

# **Вермикомпостиране и приложението му в управление на отпадъците по света**

превод Марианна Чапарова за БАПТЕП (<http://bapter.org>) – 07 2011

## **Обзор на използването на вермитехнологията за промишлени цели в световен мащаб и ползата от тази технология**

Днес науката за вермикомпостирането претърпява истинска революция, чиито резултат е възможността за пълно и устойчиво управление на отпадъците и превръщането им в икономическо богатство. Уникалните умения на червеите, обаче, са отдавна познати на хората и в миналото сър Чарлз Дарвин ги е нарекъл „непознатите войници на човечеството” а гръцкият философ Аристотел ги е наименувал „червата на земята” заради способността им да поглъщат разнообразни органични материали от почвата. Като цяло, дъждовните червеи имат над 600 милиона години опит с преработката на отпадъци, включително и с тия, свързани с дейността на човека.

Вермитехнологията като средство за масово преработване на органични отпадъци е разработена във Великобритания още през 1981 година и от тогава приложението ѝ продължава да нараства. В основата на тази технология е залегнал процеса на вермикомпостиране, чрез който органичните отпадъци се превръщат във висококачествен тор без мирис и със свойства, които подобряват почвата. Многобройни вермикомпостиращи съоръжения от целия свят могат да послужат за пример, как отпадъците, които обикновено се озовават в депа или във водните ни запаси, могат да се превърнат в екологично чист продукт с голяма полза за фермери, градинари, жилищни собственици и за цели държави.

Едно от големите предимства на вермитехнологията е нейната икономичност, понеже тя елиминира нуждата от строеж и поддръжка на отпадъчни депа. Депата за отпадъци вредят на околната среда (поради предизвиканите от тях емисии на парникови и токсични газове, а също и поради инфилтрирането на отпадъчен материал в подпочвените води) и затрудняват икономическото развитие на хората. Първоначалната сума по строителството на отпадъчни депа за биологично опасни материали е от 15 до 25 милиона щатски долара, като тази сума не включва първото им зареждане с отпадъци. Поради високата цена на депонирането, всеки кубичен метър утайка, който бива отклонен от депата за депониране, спестява на държавата огромни парични суми.

Масщабни проекти, които използват вермитехнологията за преработване на органични отпадъци, са създадени в цял свят, като по-важните от тях са кратко описани тук.

### **Масщабно вермикомпостиране на утайки от отпадъчни води в Австралия и Нова Зеландия**

Вермикомпостирането на утайки от пречиствателни станции и отпадъчни води все повече се практикува в Австралия, в резултат на което държавата спестява годишно над 13 000 м<sup>3</sup> пространство в депата за депониране. Областта Редланд в Куинсланд е започнала да вермикомпостира утайки още през 1997 г. с помощта на компанията Vermitech. Тяхното съоръжение за вермикомпостиране получава 400-500 тона утайки със 17% средно съдържание на твърди вещества седмично и произвежда от тях над 200 тона вермикомпост всяка седмица (Vermitech 1998 г., Lotzof 2000 г.).

Общинският съвет на град Хобарт в Тазмания вермикомпостира и стабилизира около 66 м<sup>3</sup> утайки от отпадъчни води, смесени със разстителна тор и зеолит, всяка седмица. Смесването на зеолит с утайките помага за рН баланса, а също и за усвояването на амоняка и унищожаването на неприятните миризми. От така приготвената смес се приготвя около 44 м<sup>3</sup> вермикомпост, който в последствие бива продаван на земеделските производители.

Чрез използването на вермитехнологията, градът спестява над 60,000 щатски долара годишно само от избегнатите разходи по депониране, като допълнително печели поне още толкова от продажбите на произведената от червеите, екологично чиста тор. Освен това, икономическа

полза бива извличана и от продажбата на живи червеи за нуждите на риболова, птицевъдството, млечната промишленост и фармацевтиката, като цената на около хиляда червея е приблизително 55 щатски долара.

Между другите фирми ,които се занимават с вермикомпостиране в Австралия може да се посочи Sunburst Technologies, Ltd. с изпълнителен директор Дейвид Елери. Тази компания е компостирала и вермикомпостирала големи количества градски органични отпадъци в Австралия в продължение на почти десет години, като е използвала автоматизирани реакторни системи с непрекъснат поток и подобрен дизайн. В настоящият момент те са разширили дейността си и също преработват хранителни отпадъци от различни източници и ресторанти в Хонг Конг.

### **Машабно вермикомпостиране на органични отпадъци в САЩ**

Депата за депониране на органични отпадъци са най-големият източник на произведен от човека метан в Съединените Американски Щати (отделящи близо 34% от всички емисии на този парников газ там). Поради тази причина, все повече областни райони, бизнеси и ферми използват вермитехнологията за преработката на отделените от тях органични отпадъци. В повечето случаи, областните центрове които искат да вермикомпостират отделената от техните пречиствателни станции утайка сключват договори с частни фирми специализирани в тази област.

В Пенсилвания например, частна фирма използва вермитехнологията за преработка на утайките от два областни района. В щата Орегон, вермитехнологията се използва машабно още от 1991-ва година, когато корпорацията Oregon Soil е построила вермикомпостираща система с която преработва между 12 и 14 тона отпадъци дневно. За тази услуга, Oregon Soil получава 65 щатски долара за тон приети отпадъци, докато цената за депониране на същото количество е 80 долара. Вермикомпостта, който е получен след около 30 дни, бива продаден за 25 щатски долара на тон.

Едно от най-големите съоръжения за вермикомпостиране в САЩ се намира в град Онтарио, щата Калифорния и се разполага върху 54 акра площ. Съоръжението преработва над 100 тона промишлени отпадъци на ден и основният му източник на доходи е продажбата на тор за земеделски цели. Pacific Southwest Farms, които са собственици на съоръжението, планират да се разрастнат в областта и да открият още три вермикомпостиращи центрове- един с площ от 120 акра в Бейкърсфийлд и други два с обща площ от 100 акра.

### **Машабно вермикомпостиране на органични отпадъци в Европа**

Вермикомпостирането на органични отпадъци се разраства и в Европа. В Австрия, компанията Вермигранд е производител на най-голямата система за вермикомпостиране, Вермик 3.5, която е напълно автоматизирана и може да се използва при всякакви климатични условия. Във Франция, още от началото на 1991-ва година, компанията Sovadec управлява съоръжение за вермикомпостиране разположено на река Рона в южната част на страната. Съоръжението преработва 20 тона домакински отпадъци дневно с помощта на около 2 милиона червени червеи. Полученият вермикомпост отговаря и на най-суровите европейски стандарти за преработка на отпадъци.

Дейността на O.R.M. Waste Management, която е една от най-големите компании за управление на отпадъци във Великобритания, е свързана предимно с вермикомпостиране и с производство на вермикомпост от тор на едър рогат добитък, който компанията после продава из цяла Великобритания. През 2006-та година, компанията спечели златен медал от шоуто за цветя в Челси поради своето производство и употреба на вермикомпост.

От всички европейски държави, най-голям принос за развитието на вермитехнологията е направен в Испания, където изследователски групи от два университета работят в продължение на 20 години за усъвършенстването на процесът на вермикомпостиране и за обогатяването на неговото приложение. Работата на изследователската група от University of Vigo е фокусирана върху вермикомпостирането на органичните отпадъци и върху сходни теми, включително: биология, екология, размножаване и жизнено на земните червеи; съдбата

на човешките патогени по време на вермикомпостирането; ефект на вермикомпостирането върху растежа на парниковите и полски култури и др.

Изследователската програма на Estaciyn Experimental del Zaidnn (EEZ), Consejo Superior de Investigaciones Cientificas (CSIC) в Гранада е насочена пък към разработката на устойчиви и евтини екологични практики за опазване на почвите. Тази цел бива постигана чрез три метода: (а) развитие на вермикомпостирането, като средство за биотрансформация, рециклиране и възстановяване на органични отпадъци, както и развитието на нискотарифни технологии за защита и възстановяване на почви засегнати с органични замърсители; (б) управление на вредителите чрез вермикомпостиране, както и (в) разработването на методи, използващи вермикомпоста като средство за оценка и поддръжка на биологичното разнообразие в устойчивите агроecosистеми.

### **Машабно вермикомпостиране на органични отпадъци в Индия**

Вермикомпостирането е много разпространено и в Индия. През Юли 1995-та година, Indian Aluminum Co. Ltd, която развива дейността си в Белгаум, е започнала да вермикомпостира по 100 кубични метра боклук на ден, който е събран от 500 къщи в района. Проекта е част от 6 подобни инициативи на компанията, които са мотивирали около 5 хиляди фермера и 16 Индийски щата да преработват по този начин органичните си отпадъци.

За да контролира множеството на змиите в Бумбай, сдружението с нестопанска цел Green Cross Society е основало няколко проекта за вермикомпостиране на органичните отпадъци там. Едно от по-малките им съоръжения преработва 4 тона отпадъци от месокомбинати на ден, докато друг техен по-машабен проект в гр. Калиан, пуснат в действие с помощта на Bombay Municipal Corporation, преработва около 20 тона растителни отпадъци дневно.

В Бангалор, Индия, компанията RalliGold управлява 35 хектарно закрито съоръжение, което дневно произвежда 50 кг. вермикомпост, получен от общественото сметище и го продава из цялата страна.

### **Машабно вермикомпостиране на органични отпадъци в Русия и в бившите съветски републики**

Вермитехнологията се е развила с бързи темпове на територията на три бивши съветски републики: Беларус, Русия и Украйна. В периодът между 1990-та и 1994-та година, около 120 съоръжения използващи тази технология бяха създадени в Украйна, около 136 в Русия и около 10 в Беларус. Най-използваният за вермикомпостирането червей в Русия е червеният калифорнийски хибрид, въпреки че там често се ползват и някои местни видове червеи.

В Беларус, вермитехнологията е в ранен стадий на развитие, но популярността ѝ непрекъснато нараства. Около пет големи съоръжения в страната произвеждат над 3000 тона вермикомпост годишно. Докато малка част от вермикомпоста е предназначен за износ, по-голямата част от него е предназначен за употреба от местната аграрна промишленост.

В Русия, преработката на отпадъци с помощта на вермитехнологията се извършва предимно от частни компании. Най-голямата такава е Green Pik Ecoproducts Corporation, която от 2000-та година произвежда изключително големи количества вермикомпост, получен в трите им опериращи съоръжения, всяко от които е с големина над 16,000 квадратни метра. През 2004-та и 2007-ма година, компанията бе инициатор на две големи международни конференции по вермикомпостиране, които привлякоха няколко участници от различни държави. Проблемите, свързани с рециклирането на животински и битови отпадъци, са сред най-важните за градските центрове в Русия. В момента хартиените и битовите отпадъци там биват изгаряни, като този процес замърсява околната среда. Поради тази причина, вермитехнологията се явява лесно средство за причистване на замърсителите и за получаването на екологично чиста тор.

През 2004-та година, Богуспаев и други учени са направили изследване за способностите на тази технология да пречиства почви, замърсени с 1,1 диметилхидразин (една от съставките на самолетните горива). Експериментът е извършен чрез смесването на 50 % вермикомпост,

получен от кравешка тор, с 50 % замърсени почви. Резултатите от този опит са показали, че след само 24 часова инкубация, съдържанието на 1,1 диметилхидразин в почвата е намаляло с 67.5 %.

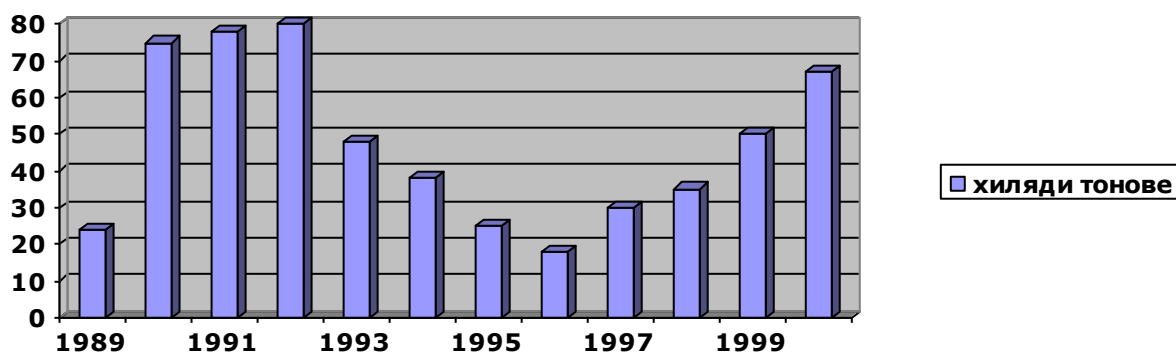
В Украйна, вермитехнологията се използва от 1989-та година и корпорацията Biosconversion е най-голямата организация, която се занимава с нея. Основните усилия на тази корпорация са свързани с приложението на тази технология в областта на аграрната промишленост, медицината и подобряването на почвите.

### Масшабно вермикомпостиране на органични отпадъци в Куба

В Куба вермитехнологията е на много развито ниво, като методите разработени там биват прилагани и в Мексико, Мозамбик, Перу, Венецуела, Бразилия и Аржентина. За 10 години Куба е произвела над 58,102 тона вермикомпост и е построила над 170 вермикомпостиращи центъра съдържащи 116,480 m<sup>2</sup> действащи червейни легла.

Най-големият център за вермикомпостиране е построен в провинцията Пинар дел Рио и преработва различни видове животинска тор, отпадъци от захарно цвекло, кафе и растителни продукти. Произведеният там вермикомпост се използва за наторяването на царевица, домати, чесън, лук, кафе и тютюн.

**Таблица 1: Развитие на вермикомпостирането в Куба:**



**Таблица 2: Съдържание на вермикомпоста произведен от органични отпадъци в Куба**

	Органично съдържание (%)	Съдържание(% сухо тегло) mg/g (части на милион)						Микробна концентрация
		N	P	K	Ca	Mg	PH	
<b>Вид отпадък:</b>								
Кравешка тор	22.8	0.24	0.10	0.39	1.25	0.12	8.08	13 x 10 <sup>6</sup>
Третирана свинска тор	44.0	1.89	0.50	0.34	10.80	1.46	7.00	13 x 10 <sup>12</sup>
Козя тор	37.5	1.51	0.64	0.78	4.40	1.37	7.05	не
<i>Sachaza</i> (от захарната промишленост)	68.5	2.66	2.13	0.41	4.12	0.89	7.60	не
Кафе	53.8	2.01	0.27	2.14	1.90	0.37	7.60	не
Банани(листа и стъбла)	65.5	2.50	0.56	3.74	2.30	1.50	7.5	15 x 10 <sup>11</sup>
Промислени отпадъци	26.5	0.90	0.44	3.60	3.60	3.10	7.00	не

Забележка: не =не изчислени.

## **Машабно вермикомпостиране на органични отпадъци в Азия**

Още от началото на 70-те години на миналият век, в Азия са провеждани изследвания за различните начини по които червеите могат да бъдат отглеждани и използвани в изкуствени условия. В Япония по това време са били създадени над 200 различни ферми и компании занимаващи се с преработката на органични отпадъци, а също и с производството на животински протеини и вермикомпост. Вермикултури са били развити по това време също и в Китай, Тайван, Индия и Филипинските острови. Въпреки големият бум на тази технология в Китай през 80-те години, техниките използвани там за отглеждането на червеите са се оказали неефективни и това е предизвикало почти цялостно прекъсване на вермикомпостирането там. Въпреки това, след 1993-та година, китайските учени са разработили нова система за високо доходно вермикомпостиране и от тогава приложението на вермитехнологията там продължава да нараства. Днес, основното приложение на тази технология в Китай е свързано с преработката на утайки от пречиствателни станции и на индустриални органични отпадъци.

## **Полза от вермистабилзацията на утайки от отпадъчни води: преработка на потенциално опасни вещества, предназначени за депониране и превръщането им в полезни растителни торове без патогени и с високоохранителни за растенията свойства.**

Утайките са неизбежен и опасен страничен продукт от пречистването на водите, който мирише неприятно и трябва или да се депонира в създадени за целта депа, или да се изгори срещу висока парична сума. Когато утайката е обезводнена и изсушена, остатъкът се нарича "биосолид". Управлението на биосолиди е проблематично поради високата цена свързана с инсталирането на стабилизаторните реактори и дехидратиращите системи.

Утайките от отпадъчните води са потенциално опасни за здравето на хората, тъй като съдържат голямо количество яйца на паразити, фекални патогени като *Salmonella* spp., *Shigella* spp. и *Escherichia coli*, а също и тежки метали като цинк, кадмий, живак и мед. Освен това, обаче, утайките също съдържат органични молекули и важни за растенията хранителни вещества като азот, фосфор, калий и множество микроелементи. Когато утайката се стабилизира чрез компостиране, тя може да се превърне в добър източник на органични торове, които не съдържат излишни химикали или патогени.

Дъждовните червеи имат способността да се хранят с компонентите, съдържащи се в утайките и бързо и ефективно ги превръщат във вермикомпост, като при това редуцират нивата на патогените и поемат тежките метали. Обемът на отпадалците също бива намален по време на този процес от 1 m<sup>3</sup> на мокри утайки (съдържащи 80% влага) до 0,5 m<sup>3</sup> вермикомпост (съдържащ 30% влага).

### **Адаптации на земните червеи към околната среда**

Червеите са се адаптирали да отцеляват в тежки условия и в умерено кисела до алкална среда с рН стойности вариращи от 4,5 до 9. Те могат да понесат температури в диапазон между 5 и 29° C, като оптималната за развитието им среда е с температура между 20-25 ° C и с влажност от 60-75%.

Земните червеи са толерантни към среда с умерена соленост, както и към токсични химикали, включително тежки метали. Някои видове червеи (напр. *Eisenea foetida*) могат да се акумулират в тялото си до 7600 мг Pb<sup>-1</sup> и издържат на изключително токсични химикали като TCDD (2,3,7,8 - тетрахлордibenзо-р-диоксин).

### **Темпове на размножаване и развитие на червейната популация**

Дъждовните червеи са хермафродити и се възпроизвеждат много бързо. Когато са поставени в оптимални по отношение на влага, температура и храна условия, червеите могат да се размножават по 2<sup>8</sup> (т.е. 256 червеи) на всеки 6 месеца произлизащи от един единствен екземпляр, с удвояване на популацията на всеки 60-70 дни.

## **Видове червеи, подходящи за вермистабилзация на утайки от отпадъчни води**

Дългогодишни изследвания в областта на вермикултурите са посочили, че тигровият червей (*E. foetida*), червения тигров червей (*Eisenia Andrei*), индийския син червей (*Perionyx excavatus*), африканския нощен пълзач (*Eudrilus euginae*) и червеният червей (*Lumbricus rubellus*) са най-подходящи за вермикомпостирането на утайки при всички климатични условия.

## **Предишни проучвания на вермистабилзирането на утайки от отпадъчни води**

Вермикомпостирането се използва успешно за третирането и стабилизацията както на обществените, така и на промишлените утайки (напр. тези свързани с хартиената, млечната и текстилна промишленост), а също и на отпадъчните води, съдържащи вещества свързани с отглеждането на добитък. Аеробни и анаеробни утайки се смесват и поставят на открито за повече от 15 дни. На всеки 5000 m<sup>3</sup> утайка се добавят 5 кг земни червеи и за около 8 месеца утайката се преобразува на вермикомпост (за справка виж експериментите на Collier 1978, Hartenstein & Bisesi 1989, Ceccanti & Masciandaro 1999, Elvira *et al.* 1998, Ndegwa & Thompson 2001, Fraser-Quick 2002, Contreras- Ramos *et al.* 2005).

През 2005-та година, Контрерас-Рамос и др. учени са изследвали вермикомпостирането на изсушени обществени утайки и на утайки от текстилната промишленост. За целите на експеримента, утайките са били смесени с кравешки тор и с овесена слама за да се повиши хранителната им стойност и да им се предаде рехавост. Към така приготвените утайки, учените са добавили петдесет земни червея от рода *E. foetida* към три проби с влажност от 60%, 70% и 80% за 60 дни. След протичането на експеримента, полученият вермикомпост е съдържал 5 пъти по-малко летливи вещества в сравнение с първоначалната смес, а съдържанието на тежки метали и патогени е било под допустимите граници. Съдържание на въглерод също е намаляло значително, а броят на червеите се е увеличил 1.2 пъти.

## **Механизмът по който се осъществява вермистабилзация**

Вермистабилзацията е сложното механично и биохимично трансформиране на утайките, постиганато с помощта на земните червеи. По време на този процес, червеите разрохкват, смилат и преработват по химичен път утайките, като допринасят за тяхното обогатяване с органични вещества (Синха и др. 2002 г.). В резултат на действията на червеите, хранителни вещества намиращи се в утайките биват минерализирани, а тежките метали и патогени - погълнати. Като цяло, червеите служат като „утаечни биореактори” и този процес включва:

1. Омекотяване на утайката в резултат на секретите отделяни в устата на земните червеи.
2. В хранопровода на червея, омекотената утайка бива неутрализирана с помощта на калций, който се отделя от вътрешните стени на хранопровода. Утайката после преминава към воденицата на червеите за по-нататъшно обработване.
3. В мускулната воденица, утайката е фино смляна, с помощта на погълнати камъни, на малки частици с размер от 2-4 µm и после преминава в червата за ензимно асимилиране. Воденицата и червата изпълняват функцията на „биореактори” където става основното преработване на утайката.
4. В червата, смлените и втечнени утаечни компоненти се разграждат от различни ензими и след това се абсорбират.
5. Последният етап на процеса по вермикомпостиране и разграждане на утайките е свързан с тяхното превръщане в хумус, при което големите частици органична материя се превръщат в сложни аморфни колоиди, съдържащи фенолни материали. Накрая на този процес, стабилизиранията утайка бива отделена във формата на екскременти (вермикаст).

## **Дъждовните червеи увеличават микробните колонии, които живеят в утайките и по този начин спомагат за тяхното стабилизиране**

Чрез разрохкване на отпадъците и увеличаване на кислородният достъп до тях, дъждовните червеи стимулират и ускоряват размножаването на полезните микробни микроорганизми, които живеят в отпадъчната биомаса. Червата на червеите допълнително съдържат милиони

разграждащи отпадъчните микроби, които заедно с хранителните вещества азот и фосфор, биват отделяни в червейните екскременти. Опити, проведени от учените Едуард и Флетчър през 1988 г., са показали, че броят на бактериите и *Actinomycetes*, съдържащи се в погълнатият от червеите материал, се увеличава до 1000 пъти след преминаване през храносмилателната система на червеите. Затова колония от близо 15 000 червея съдържа милиардна микробна популация. През 2003 г., Сингълтън и други изследователи са изучавали бактериалната флора, съдържаща се в с червата и вермикаста (екскрементите) на земните червеи и са открили микроорганизми като *Pseudomonas*, *Mucor Paenibacillus*, *Azoarcus*, *Burkholderia*, *Spiroplasm*, *Acaligenes*, и *Acidobacterium* които имат потенциала да разрушават богата гама от органични молекули. *Acaligenes* spp. може дори да разграждат ПХБ (полихлорирани бифенили) и имунотоксичният пестицид диелдрин.

При благоприятни условия, земните червеи и микробите действат в симбиоза и ускоряват разлагането на органичните вещества, намиращи се в утайките.

### **Предимства на вермистабилзирането на утайки от отпадъчни води**

Качеството на компоста, получен от вермистабилзираните утайки, е значително по-добро от това на този, добит чрез конвенционално компостиране. Вермикомпостът е богат на важни минерали и полезни за почвата микроби, които обикновено се разрушават при конвенционалните методи на компостиране, където температурата на утайките бива повишена до 55 ° C. Червеите също обогатяват утайките с кислород и спомагат за тяхното аеробно разграждане, което е около 10 пъти по-бързо от традиционните анаеробни разградителни процеси.

### **Процес, който не отделя лоша миризма**

Когато пълзенето на червеите в утайките създаде аеробни условия за разграждане на отпадъчните материали в тях, действието на отделящите неприятна миризма анаеробни микроби се потиска.

### **Червеите унищожават патогените, намиращи се в утайките**

Земните червеи освобождават течности с антибактериални свойства които унищожават всички патогенни микроорганизми, намиращи се в отпадъчната биомаса. Освен това червеите поглъщат протозоите, бактериите и гъбичките живеещи в утайките и по този начин предотвратяват тяхното разпространение.

Някои бактерии и гъбички, напр. *Penicillium* spp. и *Aspergillus* spp., живеят в червата на земните червеи. Тези микроорганизми произвеждат антибиотици, които убиват патогенните организми в утайките и ги правят почти стерилни.

През 2004-2005-та година, Баиса и др. изследователи са изучавали отстраняването на патогени във вермикомпост, обогатен с *E. coli*, *S. Typhimurium* и *E. faecalis*. Компостирането е било направено с различни материали- трева, стърготини, пясък и утайки- в продължение на около 9 месеца. Експериментът е показъл, че всички патогени са били отстранени след 4-5 месеца вермикомпостиране и качеството на вермикомпостта се е запазило през останалите месеци от протичането на теста.

През 2000-та година, Лотзоф също е показал, че патогени като чревните вируси, яйцата на различни паразити и *E. coli* са били намалени до безопасни нива във вермикаста получен от утайки. През 2002-ра година, Кардозо и Рамирез отчитат 90 процентно отстраняване на фекалните колиформи и 100 процентно отстраняване на хелминтите след вермикомпостирането на утайките . Други проучвания, (напр. Brahmabhatt, 2006г.) също потвърждават уменията на червеите да премахнат напълно фекалните колиформи намиращи се в утайките.

През 2006-та година, Наир и други учени са изследвали комбинирането на термофилно тритиране на утайки, последвано от вермикомпостиране и са отбелязали, че тази комбинация води до по-бързото намаляване на патогените в сравнение със същия период на изцяло термофилно компостиране (21 дни). Проучването също е показало, че вермикомпостирането води до по-голямо намаляване на патогените, дори и след 3 месечно съхранение на

вермикомпоста, докато пробите подложени на термофилно компостиране са запазили високите си патогени нива дори и 3 месеца по-късно.

**Таблица 3: Премахване на патогените (*E. Coli* и *E. Faecalis*) при термофилното компостиране и при вермикомпостирането.**

Вид компостиране	Период на компостирането	<i>E. coli</i> (MPN/g)		<i>E. faecalis</i> (MPN/g)	
		След 2 месеца	След 3 месеца	След 2 месеца	След 3 месеца
Термофилно	21 дни	> 110	110	> 110	46
Вермикомпостиране	21 дни	110	7.5	110	4.3
Термо+ Верми	6 DT & 15DV	24	21	46	2.3
Термо+ Верми	9 DT & 12DV	46	15	46	9.3
Термо+ Верми	12 DT & 9DV	110	15	46	4.3
Термо+ Верми	15 DT & 6DV	> 110	4.3	24	2.3

Източник, Наир и др. (2006).

DT: дни на термофилно компостиране; DV: дни на вермикомпостиране.

*E. Coli* и *E. Faecalis* са били тествани с помощта на най-вероятния брой (MPN) на грам тор (Австралийски Стандарти, 1995, а и б).

### **Червеите премахват тежките метали и токсичните химикали от утайките**

Земните червеи (особено *E. foetida*) могат да акумулират в тъканите на тялото си високи концентрации на метали, включително на тежки метали, като това натрупване не засяга физиологичните им функции. Химичните съставки кадмий, живак, олово, мед, манган, калций, желязо и цинк, както и изключително големи количества Zn, Pb и Cd биват лесно усвоявани от червеите. Нива на кадмий до 100 мг на кг<sup>-1</sup> и на олово до 7600 мг<sup>-1</sup> на грам сухо вещество са били откривани в червейните тъкани. През 2005г., Контрерас-Рамос и др. учени потвърдиха, че в рамките на 60 дни, нивата на металите, открити във вермистабилзираната утайка са под нормите, определени от USEPA (Агенцията за Защита на Околната Среда в САЩ). Някои метали се свързват с протеините в тялото на червея, които имат много голям капацитет за свързване с метали.

Няколко проучвания са установили, че червеите също могат да натрупват или разграждат хлорорганичните пестициди и полицикличните ароматни въглеводороди (ПАВ) (Нелсон и др., 1982 г.; Ирландия 1983 г., Синха и др. 2008 г.).

### **Червеите минерализират хранителните вещества от утайките и образуват крайни продукти, богати на макро-и микроелементи**

Дъждовни червеи минерализират намиращите се в утайките азот и фосфор и ги превръщат в достъпни за растенията хранителни вещества. Крайните продукти на този процес са по-хомогенни, богати на N, K и P (1.16% азот, 1,34% калий и 1,22% фосфор) и на микроелементи и полезни за почвата микроби (например азотфиксиращи бактерии и гъбички), а нивата на замърсителите биват значително намалени (Лоцов, 1999 г.). През 2002 г., Маккарти е потвърдил, че вермикомпостираните утайки от отпадъчни води са безопасни за земеделско ползване. Химичният анализ на вермикаста е показал два пъти по-голямо количество магнезий, петнадесет пъти по-голямо количество азот и седем пъти по-голямо количество калий в сравнение с обикновената почва (Виж Кавираж и Шарма, 2003 г.).

Още през 1998г., Елвира и др. учени също са отчели увеличено калиево съдържание във вермикомпостираните утайки и са заключили, че така преработените утайки са отлични торове и подобрители на почвата. (Дженсен, 1998г.). Вермикомпостът също е с доказана способност да задържа повече хранителни вещества за по-дълги периоди от време, а също и да увеличава капацитета за задържане на вода в почвата. Вермикомпостираните утайки също съдържат ензими, напр. амилаза, липаза и целулоза, които продължават да разграждат органичните вещества в почвите, да освобождават намиращите се в тях хранителни вещества, като ги правят достъпни за корените на растенията в продължение на по-дълги периоди.

### **Червеите намаляват общият органичен въглерод (ТОС) и С / N съотношението на утайките**

Този факт е от значение когато компостираните утайки се добавят към почвата като тор. Растенията не могат да абсорбират и асимилират минерализирания азот ако съотношението на въглерода и азота (С / N) е над 20:1. Минерализацията на органичните вещества по време на вермикомпостирането води до значителното намаляване на съдържанието на общия органичен въглерод (ТОС) и по този начин намалява съотношението на С / N. През 1998 г., Елвира и др. учени са установили, че 40 дневно вермикомпостиране на утайки от хартиената промишленост е намалило съдържанието на въглерод в тях над 1,7 пъти.

### **Червеите намаляват съдържанието на летливи вещества в утайките**

През 1998 г., Лоер и др. учени са установили, че червеите увеличават скоростта на разрушаването на летливите твърди вещества, намиращи се в аеробните утайки, което намалява вероятността от гниене. Други учени са установили, че летливите вещества в утайките намаляват с 9% след 4 седмично вермикомпостиране и с 37% след двумесечно вермикомпостиране, докато с традиционните методи на компостиране тези вещества се намаляват само с 30% след 4 месечна обработка.

### **Вермикомпостирането отделя ниски емисии на парникови газове (метан)**

Добре известен факт е, че при биоразграждането на органичните отпадъци се отделя метан. Вермикомпостирането намалява анаеробното разлагане на органичната материя и значително възпрепятства отделянето на  $\text{CH}_4$  и на летливи серни съединения, което е често срещано при конвенционалното микробно компостиране. По този начин се ограничава отделянето на метан в атмосферата, който е с 20-25 пъти по-мощен парников газ от  $\text{CO}_2$ .

**Таблица 4: Начални и крайни хранителни качества във вермикомпостираните утайки.**

	рН		Нитрати (гр кг-1)		Фосфати (ж кг-1)		Азот (мг гр-1)	Въглерод	Съотношени е между въглерод и азот
	Начално	Крайно	Начално	Крайно	Начално	Крайно	Крайно	Крайно	Крайно
УТ	9.5	4.5	0.5	3.75	6.2	5.13	35	33	9:1
УТ+Т	9	5.0	2.25	3.00	2.45	5.80	38	34	9:1
УТ+ДС	8	4.5	5.5	3.00	6.52	2.90	12	26	22:1
УТ+П	9.5	4.5	2.5	1.75	4.45	1.55	6.2	4.5	7:1

Източник: Вајса и др. (2005).

УТ- утайка; Т-трева; Д- дървесни стърготини; П- пясък.

### **Литература:**

Edwards, C.A., Arancon, N.Q., and Sherman, R.- eds., 2011, Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management, CRC Press, Boca Raton FL, USA.

Rajiv R.K., Herat S., Bharambe G., & Brahmabhatt A., 2010, Vermistabilization of sewage sludge (biosolids) by earthworms: converting a potential biohazard destined for landfill disposal into a pathogen-free, nutritive and safe biofertilizer for farms, Sage Publications, Waste Management & Research, Vol. 28, pp. 872-881.

### **Интернет Страници:**

<http://www.biosci.ohio-state.edu/~soilecol/CommercialTech.htm>

[http://www98.griffith.edu.au/dspace/bitstream/10072/30584/1/62937\\_1.pdf](http://www98.griffith.edu.au/dspace/bitstream/10072/30584/1/62937_1.pdf)

<http://www.bae.ncsu.edu/topic/vermicomposting/vermiculture/snapshot.html>

[http://www.vermigrand.com/index\\_en.php?con=vermic3\\_2&news=news\\_en](http://www.vermigrand.com/index_en.php?con=vermic3_2&news=news_en)