

การใช้ประโยชน์กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบ RBC เป็นวัสดุร่วมในการทำปุ๋ยหมัก

Using sludge from RBC (Rotation Biological Contactor) for co-composting

นันท์พร วิเศษสมบัติ¹⁾, พัฒนา อรุณรักษ์พวงศธร²⁾

- 1) ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 2) ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ Email : scijkm@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาการหมักปุ๋ยโดยใช้กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนแบบจานหมุนชีวภาพ เป็นวัสดุร่วมในการทำปุ๋ยหมักร่วมกับใบไม้ และเศษอาหาร โดยการหมักแบบเติมอากาศ เป็นระยะเวลา 2 เดือน เพื่อศึกษาการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้กับปุ๋ยหมักโดยการเติมกากตะกอนและเพื่อลดปริมาณขยะและใช้ประโยชน์กากตะกอนที่เกิดขึ้นในการทดลองแบ่งชุดทดลองทั้งหมดออกเป็น 8 ชุดทดลอง ได้แก่ ชุดที่ 1 ถึงสี่ขาวใส มีเศษอาหาร ใบไม้ เป็นส่วนผสม ชุดที่ 2 ถึงสีดำ มีเศษอาหาร ใบไม้ เป็นส่วนผสม ชุดที่ 3 ถึงสี่ขาวใส มีเศษอาหาร ใบไม้ และกากตะกอนเป็นส่วนผสม ชุดที่ 4 ถึงสีดำ มีเศษอาหาร ใบไม้ และกากตะกอนเป็นส่วนผสม ส่วนชุดที่ 5 - 8 ใช้ถึงสี่ขาวใส มีเศษอาหาร ใบไม้ และกากตะกอนเป็นส่วนผสม และมีการเติมน้ำสกัดชีวภาพเข้มข้น 1% ที่ได้จาก ส้ม สับปะรด มะกรูด และเศษผัก ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ ของปุ๋ยหมักทุก ๆ สัปดาห์เป็นระยะเวลา 60 วัน และจากการคำนวณค่าทางสถิติด้วยวิธี ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 พบว่าปริมาณไนเตรต ภายในถังหมักโดยเฉลี่ยแต่ละสัปดาห์ของทั้ง 8 ชุดทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการปริมาณฟอสเฟต ภายในถังหมักโดยเฉลี่ยแต่ละสัปดาห์ของชุดทดลองที่มีกากตะกอนเป็นส่วนประกอบ (ชุดที่ 1 และ 2) กับชุดทดลองที่ไม่มีกากตะกอนเป็นส่วนประกอบ (ชุดที่ 5 ถึง 8) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยชุดทดลองที่มีกากตะกอนเป็นส่วนประกอบจะมีปริมาณฟอสเฟตสูงกว่าชุดทดลองที่ไม่มีกากตะกอนเป็นส่วนประกอบ ปุ๋ยหมักที่มีกากตะกอนเป็นส่วนประกอบมีปริมาณไนเตรต 1.0 % และฟอสเฟต 0.08 % ส่วนปุ๋ยหมักที่ไม่มีกากตะกอนเป็นส่วนประกอบมีปริมาณไนเตรต 0.44 % และฟอสเฟต 0.04 % การใช้ถึงสี่ขาวใสในการหมักเปรียบเทียบกับการใช้ถึงสีดำ พบว่ามีความแตกต่างกันไม่มากนัก

คำสำคัญ (keywords) : RBC (Rotation Biological Contactor) , กากตะกอน (sludge) , กระบวนการหมัก (composting)

1. บทนำ

ปัจจุบันกากตะกอนที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสียมีการนำไปใช้ประโยชน์น้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณที่เกิดขึ้น ปริมาณกากตะกอนที่ต้องนำไปกำจัดจึงมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น กากตะกอนที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสียประเภทน้ำเสียชุมชน ส่วนใหญ่จะเป็นน้ำทิ้งและสิ่งปฏิกูลที่ได้มาจากห้องสุขาและห้องชักล้างซึ่งเป็นของ

เสียอันตราย กากตะกอนที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสียดังกล่าวน่าจะมีปริมาณธาตุอาหารเพียงพอหากนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของปุ๋ยหมัก โดยทั่วไปการหมักปุ๋ยเพื่อให้มีปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชผักมีการผสมปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเพิ่มธาตุอาหารและช่วยเร่งให้เศษวัสดุแปรสภาพได้เร็วขึ้นดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะใช้กากตะกอนที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสียประเภทน้ำเสียชุมชนมาเป็นส่วนประกอบแทนปุ๋ย

อินทรีย์ในการหมักเป็นการนำกากตะกอนมาใช้ให้เกิดประโยชน์และยังช่วยลดปริมาณการตะกอนได้อีกทางหนึ่ง

ระบบบำบัดน้ำเสียของบริษัททำอากาศไทย จำกัด (มหาชน) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบจานหมุนชีวภาพ (RBC : Rotation Biological Contactor) โดยรับน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลจากบริเวณอาคารภายในท่าอากาศยานดอนเมือง , อากาศยาน และที่พักของพนักงานบริษัททำอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ซึ่งจัดเป็นของเสียอินทรีย์ น้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดจึงเป็นน้ำเสียที่มีปริมาณธาตุอาหาร เช่น N , P มาก ดังนั้น กากตะกอนที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัดนี้จึงควรมีปริมาณธาตุอาหารมากเช่นกัน หากนำกากตะกอนที่ได้มาเป็นส่วนประกอบในการหมักทำปุ๋ย ผลผลิตที่เกิดขึ้นก็จะมีปริมาณธาตุอาหารเพียงพอเหมาะสำหรับการนำไปใช้เป็นปุ๋ย

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การเตรียมถังหมักและวัตถุดิบในการหมัก

2.1.1 ถังหมัก

1. เจาะถังสำหรับสอดท่อ PVC ถังและสำหรับสอดท่อน้ำทิ้งอีก 1 ช่อง
2. ตัดท่อ PVC ยาวท่อนละ 13 นิ้ว
3. นำท่อ PVC มาเจาะรู ให้รอบ ๆ ท่อ
4. ตัดตาข่ายขนาดพอดีกับท่อ PVC มาหุ้มท่อใช้ป็นการติด
5. นำท่อ PVC ที่เจาะรูและหุ้มตาข่ายเรียบร้อยแล้วมาประกอบกับถัง และนำท่อน้ำทิ้งมาประกอบด้วย โดยใช้ปืนยิงกาเป็นตัวเชื่อม
6. ตกแต่งถังให้เรียบร้อยพร้อมทำการหมัก โดยเตรียมถังใส่สีขาว 10 ถัง ถังสีดำ 6 ถัง

2.1.2 วัตถุดิบในการหมัก

วัตถุดิบในการหมัก ที่มีลักษณะแห้งและมีขนาดใหญ่ คือ ใบไม้แห้ง และกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย นำไปบดให้มีขนาดเล็กลงเสียก่อน โดยใช้

เครื่องย่อย hammer mill จากนั้นจึงมาผสมกับ วัตถุดิบที่เหลือ คือ เศษอาหาร เพื่อให้ได้ C/N ratio ที่เหมาะสมประมาณ 25/1 จากนั้นปรับความชื้นให้ได้ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ เพื่อใช้ในการหมัก 8 ชุดการทดลองต่อไป

2.2 วิธีการหมัก

แบ่งชุดทดลองทั้งหมด เป็น 8 ชุด ตามวัสดุที่ใช้ในการหมัก ดังนี้

ชุดที่ 1 ถังสีขาวมีใบไม้และเศษอาหารเป็นส่วนประกอบ

ชุดที่ 2 ถังสีดำมีใบไม้และเศษอาหารเป็นส่วนประกอบ

ชุดที่ 3 ถังสีขาวมีใบไม้ เศษอาหาร และกากตะกอนเป็นส่วนประกอบ

ชุดที่ 4 ถังสีดำมีใบไม้ เศษอาหาร และกากตะกอนเป็นส่วนประกอบ

ชุดที่ 5 ถึง ชุดที่ 8 ถังสีขาวมีใบไม้ เศษอาหาร และกากตะกอนเป็นส่วนประกอบ

2.3 การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง

วัดอุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ทุกวัน ใช้ auger ในการเก็บตัวอย่าง ที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร นำตัวอย่างที่ได้ ไปวิเคราะห์ค่าต่างๆ ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณคาร์บอน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณไนเตรตและฟอสเฟต สัปดาห์ละ 1 ครั้ง

2.4 การควบคุม ดูแลถังหมัก

สังเกตปัญหามากถ้าหากว่าที่ผิวหน้าแห้งเกินไป รดน้ำประมาณ 300 – 500 มิลลิลิตร แล้วแต่กรณี เพื่อปรับความชื้นให้เหมาะสมโดยจะควบคุมให้อยู่ในช่วง 50 - 70 เปอร์เซ็นต์

3. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของปุ๋ยหมัก มีดังนี้

ตารางที่ 1 ปริมาณและคุณลักษณะของส่วนประกอบที่ใช้ในการหมักในชุดที่ 1 และ 2

วัตถุดิบ	คุณลักษณะ	% MC	% C	% N	C/N	ปริมาณที่ใช้ (wet) kg	C/N ratio ที่ได้
ใบไม้		12.40	47.54	0.55	86.37	0.80	29.62/1
เศษอาหาร		69.76	54.50	2.06	26.52	11.08	

ตารางที่ 2 ปริมาณและคุณลักษณะของส่วนประกอบที่ใช้ในการหมักในชุดที่ 5 ถึง 8

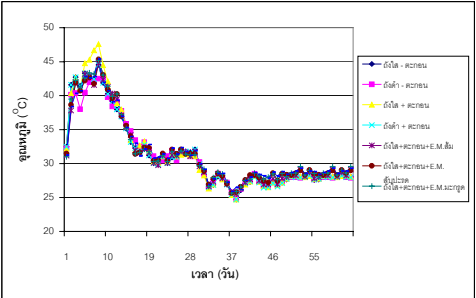
วัตถุดิบ	คุณลักษณะ	% MC	% C	% N	C/N	ปริมาณที่ใช้ (wet) kg	C/N ratio ที่ได้
ใบไม้		12.40	47.54	0.55	86.37	0.51	29.77/1
เศษอาหาร		69.76	54.50	2.06	26.52	11.24	
กากตะกอน		8.38	45.38	0.84	54.12	0.49	

ตารางที่ 3 ค่าเริ่มต้นของกองหมักที่ผสมกันแล้วในแต่ละชุด

คุณลักษณะ	ค่าเริ่มต้น							
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	ชุดที่ 6	ชุดที่ 7	ชุดที่ 8
C/N ratio	29.62/1	29.62/1	29.77/1	29.77/1	29.77/1	29.77/1	29.77/1	29.77/1
อุณหภูมิ (°C)	30.33	29.33	30.17	30.33	29.50	29.50	29.50	29.50
ความเป็นกรดเป็นด่าง	4.10	4.03	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
ปริมาณความชื้น (%)	69.69	67.86	70.93	69.97	70.83	71.22	69.43	69.26
ปริมาณคาร์บอน (%)	52.48	52.48	52.94	52.94	52.94	52.94	52.94	52.94
ปริมาณไนโตรเจน (%)	64.55	63.72	58.24	61.73	60.13	60.44	59.89	63.27
ปริมาณไนเตรต (%)	0.08	0.08	0.07	0.07	0.19	0.06	0.08	0.08
ปริมาณฟอสเฟต (%)	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03

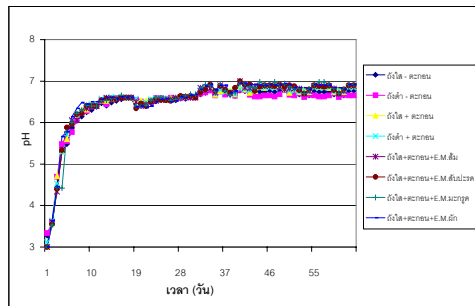
3.1 อุณหภูมิ

ภาพที่ 1 อุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละวันภายในถังหมัก



อุณหภูมิสูงสุดของแต่ละชุดทดลองจะมีค่าสูงสุดในวันที่ 8 ของการหมัก คือ ประมาณ 47 องศาเซลเซียส แล้วค่อย ๆ ลดลงจนเกือบคงที่อยู่ในช่วง 28.50 - 29.50 องศาเซลเซียส สาเหตุที่บางช่วงของกราฟมีความไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากสภาพอากาศมีการเปลี่ยนแปลงบ่อย พบว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในถังหมักของแต่ละชุดทดลองไม่มีความแตกต่างกันเท่าใดนัก (ภาพที่ 1)

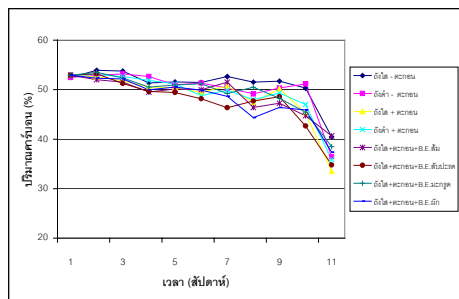
3.2 ความเป็นกรดเป็นด่าง



ภาพที่ 2 ความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยแต่ละวันภายในถึงหมัก

ความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยเริ่มต้นของทั้ง 8 ชุดทดลอง มีค่าประมาณ 3 จากนั้นมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจนเกือบคงที่ในช่วง pH 6.5 – 7.0 ซึ่งเป็นกลาง จนสิ้นสุดการทดลอง พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างภายในถึงหมักของแต่ละชุดทดลองไม่มีความแตกต่างกันเท่าใดนัก (ภาพที่ 2)

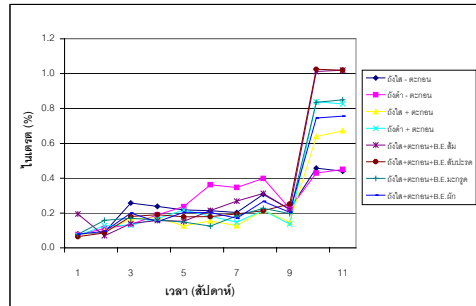
3.3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ



ภาพที่ 3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุภายในถึงหมัก

ปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยเริ่มต้นของทั้ง 8 ชุดทดลอง มีค่าประมาณ 60% หลังจากนั้นแนวโน้มลดลง เนื่องจากการจุลินทรีย์ภายในถึงหมักมีการย่อยสลายสารอินทรีย์ให้เป็นสารอนินทรีย์ในที่นี้ทำการวิเคราะห์โดยอาศัยหลักการวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอน ปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลงเนื่องจากจุลินทรีย์มีการนำคาร์บอนไปใช้เป็นแหล่งพลังงาน (ภาพที่ 3)

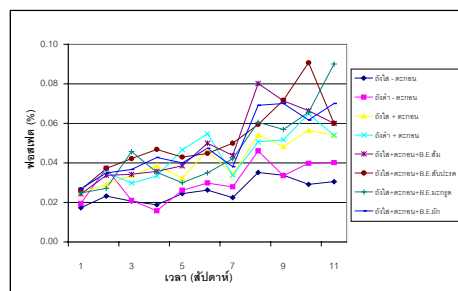
3.4 ปริมาณไนเตรตภายในถึงหมัก



ภาพที่ 4 ปริมาณไนเตรตเฉลี่ยภายในถึงหมัก

ปริมาณไนเตรตเฉลี่ยเริ่มต้นของทั้ง 8 ชุดทดลอง มีค่าประมาณ 0.08% ซึ่งในระยะแรกชุดทดลองที่ไม่มีกากตะกอนเป็นส่วนประกอบ จะมีปริมาณไนเตรตสูงกว่าชุดทดลองที่มีกากตะกอนเป็นส่วนประกอบ จากนั้นในแต่ละชุดทดลองจะมีค่าไนเตรตไม่สม่ำเสมอแต่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น จากการคำนวณค่าทางสถิติด้วยวิธี ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรตภายในถึงหมักของแต่ละชุดทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ชุดทดลองที่มีกากตะกอนเป็นส่วนประกอบ จะมีปริมาณไนเตรตสูงกว่าชุดทดลองที่ไม่มีกากตะกอนเป็นส่วนประกอบ (ภาพที่ 4)

3.5 ปริมาณฟอสเฟต

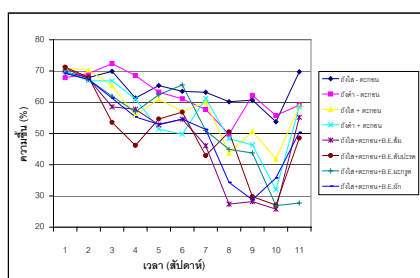


ภาพที่ 5 ปริมาณฟอสเฟตเฉลี่ยภายในถึงหมัก

ปริมาณฟอสเฟตเฉลี่ยเริ่มต้นของทั้ง 8 ชุดทดลอง มีค่าประมาณ 0.02% แต่ละชุดทดลองมีปริมาณฟอสเฟตไม่สม่ำเสมอแต่มีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งจากการคำนวณค่าทางสถิติด้วยวิธี ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสเฟตภายในถึงหมักของชุดทดลองที่มีกากตะกอน

เป็นส่วนประกอบ กับชุดทดลองที่ไม่มีกากตะกอน เป็นส่วนประกอบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยชุดทดลองที่มีกากตะกอนเป็นส่วนประกอบจะมี ปริมาณฟอสเฟตสูงกว่าชุดทดลองที่ไม่มีกากตะกอนเป็น ส่วนประกอบ (ภาพที่ 5)

3.6 ปริมาณความชื้นเฉลี่ยภายในถังหมัก



ภาพที่ 6 ปริมาณความชื้นเฉลี่ยภายในถังหมัก

ปริมาณความชื้นเฉลี่ยเริ่มต้นของทั้ง 8 ชุดทดลอง มีค่าประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปริมาณความชื้นเป็นสิ่งจำเป็นต่อปฏิกิริยาภายในถังหมัก จึงจะเห็นได้ว่า จากภาพที่ 3 ปริมาณความชื้นในถังหมักจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และสภาพอากาศภายนอกมีการเปลี่ยนแปลงบ่อย จึงต้องรดน้ำเมื่อความชื้นลดลง เพื่อควบคุมความชื้นให้เหมาะสม ความชื้นที่เหมาะสม (สัปดาห์ที่ 8 – 10) ที่ความชื้นลดลงต่ำ เนื่องจากอยู่ในช่วงที่ฟักกองหมัก เพื่อให้แมลงที่อาศัยอยู่ในกองหมักหมดไป จึงไม่ได้มีการรดน้ำ ส่วนปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้วมีความชื้นสูง(สัปดาห์ที่ 10) เนื่องจากขณะที่มีการนำปุ๋ยออกจากถังหมัก แล้วมีน้ำชะบางส่วนผสมมาด้วย (ภาพที่ 6)

ของการหมักจะอยู่ระหว่าง 50 – 70% % แต่ในช่วงหลัง

3.7 การลดปริมาณขยะ

ตารางที่ 4 ปริมาณขยะที่ลดลงหลังนำมาทำการหมัก

ถังที่	น้ำหนักก่อนหมัก (kg)	น้ำหนักหลังหมัก (kg)	%ขยะที่ลดลง
1	7.30	0.50	93.15
2	7.30	0.48	93.42
3	7.20	0.45	93.75
4	10.00	0.85	91.50
5	10.00	0.85	91.50
6	10.00	0.80	92.00
7	7.50	0.60	92.00
8	7.30	0.56	92.33
9	7.30	0.58	92.05
10	10.00	0.70	93.00
11	10.00	0.75	92.50
12	10.00	0.70	93.00
13	7.30	0.50	93.15
14	7.30	0.50	93.15
15	7.30	0.50	93.15
16	7.30	0.40	94.52

สำหรับการลดปริมาณขยะ พบว่าการนำเศษอาหาร ใบไม้และกากตะกอนมาทำปุ๋ยหมักทั้ง 8 ชุดทดลอง พบว่าสามารถลดปริมาณขยะได้ เฉลี่ย 93%

3.8 คุณลักษณะของปุ๋ยหมักที่ระยะสิ้นสุดการทดลอง

ตารางที่ 5 คุณลักษณะ ต่าง ๆ ของปุ๋ยหมักแต่ละชุดทดลองที่ระยะสิ้นสุดการทดลอง

คุณลักษณะ	ค่าเริ่มต้น							
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	ชุดที่ 6	ชุดที่ 7	ชุดที่ 8
C/N ratio	28.47/1	24.35/1	22.83/1	24.37/1	28.76/1	25.00/1	27.55/1	26.71/1
อุณหภูมิ (°C)	28.03	27.91	28.07	27.95	29.10	28.98	29.56	29.30
ความเป็นกรดเป็นด่าง	6.77	6.65	6.87	6.84	6.88	6.90	6.92	6.92
ปริมาณความชื้น (%)	69.76	59.08	58.79	58.55	55.18	48.52	27.75	50.39
ปริมาณคาร์บอน (%)	40.49	36.44	33.51	35.90	40.64	34.78	38.51	37.36
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%)	34.81	32.16	30.18	33.50	28.75	32.84	29.18	32.31
ปริมาณไนเตรต (%)	0.44	0.45	0.67	0.83	1.02	1.02	0.85	0.76
ปริมาณฟอสเฟต (%)	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.09	0.07

จากตารางที่ 5 สามารถสรุปได้ว่า ชุดทดลองที่มีกากตะกอนเป็นส่วนประกอบในการหมัก จะมีปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ ไนเตรตและฟอสเฟต สูงกว่าชุดทดลองที่ไม่มีกากตะกอนเป็นส่วนประกอบ จึงเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นปุ๋ย เนื่องจากปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพ ควรจะต้องมีปริมาณฟอสฟอรัสและไนโตรเจนที่อยู่ในที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเพียงพอ ซึ่งในที่นี้คือ ไนเตรตและฟอสเฟต การใช้ถึงสีขาวใสและสีดำเพื่อดูอิทธิพลของแสงว่ามีผลต่อการย่อยสลายภายในถังหมักหรือไม่ผลที่ได้ยังไม่เห็นความแตกต่าง

4. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่าระยะเวลาที่ทำการหมักแล้วได้ปุ๋ยหมักที่มีคุณสมบัติเหมาะสมทั้งทางเคมีและทางกายภาพ คือ 2 เดือน โดยพิจารณาจากอุณหภูมิภายในถังหมักลดลงแล้วคงที่จนมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอก ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ประมาณ 7 ความชื้นไม่เกิน 60% ปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลงจนเหลือ 25 – 50% ไม่มีแมลงหรือไข่แมลงอาศัยอยู่ในถังหมัก ไม่มีกลิ่นที่ฉุนแรงเหม็น

การหมักโดยใช้กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนแบบจานหมุนชีวภาพ (RBC: Rotation Biological Contactor) มาหมักร่วมกับเศษอาหารและ

ใบไม้ เป็นการได้นำความรู้เกี่ยวกับการทำปุ๋ยหมักมาใช้ เช่น ในการคำนวณอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ การเตรียมถังหมัก การควบคุมดูแลถังหมัก เป็นต้น นอกจากนี้จะช่วยลดปริมาณขยะที่เกิดขึ้นและได้ใช้ประโยชน์จากกากตะกอนแล้ว ยังพบว่าปุ๋ยหมักที่ได้จะมีปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ ไนเตรตและฟอสเฟต สูงกว่าการหมักที่ไม่มีกากตะกอนเป็นส่วนประกอบ ซึ่งจากการคำนวณค่าทางสถิติด้วยวิธี ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 พบว่าปริมาณไนเตรต (%) ภายในถังหมักโดยเฉลี่ยแต่ละสัปดาห์ของทั้ง 8 ชุดทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการปริมาณฟอสเฟตภายในถังหมักโดยเฉลี่ยแต่ละสัปดาห์ของชุดทดลองที่มีกาก

ตะกอนเป็นส่วนประกอบ กับชุดทดลองที่ไม่มีกาก
ตะกอนเป็นส่วนประกอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัย
สำคัญ โดยชุดทดลองที่มีกากตะกอนเป็นส่วน
ประกอบจะมีปริมาณฟอสเฟตสูงกว่าชุดทดลองที่ไม่มี
กากตะกอนเป็นส่วนประกอบ

การลดปริมาณขยะที่เกิดขึ้น พบว่าแต่ละชุด
ทดลองสามารถลดปริมาณขยะที่ได้เฉลี่ย 93% ซึ่งเป็น
การช่วยลดปริมาณขยะได้มาก และหากมีการนำขยะ
มาหมักทำปุ๋ยเพิ่มขึ้นก็จะเป็นการช่วยลดมลภาวะขยะที่
เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อมได้อีกทางหนึ่งด้วย

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะ
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้โอกาส
ทำปัญหาพิเศษ เพื่อเรียนรู้การทำงานที่ต้องนำภาค
ทฤษฎีและภาคปฏิบัติที่ได้ศึกษามาประยุกต์ใช้ร่วมกัน
อาจารย์ทุกๆ ท่าน และคุณณัฐรุณี อินทร ที่ให้คำ
ปรึกษา ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือ
ขอขอบคุณบริษัทอากาศไทยจำกัด (มหาชน) ที่ช่วย
สนับสนุนงานวิจัยนี้

6. เอกสารอ้างอิง

กองอนุรักษ์ดินและน้ำ. 2540. คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ
เรื่องการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ.
กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์,
กรุงเทพฯ. 165 หน้า

ธงชัย มาลา. 2535. ปุ๋ยชีวภาพเพื่อการเกษตร.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

นเรศน์ ม่วงรุ่ง. 2545. การจัดการขยะมูลฝอยในโรง
เรียน : กรณีศึกษาโรงเรียนวัดนางว ตำบล
หลักหก อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี วิทยา
นิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สถาบันราชภัฏ
พระนคร, กรุงเทพฯ

เมธี มณีวรรณ. 2540. มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ย
หมัก). วารสารพัฒนาที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน,
กรุงเทพฯ

องอาจ เอี่ยมสำอางค์. 2542 การเร่งระยะเวลาการ
ทำปุ๋ยหมักจากเศษพืชผักและตะกอนน้ำทิ้ง
โดยใช้ระบบเติมอากาศ วิทยานิพนธ์วิทยาศา
สตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
กรุงเทพฯ.

Alexander, M. 1961. Introduction to Soil
Microbiology. Wiley and Sons, Inc., New
York.

CAKE CONSORTIUM. 1999. **Operation and
maintenance manual sanitary work for U9
– wastewater treatment plant.** Bangkok.

Dolar, S.C., J.R. Boyle and D.R. Keeney. 1972.
**Paper mill sludge disposal on soil :
effects on the yield and mineral nutrition
of oats (Avena Sativa L.).** J. Environ. Qual.
1: 405-409.

Gau, A.C. 1980. **Fundamentals of composting.**
Compost Technological. Project Field
Document. 13 : 7-14.

Geoge, T., H. Theisen and S.A. Vigal. 1993.
**Integrated solid waste management
engineering principles and
management issue.** McGraw – Hill CO.
671 – 716

Gilles, J.A., R.L. Kashwaha, C.P. Hwang and R.J.
Ford. 1989. **Heavy metal residues in soil
and crops from applications of
anaerobically**

digested sludge. J. WPCF. 61: 1673-
01677

Guidi, G. and J.E. Hall. 1984. **Effect of sewage
sludge on the physical and chemical**

- properties of soils**, pp. 295-305. In P.L. Hermite and H. Ott (eds.). **Processing and use of sewage sludge**. D. Redal Publishing Company, Holland.
- Haug, R. T. 1980. **Compost Engineering: Principles and Practice**. Ann Arbor Science, Michigan.
- Hemphill, I.R.D. 1982. **Sweet corn response to application of three sewage sludge**. J. Environ. Qual. 11: 191-196.
- Leemaharounguang, S. 1988. **Composting of municipal Wastes by Forced Air Aeration**. M.S. Thesis. Asian Institute of Technology. Bangkok.
- Manson, J. 1988. **Sewage Sludge to land**. Water & Waste Treatment 31:4.
- Pareira - Neta, J. T. 1987. **On the treatment of municipal refuse and sewage sludge using aerated static pile composting – a low-cost technology approach**. Ph.D. dissertation, Leed University, U.K.
- Peverill, K.I., L.A. Sparrow and D.J. Reuter. 1999. **Soil Analysis : an Interpretation Manual**. CSIRO Publishing. pp. 369.