

การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ EM และจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ผลิตปุ๋ยหมัก

Comparative Studies on Compost Production Using EM and Other Microorganisms

สมศักดิ์ วังไธ¹ ภาวนา ลิกขนานนท์² และเย็นใจ วสุวัต²

Somsak Vangnai, Pawana Likananonta, and Yenchai Vasuvat

ABSTRACT

Comparative studies on compost production, using EM (effective microorganisms), Hi-tech (high technology), LDD.1 (Land Development Department no.1), and FCM (fresh cattle manure) as sources of inoculants were conducted under greenhouse conditions. Rice straw was used as a representative of crop residues and, in some cases, stimulating materials such as chemical fertilizer cattle manure, rice bran, concentrated molasses and ground loamy soil were added according to the recommendations of the inoculant producers. Three replicates of each treatment were used and completely randomized design was followed. Changes in temperature; numbers of cellulolytic fungi, actinomycetes, and bacteria (all incubated at 45° C); volume and C/N ratio of the compost heaps were investigated every 15 days. Results revealed that higher changes in physico-chemical and biological properties of the compost heap tended to be in the orders : LDD.1>FCM>Hi-tech>EM. It is recommended that the inoculants LDD.1 or FMC should be used in the compost production.

Key words : compost microorganisms, effective microorganisms, compost production.

¹ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

² กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

Soil Science Division, Department of Agriculture, Bangkok 10900, Thailand.

บทคัดย่อ

การศึกษาเปรียบเทียบการผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้ EM (effective microorganisms) ไฮเทค (Hi-tech, high technology) พด. 1 (กรมพัฒนาที่ดินหมายเลข 1 หรือ LDD.1, Land Development Department no. 1) และมูลสัตว์เคี้ยวเอื้อง (FCM, fresh cattle manure) เป็นแหล่งของจุลินทรีย์ปุ๋ยหมัก กระทำในเรือนทดลอง ใช้ฟางข้าวเป็นตัวแทนของเศษพืช และบางกรณีเติมวัสดุเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ (เช่น ปุ๋ยเคมี มูลสัตว์ รำ กากน้ำตาล ดินบด) ตามคำแนะนำวิชาการใช้ จุลินทรีย์ปุ๋ยหมักแต่ละชนิด การทดลองมี 3 ซ้ำ และวางแผนจะบรรจุฟางข้าวในเรือนทดลองโดยวิธีสุ่ม ติดตามการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ปริมาณรา แอคติ โน้มยชีทและแบคทีเรีย (ที่ย่อยสลายเซลลูโลส) รวมทั้งวัดปริมาตรและอัตราส่วนของอินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์ไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมักทุก ๆ 15 วัน ผลปรากฏว่าทุกกรณีศึกษาเปรียบเทียบตำรับที่มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางฟิสิกส์ เคมี และชีวภาพสูงเป็นไปตามลำดับดังต่อไปนี้คือ พด.1 > มูลสัตว์เคี้ยวเอื้อง > ไฮเทค > EM จึงแนะนำว่าการทำปุ๋ยหมักนั้นควรใช้ พด. 1 หรือมูลสัตว์เคี้ยวเอื้องเป็นตัวเร่ง

คำนำ

ปุ๋ยหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญต่อคุณสมบัติทางฟิสิกส์ ทางเคมี และทางชีวภาพของดินเป็นอย่างยิ่ง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2535) อาทิ ทำให้อนุภาคของดินจับตัวกันเป็นก้อน ซึ่งเป็นผลให้การถ่ายเทอากาศและการอุ้มน้ำของดินดีขึ้น ทำให้การดูดซับไออนอนบวกในดินดีขึ้นเป็นประโยชน์ในแง่ของการลดการสูญเสียธาตุอาหารของพืชตลอดจนประโยชน์ในแง่กิจกรรมของจุลินทรีย์หลายๆ ชนิด

ในดินให้มีกิจกรรมสูงขึ้นด้วย ปัจจุบันความต้องการปุ๋ยหมักเพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณสมบัติของดินภายในประเทศ เป็นไปในอัตราที่ค่อนข้างสูง (ปรัชญาและคณะ, 2528) ทั้งนี้เพราะดินส่วนใหญ่ของประเทศเป็นดินที่มีอินทรีย์วัตถุค่อนข้างต่ำ

การผลิตปุ๋ยหมักในอดีต กระทำโดยวิธีง่ายๆ โดยการนำเศษพืชผสมกับมูลสัตว์หรือดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ รดน้ำแล้วปล่อยให้เศษพืชสลายตัว ต่อมามีการศึกษาและ/หรือผลิตจุลินทรีย์ปุ๋ยหมัก (โดยหวังว่าจะทำให้การย่อยสลายของเศษพืชเร็วขึ้น) ทั้งในภาครัฐ เช่นกรมพัฒนาที่ดินและกรมวิชาการเกษตร (ปรัชญา, 2523 ; Limtong et al., 1990) และภาคเอกชนซึ่งก็มีทั้งที่ผลิตภายในประเทศและนำเข้าจากต่างประเทศเช่น B-2, Agromax, Enzyme Compost, Biocroft, และ Bionic (สมศักดิ์และคณะ, 2528) รวมทั้งจุลินทรีย์ปุ๋ยหมัก ไฮเทค และ EM (ศูนย์ฝึกอบรมเกษตรกรธรรมชาติวิเศษ, 2534)

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้สาร EM และจุลินทรีย์ปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ ผลิตปุ๋ยหมัก

อุปกรณ์และวิธีการ

บรรจุฟางข้าว (ไม่หั่นหรือสับ) ลงในถังไม้ขนาด 60×60×60 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 12 ถัง โดยบรรจุลงไปถึงระดับ 15 กิโลกรัม เติมจุลินทรีย์ปุ๋ยหมักและวัสดุส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ลงไปชั้นบนสุดของกองฟาง (กรณีที่ต้องแบ่งฟางออกเป็นสองหรือสามชั้นแล้วเติมจุลินทรีย์และวัสดุส่งเสริมกิจกรรมลงระหว่างกลางของแต่ละชั้นของฟางก็ปฏิบัติตามคำแนะนำการใช้จุลินทรีย์ปุ๋ยหมักนั้นๆ) รดน้ำให้พอชุ่ม ปล่อยให้หมักตัวในเรือนทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน การทดลองนี้ประกอบด้วย 4 ตำรับ (4

ชนิดของจุลินทรีย์ปุ๋ยหมัก) และ 3 ซ้ำโดยวางแผนการทดลองแบบ completely randomized การประเมินผลการทดลองกระทำโดยวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมัก ปริมาณของรา แอคติโนมัยซีท แบคทีเรียที่ย่อยสลายเซลลูโลส การลดลงของกองปุ๋ยและอัตราส่วนของอินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์ไนโตรเจน (C/N ratio) ของกองฟางหรือกองปุ๋ยหมักทุกๆ 15 วัน

รายละเอียดของจุลินทรีย์ปุ๋ยหมักและวิธีปฏิบัติขณะที่กอง และหลังกองฟางข้าวมีดังต่อไปนี้คือ (สำหรับวัตถุประสงค์เสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายฟางข้าว นั้นแสดงไว้ใน Table 1)

จุลินทรีย์ปุ๋ยหมัก EM (effective microorganisms) ประกอบด้วยจุลินทรีย์ 5 กลุ่ม ได้แก่ photosynthetic bacteria, N_2 -fixing bacteria เช่น *Azotobacter*, ray fungi จุลินทรีย์ที่ทำลายโรคพืช, lactic acid bacteria, และ yeast. วิธีปฏิบัติที่แนะนำคือ ผสม EM กับรำข้าวกากน้ำตาล (Table 1) แล้วคลุกเคล้ากับฟางข้าวให้ทั่ว รดน้ำให้ชุ่ม กลับกองปุ๋ยทุก 30 วัน (ศูนย์ฝึกอบรมเกษตรธรรมชาติวิเศษ, 2534)

จุลินทรีย์หมักไฮเทค (hi-tech, high technology) ประกอบด้วย *Trichoderma koenigii* (เชื้อราที่ชอบทำลายโรคพืช), แบคทีเรียพวก *Cellulomonas*, *Azotobacter*, yeast, และแบคทีเรียกลุ่มอื่นๆ อีก 5 ชนิด วิธีใช้คือ ผสมจุลินทรีย์ไฮเทคกับวัสดุส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ (Table 1) คลุกเคล้าให้เข้ากันดีแล้วผสมกับฟางข้าว รดน้ำให้ชุ่ม คลุมด้วยพลาสติก กลับกองปุ๋ยทุก 30 วัน (นิรันดร์, 2536)

จุลินทรีย์ปุ๋ยหมัก พด.1 (กรมพัฒนาที่ดิน หมายเลข 1 หรือ LDD.1, Land Development Department no.1 ประกอบด้วย รา แบคทีเรียและแอคติโนมัยซีท ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายเซลลูโลส วิธีใช้คือ นำจุลินทรีย์ปุ๋ยหมัก พด.1 ผสมกับวัสดุส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ (Table 1) แล้ว

แบ่งออกเป็น 3 ส่วน แบ่งฟางข้าวออกเป็น 3 ส่วน ใส่ของผสมจุลินทรีย์กับวัสดุส่งเสริมกิจกรรมทับหน้า ฟางส่วนที่ 1 ส่วนที่ 2 และส่วนบนสุด รดน้ำให้ชุ่ม กลับกองปุ๋ยทุก 7 วัน (ปรัชญา, 2523) และ

จุลินทรีย์ปุ๋ยหมักในมูลสัตว์เคี้ยวเอื้องสด (fresh cattle manure) ประกอบด้วยจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่มีความสามารถในการย่อยสลายเซลลูโลสและสารประกอบอินทรีย์ที่ย่อยยากในกระเพาะของสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Golueke et al., 1954) วิธีใช้ ใส่มูลสัตว์เคี้ยวเอื้องสดลงบนกองฟาง รดน้ำให้ชุ่ม กลับกองปุ๋ยทุก 7 วัน

ทุกกรณีหลังกลับกองปุ๋ยหมัก รดน้ำให้ชุ่มแล้วปล่อยให้สลายตัวต่อไป

การวัดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมัก กระทำโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบแท่งโลหะ โดยวัดที่ระดับความลึกประมาณ 30 เซนติเมตรจากผิวบน (ตรงจุดกึ่งกลางของพื้นที่ที่สเลียมของผิวบน) ของกองปุ๋ยหมัก

การประเมินปริมาณของเชื้อราแอคติโนมัยซีท และแบคทีเรียที่ย่อยสลายเซลลูโลสในกองปุ๋ยหมัก กระทำโดยเก็บตัวอย่างฟางข้าวที่กำลังถูกย่อยสลาย โดยเก็บที่ความลึกประมาณ 30 เซนติเมตรจากผิวบนของกองปุ๋ยหมัก (เก็บตัวอย่างหลังวัดอุณหภูมิของกองปุ๋ยหมัก) นำตัวอย่างที่เก็บได้มาทำ serial dilution เพื่อทำ plate count โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อที่เสนอขึ้นโดย Misukoshi et al. (1997) สำหรับเชื้อราและแอคติโนมัยซีท และของ Han and Srinivasan (1998) สำหรับกรณีของแบคทีเรีย นำไปบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 45°C เป็นเวลา 5-7 วัน จึงนับจำนวนโคโลนี

การประเมินอัตราส่วนของอินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์ไนโตรเจน (C/N ratio) ของปุ๋ยหมัก กระทำโดยการเก็บตัวอย่างจากกองปุ๋ยหมักที่ระดับความลึกประมาณ 30 เซนติเมตร จากผิวบนของกองปุ๋ยหมัก วิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์คาร์บอนและ

Table 1 Estimated cost of compost production from 1.0 ton of plant residues, using EM, Hi-tech, LDD.1, and FCM as sources of inoculants.

Cost of inoculants (Baht ²)	Cost of stimulating materials (Baht ²)						Total (Baht ²)
	Chemical fertilizer (16-20-0)	Urea (46-0-0)	Cattle manure	Rice bran	Concentrated molasses	Ground loamy soil	
EM							
80 (2 liters)	-	-	-	100 (10 kg)	1-5 (200 ml)	-	181-185
Hi-tech							
50 (250 g)	11 (1 kg)	-	100-120 (200 g)	-	-	5-20	166-201
LDD.1							
18 (250 g)	-	18 (2 kg)	100-120 (200 kg)	-	-	-	136-156
FCM							
100-120 (200 kg)	-	-	-	-	-	-	100-120

¹ EM = Effective microorganisms, Hi-tech = High technology, LDD.1 = Land Development Department no.1, and FCM = fresh cattle manure.

² Baht = 25 Baht ~ 1 US Dollar.

อินทรีย์ในโตรเจนเพื่อหา C/N ratio ต่อไป

ผลและวิจารณ์

ผลการประเมินการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในกองฟาง หรือกองปุ๋ยหมักแสดงไว้ใน Figure 1 ซึ่งปรากฏว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของทุกคำรับเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วใน 15 ถึง 30 วันแรก หลังจากปล่อยให้หมักตัวคือเพิ่มขึ้นจาก 33.0°ซ (อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงแรกของการทดลอง) เป็นระหว่าง 47.5°ซ ถึง 54°ซ อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักที่ได้รับจุลินทรีย์ปุ๋ยหมัก พด. 1 สูงที่สุดคือ 54.5°ซ ภายใน 15 วัน รองลงมาได้แก่ อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักที่ได้รับจุลินทรีย์ปุ๋ยหมักจากมูลโค ไส้เทค และ EM ซึ่งอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 52.2°ซ 47.3°ซ และ 46.7°ซ ตามลำดับภายใน 30 วัน การที่อุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรกเมื่อกองฟางได้รับจุลินทรีย์ปุ๋ยหมักจากแหล่งต่างๆ ดังกล่าวนี้นี้เนื่องมาจากพลังงานความร้อนที่ปลดปล่อยจากกระบวนการย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ในฟางข้าวที่ย่อยสลายได้ง่ายอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในช่วงแรกของการย่อยสลายวัสดุที่ประกอบด้วยสารประกอบอินทรีย์ (Finstein and Morris, 1975) หลังจาก 30 วัน กิจกรรมของจุลินทรีย์ที่มีกิจกรรมค่อนข้างดีในช่วงแรกนี้จะลดลง เพราะอุณหภูมิสูงจะลดหรือยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ดังกล่าว คงปล่อยกิจกรรมการย่อยสลายให้เป็นหน้าที่ของจุลินทรีย์ที่ทนต่ออุณหภูมิสูง (thermotolerant) หรือชอบอุณหภูมิสูง (thermophile) เช่น อุณหภูมิระหว่าง 40-60°ซ หลังจากนั้นอุณหภูมิลดลงเรื่อยๆ จนถึง 90 วันอุณหภูมิของทั้ง 4 คำรับอยู่ในช่วง 33.8-34.5°ซ ซึ่งในช่วงนี้การย่อยสลายจะเป็นหน้าที่ของจุลินทรีย์พวกที่ชอบอุณหภูมิปานกลาง (mesophile) (Bertoldi et al., 1983)

ผลการประเมินปริมาณของเชื้อราที่ย่อยสลายเซลลูโลสในกองปุ๋ยหมักฟางข้าวแสดงไว้ใน Figure 2

ปรากฏว่ากองปุ๋ยหมักที่ได้รับจุลินทรีย์ปุ๋ยหมัก พด. 1 มีปริมาณเชื้อราสูงสุดคือ 7.31 log no. ภายใน 45 วัน หลังจากปล่อยให้หมักตัว รองลงไปได้แก่กองปุ๋ยหมักที่ได้รับ มูลโค ไส้เทค และ EM ซึ่งมีปริมาณเชื้อรา 5.10, 4.10 และ 3.76 log no. ภายใน 60, 30 และ 75 วันตามลำดับ

ปริมาณของแอกติโนมัยซีทที่ย่อยสลายเซลลูโลสที่ประเมินได้ (Figure 3) เป็นไปในทำนองเดียวกันกับของเชื้อรา กล่าวคือกองปุ๋ยหมักที่ได้รับจุลินทรีย์ปุ๋ยหมัก พด. 1 ทำให้ปริมาณของแอกติโนมัยซีทสูงสุดคือ 9.31 log no. ภายใน 60 วัน รองลงไปได้แก่ปริมาณแอกติโนมัยซีทในกองปุ๋ยหมักที่ได้รับจุลินทรีย์ปุ๋ยหมักจากมูลสัตว์ ไส้เทค และ EM ซึ่งมีปริมาณ 4.56 3.67 และ 3.12 log no. ภายใน 75 วันตามลำดับ

ปริมาณแบคทีเรียที่ย่อยสลายเซลลูโลส (Figure 4) ในกองปุ๋ยหมักที่ได้รับจุลินทรีย์ปุ๋ยหมัก พด.1 ก็มีปริมาณสูงสุดคือ 8.56 log no. ภายใน 30 วัน รองลงไปได้แก่ปริมาณในกองปุ๋ยหมักที่ได้รับจุลินทรีย์ปุ๋ยหมัก ไส้เทค, มูลโค และ EM ซึ่งมีปริมาณแบคทีเรีย 6.22, 3.87 และ 3.57 log no. ใน 45, 45 และ 60 วันตามลำดับ

การที่ปริมาณเชื้อรา แอกติโนมัยซีทและแบคทีเรียที่ย่อยสลายเซลลูโลสในกองปุ๋ยหมักที่ได้รับจุลินทรีย์ปุ๋ยหมัก พด.1 > มูลสัตว์ > ไส้เทค > EM (ยกเว้นกรณีของปริมาณแบคทีเรียที่ในกองปุ๋ยหมักที่ได้รับจุลินทรีย์ปุ๋ยหมักไส้เทค > มูลโค) คงเป็นเพราะว่าจุลินทรีย์ปุ๋ยหมัก พด.1 นั้นผลิตขึ้นมาจากส่วนผสมของเชื้อรา แอกติโนมัยซีทและแบคทีเรียที่ได้รับการคัดเลือกแล้วว่าสามารถเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิปานกลาง (30°ซ หรือที่เรียกว่า mesophile) และช่วงอุณหภูมิสูง (45°ซ หรือที่เรียกว่า thermophile) ดังจะเห็นได้จากผลการตรวจสอบปริมาณของจุลินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดในจุลินทรีย์ปุ๋ยหมัก พด.1 เมื่อบ่มที่อุณหภูมิ 30°ซ

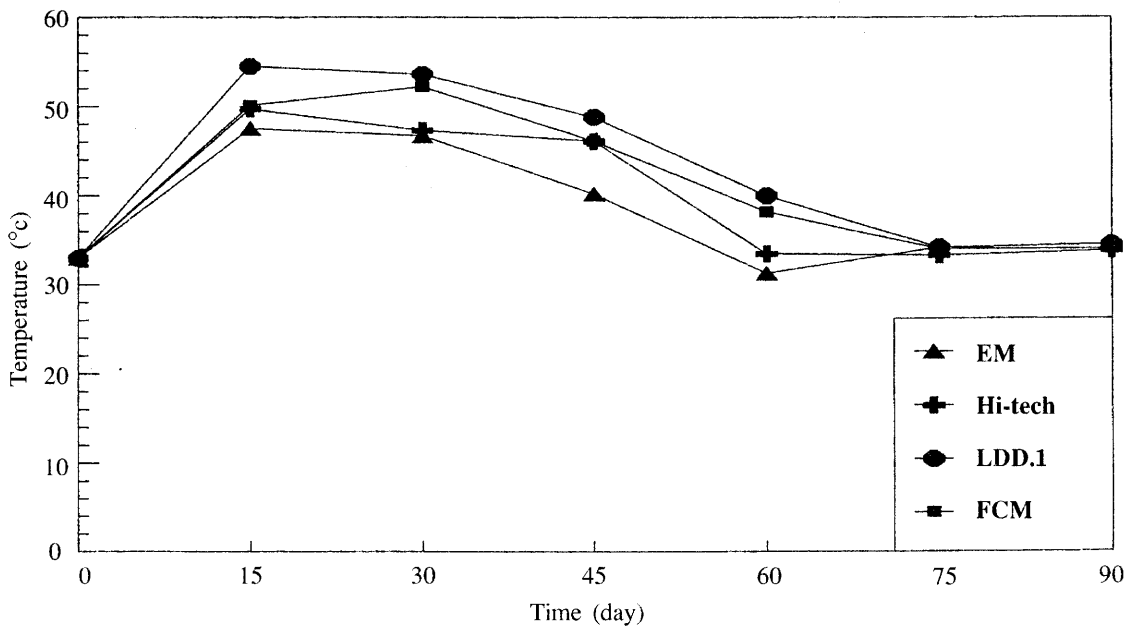


Figure 1 Changes in temperature of the compost heap. (EM=effective microorganisms, Hi-tech = high technology, LDD. 1=Land Development Department no. 1, and FCM=fresh cattle manure)

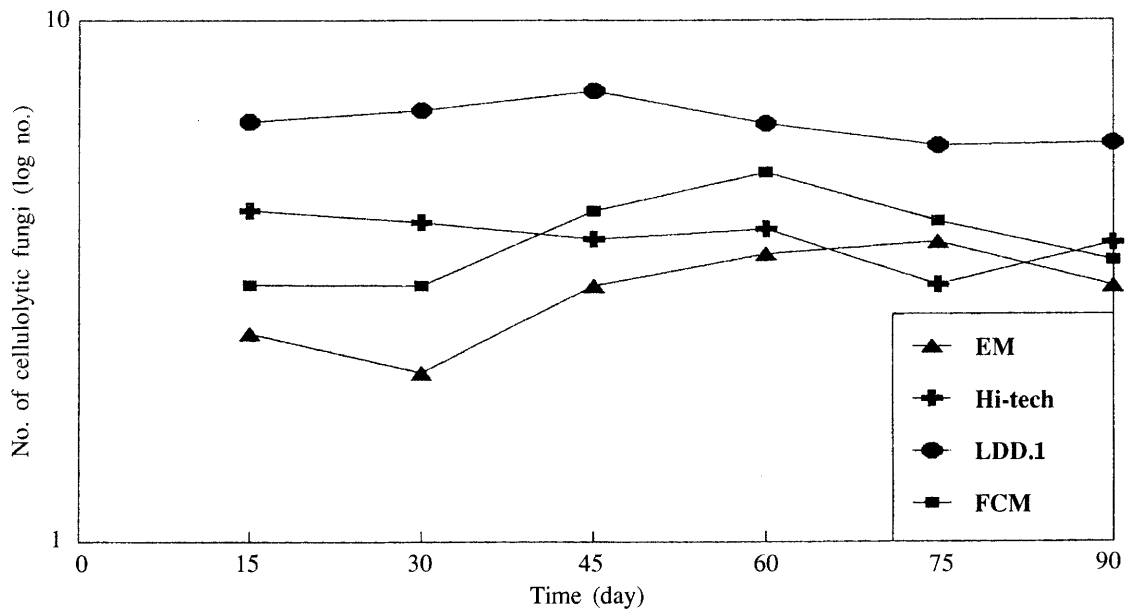


Figure 2 Number of cellulolytic fungi in the compost heap. (EM=effective microorganisms, Hi-tech =high technology, LDD.1=Land Development Department no. 1, and FCM=fresh cattle manure)

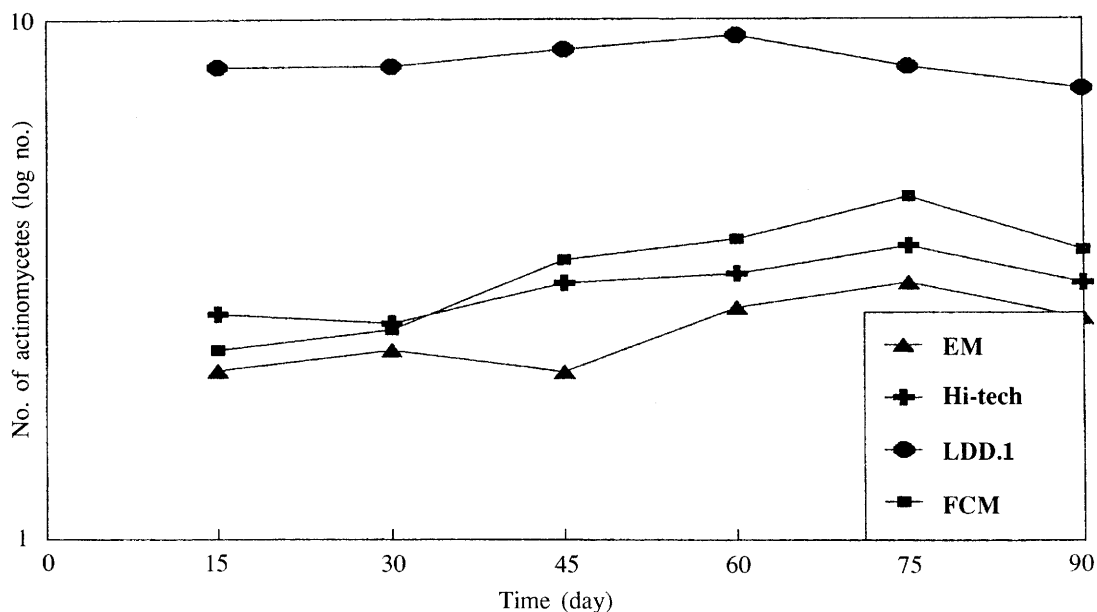


Figure 3 Number of cellulolytic actinomycetes in the compost heap. (EM=effective microorganisms, Hi-tech=high technology LDD.1=Land Development Department no. 1, and FCM=fresh cattle manure)

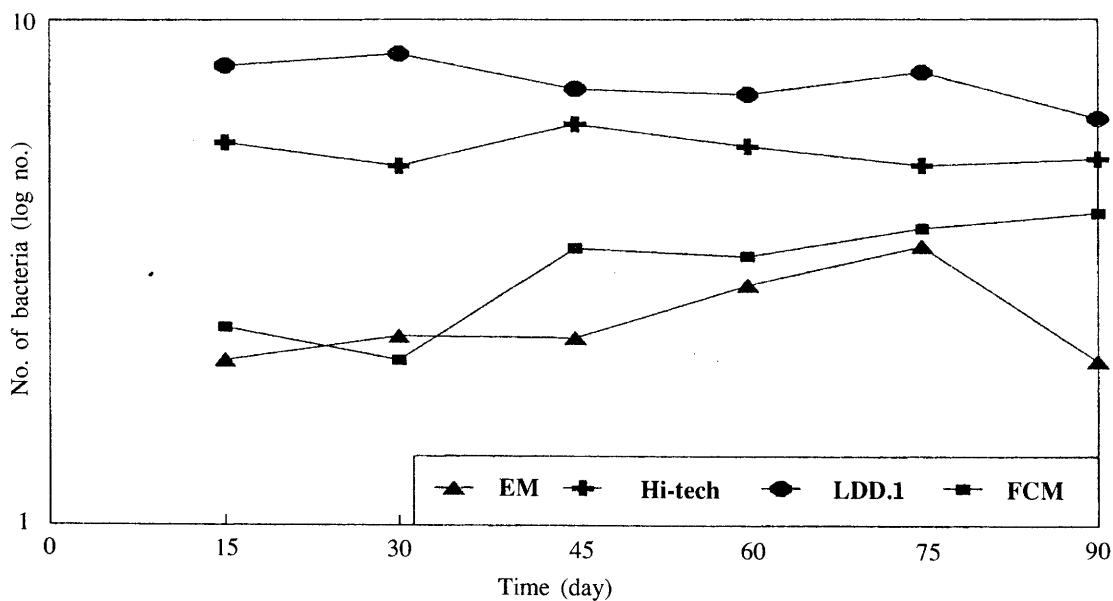


Figure 4 Number of cellulolytic bacteria in the compost heap. (EM=effective microorganisms, Hi-tech =high technology LDD.1=Land Development Department no. 1, and FCM=fresh cattle manure)

และ 45°C ปรากฏว่ามีเชื้อรา 6.40 และ 5.30 log no. แอคติโนมัยซีท 8.11 และ 9.20 log no. และแบคทีเรีย 10.20 และ 10.27 log no. ตามลำดับ และสำหรับ ปริมาณของจุลินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดในมูลสัตว์ก็ปรากฏว่า มีอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง โดยมีปริมาณของเชื้อรา แอคติโนมัยซีท และแบคทีเรีย เมื่อตรวจสอบโดยบ่ม ที่อุณหภูมิ 30°C และ 45°C ปรากฏว่ามีปริมาณ 4.40 และ 4.24 log no. 6.70 และ 6.21 log no. และ 8.10 และ 8.18 log no. ตามลำดับ (ฉวีวรรณ, 2531) การตรวจ พบจุลินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด ในมูลสัตว์ดังกล่าวนี้ สันนิษฐานรายงานของ Golueke *et al.* (1954) และ Finstein and Morris (1975) ส่วนกรณีของปริมาณ ของแบคทีเรียในกองปุ๋ยหมักที่ได้รับจุลินทรีย์ปุ๋ยหมัก ไฮเทคสูงกว่าที่ได้รับมูลสัตว์ก็คงจะเนื่องจากมีแบคทีเรียพวก *Cellulomonas* และแบคทีเรียกลุ่มอื่นๆ (รายละเอียดในอุปกรณ์และวิธีการ) รวมทั้งแบคทีเรียจาก มูลสัตว์และดินร่วนบดซึ่งเป็นวัสดุส่งเสริมกิจกรรม ของจุลินทรีย์ที่ใส่รวมไว้ในกองปุ๋ยหมักดังกล่าวนี้ การใช้จุลินทรีย์ปุ๋ยหมักไฮเทค (Table 1)

การใช้จุลินทรีย์ปุ๋ยหมักไฮเทคและ EM มีผล ให้จุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเซลลูโลสในกองปุ๋ยหมักต่ำกว่าจุลินทรีย์ปุ๋ยหมัก พด.1 และมูลสัตว์นั้นอาจเนื่อง มาจากการผลิตจุลินทรีย์ดังกล่าวมีวัตถุประสงค์ที่จะ รวมเอาจุลินทรีย์อื่นๆ เช่นจุลินทรีย์ที่ตรึงไนโตรเจน จากอากาศ จุลินทรีย์ที่สามารถนำเอาคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศมาใช้ได้ จุลินทรีย์ที่ต่อต้านโรคพืช จุลินทรีย์ที่ผลิตสารกระตุ้นการเจริญ ฯลฯ จึงทำให้จุด เน้นที่จะให้มีจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเซลลูโลสและสาร ประกอบอินทรีย์อื่นๆ น้อยลง กรณีของจุลินทรีย์ปุ๋ย หมัก EM แม้ว่าฟูลพิไลและคณะ (2538) จะตรวจ พบเชื้อราหลายชนิดโดยเฉพาะ *Asperillus niger* และ *Penicillium spp.* แต่ก็มีปริมาณที่ค่อนข้างต่ำ (10^4 - 10^6 cell/ml) และยังปรากฏว่าทั้งชนิดและปริมาณของเชื้อ ราจากตัวอย่างต่างกัน (เก็บตัวอย่างห่างกัน 2 เดือน)

ก็แตกต่างกันไป โดยชนิดและปริมาณของเชื้อราใน ตัวอย่างที่ 2 จะสูงกว่าของตัวอย่างที่ 1 และ ตัวอย่างที่ 3 กลับมีชนิดและปริมาณลดลง ชงชัยและคณะ (2528) สามารถแยกเชื้อบริสุทธิ์ของ แอคติโนมัยซีท *Streptomyces sp.* จาก EM ได้ 6 ไอโซเลท จำนวนนี้มี 4 ไอโซเลทที่ย่อยสลายเซลลูโลสได้ อย่างไรก็ตามไม่มีรายงานเกี่ยวกับปริมาณของจุลินทรีย์ชนิดดังกล่าว สุรัตน์วีและคณะ (2538) ตรวจพบเอนไซม์ cellulase และ xylase ในส่วนสารละลายของ super EM หรือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักของ EM แต่กิจกรรมของ เอนไซม์ดังกล่าวจัดว่าอยู่ในระดับที่ต่ำมาก ไม่เกิน 0.05 U/mg protein [1 unit (U) ของเอนไซม์ที่ย่อยสลาย cellulose และ xylan เป็น glucose และ xylose 1U mole/min ที่ 50°C ตามลำดับ] อีกประการหนึ่งที่ทำให้จุลินทรีย์ปุ๋ยหมักไฮเทคและ EM มีจุลินทรีย์ที่ ย่อยสลายเซลลูโลสและสารประกอบอินทรีย์อื่นๆ ต่ำกว่าของ พด.1 และมูลสัตว์นั้นอาจเนื่องมาจาก จุลินทรีย์ปุ๋ยหมักไฮเทคและ EM มีชนิดของจุลินทรีย์ มากเกินไปอาจมีผลเสียในแง่ของการแข่งขันปัจจัยที่ จำเป็นสำหรับการเจริญและสำหรับการมีชีวิตอยู่รอด รวมทั้งการผลิตสารที่ต่อต้านการเจริญของจุลินทรีย์ บางชนิด โดยจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ร่วมกันทำให้ปริมาณ ของจุลินทรีย์ที่ถูกต้องด้านหรือยับยั้งการเจริญลดลง (antagonistic effect) เป็นต้นว่า ชงชัยและคณะ (2538) พบว่า *Streptomyces sp.* ที่แยกเชื้อบริสุทธิ์ได้จาก ผลิตภัณฑ์ของ EM สร้างสารยับยั้งแบคทีเรียพวก *Bacillus cereus*

ผลการประเมินการลดลงของปริมาณของกอง ปุ๋ยหมักปรากฏอยู่ใน Figure 5 ซึ่งปรากฏว่ามี ปริมาณของกองปุ๋ยหมักของทุกคำรับลดลงอย่างช้าๆ และเมื่อถึง 90 วันหลังจากกองปุ๋ยหมักและปล่อยให้ หมักตัวในเรือนทดลอง กองปุ๋ยหมักที่ได้รับจุลินทรีย์ ปุ๋ยหมัก พด.1 ทำให้ปริมาณของกองปุ๋ยหมักลดลง มากที่สุดคือ 55.1% รองลงไปได้แก่ มูลสัตว์ ไฮเทค

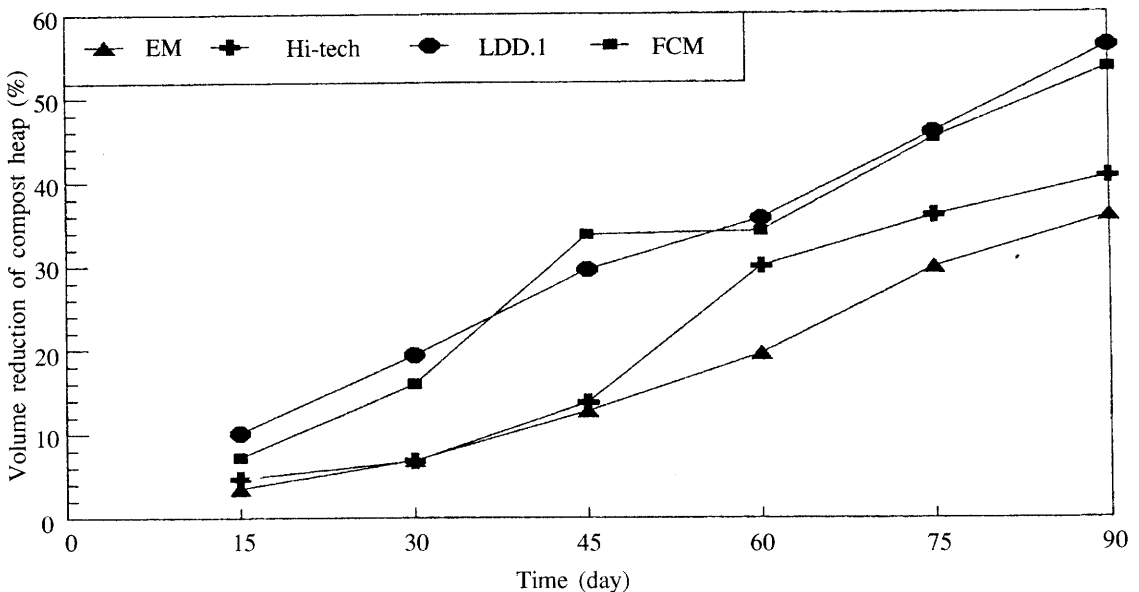


Figure 5 Volume reduction of the compost heap. (EM=effective microorganisms, Hi-tech=high technology LDD.1=Land Development Department no. 1, and FCM=fresh cattle manure)

และ EM ซึ่งทำให้ปริมาตรของกองปุ๋ยหมักลดลง 53.5%, 40.5%, และ 35.9% ตามลำดับ

เหตุที่ปริมาตรของกองปุ๋ยลดลงก็เพราะว่า ฟางข้าวถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ซึ่งทำให้ฟางข้าวเน่าเปื่อยสลายตัวเป็นชั้นเล็กๆ มีลักษณะฟูกร่อน ประกอบกับสารประกอบอินทรีย์บางชนิดถูกย่อยสลายให้กลายเป็นแก๊ส จึงทำให้ปริมาตรของกองปุ๋ยหมักลดลง

ผลการประเมินอัตราส่วนของอินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์ไนโตรเจน (C/N ratio) แสดงไว้ใน Figure 6 ซึ่งปรากฏว่า (C/N ratio) ลดลงอย่างช้าๆ จาก 91.0 จนถึงระหว่าง 38.1-55.2 ใน 90 วัน และในเวลา 90 วันหลังจากย่อยสลายดังกล่าวทำให้ C/N ratio ของฟางที่ได้รับจุลินทรีย์ปุ๋ยหมัก พด.1 ลดลงมากที่สุดคือลดลงเหลือ 38.1 รองลงมาได้แก่ มูลสัตว์ จุลินทรีย์ปุ๋ยหมักไฮเทค และ EM ซึ่ง C/N ratio ลดลงเหลือ 44.3, 47.0 และ 55.2 ตามลำดับ การที่ C/N ratio

ลดลงในขณะที่จุลินทรีย์ปุ๋ยหมักย่อยสลายฟางข้าวนั้นก็เพราะว่า จุลินทรีย์ปุ๋ยหมักใช้พลังงานจากอินทรีย์คาร์บอนส่วนหนึ่งของสารประกอบอินทรีย์ ทำให้คาร์บอนส่วนนี้แปรสภาพเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จึงทำให้อินทรีย์คาร์บอนในเศษพืชลดลงทำให้ C/N ratio ลดลงด้วย ซึ่งการลดลงดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นในอัตราเร็วช้าและลดลงมากน้อยแค่ไหนนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการด้วยกัน แต่ที่สำคัญที่สุดคือประสิทธิภาพในการย่อยสลายของจุลินทรีย์ปุ๋ยหมัก พืษากร (2531) พบว่าเมื่อใช้มูลสัตว์เป็นแหล่งของจุลินทรีย์ปุ๋ยหมักซึ่งมีประสิทธิภาพสูงเช่นเดียวกัน โดยเฉพาะเมื่อใช้ในอัตรา 40% (โดยน้ำหนัก) ของฟางข้าวซึ่งทำให้ C/N ratio ของฟางข้าวลดลงจาก 109.7 เป็น 57.6 ภายใน 42 วัน อย่างไรก็ตาม Bertoldi *et al.* (1983) ได้สรุปจากผลการทดลองว่าปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดีที่สุด ได้แก่ปุ๋ยหมักที่มี C/N ratio ประมาณ 20

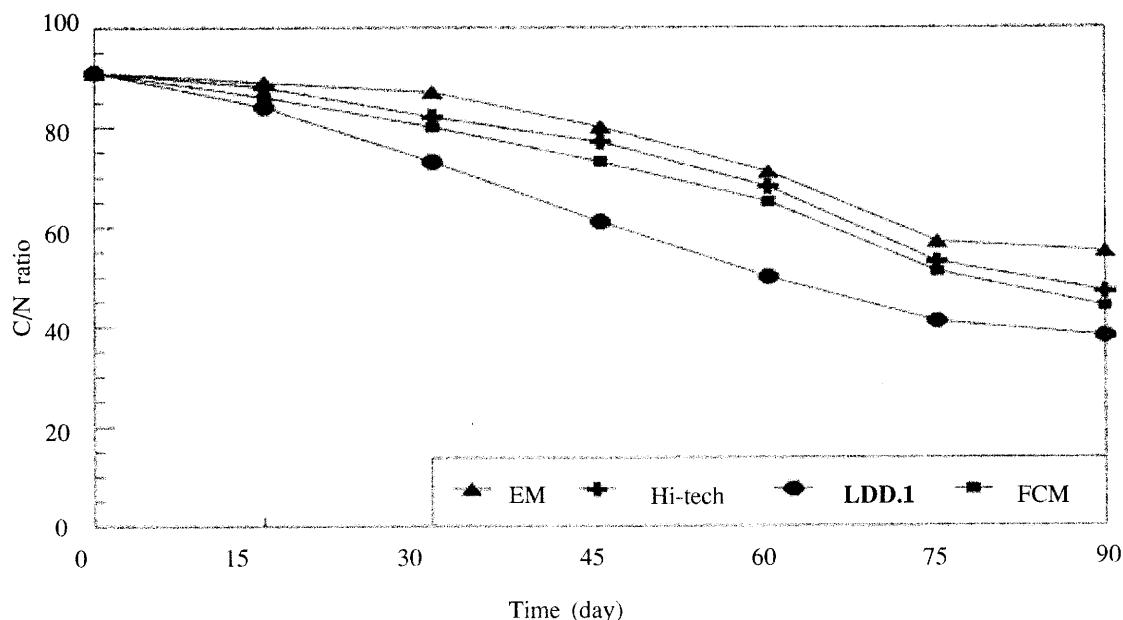


Figure 6 Carbon/nitrogen ratio (C/N ratio) of the compost heap. (EM=effective microorganisms, Hi-tech=high technology LDD.1=Land Development Department no. 1, and FCM=fresh cattle manure)

จากผลการศึกษาคุณสมบัติต่างๆ ของจุลินทรีย์ปุ๋ยหมักดังกล่าวรวมทั้งผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของจุลินทรีย์ปุ๋ยหมัก และวัสดุส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ปุ๋ยหมักแต่ละชนิด (Table 1) แล้วสรุปได้ว่าจุลินทรีย์ปุ๋ยหมักที่ควรใช้ในการผลิตปุ๋ยหมักในประเทศไทยนั้นควรเป็นจุลินทรีย์ปุ๋ยหมักพด. 1 และจุลินทรีย์ปุ๋ยหมักที่มีอยู่ในมูลสัตว์เคี้ยวเอื้อง

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2535. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 673 น.
ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวโรจน์. 2531 การประเมินประสิทธิภาพการย่อยสลายเศษพืชของเชื้อจุลินทรีย์เร่งปุ๋ยหมัก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธงชัย คัมภีร์, มลินี สมัยกุล, สุเทพ ญาติ, จงกลนี สุนทรสีมะ, และพูนพิไล สุวรรณฤทธิ์ 2538. การแยกเชื้อและการศึกษาคุณสมบัติบางประการของ *Streptomyces* sp. ในผลิตภัณฑ์ EM โครงการวิจัย EM และผลของการใช้ต่อการเกษตรและสิ่งแวดล้อม การสัมมนา ครั้งที่ 1 ความก้าวหน้าการดำเนินการวิจัย, 1-2 มีนาคม 2538. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิรันดร์ สิงหนุตตรา, 2526. ปุ๋ยหมักไฮเทคกับงานจุลชีววิทยาทางดิน. (โรเนียว). อ้างโดย จำลองวรรณโคตร. 2536. โครงการวิทยานิพนธ์ "อิทธิพลของปุ๋ยหมักบางชนิดต่อถั่วเหลืองฝักสดในดิน 10 ชนิดบริเวณภาคกลาง" มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 21 น.

- ปรัชญา ชาญญาติ, 2523. การทำและใช้ปุ๋ยหมัก. กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ. 16 น.
- ปรัชญา ชาญญาติ, วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์, พัทยากร ลิมทอง, เสียงแจ้ว ปิริยพูน, ปรีดี ศิริรักษา, แววดา วารานานกุล, อำนวย อุบลทิพย์, และสมศักดิ์ วั่งไ. 2528. การศึกษาและวิเคราะห์สถานภาพและศักยภาพของอุตสาหกรรมการผลิตปุ๋ยหมักในประเทศไทย. ศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และการพลังงาน. 95 น.
- พัทยากร ลิมทอง. 2531. อิทธิพลของจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเซลลูโลสต่อการผลิตปุ๋ยหมักจากฟางข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์, สาวิตรี ลิมทอง และชูลี ชัยศรีสุข. 2538. การศึกษาเชื้อยีสต์และเชื้อราใน EM. โครงการวิจัย EM และผลของการใช้ต่อการเกษตรและสิ่งแวดล้อม. การสัมมนา ครั้งที่ 1, ความก้าวหน้าการดำเนินงานวิจัย 1-2 มีนาคม 2538. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศูนย์ฝึกอบรมเกษตรธรรมชาติคิวิเซ. 2534. เอกสารประกอบการฝึกอบรม "เกษตรธรรมชาติแบบคิวิเซ". มูลนิธิบำเพ็ญสาธารณประโยชน์ด้วยกิจกรรมทางศาสนา. กรุงเทพฯ. 175 น.
- สมศักดิ์ วั่งไ, ปรัชญา ชาญญาติ, และพัทยากร ลิมทอง. 2528. การศึกษาและวิเคราะห์สถานภาพและความต้องการในงานวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับเชื้อปุ๋ยหมัก. ศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน. 22 น.
- สุรัตน์วดี จิระจินดา, ศรีพรรณ มุขสมบัติ, ชวนพิศ อรุณรังสิกุล, มณี ดันติรุ่งกิจ, สมพิศ ไหมเรียง และชัยณรงค์ รัตนกริฑากุล. 2538. การศึกษาคูณสมบัติทางเคมีและชีวเคมีของ EM. โครงการวิจัย EM และผลของการใช้ต่อการเกษตรและสิ่งแวดล้อม. การสัมมนาครั้งที่ 1 ความก้าวหน้าการดำเนินงานวิจัย, 1-2 มีนาคม 2538. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Bertoldi, M., G. Vallini, A. Pera, and F. Zocconi. 1983. Comparison of three window compost systems. *Biocycle*. 23 : 45-50.
- Finstein, M.S. and M.L. Morris. 1975. Microbiology of municipal solid waste composting. *Applied Microbiology*. 19 : 113-151.
- Golueke, C.G., B.J. Card, and P.H. McGauhey. 1954. A critical evaluation of inoculums in composting. *Applied Microbiology*. 2 : 45-53.
- Han, Y. W. and V. R. Srinivasan. 1968. Isolation and characterization of a cellulose-utilizing bacterium. *Applied Microbiology*. 16 : 1140-1146.
- Limtong, P., S. Vangnai, V. Sunanthapongsuk, and S. Piriyaaprin. 1990. Isolation and selection of thermophilic cellulolytic microorganisms for compost production in Thailand. *Kasetsart Journal (Nat. Sci.)*. 24 : 108-115.
- Misukoshi, S., H. Sugi, H. Mori, and M. Ichihashi. 1977. Production of cellulase from *Pellicularia fillamoretosa*. *Journal of Fermentation Technology*. 55 : 548-552.