การพัฒนาต้นแบบเครื่องผสมปุ๋ยหมักชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรด้วยระบบถังปิดเติมอากาศแบบถังหมุน

The Development of a Prototype Aeration Tank off Rotation for Organic Bio Compost Production from Agricultural Residues

ศรันย์ วิเชียรศาสตร์*[1] และ สุดาพร ตังควนิช**[2]

[1]สาขาวิทยาศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

[2]สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

E-mail: tangkawa@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องต้นแบบผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรด้วยระบบถังปิดเติมอากาศแบบถังหมุน เพื่อพัฒนาการผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรด้วยระบบถังปิดเติมอากาศแบบถังหมุน ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องผสมปุ๋ยหมักชีวภาพด้วยระบบถังปิดเติมอากาศแบบถังหมุน และยังไม่มีการศึกษาการผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพจากกากมันสำปะหลังในถังหมุนมาก่อน จึงทำการทดสอบประสิทธิภาพของถังหมักปุ๋ยเบื้องต้นพบว่ากระบวนการทำงานของถังหมุนตามแผนงานที่กำหนดไว้ไม่มีความสัมพันธ์กับลักษณะทางกายภาพของปุ๋ยภายในถังหมุน และนอกจากนี้ยังพบว่าการควบคุมระดับความชื้นภายในถังหมุนยังทำให้เกิดสภาพการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนที่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นขึ้น ความถี่ในการหมุนคงที่คือหมุน 30 นาทีและหยุด 2 ชั่วโมง ใช้เวลาเก็บกักภายในถังหมุน 15 วัน จากนั้นได้แบ่งการทดลองออกเป็น 4 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 (4:3:2) สูตรที่ 2 (3:3:3) สูตรที่ 3 (2:3:4) และสูตรที่ 4 (1:3:5) พบว่าปุ๋ยหมักชีวภาพสูตรที่ 2 ในอัตราส่วนกากมันสำปะหลังต่อมูลโคและใบไม้แห้ง ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดคือ 3:3:3 โดยปริมาตร เมื่อนำปุ๋ยหมักชีวภาพไปวิเคราะห์ พบว่า มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ย 1.03%, ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 0.74%, โพแทสเซียมที่สกัดได้ 2.34%, ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) 6.54, ความเค็ม (EC) 5.55 เดซิซีเมน/เมตร, ความชื้น 19.33%, ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของปุ๋ย (CEC) 150 cmol/kg และปริมาณอินทรียวัตถุในปุ๋ย (OM) 34.80% ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ที่กรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 กำหนด แต่ปุ๋ยสูตรของผู้ประกอบการมีปริมาณอินทรียวัตถุในปุ๋ย (OM) 19.10% ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของปุ๋ย (CEC) 83.0 c mol/kg ซึ่งต่ำกว่าสูตรที่ 2 จึงเลือกสูตรที่ 2 เป็นสูตรในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดต้นทุนต่ำจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อถ่ายทอดให้แก่ผู้ประกอบการ

คำสำคัญ: ระบบถังปิดเติมอากาศแบบถังหมุน ปุ๋ยหมักชีวภาพ กากมันสำปะหลัง

Abstract

This research aimed to create and develop a prototype bio-fertilizer production from agricultural residues with aeration tank off a rotating drum. Performance testing of bio-compost aeration tank off a rotating drum was studied in this work. Results of performance of bio-fertilizer from cassava show that the composting processes no relationship to the physical characteristics of the bio-fertilizer inside the tank. It is also found that control the humidity level inside the tank also causes the degradation of non-oxygen. The rotation frequency is constant rotation for 30 min and stopped 2 hours, the retention time for 15 days. Bio-fertilizer was divided into 4 formulas, including formula 1 (4:3:2) formula 2 (3:3:3) formula 3

(2:3:4) and formula 4 (1:3:5). The result of formula 2 in the ratio of cassava:cow dung:dry leaves (3:3:3) by volume shows the quantity of nitrogen in fertilizers 1.03%, the amount of phosphorus 0.74%, potassium extracted was 2.34%, the acid-base (pH) 6.54, salinity (EC) 5.55 dS.cement/m, moisture, 19.33%, the ability to exchange cations of fertilizer (CEC) 150 cmol/kg and the amount of organic matter in manure (OM) 34.80%. All parameters pass the standard level of the Department of Agriculture (2548), but commercial fertilizer shows the organic matter content in manure (OM) 19.10%, which is lower than the standard. The ability to cations exchange of commercial fertilizer is 83.0 c.mol/kg, which is lower than the formula 2. Therefore, bio-fertilizer formula 2 is formulated to produce low-cost organic fertilizer pellets from agricultural waste to convey to the operators.

Keywords: Aeration Tank off Rotation, Organic Bio Compost, Cassava Pulp

บทนำ

สินค้าทางการเกษตรถือว่าเป็นสินค้าหลักในการส่งออกของประเทศ ซึ่งการผลิตพืชมีความจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเพื่อเร่งการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิต ปัจจุบันเกษตรกรได้ใช้ปุ๋ยเคมีเป็นจำนวนมาก จากสถิติการนำเข้าปุ๋ยเคมีในรอบ 10 ปี ที่ผ่านมาสูงถึงปีละ 5–6 ล้านตัน หรือ คิดเป็นมูลค่าปีละ 70-80 ล้านบาท (ฝ่ายปุ๋ยเคมี สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, 2555) และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มปริมาณการนำเข้าสูงขึ้นเรื่อยๆ และปัญหาดังกล่าวกำลังขยายไปสู่สังคมในวงกว้าง ซึ่งการพัฒนาเกษตรกรรมที่ใช้สารเคมีเป็นการมุ่งเน้นการพัฒนาเศรษฐกิจเพื่อการแข่งขันเป็นหลัก โดยมิได้คำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อผู้บริโภค สังคมและสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้การใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชและศัตรูพืชยังก่อให้เกิดสารพิษปนเปื้อนและตกค้างในสิ่งแวดล้อม ดังนั้นหากมีการปรับเปลี่ยนระบบจากการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีมาเป็นการพึ่งพาตนเองโดยการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และสารอินทรีย์ เพื่อใช้ในการเกษตรและใช้เองภายในครัวเรือน จะเป็นการลดรายจ่าย เพิ่มรายได้ รักษาสิ่งแวดล้อม และทำให้ชีวิตความเป็นอยู่ของเกษตรกรดีขึ้น สามารถพึ่งพาตนเองได้

จากสภาพปัญหาเรื่องของวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยที่มีราคาแพงขึ้นในท้องตลาด และปัญหาของแรงงานในการกลับกองปุ๋ยหมักทุกๆ วันและนับวันจะสูงและหายากมากขึ้น จึงมีนักวิจัยพยายามคิดค้นเครื่องผลิตปุ๋ยอินทรีย์ในรูปแบบต่างๆ เช่น งานวิจัยผลิตเครื่องผสมปุ๋ยหมักแบบถังหมุนของ ศุภกิตต์ และคณะ (2553) และงานวิจัยศึกษาการผลิตปุ๋ยหมักจากเศษอาหารด้วยถังปฏิกิริยาระบบถังปิดเติมอากาศแบบถังหมุน ของ Smith และคณะ (2006) นอกจากนั้นยังพบว่า มีงานวิจัยการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ (ลดาวัลย์ วัฒนะจีระ, 2546; ธันวดี ศรีธาวิรัตน์, 2547) ยังไม่พบรายงานการใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้จากกากมันสำปะหลังในรูปแบบการผลิตภัณฑ์ปุ๋ยหมักชีวภาพ

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเนื่องจากต้องการที่จะลดกลิ่นหลังการหมัก ลดระยะเวลาในกระบวนการหมัก ประหยัดแรงงาน และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะทำให้เกษตรกรสามารถผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพได้ง่ายขึ้น และเวลาในการทำปุ๋ยหมักชีวภาพ จึงได้ออกแบบเครื่องผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพจากกากมันสำปะหลังด้วยระบบถังปิดเติมอากาศแบบถังหมุนขึ้น

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อสร้างเครื่องต้นแบบผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรด้วยระบบถังปิดเติมอากาศแบบถังหมุน

2. เพื่อพัฒนาการผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรด้วยระบบถังปิดเติมอากาศแบบถังหมุน

3. ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องผสมปุ๋ยหมักชีวภาพด้วยระบบถังปิดเติมอากาศแบบถังหมุน

ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยและพัฒนาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยการผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพ ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเกษตรอินทรีย์ไร้สารบ้านบัวเทียม ตำบลกลาง อำเภอเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี โดยใช้วัตถุดิบหลักคือ กากมันสำปะหลัง มูลโค และใบไม้แห้ง ด้วยเครื่องผสมปุ๋ยหมักชีวภาพที่ทำมาจากถังน้ำมัน 200 ลิตร มีฝาปิด-เปิดและล็อกได้ในแนวนอน ภายในมีใบกวนปุ๋ย กระบวนการผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพเป็นเวลา 15 วัน จุลินทรีย์ที่ใช้ได้มาจากหัวเชื้อ EM ของกรมพัฒนาที่ดิน ในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องผสมปุ๋ยหมักชีวภาพที่ผลิตขึ้น โดยวิเคราะห์ค่าความชื้น อุณหภูมิ และลักษณะโครงสร้างทางกายภาพของปุ๋ยหมักชีวภาพที่ผลิตขึ้น วิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยที่ผลิตขึ้นโดยวิเคราะห์ดังนี้ 1) ความชื้น 2) อินทรียวัตถุ 3) ค่า pH 4) อัตราส่วน C/N 5) ค่าการนำไฟฟ้า และ 6) ธาตุอาหารหลัก

วิธีดำเนินการวิจัย

สร้างเครื่องต้นแบบผสมปุ๋ยหมักชีวภาพ ซึ่งลักษณะของตัวเครื่องทำมาจากถังทรงกระบอก ขนาด 200 ลิตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 56 เซนติเมตร ยาว 89 เซนติเมตร โดยติดตั้งแกนหมุนสำหรับหมุนกลับปุ๋ยหมักชีวภาพภายในถัง ตรงกลางจะมีแกนหมุนตามแนวนอนและเป็นคานรับน้ำหนักตัวถังและวัสดุผสมปุ๋ย ซึ่งต่อกับเฟืองพ่วงกับเครื่องทดเกียร์ที่ต่อกับโม่เล่ไปยังมอเตอร์ขนาด 1/4 แรงม้า เป็นแหล่งกำเนิดแรง จะทำให้ถังหมุนตามแกน ซึ่งจะหมุนรอบแกนด้วยความเร็ว 8 รอบต่อนาที และภายในถังผสมปุ๋ยติดตั้งใบกวนปุ๋ยด้านล่างของตัวถังหมักทำเป็นฐานขาตั้งสามารถบรรจุวัตถุดิบหมักได้สูงสุด 150-200 ลิตร มีฝาที่สามารถปิด-เปิดได้ติดกับตัวถัง เพื่อนำปุ๋ยที่เสร็จแล้วออกจากถัง และยังทำฝาเปิดด้านบนเพื่อใส่วัตถุดิบและสามารถล็อกได้เช่นกัน ส่วนก้นถังและฝาได้เจาะรูเพื่อช่วยระบายอากาศเข้า-ออก เมื่อได้ถังหมักแล้วจึงเริ่มทดสอบประสิทธิภาพของถังผลิตปุ๋ยหมักโดยนำกากมันสำปะหลัง มูลโค และใบไม้แห้งที่เตรียมไว้ใส่ลงในถัง แล้วทำการทดสอบประสิทธิภาพของถังและหาเวลาในการหมุนที่เหมาะสม โดยการหมุนแล้วหยุดตามตารางที่ 1 โดยจะควบคุมความชื้นให้อยู่ในช่วงร้อยละ 45-55 และอุณหภูมิภายในถังด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิ จนกระทั่งครบ 15 วัน ปุ๋ยหมักที่ได้จะเป็นสีน้ำตาลเข้ม มีน้ำหนักเบา อ่อนนุ่ม และไม่มีกลิ่น แล้วนำไปพักในที่ร่มให้แห้งเพื่อให้จุลินทรีย์สงบ จากนั้นเก็บตัวอย่างปุ๋ยหมักชีวภาพมาบดและร่อนด้วยตะแกรง 0.5 และ 2 มิลลิเมตร แล้วนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติของปุ๋ยเช่น ค่าความชื้น ค่าการนำไฟฟ้า ด้วยเครื่อง EC Meter ค่าความเป็นกรดและด่างด้วยเครื่อง pH Meter ธาตุอาหารไนโตรเจนด้วยวิธี Kjeldahl Method ฟอสฟอรัสด้วยวิธี Bay II and Blue และโพรแทสเซียมด้วยวิธี Flame Photometer ตามมาตรฐาน OMAF อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N) ด้วยวิธีของ Walkley and Black หลังจากที่ได้เวลาในการทดสอบประสิทธิภาพของถังผสมปุ๋ยหมักชีวภาพที่เหมาะสมแล้ว ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 4 สูตรกระบวนการและสูตรที่ 5 (ผู้ประกอบการ)

ตารางที่ 1 การทดสอบเวลาที่เหมาะสมในการผสมปุ๋ยหมักชีวภาพ (อัตราส่วน กากมันสำปะหลัง: มูลโค: ใบไม้แห้ง (1:1:1) เวลาการหมัก 15 วัน)

การทดสอบ	การหมุน (นาที)	การหยุดหมุน (ชม.)
ชุดทดสอบที่ 1	1	15
ชุดทดสอบที่ 2	2	30

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างปุ๋ยหมักชีวภาพที่ผลิตขึ้นเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5
กากมันสำปะหลัง	4	3	2	1	4
มูลโค	3	3	3	3	3
ใบไม้	2	3	4	5	-
แกลบดำ	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
รำอ่อน	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
โดโลไมท์	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
ฟอสเฟต	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
สารปรับปรุงดิน	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
เกลือ	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
EM/น้ำ (1:5)	20 ml	20 ml	20 ml	20 ml	20 ml

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ประกอบและติดตั้งชุดถังหมุนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 56 cm ยาว 89 cm โดยมีแกนหมุนอยู่ตรงกลาง ตัวถังขนาด 200 L ภายในถังมีแผ่นเหล็กเพื่อใช้พลิกกลับวัสดุภายในถังระบบสามารถหมุนรอบตัวได้ด้วยมอเตอร์ขนาด ¼ แรงม้า ใช้ไฟ 220 โวลท์ ระบบการหมุนของถังได้ปรับให้หมุนช้า 8 รอบต่อนาที ด้วยชุดเกียร์ทดรอบ การทำงานของถังจะกำหนดด้วยอุปกรณ์ตัดไฟ ด้านท้ายเป็นฝาแผ่นเหล็กที่เปิดนำวัสดุออกและเจาะรูแผ่นเหล็กแล้วนำตาข่ายติดเพื่อให้อากาศเข้าออกและกันแมลงวันได้ ตัวถังมีรูสำหรับวัดค่าอุณหภูมิภายในถัง 3 แห่ง (ภาพที่ 1)

ภาพที่ 1 การสร้างเครื่องต้นแบบผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพด้วยระบบถังปิดเติมอากาศแบบถังหมุน

ภาพที่ 1 การสร้างเครื่องต้นแบบผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพด้วยระบบถังปิดเติมอากาศแบบถังหมุน (ต่อ)

ทดสอบประสิทธิภาพถังผลิตปุ๋ยหมักโดยนำกากมันสำปะหลัง มูลโค และใบไม้แห้ง (ภาพที่ 2) ที่เตรียมไว้ใส่ลงในถัง เริ่มทำการหมัก แล้วทำการทดสอบประสิทธิภาพของถังและหาเวลาในการหมุนที่เหมาะสม โดยจะควบคุมความชื้นให้อยู่ในช่วงร้อยละ 45-55 และอุณหภูมิภายในถังด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิ วันละ 1 ครั้ง จนกระทั่งครบ 15 วัน ปุ๋ยหมักที่ได้จะเป็นสีน้ำตาลเข้ม (ภาพที่ 3) มีน้ำหนักเบา อ่อนนุ่ม และไม่มีกลิ่น แล้วนำไปพักในที่ร่มให้แห้งเพื่อให้จุลินทรีย์สงบ เมื่อนำวัตถุดิบที่เตรียมไว้ใส่ในถัง และทำการผสมด้วยถังปิดเติมอากาศแบบถังหมุน เพื่อทดสอบประสิทธิ์ภาพของถังและหาเวลาในการหมุนที่เหมาะสม (ตารางที่ 2)

ก) ข) ค)

ภาพที่ 2 วัตถุดิบหลักในการทำปุ๋ยหมักชีวภาพ ก) กากมันสำปะหลังสด ข) มูลโค และ ค) ใบไม้แห้ง

ก) ข) ค)

ภาพที่ 3 ปุ๋ยที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องที่ผลิตเสร็จ ก) นำวัตถุดิบใส่ลงในถัง ข) ลักษณะวัตถุดิบก่อนการทดสอบ และ ค) ปุ๋ยหมักที่ผลิตเสร็จ

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยหมักชีวภาพจากการทดสอบถังหมัก

ค่าพารามิเตอร์	เกณฑ์กำหนด	ชุดทดสอบที่ 1	ชุดทดสอบที่ 2
ความชื้น (ร้อยละ)	ไม่เกิน 30	48.3	32.6
อินทรียวัตถุ (ร้อยละ)	ไม่น้อยกว่า 20	35.9	36.3
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	5.5-8.5	7.02	6.93
อัตราส่วน C/N	ไม่เกิน 20:1	12.8	14.1
ค่าการนำไฟฟ้า (เดซิซีเมน/เมตร)	ไม่เกิน 10	4.56	4.89
ธาตุอาหารหลัก (ร้อยละ)	- N ไม่น้อยกว่า 1.0	2.81	2.58
	- P_20_5ไม่น้อยกว่า 0.5	1.60	1.67
	- K_20 ไม่น้อยกว่า 0.5	1.69	1.68

ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยหมักชีวภาพจากการทดสอบถังหมักมีค่าวิเคราะห์จากการผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพของทั้ง 2 ชุดทดสอบเฉลี่ยผ่านเกณฑ์มาตรฐาน แต่มีความแตกต่างกันที่ค่าความชื้นที่ชุดทดสอบที่ 2 น้อยกว่าชุดทดสอบที่ 1 สรุปได้ว่า เวลาที่ใช้ในการหมุนของถังที่ดีที่สุด คือ หมุน 30 นาที หยุดหมุน 2 ชั่วโมง ต่อเนื่องนาน 15 วัน

จากนั้นได้แบ่งการทดลองออกเป็น 4 สูตร โดยการวิเคราะห์สมบัติของปุ๋ยหมักชีวภาพที่ผลิตขึ้นตามตารางที่ 3 พบว่า ปุ๋ยหมักสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีสมบัติต่างๆ ใกล้เคียงกันและดีกว่าปุ๋ยหมักสูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 ยกเว้นค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกที่จะเห็นว่าปุ๋ยสูตรที่ 2 มีค่าสูงกว่าปุ๋ยสูตรที่ 1 แต่อย่างไรก็ตามจะเห็นว่า เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร ปุ๋ยสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีค่าที่อยู่ในมาตรฐานและมีค่าอินทรียวัตถุที่สูงกว่าสูตรที่ 5

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างปุ๋ยหมักชีวภาพที่ผลิตขึ้นเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2551

รายการวิเคราะห์	มาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5
ความเป็นกรด-ด่าง	5.5-8.5	6.44	6.54	6.63	6.37	8.54
ความชื้น (%)	ไม่เกิน 35 %	18.75	19.33	23.33	28.32	13.77
ไนโตรเจน (%)	ไม่น้อยกว่า 1.0	2.01	1.03	0.99	0.80	1.02
ฟอสฟอรัส (%)	ไม่น้อยกว่า 0.5	0.92	0.74	0.73	0.82	2.16
โพแทสเซียม (%)	ไม่น้อยกว่า 0.5	2.27	2.34	1.02	3.02	1.72
อินทรียวัตถุ (OM) (%)	ไม่น้อยกว่า 30%	35.94	34.80	24.47	20.68	19.10
ความเค็ม (EC)	ไม่เกิน 6 เดซิเมตร	5.38	5.55	5.47	5.49	1.58
ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) (cmol/kg)	-	94.50	150.50	102.50	88.50	83.0

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องต้นแบบผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรด้วยระบบถังปิดเติมอากาศแบบถังหมุน เพื่อพัฒนาการผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรด้วยระบบถังปิดเติมอากาศแบบถังหมุน ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องผสมปุ๋ยหมักชีวภาพด้วยระบบถังปิดเติมอากาศแบบถังหมุน เป็นการศึกษาการนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นปุ๋ยหมักชีวภาพประกอบและติดตั้งถังผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพ เนื่องจากยังไม่มีการศึกษาการผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพจากกากมันสำปะหลังในถังหมุนมาก่อน จึงสอบประสิทธิภาพของถังหมักปุ๋ยเบื้องต้นพบว่าการหมุนตามแผนงานที่กำหนดไว้นั้นไม่มีความสัมพันธ์กับลักษณะทางกายภาพของวัสดุภายในถัง และนอกจากนี้ยังพบว่าการควบคุมระดับความชื้นภายในถังหมุนยังทำให้เกิดสภาพการย่อยสลายแบบไม่ใช่ออกซิเจนที่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นขึ้น และความถี่ในการหมุนคงที่คือหมุน 30 นาทีและหยุด 2 ชั่วโมง และให้วัสดุมีเวลาเก็บกักภายในถังหมุน 15 วัน จากนั้นได้แบ่งการทดลองออกเป็น 4 สูตร พบว่าปุ๋ยหมักชีวภาพสูตรที่ 2 ในอัตราส่วนกากมันสำปะหลังต่อมูลโคและใบไม้แห้ง ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดคือ 3:3:3 โดยปริมาตร โดยภายหลังจากการเก็บภายในถังหมุน 15 วัน นำออกมาทำให้แห้งแล้วบดให้มีขนาดเล็ก เมื่อนำปุ๋ยหมักชีวภาพที่ผลิตขึ้นไปวิเคราะห์ พบว่า มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ย 1.03%, ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 0.74%, โพแทสเซียมที่สกัดได้ 2.34%, ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) 6.54, ความเค็ม (EC) 5.55 c.mol/kg, ความชื้น 19.33%, ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของปุ๋ย (CEC) 150 c.mol/kg และปริมาณอินทรียวัตถุในปุ๋ย (OM)

34.80% ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ที่กรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 กำหนด แต่ปุ๋ยสูตรของผู้ประกอบการมีปริมาณอินทรียวัตถุในปุ๋ย (OM) 19.10% ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร2548: 43-44) กำหนด ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของปุ๋ย (CEC) 83.0 c.mol/kg ซึ่งต่ำกว่าสูตรที่ 2 จึงเลือกสูตรที่ 2 เป็นสูตรในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดต้นทุนต่ำจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อถ่ายทอดให้แก่ผู้ประกอบการ

ข้อเสนอแนะ

ควรนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรชนิดอื่นมาผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพด้วยระบบถังปิดเติมอากาศแบบถังหมุนเพื่อให้ได้สูตรปุ๋ยหมักชีวภาพที่หลากหลายยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) ระดับปริญญาโท (Research and Researcher for Industry:MAG) ปี 2557 ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณ นายสำเภา นันตะเสน ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเกษตรอินทรีย์ไร้สาร ที่ให้ความร่วมมือและสมทบทุนวิจัย และขอขอบคุณนายชูศักดิ์ วิเชียรศาสตร์ และนางอุไรวรรณ วิเชียรศาสตร์ ที่ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือจนงานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. (ออนไลน์) 2555 (อ้างเมื่อ 20 มกราคม 2558) จาก http://www.doa.go.th

ลดาวัลย์ วัฒนะจีระ. **การทำปุ๋ยหมักจากเศษใบไม้แห้งและขยะโดยวิธีหมักแบบใช้ออกซิเจน**. คณะวิชาโยธา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ เชียงใหม่. 2546: 96.

ศุภกิตต์. **การพัฒนาต้นแบบเครื่องผสมปุ๋ยหมักแบบถังหมุน**. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 2553: 25-28.

Smith D., D. Cawthon, J. Slon, and T. Freeman. **In-Vessel Mechanical Rotating Drum Composting of Institutional Feed Residuals**. (online) 2006 (cite 20 January 2015). Available from http://www.ars.usda.gov/research/Publications/Publications.htm?seq_no115=179569.