

การใช้ตะกอนชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานผลิตโอเลฟินส์เป็นวัสดุผลิตปุ๋ยหมักร่วม
Utilization of Bio-Sludge from Olefin Wastewater Treatment Plant
as Co-Composting Material.

ภัทรวรรณ อารวน¹ และ อรทัย ชวาลภาฤทธิ์¹

Phattarawan Arwon¹ and Orathai Chavalparit¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการนำของเสียจากโรงงานกลับมาใช้ประโยชน์โดยนำเศษหญ้าที่ตัดจากสนามหญ้าภายในโรงงานมาเป็นวัตถุดิบผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้ตะกอนชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวทเต็ดสลัดจ์ของโรงงานผลิตโอเลฟินส์เป็นวัสดุผลิตปุ๋ยหมักร่วม การทดลองนี้ เป็นการศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาผลของอัตราส่วนของตะกอนชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวทเต็ดสลัดจ์ต่อเศษหญ้าที่อัตราส่วนแตกต่างกัน 4 ค่า คือ 0 : 100; 10 : 90; 20 : 80 และ 30 : 70 โดยน้ำหนัก ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าที่ทุกอัตราส่วนผสมของกระบวนการหมักปุ๋ยแบบใช้ออกซิเจนจะเสร็จสมบูรณ์โดยใช้ระยะเวลาประมาณ 60 วัน โดยที่อัตราส่วนตะกอนชีวภาพต่อเศษหญ้า เท่ากับ 30 : 70 โดยน้ำหนัก จะได้ปุ๋ยหมักที่มีปริมาณธาตุอาหารสูงที่สุดโดยมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ร้อยละ 1.27 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ร้อยละ 0.49 และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด ร้อยละ 0.53 ซึ่งได้ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร และเมื่อทำการทดสอบดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index) โดยใช้เมล็ดผักกวางตุ้ง (*Brassica Chinensis L.*) พบว่าปุ๋ยหมักที่ได้ไม่เป็นพิษกับเมล็ดที่นำมาทดสอบ

ABSTRACT

The research investigated the utilization of bio-sludge generated from activated sludge process from olefin wastewater treatment plant as co-composting material with grass for producing organic fertilizer. This experiment was study in lab-scale to investigated the effect of the 4 different ratio of bio-sludge and glass at 0 : 100; 10 : 90; 20 : 80 and 30 : 70 by weight. The result showed that anaerobic composting process achieved maturity at approximately 60 days. The result showed that the optimum ratio was achieved at bio-sludge: glass at 30:70 by weight. Composting produced from this condition contained the highest nutrients composition 1.27% of total nitrogen, 0.49% of total phosphorus and 0.53% of total potassium. The compost was found to be within the acceptable limit

Key Words: Co-composting, Bio-sludge, Activated sludge wastewater treatment, Germination Index

e-mail address: taroh_p@hotmail.com

¹ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

¹ Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok

set by fertilizer standard of Department of Agriculture and germination index test with Pak-choi seeds (Brassica Chinensis L.) showed that compost is not phytotoxic to tested seeds.

คำนำ

ปัจจุบันธุรกิจในภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมีในประเทศไทยขยายตัวอย่างรวดเร็วและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง มีการเพิ่มขีดความสามารถในการผลิต เพื่อตอบสนองต่อความต้องการในชีวิตประจำวัน การพัฒนาอุตสาหกรรมปิโตรเคมีทำให้มีของเสียเพิ่มขึ้นรวมไปถึงตะกอนชีวภาพที่เกิดจากระบบบำบัดน้ำเสีย โดยผลจากการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบแอกติเวตเต็ดสลัดจ์ จะได้กากตะกอนชั้นซึ่งเป็นผลจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่กินสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องบำบัดกากตะกอนเหล่านั้น ให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การกำจัดตะกอนชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบันมักจะนำไปฝังกลบ (Landfill) เนื่องจากเป็นวิธีที่มีค่าใช้จ่ายต่ำเมื่อเทียบกับการจัดการด้วยวิธีอื่นแต่การฝังกลบจำเป็นต้องใช้พื้นที่ขนาดใหญ่ และอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หากมีระบบการจัดการที่ไม่มีประสิทธิภาพและถูกต้องตามหลักวิชาการ อีกทั้งยังมีข้อจำกัดในด้านของที่ดินที่มีราคาสูงขึ้นในอนาคตทำให้ยากต่อการหาพื้นที่ในการฝังกลบ นอกจากนี้ยังมีการต่อต้านจากชุมชนที่อาศัยอยู่ใกล้เคียง โดยการกำจัดตะกอนชีวภาพอีกวิธีหนึ่งคือการนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตปุ๋ยหมัก (สันต, 2552) โดยการนำตะกอนชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียที่สามารถย่อยสลายได้มาใช้ประโยชน์ในการผลิตปุ๋ยหมัก เป็นกระบวนการทางชีวภาพที่อาศัยจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ อาจเป็นกระบวนการใช้ออกซิเจนหรือไม่ใช้ออกซิเจน ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมประกอบด้วยความชื้น อุณหภูมิ รวมทั้งสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน ผลผลิตที่ได้จากการหมักจะเป็นวัสดุสีน้ำตาลดำที่มีเนื้อร่วนซุยซึ่งมีสารประกอบที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เช่น พวกรไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม สามารถนำไปปรับปรุงสภาพดินและเป็นอาหารพืชได้ (อุษณีย์, 2545) เป็นการลดปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากสารอินทรีย์ อีกทั้งเป็นการลดปริมาณของเสีย ซึ่งทำให้งบประมาณในการขนย้ายลดลง นอกจากนี้ยังเป็นการนำชีวมวลซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากธรรมชาติ กลับมาใช้ประโยชน์โดยการแปรรูปเป็นปุ๋ยซึ่งมีคุณสมบัติในการปรับปรุงคุณภาพของดิน

การศึกษานี้เป็นการนำตะกอนชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวตเต็ดสลัดจ์ ของโรงงานผลิตโอเลฟินส์เป็นวัสดุในการผลิตปุ๋ยหมักร่วมกับเศษหญ้า เพื่อศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ใช้ตะกอนชีวภาพเป็นวัสดุหมักร่วมกับเศษหญ้า ศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและเคมีของกระบวนการผลิตปุ๋ยหมัก ทำการทดสอบความเป็นพิษของปุ๋ยหมักที่ได้โดยวัดเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายที่สมบูรณ์ ด้วยการทดสอบดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index) จากนั้นประเมินคุณภาพของปุ๋ยหมักเพื่อพิจารณาความเหมาะสมในการนำมาใช้ปรับปรุงคุณภาพดิน

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้เป็นการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ (Lab scale) ณ ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดลองเป็นการศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาผลของอัตราส่วนระหว่างตะกอนชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวตเต็ดสลัดจ์ของโรงงานผลิตโอเลฟินส์ต่อเศษหญ้า ที่มีต่อคุณสมบัติของปุ๋ยหมัก เมื่อใช้ตะกอนชีวภาพเป็นวัสดุหมักร่วม ในอัตราส่วนตะกอนชีวภาพต่อเศษหญ้าเท่ากับ 0 : 100; 10 : 90; 20 : 80 และ 30 : 70 โดยน้ำหนัก ทำการทดลองผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้การหมักแบบใช้ออกซิเจน และศึกษาปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและเคมีของกระบวนการผลิตปุ๋ยหมัก จากนั้นนำปุ๋ยหมักที่ได้มาทำการทดสอบความเป็นพิษของปุ๋ยหมักและประเมินคุณภาพของปุ๋ยหมัก เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในการนำมาใช้ปรับปรุงคุณภาพดินต่อไป

วิธีการวิจัย

การศึกษามูลของอัตราส่วนระหว่างตะกอนชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวตเต็ดสลัดจ์ของโรงงานผลิตโอเลฟินส์ต่อเศษหญ้า มีอัตราส่วนระหว่างตะกอนชีวภาพต่อเศษหญ้า เป็น 4 รูปแบบ ดังนี้

แบบที่ 1 ปุ๋ยหมักชีวมวลที่ประกอบด้วยเศษหญ้าอย่างเดียว 0 : 100 (ชุดควบคุม)

แบบที่ 2 ปุ๋ยหมักที่มีตะกอนชีวภาพต่อเศษหญ้า 10:90 โดยน้ำหนัก

แบบที่ 3 ปุ๋ยหมักที่มีตะกอนชีวภาพต่อเศษหญ้า 20:80 โดยน้ำหนัก

แบบที่ 4 ปุ๋ยหมักที่มีตะกอนชีวภาพต่อเศษหญ้า 30:70 โดยน้ำหนัก

ทำการหมักในถังปฏิกริยาขนาดความจุ 10 ลิตร เป็นถังพลาสติกแบบมีฝาปิด กว้าง 27.5 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร ทำการเจาะรูโดยรอบตัวถัง และฝาถัง เพื่อระบายอากาศ ภายในบุด้วยตาข่ายไนลอนทั้งตัวถังและฝาถังเพื่อป้องกันแมลง ควบคุมความชื้นเริ่มต้นให้อยู่ในช่วงร้อยละ 50-60 (กรมวิชาการเกษตร, 2545) ตรวจวัดอุณหภูมิจากถังหมักทุกวัน มีการพลิกกลับกองทุก 3 วัน เพื่อเป็นการระบายอากาศ ทำการศึกษากิจกรรมการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและเคมีของกระบวนการผลิตปุ๋ยหมัก เมื่อใช้ตะกอนชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวตเต็ดสลัดจ์ของโรงงานผลิตโอเลฟินส์เป็นวัสดุหมักร่วมกับเศษหญ้า โดยทำการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ และทำการทดสอบความเป็นพิษของปุ๋ยหมักที่ได้ โดยวัดเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายที่สมบูรณ์ ด้วยการทดสอบดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index) เพื่อประเมินคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ได้ โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร

พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ อุณหภูมิ ความชื้น ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมด (Total P_2O_5) ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (Total K_2O) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic matter) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) ปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ สารหนู (As) แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) ทองแดง (Cu) ตะกั่ว (Pb) และปรอท (Hg) และดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index) ตามเทคนิคและวิธีวิเคราะห์ของกรมวิชาการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร, 2551)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การวิเคราะห์คุณลักษณะเบื้องต้นของวัสดุที่ใช้ในการหมัก

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของตะกอนชีวภาพและเศษหญ้า (Table 1) พบว่าเศษหญ้ามีความชื้นต่ำมาก ร้อยละ 5.83 เนื่องจากเป็นหญ้าแห้งซึ่งโรงงานจะมีการตัดหญ้าในสนามต่างๆ 1 เดือน และเก็บรวบรวมไว้ปริมาณมาก จากผลการวิเคราะห์พบว่าเศษหญ้ามืดองค์ประกอบของคาร์บอนสูงมาก เนื่องจากมีองค์ประกอบหลักเป็นเซลลูโลส ส่วนปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมีต่ำมากเพียงร้อยละ 0.98 และร้อยละ 0.07 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาว่า C/N Ratio = 99.35:1 ซึ่งการใช้เศษหญ้าเป็นวัสดุหมักปุ๋ยเพียงอย่างเดียวอาจทำให้ได้คุณภาพของปุ๋ยหมักที่ได้ ต่ำกว่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ดังนั้นการศึกษาทดลองนี้จึงนำตะกอนชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกติเวตเต็ดสลัดจ์ของโรงงานผลิตโอเลฟินส์มาเป็นวัสดุหมักร่วม ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าปริมาณของธาตุอาหาร ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูง คือ ร้อยละ 5.3 และ 1.8 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาว่า C/N Ratio = 8:1 บ่งชี้ว่าตะกอนชีวภาพมีศักยภาพในการใช้เป็นวัสดุหมักร่วมโดยช่วยเพิ่มธาตุอาหารให้กับปุ๋ยหมักได้ จากผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณโลหะหนักที่เป็นองค์ประกอบของตะกอนชีวภาพที่ใช้ในการทดลอง (Table 2) ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ. 2548 (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2548) พบว่ามีปริมาณต่ำกว่ามาตรฐาน Total Threshold Limit Concentration (TTLIC) บ่งชี้ว่าตะกอนชีวภาพไม่จัดเป็นของเสียอันตราย และยืนยันผลโดยการนำมาทดสอบการชะละลายพบว่า ปริมาณโลหะหนักในน้ำชะละลายมีค่าไม่เกินมาตรฐาน Soluble Threshold Limit Concentration (STLC) เช่นกัน แต่เมื่อพิจารณาปริมาณโลหะหนักของตะกอนชีวภาพเปรียบเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ.2548 พบว่าผ่านมาตรฐานยกเว้น ค่าของปรอท (Hg) ซึ่งการหมักตะกอนโดยทั่วไปนิยมนำมาหมักโดยผสมกับวัสดุอินทรีย์ชนิดอื่นๆ บางส่วนเพื่อจะทำให้ส่วนผสมที่หมักมีความเข้มข้นของธาตุโลหะหนักน้อยลงหรือเจือจางลง ในขณะที่เดียวกันวัสดุอินทรีย์บางชนิดที่ใช้ผสมยังมีส่วนช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้กับตะกอนชีวภาพได้ด้วย (ปิยะ, 2553) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดลองนำตะกอนชีวภาพมาใช้เป็นวัสดุหมักร่วมในการทำปุ๋ยหมักกับเศษหญ้า เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของตะกอนชีวภาพให้เหมาะสมกับการนำไปปรับปรุงคุณภาพดิน

Table 1 Characteristics of composting components in experiment.

| Characteristics | Components | |
|----------------------|------------|------------|
| | Grass | Bio-Sludge |
| Moisture Content (%) | 5.83 | 90.10 |
| pH | 7.1 | 8.2 |
| C/N Ratio | 99.35:1 | 8:1 |
| Total Nitrogen (%) | 0.98 | 5.3 |
| Total Phosphorus (%) | 0.07 | 1.8 |
| Total Potassium (%) | 0.66 | 0.3 |

Table 2 The heavy metal from Bio-Sludge.

| Heavy Metal | As | Cd | Cr | Cu | Pb | Hg |
|------------------------------------------------------|--------|--------|-------|--------|-------|---------|
| Bio-sludge (mg/kg) | 6.9 | 1.8 | 107 | 38 | 10 | 7.1 |
| TTL ^{1/} (mg/kg) | 500 | 100 | 500 | 2500 | 1000 | 20 |
| Standard of Organic fertilizer ^{3/} (mg/kg) | 50 | 5 | 300 | 500 | 500 | 2 |
| Leachate from Bio-sludge (mg/l) | 0.0021 | <0.003 | 0.216 | <0.003 | 0.030 | <0.0005 |
| STLC ^{2/} (mg/l) | 5 | 1 | 5 | 25 | 5 | 0.2 |

^{1/} TTL^{1/} : Total Threshold Limit Concentration

^{2/} STLC : Soluble Threshold limit Concentration

^{3/} fertilizer standard of Department of Agriculture

2. ผลการศึกษา

2.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในการผลิตปุ๋ยหมัก

จากผลการตรวจวัดอุณหภูมิในระบบหมักปุ๋ยทุกวัน พบว่าอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงมากกว่าอุณหภูมิบรรยากาศ (Ambient) ในช่วง 7-14 วันแรกของการหมัก ซึ่งเกิดขึ้นจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยจุลินทรีย์ในถังหมัก และพบว่าอุณหภูมิเพิ่มสูงสุดในวันที่ 9 โดยอุณหภูมิสูงถึง 57 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วนตะกอนชีวภาพต่อเศษหญ้า 30:70 และปุ๋ยหมักชีวมวลที่ประกอบด้วยเศษหญ้าอย่างเดียวมีอุณหภูมิสูงสุด คือ 50 องศาเซลเซียส เนื่องจากเศษหญ้ามี่องค์ประกอบของคาร์บอนสูงมาก การเติมตะกอนชีวภาพที่มีสัดส่วนของไนโตรเจนสูงจะช่วยให้มีสัดส่วนของ C/N Ratio เหมาะสมต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยจุลินทรีย์ในถังหมักมากขึ้น โดยสัดส่วนตะกอนชีวภาพต่อเศษหญ้า 10:90; 20:80 และ 30:70 มี C/N Ratio จากค่าเริ่มต้นเท่ากับ 65.08 46.85 และ 35.54 ตามลำดับ โดยทั่วไปค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการหมักปุ๋ยควรอยู่ระหว่าง 25-30 : 1 (Bertoldi และคณะ 1983; Haug, 1980; Pichtel, 2005) ต่อจากนั้นอุณหภูมิในถังหมักจะลดต่ำลงจนใกล้เคียงและเท่ากับอุณหภูมิบรรยากาศจนคงที่ช่วง 50-60 วัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากระบวนการหมักปุ๋ยเสร็จสมบูรณ์แล้ว

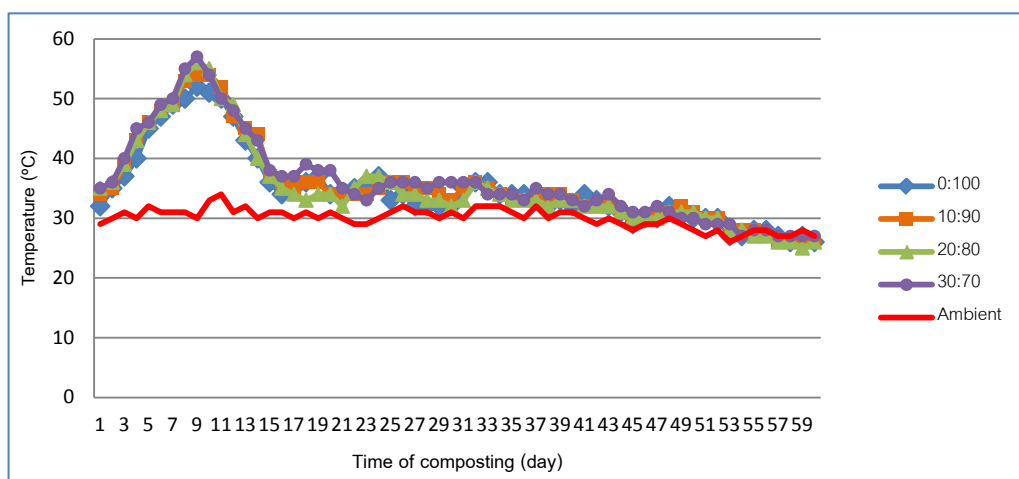


Figure 1 Temperature change during composting.

2.2 คุณสมบัติของปุ๋ยหมักที่ได้

ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีของปุ๋ยหมักเปรียบเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร สรุปได้ดังนี้

ปุ๋ยหมักที่ใช้เศษหญ้าเป็นวัสดุหมักเพียงอย่างเดียวมีค่า C/N Ratio = 32.05:1 ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ อีกทั้งยังมีค่าปริมาณธาตุอาหารต่ำกว่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (Table 4, Figure 3) ส่วนปุ๋ยหมักที่ใช้ตะกอนชีวภาพเป็นวัสดุหมักร่วมพบว่ามีปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นทุกการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่ไม่มีตะกอนชีวภาพเป็นวัสดุหมักร่วม (Table 4, Figure 2) และมีผลทำให้ค่า C/N Ratio ลดต่ำลงจนได้มาตรฐาน ซึ่งปุ๋ยหมักที่หมักจนสมบูรณ์แล้วควรมีค่า C/N Ratio น้อยกว่าหรือเท่ากับ 20:1 โดยเมื่อใส่ลงในดินแล้วจะไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อพืช (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551; กรมวิชาการเกษตร, 2545) และจากทำการทดสอบปริมาณโลหะหนัก ซึ่งในที่นี้ทำการทดสอบเฉพาะปริมาณปรอทซึ่งเกินมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์จากการวิเคราะห์คุณสมบัติของตะกอนชีวภาพ (Table 2) ก่อนนำมาทำการหมักปุ๋ยที่อัตราส่วนผสมตะกอนชีวภาพต่อเศษหญ้าทุกอัตราส่วนผสม พบว่าปุ๋ยหมักที่ได้มีปริมาณของปรอทอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ.2548 และจากการทดสอบความเป็นพิษของปุ๋ยหมักที่ได้ โดยวัดเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายที่สมบูรณ์ ด้วยการทดสอบดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index) โดยใช้เมล็ดผักกวางตุ้ง (*Brassica Chinensis* L.) พบว่ามีค่ามากกว่าร้อยละ 80 แสดงว่าปุ๋ยหมักที่ได้นั้นปราศจากสารที่เป็นพิษและเป็นปุ๋ยหมักที่มีการย่อยสลายอย่างสมบูรณ์ (Wei et al., 2000)

โดยอัตราส่วนตะกอนชีวภาพต่อเศษหญ้าเท่ากับ 30 : 70 พบว่ามีปริมาณธาตุอาหารมากที่สุด คือ มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ร้อยละ 1.27 ปริมาณฟอสฟอรัส ร้อยละ 0.49 และปริมาณโพแทสเซียม ร้อยละ 0.53 (Table 4, Figure 2) และจากการทดสอบความเป็นพิษของปุ๋ยหมักที่ได้ โดยวัดเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายที่สมบูรณ์ ด้วยการทดสอบดัชนีการงอกของเมล็ด พบว่ามีค่าเฉลี่ยความยาวรากสูงสุดคือ 0.6830 เซนติเมตร และมีค่าดัชนีการงอกของเมล็ด สูงที่สุดคือ ร้อยละ 89.87 (Table 3)

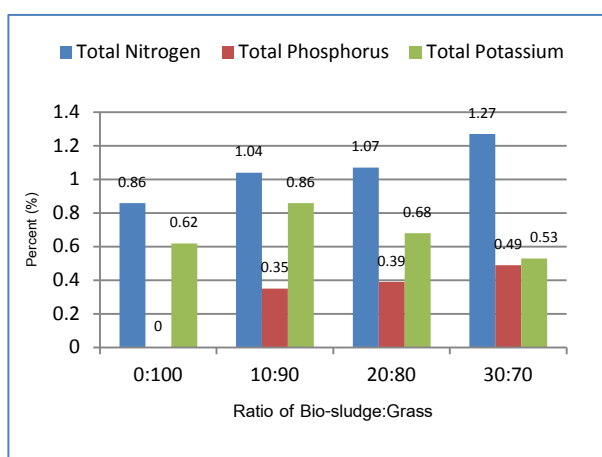


Figure 2 Major nutrient (N,P,K) of final compost.

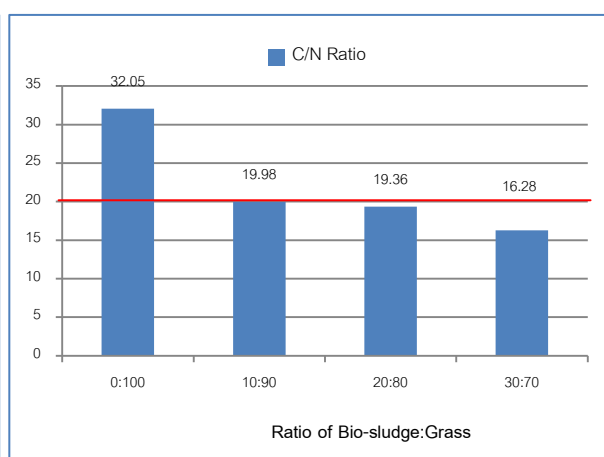


Figure 3 Carbon/Nitrogen Ratio of final compost.

Table 3 Germination Index test with Pak-choi seeds.

| Ratio of bio-sludge : grass | Seed Germination (%) | Mean of root length(cm) | %RSG ^{1/} | %RRG ^{2/} | %GI ^{3/} |
|------------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| Control (Distillation Water) | 100 | 0.7600 | 100 | 100 | 100 |
| 0:100 | 100 | 0.6585 | 100 | 86.64 | 86.64 |
| 10:90 | 100 | 0.6650 | 100 | 87.50 | 87.50 |
| 20:80 | 100 | 0.6740 | 100 | 88.68 | 88.68 |
| 30:70 | 100 | 0.6830 | 100 | 89.87 | 89.87 |

^{1/} percentage of relative seed germination : %RSG

%RSG = (number of seeds germinated in compost extract /number of seeds germinated in control)*100

^{2/} percentage of relative root growth: %RRG

%RRG = (mean root length of compost extract / mean root length of control)*100

^{3/} Germination Index : %GI

%GI = ((%RSG x %RRG)/100)

Table 4 Final Characteristics of compost after composting in experiment.

| Characteristics | Ratio of Bio-sludge : Grass | | | | Standard of Organicfertilizer ^{4/} |
|------------------------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|---------------------------------------------|
| | 0:100 | 10:90 | 20:80 | 30:70 | |
| pH ^{1/} | 7.94 | 6.97 | 6.7 | 6.9 | 5.5-8.5 |
| EC ^{2/} (dS/m) | 1.01 | 2.19 | 2.47 | 1.99 | ≤ 10 |
| Moisture Content (%MC) | 25.35 | 29.28 | 29.35 | 29.36 | ≤ 30 |
| C/N Ratio | 32.05:1 | 19.98:1 | 19.36:1 | 16.28:1 | ≤ 20 : 1 |
| Total nitrogen ^{3/} (%) | 0.86 | 1.04 | 1.07 | 1.27 | ≥ 1 |
| Total Phosphorus ^{3/} (%) | <0.29 | 0.35 | 0.39 | 0.49 | ≥ 0.5 |
| Total Potassium ^{3/} (%) | 0.62 | 0.86 | 0.68 | 0.53 | ≥ 0.5 |
| Organic matter (%) | 47.52 | 35.83 | 35.72 | 35.65 | ≥ 20 |
| Germination Index (%) | 86.64 | 87.50 | 88.68 | 89.87 | ≥ 80 |
| Hg (mg/kg) | - | 0.98 | 1.0 | 1.2 | 2 |

^{1/} Water/Compost = 10/1

^{2/} Water/Compost = 5/1

^{3/} Nutrients in fertilizer have not less than 2 percent

^{4/} fertilizer standard of Department of Agriculture

สรุป

การศึกษากการใช้ตะกอนชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานผลิตโอเลฟินส์เป็นวัสดุผลิตปุ๋ยหมักร่วมพบว่าปุ๋ยหมักที่มีใช้ตะกอนชีวภาพเป็นวัสดุหมักร่วม จะมีปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่ไม่มีตะกอนชีวภาพเป็นวัสดุหมักร่วม โดยอัตราส่วนอัตราส่วนผสม

ตะกอนชีวภาพต่อเศษหญ้าเท่ากับ 30: 70 จะได้ผลผลิตปุ๋ยหมักที่มีปริมาณธาตุอาหารมากที่สุดคือ มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ร้อยละ 1.27 ปริมาณฟอสฟอรัส ร้อยละ 0.49 และปริมาณโพแทสเซียม ร้อยละ 0.53 และจากการทดสอบความเป็นพิษของปุ๋ยหมักที่ได้ โดยวัดค่าร้อยละการย่อยสลายที่สมบูรณ์ ด้วยการทดสอบดัชนีการออกของเมทิลีน พบว่ามีค่าสูงสุดคือ ร้อยละ 89.87 กระบวนการหมักปุ๋ยจะเสร็จสมบูรณ์โดยใช้ระยะเวลาประมาณ 60 วัน และปุ๋ยหมักที่ได้มีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร ดังนั้น การกำจัดตะกอนชีวภาพมาโดยนำมาใช้เป็นวัสดุในการผลิตปุ๋ยหมักร่วม เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยลดปริมาณของเสีย อีกทั้งยังสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุปรับสภาพดินได้ โดยต้องคำนึงถึง ปริมาณการใช้ต่อพื้นที่ ชนิดของดินและพืชที่จะใช้ และไม่ควรรีใช้กับดินที่จะปลูกพืชอาหาร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณบริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด ที่สนับสนุนทุนวิจัยและอนุเคราะห์วัสดุที่ใช้ในการทำการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงอุตสาหกรรม. 2548. **ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว.**

ฉบับที่ 1.

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2551. **คู่มือการจัดการอินทรีย์วัตถุเพื่อปรับปรุงบำรุงดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน.** กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2545. **ปุ๋ยชีวภาพ.** กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2551. **คู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์.** พิมพ์ครั้งที่ 1. ควิกปรีนท์ ออฟเซ็ท, กรุงเทพฯ.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2553. **สารปรับปรุงดิน.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์. 2552. **ระบบบำบัดน้ำเสีย : การเลือกใช้ การออกแบบ การควบคุม และการแก้ปัญหา.** ท้อป, กรุงเทพฯ.

อุษณีย์ อุยะเสถียร. 2545. **การจัดการขยะและของเสียอันตราย.** คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา, นครปฐม.

Bertoldi M., G. Vallini and A. Pera. 1983. The biology of composting : A review. **Waste Management and Research**, 1: 157-176.

Haug, R.T. 1980. **Compost Engineering : Principle and Practice,** Technomic Publishing Co.Inc., Lancaster, Pennsylvania, 665p.

Pichtel, J. 2005. **Waste management practices : municipal, hazardous, and industrial.** Taylor & Francis Group, America.

Wei, Y.S., Y.B. Fan, M.J. Wang and J.S. Wang. 2000. Composting and compost application in China. **Resource Conservation and Recycling**. 30: 277-300.