

ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากปุ๋ยหมักเปลือกกาแฟและถ่านชีวภาพ The Organic Fertilizer Pellets from Compost Mixed with Biochar of Coffee Husk

ชวลิต รักษาริกรณ์¹, พัชรพร ปิ่นมณี¹, อารียา เกิตโต¹, สุภาพร พงษ์ธรพฤกษ์^{2*}

Chawalit Raksarikorn¹, Patcharaporn Pinmanee¹, Areeya Kerdto¹, Supaporn Pongthornpruek^{2*}

¹ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

¹ Faculty of Agriculture, Uttaradit Rajabhat University

² คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

² Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University

บทคัดย่อ

การพัฒนาสารปรับปรุงดินอัดเม็ดสำเร็จรูปจากปุ๋ยหมักเปลือกกาแฟและถ่านชีวภาพมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมของปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการอัดเม็ดและคุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูปด้วยเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยระบบเกลียว เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าในการนำสิ่งที่ได้จากการทำการเกษตรหรือวัตถุดิบในท้องถิ่นมาปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ ดำเนินการศึกษาโดยผสมวัสดุในอัตราส่วนที่แตกต่างกันทั้งหมด 3 สูตร บันทึกข้อมูลกำลังการผลิตของปุ๋ยแต่ละสูตร วิเคราะห์ คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ย ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH), ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และปริมาณธาตุอาหารหลัก (N-P-K) เปรียบเทียบลักษณะของเม็ดวัสดุปรับปรุงดินอัดเม็ดสำเร็จรูป ผลการศึกษาพบว่าปุ๋ยอินทรีย์สูตรที่ 2 เหมาะสมต่อการขึ้นรูปอัดเม็ด คุณสมบัติของเม็ดคงรูปดี ไม่แตกหักง่าย เมื่อโดนน้ำสามารถละลายได้ดี มีกำลังการผลิตสูงสุด 22 กิโลกรัม/ชั่วโมง ลักษณะทางเคมีของปุ๋ยมีปริมาณธาตุอาหารหลักครบถ้วน ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ซึ่งสามารถนำไปใช้กับพืชได้

คำสำคัญ: ถ่านชีวภาพ เปลือกกาแฟ ปุ๋ยอัดเม็ด

Abstract

The development of pellet fertilizer from the compost of coffee bark and bio-charcoal was aimed to study the ratio of fertilizer mixture suitable and quality of organic fertilizer pellets produced with a spiral pellet machine. As a way to add value from agricultural residue or local raw materials to benefit using. The experiment was mixed all 3 ingredients in different ratios. The production capacity of each fertilizer formula was collected. The chemical

* Corresponding author : pongthornpruek@hotmail.com

properties of fertilizers including pH EC N P K were analyzed and compared the characteristics of organic granular fertilizer. The result showed that formula 2 of organic fertilizer is suitable for pellet forming. The properties of the pellets are good in shape and not easily broken. When exposed to water, it can dissolve well. The maximum capacity was 22 kg/hour. The chemical properties of the fertilizer were contained macronutrients such as nitrogen, phosphorus and potassium that can be applied to plants.

Keywords: Biochar, Coffee husk, Pellet fertilizer

1. บทนำ

ปัจจุบันเกษตรกรสนใจการทำปุ๋ยชีวภาพจากวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาเป็นส่วนผสมในการทำปุ๋ยหมักสูตรต่างๆ มากขึ้น วัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตกาแฟในจังหวัดอุตรดิตถ์อยู่ในพื้นที่ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล ตำบลบ้านด่านนาขาม อำเภอเมือง และตำบลนางพญา อำเภอท่าปลา เกิดเป็นวัสดุเหลือทิ้งเปลือกกาแฟและหลายสปีด้น คิดเป็นประมาณร้อยละ 86 ของผลผลิต เปลือกเมล็ดกาแฟที่เกิดจากการขัดสีจะมีปริมาณธาตุอาหารและน้ำตาลหลงเหลืออยู่เป็นจำนวนมากเหมาะแก่การนำมาหมักเพื่อผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์หรือผลิตเป็นวัสดุปรับปรุงบำรุงดิน (อรุณวดี รัตนาริ, 2562) ในช่วงเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ของทุกปี กาแฟจะเริ่มออกผลผลิตสู่ท้องตลาด นอกจากการปลูกเพื่อจำหน่ายแล้ว ยังสามารถนำเปลือกกาแฟแห้งที่ผ่านกระบวนการสีแล้วตามโรงสีกาแฟมาทำปุ๋ยหมักช่วยในการปรับปรุงดินให้มีธาตุอาหารที่สมบูรณ์ขึ้น นอกจากนั้นเปลือกเมล็ดกาแฟยังใช้คลุมโคนต้นไม้ รักษาความชื้นและกันหญ้าขึ้นได้อีกด้วย

เปลือกของเมล็ดกาแฟมีองค์ประกอบของคาร์บอนสูง มีค่า volatile compound และมีค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 มีคุณสมบัติของวัสดุที่ประกอบไปด้วยธาตุคาร์บอน (C) กระบวนการแยกสลายด้วยความร้อนซึ่งใช้ออกซิเจนน้อยมาก (Pyrolysis) จะได้ถ่านชีวภาพ (Biochar) ซึ่งถ่านที่ได้จะมีคุณสมบัติดูดซับประจุของธาตุอาหารพืช เช่น NH_4^+ , NO_3^- , H_2PO_4^- , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Fe^+ , Mn^+ , Cu^+ , Zn^+ , MoO_4^{-2} , H_3BO_3^- และ Cl^- เป็นต้น ทำให้มีการแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้าได้ดีในดิน ทำให้เกิดการปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชแบบช้าๆ ลดการสูญเสียธาตุอาหารพืชในดิน อีกทั้งยังมีความพรุนสูงที่ช่วยในการดูดซับน้ำและธาตุอาหารพืช จึงสามารถใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ลดการสูญเสียธาตุอาหาร และเพิ่มธาตุคาร์บอน (C) ให้แก่ดินทำให้พืชสามารถนำไปใช้ในกระบวนการเจริญเติบโตได้อีกหนึ่งทาง (ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และ ประธิป วีระพัฒน์รินทร์, 2554) มีผลทำให้ประหยัดการใช้ปุ๋ย ลดต้นทุน เพิ่มรายได้ เพิ่มผลผลิต สภาพดินได้รับการปรับปรุงอยู่ตลอดเวลา จึงเหมาะที่จะนำมาใช้กับภาคเกษตรกรรมเพื่อใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินได้อย่างยั่งยืน ประโยชน์ของถ่านไบโอชาร์ช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เช่นเมื่อถึงหน้าแล้ง ถ่านไบโอชาร์ช่วยอุ้มน้ำได้นานจึงช่วยบำรุง

ดินช่วยปรับปรุงดินและผลผลิตทางการเกษตร ช่วยกักเก็บน้ำและอาหารในดิน เป็นที่อยู่ให้กับจุลินทรีย์เพื่อสร้างอาหารให้ดิน เพิ่มผลผลิตทางการเกษตรให้ดียิ่งขึ้น

ปุ๋ยอัดเม็ดเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการนำวัสดุอินทรีย์/อินทรีย์ธรรมชาติทางการเกษตรที่มีธาตุอาหารสูงมาผ่านการหมักจนสลายตัวสมบูรณ์ ปุ๋ยอินทรีย์ต้องเป็นปุ๋ยที่ผ่านกระบวนการหมักเพื่อให้สารอินทรีย์ถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายจนกลายเป็นปุ๋ย ปัจจุบันปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดเป็นที่นิยมแพร่หลายในต่างประเทศ เกษตรกรและบุคคลทั่วไปหาซื้อมาใช้มากขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสะดวกในการนำไปใช้และการเก็บรักษา นอกจากนี้ยังเป็นการช่วยรักษาสีสิ่งแวดล้อม จากการนำของเหลือทิ้งกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และเพื่อฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนของวัสดุที่ใช้ในการขึ้นรูปอัดเม็ดของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูปที่เหมาะสม ด้วยเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยระบบเกลียว เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุปรับปรุงดินอัดเม็ดสำเร็จรูปต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน จากการใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในรูปแบบของปุ๋ยหมักร่วมกับถ่านชีวภาพจากเปลือกเมล็ดกาแฟ เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าในการนำสิ่งที่ได้จากการทำการเกษตรหรือวัตถุดิบในท้องถิ่นมาปรับใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยไม่มีสิ่งใดเหลือทิ้งให้เปล่าประโยชน์ (Zero Waste Agriculture) เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต เพิ่มผลผลิตและคุณภาพผลผลิต ซึ่งจะนำไปสู่การลดต้นทุนการผลิตทางด้านการจัดการดินและปุ๋ยได้อย่างยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาอัตราส่วนของวัสดุปรับปรุงดินอัดเม็ดสำเร็จรูปที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปอัดเม็ด
- 2) เพื่อเปรียบเทียบวัสดุปรับปรุงดินอัดเม็ดสำเร็จรูปต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

1. อัตราส่วนผสมของวัสดุ

การศึกษาถึงอัตราส่วนผสมของวัสดุปรับปรุงดินที่เหมาะสมต่อการอัดเม็ด และคุณภาพของวัสดุปรับปรุงดินอัดเม็ดสำเร็จรูปด้วยเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยระบบเกลียว โดยทำการผสมสูตรตามขั้นตอนการวางแผนการทดลองทั้งหมด 3 สูตร โดยผสมวัสดุในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ดังนี้ ปุ๋ยหมัก (Compost) ผงถ่านชีวภาพ (Biochar) วัสดุปรับปรุงดิน (Soil Amendment) ปุ๋ยน้ำชีวภาพ (Bio Fertilizer) และสารสกัดชีวภาพ (Bio Extract) เป็นส่วนประกอบหลักโดยเน้นอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปอัดเม็ดเพื่อให้เกิดความสะดวกในการเก็บรักษา การขนย้าย และการนำไปใช้ในแปลงของเกษตรกร ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงอัตราส่วนของวัสดุปรับปรุงดินที่ใช้ในการผสมสูตรวัสดุปรับปรุงดินอัดเม็ดสำเร็จรูป

ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป	อัตราส่วนของวัสดุปรับปรุงดิน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)				
	ปุ๋ยหมัก (Compost)	ถ่านชีวภาพ (Bio char)	วัสดุปรับปรุงดิน (Soil Amendment)	ปุ๋ยน้ำชีวภาพ (Bio Fertilizer)	สารสกัดชีวภาพ (Bio Extract)
สูตรที่ 1	20	60	10	5	5
สูตรที่ 2	40	40	10	5	5
สูตรที่ 3	60	20	10	5	5

หมายเหตุ อัตราส่วนของวัสดุปรับปรุงดิน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)

2. การเตรียมวัสดุผสม

2.1 ปุ๋ยหมักเตรียมจากวัสดุที่เกิดจากการผสมกันระหว่างเปลือกเมล็ดกาแฟ มูลสัตว์และหัวเชื้อจุลินทรีย์โดยกระบวนการหมักแบบใช้อากาศ (Aerobic Compost)

2.2 ถ่านชีวภาพ คือวัสดุที่มีคาร์บอนมากโดยการนำชีวมวล (เปลือกกาแฟ) มาเผาโดยไม่ใช้ออกซิเจนหรือใช้น้อยมากในการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูง

2.3 วัสดุปรับปรุงดิน ได้แก่ ไคโลมัท ปูนขาว ยิปซัม ซึ่งมีจำหน่ายตามร้านค้าทั่วไป เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากวัสดุธรรมชาติ มีแร่ธาตุที่พืชต้องการใส่ลงไปในดิน เพื่อปรับปรุงสมบัติของดินให้มีความเหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกพืช

2.4 ปุ๋ยน้ำชีวภาพ (Bio Fertilizer) เป็นปุ๋ยน้ำที่ได้จากการย่อยสลายเศษวัสดุเหลือใช้จำพวกพืชโดยผ่านกระบวนการหมักที่มีจุลินทรีย์ทำหน้าที่ย่อยสลายให้กลายเป็นสารละลาย

2.5 สารสกัดชีวภาพ (Bio Extract) หรือสารสกัดไล่แมลง คือ การนำสมุนไพร ได้แก่ สะเดา ขิง ข่า ตะไคร้ ใบยาสูบ มาหมักรวมกันโดยใช้กากน้ำตาลและน้ำหมักทิ้งไว้ประมาณ 15 วัน

3. การผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป

3.1. ผสมวัสดุที่ใช้ในการอัดเม็ดปุ๋ยตามแผนการทดลองตามสัดส่วนของแต่ละสูตรมานำมาผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันในกระบะผสม

3.2. สังเกตความชื้นของวัสดุผสมด้วยการบีบด้วยมือว่าจับตัวเป็นก้อนหรือเหลวเกินไป และวัดด้วย moisture meter ให้มีความชื้นประมาณร้อยละ 10 – 15 ถ้าความชื้นไม่เพียงพอให้เติมน้ำสะอาด ปริมาณความชื้นของวัสดุจะมีผลต่อการขึ้นรูปอัดเม็ดของของวัสดุปรับปรุงดินอัดเม็ดสำเร็จรูป

3.3. ทำการอัดเม็ดปุ๋ยด้วยเครื่องอัดเม็ดระบบเกลียว ในการอัดเม็ดถ้าเครื่องอัดเม็ดเกิดการติดขัดแสดงว่าความชื้นของวัสดุยังไม่เพียงพอ ต้องทำการเพิ่มความชื้นให้เหมาะสม

3.4. นำเม็ดวัสดุปรับปรุงดินอัดเม็ดสำเร็จรูปที่ทำการอัดเสร็จแล้วมาผึ่งลมให้แห้งประมาณ 1 วัน โดยใช้คราดเกลี่ยให้สม่ำเสมอ

3.5 เมื่อเม็ดวัสดุปรับปรุงดินอัดเม็ดสำเร็จรูปแห้งดีแล้ว เม็ดของวัสดุจะหักออกเป็นท่อน ๆ ความยาวประมาณ 3 – 5 มิลลิเมตร จากนั้นนำมาร่อนเอาเศษผงออก จากนั้นนำบรรจุในถุงพลาสติกเพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติต่อไป



ภาพที่ 1 แสดงชนิดของวัสดุปรับปรุงบำรุงดิน



ภาพที่ 2 แสดงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด

4. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารหลักในตัวอย่างปุ๋ยอัดเม็ดมักใช้หลักวิธีวิเคราะห์ตามวิธีการของกรมวิชาการเกษตรและคณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ทำการเก็บตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด เพื่อวิเคราะห์โดยมีรายละเอียดของพารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์ดังนี้

- (1) ความเป็นกรด-ด่าง วิเคราะห์โดย pH meter
- (2) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) วิเคราะห์โดยวิธี Kjeldahl Method
- (3) ปริมาณฟอสฟอรัส (P) วิธี BRAY II และวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Spectrophotometer

(4) ปริมาณโปแตสเซียม (K) สกัดด้วยแอมโมเนียมอะซิเตดและวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

(5) ค่าความนำไฟฟ้า (EC) วิเคราะห์โดย EC meter

5. การบันทึกข้อมูล

5.1 อัตราการผลิต ทำการบันทึกข้อมูลกำลังการผลิตของปุ๋ยแต่ละสูตร โดยทำการผสมวัสดุตามอัตราส่วนที่กำหนดทั้ง 3 สูตร แล้วทำการจับเวลาในการอัดเม็ดปุ๋ย ครั้งละ 5 นาที จำนวน 3 ครั้ง/สูตรปุ๋ย แล้วนำมาผึ่งลมให้แห้ง แล้วทำการหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก คือ ปริมาณกำลังการผลิต/ชั่วโมงและกำลังการผลิต/วัน

5.2 บันทึกคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุปรับปรุงดินอัดเม็ดสำเร็จรูปโดยทำการวัดความชื้นที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปเม็ด และการวัดขนาดของเม็ดปุ๋ย และการถ่ายภาพเปรียบเทียบลักษณะของเม็ดวัสดุปรับปรุงดินอัดเม็ดสำเร็จรูป จำนวน 3 สูตร

5.3 บันทึกคุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ย ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH), ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และปริมาณธาตุอาหารหลัก (N – P – K) และประสิทธิภาพในการละลายของวัสดุปรับปรุงดินอัดเม็ดสำเร็จรูป

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance เพื่อหา F- Value และ ใช้ Duncan 's New Multiple Rang Test (DMRT) สำหรับเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ นำมาเปรียบเทียบคุณภาพปุ๋ยหมักกับค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

5. ผลการวิจัย

1. อัตราการผลิตของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป

จากการศึกษาอัตราการผลิตพบว่า ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป สูตรที่ 2 ที่มีส่วนผสมของปุ๋ยหมัก ร้อยละ 40 ผงถ่านชีวภาพร้อยละ 40 และวัสดุปรับปรุงดินอื่น ๆ ร้อยละ 20 ให้อัตราการผลิตสูงสุดที่ 22 กิโลกรัม/ชั่วโมง หรือ 261 กิโลกรัม/วัน ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป สูตรที่ 1 และ สูตรที่ 3 ที่มีอัตราการผลิตต่อชั่วโมง เท่ากับ 12 และ 13 กิโลกรัม/ชั่วโมง ตามลำดับ และอัตราการผลิตต่อวัน เท่ากับ 139 และ 151 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ ดังตารางที่ 2 สำหรับกำลังการผลิตของการอัดปุ๋ยเม็ดอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์สูตรที่ 1 มีกำลังการผลิต 12 กิโลกรัม/ชม. ปุ๋ยอินทรีย์สูตรที่ 2 มีกำลังการผลิต 22 กิโลกรัม/ชม. และปุ๋ยอินทรีย์สูตรที่ 3 มีกำลังการผลิต 13 กิโลกรัม/ชม. ซึ่งสูตรที่ 2 มีกำลังการผลิตมากกว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 ความชื้นที่ใช้ในการอัดขึ้นรูปเม็ดปุ๋ยโดยทั่วไปประมาณร้อยละ 40 โดยทั่วไปมีเกณฑ์คุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้กับพืช เช่น ค่า pH EC CEC และปริมาณธาตุอาหารพืช

ตารางที่ 2 อัตราการผลิตของปุ๋ยอินทรีย์จากเปลือกเมล็ดกาแฟทั้ง 3 สูตร (N=15)

สูตรปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป	อัตราการผลิต (กิโลกรัม)	
	1 ชั่วโมง	1 วัน
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป สูตร 1	12 ^b	139 ^b
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป สูตร 2	22 ^a	261 ^a
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป สูตร 3	13 ^b	151 ^b
CV%	16.5	16.2

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายความว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

2. คุณสมบัติทางกายภาพของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป

ผลด้านความชื้นที่เหมาะสมต่อการอัดเม็ดของปุ๋ยอินทรีย์ พบว่า ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูปสูตรที่ 3 มีร้อยละความชื้นในการอัดเม็ดมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 42.49 แต่ไม่แตกต่างกับปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูปสูตรที่ 2 ที่มีความชื้นเท่ากับร้อยละ 41.33 แต่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูปสูตรที่ 1 ที่มีความชื้นเท่ากับร้อยละ 39.93 ดังตารางที่ 3 อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะทางกายภาพของเม็ดปุ๋ย พบว่าลักษณะทางกายภาพของเม็ดปุ๋ยทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกัน โดยลักษณะทางกายภาพของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูปสูตรที่ 2 และ สูตรที่ 3 มีลักษณะใกล้เคียงกับปุ๋ยอินทรีย์ของบริษัทเอกชนซึ่งมีลักษณะเม็ดแข็งเล็กน้อย ความยาวเม็ดเฉลี่ย 0.4 – 0.5 เซนติเมตร มีผงเล็กน้อยเมื่อเก็บไว้ในบรรจุภัณฑ์ ทำให้สามารถนำไปใช้งานได้ง่าย โดยเฉพาะใช้งานกับเครื่องหว่านปุ๋ยหรือหว่านด้วยมือ ซึ่งแตกต่างกับปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูปสูตรที่ 1 ที่มีลักษณะทางกายภาพ เม็ดหักป่นง่าย ความยาว 0.3 – 0.6 เซนติเมตร หลังตากแห้งมีลักษณะเป็นผง เป็นเม็ดอยู่ไม่เกาะตัวเป็นเม็ด ผิวเม็ดมีความสากมือ ทำให้มีความยุ่งยากในการนำไปใช้งานกับเครื่องหว่านปุ๋ย และการหว่านด้วยมือเพราะแตกป่นง่ายและเป็นผง

ตารางที่ 3 ลักษณะทางกายภาพและความชื้นของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป (N=15)

สูตรปุ๋ยอินทรีย์	ความชื้นในการอัดเม็ด (%)	ลักษณะทางกายภาพ
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป สูตร 1	39.93 ^b	หลังตากแห้ง เม็ดหักป่นง่าย ความยาว 0.3 – 0.6 เซนติเมตร หลังตากแห้งมีลักษณะเป็นผง เป็นเม็ดอยู่ไม่เกาะตัวเป็นเม็ด ผิวเม็ดมีความสากมือ
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป สูตร 2	41.33 ^a	หลังตากแห้ง เม็ดหักป่นค่อนข้างยาก ความยาว 0.4 – 0.7 เซนติเมตร มีผงเล็กน้อย ขึ้นรูปเป็นเม็ดได้ดี ผิวเม็ดค่อนข้างมันวาว

ตารางที่ 3 ลักษณะทางกายภาพและความชื้นของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป (N=15) (ต่อ)

สูตรปุ๋ยอินทรีย์	ความชื้นในการอัดเม็ด (%)	ลักษณะทางกายภาพ
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป สูตร 3	42.49 ^a	หลังตากแห้ง เม็ดแข็งหักยาก ความยาว 0.6 – 1 เซนติเมตร มีผงเล็กน้อย ขึ้นรูปเป็นเม็ดได้ดี ผิวเม็ดมันวาว
ปุ๋ยอินทรีย์บริษัทเอกชน	-	เม็ดปุ๋ยมีความยาวเฉลี่ย 0.4 – 0.6 เซนติเมตร มีผงเล็กน้อย ผิวเม็ดมีความสากมือ
เฉลี่ย	41.25	-
CV%	1.57	-
หมายเหตุ	ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายความว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99	



ปุ๋ยอินทรีย์ฯ สูตร 1



ปุ๋ยอินทรีย์ฯ สูตร 2



ปุ๋ยอินทรีย์ฯ สูตร 3

ภาพที่ 3 แสดงลักษณะทางกายภาพของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป

3. คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป

ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูปที่ผ่านกระบวนการอัดเม็ด และตากแห้งแล้ว จะสามารถนำไปใช้ได้อย่างสะดวกทั้งในด้านการขนย้ายถ่ายเทบรรจุลงและการเก็บรักษา ส่วนในเรื่องคุณสมบัติทางเคมี เช่น ค่า ความเป็นกรด-ด่าง(pH) พบว่าทั้งปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 และปุ๋ยอินทรีย์บริษัทเอกชนมีค่าค่อนข้างเป็นกรดเล็กน้อย ซึ่งแตกต่างกับปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูปสูตรที่ 3 ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นด่าง ส่วนค่าการนำไฟฟ้าในปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดมีค่าการนำไฟฟ้าที่สูงกว่าปุ๋ยของบริษัทเอกชน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป

สูตรปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป	คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป	
	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	ค่าการนำไฟฟ้า (EC) dS/m
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป สูตรที่ 1	6.27	0.714
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป สูตรที่ 2	6.37	0.797
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป สูตรที่ 3	8.26	0.793
ปุ๋ยอินทรีย์บริษัทเอกชน	6.44	0.106

ผลจากการศึกษาปริมาณธาตุอาหารหลักของสูตรปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป พบว่า สูตรปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูปที่มีปริมาณธาตุไนโตรเจนสูงที่สุด ได้แก่ ปุ๋ยอินทรีย์บริษัทเอกชน รองลงมาคือปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูปสูตรที่ 2 สำหรับปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูปสูตรที่ 1 และปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูปสูตรที่ 3 มีปริมาณไนโตรเจนใกล้เคียงกัน ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูปที่มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสสูงที่สุด ได้แก่ ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูปสูตรที่ 3 แต่มีปริมาณใกล้เคียงกับปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูปสูตรที่ 2 แต่ปุ๋ยอินทรีย์บริษัทเอกชนมีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำสุดเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 0.002 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูปที่มีปริมาณธาตุโพแทสเซียมสูงที่สุด ได้แก่ ปุ๋ยอินทรีย์บริษัทเอกชน รองลงมาคือปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูปสูตรที่ 2 ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูปสูตรที่ 1 และปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูปสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 0.030, 0.019, 0.018 และ 0.016 ตามลำดับ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอัดเม็ดสำเร็จรูป

สูตรปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป	ปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ยอัดเม็ดสำเร็จรูป		
	N (%)	P (%)	K (%)
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป สูตรที่ 1	0.81	0.003	0.018
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป สูตรที่ 2	1.19	0.003	0.019
ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูป สูตรที่ 3	0.78	0.004	0.016
ปุ๋ยอินทรีย์บริษัทเอกชน	3.20	0.002	0.030

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

อัตราส่วนของปุ๋ยอัดเม็ดสำเร็จรูปที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปอัดเม็ด คือ ปุ๋ยอินทรีย์สูตรที่ 2 ที่มี ส่วนผสมของปุ๋ยอินทรีย์ร้อยละ 40 และผงถ่านชีวภาพร้อยละ 40 ซึ่งที่ความชื้นร้อยละ 40-41 มีกำลังการผลิตสูงสุด 22 กิโลกรัม/ชั่วโมง หรือ 261 กิโลกรัม/วัน เมื่ออัดเม็ดแล้วคุณสมบัติของเม็ดยังคงรูปดี ไม่แตกหักง่ายหรือหลุดร่วงเป็นผงปนได้ง่าย เมื่อโดนน้ำสามารถละลายได้ดี และเหมาะแก่การบรรจุกระสอบและเก็บรักษา ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวเป็นผลมาจากอัตราส่วนของวัสดุที่ใช้ในการอัดเม็ด และความชื้นที่แตกต่างกันมีผลทำให้กำลังการผลิตแตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของปิยะวัฒน์ ศรีธรรม และคณะ (2559) ได้ทดสอบการอัดของเม็ดปุ๋ยด้วยเครื่องจากวัตถุดิบ 5 ประเภทได้แก่ ปุ๋ยคอก รำข้าว แกลบดำ กากน้ำตาลและน้ำ พบว่าการจับตัวของเม็ดปุ๋ยเข้ากันได้ดีที่ความชื้นระหว่างร้อยละ 26.66 – 33.33 และสามารถทำการผลิตเม็ดปุ๋ยสูงสุดครั้งละ 29 กิโลกรัมที่ความเร็วรอบในการผลิต 350 รอบต่อนาที ลักษณะทางกายภาพและเคมีของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสำเร็จรูปสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีลักษณะใกล้เคียงกับปุ๋ยอินทรีย์ของบริษัทเอกชน มีเม็ดแข็งเล็กน้อย ความยาวเม็ดเฉลี่ย 0.4 – 1 เซนติเมตร ทำให้สามารถนำไปใช้งานได้ง่าย ลักษณะทางเคมีของปุ๋ยมีปริมาณธาตุอาหารหลักครบถ้วน ได้แก่ ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมซึ่งสามารถนำไปใช้กับพืชได้ เมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากลำไยตกเกรด พบว่ามีธาตุอาหาร N P K เท่ากับร้อยละ 4.84 0.52 และ 1.50 ตามลำดับ (อภิชาติ สวนคำทอง และคณะ, 2555) สำหรับการศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากทะเลาะปลาปาล์มน้ำมันผสมขี้เถ้าต่อการให้ธาตุอาหารพืชจากการทดลองพบว่า ปุ๋ยอินทรีย์หลังอัดเม็ดให้ค่า pH ความชื้น และโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น ให้อัตราส่วน C:N มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุ การนำไฟฟ้า ปริมาณไนโตรเจน และฟอสฟอรัสลดลง ส่วนปุ๋ยทางการค้ามีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบต่าง ๆ ก่อนและหลังอัดเม็ดเพียงเล็กน้อย ยกเว้นปริมาณฟอสฟอรัสที่ลดลงมากหลังอัดเม็ด (ชูโฮมิน เจ๊ะมะลี และ ยะโก๊ะ ขาเริ่มดาเบะ, 2560) การศึกษาวิจัยนี้เป็นเพียงแนวทางในการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ทางด้านดินและปุ๋ย ควรมีการทดลองเพื่อหาความเป็นไปได้ของแต่ละสูตรและอัตราการใช้ที่เหมาะสมกับพืชผักในด้านปริมาณและคุณภาพของผลผลิต หรือการนำไปใช้กับไม้ดอกไม้ประดับ รวมถึงการพัฒนาระบบการผลิตไบโอชาร์ในระดับอุตสาหกรรมในกรณีที่มีวัสดุชีวมวลเหลือทิ้งในปริมาณมากกว่า 10 ตันเพื่อให้สามารถเพิ่มกำลังการผลิตปุ๋ยอัดเม็ดได้มากขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเครือข่ายบริหารการวิจัยภาคเหนือตอนล่าง มหาวิทยาลัยนเรศวร ตามข้อตกลงความร่วมมือทางวิชาการ โครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานรากประจำปีงบประมาณ 2563

7. เอกสารอ้างอิง

- ชูโฮมิน เจ๊ะมะลี และ ยะโก๊ะ ขาเริ่มดาเบะ. (2560). การผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากทะลายเปลือกปาล์มน้ำมันผสม
ขี้ไก่: กรณีศึกษา ชุมชนบ้านกุเล็ง หมู่ 2 ตำบลยี่งอ อำเภอยี่งอ จังหวัดนราธิวาส. รายงานการวิจัย
มหาวิทยาลัยฟาฏอนี จังหวัดนราธิวาส.
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และ ประธิป วีระพัฒน์รินทร์. (2554). ธรรมชาติของดินและปุ๋ย. กรมส่งเสริมการเกษตร
กรุงเทพฯ.
- ปิยะวัฒน์ ศรีธรรม. วิทยา อิมสำราญ. พิทักษ์ บุญไทย. และ สุภา สีสอนมาก. (2559). เครื่องผสมพร้อมกับ
อัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์.วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ, 2(2), 87-96.
<https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/featkku/article/download/176253/125801>
- อภิชาติ สอนคำทอง. ดนุวัตติ์ เพ็งอัน. ประกิต โก๊ะสูงเนิน. และ ธเนศ ไชยชนะ. (2555). การผลิตปุ๋ยอินทรีย์
อัดเม็ดจากของเหลือทิ้งในกระบวนการผลิตเอทานอลและแก๊สชีวภาพจากลำไยตกเกรด. รายงานการ
วิจัยมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่.
- อรุณวรี รัตนธารี. (2562). คุณสมบัติเปลือกเมล็ดกาแฟ. <http://www.kasetporpeang.com>