

Slambehandling med Effektive Mikroorganismer (EM teknologi)

Knud Dencker-Jensen, Michael André Nielsen, Erik Nielsen

EMRO Danmark.

Indhold

	Forord	<i>4</i>
	Sammendrag	<i>5</i>
	English summery	<i>6</i>
1.	Indledning	<i>7</i>
1.1.1	Baggrund	<i>7</i>
1.1.2	Hvad er Effektive Mikroorganismer, EM?	<i>7</i>
1.1.3	Hvorfor lave forsøg med EM til behandling af slam?	<i>7</i>
1.1.4	Problemer med at starte med slam	<i>8</i>
1.1.5	Anaerob og aerob kompostering	<i>8</i>
1.2	Formålet med forsøget	<i>8</i>
1.3	Gennemførte aktiviteter	<i>8</i>
2.	Gennemførelse af forsøget	<i>10</i>
2.1	Udvælgelse af slam og flis	<i>10</i>
2.2	Fremstilling af Bokashi	<i>10</i>
2.3	Anaerob fermentering af slam	<i>11</i>
2.4	Aerob kompostering	<i>12</i>
3.	Resultater	<i>13</i>
3.1	Analyseresultater	<i>13</i>
3.2	Udseende lugt og homogenitet efter aerob kompostering	<i>15</i>
4.	Diskussion	<i>16</i>

Forord

Nærværende rapport er udarbejdet af Dragebjerggård ApS med økonomisk tilskud fra Rådet vedr. genanvendelse og mindre forurenende teknologi.

Sammendrag

For at undersøge om mikroorganismeproduktet Effektive Mikroorganismer EM 1 kan bruges som podningskultur i en komposteringsproces, som har til formål at nedbryde miljøfremmede organiske forbindelser (PAH, DEHP, LAS og NPE) i spildevandsslam, er der i perioden fra dec. 1997 til juni 1998 gennemført komposteringsforsøg med slamprøver på ca. 12 kilo. Slammet blev blandet med bokashi, som er fermenteret organisk materiale indeholdende mikroorganismene fra EM 1, og derefter udsat for først en anaerob fermentering og derefter en aerob kompostering.

Analyseresultaterne fra forsøget viser kun små afvigelser mellem prøverne fra forsøget med EM og de tre kontrol prøver som er blandet med bokashi, hvor der er tilsat henholdsvis - kun vand, - vand og sukkerrørsmelasse, - vand, sukkerrørsmelasse og en podning med de oprindelige mikroorganismer fra slammet.

To forhold omkring forsøget har gjort det umuligt at sige noget endeligt omkring EM's evne til at nedbryde de miljøfremmede stoffer i slam.

For det første viste analyser af slammet, at det mod forventning kun indeholdt forholdsvis små mængder af de miljøfremmede stoffer. For nogle stoffer var indholdet under detektionsgrænsen, hvilket gør det umuligt at udtale sig om en effekt.

For det andet var "kompostbunken" for lille til, at den kunne holde på varmen under den aerobe proces, og processen gik derfor mere eller mindre i stå. Dette er uheldigt for forsøget, da nedbrydningen af de miljøfremmede stoffer ofte knytter sig til netop den aerobe del af det samlede komposteringsforløb.

Ved at sammenligne resultaterne fra målinger af tungmetalindholdet i "kompost" fra forsøg med EM sammenlignet med "kompost" fra forsøg kun med vand viste det sig, at for samtlige tungmetaller var indholdet mindst i "komposten" med EM. På det foreliggende grundlag har det ikke været muligt at give en forklaring på denne forskel.

English Summary

The object of this report is to study the effect of EM 1 (Effective Micro-organisms) used as an inoculum in compost processes with the purpose to break down PAH, DEHP, LAS and NPE (PAH etc.) in waste water sludge. Experiments with app. 12 kg. of waste water sludge has been carried out from Dec. 1997 until Jun. 1998. The sludge was mixed with Bokashi (Bokashi = organic matter fermented with EM) and initially treated anaerobically and aerobically afterwards.

Test results from samples from the experiment with EM and three control groups added -water, -water and sugarcane molasses, - water sugarcane molasses and a inoculation consisting of microorganisms from the sludge respectively, showed only small differences.

At least two conditions related to the experiment have made it impossible to conclude anything final about EM's ability to break down PAH etc. in sludge.

Firstly, the sludge contained only a small amount of PAH etc., some of the analyses showing not even detectable levels. This fact makes it impossible to conclude anything about the effect of EM.

Secondly, the piles were too small to sufficiently keep the heat under the aerobic compost process. In this way the piles turned cold and the compost processes stopped. This is fatal to the experiment because the break down of PAH etc. often is related to the processes in the aerobic phase of the treatment.

By comparing the results from the analyses of heavy metal in compost with EM and compost with only water it shows that the compost with EM contained a smaller amount of all heavy metals measured for. At the time being it is not possible to explain these differences.

1. Indledning

1.1.1 Baggrund

I de senere år er der produceret en stadig stigende mængde spildevandsslam. Der findes overordnet tre muligheder for at håndtere slammet: Man kan enten deponere slammet på kontrollerede lossepladser, man kan afbrænde slammet, eller man kan genanvende næringsstofferne i slammet ved udbringning på landbrugsjord. Genanvendelse på landbrugsjord forudsætter overholdelse af bestemmelserne i slambekendtgørelsen, herunder afskæringsværdierne for organiske, miljøfremmede stoffer.

I slambekendtgørelsen er fastsat afskæringsværdier for de miljøfremmede, organiske stoffer PAH, DEHP, LAS og NPE. Stofferne stammer dels fra spildevand fra forskellige typer industri, dels fra industrielt fremstillede produkter, som anvendes i husholdningen.

1.1.2 Hvad er Effektive Mikroorganismer, EM ?

Effektive Mikroorganismer (EM) er betegnelsen for en blandingskultur af mikroorganismer bestående af såvel aerobe som anaerobe mikroorganismer. EM er udviklet af Professor Teruo Higa fra College of Agriculture, University of the Ryukyus in Okinawa. I begyndelsen arbejdede Prof. Higa med enkelte mikroorganismer og studerede deres individuelle egenskaber. Denne forskning stod på gennem en række år, men gav kun ringe resultater. Det egentlige gennembrud i arbejdet med mikroorganismer skete i begyndelsen af 1980'erne, da Prof. Higa begyndte at arbejde med kombinationer af mikroorganismer. Han fandt ud af, at nogle mikroorganismer har en evne til at sameksistere, og derved skabe optimale forhold for hinanden. Prof. Higa har gennem de sidste godt 10 år arbejdet på dels at videreudvikle sammensætningen af mikroorganismer, og dels at udforske mikroorganismernes anvendelsesmuligheder specielt indenfor landbrug h.h.v. plante- og dyrebrug, men også i forbindelse med spildevands- og sørensning.

Beskrivelse af EM

EM er en rødbrun væske, der som nævnt indeholder en blandingskultur af en række forskellige naturligt forekommende mikroorganismer, såvel aerobe som anaerobe. Ingen af de anvendte mikroorganismer er fremstillet ved genmanipulation. Mikroorganismene er sammensat ud fra en viden om deres evne til at leve i sameksistens, hvor de drager nytte af hinanden. Blandingskulturen består hovedsageligt af forskellige stammer af mælkesyrebakterier og forskellige stammer af gærsvampe. Derudover indeholder EM actinomyceter og fotosyntesebakterier. Indholdet af mælkesyrebakterier bevirker, at væskens pH er ca. 3,5. Den lave pH virker konserverende. EM 1 er handelsbetegnelsen på det produkt, der fremstilles på grundlag af sammenblanding af de enkelte grupper af mikroorganismer.

Mange forskellige arter

1.1.4 Hvorfor lave forsøg med EM til behandling af slam?

Der er allerede på nuværende tidspunkt lavet flere forsøg med anvendelse af

EM til rensning af spildevand. Undersøgelser i Japan viser, at EM kan reducere indholdet af BOD og COD i spildevandet (EMRO 1995). Komposteringsprocesser forventes generelt at kunne reducere indholdet af miljøfremmede stoffer. Dette projekt fokuserer på, om EM kan fremme denne proces.

1.1.4 Problemer ved at starte med slam.

Spildevandsslammet er det faste affaldsprodukt, som er tilbage efter rensningsprocessen i et rensningsanlæg. På nogle rensningsanlæg danner slammet grundlag for en gasproduktion ved udrådning. For at mindske volumen, afvandes slammet. Normalt vil slam efter afvanding have et tørstofindhold på ca. 15 til 30 %. Efter afvanding af slammet er opblanding mellem EM og slam vanskelig

For lavt indhold af tørstof

Det forholdsvis lave tørstofindhold i slammet på ca. 20 % gør det vanskeligt at anvende EM i flydende form, da tørstofindholdet i kompostbunken let vil blive for lavt til, at komposteringen kan fungere. Et lavt tørstofindhold vanskeliggør ilttilførelsen. Det optimale tørstofindhold er omkring 30-35 %.

Bokashi

Som et alternativ til anvendelse af EM på flydende form, kan man fremstille det som japanerne kalder for "bokashi". Bokashi er fermenteret organisk materiale (f.eks. træflis, blade, papir eller lignende), altså organisk materiale, som har været udsat for en anaerob gæring, hvorved EM mikroorganismene er blevet opformeret på det organiske materiale, og på den måde kan blandes i f.eks. kompost.

1.1.5 Anaerob og aerob kompostering.

I arbejdet med kompost og komposteringsprocesser skelnes der mellem aerobe og anaerobe processer. Til kompostering kan det være en fordel at kombinere de to typer af komposteringsprocesser, da man ikke altid på forhånd ved hvilke EM mikroorganismer, der er bedst egnede til at nedbryde de enkelte typer af organiske forbindelser (Aya Okuda).

1.2 Formålet med forsøget.

Formålet med de forsøg, der er gennemført i dette projekt, er at afprøve i hvilket omfang en komposteringsproces bestående af både en anaerob og en aerob fase, hvor EM bliver brugt som podningskultur, kan nedbryde de miljøfremmede organiske stoffer i spildevandsslam.

1.3 Gennemførte aktiviteter

Forsøget er gennemført i perioden fra dec. 1997 til juni 1998. Der er gennemført to forsøgsrækker. Hver forsøgsrække bestod af fire forsøgsopstillinger, som dannede indbyrdes kontrol.

Hver forsøgsrække bestod af fire faser.

1. Indhentning af slam
2. Fremstilling af bokashi
3. Anaerob fermentering
4. Aerob kompostering

Forsøgene blev løbende fulgt med hensyn til ændringer i form af temperatur, udseende og lugt.

Umiddelbart inden sammenblanding af bokashi og slam, og ved forsøgets afslutning, blev der udtaget prøver, som blev analyseret på Danmarks Teknologiske Institut DTI. Prøverne blev analyseret for organiske miljøfremmede stoffer og tungmetaller.

2. Gennemførelse af forsøget

2.1 Udvalgelse af slam og flis.

Udvælgelse af slam.

Ved første forsøgsrække blev der anvendt slam fra Melby rensningsanlæg i Frederiksværk. En analyse af en slamprøve viste imidlertid kun meget lave koncentrationer af organiske komponenter. Da slammet skulle opblandes med flis, ville mange af værdierne ligge under detektionsgrænsen, på grund af fortyndingen. I samarbejde med Levnedsmiddelkontrollen i Køge udvalgte et rensningsanlæg i Mosede, som normalt har forholdsvis høje værdier af organiske komponenter, specielt LAS hvilket hænger sammen med at man på Mosede Rensningsanlæg har anaerob afgang af slammet. Slammet blev hentet direkte fra centrifugen, men måtte opbevares i en pallecontainer med løst låg i omkring 4 uger, indtil bokashien var klar.

Udvælgelse af flis.

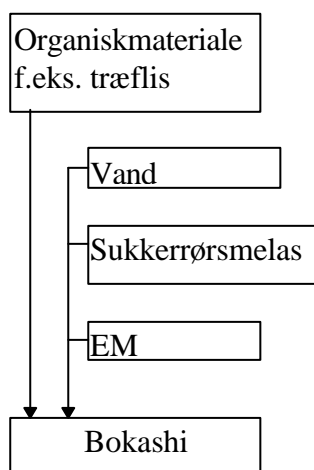
Til fremstillingen af "bokashi" blev der anvendt flis af en blanding af friskt og tørt haveaffald hovedsageligt bestående af enebær, gran, kirsebær, guldræg og liguster. Materialet blev hakket en gang på en lille flishugger. Det huggede materiale bestod af stykker med en længde på op til 3 cm. Ved udvælgelsen er der ikke taget specielt højde for at træflis kan indeholde tungmetaller og organiske komponenter, som kommer fra den "almindelige" baggrundsforurening fra trafik, industri mv.

2.2 Fremstilling af "bokashi".

Flisen deltes i fire bunker á 40 ltr. svarende til 12 kg.

Af flisbunkerne fremstilledes fire forskellige typer "bokashi"

1. Med tilsætning af vand, melasse og Effektive Mikroorganismer (EM).
2. Kun med tilsætning af vand
3. Med tilsætning af vand og melasse
4. Med tilsætning af vand, melasse og slam som mikrobielt podningsmateriale



I hver af blandingerne udgjorde den tilsatte væske 35 % af flis vægten svarende til

1. 2 ltr. Vand, 1 ltr. Melasse og 1 ltr. EM.
2. 4 ltr. Vand
3. 3 ltr. Vand og 1 ltr. Melasse
4. 2 ltr. Vand, 1 ltr. Melasse og 1 kg Slam opløst i 1 ltr. Vand.

Hver af blandingerne kom i 2 lag PE pose, der blev lukket tæt, og opbevarede ved ca. 20 °C i 2 uger. Udviklingen i blandingerne vurderedes ud fra lugt.

Efter endt fermentering lugtede blandingerne næsten ens, dog var der kun en svag syrlig lugt ved blandingen kun tilsat vand, medens de andre tre blandinger havde en mere eller mindre kraftig syrlig/ sød lugt fra fermenteringsprocessen.

2.3 Anaerob fermentering af slam.

Prøve af "råslam"

Umiddelbart inden sammenblandingen af slam og bokashi blev der udtaget en prøve til analyse for organiske miljøfremmede stoffer og tungmetaller. Prøven blev udtaget som seks delprøver forskellige steder i slammet. Delprøverne blev blandet til én samlet prøve.

Blanding af bokashi og slam

Slammet blandedes med bokashi i forholdet 1:1 efter vægt. Hver blanding indholdt ca. 12 kg slam og 12 kg af de respektive bokashi typer. Sammenblandingen foregik på en træfiberplade med en skovl for at undgå spild og "forurening" med andre materialer som f.eks. jord. Den primitive metode blev valgt, efter at en fritfaldsblander var blevet afprøvet i den første forsøgsrække. Denne metode gav et dårligt blandingsresultat med mange slamklumper uden bokashi, og blev derfor fundet uegnet. For at undgå sammenblanding blev der blandet i følgende rækkefølge:

- Først blandingen med vand, melasse og EM.

Derefter på en ren plade blandes

- Blanding med vand
- Blanding med vand melasse
- Blanding med vand, melasse og slampodning

Efter sammenblanding blev blandingerne puttet i PE poser, som blev lukket og placeret i en PE tønde med tætsluttende låg. Tønderne opbevares ved 15°C i 4 uger.

Efter 4 uger anaerob fermentering vurderedes udviklingen ud fra udseende og lugt, endvidere blev temperaturen i tønderne målt.(Tabel 1)

Tabel 1 Umiddelbart indtryk efter 4 ugers anaerob behandling.

Blanding	Lugt	Overflade	Temp. °C
1	Kraftig syrlig/ sød lugt af flismaterialet	Mange hvide svampe på overflade	30
2	Rådden lugt karakteristisk slam lugt	Nogle hvide svampe på overflade	22
3	Syrlig / sød lugt af flismaterialet og nogen lugt af slam	Ganske få hvide svampe	26
4	Syrlig / sød lugt af flismaterialet	Ganske få hvide svampe.	28

2.4 Aerob kompostering.

Blandingerne blev "luftet" og lagt i en "mini" mile indendørs på en træplade. Ved at placere milerne indendørs, undgik man at resultatet blev påvirket af udvaskning og nedsivning på grund af regn. Temperaturen blev målt efter 1 dag, efter 2 dage og efter 1 uge.

Tabel 2

Mile	1 dag °C	2 dag °C	1 uge °C
1	30	32	19
2	22	22	19
3	26	26	19
4	28	30	19

Temperaturen forblev herefter ens for alle bunkerne, og steg ikke på noget tidspunkt over rumtemperaturen.

3. Resultater

3.2 Analyse resultater

Udtagelse af prøver	<p>Bestemmelse af indholdet af organiske komponenter blev foretaget af DTI. Dragebjerggård Aps udtog selv prøverne. Der blev udtaget 2 prøver af hvert forsøg, som blev sendt til analyse. Hver prøve er sammensat af flere delprøver.</p> <p>Resultaterne fra laboratorieundersøgelserne af råslam samt 2 analyser af prøver fra hvert forsøg er samlet i tabel 3 på næste side.</p>
Tungmetaller	<p>Resultaterne af laboratorieanalyserne foretaget af DTI viser kun ganske små variationer mellem prøverne med hensyn til både organiske miljøfremmede stoffer og uorganiske komponenter N og P, uanset om slammet er tilsat EM, næringsstoffer eller vand.</p> <p>For prøverne 1 og 2 med henholdsvis EM og vand har DTI foretaget analyser for tungmetaller. Resultaterne viser en forskel mellem de to prøver for samtlige målte tungmetaller. Forskellene ligger mellem 6,9 % for bly og 31,3 % for kobber. Årsagen til forskellen er ukendt.</p>

Tabel 3

Organiske miljøfremmede komponenter mg/kg TS	Rå slam	EM			Vand			Melasse			Slam pod.		
		1	5	avg	2	6	avg	3	7	avg	4	8	avg
Acenaphten	0,02	<0,02	<0,02		<0,02	<0,02		<0,02	<0,02		<0,02	<0,02	
Fluren	0,04	<0,02	<0,02		<0,02	<0,02		<0,02	<0,02		<0,02	<0,02	
Phenanthren	0,2	0,13	0,13	0,13	0,18	0,28	0,23	0,2	0,16	0,18	0,15	0,15	0,15
Fluoranthren	0,3	0,22	0,16	0,19	0,15	0,23	0,19	0,21	0,21	0,21	0,19	0,18	0,185
Pyren	0,4	0,17	0,13	0,15	0,13	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14	0,145
Benz(b,j,k)fluoranthren	0,4	0,2	0,16	0,18	0,14	0,22	0,18	0,2	0,18	0,19	0,2	0,18	0,19
Benz(a)pyren	0,2	0,1	0,08	0,09	0,09	0,11	0,1	0,1	0,09	0,095	0,1	0,09	0,095
Indeno(1,1,3,c,d)pyren	<0,1	0,06	0,05	0,055	0,05	0,06	0,055	0,05	0,06	0,055	0,05	0,05	0,05
Benz(ghi)perlyren	<0,1	0,09	0,08	0,085	0,08	0,1	0,09	0,08	0,1	0,09	0,09	0,09	0,09
Sum PAH	1,56	<u>0,97</u>	<u>0,79</u>	0,88	<u>0,82</u>	<u>1,17</u>	0,995	<u>0,99</u>	<u>0,95</u>	0,97	<u>0,93</u>	<u>0,88</u>	0,905
DEHP	28	12	6	9	9	4	6,5	9	9	9	11	10	10,5
NPE	2	< 1	5	2,5	< 1	4	2	5	6	5,5	6	5	5,5
LAS	<50	< 200	< 200		< 200	< 200		< 200	< 200		< 200	< 200	
% TS	22	39,6	45,1	42,35	39,2	40,1	39,65	44,4	44,8	44,6	46,4	45,5	45,95
Uorganiske komponenter mg/kgTS													
Total - N	41000	19500	22300	20900	22700	21500	22100	20300	21800	21050	20400	20800	20600
Total - P	22000	7600	7600	7600	9400	10000	9700	8100	6000	7050	7800	6700	7250
% TS	23,2	43,9	44,7	44,3	45,4	42,9	44,15	48,2	49,3	48,75	50,2	48,4	49,3
Tungmetaller mg/kg TS													
		Procentvis forskel mellem prøve 1 og 2											
Cd	1,7	0,76			0,96					20,8			
Cr	29	14			18					22,2			
Cu	360	110			160					31,3			
Hg	2	1,1			1,5					26,7			
Ni	32	13			16					18,8			
Pb	55	27			29					6,9			
Zn	900	360			500					28,0			

3.2 Udseende, lugt og homogenitet efter aerob kompostering.

Udseende:

De fire bunker varierede meget i udseende med hensyn til væksten af skimmel på overfladen af bunkerne. På en enkelt bunke var der ingen vækst af skimmel svampe, mens tomatfrø var begyndt at spire. På de andre tre bunker voksede mindst to forskelligt udseende skimmel typer.

Skimmeltypene er beskrevet ud fra udseendet. Den ene skimmel type har hvide "vatagtige" kolonier, der spreder sig over store flader og den anden type har små flade, hvide kolonier formentlig actinomyceter, da disse ofte danner kolonier af denne type.

Bunkerne er beskrevet ud fra følgende kriterier:

- 1 vækst af "vatagtig" kolonier
- 2 vækst af flade kolonier
- 3 vækst af svampe inden i bunken.

De følgende beskrivelser er fremkommet ved at fire personer hver har givet en subjektiv vurdering af en ukendt prøve. To af personerne var ikke involveret i forsøget i øvrigt

Hver bunke tildeles en værdi mellem 0 og 4, hvor 0 er ingen vækst og 4 er kraftigste vækst.

Lugt

Lugten af det komposterede materiale blev ud fra en subjektiv vurdering sammenlignet på en skala fra 1 til 4, hvor 1 er lugt af kompost (skovjord), og 4 er karakteristisk lugt af slam.

Homogenitet

En subjektiv visuel bedømmelse af homogeniteten sker ved en indbyrdes sammenligning på en skala fra 1 til 4 hvor 1 er mest homogen og 4 er mindst.

Tabel 4

Bunke	EM	Vand	Melasse	Slam pod
Vatagtige kolonier	1	0	3	4
Flade kolonier	4	0	1	1
Kolonier inden i bunken	4	0	1	1
Slam lugt	1	4	3	3
Homogenitet	1	4	1	1

4. Diskussion

Ud fra målinger og iagttagelser under forsøget er der ingen indikation af at EM som podningskultur kan være fremmede for omsætningen af miljøfremmede organiske komponenter ved kompostering.

Ved iagttagelserne af ydre indikatorer på komposteringsprocesserne som svampedannelse og lugt, er det tydeligt, at de enkelte forsøg har udviklet sig forskelligt.

Det har været meget tydeligt, at komposteringen af slam uden tilsætning af hverken podningsmateriale eller næring (sukkerrørmelasse) stort set ikke har ændret karakter gennem forsøget. Der kunne således ses tomatspirer på denne kompostbunke, mens dette ikke var tilfældet ved nogen af de andre forsøg.

Vi mener endvidere at kunne konstatere, at forsøgsbunken med EM havde flere kolonier af formodede actinomyceter end de øvrige forsøg. Dette resultat kunne forventes, hvis EM kunne konkurrere og dermed overleve i slammet, idet EM bl.a. indeholder actinomyceter.

At det ikke har været muligt at måle, om tilsætning af EM har en effekt på omsætningen af miljøfremmede stoffer, skyldes mindst to forhold:

1. Koncentrationerne af miljøfremmede organiske stoffer i de enkelte prøver var så lave, at det ikke er muligt at konstatere egentlige forskelle.
2. Forholdene under den aerobe komposteringsfase har ikke været gunstige. Den lille mængde kompost, der har været arbejdet med i forsøget, har ikke været tilstrækkelig til at få den varmeudvikling i bunkerne, som normalt følger en aerob kompostering. I forsøget så vi kun en ganske svag temperaturstigning på et par grader. Efter en uge var alle bunker afkølet til rumtemperatur.

Litteraturliste

EMRO (1996). EM Application to Waste Treatment Experiment.
EMRO Head office, Japan.

EMRO (1994) Some Basic Concepts of Soil Micro-organisms.
Proceedings 3. Conference on Effective Micro-organisms pp145-149
INFRC, APNAN, Japan.

EMRO (1995). Sewage Treatment Through the Application of EM (Aktive
Sludge Method).
EMRO Head office, Japan

Hansen Poul Erik, Nielsen Jens Peter og Langgård Morten (1998). Hvad er
kemien bag østrogenlignende forbindelser? Kemi for tiden.
Kopi hentet fra internet "<http://frederik.ruc.dk/dis/chem/kft/kft1/oestro!.htm>"

Dr. Higa, Teruo (1993). An Earth Saving Revolution, prolog, kap. 1 og
kap. 2. Engelsk oversættelse Anja Kanal 1996.
Sunmark Publishing Inc. Japan.

Dr. Higa, Teruo og Dr. Parr, James F. (1994) Beneficial and Effective
Micro-organisms for a Sustainable Agriculture and Environment.
International Nature Farming Research Centre, Atami, Japan

Grøn Information (1997) Rapport om vaskemidler. Det hemmelige
vaskemiddel - Grøn rapport om lineær alkylbenzen sulfonat
Kopi hentet via Internet "<http://www.greeninfo.dk/press/laspr.htm>"

Hiroyuki, Arichi 1997. EM Effect to Reduce Sludge in Waste Water
Treatment.
Proceedings 6. Conference on Effective Micro-organisms.
INFRC, APNAN, Japan.

Ole Halken, MIRA Miljøsevice (1998) Afrapportering af projekt J.nr. 93S-
2465-Å96-00534. Slamkompost- udvikling af kompostanlæg til genanvendelse
af slam i jordbruget. Ikke publiceret.

Personlige kontakter

Dr. Higa Teruo, Udvikler af EM og formand for EMRO.

Cand. agro. Okuda Aya arbejder som konsulent for EMRO. Har speciale
indenfor spildevand og slambehandling.