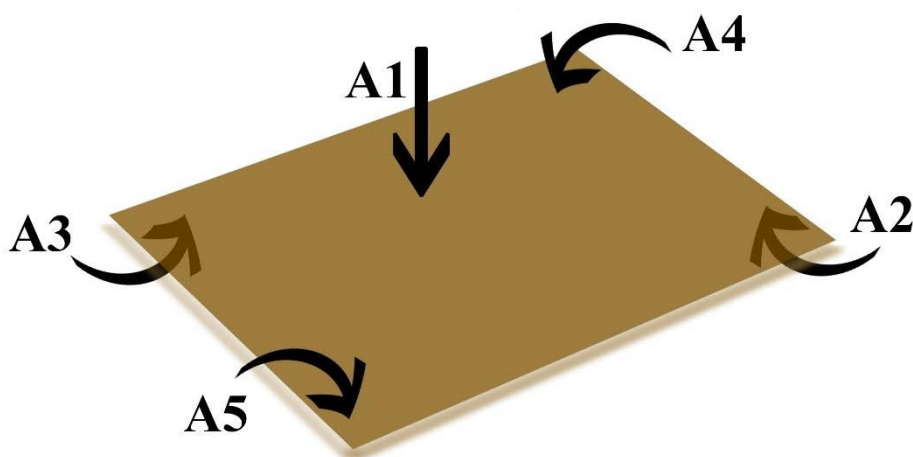


Graf 1 Graf celkových obsahů prvků ve zkušební hromadě v jednotlivých vzorcích odebraných ve stáří kompostu 29 týdnů, 41 týdnů a 51 týdnů.

U vzorků byl sledován celkový obsah fosforu, draslíku, vápníku a hořčíku. Ani u jednoho z prvků nebyly sledovány statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými odběry. Nejvyšších hodnot dosahoval vápník, 51 týdnů starý vermikompost obsahoval vápníku nejvíce – 47 378 mg/kg. Vzestupný vývoj měly i další dva prvky – fosfor a hořčík. Fosfor vystoupal z hodnoty 5541 mg/kg až na hodnotu 7442 mg/kg. Hořčíku bylo při stáří 29 týdnů ve vermikompostu obsaženo velice podobně jako fosforu, konkrétně 5589 mg/kg, jeho hodnota však nejprve mírně klesla na 5312 mg/kg a následně stoupla na 6239 mg/kg. Hodnota draslíku se v průběhu procesu vermikompostování snižovala – a to z hodnoty 15 257 mg/kg na 13 018 mg/kg. Draslíku bylo ve vzniklém vermikompostu obsaženo zhruba třikrát více než hořčíku.

5.2.2 Mikrobiologický rozbor

Odběry byly prováděny dle schématu na obrázku číslo 19, rohové vzorky byly odebírány střídavě z vnitřní a z vrchní vrstvy.



Obrázek 19 Schéma znázorňující odběr vzorků ze zkušební hromady pro mikrobiologický rozbor. Písmena použitá ve schématu se níže v textu objevují v tabulkách s výsledky.

Počet kolonií tvořících jednotku se u koliformních bakterií všeobecně v průběhu procesu vermikompostování postupně snižoval (viz tabulka 10). Při zakládání pokusu pravá strana (A2, A4) vykazovala vyšší množství termotolerantních koliformních bakterií než strana levá i střed (A3, A5 a A1). Nejvyšší množství termotolerantních koliformních bakterií bylo při prvním odběru v bodě A2, a to dokonce množství nad mezí detekce, která je 24 196 000 KTIJ pro metodu Colilert¹⁸. Ve stáří vermikompostu 51 týdnů bylo v bodě A2 stále nejvyšší množství patogenních indikátorových organismů, nicméně oproti výchozí hodnotě to bylo množství o čtyři řády nižší. U ostatních odběrných bodů byl při posledních odběrech naměřen

výskyt patogenních indikátorových organismů <50. Vzorky odebírané z povrchu hromady nevykazovaly pravidelně vyšší hodnoty než odběry odebírané z vnitřní části hromady.

Tabulka 10 Množství termotolerantních koliformních bakterií (v KTJ) v jednotlivých vzorcích dle data odběru ze zkušební hromady

Datum	A1 [KTJ]	A2 [KTJ]	A3 [KTJ]	A4 [KTJ]	A5 [KTJ]
25.10.2017 (stáří 0 týdnů)	780000	> 24196000	63400	20350000	380000
14.05.2018 (stáří 29 týdnů)	> 24196	11199	4352	> 24196	9804
07.08.2018 (stáří 41 týdnů)	10462	> 24196	> 24196	4611	> 24196
18.10.2018 (stáří 51 týdnů)	<50	1386	<50	<50	<50

V tabulce 11 jsou uvedeny naměřené hodnoty počtu kolonií tvořících jednotku druhu *Escherichia coli*. Stejně jako v případě termotolerantních koliformních bakterií vykazovala pravá strana vyšší počty patogenních indikátorových organismů než strana levá. Při založení vermikompostu bylo nejvyšší množství *Escherichie coli* v bodě A4, a to konkrétně 13 910 000 KTJ. V průběhu vermikompostování toto množství kleslo až na hodnotu <1 (ve stáří 41 týdnů) a následně se mírně zvýšilo na hodnotu <50. Při posledních odběrech vykazoval nejvyšší počty patogenního indikátorového organismu *Escherichia coli* bod A2 nacházející se na pravé straně – a to sice hodnotu 1386 KTJ, ostatní body obsahovaly <50 KTJ (pod mezí detekce) *Escherichie coli*. Odběry odebírané z vrchu hromady nevykazovaly pravidelně vyšší hodnoty než odběry odebírané zevnitř.

Tabulka 11 Množství *Escherichie coli* (v KTJ) v jednotlivých vzorcích dle data odběru ze zkušební hromady

Datum	A1 [KTJ]	A2 [KTJ]	A3 [KTJ]	A4 [KTJ]	A5 [KTJ]
25.10.2017 (stáří 0 týdnů)	214200	1234000	60900	13910000	85000
14.05.2018 (stáří 29 týdnů)	5298	3877	1036	2402	4569
07.08.2018 (stáří 41 týdnů)	20	<1	<1	<1	52
18.10.2018 (stáří 51 týdnů)	<50	1386	<50	<50	<50

Množství enterokoků při jednotlivých stářích vermikompostu je uvedeno v tabulce číslo 12. Pravá strana při založení vermikompostu opět vykazovala vyšší hodnoty patogenních indikátorových organismů než strana levá. Nejvyšší hodnoty dosahoval bod A4 – bylo zde naměřeno 10 000 000 KTJ enterokoků. Nejnižší množství patogenních indikátorových organismů byla naměřena při odběru ve stáří vermikompostu 29 týdnů. Při dalším odběru se množství zvýšila a při posledních odběrech opět klesla. Nejvyšší hodnotu ve stáří vermikompostu 51 týdnů vykazoval bod A3, který se nacházel na levé straně

vermikompostovací hromady. Odběry odebírané z povrchu hromady nevykazovaly pravidelně vyšší hodnoty než odběry odebírané zevnitř.

Tabulka 12 Množství enterokoků (v KTJ) v jednotlivých vzorcích dle data odběru ze zkušební hromady

Datum	A1 [KTJ]	A2 [KTJ]	A3 [KTJ]	A4 [KTJ]	A5 [KTJ]
25.10.2017 (stáří 0 týdnů)	390000	9600000	180000	10000000	42000
14.05.2018 (stáří 29 týdnů)	6925	975	<750	975	<750
07.08.2018 (stáří 41 týdnů)	11199	5493	11199	7701	1775
18.10.2018 (stáří 51 týdnů)	<750	<750	7545	4636	<750

Tabulka číslo 13 uvádí přítomnost bakterií *Salmonella* spp. v jednotlivých vzorcích. Přítomnost byla zaznamenána pouze při prvním odběru v bodě A1 a v tabulce je zaznamenána jako +. U všech ostatních vzorků nebyla prokázána přítomnost *Salmonelly* spp..

Tabulka 13 Přítomnost Salmonelly spp. v jednotlivých vzorcích dle data odběru ze zkušební hromady

Datum	A1	A2	A3	A4	A5
25.10.2017 (stáří 0 týdnů)	+	-	-	-	-
14.05.2018 (stáří 29 týdnů)	-	-	-	-	-
07.08.2018 (stáří 41 týdnů)	-	-	-	-	-
18.10.2018 (stáří 51 týdnů)	-	-	-	-	-

5.3 Výstup z kontrolní hromady (B)

5.3.1 Agrochemické ukazatele

5.3.1.1 Stanovení z čerstvého materiálu

Ve výsledcích kontrolní hromady (viz tabulka 14) se se zvyšujícím se stářím kompostu sušina téměř neměnila, mezi jednotlivými odběry nebyly prokázány statisticky významné rozdíly. Procento obsahu sušiny se pohybovalo v rozmezí 32,5 – 33,6.

Tabulka 14 Sušina, pH, měrná vodivost a žížaly ve vzorcích odebraných z kontrolní hromady

Datum odběru	Sušina [%]	pH	Měrná vodivost[μ S/cm]	Počet žížal a hmotnost ve 3 kg
15.5.2018 (stáří 29 týdnů)	32,5 \pm 1,74 ^a	8,62 \pm 0,3 ^a	1149 \pm 51,4 ^a	171 ks 9,9 g
7.8.2018 (stáří 41 týdnů)	33,6 \pm 1,07 ^a	7,95 \pm 0,12 ^{ab}	1458 \pm 67,9 ^{ab}	78 ks 5 g
18.10.2018 (stáří 51 týdnů)	33,4 \pm 1,48 ^a	7,59 \pm 0,17 ^b	1818 \pm 113,1 ^b	34 ks 2,9 g

Hodnoty jsou vypočtené průměry \pm směrodatná odchylka (n=3). Hodnoty označené rozdílnými písmeny vykazovaly statisticky významné rozdíly (p < 0,05).

V kontrolní hromadě se pH se stářím vermikompostu postupně snižovalo – celou dobu však vykazovalo mírně zásaditou povahu. Nejvyšší hodnota pH byla ve stáří vermikompostu 29 týdnů – z tohoto odběru byla naměřena hodnota 8,62 a při posledním odběru byla hodnota pH o více než 1 menší – 7,59. Mezi hodnotou pH pro stáří vermikompostu 29 týdnů a pro stáří vermikompostu 51 týdnů je prokázán statisticky významný rozdíl. V průběhu procesu vermikompostování se zvyšovala i měrná vodivost, nejvyšší hodnoty měrné vodivosti dosáhl vermikompost ve stáří 51 týdnů a její velikost byla 1818 μ S/cm, zatímco ve stáří 29 týdnů byla tato hodnota 1149 μ S/cm. Tyto dvě hodnoty se od sebe statisticky významně lišily. Počet žížal v kontrolní hromadě klesal. Při prvních odběrech bylo ve vzorcích nalezeno 171 žížal, při odběrech posledních bylo žížal 34 ks. Nejvíce dospělých žížal bylo ve vermikompostu nalezeno při posledních odběrech, u vermikompostu starého 29 týdnů byly přítomny spíše čerstvě vylíhnuté žížaly.

5.3.1.2 Stanovení ze sušeného materiálu – poměr C:N

Obsah uhlíku se v průběhu kompostování ve zkušební hromadě nikterak významně neměnil (viz tabulka 15). Obsah dusíku se vzrůstajícím stářím vermikompostu pomalu stoupal, poměr C:N naopak mírně klesal. Poměr C:N se pohyboval v rozmezí 13,5 – 11,7. Obsah uhlíku

byl při všech odběrech kolem 25 %, dusíku vermikompost obsahoval kolem 2 %. Rozdíly výsledků těchto parametrů mezi jednotlivými odběry nebyly statisticky významné.

Tabulka 15 Obsah uhlíku, dusíku a jejich poměr ve vzorcích odebraných z kontrolní hromady

Datum odběru	C [%]	N [%]	C:N
15.5.2018 (stáří 29 týdnů)	25,4 ± 1,08 ^a	1,89 ± 0,15 ^a	13,5 ± 0,70 ^a
7.8.2018 (stáří 41 týdnů)	24,5 ± 1,40 ^a	1,92 ± 0,09 ^a	12,8 ± 1,09 ^a
18.10.2018 (stáří 51 týdnů)	25,3 ± 2,02 ^a	2,17 ± 0,11 ^a	11,7 ± 0,82 ^a

Hodnoty jsou vypočtené průměry ± směrodatná odchylka (n=3). Hodnoty označené rozdílnými písmeny vykazovaly statisticky významné rozdíly (p < 0,05).

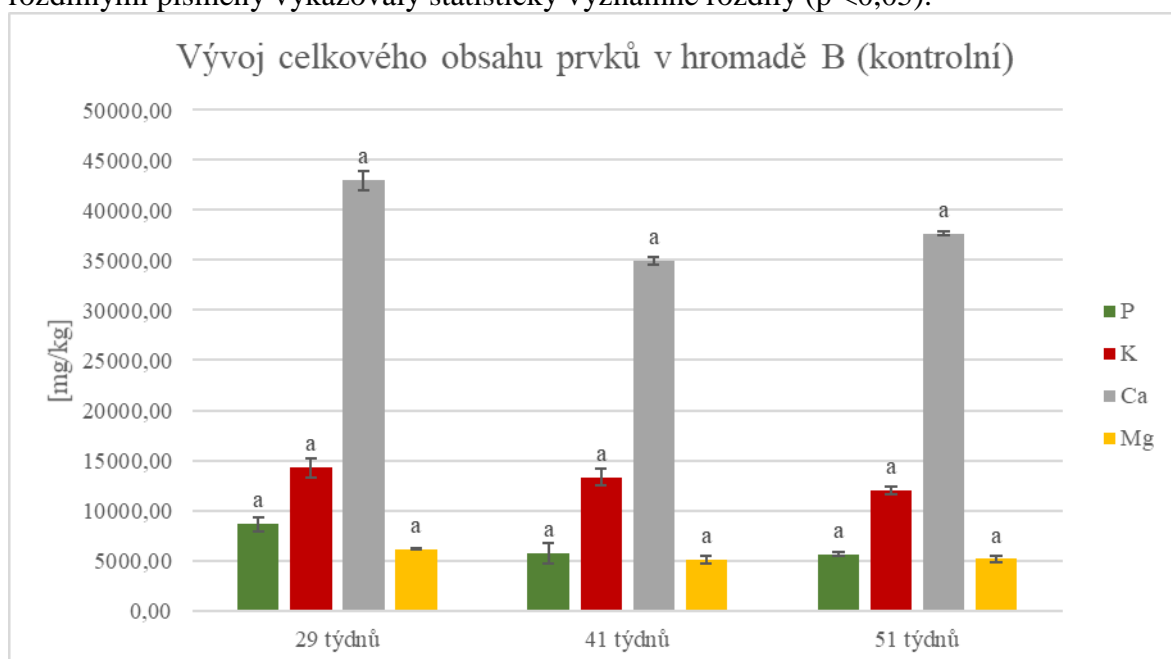
5.3.1.3 Stanovení ze sušeného materiálu – obsah prvků

V grafu 2 lze pozorovat postupný nárůst či pokles celkového obsahu vybraných prvků s postupným stářím vermikompostu kontrolní hromady. Tabulka 16 zobrazuje přesné hodnoty obsahu prvků při jednotlivých stářích vermikompostu.

Tabulka 16 Celkové obsahy prvků ve vzorcích odebraných z kontrolní hromady

Datum odběru	P [mg/kg]	K [mg/kg]	Ca [mg/kg]	Mg [mg/kg]
15.5.2018 (stáří 29 týdnů)	8627 ± 720 ^a	14248 ± 983 ^a	42971 ± 955 ^a	6122 ± 78 ^a
7.8.2018 (stáří 41 týdnů)	5703 ± 993 ^a	13335 ± 880 ^a	34909 ± 407 ^a	5121 ± 373 ^a
18.10.2018 (stáří 51 týdnů)	5608 ± 216 ^a	11988 ± 389 ^a	37952 ± 221 ^a	5134 ± 362 ^a

Hodnoty jsou vypočtené průměry ± směrodatná odchylka (n=3). Hodnoty označené rozdílnými písmeny vykazovaly statisticky významné rozdíly (p < 0,05).

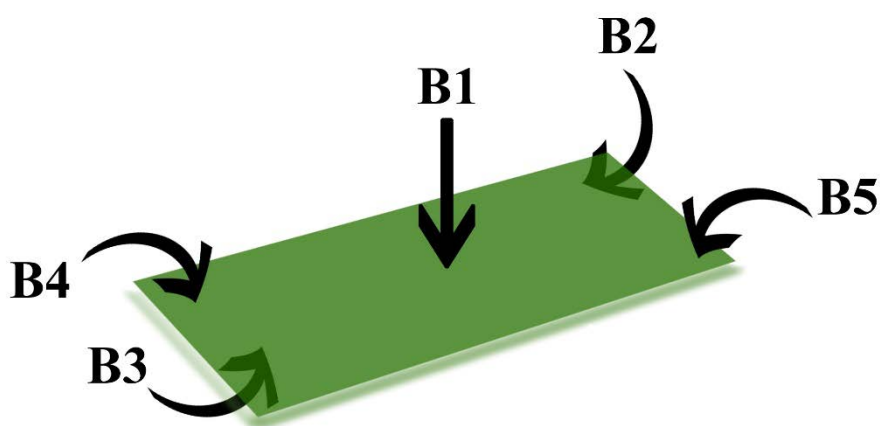


Graf 1 Graf celkových obsahů prvků v kontrolní hromadě v jednotlivých vzorcích odebraných ve stáří kompostu 29 týdnů, 41 týdnů a 51 týdnů.

U vzorků byl sledován celkový obsah fosforu, draslíku, vápníku a hořčíku. Ani u jednoho z prvků nebyly sledovány statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými odběry. U fosforu docházelo k postupnému poklesu, u draslíku byl vývoj totožný. Vermikompost při stáří 29 týdnů obsahoval 8627 mgP/kg, při stáří 41 týdnů klesl obsah P na 5703 mg/kg a při posledních odběrech již došlo jen k mírnému snížení na 5608 mgP/kg. Množství draslíku se pohybovalo v rozmezí 14 248 – 11 988 mg/kg. Hodnoty hořčíku se v průběhu procesu vermikompostování téměř neměnily – pohybovaly se v rozmezí 6122 – 5121 mg/kg, hořčíku bylo ve vermikompostu obsaženo zhruba poloviční množství než draslíku. U vápníku došlo nejdříve k poklesu a následně k nárůstu. Vápník dosahoval ze všech prvků nejvíce hodnot, při stáří vermikompostu 29 týdnů byl celkový obsah vápníku 42 971 mg/kg, po 51 týdnech vermikompostování se obsah vápníku snížil na 37 952 mg/kg. Vápníku bylo ve vermikompostu obsaženo zhruba třikrát více než draslíku.

5.3.2 Mikrobiologický rozbor

Odběry byly prováděny dle schématu na obrázku číslo 20, rohové vzorky byly odebírány střídavě z vnitřní a z vrchní vrstvy.



Obrázek 20 Schéma znázorňující odběr vzorků z kontrolní hromady pro mikrobiologický rozbor. Písmena použitá ve schématu se níže v textu objevují v tabulkách s výsledky.

U termotolerantních koliformních bakterií se počet kolonií tvořících jednotku v průběhu vermikompostovacího procesu postupně snižoval. Ve stáří vermikompostu 0 týdnů nejvyšší hodnoty vykazoval bod B2 nacházející se na pravé straně vermikompostu. Hodnota termotolerantních koliformních bakterií byla 49 070 000 KTJ. Bod B4, nacházející se na straně levé při stáří vermikompostu vykazoval jenom o trochu menší množství patogenních indikátorových organismů – zde se jednalo konkrétně o 43 710 000 KTJ. V průběhu

vermikompostování se množství patogenních indikátorových organismů snižovalo, ve stáří vermikompostu 41 týdnů se obsah patogenních indikátorových organismů mírně zvedl. Při posledních odběrech vykazovala všechna odběrová místa nízkých hodnot, v bodě B4 to bylo <750, u bodů ostatních byla hodnota <50. Vzorke odebírané z vrchu hromady nevykazovaly pravidelně vyšší hodnoty než vzorky odebírané zevnitř.

Tabulka 17 Množství termotolerantních koliformních bakterií (v KTJ) v jednotlivých vzorcích dle data odběru z kontrolní hromady

Datum	B1 [KTJ]	B2 [KTJ]	B3 [KTJ]	B4 [KTJ]	B5 [KTJ]
25.10.2017 (stáří 0 týdnů)	3044000	49070000	1483000	43710000	1892000
14.05.2018 (stáří 29 týdnů)	> 24196	15531	> 24196	12997	1872
07.08.2018 (stáří 41 týdnů)	> 24196	> 24196	> 24196	24196	> 24196
18.10.2018 (stáří 51 týdnů)	<50	<50	<50	<750	<50

V tabulce číslo 18 jsou uvedeny počty kolonií tvořících jednotku druhu *Escherichia coli*. Nejvyšších hodnot dosahovaly body B2 a B4 – a to konkrétně 34 360 000 a 30 630 000 KTJ. V průběhu vermikompostování hodnoty patogenních indikátorových organismů u všech bodů postupně klesaly, u bodu B2 bylo možno zaznamenat ve stáří vermikompostu 41 týdnů nárůst. Při posledních odběrech dosahoval vermikompost nízkých hodnot *Escherichie coli*, v bodě B4 byla hodnota <750 KTJ, u ostatních bodů tato hodnota byla <50 KTJ. Odběry odebírané z vrchu hromady nevykazovaly pravidelně vyšší hodnoty než odběry odebírané zevnitř.

Tabulka 18 Množství *Escherichie coli* (v KTJ) v jednotlivých vzorcích dle data odběru z kontrolní hromady

Datum	B1 [KTJ]	B2 [KTJ]	B3 [KTJ]	B4 [KTJ]	B5 [KTJ]
25.10.2017 (stáří 0 týdnů)	839000	34360000	76500	30630000	912000
14.05.2018 (stáří 29 týdnů)	> 24196	2577	3151	2924	2769
07.08.2018 (stáří 41 týdnů)	816	24196	1081	<1	2613
18.10.2018 (stáří 51 týdnů)	<50	<50	<50	<750	<50

U množství enterokoků, která jsou uvedena v tabulce číslo 19, vykazovaly nejvyšší hodnoty opět body B2 a B4. V bodě B2 byla na samém začátku procesu vermikompostování hodnota úplně nejvyšší – 38 000 000 KTJ. Ve stáří vermikompostu 29 týdnů hodnoty významně klesly, ve stáří vermikompostu 41 týdnů se zase zvýšily a při posledních odběrech opět klesly. Nejvyšší hodnotu při posledních odběrech vykazovaly vzorky v bodě B4 – a to sice 2682 KTJ. V bodě B3 obsahoval 1532 KTJ, u vzorků z ostatních odběrových bodů se jednalo o hodnotu

<750. Vzorky odebírané z vrchu hromady nevykazovaly pravidelně vyšší hodnoty než vzorky odebírané zevnitř.

Tabulka 19 Množství enterokoků (v KTJ) v jednotlivých vzorcích dle data odběru z kontrolní hromady

Datum	B1 [KTJ]	B2 [KTJ]	B3 [KTJ]	B4 [KTJ]	B5 [KTJ]
25.10.2017 (stáří 0 týdnů)	410000	38000000	730000	33000000	430000
14.05.2018 (stáří 29 týdnů)	<50	<750	4225	2625	<750
07.08.2018 (stáří 41 týdnů)	4909	19863	2475	235000	8341
18.10.2018 (stáří 51 týdnů)	<750	<750	1532	2682	<750

Tabulka číslo 20 uvádí přítomnost bakterií *Salmonella* spp. v jednotlivých vzorcích. Přítomnost byla zaznamenána pouze v bodech B1, B2 a B5 při stáří vermikompostu 0 týdnů. Tyto hodnoty jsou v tabulce zaznamenány jako +. U všech ostatních odběrů nebyla prokázána přítomnost *Salmonelly*.

Tabulka 20 Přítomnost *Salmonelly* spp. v jednotlivých vzorcích dle data odběru z kontrolní hromady

Datum	B1	B2	B3	B4	B5
25.10.2017 (stáří 0 týdnů)	+	+	-	-	+
14.05.2018 (stáří 29 týdnů)	-	-	-	-	-
07.08.2018 (stáří 41 týdnů)	-	-	-	-	-
18.10.2018 (stáří 51 týdnů)	-	-	-	-	-

5.4 Kontrola přítomnosti helmintů ve stáří 51 týdnů

Ve stáří vermikompostu 51 týdnů bylo provedeno celkem 6 odběrů, u nichž byla stanovována přítomnost helmintů nebo jejich vajíček. Na obrázku 21 je protokol o provedení vyšetření. U žádného z odebraných vzorků (A1, A2, A3 ze zkušební hromady a B1, B2 a B3 z kontrolní hromady) nebyla prokázána přítomnost helmintů nebo jejich vajíček.

Oddělení parazitologie, mykologie a mykobakteriologie Praha



Zdravotní ústav se sídlem v Ústí nad Labem

Sokolovská 60, 18600 Praha 8. Telefon příjem: 224 815 938, laboratoř: 286 591 542, 224 815 940, vedoucí: 286 889 229

Zpráva o výsledku laboratorního vyšetření: 6 / VETE / 2018 - 1 Konečný výsledek, 19.10.2018

Pacient	: Veterinární vyšetření x	Zdravotní ústav se sídlem v Ústí nad Labem
Adresa	:	? (11111111)
Diagnoza	: Z017	Česká Zemědělská Univerzita
Odběr	: 19.10.2018	, Praha,
Příjem	: 19.10.2018 08:44	
Uzavřeno	: 19.10.2018 14:55	
Plátce	: VP Vnější prostředí	
Prim. vzorek / vzorek	: Veterina	
Komentář	: Psí exkrementy-vyšetření na helminty	

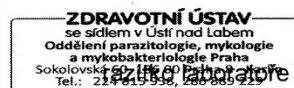
Nález

Standardní parazitologické vyšetření (FAUST, KATO)

31 A1	Nález: NEGATIVNÍ .
32 A2	Nález: NEGATIVNÍ .
33 A3	Nález: NEGATIVNÍ .
34 B1	Nález: NEGATIVNÍ .
35 B2	Nález: NEGATIVNÍ .
36 B3	Nález: NEGATIVNÍ .

Vyšetření provedl: Ing Josef Čermák PhD

Výsledek uvolnil: Ing Josef Čermák PhD



SOP = standardní operační postup. SOP označené * nejsou akreditované.
Další informace na www.zuusti.cz (lab. příručka: odběr, žádanka, transport, aj.)
Prohlášení laboratoře: Výsledky vyšetření se týkají pouze vzorků uvedených ve zprávě a nenahrazují jiné dokumenty.
Zpráva může být reprodukována jedině jako celek s písemným souhlasem laboratoře.
Nejistoty nejsou uváděny a u metod s kvantitativním vyjádřením výsledku jsou na vyžádání k dispozici v laboratoři.

Obrázek 21 Zpráva o výsledku helmintologického vyšetření ze Zdravotního ústavu se sídlem v Ústí nad Labem

5.5 Porovnání zkušební a kontrolní hromady, srovnání se vstupní surovinou

Sušina psího exkrementu byla 36,23 % - na začátku kompostování zůstala ve zkušební i v kontrolní hromadě podobná. Ve zkušební hromadě se v průběhu vermikompostování zvyšovalo procento sušiny až na hodnotu cca 50 %, zatímco u hromady kontrolní se hodnota téměř neměnila. Hodnota pH se s přidáním dalšího biologicky rozložitelného materiálu zvýšila. Psí exkrementy vykazovaly kyselější povahu (hodnota pH 6,66), zatímco u obou hromad se pH při stáří vermikompostu 29 týdnů posunulo na hodnotu kolem 8,5 a následně docházelo v průběhu vermikompostování k postupné neutralizaci. Hodnoty pH zkušební hromady zůstávaly nepatrně vyšší oproti hromadě kontrolní. Měrná vodivost vstupní suroviny byla 2414,33 $\mu\text{S}/\text{cm}$. V obou hromadách se ve stáří vermikompostu 29 týdnů tato hodnota snížila zhruba o polovinu. U hromady zkušební došlo ve stáří vermikompostu 41 týdnů k mírnému poklesu a následně hodnota téměř o polovinu vzrostla, při stáří vermikompostu 51 týdnů tedy dosahovala zkušební hromada hodnoty měrné vodivosti 2102,67 $\mu\text{S}/\text{cm}$. U hromady kontrolní docházelo k nárůstu pozvolnějším, měrná vodivost ve stáří vermikompostu 51 týdnů byla 1818 $\mu\text{S}/\text{cm}$. V kontrolní hromadě bylo po celou dobu vermikompostování obsaženo více žízála než v hromadě zkušební.

Poměr C:N byl u psího exkrementu 8,5861. U obou hromad se tato hodnota zvýšila – u hromady zkušební na hodnotu 12,2601 a u hromady kontrolní na 13,47. U zkušební hromady se ve stáří 41 týdnů hodnota C:N mírně snížila na 11,64, nicméně následně došlo k mírnému zvýšení a ve stáří vermikompostu 51 týdnů byla tato hodnota 11,85. U hromady kontrolní docházelo k pravidelnému poklesu a ve stáří vermikompostu 51 týdnů byla hodnota C:N 11,7.

Co se celkového obsahu fosforu týče, psí exkrement obsahoval 30 967 mg/kg. V obou hromadách se tato hodnota snížila zhruba trojnásobně. U hromady zkušební docházelo k postupnému nárůstu z hodnoty 5541 mg/kg na hodnotu 7442 mg/kg. U hromady kontrolní obsah fosforu klesal z hodnoty 8627 mg/kg na hodnotu 5608 mg/kg. Obsah draslíku se v obou hromadách oproti vstupní surovině výrazně navýšil – z hodnoty 4343 mg/kg (ve psím exkrementu) došlo ke zvýšení na 15 257 mg/kg u hromady zkušební a 14 248 mg/kg u hromady kontrolní. V průběhu vermikompostování docházelo u obou hromad k postupnému snižování obsahu draslíku. Psí exkrement obsahoval 63 596 mgCa/kg. Tato hodnota se při stáří vermikompostu snížila u obou na hodnotu kolem 40 000 mg/kg. U hromady zkušební docházelo následně k nárůstu celkového obsahu vápníku, při stáří vermikompostu 51 týdnů bylo v hromadě 47 378 mg/kg. U hromady kontrolní došlo nejprve k výraznému poklesu na

34 909 mg/kg a následně se hodnota mírně zvýšila na 37 952 mg/kg. Hořčíku bylo v psím exkrementu obsaženo 4376 mg/kg. V porovnání se vstupní surovinou obsahovaly obě hromady ve stáří vermikompostu 29 týdnů hořčíku více. Hromada zkušební ve stáří 29 týdnů obsahovala 5589 mg Mg/kg, následně došlo ke snížení na 5312 mg/kg a ve stáří vermikompostu 51 týdnů se hodnota zvýšila na 6239 mg/kg. U hromady kontrolní došlo ke snížení obsahu hořčíku z hodnoty 6122 mg/kg na hodnotu 5134 mg/kg. Rozdíl mezi obsahem hořčíku v kontrolní hromadě ve stáří 41 týdnů a 51 týdnů byl zanedbatelný.

Co se hodnot obsahu patogenních indikátorových mikroorganismů týče, samotný psí exkrement vykazoval nižší hodnoty než mnohé ze vzorků odebraných na začátku vermikompostování. V obou hromadách se obsah termotolerantních koliformních bakterií vyvíjel velmi podobně, docházelo k postupnému poklesu. Ve stáří vermikompostu 51 týdnů obsahovaly hromady téměř identické množství termotolerantních koliformních bakterií. Množství *Escherichie coli* klesalo rychleji v hromadě zkušební, ve stáří vermikompostu 51 týdnů bylo však opět množství tohoto patogenního indikátorového mikroorganismu v obou hromadách prakticky stejné. Hromada zkušební obsahovala na začátku vermikompostovacího procesu v některých vzorcích mnohokrát více enterokoků než hromada kontrolní, u obou hromad docházelo k poklesu. Ve stáří vermikompostu 41 týdnů došlo k nárůstu obsahu enterokoků u obou hromad, nicméně při posledních odběrech ve stáří 51 týdnů se tyto hodnoty opět snížily. *Salmonella* spp. byla detekována v čistém psím exkrementu a při založení vermikompostovacích hromad byla přítomna u jednoho vzorku hromady zkušební a u tří vzorků hromady kontrolní. Ani u jedné z hromad nebyla v žádném z dalších odběrů *Salmonella* spp. přítomna.

6 Diskuze

Mnoho autorů zkoumalo přítomnost helmintů ve vzorcích psích exkrementů, které odebíraly na různých místech ve městě i na venkově. Dubná et al. (2007) analyzovali psí exkrementy v Praze a na venkově ve Středočeském kraji. Celkový výskyt parazitů ve vzorcích exkrementů z Prahy byl 17,6 %. Nejčastějším parazitem byla *Toxocara canis*. Psi na venkově byli nakaženi daleko častěji než ti ve městě – celkový výskyt parazitů ve vzorcích z venkova byl 41,7 %. Průzkum prokázal, že nejvíce psů bylo infikovaných na podzim. Papajová et al. (2014) provedli analýzu 587 vzorků psích exkrementů z 8 měst a 3 vesnic na Slovensku. Celkově bylo pozitivních 29,9 % vzorků, což je číslo vyšší než je v centru Prahy, ale nižší, než vykazovaly hodnoty z psích exkrementů získaných na středočeském venkově. Nejčastějším parazitem byla také *Toxocara canis*. Pipiková et al. (2017) provedli studii ve dvou sousedních vesnicích na severovýchodě Slovenska. Město A je obýváno romskými obyvateli a celkově se vyznačuje nižší úrovní hygieny – celkový výskyt parazitů ve 127 vzorcích psích výkalů byl 71,65 %. U města B je standard hygieny o mnoho vyšší a výskyt parazitů v 72 vzorcích psích exkrementů byl 19,44 %. Tato studie poukazuje na spojitost výskytu parazitů v psích exkrementech a úrovní hygieny. Felsmann et al. (2017) v Polsku analyzovali psí exkrementy nacházející se na sedmi veřejných místech města Chlumno. Průměrná kontaminace helmintími vajíčky byla 36,1 % - což je vyšší než v Praze i na Slovensku, ale jedná se o nižší hodnotu než je ta, které dosahovaly vzorky z českého venkova a slovenské vesnice s nízkou úrovní hygieny. Cvetkova et al. (2018) provedli studii na čtyřiceti veřejných i soukromých místech Varny v Bulharsku, odebíraly zeminu a písek. Celkem 55 % vzorků půdy bylo negativních, vajíčka helmintů se nacházela celkem na 45 % stanovišt'.

V našem pokusu nebylo stanovení helmintů provedeno na začátku kompostování, pouze na konci (po 51 týdnech procesu vermikompostování). Nález ve všech odebraných vzorcích na konci pokusu byly negativní na přítomnost helmintů i jejich vajíček. Z tohoto důvodu nelze zodpovědně konstatovat, že vermikompostování je účinná metoda odstraňování helmintů. Tuto skutečnost by bylo vhodné věrohodně prokázat v dalších studiích.

Flowerdew (2011) uvádí, že psí exkrementy nejsou kvůli zdravotnímu riziku, které představují, vhodné ke kompostování. Dle legislativy jsou však psí exkrementy biologicky rozložitelný odpad skupiny 02 01 06, který je vhodné kompostovat nebo spalovat (Ministerstvo životního prostředí. 2005. Sdělení Ministerstva životního prostředí odboru odpadů č. 26/2005 o zařazení odpadů podle vyhlášky č. 381/2001 Sb., Katalogu odpadů, ve znění pozdějších předpisů, za rok 2003, 2004 a 2005.).

Výsledky diplomové práce prokázaly, že v průběhu vermikompostování dochází k poklesu obsahu patogenních indikátorových organismů a kompostování tedy se snižuje zdravotní i environmentální riziko psích výkalů. Výsledky mikrobiologických rozborů prokázaly, že po 51 týdnech vermikompostování se obsah patogenních mikroorganismů výrazně snížil. Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 341/2008 Sb. ze dne 26. srpna 2008 o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady) obsahuje limity pro indikátorové organismy. V případě, že zpracovaný materiál splní diskutované limity pro indikátorové organismy vyhlášky č. 341/2008 Sb., je splněna jedna z podmínek hygienizace vstupního materiálu (tabulka 1).

Kompost po 51 týdnech kompostování vyhověl následujícím kritériím:

- nález pro *Salmonella* spp. byl v obou hromadách negativní, tak jak vyžaduje vyhláška.
- Obsah termotolerantních koliformních bakterií vyhověl požadavkům vyhlášky, pouze pro kontrolní hromadu.
- Ve zkušební hromadě nálezy pro termotolerantní koliformní bakterie nevyhověly. Pro termotolerantní koliformní bakterie byl zjištěn 1 nález vyšší než 10^3 KTJ/g, pouze 4 nálezy z 5 vyhověly požadovaným limitům, což je nedostačující.
- Obsah enterokoků v kontrolní hromadě také nevyhověl požadavkům vyhlášky. Ve dvou případech byl nález vyšší než požadovaná hodnota 10^3 KTJ/g.
- Ve zkušební hromadě byl nález pro enterokoky velmi podobný a nevyhověl limitům v diskutované vyhlášce. Ve dvou případech byl nález vyšší než požadovaná hodnota 10^3 KTJ/g.

Laboratoř hygieny půdy a odpadů na SZÚ pravidelně aktualizuje nejistoty měření jednotlivých metod. V lednu roku 2019 byla tato nejistota aktualizovaná a pro enterokoky je nejistota měření 45 %. Pro metodu Colilert-18 použitou ke stanovení termotolerantních koliformních bakterií je nejistota stanovení cca 20 %. Toto procento je kvalifikovaný odhad, přesnou hodnotu nebylo možno stanovit z důvodu nedostatečného množství vzorků. U testu prokazující přítomnost bakterií rodu *Salmonella* spp. nelze určit nejistotu měření, protože se zde jedná pouze o stanovení kvalitativní a nikoliv kvantitativní (Boštíková 2019 osobní

sdělení). Tato skutečnost nesouvisí s posuzováním a hodnocením limitních hodnot. Pro vyloučení chyb se stanovuje 5 nezávislých vzorků, které musí vyhovět požadavkům vyhlášky 341/2008 Sb..

Průmyslové komposty musejí mít hodnotu pH kolem 6,5 – 8,5 (ČSN 46 5735, 1991), což je rozmezí, do kterého se vejdou hodnoty pH obou hromad. Vlhkost kompostu se musí pohybovat mezi 40 a 65 % (ČSN 46 5735, 1991), toto rozmezí hodnot splňovala zkušební hromada , kontrolní hromada měla vlhkost zhruba 67 %. Poměr C:N by měl být ideálně 20-30 : 1 (Plíva et al. 2016), což je hodnota, k níž se kontrolní ani zkušební hromada neblížily. V normě ČSN pro vermikomposty však vůbec není stanovena dolní hranice tohoto poměru, je stanovena pouze hranice horní – a to 30:1 (ČSN 46 5736, 2018). Porovnáme-li jednotlivé hodnoty zkušební hromady ve stáří 51 týdnů s jinými studiemi, pH vermikompostu z psích exkrementů bylo mírně vyšší – náš vermikompost měl hodnotu pH 7,91. Abdoli et al. (2017) vermikomostovali biologicky rozložitelný komunální odpad v jedné variantě a ve variantě druhé biologicky rozložitelný komunální odpad smíchaný s kravským hnojem v poměru 3:1 a uvádí, že se v průběhu procesu vermikompostování pH zvyšovalo. Výsledné pH bylo 7,2 u 100% biologicky rozložitelného komunálního odpadu a 7,3 u směsi s kravským hnojem. Je tedy možné, že zvířecí výkaly zvyšují pH finálního vermikompostu. Co se poměru C:N týče, Abdoli et al. (2017) uvádí poměr 12,6 u varianty bez hnoje a 13,3 u varianty s hnojem. Poměr C:N vermikompostu psích exkrementů ze zkušební hromady byl 11,9. Částková & Hanč (2019) u svého pokusu vermikompostování hroznových výlisků s příkrmováním uvádí celkové obsahy prvků na konci procesu následující: fosfor 5522 mg/kg, hořčík 5518 mg/kg a draslík >15 000 mg/kg. Vermikompost ze psích výkalů vykazoval u dvou prvků hodnoty vyšší – 7442 mgP/kg, 6239 mgMg/kg. U draslíku byla finální hodnota mírně nižší – 13 018 mg/kg. Lze tedy předpokládat, že tento vermikompost bude možno použít ke hnojení.

7 Závěr

Psí exkrementy tvoří poměrně podstatné riziko pro člověka – a to zejména přítomností patogenních organismů. Toto riziko lze eliminovat sběrem exkrementů a dále pravidelným odčervováním psů. První hypotéza byla potvrzena, neboť po 51 týdnech vermikompostování došlo k rozkladu materiálu a ve vznikajícím vermikompostu stoupala celková množství jednotlivých prvků. Nejvyšší celkové obsahy prvků (P, K, Ca, Mg) byly ve zkušební hromadě zaznamenány právě ve stáří vermikompostu 51 týdnů.

Na základě získaných výsledků, lze konstatovat, že i druhá hypotéza byla potvrzena. V průběhu procesu vermikompostování docházelo k postupnému poklesu obsahu patogenních indikátorových mikroorganismů. Konečné hodnoty nálezů sledovaných indikátorových organismů byly ale v obou hromadách srovnatelné.

Vzhledem k tomu, že nebyly zjištěny počáteční hodnoty pro nálezy helmintů, nelze konstatovat, že negativní nálezy byly dosaženy procesem vermikompostování.

V našem pokusu, přestože docházelo k poklesu počtů indikátorových organismů, nebylo dosaženo požadovaných hodnot pro využití kompostu na půdu podle vyhlášky 341/2008 Sb.. Pro zjištění příčin by bylo třeba pokus opakovat v dalších studiích.

7.1 Doporučení

Na základě zkušeností a výsledků prováděných pokusů bych pro další řešení doporučila ověření technologie pomocí vnesených indikátorových organismů, jak vyžaduje vyhláška, kde dle Přílohy 5, odstavec A, bod 8b jsou kritéria pro splnění ověření účinnosti hygienizace kompostování. Metodu vnesených indikátorových organismů by mohla nahradit metoda vstup-výstup, která se používá pro ověření účinnosti hygienizace kalů z ČOV nebo odpadů ze zdravotnictví. Dále bych doporučila pokus opakovat s větším množstvím materiálu, aby byl eliminován vliv klimatických podmínek. Bylo by vhodné u dalšího provedení pokusu zvýšit počet žížal a také jejich biomasu.

Závěrem lze konstatovat, že dané hypotézy byly v diplomové práci potvrzeny a technologie vermikompostování bude po dopracování dalšími studii účinnou metodou pro snižování rizik při odstraňování psích exkrementů.

8 Literatura

Abdoli MA, Omrani G, Safa M, Samavat S. 2017. Comparison between aerated static piles and vermicomposting in producing co-compost from rural organic wastes and cow manure. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* (2019) **16**, 1551–1562.

Aira M, Pérez-Losada M, Domínguez J. 2018. Diversity, structure and sources of bacterial communities in earthworm cocoons. *Scientific Reports* **8**, 1-9.

Altmann V, Mimra M, 2012. Systém sběru biologicky rozložitelného odpadu v regionech. Česká zemědělská univerzita v Praze – Technická fakulta, Praha.

Altmann V, Vaculík P, Mimra M. 2010. Technika pro zpracování komunálního odpadu. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Ambrožová J. 2004. Mikrobiologie v technologii vod. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha.

Awasthi S, Bundy DA, Savioli L. 2003. Helminthic infections. *Br Med J* **327**: 431-433.

Bošτίková Z. 1. března 2019. osobní sdělení

Cvetkova T, Stoyanova K, Paunov T. 2018. Contamination with *Toxocara spp.* eggs of environmental samples of public places of Varna city, Bulgaria. *Journal of IMAB* **24**: 2177-2180.

Částková T, Hanč A. 2019. Change of the parameters of layers in a large-scale grape marc vermicomposting system with continuous feeding. *Waste Management & Research*, 1–7

Čermáková Z, Valenta Z, Buchta V. 2009. Parazitičtí helminti člověka. *Folia Gastroenterol Hepatol* **7**: 21-24.

ČSN 46 5735. 1991. Průmyslové komposty. Vydavatelství norem, Praha.

ČSN 46 5736 Vermikomposty. 2018. Vermikomposty. Vydavatelství norem, Praha.

ČSN EN 15 933. 2013. Kaly, upravený bioodpad a půdy – stanovení pH. Evropský výbor pro normalizaci, Brusel.

Deplazes P, van Knapen F, Schweiger A, Overgaaauw PAM. 2011. Role of pet dogs and cats in the transmission of helminthic zoonoses in Europe, with a focus on echinococcosis and toxocarosis. *Veterinary Parasitology* **182**: 41-53.

Domínguez J, Velando A, Ferreira A. 2015. Are *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) and *Eisenia andrei* Bouché (1972) (Oligochaeta, Lumbricidae) different biological species? *Pedobiologia* **49**, 81-87.

Dubná S, Langrová I, Nápravník J, Jankovská I, Vadlejš J, Pekár S, Fechtner J. 2007. The prevalence of intestinal parasites in dogs from Prague, rural areas, and shelters of the Czech Republic. *Veterinary Parasitology* **145**: 120-128.

Dunn JJ, Columbus ST, Aldeen WE, Davis M, Carroll KC. 2002. *Trichuris vulpis* Recovered from a Patient with Chronic Diarrhea and Five Dogs. *Journal of Clinical Microbiology* **40**: 2703-2704.

Edwards CA, Arancon NQ, Sherman R. 2010. *Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management*. CRC Press, Boca Raton.

Evropský hospodářský a sociální výbor. 2016. Stanovisko Evropského hospodářského a sociálního výboru k návrhu nařízení Evropského parlamentu a Rady, kterým se stanoví pravidla pro dodávání hnojivých výrobků s označením CE na trh a kterým se mění nařízení (ES) č. 1069/2009 a (ES) č. 1107/2009. Brusel.

Evropská komise, Generální ředitelství pro životní prostředí. 2018. Sdělení komise o technických pokynech pro klasifikování odpadu (2018/C 124/01). Brusel.

Evropský parlament, Rada Evropské unie. 2009. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 ze dne 21. října 2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě, a o zrušení nařízení (ES) č. 1774/2002 (nařízení o vedlejších produktech živočišného původu). Brusel.

Evropský parlament, Rada Evropské unie. 2008. Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic. Brusel.

Felsmann MZ, Michalski MM, Felsmann M, Sokół R, Szarek J, Strzyżewska-Wirityńska E. 2017. Incasive forms of canine endoparasites as a potential threat to public health – A review and own studies. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* **24**: 245-249.

Flowerdew Bob. 2011. Kompost. Metafora spol. s. r. o., Praha.

Hanč A, Plíva P. 2013. Vermikompostování bioodpadů (certifikovaná metodika). Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Lim SL, Lee LH, Wu TY. 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.

Liška J, Beránková J, Beránek P. 2017. Parazité – toxocara canis a toxocara cati. *Vox Pediatr* **8**: 27-28.

Matějů L. 2009. Metodický návod pro stanovení indikátorových organismů v bioodpadech, upravených bioodpadech, kalcích z čistíren odpadních vod, digestátech, substrátech, kompostech, pomocných růstových prostředcích a podobných matricích. *ACTA HYGIENICA, EPIDEMIOLOGICA ET MICROBIOLOGICA* **1/2008**: 1-53.

Ministerstvo životního prostředí. 2005. Sdělení Ministerstva životního prostředí odboru odpadů č. 26/2005 o zařazení odpadů podle vyhlášky č. 381/2001 Sb., Katalogu odpadů, ve znění pozdějších předpisů, za rok 2003, 2004 a 2005. *Věst. MŽP. Česká republika*.

Ministerstvo životního prostředí. 2016. Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 341/2008 Sb. ze dne 26. srpna 2008 o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady)

Ministerstvo životního prostředí. 2016. Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 93/2016 Sb. ze dne 23. března 2016 o Katalogu odpadů. Česká republika.

Morgan ER, Aziz NAA, Blanchard A, Charlier J, Charvet C, Claerebout E, Geldhof P, Greer AW, Hertzberg H, Hodgkinson J, Ploeger HW, Rinaldi L, Von Samson-Himmelstjerna G, Sotiraki S, Schnyder M, Skuce P, Barley D, Kenyon F, Thamsborg SM, Vineer HR, De Waal T, Williams AR, Van Wyk JA, Vercruyse J. 2019. 100 Questions in Livestock Helminthology Research. *Trends in Parasitology* **35**: 1-20.

Papajová I, Pipiková J, Papaj J, Čižmár A. 2014. Parasitic contamination of urban and rural environments in the Slovak Republic: dog's excrements as a source. *Helminthologia* **51**: 273-280.

Parlament České republiky. 1999. Zákon č. 166/1999 Sb. ze dne 13. července 1999 o veterinární péči a o změně některých souvisejících zákonů. Česká republika.

Parlament České republiky. 2012. Zákon č. 89/2012 Sb. ze dne 3. února 2012 občanský zákoník. Česká republika.

Parlament České republiky. 2016. Zákon 251/2016 Sb. ze dne 15. června 2016 o některých přestupcích ve znění zákona č. 178/2018 Sb. Česká republika.

Paruch AM, Mæhlum T. 2012. Specific features of *Escherichia coli* that distinguish it from coliform and thermotolerant coliform bacteria and define it as the most accurate indicator of faecal contamination in the environment. *Ecological Indicators* **23**: 140-142.

- Pathma J, Sakthivel N. 2012. Microbial diversity of vermicopost bacteria that exhibit useful agricultural traits and waste management potential. *Spronger plus* 1:26: 1-19.
- Pipiková J, Papajová I, Šoltys J, Schusterová I, Kočišová D, Toháthyová A. 2017. Segregated settlements present an increased risk for the parasite infections spread in Northeast Slovakia. *Helminthologia* 54: 199-210.
- Plíva P, Altmann V, Hanč A, Hejátková K, Roy A, Souček J, Valentová L. 2016. Kompostování a kompostárny. Proffi Press s. r. o., Praha.
- Quinn PJ, Markey BK, Leonard FC, Hartigan P, Fanning S, Fitzpatrick ES. 2004. *Veterinary microbiology and microbial disease*. Blackwell Science, Oxford.
- Rosypal S. 1994. *Bakteriologie a virologie*. Scientia, Praha.
- Santos LMD, Magalhães CG, Telmo PdL, Cerqueira MP, Donassolo RA, Leite FPL, Elefant GR, Avila LFdC, Scaini CJ, Moreira AN, Conceição FR. 2018. Sensitivity and specificity of recombinant proteins in *Toxocara* spp. for serodiagnosis in humans: Differences in adult and child populations. *PLoS ONE* 13: 1-11.
- Schindler J. 2014. *Mikrobiologie: Pro studenty zdravotnických oborů, 2., doplněné a přepracované vydání*. Grada Publishing a.s., Praha
- Smrž J. 2013. *Základy biologie, ekologie a systému bezobratlých živočichů*. Nakladatelství Karolinum, Praha.
- Stejskal F. 2005. Současná léčba helmintóz. *Klin Farmakol Farm* 19: 111-115.
- Strube C, Heuer L, Janecek E. 2013. *Toxocara* spp. infections in paratenic hosts. *Veterinary Parasitology* 193: 375-389.

V Praze je hlášeno více než 80 tisíc psů. 2018. Available from <http://www.praha.eu/jnp/cz/o_meste/magistrat/tiskovy_servis/tiskove_zpravy/v_praze_je_pr_ihlaseno_vice_nez_80_tisic.html> (accessed February 2019).

Volf P, Horák P et al. 2007. Paraziti a jejich biologie. TRITON, Praha.

Wang C, Torgerson PR, Kaplan RM, George MM, Furrer R. 2018. Modelling anthelmintic resistance by extending eggCounts package to allow individual efficacy. *IJP: Drugs and Drug Resistance* **8**: 386-393.

Zemánek P, Burg P, Kollárová M, Marešová K, Plíva P. 2010. Biologicky rozložitelný odpad a kompostování. Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Praha

