

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 4: Biologie

Přeměna organické hmoty s využitím žížal

**Conversion of organic matter with the use of
earthworms**

Autoři: Adéla Daňková

Škola: Česko-anglické gymnázium s.r.o., Třebízského 1010, 3740 06,
České Budějovice 5

Kraj: Jihočeský kraj

Konzultant: Mgr. Lucie Starčevská

České Budějovice, 2021

Prohlášení

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

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

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

V Českých Budějovicích, dne 20. ledna 2021

Adéla Daňková

Poděkování

Zde bych chtěla poděkovat své konzultantce Mgr. Lucii Starčevské za pomoc při psaní seminární práce. Dále bych ráda poděkovala své rodině, především mamince, za neustálou podporu a pomoc.

Anotace

Ve své seminární práci jsem psala o přeměně organické hmoty s využitím žížal. Věnovala jsem se charakteristice žížal, popisu způsobu přeměny potravy v jejich trávicím traktu a výhodám žížalích exkrementů. Dále jsem se zabývala podmínkami, které žížaly vyžadují k životu. Cílem mé práce bylo zjistit, zda žížaly kalifornské dokážou ve vermikompostéru přeměnit bioodpad, který vyprodukuje jedna osoba. Pomocí vážení a měření jsem zjistila, že to dokážou, ale jedinců musí být dostatečný počet, kterého lze dosáhnout jejich přirozeným rozmnožováním.

Klíčová slova

žížala; vermikompostování; půda; bioodpad

Annotation

In my thesis I was writing about the conversion of organic matter with the use of earthworms. I concentrated on characteristics of earthworms, description of the conversion of food in their digestive system and on the advantages of their excrements. Furthermore, I focused on conditions earthworms need to survive. The target of my work was to find out if *Eisenia andrei* can convert biowaste produced by one person. Using weighing and measuring I found out that they are able to do that, but the number of individuals has to be sufficient. Such number can be achieved by natural reproduction.

Keywords

earthworm; vermicomposting; soil; biowaste

Obsah

1	Úvod.....	7
2	Obecná charakteristika.....	8
2.1	Taxonomické zařazení žížal.....	8
2.2	Kroužkovci, charakteristika.....	8
2.3	Opaskovci, máloštětinatci.....	9
2.4	Charakteristika řádu žížaly.....	9
2.4.1	Stavba a povrch těla.....	10
2.4.2	Trávicí a vylučovací soustava.....	10
2.4.3	Nervová soustava a smysly.....	11
2.4.4	Cévní a dýchací soustava.....	11
2.4.5	Rozmnožovací soustava.....	11
3	Výskyt žížal.....	11
3.1	Výskyt.....	12
3.2	Správné podmínky pro život.....	12
3.3	Členění podle výskytu.....	12
4	Proces přeměny organické hmoty.....	13
4.1	Trávicí a vylučovací soustava podrobně.....	13
5	Význam žížal v přírodě.....	14
5.1	Význam žížal dle Charlese Darwina.....	14
5.2	Přeměna organické hmoty v přírodě.....	14
5.2.1	Množství přeměněné půdy.....	14
5.2.2	Výhody žížalích exkrementů.....	15
5.2.3	Význam žížalích chodbiček.....	16
6	Vermikompostér.....	16
6.1	Vermikompostování.....	16
6.2	Domácí vermikompostér.....	17
6.2.1	Co je to vermikompostér.....	17
6.2.2	Žížaly ve vermikompostéru.....	18
6.2.3	Správné podmínky pro vermikompostování.....	20
6.2.4	Co patří do vermikompostéru.....	21
6.2.5	Cíl vermikompostování.....	21
7	Výzkum.....	22

7.1	Cíl práce	22
7.2	Metodika	22
7.3	Výsledky	23
7.4	Shrnutí.....	26
8	Závěr	26
9	Bibliografie	27
10	Seznam obrázků.....	29
11	Seznam tabulek.....	29

1 ÚVOD

Planeta Země je to nejdůležitější, co máme. Zajišťuje nám přísun kyslíku, domov a především vhodné podmínky pro život. Bohužel lidská přítomnost planetu Zemi zatěžuje. Lidstvo svým počínáním vytváří látky, které Země nedokáže zpracovat. Planeta je v dnešní době zatížena škodlivinami a postupně dochází k pustošení životního prostředí. Uvědomuji si, že je planeta pro naši existenci nezbytná. I přesto ji často vnímáme podřadně. Využíváme pouze části, které se nám hodí, a ostatní odkládáme na skládky. Mnoho lidí si pod pojmem „skládka“ představí nerecyklovatelné ostrovy plastů plující v oceánu. Nejen plasty a zplodiny ale ničí naši planetu. Velkým znečišťovatelem je i organická hmota. Téměř osmimiliardová populace je schopná požívat neuvěřitelné množství potravin, a tak vyčerpává životaschopnost půdy. Zbytky těchto potravin se často nestíhají na velkých skládkách rozkládat. Zabírají hektarová území, ale nestíhají vracet minerály a vitamíny zpět do půdy. Já jsem ale toho názoru, že při správném nakládání a využití mohou být organické zbytky přínosem pro člověka i planetu.

Podívejme se například na banán. Je nutné vynaložit velké úsilí, aby banán vyrostl, uzrál a byl dopraven k příjemci. Kvůli dostatečnému prostoru musí být káceny pralesy a obětována přirozená útočiště tisíců zvířat. Lidé snědí pouze vnitřní část a slupku vyhadzují jako nepotřebný odpad. Právě tento „nepotřebný odpad“ je motivací pro mou práci. Osobně nevnímám organické zbytky jako odpad, naopak si myslím, že je to hmota, která se má dále využívat k dalšímu zpracování. Jako své téma jsem si proto vybrala přeměnu organické hmoty s využitím žížal. Právě tato metoda kompostování nabízí přeměnu zdánlivě nepotřebného odpadu na vysoce kvalitní substrát.

Téma je zajímavé, pokud jsme schopni se podívat na žížalu jako na prostředníka mezi dvěma formami organické hmoty. Zároveň je to téma, které se týká ekologie a životního prostředí. Tyto dvě složky mě velmi zajímají a ráda bych se o nich dozvěděla více. Téma je zároveň velmi užitečné, protože se dá využít v každodenním životě nás všech. Je pro mě důležité, že problematika zpracování odpadu spojuje všechny vrstvy společnosti, a tedy je závažná pro celý svět.

Další motivací pro mou práci je stav půdy ve světě. Všichni si uvědomujeme, že stav půdy není dobrý a v budoucnu by mohl zapříčinit velké škody. Již v dnešní době je podstatná část půdy ve světě nějakým způsobem poškozená. Příčinou tohoto poškození je především špatný způsob obdělávání půdy následovaný erozí a mizením variability živé složky půdy. Právě možnost, že každý člověk může pomoci půdě prostřednictvím žížal, mě inspiruje k práci.

Cílem mé práce je dozvědět se více o roli žížal v půdě a samotné přeměně. Ve svém výzkumu se zaměřím na množství organické hmoty, které dokážou žížaly přeměnit. Chtěla bych se při výzkumu dozvědět, zda je člověk pomocí žížal schopný zbavit se veškerého bioodpadu, který vyprodukuje.

Pro svou práci jsem využila dostupné zdroje, především odbornou literaturu a odborné články, které se tohoto tématu týkají. Vzhledem k tomu, že toto téma je v poslední době stále častěji

diskutované, mnoho informací jsem našla právě v odborných článcích, které jsem se pokusila svou prací propojit a využít pro dosažení svého cíle.

Jako metody k získání materiálů pro svou práci jsem využila metodu vážení organické hmoty, kterou jsem vkládala do vermikompostéru. Následně jsem vážila hmotu, kterou žížaly byly schopné za určený čas přeměnit na půdu i bioodpad, který zůstal nepřeměněný. Dále jsem také využila metodu pozorování chování a činnosti žížal.

Mezi rizika, která případně mohla ohrozit mou práci, patřil nedostatek informací relevantních k tématu. Zároveň byl možným rizikem nedostatek času na plné zabydlení žížal ve vermikompostéru a na rozběhnutí správného procesu. Ani jedno těchto rizik se nepovrdilo.

Svou seminární práci píšu, abych zvýšila povědomí lidí o daném tématu a pomohla tak životnímu prostředí planety Země. Zároveň je to téma, které mě zajímá, a chci se o dané problematice dozvědět více.

2 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA

2.1 Taxonomické zařazení žížal

Žížala patří do živočišné říše (*Animalia*). Často je uváděna jako modelový organismus třídy opaskovců (*Clitellata*). (1)

Říše: živočichové (*Animalia*)

Kmen: kroužkovci (*Annelida*)

Třída: opaskovci (*Clitellata*)

Podtřída: máloštětinatci (*Oligochaeta*)

Řád: žížaly (*Opisthopora*)

Čeleď: žížalovití (*Lumbricidae*)

2.2 Kroužkovci, charakteristika

Hlavní část mé práce je založena na činnosti žížal, přesněji na činnosti žížaly kalifornské (*Eisenia andrei*). Žížaly (*Opisthopora*) se řadí do kmene kroužkovců. Kroužkovci žijí především ve vodě, a to sladké i slané. Původně byli kroužkovci mořští živočichové, postupně se vyvinuly sladkovodní i suchozemské druhy. Vodní kroužkovci se živí především filtrací planktonu z vody nebo požíráním organického detritu. Jiní kroužkovci jsou dravci nebo parazité na bezobratlých a obratlovcích. Jen malá část vodních kroužkovců dokáže aktivně plavat, ostatní přisedají nebo se benticky pohybují po dně. Suchozemští kroužkovci žijí především v půdě, rozkládajících se stromech a kůře. (1) (2) (3)

Kroužkovci patří mezi prvoústé, tedy mezi živočichy s vyvinutou pravou tělní dutinou coelom. Hlavní znak kroužkovců je článkované tělo, které předpovídá už jejich označení (kroužkovci = *Annelida* z *annelus* = kroužek). Tělo kroužkovců má bilaterálně symetrický válcovitý tvar a délku několik mm až desítky cm. Je složeno z různého množství článků, tzv. segmentů. Stavba článkovaného těla se rozlišuje na heteronomní (nestejnocennou) a homonomní (stejnocennou) segmentaci. Kroužkovci se vyznačují většinou homonomní segmentací. Všechny články kroužkovců jsou stejné až na první a poslední. První článek (prostomium) se nachází před ústy. Poslední články kroužkovců spolu srůstají a tvoří tzv. pygidium. Ostatní články mají stejnou stavbu. Orgány těchto kroužkovců se opakují v každém článku nebo prochází celým tělem. (1) (2)

Kroužkovci se dělí na dvě třídy – mnohoštětinatce a opaskovce. Mnohoštětinatci (*Polychaeta*) jsou převážně mořští. Druhá třída, opaskovci (*Clitellata*), jsou druhy sladkovodní nebo suchozemské. (1) (3)

2.3 Opaskovci, máloštětinatci

Řád žížaly řadíme do třídy opaskovců. Nejcharakterističtější znak opaskovců je tzv. opasek (clitellum). Opasek (Obrázek 1) je tvořen zduřelými články s kožními žlázami v přední třetině těla dospělého jedince. Jeho význam je především rozmnožovací. Clitellum slouží ke spojení jedinců a přenosu spermií při kopulaci. Zároveň produkuje ochranný obal (kokon) kolem vajíček. (1)



Obrázek 1: Opasek u žížaly kalifornské. Foto autor.

Opaskovci se dělí na podtřídy máloštětinatci (*Oligochaeta*) a pijavice (*Hirudinae*). Žížaly řadíme do podtřídy máloštětinatců, řádu žížaly. (1) (4) (5)

2.4 Charakteristika řádu žížaly

V současnosti je v řádu žížaly (*Opisthopora*) popsáno více než 3000 druhů žížal. Předpokládá se, že existuje dalších 2000 druhů žížal, které nebyly dodnes objeveny. (5)

2.4.1 Stavba a povrch těla

Tělo žížaly má válcovitý tvar, zadní část bývá zploštělá až hranatá. Mají vlhkou jednovrstevnou pokožku. Povrch těla žížaly je pokryt slizem. Žížaly vylučují sliz póry na zadní části těla. Sliz slouží k jednoduššímu pohybu přes ostré předměty a suchá místa. Zároveň zvyšuje rychlost pohybu. Pohyb zajišťuje podélné a okružní svalstvo. (5) (6)

Délka těla je rozdílná. Některé druhy jsou malé a v dospělosti dorůstají délky maximálně 2 cm, jejich těla jsou tenká okolo 1 mm až 1,15 mm. Jedním z nejmenších druhů žížal je *Dendrobaena pygmaea*. Naopak největší druhy žížal se vyskytují v tropech nebo Austrálii. Tito tvorové dorůstají délky až 1,5 m a šířka těla dosahuje až 4 cm. Jedním z největších druhů je *Megascolides australis*. Odlišné je i zbarvení žížal. Většina žížal má narůžovělé zbarvení, tzv. masové. Masové zbarvení je způsobeno přítomností hemoglobinu v krvi. Existují ale i žížaly s jinými odstíny. Například červené nebo purpurové zbarvení je způsobené porfirinovými pigmenty v tělní stěně žížaly. Žížaly mohou mít i žluté, zelené nebo modré zbarvení. (5)

Tělo žížaly je tvořené články, které jsou na povrchu odděleny rýhami. Počet tělních článků není určen a liší se podle druhu a délky živočicha. Na každém článku, kromě prvního a posledního, jsou umístěny zatažitelné štětiny (parapodia). Jejich počet je různý. Nejčastěji se na každém článku nachází 4 páry krátkých štětin, existují ale i druhy, které mají na každém článku až 200 štětin. Tyto druhy se vyskytují převážně v tropech. (1) (5)

Důležitou součástí těla dospělé žížaly je opasek. Clitellum je umístěné na přední části těla. Je tvořené několika zduřelými články s kožními žlázami a slouží k rozmnožování. (1)

2.4.2 Trávicí a vylučovací soustava

Žížaly se živí odumřelou organickou hmotou, především rostlinného původu. Dokážou strávit velké množství potravy. Žížaly přijímají potravu ústním otvorem bez zubů, který se nachází v prvním článku. Příjem potravy usnadňuje čelní lalok. Trávicí trubice prochází celým tělem. Žížaly mají žláznatý žaludek (vole), po jeho stranách se nachází vápenaté žlázy sloužící k neutralizaci huminových kyselin. Huminové kyseliny jsou obsaženy ve značné části jejich potravy. Střevo žížaly obsahuje epiteliální řasu (tyflosolis). Ta se nachází po celé délce hřbetní části a zvětšuje absorpční povrch střeva. V peritoneu v okolí střeva je chloragogenní tkáň (obdoba jater). Chloragogenní tkáň má zásobní, exkreční, detoxikační a metabolickou funkci. Její buňky mají schopnost hromadit v sobě škodlivé látky, které opouští tělo metanefridiemi. Metanefridie se opakují v každém tělním článku a jsou propojeny vinutým kanálkem. Tělo je zakončené posledním článkem s řitním otvorem. (5) (6) (1) (3)
Více o trávicí a vylučovací soustavě v kapitole 4.

2.4.3 Nervová soustava a smysly

Žížaly mají gangliovou nervovou soustavu žebříčkovitého typu prostupující břišní částí. Jejich jednovrstevná pokožka obsahuje hmatové buňky (mechanoreceptory). Žížaly mají světločivné buňky (faosomy) a jsou fotofobní. (1)

2.4.4 Cévní a dýchací soustava

Cévní soustava žížal je uzavřená. Nejvýznamnější jsou hřbetní a břišní céva, které jsou spojené obloukovitými spojkami. Hřbetní (dorzální) céva zajišťuje dopředný pohyb červené krve. Břišní (ventrální) céva pohání krev zpět. Krev obsahuje barvivo hemoglobin. V přední části těla se nachází pět párů postranních cév vybavených svalovinou. Žížala nemá vyvinuté srdce, to nahrazují svalovinou vybavené cévy, které díky své funkci bývají někdy označovány za tzv. pomocná srdce. Žížaly nemají plíce, ale dýchají celým povrchem těla skrze jednovrstevnou pokožku, která je bohatě prokrvená. Dýchání pomáhá bohatě větvený cévní systém s mnoha podkožními vlasečnicemi. Dýchací systém žížal je závislý na vlhkém prostředí, jelikož sliz na povrchu těla žížaly napomáhá výměně plynů. (1) (3) (7) (6)

2.4.5 Rozmnožovací soustava

Žížaly jsou hermafroditi. V 10. a 11. článku se nachází 1 pár varlat, ve 13. článku se nachází párový vaječník, který pokračuje do 14. článku. K oplození vajíčka většinou využívají spermie jiného jedince. Žížaly lákají partnera pachovými signály. Oba jedinci jsou při kopulaci spojeni slizem, který vylučuje opasek (clitellum). Při kopulaci si vyměňují spermie. Spermie druhého jedince jsou uchovány v tzv. chámových schránkách. Žlázy v opasku produkují váček s tuhnoucím sekretem. Váček se postupně pohybuje k hlavové části žížaly. Žížala do váčku vypustí spermie druhého jedince a svá vajíčka. Nakonec váček svlékne přes hlavovou část. Ten se uzavře na obou stranách a vytvoří kokon. Kokony jsou většinou žlutohnědé. Jejich tvar a velikost bývá rozdílná, pohybuje se okolo 2 mm až 5 mm. Většina žížal se za příznivých podmínek rozmnožuje celý rok. Jedna žížala dokáže vyprodukovat až 300 kokonů ročně. Jeden kokon obsahuje mezi 1 a 20 vajíčky. Vývoj žížal je přímý, vylíhnutý jedinec tedy vypadá stejně jako dospělec. Žížala se líhne již s plným počtem článků. Odlíší se pouze velikostí a délkou těla. (6) (1) (4)

3 VÝSKYT ŽÍŽAL

Žížaly jsou jedni z nejvýznamnějších půdních živočichů. Mají obrovské množství způsobů, kterými pomáhají planetě, ale i člověku, například v hospodářství. Nejsou užiteční jen pro člověka a půdu. Stejně jako ostatní živočichové jsou součástí potravního řetězce. Jsou potravou pro ptáky, savce, plazy i jiné živočichy. V přírodě se žížaly zpravidla dožívají jednoho až dvou let. Jsou ale schopné dožít se až 12 let, v zajetí se eviduje i stáří 30 let. (6)

3.1 Výskyt

Žížaly jsou rozšířené po celém světě. Žijí téměř na všech kontinentech s výjimkou polárních a pouštních oblastí. Nejčastěji obývají tropické a subtropické oblasti, které disponují nejvhodnějším prostředím. Existuje ale i mnoho žížal, pro které jsou podmínky v mírném pásmu vyhovující. Například v Evropě žije přes padesát druhů žížal z čeledi žížalovitých. (5)

Nejčastěji žijí žížaly v půdě. Rozlišují se podle hloubky výskytu a způsobu života. Mnoho druhů se vyskytuje v kmenech stromů, nebo dokonce obývají i koruny stromů. Existují i žížaly sladkovodní, ty dokážou ve sladké vodě přežít měsíce. Jsou schopny se v této vodě rozmnožovat. Mnoho sladkých vod ale nesplňuje vhodné podmínky pro život těchto živočichů. Žížaly preferují určité typy půd. Nejvhodnější půdy jsou půdy hlinité až hlinitopísčité. Naopak jílovité, šterkovité, rašelinovité a písčité půdy žížalám nevyhovují. Největší množství žížal se nachází v půdách s vysokým podílem humusu. (5) (6)

3.2 Správné podmínky pro život

Žížaly nejsou náročnými obyvateli půdy. Často se dokážou vypořádat s různými podmínkami. Jejich nároky na půdu se liší podle druhu. Jednou z nejdůležitějších složek jejich požadavků je voda. Všechny druhy vyžadují vysokou vlhkost. To se projevuje i na faktu, že hmotnost jejich těla je tvořena ze 70 % až 95 % vodou. Odlišné jsou i teploty, které různé druhy žížal vyžadují. Většinou druhů žížal vyhovuje teplota mezi 10°C a 18°C. Například pro většinu druhů v České republice je nejlepší teplota od 10°C do 15°C. Některé druhy dokážou přežít i ve zmrzlé půdě, nebo přežít vysoké teploty. Důležitou podmínkou půdy je její pH. Hodnota pH se nejčastěji pohybuje okolo 7 (neutrální), může ale být i jiné. Žížaly nedokážou přežít v půdě, která má pH nižší než 4. (5) (6)

Důležitou dovedností žížal je jejich schopnost klidového stádia. Žížaly v něm s velmi malým výdejem energie vydrží několik měsíců, pokud jsou nepříznivé podmínky. Žížaly si v půdě vytvoří komůrku, ve které se stočí. Okolo sebe vypustí sliz, který zabrání vysychání. (6)

3.3 Členění podle výskytu

Žížaly se rozdělují na tři hlavní skupiny podle hloubky, ve které žijí a chodbiček, které tvoří. Často dokážeme druhy odlišit podle zbarvení.

Hlubinné (anektické) žížaly vytváří hluboké, téměř vertikální chodbičky. Chodbičky se vyskytují v hloubce do tří až čtyř metrů a mají průměr 8 mm až 11 mm. Žížaly stahují potravu z horních vrstev a povrchu do dolních částí chodbiček. Jejich potravou je především odumřelá organická hmota. (8) (6)

Podpovrchové (endogeické) žížaly vytváří vodorovné chodby, které nejsou tak stabilní jako chodby vertikální. Vyskytují se od 5 mm až 40 cm pod povrchem. Mívají světlé zbarvení a požírají především půdu, ze které získávají živiny. Mezi tyto žížaly patří například žížala polní (*Aporrectodea caliginosa*) nebo žížala růžová (*Aporrectodea rosea*). (8) (6)

Povrchové (epigeické) žížaly žijí spíše na povrchu a v povrchovém stelivu především v travnatém porostu jako jsou lesy. Jejich potrava se nachází na povrchu půdy. Vytváří chodby blízko povrchu půdy. Typické je pro ně červenohnědé zbarvení. Patří mezi ně například žížala kalifornská (*Eisenia andrei*) či žížala hnojní (*Eisenia fetida*). (8) (9)

4 PROCES PŘEMĚNY ORGANICKÉ HMOTY

4.1 Trávicí a vylučovací soustava podrobně

K přeměně organické hmoty dochází právě při průchodu potravy trávicím traktem a následně při vyloučení exkrementů. Právě trávení je hlavní činnost žížal v ekosystému.

Potravu přijímají žížaly prvním článkem nazývaným prostomium (2). Prostomium obsahuje smyslové orgány, které pomáhají žížalám v orientaci v prostředí a vnímání okolního světa, například při identifikování potravy. Dále je citlivé na světlo. Různé druhy žížal mají citlivost na světlo rozdílnou. Další část, peristomium, obklopuje ústa. Není vždy považováno za pravý článek, jelikož neobsahuje žádné orgány. (10)

Žížaly mají trávicí trubici, která prochází celým tělem. Začíná prostomiem a končí až posledním článkem pygidiem. Za ústy následuje krátká a tenkostěnná dutina ústní nacházející se ve 2. a 3. článku. Ústní dutinu obklopují svaly. Potrava je v této části obalena slizem. Sliz napomáhá lehčímu a rychlejšímu posunu potravy dále hltanem. Hltan je umístěn ve 4. článku a je oddělen od tenčí ústní dutiny. Obsahuje mnoho chromafinních buněk, které produkují enzym proteázu a mucin. Mucin v hltanu změkčuje potravu. Zároveň proteáza štěpí bílkoviny na aminokyseliny. Následně se změkčená potrava posouvá do jícnu. Jícen je úzký a tenkostěnný a pokračuje tělem žížaly až do 8. segmentu. (11)

Žížaly mají dva žaludky – žláznatý a svalnatý. Žláznatý žaludek je také nazýván vole a je to přeměňená část jícnu. Po stranách žláznatého žaludku jsou vápenaté žlázy. Ty vylučují uhličitán vápenatý. Toto je nutné, protože potrava žížal často obsahuje velké množství huminových kyselin. Uhličitán vápenatý vyrovnává kyselé prostředí a zabraňuje škodlivým vlivům kyselin na trávicí trakt žížaly. Dále následuje svalnatý žaludek, který potravu rozmělní na menší části. Žížala nemá zuby, které by se o tuto činnost postaraly v přední části těla. Ve svalnatém žaludku tedy dochází k rozmělnění potravy pomocí malých kamínků a zrněk písku, které žížala pozře dohromady s potravou. Již rozmělněná potrava se posouvá dále do střev. (6) (11) (1)

Po celé hřbetní části střev se nachází epiteliální řasa tyflosolis. Tyflosolis zvětšuje absorpční plochu střev. Zde dochází ke konečnému trávení potravy za přítomnosti mnoha enzymů. Střevo je silně prokrvené a dochází zde ke vstřebávání strávené potravy a potřebných látek do zbytku těla. V peritoneu v okolí střeva je chloragogenní epitel, který je schopný hromadit v sobě škodlivé látky. Tyto látky opouští tělo metanefridiemi. Metanefridie se opakují v každém tělním článku žížaly. (1) (11)

Žížala se poté pygidiem, posledním článkem, zbavuje nepotřebných látek (exkrementů). (1) Tyto exkrementy jsou malé, mají oválný tvar a velký význam pro přírodu, protože tvoří půdu s vysokým obsahem živin.

5 VÝZNAM ŽÍŽAL V PŘÍRODĚ

5.1 Význam žížal dle Charlese Darwina

Žížaly jsou živočichové tak důležití a nepostradatelní pro naši planetu, přesto bývají často považováni za obyčejné, nezajímavé a všední. Jejich důležitost si uvědomil v 19. století přírodovědec Charles Darwin, který se zabýval především evoluční biologii. Je pravděpodobné, že Darwina k jeho úvahám ohledně žížal přivedl jeho strýc Josiah Wedwood. Pravděpodobně právě on tehdy přišel s myšlenkou, že žížaly přemísťují na povrch zeminu ve formě svého trusu. Darwin později v životě napsal na téma žížal odbornou knihu „The Formation of Vegetable Mould through the Action of Worms with Observations on their Habits“ (12). (12)

5.2 Přeměna organické hmoty v přírodě

Hlavní činností žížal v přírodě je přeměna jedné složky půdy na jinou. Žížaly přeměňují složité organické sloučeniny na jednodušší formy, které jsou dále využívány jinými živočichy a rostlinami. Žížaly požírají zeminu a zbytky rostlin i živočichů, kteří se v půdě vyskytují. Potrava žížal se liší podle druhu. Žížaly detritofágní se živí rostlinnými zbytky v horních vrstvách půdy. Žížaly geofágní požírají zeminu. Z půdy získávají organické látky a důležité minerály. (9) (5)

Většina žížal je aktivní celý rok v závislosti na přírodních podmínkách. Pokud nejsou podmínky příznivé, žížaly se stahují hlouběji do půdy, tato hloubka je odlišná podle druhu, nebo vytváří klidová stádia. Pouze některé druhy se řídí speciálními obdobími v roce, kdy jsou aktivní. (6)

5.2.1 Množství přeměněné půdy

Hlavním přísunem pro půdu jsou exkrementy, které žížaly po průchodu trávicím traktem vylučují. Množství exkrementů závisí na kvalitě prostředí a z toho vycházejícího množství žížal. „V mírném pásu jich na metru čtverečním žije až tisíc jedinců“ (13). Rozdíl v počtu žížal žijících na jednom území je výrazný. „Evropské druhy žížalovitých, které byly člověkem zavlečeny na jižní polokouli, však mohou na tamních loukách a pastvinách dosahovat hustoty výskytu vyšší než 2000 jedinců/m²...“ (14). Množství exkrementů se může lišit velmi výrazně. Odhaduje se, že za jeden rok života je na jednom hektaru půdy přetvořeno více než 40 tun zeminy. 40 tun na 1 ha představuje vrstvu asi 0,4 cm vysokou. Tato zemina je ukládána především na povrch, ale i do hlubších částí půdy. (6) (13) (14)

5.2.2 Výhody žížalích exkrementů

Žížalí exkrementy (Obrázek 2) mají vysoké hodnoty různých minerálních látek. V exkrementech se objevuje vysoké množství dusíku, fosforu, ale i jiných látek v závislosti na prostředí. Exkrementy žížal jsou až dvakrát bohatší na hořčík a vápník než okolní půda. Množství dusíku je proti okolní půdě dokonce ještě výraznější: „V případě dalšího biogenního prvku, dusíku, je uvedený poměr 5:1.“ (13). Tyto exkrementy tedy výrazně ovlivňují kvalitu půdy a množství humusu. (9) (13)

Dalším důležitým přínosem při přetváření půdy žížalami je, že zabraňují vytváření tvrdé „krusty“ na povrchu. Tato křusta snižuje množství rostlin v dané oblasti. Žížaly tuto křustu přemění na své exkrementy. Tím umožní lepší uchycení rostlin. Zároveň s vyšším obsahem biogenních prvků a auxinových látek v exkrementech má rostlina lepší podmínky. Můžeme tedy říct, že aktivita žížal zlepšuje produktivitu rostlin. „Podrobná meta-analýza potvrdila, že průměrná početnost žížal v zemědělské krajině zvyšuje výnos plodin o čtvrtinu a nadzemní biomasu o 23 %.“ (13). (1) (9) (14)

Rozklad rostlinných zbytků vytváří lepší podmínky pro mikroorganismy, které tyto prvky využívají. Žížaly při své aktivitě mikroorganismy často požírají. Některé z nich stráví, jiní projdou jejich traktem neporušení. Některé mikroorganismy, kterým nevadí prostředí v žížalím trávicím traktu, jsou dokonce jeho častou součástí. Mikroorganismy v trávicím traktu žížaly pomáhají štěpit některé látky jako je lignin a celulóza. Jiné mikroorganismy vytvářejí v trávicím traktu žížaly aminokyseliny. Dalším využitím žížalích exkrementů je zpevňování struktury půdy a ochrana proti erozi. (6)



Obrázek 2: Žížalí exkrementy. Foto autor.

5.2.3 Význam žízalých chodbiček

Žízaly mají přímý vliv v přírodě na přeměnu organické hmoty, ale mají i nepřímý vliv na jiné složky půdy. Jejich role v přírodě je velká. Svým způsobem života vytváří vhodné podmínky pro rostliny, různé organismy, ale i pro člověka a jeho zájmy v přírodě. Důležitou činností jejich života je vytváření chodeb. Typ chodeb a směr se liší podle druhu. Délka chodbiček odhadována na 1 ha se liší „Populace žízal vytvářejí na ploše 1 ha až 4400 km chodbiček.“ (9). Některé zdroje mluví až o dvojnásobné maximální délce „Na jediném hektaru si žízaly dokážou vytvořit síť podzemních chodbiček o délce až 8900 kilometrů. (Kretschmar 1982)“ (13). (9) (13)

Chodbičky, které žízaly vytvářejí, umožňují pronikání vody hluboko do půdy. Zároveň tyto chodbičky umožňují větší zadržitelnost vody. Zadržování vody je důležité především v dnešním období, kdy dochází k úbytku srážek. Vertikální chodby, které vytváří hlubinné žízaly, zvyšují rychlost vsáknuté vody do půdy a zabraňují záplavám. Rychlejší vstřebávání vody do půdy snižuje riziko záplav a podmáčení. Tyto chodbičky dále slouží k lepšímu provzdušňování půdy. Žízalí chodbičky mají vliv i na rostliny a jiné mikroorganismy. Důležité jsou například pro kořeny rostlin, které díky nim mají vhodné podmínky pro růst. Kořeny rostlin využívají tyto chodbičky a snadněji skrze ně prostupují hluboko do půdy. Zároveň mají kořeny díky těmto chodbičkám lepší přísun vody. Je potvrzeno, že v místech, kde se vyskytuje více žízal, je vytvořen mohutnější kořenový systém. Příroda musí být chápána jako celek, kde vše souvisí se vším. Žízalí chodbičky proto využívají i jiné organismy a v jejich blízkosti je zaznamenávána vysoká přítomnost mikroorganismů. (9) (6) (13)

Velmi důležité je přemísťování půdy a potravy na jiné místo. Žízaly přemísťují svou potravu a exkrementy mezi vrstvami půdy, když se pohybují svými chodbičkami. Okolí žízalých chodeb je nazýváno drilosféra. (6) (14)

6 VERMIKOMPOSTÉR

V dnešních dnech existují ve městech hnědé popelnice, které slouží jako nádoby na sběr biologického odpadu a jeho následnému kompostování. Podle České asociace odpadového hospodářství „Každá domácnost produkuje (z celkového množství vyprodukovaného odpadu) 30 až 40 procent biologicky rozložitelného odpadu. Ten patří do hnědých sběrných nádob“ (15). Vermikompostér je alternativa k hnědým nádobám. Jedná se o jednoduchý a ekologický způsob recyklování organické hmoty.

6.1 Vermikompostování

Slovo „vermikompostování“ pochází ze spojení dvou latinských slov – vermis (znamenající červ nebo žízala) spojené se slovem kompost (původně latinským slovem, které se dnes používá v zcela běžně bez překladu). (16)

Existuje několik způsobů vermikompostování. Všechny způsoby jsou založené na stejném principu kompostování biologického odpadu s využitím žížal. Tento způsob kompostování je rychlejší než klasické kompostování. O většinu procesu se starají žížaly, a proto můžeme tvrdit, že je to cesta ekologicky přijatelná. Mezi základní typy vermikompostování patří malé vermikompostéry, které se používají například v domácnostech, nebo velkoprodukční vermikompostovací plochy. (17)

Mezi jednodušší velkoplošné vermikompostování řadíme vermikompostování v pásových hromadách nebo v ohraničených zónách. Při způsobu s pásovými hromadami se pokládají vrstvy biologického odpadu na sebe po určitých časových prodlevách. Nejprve se odpad položí na hromadu a zahřeje. Z této hromady se poté část odpadu odebere a vytvoří se tenká vrstva zakládající novou hromadu. Násada žížal je vložena do této tenké vrstvy. Žížaly zpracovávají odpad a následně přelézají do horních vrstev. Dále se na žížaly pokládají další vrstvy, které mají různou výšku podle časových intervalů, za které jsou pokládány. Žížaly přelézají do vyšších vrstev a přeměňují organický odpad na kvalitní substrát. Kompostování v ohraničených zónách je velmi podobné. Výhodou je, že jsou žížaly chráněny před větrem, na druhou stranu je tento typ umístěný většinou pod střechou a je tedy nutné žížalám dodávat vláhu. Na obou způsobech je nejtěžší oddělení žížal od půdy. Dochází k sejmutí horní vrstvy, ve které se žížaly vyskytují a přemístění na jiné místo, kde dochází k opětovnému procesu. Dalším, technologicky složitějším způsobem, je vermireaktor. Jako vermireaktor se označuje zařízení, kdy k vermikompostování dochází ve vnitřním prostoru. Vermireaktor má značné výhody jako je omezení plochy nutné pro vermikompostování nebo možnost proces vermikompostování do určité míry ovlivňovat. (17)

6.2 Domácí vermikompostér

Ve své práci jsem se rozhodla využít domácí vermikompostér k výzkumu ohledně množství přeměněné organické hmoty.

6.2.1 Co je to vermikompostér

Vermikompostér (Obrázek 3) je speciálně upravená nádoba, která může mít mnoho vzhledů. Vždy se ale jedná o určitou nádobu, do které lidé umísťují biologický odpad, jako jsou zbytky jídla a podobné suroviny. Ve vermikompostéru dochází ke kompostování rostlinného odpadu s využitím žížal, které jsou jeho nejdůležitější součástí. Název vermikompostér má v českém jazyce i své vlastní ekvivalenty jako je žížalovník, žížaliště, žížalárium nebo žížalokompostér. (16)

Vermikompostér může mít různé tvary a být vyroben z různých materiálů. Velmi výrazně se mohou lišit i jeho rozměry (výška, šířka, objem...). Je možné si žížalovník koupit již zhotovený nebo jej vlastnoručně vyrobit. Vermikompostér není složité zařízení a princip, na kterém funguje, není komplikovaný. Může být vyroben ze dřeva, kdy se používá převážně tvrdší dřevo. Je velmi důležité, aby dřevo nebylo chemicky ošetřené, protože to by mohlo zapříčinit otravu žížal. Pro svůj výzkum jsem využila vermikompostér vyrobený z umělé hmoty, přesněji z prázdných nádob od barvy. Můj vermikompostér se skládá ze tří těchto

nádob propojených víky s otvory. Nádoby tedy stojí jedna na druhé. Hloubka nádob v mém vermikompostéru je 22 cm. Ani jedna ze tří nádob by neměla být příliš hluboká. Hloubka vyšší než 45 cm není vyhovující. Pokud by vrstva kompostu byla v nádobě příliš velká, nedocházelo by k dostatečnému přísunu vzduchu do nižších vrstev nádoby a následkem by byl zápach způsobený anaerobním rozkládáním. (18)

Každá nádoba má jiný smysl. V prostřední části žijí žížaly. Do této části se také vkládá potrava a vytváří se v ní odpovídající substrát. Prostřední nádoba je spojena se spodní nádobou, která je z počátku prázdná. Zároveň jsou mezi těmito nádobami vytvořeny otvory za účelem odkapávání tekutiny, která vzniká při vermikompostování a je nazývána „žížalí čaj“ (16). Tyto dvě nádoby jsou základem vermikompostéru. V mém vermikompostéru je přítomna i horní nádoba, kterou nemají všechny typy vermikompostérů. Svrchní nádoba je využita, když žížaly naplní prostřední nádobu přeměněným organickým odpadem. V tom případě žížaly přelezou do horní nádoby skrze otvory mezi střední a vrchní nádobou. Následně žížaly vytváří odpad v horní nádobě. Po naplnění obou nádob vermikompostování nekončí. Již při částečném naplnění druhé vrstvy si můžeme být jistí, že žížaly přelezly do prázdnější nádoby a substrát tak můžeme použít pro zvolené účely. Je vhodné střední nádobu vyměnit se svrchní, tak aby žížaly v případě potřeby mohly opět vlézt do horní vrstvy (popřípadě žížaly přemístit zpět z horní do střední nádoby).



Obrázek 3: Vlevo vlastnoručně vyrobený domácí vermikompostér. Vpravo proděravěné dno mezi prostřední a spodní nádobou vermikompostéru. Foto autor.

6.2.2 Žížaly ve vermikompostéru

Žížaly jsou základem vermikompostéru. Na vermikompostování se hodí především žížala hnojní a žížala kalifornská. Oba druhy jsou si velmi podobné a blízké.

Tyto žížaly nepatří mezi nejdelší žížaly, jsou spíše drobnější. Jejich těla dosahují délky maximálně 12 cm a váží okolo 1 g. (6)

Pro svůj výzkum jsem ve vermikompostování zvolila žížaly kalifornské (Obrázek 4). Dokážou spotřebovat mnohem větší množství potravy než ostatní druhy žížal. Kalifornské žížaly byly přímo vyšlechtěny k využívání na přeměnu rostlinného odpadu (19). Nejvíce se hodí do vermikompostů, protože je pro ně ideální vyšší teplota, rychle se množí a hodně žerou. Navíc se dožívají relativně vysokého věku 2-4 let. Kalifornské žížaly do vermikompostěru (Obrázek 5) jsem zakoupila z žížalí farmy, kde dochází k jejich chovu a zároveň k velkoplošné přeměně rostlinného odpadu. Dvě násady žížal, které jsem nakoupila, obsahovaly okolo 300 mladých jedinců. Žížaly ale s postupem času rostly a rozmnožily se. Není tedy nutné při zakládání žížalovnicku kupovat velké množství žížal, protože jejich počet se zdvojnásobí přibližně za tři měsíce. Žížala kalifornská není původní druh. Pokud by tedy došlo k přemnožení, není vhodné je dávat do volné přírody. Žížaly by sice pravděpodobně zemřely nebo se zdržovaly pouze v místě, kde mají dostatečný příjem potravy, jako je kompost, ale doporučuje se věnovat je do vermikompostáren nebo zvětšit objem vermikompostěru. (20) (21)

Podle jiných zdrojů ale není nutné se přemnožení u žížal kalifornských obávat. Podle chovatele Jakuba Filipa se žížaly samy přirozeně starají o svou populaci. Pokud mají malý prostor, rychlost rozmnožování se výrazně zpomalí a tím stabilizují svoji populaci. Jsou také schopné v uzavřeném prostoru vypouštět jed, který je pro ně jedovatý a tím se mohou navzájem otrávit. (22)



Obrázek 4: Žížala kalifornská. Foto autor.



Obrázek 5: Žížaly kalifornské ve vermikompostéru. Foto autor.

6.2.3 Správné podmínky pro vermikompostování

Nejdůležitějšími podmínkami jsou vlhkost, dostatek vzduchu a správná teplota.

Svůj vermikompostér jsem umístila do technické místnosti v našem domě. Teplota v místnosti je mezi 18 °C a 20 °C. Nejvhodnější teploty jsou v rozmezí mezi 15 °C a 26 °C. Žížaly jsou aktivní při teplotách vyšších než 5°C. (18)

Ideální vlhkost ve vermikompostéru je 75 %. Pokud je ale vlhkost příliš velká, způsobí problémy s nedostatkem kyslíku. Díry ve vermikompostéru slouží k odvádění přílišné vlhkosti, kterou je možné kontrolovat jednoduchou zkouškou. Vezmeme si hrst substrátu a stiskneme. Ideální je, pokud se objeví pár kapek vody. Pokud voda začne téct, znamená to, že je vlhkost nadměrná a nevyhovující. V tom případě se přidává natrhaný suchý papír, který do sebe vlhkost nasaje. Pokud se kapky neobjeví, naopak to znamená, že je vermikompost příliš suchý a je tedy nutné přidat namočený papír (například část namočeného plata od vajíček). (16) (20)

Velmi důležitý je dostatek vzduchu. Ve víku horní nádoby jsou z tohoto důvodu vytvořeny otvory, aby docházelo k dostatečnému přísunu vzduchu. Důležitá je i velikost nádoby. Moje vlastní nádoba je dostatečně prostorná, tak aby mohla garantovat žížalám dostatek kyslíku. Velikost nádoby je závislá na množství vermikompostovaného odpadu. Pokud vermikompostujeme okolo jednoho kilogramu týdně, měl by vermikompostér mít plochu alespoň 0,2 m². (17)

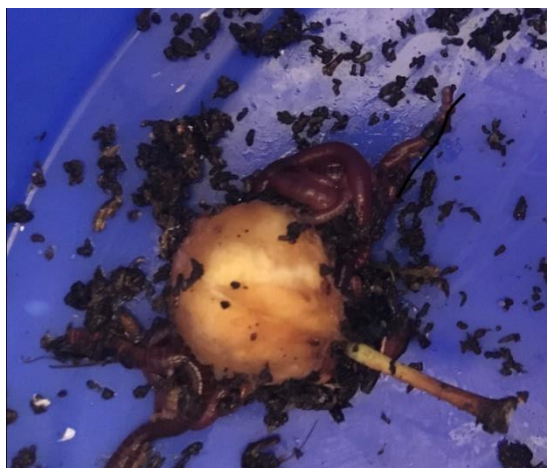
Žížaly nemají rády světlo, proto není vhodné dávat vermikompostér na příliš slunné místo nebo žížaly přímému světlu vystavovat. (18)

Základem vermikompostéru je podestýlka. Podestýlka se vkládá vždy do nádoby, ve které se žížaly aktuálně vyskytují. Já jsem použila trávu, listí a roztrhaný navlhčený papír. Často se používá rašelina nebo kokosové vlákno. (17)

6.2.4 Co patří do vermikompostéru

Žížalám můžeme dát různé věci, které nám zůstanou z běžného používání nebo jen slupky a jiné zbytky. Žížaly dokážou ve vermikompostéru strávit rozmanitou škálu věcí, jedná se především o rostlinné zbytky (Obrázek 6). Já jsem do vermikompostéru dávala především zbytky ovoce nebo zeleniny (banány, jablka, citrusy, hrušky, slupky od brambor a jiné). Dále čajové sáčky, kávovou sedlinu, zbytky od pečiva a vaječné skořápky. Vaječné skořápky dodají vermikompostéru vápník a pomohou při překyselení k neutralizaci prostředí. Na přilepšení je možné žížalám dát i piliny nebo papírové kapesníky. (20) Ve svém kompostéru jsem žížalám potravu nakrájela na malé kousky, aby pro ně byla snadněji stravitelná.

Existuje ale i potrava, která je pro žížaly značně nebezpečná nebo nevhodná. Jedná se především o živočišné produkty. Do vermikompostu nepatří maso, mléčné výrobky, tuky nebo mastné produkty. (20) Velmi důležité je dávat pozor, aby nebylo vkládáno velké množství citrusů. Žížaly jsou také náchylné na chemikálie, proto doporučuji opatrnost při vkládání potravy.



Obrázek 6: Žížaly kalifornské požírající jablko. Foto autor.

6.2.5 Cíl vermikompostování

Vermikompostování je výhodné z mnoha pohledů. Pomáhá nám zbavit se našich odpadů, a ještě získáváme kvalitní hnojivo. Hnojivo můžeme použít k sázení semen, které tak budou mít větší přísun živin, na hnojení pokojových rostlin nebo na zahrady.



Obrázek 7: Substrát vytvořený ve vermikompostéru žížalami kalifornskými. Foto autor.

Vyprodukovaný substrát (Obrázek 7) je považovaný za skvělé a vysoce kvalitní hnojivo. Má mnoho výhodných vlastností. Jednoduše se vstřebává do půdy. Exkrementy žížal mají vysoké pH a mnoho minerálních látek. Žížalí exkrementy obsahují růstové enzymy, které povzbudí hnojené rostliny. Zároveň s exkrementy žížal se v dolní nádobě hromadí „žížalí čaj“, který je také velmi výživné hnojivo. Je doporučeno tuto tekutou látku ředit s vodou. Poměry vody a žížalího čaje jsou různé a záleží na dané situaci a individuální potřebě. (15) (17)

7 VÝZKUM

7.1 Cíl práce

Ve své práci jsem se zaměřila na množství organické hmoty, kterou dokážou žížaly přeměnit. K tomuto výzkumu jsem využila domácí vermikompostér. Cílem mého výzkumu je zjistit, zda žížaly kalifornské dokážou přeměnit biologický odpad vyprodukovaný za jeden týden jednou osobou tak, aby člověk mohl následně využít vzniklý produkt (substrát) k vlastním libovolným účelům.

7.2 Metodika

Hlavním nástrojem v mé práci byl vermikompostér. Můj vermikompostér je složený ze tří plastových nádob každá o objemu 12,5 l. Do prostřední nádoby vermikompostéru byly vloženy 2 násady kalifornských žížal, pocházející z žížalí farmy. Dohromady bylo do vermikompostéru na začátku výzkumu vloženo přibližně 300 jedinců žížaly kalifornské. Předpokládám, že v průběhu měření docházelo k rozmnožování, a tedy i zvětšení počtu žížal ve vermikompostéru.

Vermikompostér byl umístěn v pokojové teplotě. Žížaly byly vloženy do podestýlky skládající se z dubových a javorových listů. Zároveň se v podestýlce naházelo vysušené seno a namočené kusy plat od vajíček k zajištění dostatečné vlhkosti.

Žížaly byly ponechány v klidu jeden měsíc, aby měly prostor zvyknout si na nové prostředí a „zabydlet se“. V této době nedocházelo k měření substrátu, který žížaly vyrobily. Po měsíci byly nezpracované zbytky listů odebrány z vermikompostéru a následně byla vložena potrava.

Potrava byla do vermikompostéru vkládána vždy jednou za sedm dní. Jednalo se o zvážený biologicky odpad vyprodukovaný jednou dospělou osobou za předchozích sedm dní. Potrava se skládala ze slupek od banánů, jablek, mrkve, citrusů, brambor a jiných běžně dostupných potravin. Bioodpad byl do vermikompostéru vkládán nakrájený na malé kousky, tak aby byl snadněji zpracovatelný.

Žížaly v průběhu týdne zpracovávaly vloženou hmotu. Sedmý den byla odstraněna nepřeměněná potrava, která byla zvážena. Odečtením bylo vypočítáno skutečné množství přeměněné potravy. Následně byla do vermikompostéru vložena nová vrstva bioodpadu.

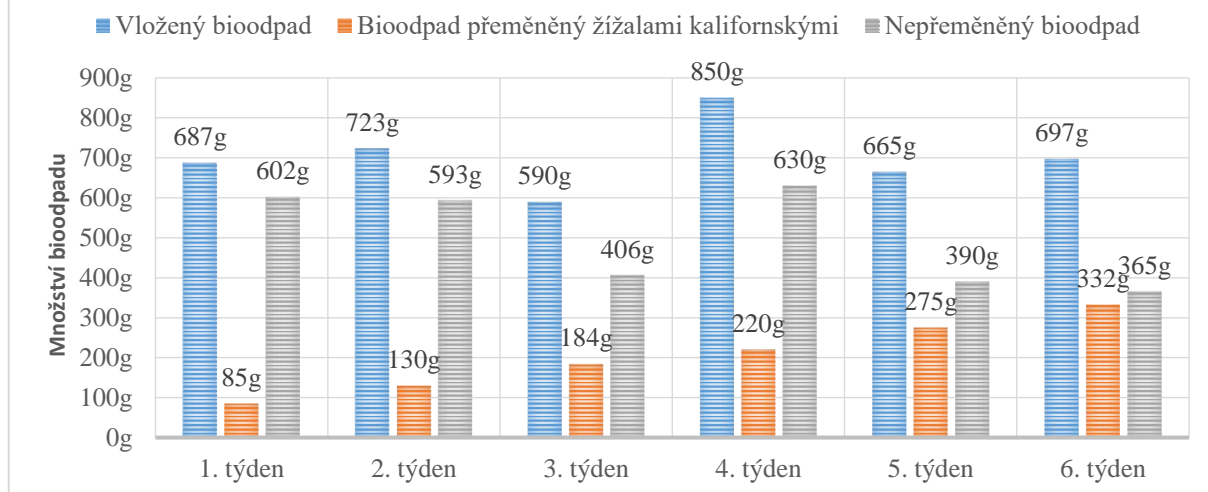
7.3 Výsledky

Výsledky mého měření jsou uvedeny v tabulce níže (Tabulka 1: Množství přeměněného odpadu ve vermikompostéru). Z této tabulky můžeme vyčíst množství vloženého odpadu. Dále můžeme vidět množství přeměněného a nepřeměněného bioodpadu.

Tabulka 1: Množství přeměněného odpadu ve vermikompostéru

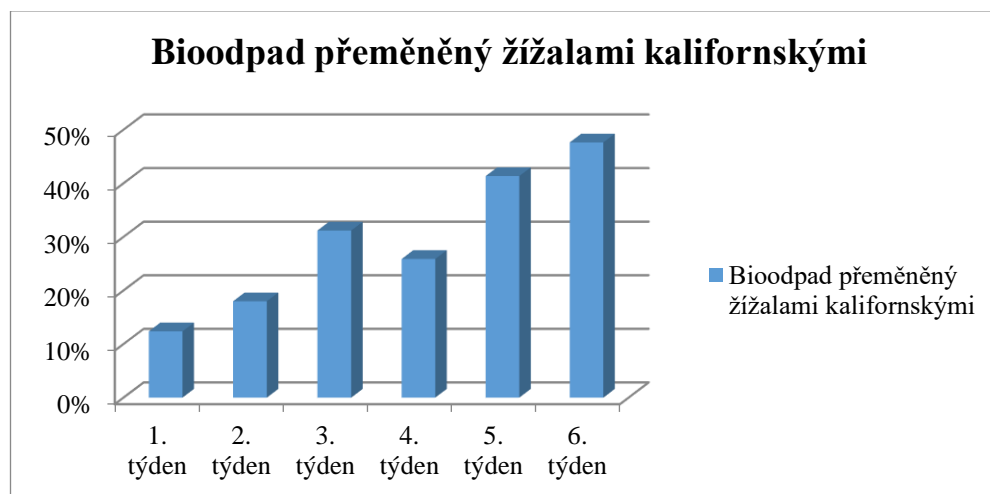
	Vložený bioodpad	Bioodpad přeměněný žížalami kalifornskými	Nepřeměněný bioodpad
1. týden	687 g	85 g	602 g
2. týden	723 g	130 g	593 g
3. týden	590 g	184 g	406 g
4. týden	850 g	220 g	630 g
5. týden	665 g	275 g	390 g
6. týden	697 g	332 g	365 g

MNOŽSTVÍ PŘEMĚNĚNÉHO BIOODPADU VE VERMIKOMPOSTÉRU



Obrázek 8: Množství přeměněného odpadu ve vermikompostéru

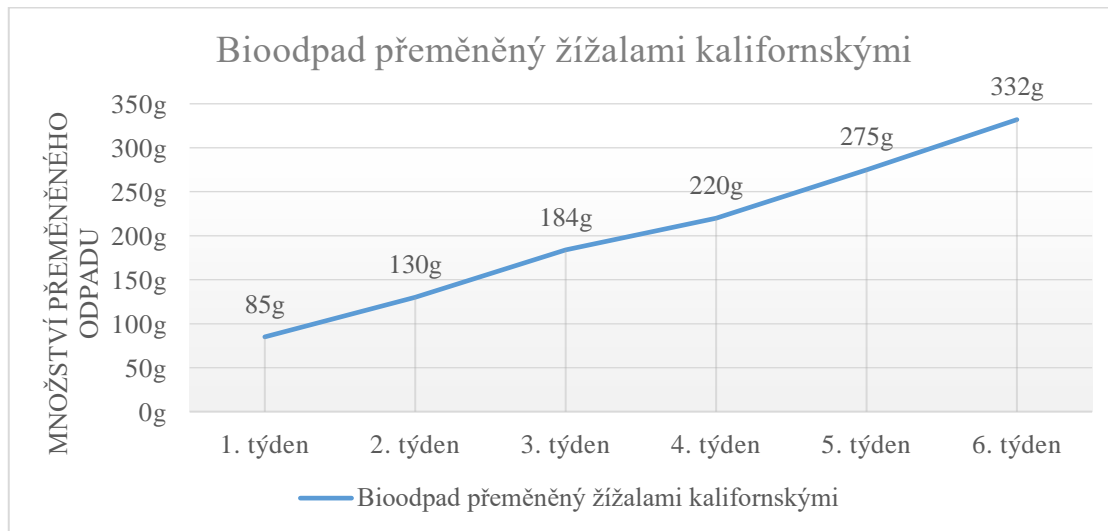
Z výzkumu vychází, že žížaly nejsou po pěti týdnech schopné za sedm dní přeměnit takové množství potravy, které vyprodukuje jedna osoba za týden. Přesto můžeme usuzovat, že by toho v dalších týdnech byly schopné. Z grafu (Obrázek 8: Množství přeměněného odpadu ve vermikompostéru) lze vyčíst kontinuálně stoupající množství potravy, kterou žížaly sežerou a následně z ní vytvoří substrát. V souvislosti s tím klesá hmotnost nestrávené potravy.



Obrázek 9: Přeměněný bioodpad žížalami kalifornskými v procentech

V grafu (Obrázek 9: Přeměněný bioodpad žížalami kalifornskými v procentech) můžeme také vyzorovat téměř konstantní stoupání procent přeměněného odpadu. Jedinou výjimku v tomto grafu tvoří čtvrtý týden. Tuto odchylku však může vysvětlit, že množství vloženého bioodpadu v tento týden bylo nejvyšší. Znamená to tedy, že hmotnost přeměněného bioodpadu každý týden stoupá. Kvůli vysokému množství vložené potravy však procentuální data tento týden poklesla.

V grafu (Obrázek 9: Přeměněný bioodpad žížalami kalifornskými v procentech) můžeme dále vyčíst, že množství vložené potravy nemá vliv na činnost žížal. Vždy sežerou pro ně v danou dobu optimální množství potravy.



Obrázek 10: Nárůst přeměněného bioodpadu

Nárůst mezi daty získanými při prvním týdnu měření a daty z šestého týdne měření je dobře viditelný v grafu výše (Obrázek 10: Nárůst přeměněného bioodpadu). Rozdíl v hmotnosti přeměněné potravy je 417 g, tedy téměř čtyřnásobek původní hmotnosti přeměněné potravy.

Důvodem pro vyšší činnost žížal může být zvýšení počtu jedinců žížaly kalifornské v závislosti na rozmnožování. Zároveň s postupem času žížaly rostou a jsou tak schopné zpracovávat větší množství potravy. Dalším možným důvodem je jejich stálé zabydlování se ve vermikompostéru a zvykání si na prostředí.

Z výzkumu dále vyplývá, že žížaly mají oblíbenější a méně oblíbené typy potravin. Například pokud se ve vermikompostéru nacházely slupky od citrusů a brambor, vždy byly nejrychleji přeměněny bramborové slupky, zatímco citrusové slupky zůstávaly nedotčené.

Po ukončení výzkumu jsem při pravidelném krmení vložila do vermikompostéru potravu. Bioodpad jsem se rozhodla namixovat. Mezi namixovanou potravou byly i citrusy. Za pár dní jsem zjistila, že došlo k masivnímu úhynu žížal. Předpokládám, že důvodem bylo překyselení. Rozmělněné citrusy se pravděpodobně dostaly do všech částí potravy. Dalším vysvětlením by mohla být přítomnost chemikálií, sloužících v potravinovém průmyslu k ošetření plodů, na citrusových slupkách, na kterou jsou žížal velmi háklivé. Zajímavostí bylo, že několik jedinců se objevilo ve spodní nádobě, pravděpodobně unikli z překyseleného nebo chemického prostředí. Těchto pár jedinců vytvořilo základ pro nový vermikompostér.

7.4 Shrnutí

Ve výzkumu jsem se zabývala efektivností a činností žížal kalifornských ve vermikompostéru. Mým cílem bylo zjistit, zda jsou žížaly schopné přeměnit biologický odpad vyprodukovaný za jeden týden jednou osobou. Z mého výzkumu vyplývá, že žížaly jsou tohoto schopné, podmínkou je, aby jich bylo dostatečné množství.

8 ZÁVĚR

Ve své práci jsem se zaměřila na přeměnu organické hmoty s žížalami jako prostředníkem. Vstupním materiálem pro přeměnu byl v mé práci bioodpad. Následným zpracováním bioodpadu žížalou došlo k přeměně na úrodný substrát. Jako cíl jsem si stanovila zjistit, kolik materiálu jsou žížaly schopné přeměnit na úrodnou půdu a zda je to dostatečné množství, aby je mohl člověk pravidelně využívat ke zpracování veškeré hojím vyprodukovaného bioodpadu. Z mého výzkumu plyne, že k tomuto účelu lze využít žížaly kalifornské. Podmínkou je zabezpečit dostatečný počet jedinců, tak aby odpovídal množství odpadu. Člověk za jeden den vyprodukuje přibližně 100 g bioodpadu denně. Zjistila jsem, že žížaly požírají svůj denní přísun, nehledě na množství, kterým je zásobujeme. Není tedy možné přinutit je k větší činnosti. Dostatečného počtu jedinců lze vždy dosáhnout přirozeným rozmnožováním. Případně zvětšením vermikompostéru, aby měly žížaly dostatek prostoru.

K rozmnožení žížal je nutné počítat s dostatečným časem. I přesto považuji vermikompostér za velmi účinný. Je to jednoduchý systém, pomocí kterého může každý z nás pomoci planetě Zemi. Za výhodu považuji, že jsou žížaly schopné zpracovat všechny typy rostlinného odpadu. Myslím, že právě to může zajistit široké využití především v oblasti měst, sídlišť a přilehlých aglomerací.

Ve své práci jsem se dále zaměřila na činnost žížal v přírodě, kde k přeměně hmoty dochází přirozeně. Činnost žížal je pro svět klíčová. Je nutné si uvědomit, že žížaly jsou živý organismus, který je v dnešní době vysoce ohrožený nesprávným zacházením s přírodou. V náchylnosti žížal mě utvrdil zajímavý poznatek, kdy pravděpodobně kvůli překyselení ve vermikompostéru došlo k náhlému úhynu žížal kalifornských. Je nutné chránit existenci těchto tvorů, protože snížení jejich populace nebo vymření by mohlo způsobit skutečnou ekologickou katastrofu.

Výchozím produktem při přeměně hmoty žížalami jsou jejich exkrementy, které tvoří úrodný a kvalitní substrát. Tento substrát má vysoké hodnoty minerálních látek, které jsou dále využívány rostlinami a jinými mikroorganismy.

Závěrem bych chtěla říct, že tato práce byla pro mě velkým přínosem. Zjišťováním informací a shromažďováním dat jsem získala nový pohled na význam žížal i půdy jako takové. Můj výzkum potvrdil, že vermikompostování má v budoucnosti uplatnění. V případné další práci by bylo zajímavé zaměřit se na skutečné povědomí lidí o existenci vermikompostéru.

9 BIBLIOGRAFIE

1. JELÍNEK, Jan a ZICHÁČEK, Vladimír. *Biologie pro gymnázia: (teoretická a praktická část)*. 8., rozš. vyd. Olomouc : Nakladatelství Olomouc, 2006. stránky 110-112. ISBN 80-7182-217-5.
2. MERGL, Michal. Kmen Annelida - kroužkovci - oddělení biologie FPE ZČU v Plzni. *Cbg.zcu*. [Online] 2003. [Citace: 20. říjen 2020.] <https://www.cbg.zcu.cz/OB/veda/paleontologie/zoopaleontologie/krouzkovci/index.php>.
3. SYCHRA, O. a J., KLIMEŠ. Kroužkovci (annelida). *Zoologie.frasma*. [Online] Brno, 2012. [Citace: 20. říjen 2020.] <http://www.zoologie.frasma.cz/mmp%20207%20krouzkovci/krou%C5%BEkovci.html>.
4. HÁJKOVÁ, Jana. Žížala obecná - *Lumbricus terrestris*. *Příroda.cz*. [Online] 17. duben 2018. [Citace: 20. říjen 2020.] <https://www.priroda.cz/clanky.php?detail=418>. ISSN 1801-2787.
5. PIŽL, Václav. Žížala v roli půdní ekoinženýrky: Vytváří humus, zlepšuje úrodnost. *iZahradkář.cz*. [Online] 23. únor 2020. [Citace: 20. říjen 2020.] <https://izahradkar.cz/zahrada/zvirata/zivot-na-zahrade/zizala-rol-i-pudni-ekoinzenyrky-vytvari-humus-zlepsuje-urodnost/>.
6. POMMERESCHE, Reidun, HANSEN, Sissel a LØES, Anne-Kristin. Žížaly a jejich význam pro zlepšování kvality půdy. [Online] Přeložil STRØMSNES Jan, Simon. Olomouc: Bioinstitut 2010. [Citace: 20. říjen 2020.] http://bioinstitut.cz/documents/Meitemark_cz_web.pdf. ISBN 978-80-87371-02-2.
7. ČRo. Věděli jste to? Tenhle kroužkovec nemá plíce, zato disponuje pěti páry srdcí. *Radiozurnal.rozhlas*. [Online] 16. leden 2015. [Citace: 20. říjen 2020.] <https://radiozurnal.rozhlas.cz/vedeli-jste-tenhle-krouzkovec-nema-plice-zato-disponuje-peti-pary-srdci-6234354>.
8. PFIFFNER, Lukas. Žížaly vytváří úrodné a strukturní půdy. *Soilteq.eu*. [Online] 27. únor 2020. [Citace: 15. listopad 2020.] <http://www.soilteq.eu/cs/blog/zizaly-vytvari-urodne-strukturni-pudy/>.
9. VRBA, Vladimír a HULEŠ, Ludvík. Humus - půda - rostlina (2) Humus a půda. *Biom.cz*. [Online] 14. listopad 2006. [Citace: 15. listopad 2020.] <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/humus-puda-rostlina-2-humus-a-puda>. ISSN 1801-2655.
10. SAMANTHI. Difference Between Prostomium and Peristomium. *Differencebetween.com*. [Online] 4. duben 2018. [Citace: 29. listopad 2020.] <https://www.differencebetween.com/difference-between-prostomium-and-vs-peristomium/>.
11. NEUPANE, Laxmi. Digestive System of Earthworm. *Thebiologynotes.com*. [Online] 29. srpen 2020. [Citace: 29. listopad 2020.] <https://thebiologynotes.com/digestive-system-earthworm/>.

12. FROUZ, Jan a POKLOPOVÁ, Linda. Darwin a žížaly. *Vesmír*. [Online] 13. leden 2011. **2011**(1). [Citace: 22. listopad 2020.] <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2011/cislo-1/darwin-zizaly.html>. ISSN 1214-4029.
13. PLESNÍK, Jan. Pomohou žížaly zmírnit úbytek horní vrstvy půdy? *Ochrana přírody*. [Online] 28. červen 2017. **2017**(3). [Citace: 22. listopad 2020.] <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/kuler-zpravy-aktuality-zajimavosti/pomohou-zizaly-zmirnit-ubytok-horni-vrstvy-pudy/>.
14. PIŽL, Václav. Žížaly a jejich role v půdě. *Veronica: Časopis pro ochranu přírody a krajiny*. [Online] Brno, 2018. **2018**(1). s.22-24. [Citace: 1. prosinec 2020.] <http://www.casopisveronica.cz/clanek.php?id=2117>. ISSN 1213-0699.
15. Hospodářské noviny: Kam vyhodit žárovky či bioodpad? Druhů popelnic přibývá. *In: Caoh.cz : Česká asociace odpadového hospodářství*. [Online] 7. srpen 2016. [Citace: 6. prosinec 2020.] <http://www.caoh.cz/odborne-clanky-a-aktuality/hospodarske-noviny-kam-vyhodit-zarovky-ci-bioodpad-druhu-popelnic-pribyva.html>.
16. NZIMBA, Sylva. O vermikompostování čili žížalování. *Vesmír*. [Online] 1. červen 2020. **2020**(6). [Citace: 6. prosinec 2020.] <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2020/cislo-6/o-vermikompostovani-cili-zizalovani.html>. ISSN 1214-4029.
17. HANČ, Aleš a PLÍVA, Petr. *Vermikompostování biodpadů: Certifikovaná metodika*. [Online] Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2013. [Citace: 6. prosinec 2020.] <http://www.caoh.cz/data/intranet/certifikovana-metodika-vermikompostovani.pdf>. ISBN 978-80-213-2422-0.
18. Priorita, Časopis. Vermikompostování: šikovné žížaly. *Biom.cz*. [Online] 3. říjen 2011. **2011**(3). [Citace: 6. prosinec 2020.] <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/vermikompostovani-sikovne-zizaly>. ISSN 1801-2655.
19. Redakce. Vermikompostování: Kompostování za pomoci žížal. *Prima-receptar.cz*. [Online] 17. duben 2014. [Citace: 6. prosinec 2020.] <https://prima-receptar.cz/vermikompostovani-kompostovani-za-pomoci-zizal/>.
20. *Kompostuj.cz*. [Online] 2009. [Citace: 6. prosinec 2020.] <https://www.kompostuj.cz/>.
21. PICHOVÁ, Petra. Žížaly a vermikompostér. *In: Nelenprozelen.cz*. [Online] 6. květen 2019. [Citace: 6. prosinec 2020.] <https://www.nelenprozelen.cz/poradna/zizaly-a-vermikomposter-detail-2213>.
22. DOHNAL, Radomír. Žížaly nejsou věda, jen je nesmíte nenávidět, říká jejich chovatel. *Idnes.cz*. [Online] 5. květen 2015. [Citace: 6. prosinec 2020.] https://www.idnes.cz/hobby/zahrada/velkochovatel-zizal-a-vse-o-jejich-chovu.A150504_011201_hobby-zahrada_mce.

10 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Opasek u žížaly kalifornské. Foto autor.....	9
Obrázek 2: Žížalí exkrementy. Foto autor.	15
Obrázek 3: Vlevo vlastnoručně vyrobený domácí vermikompostér. Vpravo proděravěné dno mezi prostřední a spodní nádobou vermikompostéru. Foto autor.	18
Obrázek 4: Žížala kalifornská. Foto autor.	19
Obrázek 5: Žížaly kalifornské ve vermikompostéru. Foto autor.	20
Obrázek 6: Žížaly kalifornské požírající jablko. Foto autor.	21
Obrázek 7: Substrát vytvořený ve vermikompostéru žížalami kalifornskými. Foto autor.	22
Obrázek 8: Množství přeměněného odpadu ve vermikompostéru	24
Obrázek 9: Přeměněný bioodpad žížalami kalifornskými v procentech	24
Obrázek 10: Nárůst přeměněného bioodpadu.....	25

11 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Množství přeměněného odpadu ve vermikompostéru.....	23
--	----