

การแยกและคัดเลือกจุลินทรีย์ย่อยสลายเซลลูโลสจากธรรมชาติเพื่อผลิตปุ๋ยหมัก

จากทะลายปาล์มเปล่า

Isolation and Selection of Indigenous Cellulolytic Microorganisms for Production of Palm oil Empty Fruit Bunches Compost

จรรตกร รอดอยู่^{1*} และสมบัติ ชินะวงศ์²

Juntakorn Rodyoo^{1*} and sombat chinawong²

บทคัดย่อ

จากการศึกษาเพื่อคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายเซลลูโลส จากป่าธรรมชาติและป่าไผ่ จำนวน 21 ชนิด โดยคัดเลือกไอโซเลต ที่มีบริเวณวงใส กว้าง 18 มม. ขึ้นไปพบ เชื้อรา 3 ไอโซเลต แอคติโนไมซีต 1 ไอโซเลต และแบคทีเรีย 4 ไอโซเลต ศึกษาอัตราการย่อยสลาย ทะลายปาล์มเปล่าในสภาพห้องปฏิบัติการโดยใช้เชื้อเดี่ยวที่ความชื้น 60 - 70 % โดยวัดอัตราส่วนของคาร์บอนกับไนโตรเจนมีค่า 30.7, 31.0 จากไอโซเลต DE1 และ DE10 ตามลำดับ จากการเพาะเชื้อพบว่าระดับความเป็นกรดต่างที่ 7-8.5 เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ของเชื้อจุลินทรีย์และพบจำนวนจุลินทรีย์สูงสุดที่ระยะการเพาะ 35-49 วัน ผลการทดลองเชื้อชนิดผสม จำนวน 3 สูตร พบว่าสูตรที่ 3 มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายทะลายปาล์มเปล่าสูงสุด เมื่อนำเชื้อสูตรที่ 3 มาเป็นส่วนผสมในการทดลองปุ๋ยหมักต่าง ๆ 6 ชุดการ ทดลอง ที่มีระบบการหมักแบบพลิกกลับกองเป็นระยะเวลา 60 วันจากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพบว่า ปุ๋ยหมักชุดที่ 6 มี ไนโตรเจนทั้งหมดสูงที่สุด คือ 8.36% รองลงมาคือปุ๋ยหมักชุดที่ 5 คือ 6.50% ปุ๋ยหมักชุดที่ 6 มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงที่สุด เท่ากับ 0.86% รองลงมาคือปุ๋ยหมักชุดที่ 5 ที่มีค่าเท่ากับ 0.71% โพแทสเซียมทั้งหมดพบมากที่สุดในปุ๋ยหมักชุดที่ 6 คือ 1.34% รองลงมาคือปุ๋ยหมักชุดที่ 5 คือ 1.20% โดยปุ๋ยหมักชุดที่ 6 มีโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้สูงมากทำให้มีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุด เท่ากับ 5.36 $\mu\text{S}/\text{cm}$

คำสำคัญ: จุลินทรีย์ธรรมชาติ ย่อยสลาย ของเหลือในอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน ปุ๋ยอินทรีย์

Abstract

The selection of 21 isolate microorganisms from the natural and bamboo forests by the size of clear zone bigger than 18 mm. were selected and the 3 fungal, 1 actinomycetes and 4 bacterial were found. The study under 60-70 % of moisture condition in laboratory by measuring the C/N ratio, the results showed that DE1 and DE10 isolates gave C/N ratio of 30.7 and 31.0, respectively. The condition at pH 7-8.5 was good for the growth of microorganisms and the microbial population were highest at the period of 35-49 days after incubation. The effect of mixed culture showed that Formula 3 have the most effectiveness of oil-palm bunches degradation at 60 days. In field study, the total nitrogen, potassium, electrical conductivity (EC) were evaluate. The results showed that Formula 6 and Formula 5 was found to be higher in total nitrogen as 8.36% and 6.50%, total phosphorus as 0.86% and 0.71%, potassium as 1.34% and 1.20%, respectively. Moreover, Formula 6 showed the highest electrical conductivity (EC) as 5.36 $\mu\text{S}/\text{cm}$ because of formula 6 showed highest total potassium.

Keywords: Indigenous Microorganisms, Degradation, Oil Palm Industry Waste, Organic Fertilizer

¹ นิสิตปริญญาโท สาขาวิจัยและพัฒนาการเกษตร คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

² รศ.ดร., ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

* Corresponding author: e-mail: kbcjkd@ku.ac.th Tel. 085-4704734 Fax: 075-666-086

บทนำ

การนำทะเลสาบปาล์มเปล่ามาทำปุ๋ยหมัก เป็นแนวทางหนึ่งในการเปลี่ยนวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันให้เป็นทรัพยากรที่มีประโยชน์ต่อการเกษตร โดยอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในท้องถิ่นจนกระทั่งได้เป็นปุ๋ยหมักที่มีบทบาทสำคัญต่อการปรับปรุงดิน โดยปกติเกษตรกรนิยมนำทะเลสาบปาล์มเปล่ามากองรอบ ๆ โคนปาล์มน้ำมันซึ่งสามารถช่วยควบคุมวัชพืช ป้องกันการกัดกร่อนของหน้าดินและช่วยควบคุมความชื้นของดินในสวนปาล์มน้ำมันได้ดี โดยก่อนนำไปใช้ต้องกองทะเลสาบปาล์มเปล่าทิ้งไว้ประมาณ 1 เดือนเพื่อให้เกิดกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์จากธรรมชาติก่อน [1] ซึ่งการนำมากองทิ้งไว้ทำให้เสียเวลาและเปลืองพื้นที่ นอกจากนี้ทะเลสาบปาล์มเปล่ายังมีน้ำหนักและปริมาณมากทำให้ไม่สะดวกในการขนส่งหรือเคลื่อนย้ายไปคลุมดินในสวนปาล์ม การนำทะเลสาบปาล์มเปล่ามาทำเป็นปุ๋ยหมักจึงเป็นการนำทรัพยากรกลับมาใช้ประโยชน์อีกรูปแบบหนึ่ง แต่การใช้ทะเลสาบปาล์มเปล่ากองทิ้งไว้ให้สลายเองตามธรรมชาติการย่อยสลายจะเกิดขึ้นช้าเนื่องจากโครงสร้างของทะเลสาบปาล์มเป็นวัสดุที่ย่อยยากซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ เซลลูโลส 40-50 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นเฮมิเซลลูโลส 25-35 เปอร์เซ็นต์ [2] ขณะที่ทะเลสาบปาล์มเปล่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกวันทำให้สิ้นเปลืองพื้นที่ ดังนั้นเพื่อให้ย่อยสลายได้ง่ายและสะดวกในการนำไปใช้จึงต้องมีการปรับสภาพเพื่อแยกเซลลูโลสออกจากเยื่อจับของลิกนินและขณะเดียวกันจะต้องมีการทำลายโครงสร้างทางเคมีของน้ำตาลให้น้อยที่สุด [3] โดยการปรับสภาพ เช่น การบด สับ การให้ความร้อนสูง ๆ การใช้กรด การใช้ด่าง หรือใช้วิธีทางชีวภาพ โดยใช้เอนไซม์จากเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตเอนไซม์ที่สามารถย่อยสลายและเปลี่ยนโครงสร้างที่ซับซ้อนขององค์ประกอบในทะเลสาบปาล์มน้ำมันได้ ซึ่งสารประกอบที่ย่อยสลายยากเหล่านี้จะเป็นปัจจัยที่ควบคุมอัตราการย่อยสลายที่เกิดในกระบวนการหมัก ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยจุลินทรีย์เพื่อเร่งการย่อยสลายจึงคัดเลือกจุลินทรีย์จากธรรมชาติ จากป่าไผ่ ที่มีความสามารถในการย่อยสลายเซลลูโลสเพราะจุลินทรีย์จากป่าไผ่เป็นจุลินทรีย์ที่แข็งแรงสามารถปรับตัวและทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆได้เนื่องจากรากไผ่จะปล่อยสารที่มีความหวานหรือน้ำตาลที่มีหลากหลายชนิดไปเป็นอาหารของจุลินทรีย์ [4] จึงนำจุลินทรีย์จากธรรมชาติจากป่าไผ่เข้ามาช่วยในกระบวนการหมักเพื่อย่อยสลายเซลลูโลสได้เร็วขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อแยกและคัดเลือกจุลินทรีย์จากธรรมชาติประเภทแบคทีเรีย รา และแอคติโนมัยซีตที่ย่อยสลายสารประกอบเซลลูโลส
2. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมและอิทธิพลของจุลินทรีย์เชื้อเดี่ยวและเชื้อผสมต่ออัตราการย่อยสลายสารประกอบเซลลูโลสในทะเลสาบปาล์มเปล่า
3. เพื่อศึกษาคุณลักษณะของปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้

วิธีการวิจัย

การเตรียมจุลินทรีย์จากธรรมชาติ (Indigenous Microorganisms:IMOs)

1. เก็บเชื้อจุลินทรีย์จากป่าไผ่โดยใช้ขั้วหนึ่งเป็นอาหารสำหรับล่อเชื้อจุลินทรีย์ นำจุลินทรีย์ที่เก็บได้มาผสมกับน้ำตาลทรายแดงอัตรา 1:1 เพื่อให้น้ำตาลเป็นอาหารของจุลินทรีย์และเป็นการเพิ่มปริมาณ ปิดฝาด้วยกระดาษเนื้อหยาบที่อากาศผ่านเข้าออกได้วางในที่ร่มประมาณ 5 วัน ก็จะได้หัวเชื้อจุลินทรีย์สำหรับไว้แยกเชื้อต่อไป
2. นำตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้มาเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อทำการแยกเชื้อในขั้นตอนต่อไป
- 2.1 การแยกเชื้อจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเซลลูโลสโดยวิธี Dilution plate method [5] นำตัวอย่างที่เก็บจากข้อที่ 1 จำนวน 1 กรัมเจือจางในสารละลาย NaCl 0.85 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ทำการเจือจางตัวอย่างแบบสิบเท่า (10-fold dilution) ในสารละลาย NaCl 0.85 เปอร์เซ็นต์ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่ความเจือจาง 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} ตัวอย่างละ 0.1 มิลลิลิตร เกลี่ย (spread plate) ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Carboxy methyl cellulose agar medium (CMC agar) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส 24-72 ชั่วโมง

2.2 การคัดเลือกรูปลักษณ์ที่น้อยสลายเซลล์ ทดสอบกิจกรรมการย่อยเซลล์โดยวิธี Congo red overlay method [6] โดยนำงานเพาะเชื้อจากข้อ 2.1 มาเททับด้วยสารละลาย Congo red 0.1 เปอร์เซ็นต์ ให้ท่วมอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 10 นาที เททิ้ง แล้วล้างด้วย สารละลาย NaCl , 1 M สังเกตวงใส (Clear Zone) ที่เกิดขึ้นรอบ ๆ โคลนของเชื้อว่าขนาดวงใสโดยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ คัดเลือกโคลนเชื้อแบคทีเรียที่มีขนาดวงใสกว้างกว่าโคลนอื่น แสดงว่ามีแนวโน้มที่จะมีประสิทธิภาพสูงในการย่อยเซลล์ มาทำ streak plate ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อตามชนิดของเชื้อได้แก่ Trypticase soy agar (TSA) สำหรับแบคทีเรีย Potato Dextrose agar (PDA) สำหรับเชื้อราและ Starch casein agar (SCA) สำหรับเชื้อแอคติโนมัยซิสโดยเติม Carboxymethyl cellulose 1.0 เปอร์เซ็นต์ เป็นแหล่งคาร์บอน บ่มที่ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมงทำให้เชื้อบริสุทธิ์โดยการ re-streak plate เก็บเชื้อจุลินทรีย์บริสุทธิ์ไว้ในอาหารเลี้ยงเชื้อ บ่มที่ 45 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง เมื่อเจริญเต็มที่แล้วจึงเก็บเชื้อจุลินทรีย์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สำหรับใช้เป็นต้นตอของเชื้อเพื่อทดสอบในขั้นตอนต่อไป

3.ศึกษาอัตราการย่อยสลายทะเลสาบปลาในท้องปฏิบัติการโดยใช้เชื้อชนิดเดียว (Single culture) และเชื้อชนิดผสม (mixed culture) นำจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้จากข้อที่ 2.2 และจุลินทรีย์ย่อยสลายเซลล์ที่มีการศึกษามาแล้วพวกเชื้อรา แอคติโนมัยซิส แบคทีเรีย นำมาศึกษาอัตราการย่อยสลายทะเลสาบปลาโดยใช้จุลินทรีย์บริสุทธิ์แต่ละชนิดมาเป็นกล่าเชื้อ

3.1 เชื้อเดี่ยว (Single culture) การเตรียมเชื้อ นำเชื้อแบคทีเรีย รา และแอคติโนมัยซิส ที่เก็บใน slant agar มาเชื้อใส่ในอาหาร TSA, PDA และ SCA ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ตามลำดับ นำไปบ่มที่ 45 องศาเซลเซียส จากนั้นนำอาหารเลี้ยงเชื้อมาปั่นเหวี่ยงเพื่อแยกเซลล์จุลินทรีย์ให้ตกตะกอนด้วยความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที ภายใต้อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที นำของเหลวออกทิ้ง ล้างเซลล์ด้วยสารละลาย Phosphate buffer 0.2 M, pH 6.0 จำนวน 10 มิลลิลิตร เช้า 2 ครั้ง แล้วจึงเติมสารละลาย Phosphate buffer ลงไป ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ใช้เป็นกล่าเชื้อซึ่งเตรียมกล่าเชื้อที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 10^6 CFU/g เพื่อใช้เป็นกล่าเชื้อสำหรับศึกษาการย่อยสลายทะเลสาบปลาในท้องปฏิบัติการโดยศึกษาเป็นระยะเวลา 56 วัน

3.2 เชื้อผสม (Mixed culture) นำเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายทะเลสาบปลาการศึกษาในเชื้อเดี่ยวมาผสมกัน โดยใช้เชื้อแต่ละชนิดในปริมาณที่เท่ากันคือความเข้มข้นเริ่มต้น 10^6 CFU/g การเตรียมเชื้อและวิธีการศึกษาเช่นเดียวกับข้อ 3.1 เก็บตัวอย่างทะเลสาบปลามาวิเคราะห์หาค่าต่าง ๆ ทุก ๆ 7 วัน เป็นเวลา 6 สัปดาห์ นำตัวอย่างมาวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ได้แก่ วิเคราะห์ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ประเมินปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ แบคทีเรีย รา และแอคติโนมัยซิส วัดระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH), การหาความชื้น (โดยน้ำหนัก)

4. ศึกษาผลของเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้ต่ออัตราการย่อยสลายเพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์

โดยใช้ ทะเลสาบปลา : ขี้เค้ก : ถ่านชีวภาพ หัวเชื้อจุลินทรีย์ เป็นวัสดุสำหรับหมัก 6 ชุดการทดลอง การทดลองละ 3 ซ้ำ เทหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่เตรียมไว้ ปริมาณเชื้อตามชุดการทดลอง ผสมให้เข้ากันปรับขนาดกองหมักประมาณ $1.2 \times 2.0 \times 0.8$ ลูกบาศก์เมตร รักษาความชื้นของกองหมักให้อยู่ในช่วง 60-80 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก) ใช้พลาสติกสีดำคลุมกองหมักและกลับกองทุก ๆ 15 วัน เมื่อครบ 60 วัน นำไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลัก คือ Total Nitrogen Total Phosphorus Total Potassium

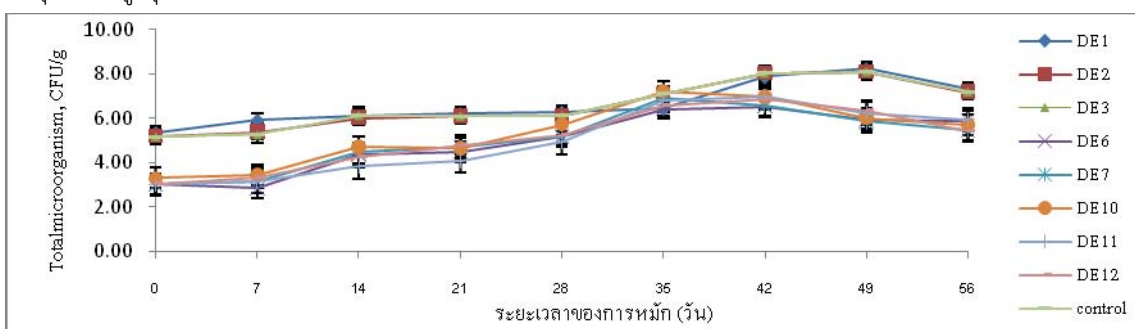
แผนการทดลอง ศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการหมักด้วยจุลินทรีย์ธรรมชาติ(IMOs) กลุ่มควบคุมคือการไม่ใส่สารเสริมใด ๆ ด้วยแผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยแบ่งกลุ่ม ทรีตเมนต์ที่ศึกษาเป็น 6 ดำหรับ ๆ ละ 3 ซ้ำ ซึ่งกำหนดให้วัสดุหมัก 1 ดำหรับ เป็น 1 หน่วยทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ทรีตเมนต์ โดย Duncan's New Multiple Range Test [7]

ผลการวิจัย

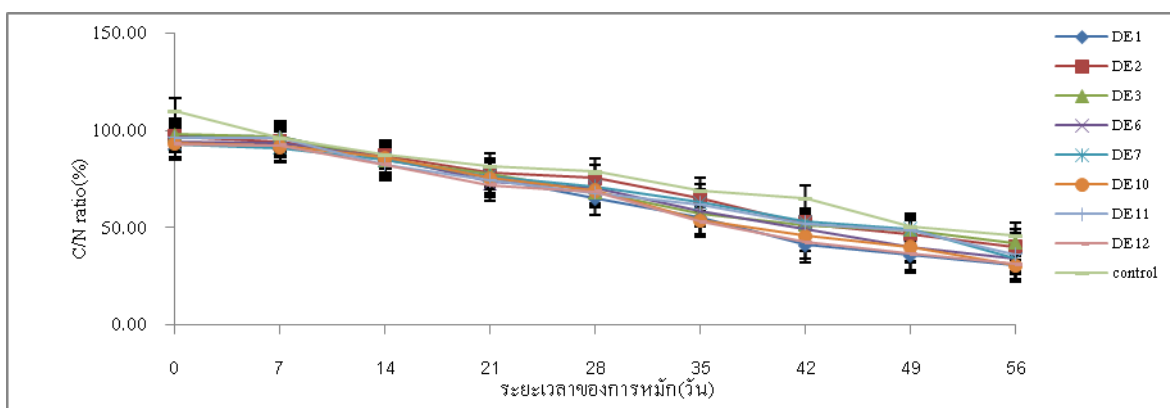
จากการทดลองสามารถแยกเชื้อจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเซลลูโลส ได้ทั้งหมดจำนวน 21 ไอโซเลต เป็นเชื้อรา จำนวน 5 ไอโซเลต แอคติโนไมซีต จำนวน 4 ไอโซเลต และแบคทีเรียจำนวน 12 ไอโซเลตวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใส(clear Zone) ต่อโคโลนีของจุลินทรีย์ คัดเลือกโคโลนีที่มีขนาดวงใสกว้าง 18 mm. ขึ้นไป จำนวน 8 ไอโซเลตได้แก่เชื้อราไอโซเลต DE1, DE2, DE3 เชื้อแอคติโนไมซีตไอโซเลต DE6 และแบคทีเรียไอโซเลต DE7, DE10, DE11, DE12 นำตัวอย่างมาวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ได้แก่ ประเมินปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ วิเคราะห์ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) วัดระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) และการหาความชื้น (โดยน้ำหนัก) ดังนี้

จากการทดลองประเมินปริมาณจุลินทรีย์ (Total microorganism, CFU/g) จากการศึกษ้อัตราการย่อยสลายทะเลลายปาล์มเปล่าในห้องปฏิบัติการโดยใช้เชื้อเดี่ยวที่สภาวะ 45 องศาเซลเซียสเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (control) ที่ไม่มีการเติมเชื้อจุลินทรีย์พบจำนวนจุลินทรีย์สูงสุดที่ระยะการเพาะ 35-49 วัน (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 แสดงปริมาณจุลินทรีย์ (Total microorganism, CFU/g) จากการศึกษ้อัตราการย่อยสลายทะเลลายปาล์มเปล่าในห้องปฏิบัติการโดยใช้เชื้อเดี่ยวที่สภาวะ 45 องศาเซลเซียสเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (control) ที่ไม่มีการเติมเชื้อจุลินทรีย์

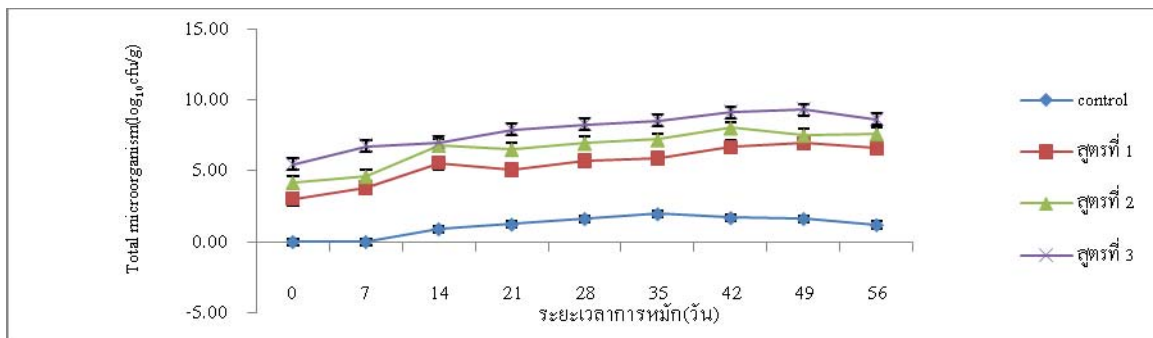
จากการทดลองหาค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจน C/N ratio (%) จากการศึกษ้อัตราการย่อยสลายทะเลลายปาล์มเปล่าในห้องปฏิบัติการโดยใช้เชื้อเดี่ยวที่สภาวะ 45 องศาเซลเซียสเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (control) ที่ไม่มีการเติมเชื้อจุลินทรีย์พบคาร์บอนต่อไนโตรเจน มีค่าลดลงอยู่ในช่วง 31:1-46:1 ในวันที่ 49-56 แสดงว่ากระบวนการหมักเริ่มเสร็จสิ้น



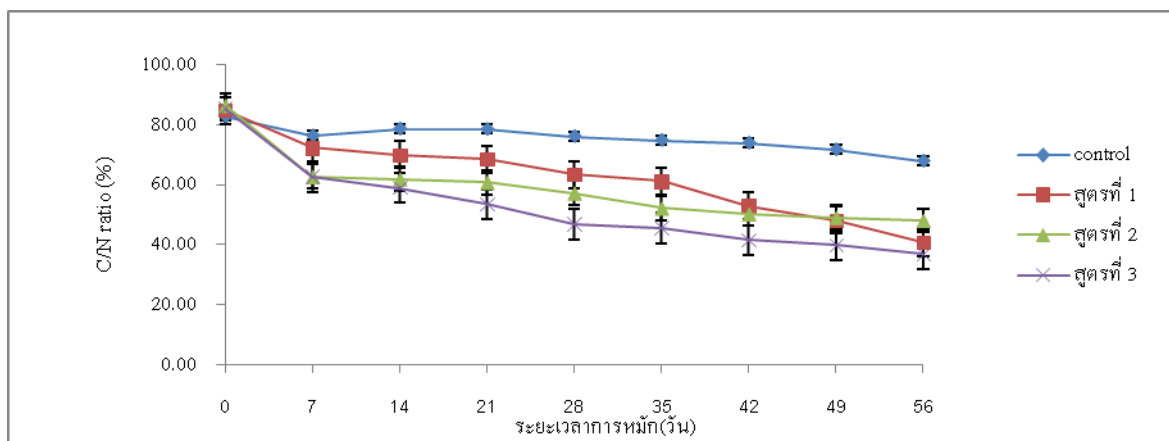
ภาพที่ 2 แสดงค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจน C/N ratio (%) จากการศึกษ้อัตราการย่อยสลายทะเลลายปาล์มเปล่าในห้องปฏิบัติการโดยใช้เชื้อเดี่ยวที่สภาวะ 45 องศาเซลเซียสเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (control) ที่ไม่มีการเติมเชื้อจุลินทรีย์

การทดลองเชื้อผสม (Mixed culture) นำเชื้อจุลินทรีย์จากการทดลองเชื้อเดี่ยวมาทำเป็น 3 สูตร คือ สูตรที่ 1 คือ DE1, DE6, DE12 สูตรที่ 2 คือ DE1, DE2, DE6, DE7, DE10, DE12 สูตรที่ 3 เติมเชื้อเดี่ยวทั้ง 8 ไอโซเลทที่คัดเลือกได้ และไม่เติมเชื้อ (Control) นำตัวอย่างมาวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ได้แก่ วิเคราะห์ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ประเมินปริมาณเชื้อจุลินทรีย์วัดระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) การหาความชื้น (โดยน้ำหนัก)

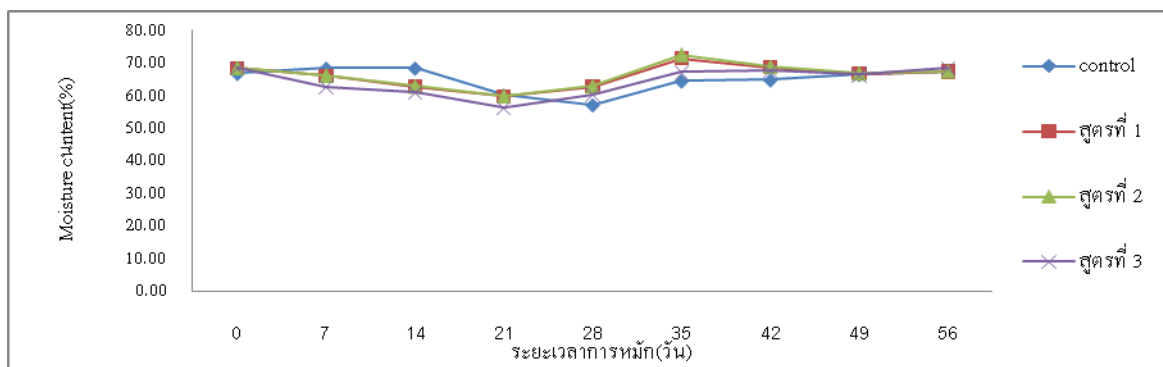
จากการทดลองประเมินปริมาณจุลินทรีย์ (Total microorganism, CFU/g) จากการศึกษาอัตราการย่อยสลายทะเลลายปาล์มเปล่าในห้องปฏิบัติการโดยใช้เชื้อผสมที่สภาวะ 45 องศาเซลเซียสเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (control) ที่ไม่มีการเติมเชื้อจุลินทรีย์ พบจำนวนจุลินทรีย์สูงสุดที่ระยะการเพาะ 35-49 วัน (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 แสดงผลปริมาณจุลินทรีย์ (Total microorganism, CFU/g) จากการศึกษาอัตราการย่อยสลายทะเลลายปาล์มเปล่าในห้องปฏิบัติการโดยใช้เชื้อผสมที่สภาวะ 45 องศาเซลเซียสเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (control) ที่ไม่มีการเติมเชื้อจุลินทรีย์



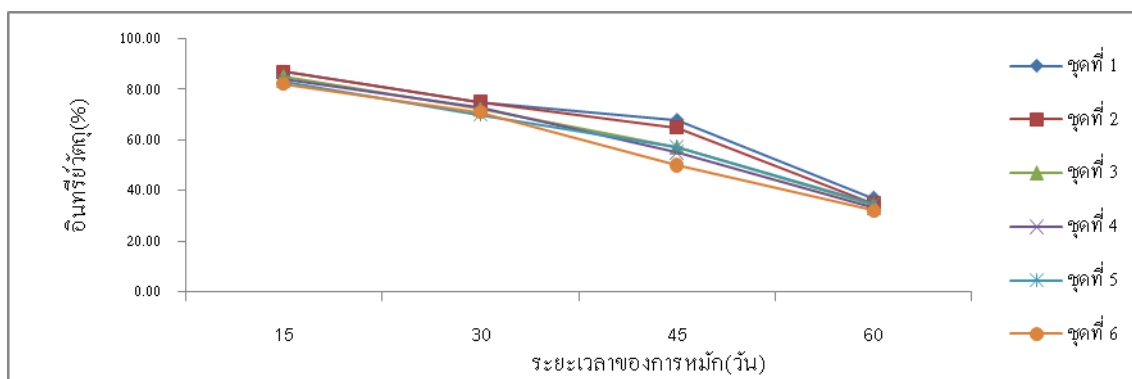
ภาพที่ 4 แสดงค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจน(C/N ratio) จากการศึกษาอัตราการย่อยสลายทะเลลายปาล์มเปล่าในห้องปฏิบัติการโดยใช้เชื้อผสมที่สภาวะ 45 องศาเซลเซียสเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (control) ที่ไม่มีการเติมเชื้อจุลินทรีย์



ภาพที่ 5 แสดงค่าความชื้น(Moisture content (%)) จากการศึกษาอัตราการย่อยสลายทะลายปาล์มเปล่าในห้องปฏิบัติการ โดยใช้เชื้อชนิดผสมที่สภาวะ 45 องศาเซลเซียสเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (control) ที่ไม่มีการเติมเชื้อจุลินทรีย์

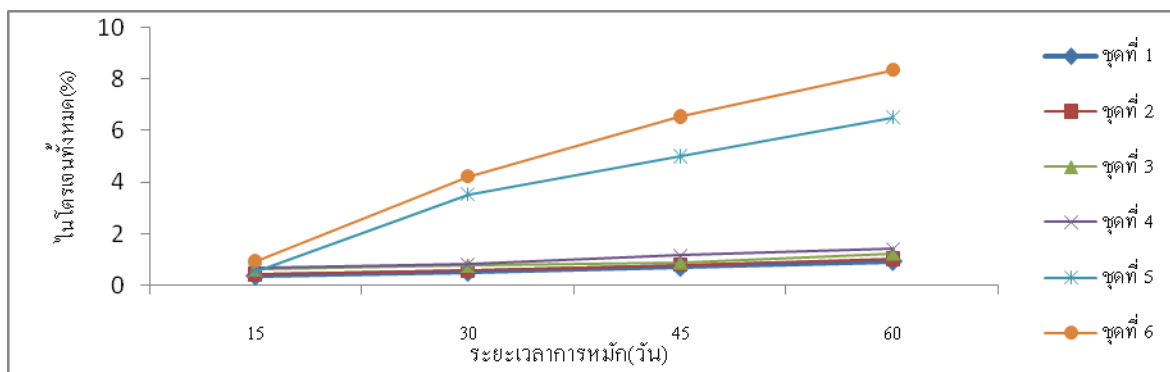
การศึกษาผลของเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้ต่ออัตราการย่อยสลายเพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์

จากการศึกษาผลของเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้ต่ออัตราการย่อยสลายเพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในช่วงแรก ๆ ปุ๋ยหมักชุดที่ 1 และ 2 มีอินทรีย์วัตถุสูงกว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่น ๆ ส่วนปุ๋ยหมัก ชุดที่ 3, 4, 5 และชุดที่ 6 มีค่าใกล้เคียงกันพอ ๆ กันเมื่อระยะเวลา การหมักผ่านไป 60 วัน ปุ๋ยหมักชุดที่ 1 มีค่ามากที่สุดคือ 37 % ชุดที่ 2, 3, 4 และชุดที่ 5 มีค่าใกล้เคียงกันคือ 35.00, 34.00, 33.00 และ 35.00 % ตามลำดับและชุดที่ 6 มีค่าน้อยสุดคือ 32.00% สาเหตุที่ปุ๋ยหมักชุดที่ 6 มีอินทรีย์วัตถุน้อยกว่าปุ๋ยหมัก ชนิดอื่น ๆ อาจเนื่องมาจากวัสดุที่เป็นส่วนผสมและการเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ในการหมักไม่เหมือนกัน ทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลาย ต่างกัน (ภาพที่ 6)



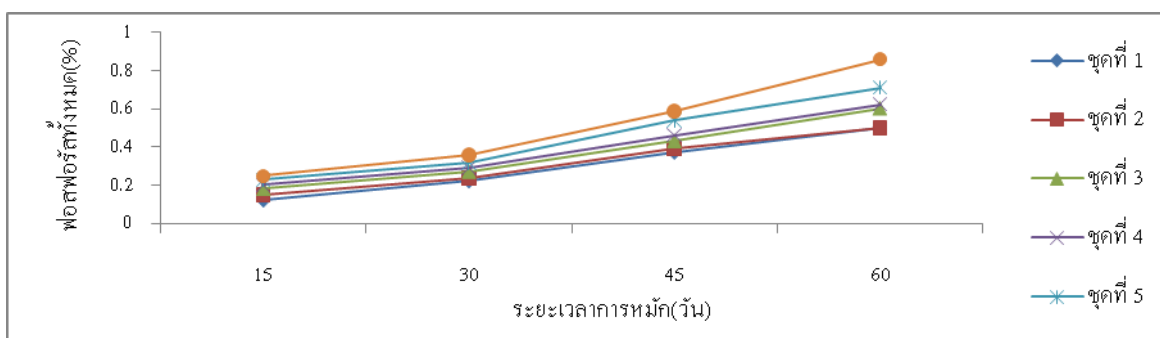
ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุของปุ๋ยหมักปุ๋ยหมัก ชุดที่ 1, 2, 3, 4, 5 และชุดที่ 6 ตามระยะเวลาการหมัก 60 วัน

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของปุ๋ยหมักชุดที่ 1,2,3,4,5 และ 6 มีค่าเพิ่มขึ้นแต่ ปุ๋ยหมักชุดที่ 6 มีค่าสูงกว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่น ๆ สาเหตุที่ไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากอินทรีย์สารถูกย่อยสลายและสูญเสียคาร์บอนไปในรูปแบบของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้น้ำหนักของปุ๋ยหมักลดลงซึ่งคาร์บอนจะมีการสูญเสียในสัดส่วนที่สูงกว่าไนโตรเจนทำให้ไนโตรเจนทั้งหมดต่อหน่วยน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นนอกจากนี้ยังมีรายงานว่าไนโตรเจนทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากการตรึงไนโตรเจนโดยจุลินทรีย์ที่อยู่อย่างอิสระในกองปุ๋ยหมัก [8] เมื่อพิจารณาไนโตรเจนทั้งหมดของปุ๋ยหมักแต่ละชนิดพบว่าปุ๋ยหมักชุดที่ 6 มีไนโตรเจนทั้งหมดสูงที่สุดรองลงมาปุ๋ยหมักชุดที่ 5 มีค่า 8.36 และ 6.50 ตามลำดับ ส่วนปุ๋ยหมักชุดที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าใกล้เคียงกันสาเหตุที่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีไนโตรเจนทั้งหมดน้อยแตกต่างกันอาจเนื่องมาจากวัสดุหมักแต่ละชนิดมีไนโตรเจนทั้งหมดและอินทรีย์คาร์บอนแตกต่างกัน (ภาพที่ 7)



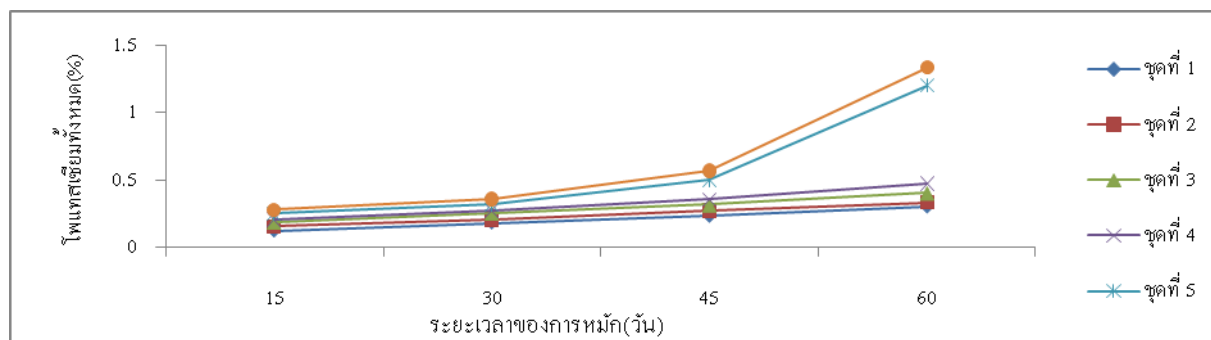
ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมดของปุ๋ยหมักชุดที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ตามระยะเวลาของการหมัก 60 วัน

ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดจากการทดลองพบว่าปุ๋ยหมักชุดที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 มีฟอสฟอรัสทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอเป็นไปในรูปแบบคล้ายคลึงกันแต่ปุ๋ยหมักชุดที่ 6 มีค่าเพิ่มขึ้นสูงกว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่น ๆ อย่างชัดเจนสาเหตุที่ฟอสฟอรัสทั้งหมดเพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากอินทรีย์สารถูกย่อยสลายและมีการสูญเสียคาร์บอนในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้น้ำหนักของปุ๋ยหมักลดลง ขณะที่ฟอสฟอรัสไม่มีการสูญเสียโดยการระเหยแต่สูญเสียโดยการชะล้างเล็กน้อยเนื่องจากฟอสเฟตจะตกตะกอนเป็นของแข็งที่ละลายน้ำได้ยากทำให้ฟอสฟอรัสทั้งหมดต่อหน่วยน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นเมื่อหมักไปได้ระยะหนึ่งเมื่อพิจารณาฟอสฟอรัสทั้งหมดของปุ๋ยหมักแต่ละชนิดพบว่าปุ๋ยหมักชุดที่ 6 มีค่าสูงที่สุดรองลงมาคือปุ๋ยหมักชุดที่ 5 ส่วนปุ๋ยหมักชุดที่ 3 และ 4 มีค่าใกล้เคียงกัน ขณะที่ปุ๋ยหมักชุดที่ 1 และ 2 มีค่าน้อยสุดเท่ากัน ที่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีฟอสฟอรัสทั้งหมดมากน้อยแตกต่างกันอาจเนื่องมาจากวัสดุหมักแต่ละชนิดมีฟอสฟอรัสทั้งหมดและอินทรีย์คาร์บอนแตกต่างกัน (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสทั้งหมดของปุ๋ยหมักชุดที่ 1, 2, 3, 4, 5 และชุดที่ 6 ตามระยะเวลาของการหมัก 60 วัน

ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด จากผลการทดลองพบว่าปุ๋ยหมักชุดที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยสาเหตุที่โพแทสเซียมทั้งหมดเพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากอินทรีย์สารถูกย่อยสลายและมีการสูญเสียคาร์บอนในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้น้ำหนักของปุ๋ยหมักลดลงและถ้าเพิ่มขึ้นขณะที่โพแทสเซียมไม่มีการสูญเสียโดยการระเหยแต่จะมีการสูญเสียโดยการชะล้างทำให้โพแทสเซียมทั้งหมดต่อหน่วยน้ำหนักแห้งเพิ่มมากขึ้นพบว่าปุ๋ยหมักชุดที่ 6 มีค่าสูงที่สุดรองลงมาปุ๋ยหมักชุดที่ 5 ส่วนปุ๋ยหมักชุดที่ 1, 2, 3 และชุดที่ 4 มีค่าลดหลั่นกันตามลำดับขณะที่ปุ๋ยหมักชุดที่ 1 มีค่าต่ำที่สุดสาเหตุที่ปุ๋ยหมักแต่ละชนิดมีโพแทสเซียมทั้งหมดมากน้อยแตกต่างกันอาจเนื่องมาจากวัสดุหมักแต่ละชนิดมีโพแทสเซียมทั้งหมดและอินทรีย์คาร์บอนแตกต่างกัน (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมทั้งหมดของปุ๋ยหมักชุดที่ 1, 2, 3, 4, 5 และชุดที่ 6 ตามระยะเวลาของการหมัก 60 วัน

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาเพื่อคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลาย เซลลูโลส จากป่าธรรมชาติและป่าไม้จำนวน 21 ชนิด โดยคัดไฮโซเลตที่มีวงใสกว้าง 18 มม. ขึ้นไป ได้ เชื้อรา 3 ไฮโซเลต แอคติโนไมซี 2 ไฮโซเลต และเชื้อแบคทีเรีย 3 ไฮโซเลต ศึกษาอัตราการย่อยสลายทะลายปาล์มเปล่าในสภาพห้องปฏิบัติการโดยใช้เชื้อเดี่ยว ที่ความชื้น 60-70% โดยวัดอัตราส่วนของคาร์บอนกับไนโตรเจน มีค่า 30.7, 31.0 จากไฮโซเลต DE1 และ DE10 ตามลำดับ ในการเพาะเชื้อนั้นพบว่าระดับความเป็นกรดต่างที่ 7-8.5 เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และพบจำนวนจุลินทรีย์สูงสุดที่ระยะการเพาะ 35-49 วัน สำหรับผลการทดลองเชื้อชนิดผสม จำนวน 3 สูตรพบว่าสูตรที่ 3 มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายทะลายปาล์มเปล่าสูงสุด เมื่อนำเชื้อสูตรที่ 3 มาเป็นส่วนผสมในการทดลองปุ๋ยหมักต่าง ๆ 6 ชุดการทดลอง ที่มีระบบการหมักแบบพลิกกลับกองเป็นระยะเวลา 60 วันจากการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุทำให้ทราบว่าปุ๋ยหมักชุดที่ 1 มีค่ามากที่สุดคือ 37 % ชุดที่ 2, 3, 4 และชุดที่ 5 มีค่าใกล้เคียงกันคือ 35.00, 34.00, 33.00 และ 35.00% ตามลำดับและชุดที่ 6 มีค่าน้อยสุดคือ 32.00% สาเหตุที่ปุ๋ยหมักชุดที่ 6 มีอินทรีย์วัตถุน้อยกว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่น ๆ อาจเนื่องมาจากวัสดุที่เป็นส่วนผสมและการเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ในการหมักไม่เหมือนกัน ทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลายต่างกันปริมาณธาตุอาหารหลักปุ๋ยหมักชุดที่ 6 มีไนโตรเจนทั้งหมดสูงที่สุด คือ 8.36% รองลงมาคือปุ๋ยหมักชุดที่ 5 คือ 6.50% ปุ๋ยหมักชุดที่ 6 มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากับ 0.86% รองลงมาคือปุ๋ยหมักชุดที่ 5 ที่มีค่าเท่ากับ 0.71% โพแทสเซียมทั้งหมดพบมากที่สุดในปุ๋ยหมักชุดที่ 6 คือ 1.34% รองลงมาคือปุ๋ยหมักชุดที่ 5 คือ 1.20% ค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยหมัก โดยปุ๋ยหมักชุดที่ 6 มีโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้สูงมากทำให้มีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุด เท่ากับ 5.36 $\mu\text{S}/\text{cm}$

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินสนับสนุนจากโครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ร่วมกับบริษัทเกษตรสิทธิ์ จำกัด (พ.ศ.2556)

เอกสารอ้างอิง

- [1]Yusri, A., A. Mat Rasol, O. Mohammed, H. Azizah, T. Kume and S. Hashimoto. (1995). Biodegradation of oil palm empty fruit bunch into compost by composite micro-organisms. Paper presented at the EU-ASEAN Conf. Combustion of Solids and Treated Product.
- [2]Ratnasingam, J. and T. McNulty. (2009). **The design and development of educational furniture from oil palm biomass**. IFRG Report No. 4/09. Kuala Lumpur.
- [3]Mielenz JR. (2001). Ethanol production from biomass: technology and commercialization status. **Curr Opin Microbiol.** 324.
- [4]อานัฐ ตันโช. (2549). **เกษตรธรรมชาติประยุกต์**. ปทุมธานี : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- [5]Johnson L.F. and Curl, E.A. (1972). **Methods for Research on the Ecology of Soil Born lant Pathogens**. Bargess, Minneapolis. 247.
- [6]Ruijsenaars, H. J. and Hartmans, S. (2001). Plate screening methods for the detection of polysaccharase-producing microorganisms, **Applied Microbiology and Biotechnology**. 149.
- [7]Steel, G. D. and Torrie, J. H. (1981). **Principles and Procedures of Statistics** (2nd edition). McGrawHill Book Company. Inc. N. Y. xxi – 633pp.
- [8]Zorpas, A.A., Arapoglou, D. and Panagiotis, K.(2003). Wastepaper and clinoptilolite as a bulking materialwith (dewatered anaerobically stabilized primary sewage sludge(DASPSS)for compost production. **Waste Manage.** 35.