

ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้
การประยุกต์ใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ
(Effective Microorganisms application)



สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มกราคม 2556

ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้
การประยุกต์ใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ
(Effective microorganisms application)



สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มกราคม 2556

คำนำ

ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้เรื่อง “ การประยุกต์ใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (Effective Microorganisms : EM) ” ฉบับนี้ สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้จัดทำขึ้นภายใต้โครงการพัฒนาศูนย์กลางบริการสารสนเทศเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับแนวหน้าของประเทศ โครงการย่อยที่ 2 โครงการเพิ่มศักยภาพการเข้าถึงสารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในรูปแบบ Digital Library กิจกรรมย่อย 2.5 ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้ (Information Repackaging) ในส่วนของสารความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากต่างประเทศ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้นี้ให้ผู้ใช้ได้เข้าถึงสารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่ายและสะดวกพร้อมใช้ เอกสารประมวลพร้อมใช้ฉบับนี้ให้ความรู้เกี่ยวกับความหมายของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ ลักษณะทั่วไป ประเภทของจุลินทรีย์ ชนิด ส่วนผสมและวิธีการทำ EM รวมถึงการทำงานของ EM ในระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น

คณะผู้จัดทำหวังว่า ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้ฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้ที่สนใจศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (Effective Microorganisms : EM) โดยเอกสารฉบับเต็มที่ใช้ในการเรียบเรียงประมวลสารสนเทศพร้อมใช้ฉบับนี้ได้รวบรวม จัดเก็บ และให้บริการ ณ บริเวณห้องอ่านชั้น 1

ศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มกราคม 2556

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
คำสำคัญ	1
บทนำ	2
ความรู้เกี่ยวกับจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ	2
ลักษณะทั่วไปของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ	2
ประเภทของของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ	3
ชนิด ส่วนผสม และวิธีการทำ EM	5
การทำงานของ EM ในการบำบัดน้ำเสีย	9
ประโยชน์ของ EM	11
การเก็บรักษา	11
บทสรุป	12
เอกสารอ้างอิง	13

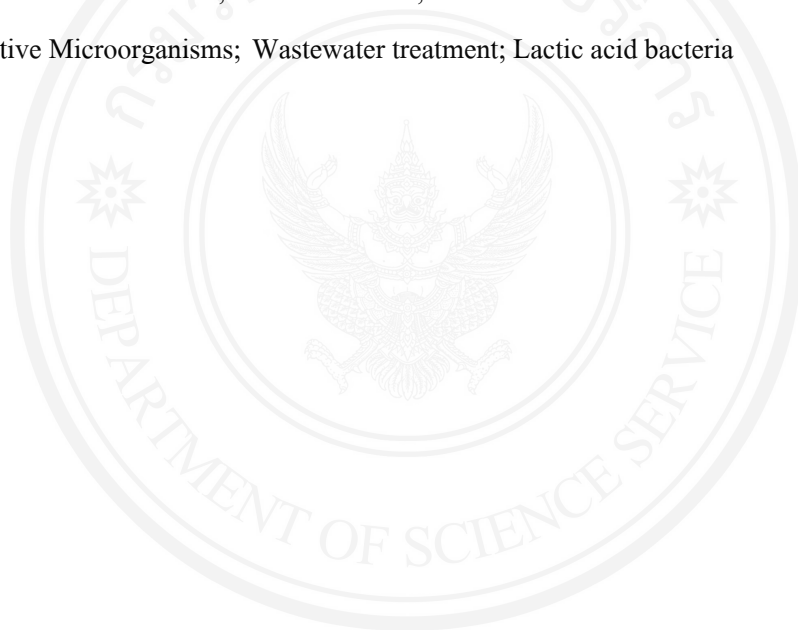
การประยุกต์ใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ
(Effective microorganisms application)

บทคัดย่อ

Effective microorganisms (EM) คือ กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่ทำงานร่วมกัน 3 กลุ่มหลักๆ คือ จุลินทรีย์ผลิตกรดแลคติก ยีสต์ และจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง ถูกค้นพบและพัฒนาโดยศาสตราจารย์ ดร.เทรูโอะ อิหงะ จากประเทศญี่ปุ่น มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาล กลิ่นหวานอมเปรี้ยว และเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีชีวิตจึงไม่สามารถใช้ร่วมกับสารเคมีหรือยาปฏิชีวนะต่างๆได้ EM มีคุณสมบัติที่หลากหลายจึงมีการนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ เช่น ด้านการเกษตร การหมักขยะมูลฝอย การย่อยสลายสารอินทรีย์ และการบำบัดน้ำเสีย ปัจจุบัน EM เป็นที่รู้จักและถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ช่วยปรับสมดุลในธรรมชาติ และไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ : จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ; การบำบัดน้ำเสีย; แบคทีเรียผลิตกรดแลคติก

Keyword : Effective Microorganisms; Wastewater treatment; Lactic acid bacteria



การประยุกต์ใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (Effective microorganisms application)

1. บทนำ

จากสถานการณ์น้ำท่วมส่งผลให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมต่างๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็นปัญหาขยะมูลฝอย ปัญหาการแพร่กระจายของเชื้อโรค และปัญหาน้ำเน่าเสีย ซึ่งปัญหาเหล่านี้ล้วนแต่ส่งผลกระทบต่อสภาพความเป็นอยู่และสุขอนามัยของประชาชนเป็นอย่างยิ่ง หากได้รับการจัดการที่ไม่ดีอาจก่อให้เกิดปัญหาด้านอื่นๆ ตามมาอีกมากมาย จึงทำให้หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนให้ความสนใจและพยายามหาแนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นอย่างสุดความสามารถ หนึ่งในแนวทางแก้ไขปัญหานี้ คือ การส่งเสริมให้มีการใช้จุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำเสีย โดยจุลินทรีย์ที่ใช้จะต้องเป็นจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ เมื่อนำไปใช้งานจะต้องไม่ส่งผลกระทบ อีกทั้งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย อาทิเช่น ก่อให้เกิดความสมดุลในธรรมชาติ เพิ่มธาตุอาหารในดิน ช่วยย่อยสลายอินทรีย์วัตถุทั้งในน้ำและในดินได้ ฯลฯ จากคุณสมบัติที่กล่าวมาข้างต้นนี้ได้นำไปสู่การประยุกต์ใช้จุลินทรีย์ที่เรียกว่า Effective microorganisms (EM) ทั้งในรูปแบบน้ำและรูปแบบแข็ง (EM ball) เนื่องจากเป็นวิธีทางชีวภาพโดยการใช้สิ่งมีชีวิตควบคุมหรือจัดการสิ่งมีชีวิตด้วยตัวเอง จึงทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาถึงที่มาและประโยชน์ที่จะได้รับจากการประยุกต์ใช้ EM เพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนต่อไป

2. ความรู้เกี่ยวกับจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (Zakaria, Zuraini, Gairola, Sanjay and Shariff, Noresah Mohd, 2010)

กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (Effective microorganisms : EM) หรือ กลุ่มจุลินทรีย์ที่ให้ประสิทธิผลสูง ประกอบด้วย จุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศ (Aerobic bacteria) และจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศ (Anaerobic bacteria) โดยส่วนใหญ่จะเป็นพวกไม่ต้องการอากาศ ค้นพบโดย ศาสตราจารย์ ดร. เทรูโอะ ฮิหงะ (Teruo Higa)

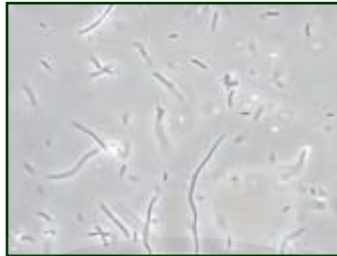
3. ลักษณะโดยทั่วไปของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ เป็นดังนี้

- 1) เป็นของเหลวสีน้ำตาลกลิ่นหวานอมเปรี้ยว
- 2) เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีชีวิต ไม่สามารถใช้ร่วมกับสารเคมี ยาปฏิชีวนะ และยามาเชื้อได้
- 3) ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น มนุษย์ พืช สัตว์ และแมลงที่เป็นประโยชน์
- 4) ช่วยปรับสภาพความสมดุลของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- 5) เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ทุกคนสามารถนำไปเพาะขยายได้ด้วยตนเอง

4. ประเภทของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ

จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ จะเน้นกลุ่มที่มีประโยชน์ตามคุณสมบัติที่ต้องการนำไปใช้ ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยกลุ่มจุลินทรีย์ต่อไปนี้

1) แบคทีเรียผลิตกรดแลคติก (Lactic acid bacteria) (วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล, 2539)



ภาพที่ 1 แบคทีเรียผลิตกรดแลคติก

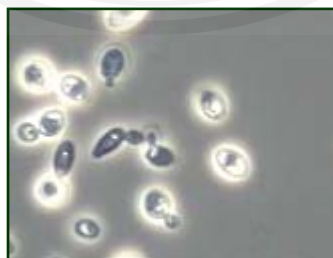
(ที่มา : <http://www.emro-asia.com/about-em/micro-organisms-in-em.html>)

แบคทีเรียผลิตกรดแลคติกถูกค้นพบครั้งแรกโดยหลุยส์ ปาสเตอร์ ในปี พ.ศ. 2400 เป็นจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นกรดแลคติกโดยผ่านกระบวนการหมัก ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 พวก คือ

1.1) โฮโมเฟอร์เมนเททีฟ เป็นพวกที่หมักกลูโคสแล้วให้กรดแลคติกเป็นส่วนใหญ่ โดยทั่วไป 85 เปอร์เซ็นต์ หรือมากกว่า ได้แก่ *Pediococcus*, *Streptococcus* และ *Lactobacillus* บางชนิด

1.2) เฮเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ เป็นพวกที่หมักกลูโคสแล้วให้กรดแลคติกประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ *Leuconostoc* และ *Lactobacillus* บางชนิด โดย กรดแลคติกมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรคบางชนิดและจุลินทรีย์อื่นๆได้เนื่องจากมี pH ต่ำ สามารถพบจุลินทรีย์กลุ่มนี้ได้มากในน้ำข้าวข้าว และน้ำนม (ฮาน คิวโซ, 2548) จุลินทรีย์ผลิตกรดแลคติกนี้มักจะถูกนำไปใช้ในการหมักอาหารหลายชนิด เช่น เนยแข็ง นมเปรี้ยว โยเกิร์ต ผักดอง เป็นต้น

2) ยีสต์ (Yeast) (สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ, 2549 และ วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล, 2539)



ภาพที่ 2 ยีสต์

(ที่มา : <http://thinkofliving.com/2011/11/03/em-ball>)

ยีสต์จัดเป็นจุลินทรีย์ในกลุ่มของราที่มีการดำรงชีวิตเป็นแบบเซลล์เดี่ยว มีรูปร่างหลายแบบ เช่น รูปร่างกลม ทรงรี รูปไข่ สามเหลี่ยม รูปร่างคล้ายเลนินหรือรูปร่างยาว เป็นต้น มีการสืบพันธุ์ทั้งแบบไม่อาศัยเพศโดย

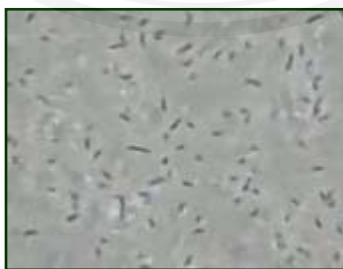
การแตกหน่อ (Budding) หรือแบ่งตัว (Fission) และแบบอาศัยเพศ โดยการสร้างสปอร์ชนิดแอสโคสปอร์ (Ascospore) หรือ เบสิดิโอสปอร์ (Basidiospore) สามารถพบยีสต์ได้ทั่วไปในธรรมชาติแต่จะพบได้มากในแหล่งที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลสูงๆ เช่น น้ำผลไม้ น้ำผึ้ง และผลไม้ที่มีรสหวาน ยีสต์ส่วนใหญ่จะมีการใช้สารอินทรีย์ (Organic) เป็นแหล่งพลังงานและแหล่งคาร์บอน จึงมักจะถูกนำมาใช้เป็นตัวตั้งต้นในกระบวนการหมักแอลกอฮอล์ เช่น เบียร์ ไวน์ วิสกี้ และใช้ในการผลิตอาหารชนิดต่างๆ เช่น ขนมปัง ข้าวหมาก สาโท หรือ กระเพาะ เป็นต้น นอกจากนี้ยีสต์ยังทำหน้าที่ในการผลิตสารชีวภัณฑ์และสารที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิต เช่น กรดอะมิโน โปรตีน วิตามิน และสารอื่นๆ ใน EM อีกด้วย

3) จุลินทรีย์สังเคราะห์แสง (Phototrophic bacteria) (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ, 2547)

จุลินทรีย์สังเคราะห์แสงเป็นจุลินทรีย์โบราณ ส่วนใหญ่เป็นพวกแบคทีเรียแกรมลบ ใช้แสงเป็นแหล่งพลังงานในการย่อยสลายสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ จุลินทรีย์สังเคราะห์แสงที่ใช้ใน EM นี้มักจะเป็นกลุ่มจุลินทรีย์สีม่วง (Purple Phototrophic bacteria) ซึ่งสังเคราะห์แสงแบบไม่ให้ออกซิเจน โดยมีแบคทีเรียโคลอโรฟิลล์ เอ หรือ บี และแคโรทีนอยด์ช่วยดูดพลังงานแสง ประกอบด้วย 2 ตระกูล คือ

3.1) ตระกูลโรโดสไปริลลาซี (Rhodospirillaceae) ได้แก่ เพอเฟิลนินซัลเฟอร์แบคทีเรีย (Purple non sulfur bacteria) เป็นพวกโฟโตออร์แกโทรฟ ต้องการสารอินทรีย์เป็นแหล่งคาร์บอนและเป็นตัวให้อิเล็กตรอนในการรีดิวซ์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่สามารถใช้ธาตุซัลเฟอร์เป็นตัวให้อิเล็กตรอนได้ สังเคราะห์แสงภายใต้สภาพไร้ออกซิเจน (Anaerobe) ในที่มีแสง มีรูปร่างหลายแบบ เช่น รูปเกลียว รูปท่อนไม้ รูปไข่ หรือทรงกลม เพิ่มจำนวนโดยการแบ่งตัวจากหนึ่งเป็นสองหรือแตกหน่อ

3.2) ตระกูลโครมาติอาซี (Chromatiaceae) ได้แก่ เพอเฟิลซัลเฟอร์แบคทีเรีย (Purple sulfur bacteria) เป็นพวกแอนแอโรบหรือไมโครแอโรฟิลิก ต้องการแสงในการสังเคราะห์แสง ใช้สารประกอบซัลเฟอร์ในสภาพรีดิวซ์ (Reduced S compound) โดยเฉพาะก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์หรือธาตุซัลเฟอร์เป็นตัวให้อิเล็กตรอน มีรูปร่างแตกต่างกันตั้งแต่รูปไข่ไปจนถึงรูปท่อน



ภาพที่ 3 จุลินทรีย์สังเคราะห์แสง

(ที่มา : <http://www.emro-asia.com/about-em/micro-organisms-in-em.html>)

กลุ่มจุลินทรีย์สังเคราะห์แสงนี้เป็นจุลินทรีย์ที่สำคัญใน EM เนื่องจากเป็นจุลินทรีย์หลักในวัฏจักรคาร์บอนและวัฏจักรไนโตรเจน สามารถพบได้ทุกแห่งในธรรมชาติแต่จะพบมากในทะเลสาบและนาข้าว นอกจากนี้ยังพบว่า ภายใต้สภาพที่มีการผลิตไฮโดรเจน จุลินทรีย์สังเคราะห์แสงสามารถย่อยสลายสารต่างๆ ได้อย่างต่อเนื่องและสามารถใช้จุลินทรีย์กลุ่มนี้ในการบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

5. ชนิด ส่วนผสมและวิธีการทำ EM (บริษัท เอ็มโร เอเชีย จำกัด, 2554)

EM สามารถแบ่งเป็น 6 ชนิดใหญ่ๆ ตามคุณสมบัติ และลักษณะของการใช้งาน ดังนี้

1) EM ขยาย

เป็นการปลูกจุลินทรีย์ที่อยู่ในสภาพพักให้ตื่นขึ้น โดยการให้อาหารทำให้เพิ่มจำนวนเซลล์มากขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

ส่วนผสม

1. EM หัวเชื้อ 1 ส่วน
2. กากน้ำตาล 1 ส่วน
3. น้ำสะอาด 20 ส่วน

วิธีทำ

1. กรณีใช้ภาชนะหมักขนาด 1 ลิตรให้ใส่น้ำสะอาดครึ่งลิตร
2. เติม EM และกากน้ำตาล แล้วเขย่าหรือคนให้ละลายเข้ากัน
3. เติมน้ำสะอาดให้เต็ม แล้วปิดฝาให้แน่น
4. หมักไว้ 7 วัน จึงจะนำไปใช้ได้ และควรใช้ให้หมดภายใน 7 วัน

หมายเหตุ

1. น้ำที่ใช้ต้องสะอาด เช่น น้ำฝน น้ำบ่อ หากใช้น้ำประปาต้องใส่ภาชนะแล้วเปิดฝาทิ้งไว้ประมาณ 1 วัน เพื่อไล่คลอรีนระเหย
2. ภาชนะที่ใช้ในการหมักควรเป็นพลาสติก มีฝาเกลียวปิดสนิท เนื่องจากจะเกิดแรงดันในระยะหมัก หากภาชนะไม่มีฝาปิดควรใช้พลาสติกคลุมแล้วใช้ยางรัดให้แน่น
3. ถ้ามีกลิ่นเน่าเหม็น (เสีย) ให้นำไปผสมน้ำแล้วใช้รดกำจัดวัชพืช หรือนำไปเททิ้งลงในโถส้วมเพื่อช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์

2) EM หมักน้ำข้าวข้าว

โดยทั่วไปผู้คนมักจะเทน้ำข้าวข้าวทิ้งลงท่อระบายน้ำโดยไม่ทราบว่าน้ำข้าวข้าวนั้นทำให้จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในท่อระบายน้ำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ซึ่งหากเรานำน้ำข้าวข้าวมาหมักด้วย EM ก่อน จะทำให้สามารถนำน้ำนั้นไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ ได้อีกมากมาย



ภาพที่ 4 ส่วนผสมของ EM ขยาย

(ที่มา : <http://www.emro-asia.com/about-em/how-to-extend.html>)



ภาพที่ 5 EM หมักน้ำข้าวข้าว

(ที่มา : <http://www.emro-asia.com/about-em/how-to-em-fermented-water-from-washing-rice.html>)

ส่วนผสม

1. น้ำข้าวข้าว 1 – 2 ลิตร
2. EM 10 มิลลิลิตร หรือ 1 ช้อนแกง
3. กากน้ำตาล 10 มิลลิลิตร หรือ 1 ช้อนแกง

วิธีทำ

1. กรณีน้ใช้ภาชนะหมัก ขนาด 1 ลิตร ให้ใส่น้ำข้าวข้าวครึ่งลิตร
2. เติมน้ำ EM และกากน้ำตาล แล้วเขย่าหรือคนให้ละลายเข้ากัน
3. เติมน้ำสะอาดให้เต็ม แล้วปิดฝาให้แน่น
4. หมักไว้ 7 วัน จึงจะนำไปใช้ได้ และควรใช้ให้หมดภายใน 7 วัน

3) โบคาชิ (Bokashi)

เป็นการนำอินทรีย์วัตถุมาหมักกับ EM แบบไร้อากาศ โดยใช้วัสดุได้หลากหลายตามจุดประสงค์ที่ต้องการนำไปใช้งาน เช่น ใช้ทำปุ๋ย ใช้ผสมอาหารสัตว์ ใช้หมักเศษอาหาร ฯลฯ ตัวอย่างเช่น โบคาชิใช้ทำปุ๋ย

ส่วนผสมส่วนที่ 1

1. มูลสัตว์แห้ง 1 ส่วน
2. แกลบ 1 ส่วน
3. รำละเอียด 1 ส่วน

หมายเหตุ : ใช้อินทรีย์วัตถุที่มีอยู่ในท้องถิ่นได้ ในอัตราส่วน สัตว์กับพืช 1 : 1 - 1 : 3

ส่วนผสมส่วนที่ 2

1. EM 10 ช้อนแกง
2. กากน้ำตาล 10 ช้อนแกง
3. น้ำสะอาด 10 ลิตร



ภาพที่ 6 ส่วนผสมส่วนที่ 1

ที่มา: <http://www.emro-asia.com/about-em/how-to-check-bowl-chim.html>

วิธีทำ

1. ผสมมูลสัตว์กับแกลบ แล้วรดด้วยส่วนผสมส่วนที่ 2 คลุกเคล้าให้เข้ากัน
2. นำรำละเอียดมาผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้ววัดความชื้นให้ได้ประมาณ 30 - 40% หรือใช้มือกำส่วนผสมแล้วบีบให้แน่นจากนั้นแบมือออกจะมีลักษณะเป็นก้อนพอดี
3. นำไปหมัก



ภาพที่ 7 การผสมส่วนที่ 1 และ 2 เข้าด้วยกัน



ภาพที่ 8 ส่วนผสมที่พร้อมนำไปหมัก

(ที่มา : <http://www.emro-asia.com/about-em/how-to-check-bowl-chim.html>)

วิธีหมักมีหลายวิธี ได้แก่

- 1.) บรรจุในถุงปุ๋ยให้ได้ 3/4 ของถุง มัดปากถุงให้แน่น วางราบบนไม้รอง แล้วหมักไว้ไม่น้อยกว่า 7 วัน จนแห้งสนิทจึงจะนำไปใช้ได้
- 2.) บรรจุถัง โดยอัดให้แน่นจนเต็มถึง ปิดให้แน่น แล้วหมักไว้ 10 - 15 วัน จึงจะนำไปใช้ได้

4) EM ball (คังโอะ)

คือ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี EM ในรูปแบบแห้ง โดยการปั้นเป็นก้อนจุลินทรีย์เพื่อสะดวกในการนำไปใช้บำบัดน้ำเสียในสถานที่ต่างๆ โดยนิยมใช้เพื่อการบำบัดน้ำเสียในแหล่งน้ำที่มีโคลนตะกอน น้ำไหล หรือน้ำลึก

ส่วนผสมส่วนที่ 1

1. รำละเอียด 1 ส่วน
2. แกลบป่น หรือ รำหยาบ 1 ส่วน
3. ดินทราย 1 ส่วน

ส่วนผสมส่วนที่ 2

1. EM 10 ซ้อนแกง
2. กากน้ำตาล 10 ซ้อนแกง
3. น้ำสะอาด 10 ลิตร



ภาพที่ 9 ส่วนผสมที่ 1 และ 2

(ที่มา : <http://www.emro-asia.com/about-em/how-to-make-em-ball.html>)

วิธีทำ

1. ผสมส่วนที่ 1 แล้วรดด้วยส่วนที่ 2 คลุกเคล้าให้เข้ากัน
2. วัดความชื้นให้พอเหมาะแล้ว ปั้นเป็นก้อนกลม หรือตัดแปลงได้ตามต้องการ
3. นำไปวางไว้ในที่ร่มจนแห้งสนิท แล้วจึงนำไปใช้



ภาพที่ 10 และ ภาพที่ 11 แสดงวิธีทำ EM ball

(ที่มา : <http://www.emro-asia.com/about-em/how-to-make-em-ball.html>)

5) EM Fermented Plant Extract (EM F.P.E. : สารสกัดพืชหมัก)

สารสกัดพืชหมักเป็นการสกัดสารจากการหมักพืชสดด้วย EM โดยมีส่วนประกอบของกรดอินทรีย์ (Organic acid) สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ แร่ธาตุและสารที่มีประโยชน์จากวัชพืช โดยการนำยอดพืชหรือวัชพืชที่เก็บในตอนเช้าก่อนถูกแสงแดด (ก่อนพืชสังเคราะห์แสง) มาเป็นองค์ประกอบในการผลิตจึงมีคุณสมบัติเป็นปุ๋ยฮอร์โมนและสร้างภูมิคุ้มกันต้านทานโรคได้

ส่วนผสม

1. ยอดพืชหลากหลายชนิด ประมาณครึ่งถึงหมัก
2. น้ำสะอาด ประมาณ 10 ลิตร (ห้ามยอดพืชพอดิ)
3. EM 1 % ของน้ำ หรือ ประมาณ 100 มิลลิลิตร (10 ช้อนแกง)
4. กากน้ำตาล 3% ของน้ำ หรือ ประมาณ 300 มิลลิลิตร (10 ช้อนแกง)

วิธีทำ

1. สับ หรือ หั่นยอดพืช ใส่ภาชนะหมักขนาด 10 ลิตร
2. ผสม EM กับกากน้ำตาล และน้ำสะอาด คนให้ละลายเข้ากัน เทลงถังผสมกับยอดพืช คนให้เข้ากันแล้วปิดฝา
3. เติมน้ำทะเล 100 มิลลิลิตร (10 ช้อนแกง) หากไม่มีเติมเกลือแกง 1 ช้อนแกง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการหมัก
4. หมักไว้ไม่น้อยกว่า 7 วัน ระยะที่หมักได้ 2 - 3 วัน ให้เปิดฝา คนให้เข้ากัน ปิดและหมักต่อ กรองแยกน้ำและกากออกจากกัน กากนำไปฝังเป็นปุ๋ย ส่วนน้ำใส่ภาชนะปิดฝาเก็บไว้ใช้งาน



ภาพที่ 12 วิธีทำ EM F.P.E.

ที่มา : (<http://www.emro-asia.com/about-em/how-to-make-fermented-plant-extract.html>)

6) EM5 หรือ สุโตจ

เป็นสารหมักเพื่อป้องกันและขับไล่แมลงศัตรูพืช ใช้สำหรับฉีดพ่นเพื่อให้พืชสมบูรณ์แข็งแรง ไม่มีแมลงศัตรูพืชรบกวน ในขณะเดียวกันก็เป็นสารเสริมภูมิต้านทานโรคให้แก่พืชอีกด้วย

ส่วนผสม

1. EM 1 ส่วน
2. กากน้ำตาล 1 ส่วน
3. น้ำส้มสายชูกลั่น 5 % 1 ส่วน
4. เหล้า 28 - 40 ดีกรี 1 ส่วน
5. น้ำสะอาด 6 ส่วน



ภาพที่ 13 ส่วนผสมของ EM5

ที่มา : <http://www.emro-asia.com/about-em/how-to-make-em5-or-random-growth-century.html>

วิธีทำ

1. กรณิใช้ภาชนะหมักขนาด 1 ลิตร ให้ใส่น้ำสะอาดครึ่งลิตร
2. เติมหากน้ำตาล น้ำส้มสายชู เหล้า และ EM เขย่าให้ละลายเข้ากัน
3. เติมน้ำให้เต็ม ปิดฝาให้แน่น หมักไว้ 15 วัน จึงนำไปใช้ได้

หมายเหตุ : ถ้าทำ ซุปเปอร์ EM5 จะไม่ใช้น้ำ แต่ให้เพิ่มเหล้าเป็น 2 ส่วน ใช้เวลาหมัก 1 วัน ก็สามารถนำไปใช้งานได้ เนื่องจากเป็นสารไล่แมลงที่จำเป็นต้องใช้ในกรณีเร่งด่วนและเก็บไว้ได้นาน 3 เดือน โดยถ้าเกินกำหนดประสิทธิภาพของสารจะลดลง

6. การทำงานของ EM ในการบำบัดน้ำเสีย (Namsivayam, S. Karthick Raja, Narendrakumar, G. and Kumar, J. Arvind, 2011)

จากการทดลองเรื่องประสิทธิภาพของ EM ในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชนพบว่า EM ช่วยให้คุณภาพของน้ำดีขึ้น ดังตารางที่ 1 จะเห็นว่าค่า pH, Alkalinity, Biochemical oxygen demand (BOD), Chemical oxygen demand (COD) และ Total dissolved solids (TDS) ลดลงอย่างต่อเนื่อง ส่วนค่า Dissolved Oxygen (DO) หรือปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งค่าเหล่านี้เป็นค่าที่ใช้ในการชี้วัดคุณภาพของน้ำว่าแหล่งน้ำนั้นเป็นน้ำดีหรือน้ำเสีย นอกจากนี้ในตารางที่ 2 ซึ่งแสดงการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรของจุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชนยังพบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ใน EM มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์นี้แสดงให้เห็นว่าการใช้อินทรีย์วัตถุในแหล่งน้ำเสียเป็น

อาหารและเกิดการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ไม่มีประโยชน์หรือก่อโรคในน้ำเสียนั้น ด้วยเหตุนี้จึงกล่าวได้ว่า EM มีส่วนช่วยในการบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพดีขึ้น และมีการแนะนำให้ใช้ EM ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำจากแหล่งชุมชนก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติต่อไป

ตารางที่ 1 แสดงผลการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชนโดยใช้ EM

S.No	Parameter	Incubation time (Days)			
		0	5	15	20
1	pH	9.0	8.4	7.4	7.1
2.	Alkalinity (mg/l)	59.0	41.0	37.0	21.0
3	Dissolved oxygen (mg/l)	1.0	1.0	1.4	1.7
4	BOD (mg/l)	2.8	2.1	1.5	0.9
5	COD (mg/l)	164	141	112	109
6	Total dissolved solids (mg/l)	2160	1012	940	902

ที่มา : Namsivayam, S. Karthick Raja, Narendrakumar, G. and Kumar, J. Arvind, 2011

ตารางที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากร (CFU/ml) ของจุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งชุมชน

No	Microorganism	Incubation time 9Days)			
		0	5	15	20
1	Bacteria	11.2X10 ⁴	23.1X10 ⁵	4.0X10 ⁶	41.2X10 ⁷
2	Actinomycetes	2.4X10 ²	34.1X10 ²	45.3X10 ²	51.1X10 ²
3	Mold	12.0 X10 ³	34.1X10 ³	01.2X10 ⁴	54.1X10 ⁴
4	Yeast	41.1X10 ³	54.1X10 ³	6.0X10 ⁴	27.1X10 ⁵

ที่มา : Namsivayam, S. Karthick Raja, Narendrakumar, G. and Kumar, J. Arvind, 2011

7. ประโยชน์ของ EM (Freitag, David G., 2000)

ด้านการเกษตร (Higa, Teruo and Parr, James F., 1994)

- 1) ช่วยปรับสภาพความเป็นกรด - ด่างในดินและน้ำ
- 2) ช่วยแก้ปัญหาแมลงศัตรูพืช และโรคระบาดต่างๆ
- 3) ช่วยปรับสภาพดินให้ร่วนซุย อุ้มน้ำ และอากาศผ่านได้ดี
- 4) ช่วยย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ
- 5) ช่วยสร้างฮอร์โมนพืชและช่วยให้ผลผลิตคงทน
- 6) ช่วยยับยั้งเชื้อก่อโรคจากดิน
- 7) ช่วยหมวนเวียนและเพิ่มสารอาหารให้แก่พืช

ด้านปศุสัตว์

- 1) ช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นและบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์
- 2) ช่วยกำจัดแมลงปีกแข็งและแมลงวัน โดยการตัดวงจรชีวิตของหนอนแมลงวันไม่ให้เข้าคักแต่เกิดเป็นแมลงวันได้
- 3) ช่วยป้องกันโรคระบาดต่างๆ ในสัตว์ และช่วยเสริมสร้างสุขภาพของสัตว์เลี้ยง

ด้านการประมง

- 1) ช่วยควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำได้
- 2) ช่วยแก้ปัญหาโรคพยาธิในน้ำซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำที่เลี้ยงได้
- 3) ช่วยลดปริมาณอินทรีย์วัตถุในบ่อ

ด้านสิ่งแวดล้อม

- 1) ช่วยย่อยสลายกากตะกอน สิ่งปฏิกูลและอินทรีย์สารที่แขวนลอยในน้ำ
- 2) แก้ปัญหาน้ำเน่าเหม็นและสร้างสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรค
- 3) ช่วยปรับสภาพน้ำให้เป็นกลางเพื่อให้สัตว์น้ำอาศัยอยู่ได้
- 4) กำจัดขยะด้วยการย่อยสลายให้มีจำนวนน้อยลงและสามารถนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ ได้
- 5) ช่วยปรับสภาพของเสีย เช่น เศษอาหารจากครัวเรือนให้เป็นประโยชน์ต่อการเลี้ยงสัตว์และการเกษตรได้
- 6) ช่วยบำบัดน้ำเสียจากแหล่งต่างๆ เช่น แหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และโรงแรมได้
- 7) ช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นจากกองขยะ ท่อระบายน้ำ และห้องน้ำได้

8. การเก็บรักษา (บริษัท เอ็มโร เอเชีย จำกัด, 2554)

- 1) ควรเก็บไว้ในที่ร่ม อุณหภูมิประมาณ 20-45 องศาเซลเซียส
- 2) ปิดฝาให้สนิททุกครั้งที่นำออกมาใช้
- 3) ไม่ควรให้อากาศเข้า และอย่าเก็บไว้ในตู้เย็น

- 4) หัวเชื้อ EM สามารถเก็บได้นานประมาณ 1 ปี แต่หากมีการเปิดใช้แล้วจะเก็บได้ประมาณ 6 เดือน
- 5) การขยาย EM ควรใช้ภาชนะและน้ำที่สะอาด และควรใช้ให้หมดในเวลาที่เหมาะสม
- 6) กรณีที่เก็บไว้หลายวันโดยไม่มีการเคลื่อนไหว ในภาชนะจะพบฝ้าขาวเหนียว ซึ่งเกิดจากการฟักตัวของเชื้อ เมื่อเขย่าทิ้งไว้ฝ้าสีขาวจะหายไป
- 7) หากมีกลิ่นเหม็นให้นำไปทิ้งลงในโถส้วม

9. บทสรุป

การใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (Effective Microorganisms : EM) ในการบำบัดน้ำเสีย นับเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่สำคัญในการแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในสถานการณ์น้ำท่วมได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เนื่องมาจากการใช้สิ่งมีชีวิตในการควบคุมหรือจัดการกับสิ่งมีชีวิตด้วยกันเอง ทำให้เกิดความสมดุลในธรรมชาติและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยจนกระทั่งไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเลย ประกอบกับ EM มีคุณสมบัติที่หลากหลาย ทั้งในแง่ของการบำบัดน้ำเสีย การย่อยสลายสารอินทรีย์ การเพิ่มธาตุอาหารในดิน การเพิ่มฮอร์โมนให้แก่พืช หรือแม้กระทั่งการเป็นสารขับไล่แมลง จึงทำให้ EM กลายเป็นที่รู้จักและถูกนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. จุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพ. **เกษตรกรรมธรรมชาติ**, 2548, ฉบับที่ 3, หน้า 43,44.
- การใช้ประโยชน์น้ำสกัดชีวภาพในครัวเรือน. **เกษตรกรรมธรรมชาติ**, 2543, ฉบับที่ 11, หน้า 30.
- ชมรมเกษตรธรรมชาติแห่งประเทศไทย. การบำบัดน้ำเสียด้วยน้ำสกัดชีวภาพ. **เกษตรกรรมธรรมชาติ**, 2544, ฉบับที่ 10, หน้า 55-57.
- นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. จุลินทรีย์น้ำรู้. กรุงเทพฯ : องค์การค้ำของครูสภา, 2544, หน้า 57-135. (579 น 12 2544)
- นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ. **จุลชีววิทยาทั่วไป**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547, หน้า 280-284, 360-361, 544-545, 552-554.
- บริษัท เอ็มโร เอเชีย จำกัด, เกี่ยวกับ EM. [ออนไลน์] [อ้างถึง 9 ธันวาคม 2554] เข้าถึงได้จาก <http://www.emro-asia.com/about-em/about-em.html>
- วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล. จุลินทรีย์ที่มีความสำคัญด้านอาหาร. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2539, หน้า 85-86, 124-131. (576.163 ว 37 2539)
- สาวตรี ลิ้มทอง. **ยีสต์ : ความหลากหลายและเทคโนโลยีชีวภาพ**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549, หน้า 1-44. (579 ส 27 2549)
- สารจับไล่แมลง EM5. **เกษตรชีวเวช**, ธันวาคม, 2544, 10, 41, หน้า 62-65.
- สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ. **ยีสต์ : คุณประโยชน์ในอุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ : สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2549, หน้า 5-25. (จส 550)
- ฮาน คิวโซ. 16 น้ำหมักจุลินทรีย์. **เกษตรกรรมธรรมชาติ**, 2548, ฉบับที่ 3, หน้า 33.
- Application of EM technology on sewage and effluents & wastes of industries near Multan city. 2000.
- [Online] [cited 9 December 2011] Available from Internet : http://www.syntronymalaysia.com/DownloadData/Environmental%20Protection/Waste_Water_Treatment/1_APPLICATION_OF_EM_TECHNOLOGY_ON_SEWAGE_AND_EFFLUENTS_WASTES_Pakistan.pdf
- Freitag, David G. The Use of Effective Microorganisms (EM) in Organic Waste Management. 2000.
- [Online] [cited 9 December 2011] Available from Internet : <http://www.emtrading.com>
- Higa, Teruo. The technology of Effective Microorganisms-beneficial impact on global environments. 2011.
- [Online] [cited 9 December 2011] Available from Internet : <http://www.envismadrasuniv.org/pdf/effective%20microbes.pdf>
- Higa, Teruo and Parr, James F. Beneficial and Effective Microorganisms for Sustainable Agriculture and Environment. [Online] [cited 9 December 2011] Available from Internet : <http://embokashi.com/parrhigabkltCF1%20on%20EM.pdf>

Namsivayam, S. Karthick Raja, Narendrakumar, G. and Kumar, J. Arvind. Evaluation of Effective Microorganism (EM) for treatment of domestic sewage. **Journal of Experimental Science**, 2011, vol. 2, no. 7, p. 30-32.

Silva, A. B. da, et al. Use of Effective Microorganisms for treatment of domestic sewage by the activated sludge process. 2010. [Online] [cited 9 December 2011] Available from Internet :
<http://www.syntropymalaysia.com>

Zakaria, Zuraini, Gairola, Sanjay and Shariff, Noresah Mohd. Effective Microorganisms (EM) Technology for Water Quality Restoration and Potential for Sustainable Water Resources and Management. 2010. [Online] [cited 9 December 2011] Available from Internet :
<http://www.iemss.org/iemss2010/index.php?n=Main.Proceedings>

