



## การศึกษาและปรับปรุงส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับการผลิตปุ๋ยปั้นเม็ด

ปานุ บูรณจารุกร\*, วิสาข์ เจ้าสกุล, ศิษฏา สิมารักษ์, เกตุชญา บุญฤทธิ,  
ชัยธำรง พงศ์พัฒนศิริ และธนัชฐา เรืองอินทร์

### Study and Improvement of Appropriate Composition of Granular Fertilizer Production

Panu Buranajarukorn\*, Visaka Chaosakul, Sida Simarak, Ketchana Boonrit,  
Chaitamlong Ponpattanasiri and Thanittha Rueng-In

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan University, 65000

\*Corresponding author. E-mail: panub@nu.ac.th

#### บทคัดย่อ

ในปัจจุบันปุ๋ยอินทรีย์ปั้นเม็ดเป็นที่นิยมในงานเกษตรกรรม เนื่องจากสามารถนำมาใช้งานได้สะดวก เก็บรักษาและขนย้ายได้ง่าย รวมถึงวัตถุดิบการผลิตในโรงงานสามารถหาได้ง่ายจากท้องถิ่น แต่อย่างไรก็ตามในการผลิตปุ๋ยดังกล่าวยังประสบปัญหาเรื่องคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ ดังนั้นในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาและปรับปรุงการผลิตปุ๋ยปั้นเม็ดเพื่อพัฒนาคุณภาพของเม็ดปุ๋ยให้ดีขึ้นในด้านความแข็ง การละลายน้ำ ขนาด และความสม่ำเสมอของเม็ดปุ๋ยตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร โดยได้ทำการทดลองเพื่อหาส่วนผสมที่เหมาะสมในการปั้นเม็ดระหว่างปุ๋ยอินทรีย์และตัวเชื่อมประสาน 3 ชนิด อันได้แก่ กากน้ำตาล แป้งมันสำปะหลัง และน้ำหมักชีวภาพ เปรียบเทียบกับการผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบเดิมที่ใช้น้ำเป็นตัวประสาน ผลจากการศึกษาวิจัยพบว่า ปุ๋ยปั้นเม็ดโดยใช้กากน้ำตาลเป็นตัวประสานเป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่น

คำสำคัญ: การปรับปรุง การผลิตปุ๋ย ปุ๋ยปั้นเม็ด ส่วนผสมที่เหมาะสม

#### Abstract

Recently, granular fertilizers are widely use in agricultural work because it has been convenient to use and easy to store and transport. Moreover, raw materials for production in factory has been provided from local area. However, the production of granular fertilizers face with the problem of product's quality. Therefore this research was aimed to study and improve granular fertilizers production in order to upgrade quality of hardness, water solution, pellet size, and steadiness of this fertilizer which followed in criteria of department of agriculture. The experiment was design for finding appropriate composition between organic fertilizers and 3 bonding materials i.e. molasses, tapioca flour, and enzyme ionic plasma compared with the old production of granular fertilizers that use water. The result was found that the granular fertilizers with molasses bonding material was the appropriate composition for production compared with others.

Keywords: Improvement, Production of fertilizers, Granular fertilizers, Appropriate composition

#### บทนำ

ปุ๋ยอินทรีย์เป็นปุ๋ยประเภทหนึ่งที่มีการใช้อย่างแพร่หลายจากเกษตรกรเนื่องจากมีคุณสมบัติที่ดีในการทำให้ดินร่วนซุย เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดิน เป็นแหล่งแร่ธาตุที่จะปลดปล่อยอาหารให้แก่ต้นพืชอย่างช้า ๆ และเป็นแหล่งอาหารให้กับไส้เดือนในดินในการย่อยและผลิตสารอินทรีย์ที่มีประโยชน์ในการบำรุงพืช (ประเสริฐและวิทยา, 2531; วิฑูรย์, 2547; บัญชา, 2552) ปุ๋ยอินทรีย์มีทั้งปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักและปุ๋ยพืชสดซึ่งผ่านกรรมวิธีการสับ หมัก บด ร่อน สกัด หรืออื่น ๆ จากซากพืช ซากสัตว์หรือสิ่งขับถ่ายจากสัตว์ ที่ทำให้เกิดการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์จากจุลินทรีย์จนเปลี่ยนเป็นสารอินทรีย์ที่คงตัวหรือฮิวมัส และปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชที่สามารถดูดซึมไปใช้ได้ เช่น ไนโตรเจน



ฟอสฟอรัส เป็นต้น (ทฤษฎี, 2538) ปุ๋ยป็นเม็ดเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ทำการป็นเม็ดจากมูลสัตว์และถูกผลิตมาจากโรงงานที่กระจายอยู่ทั่วประเทศ ในปัจจุบันเป็นปุ๋ยที่ได้รับความนิยมจากเกษตรกร เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ดีตามแบบปุ๋ยอินทรีย์ในการบำรุงดินและพืช มีความสะดวกในการใช้งาน เก็บรักษา และการขนย้ายได้ดีกว่าชนิดผง หยาดหรือน้ำ นอกจากนี้วัตถุดิบที่ใช้ยังสามารถหาได้ง่ายตามท้องถิ่น ซึ่งไม่จำเป็นต้องซื้อหาหรือมีราคาที่ไม่แพง (มงคล, 2544; วิเชียร, 2547) โดยการผลิตจะต้องถูกควบคุมให้เป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร ปี พ.ศ. 2548. และแก้ไขเพิ่มเติมฉบับที่ ศ. 2551. ปี พ.ศ. 2 (กรมวิชาการเกษตร, 2548) จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาพบว่า มีตัวเชื่อมประสานที่เหมาะสมมีผลต่อคุณภาพเม็ดปุ๋ย (มงคลและคณะ, 2545) มีการวิจัยได้พัฒนาสูตรปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดหลากหลาย เช่น กากน้ำตาลว่านหางจระเข้ แป้งมัน ผลกล้วยน้ำหว่าสุก และน้ำอ้อยกับมูลค่างควา (รัชนิพร, 2544) กากน้ำตาล น้ำทิ้งจากการผลิตแป้งข้าวแคบ และปุ๋ยน้ำ กับวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด (วิภา, 2552) ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบการทดลองโดยใช้วัสดุตัวเชื่อมประสานที่หาได้ในท้องถิ่น 3 ประเภท อันได้แก่ กากน้ำตาล แป้งมันสำปะหลัง และน้ำหมักชีวภาพ กับมูลวัวควาย มาใช้เพื่อทดสอบคุณภาพของเม็ดปุ๋ยในด้านความแข็ง การละลายน้ำ ขนาด และความสม่ำเสมอของเม็ดปุ๋ยตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิชาการเกษตรที่กำหนด โดยใช้กรณีศึกษาจากโรงงานผลิตปุ๋ยอินทรีย์ จังหวัดอุทัยธานี

วัตถุประสงค์ในการศึกษาและปรับปรุงการผลิตปุ๋ยป็นเม็ดนี้เพื่อพัฒนาคุณภาพของเม็ดปุ๋ยฯ ในโรงงานกรณีศึกษา ให้ดีขึ้นในด้านความแข็ง การละลายน้ำ ขนาด และความสม่ำเสมอของเม็ดปุ๋ยตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร โดยได้ทำการทดลองเพื่อหาส่วนผสมที่เหมาะสมในการป็นเม็ดระหว่างปุ๋ยอินทรีย์และตัวเชื่อมประสาน 3 ชนิด อันได้แก่ กากน้ำตาล แป้งมันสำปะหลัง และน้ำหมักชีวภาพ เปรียบเทียบกับการผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบเดิมที่ใช้น้ำเป็นตัวประสาน ทั้งนี้ในการวิจัยนี้ได้พิจารณาปัจจัยที่ใช้เลือกตัวเชื่อมประสานที่เหมาะสมของการผลิตปุ๋ยป็นเม็ดโดยดูจากการที่ปุ๋ยต้องได้ขนาดความแข็งเป็นไปตามมาตรฐาน มีการละลายน้ำที่ช้า และได้เม็ดปุ๋ยขนาดกลางเป็นจำนวนมาก และมีความสม่ำเสมอในเม็ดปุ๋ย

### วัตถุประสงค์และวิธีการ

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการทดลองในโรงงานกรณีศึกษาใน ต.หนองยายดา อ.ทัพทัน จ.อุทัยธานี โดยมีการใช้วัตถุดิบทั้งตัวเชื่อมประสานและปุ๋ยหมักมูลสัตว์มาจากในท้องที่ โดยเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือน ก.ค. – มี.ค. เป็นเวลา 9 เดือน มีกำลังการผลิต 2-3 ตันต่อวัน มีรายละเอียดดังนี้

#### 1. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้กรณีศึกษาจากโรงงานตัวอย่างที่ผลิตปุ๋ยป็นเม็ดในจังหวัดอุทัยธานี โดยใช้การเก็บผลการทดลองในภาคสนาม โดยได้รับการอนุญาตเก็บข้อมูลจากผู้ประกอบการโรงงาน โดยสามารถแบ่งขั้นตอนย่อยได้ทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้ คือ

ขั้นตอนที่ 1 ทำการศึกษาข้อมูลพื้นฐานในกระบวนการผลิตปุ๋ยป็นเม็ดของโรงงานให้เข้าใจ โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการผลิตดังรูปที่ 1

ขั้นตอนที่ 2 เลือกปัจจัย ต่าง ๆ เพื่อทำการออกแบบการทดลอง โดยปัจจัยดังกล่าวนั้นมีทั้งปัจจัยที่เป็นตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ คือ ส่วนผสมของปุ๋ยป็นเม็ดที่เปลี่ยน และตัวแปรตาม คือ คุณภาพของเม็ดปุ๋ยทั้งในส่วนความแข็ง การละลายน้ำ ขนาดเม็ดปุ๋ยและความสม่ำเสมอของเม็ดปุ๋ย

ขั้นตอนที่ 3 ทำการทดลองโดยมีกลุ่มควบคุมที่เป็นตัวเชื่อมประสานแบบเดิม และกลุ่มทดลองที่เปลี่ยนตัวเชื่อมประสานใน 3 สูตร เมื่อได้ผลผลิตปุ๋ยป็นเม็ดจากทั้งหมดแล้วนำมาวัดคุณภาพในด้านความแข็ง การละลายน้ำ ขนาด และความสม่ำเสมอของเม็ดปุ๋ย

ขั้นตอนที่ 4 ทำการวิเคราะห์และสรุปผล และพิจารณาเลือกใช้ส่วนผสมของปุ๋ยป็นเม็ดที่เหมาะสมที่สุดโดยดูจากความแข็งตามเกณฑ์มาตรฐาน การละลายน้ำช้า ขนาดเม็ดปุ๋ยมีเม็ดขนาดกลางมากและสม่ำเสมอ



## 2. กระบวนการผลิตปุ๋ยป้อนเม็ด

ในการผลิตปุ๋ยป้อนเม็ดที่มาจากมูลสัตว์นั้นหลังจากเตรียมวัตถุดิบแล้ว นำมาทำการผลิตใน 5 ขั้นตอน (ดังรูปที่ 1)

การเตรียมวัตถุดิบ โดยใช้ตัวเชื่อมประสานกับปุ๋ยหมักที่มาจากมูลวัวควาย

1) การบดวัตถุดิบ คือ การนำวัตถุดิบมูลวัวควายที่ผ่านการหมักแล้วลำเลียงผ่านสายพานไปเครื่องตีป่นและบดให้ละเอียดเหมือนผงแป้ง

2) การผสม คือ การนำวัตถุดิบที่ละเอียดจากการตีป่นมาเข้าเครื่องผสมผสมวัตถุดิบเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน

3) การปั้นเม็ดปุ๋ย คือ การนำวัตถุดิบจากการผสมมาเทใส่เครื่องปั้นเม็ด ครั้งละ 30-50 กิโลกรัม แล้วเดินเครื่องจานหมุน พร้อมกับเครื่องฉีดพ่นตัวเชื่อมประสานออกมาเพื่อปั้นเม็ด โดยระมัดระวังไม่ให้ขึ้นเกินไปและปุ๋ยติดจานหมุน

4) การอบปุ๋ย คือ การนำเอาเม็ดปุ๋ยที่ปั้นแล้วไปตากแดดโดยควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกิน 60°C ไม่ให้แดดแรงมากเพราะจะทำให้จุลินทรีย์ตายได้ อาจสลับมาตากในแดดรำไร

1. การเตรียมวัตถุดิบมูลวัวควาย



2. การบดวัตถุดิบ



3. การผสม



4. การปั้นเม็ดปุ๋ย



5. การอบปุ๋ย



รูปที่ 1 กระบวนการผลิตปุ๋ยป้อนเม็ด

## 3. การออกแบบการทดลอง

การออกแบบการทดลองนี้ได้แบ่งเป็น 2 ปัจจัยหลักได้แก่ ปัจจัยด้านตัวเชื่อมประสาน (x) และปัจจัยด้านคุณภาพเม็ดปุ๋ย (y) โดยชุดทดลองแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุมซึ่งเป็นสูตรเดิมที่ใช้น้ำเป็นตัวเชื่อมประสาน กับกลุ่มทดลองที่มี 3 สูตร ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตัวเชื่อมประสาน คือ สูตรที่ 1 เป็นกากน้ำตาล สูตรที่ 2 เป็นแป้งมันสำปะหลัง และสูตรที่ 3 เป็นน้ำหมักชีวภาพ ซึ่งแต่ละสูตรที่เลือกมาทดลองมีคุณสมบัติของตัวเชื่อมประสานที่ติดตั้งคือ กากน้ำตาลมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมซึ่งเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อจุลินทรีย์และพืช แป้งมันสำปะหลัง มีความขาวมันวาวผสมน้ำแล้วเหนียวทำให้เกิดการยึดเกาะที่ดี และน้ำหมักชีวภาพผ่านการหมักแล้วมีจุลินทรีย์ช่วยเติมเอนไซม์เร่งการย่อยสลายและมีธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้

ระดับปัจจัยที่ใช้เลือกวัดผลด้านคุณภาพเม็ดปุ๋ย มี 4 ด้าน คือ การละลายน้ำ ความแข็ง ขนาด และความสม่ำเสมอของเม็ดปุ๋ย โดยปุ๋ยป้อนเม็ดที่ดีต้องมีคุณสมบัติละลายน้ำจนตกตะกอนที่ระยะเวลายาวนาน (คงทน) มีความแข็ง



บนแรงกดทับไม่น้อยกว่า 3 กิโลกรัม ขนาดที่ตัดต้องมีขนาดกลาง ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 3-5 มิลลิเมตร ในปริมาณมาก (โดยเม็ดเล็ก ที่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และเม็ดใหญ่ ที่มากกว่า 5 มิลลิเมตร) และมีความสม่ำเสมอที่คิดสัดส่วนเปอร์เซ็นต์จากขนาดที่ได้ทั้งหมด โดยมีสัดส่วนของเม็ดปุ๋ยขนาดกลางที่มาก

#### 4. การทดลองและการทดสอบวัดผลคุณภาพเม็ดปุ๋ย

การทดลองได้ทำตามที่ได้ออกแบบการทดลองไว้ โดยทำตามขั้นตอนการผลิตที่มีการเปลี่ยนตัวเชื่อมประสานจากเดิมใช้น้ำ เป็นกากน้ำตาล แป้งมันสำปะหลังและน้ำหมักชีวภาพ ร่วมกับปุ๋ยหมักจากมูลวัวควาย โดยมีสัดส่วนตัวเชื่อมมา ในแต่ละสูตรที่ 30% โดยน้ำหนัก หลังจากปั้นเม็ดบนจานหมุนแล้วให้นำไปตากแดด 3 ชั่วโมง

หลังจากนั้นทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเม็ดปุ๋ย ประมาณ 100 กรัมจำนวน 20 ครั้งในแต่ละสูตร แล้วนำมาวัดผลคุณภาพของเม็ดปุ๋ยแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ในแต่ละสูตร โดย (1) ทดสอบจับเวลาการละลายน้ำของเม็ดปุ๋ย 10 กรัมในน้ำ 100 มิลลิลิตร คนจนตกตะกอน (2) สุ่มหยิบเม็ดปุ๋ย 20 เม็ด มาทดสอบวัดค่าความแข็งโดยใช้เครื่องวัดความแข็ง และ (3) ชั่งปุ๋ยเม็ด 100 กรัม แล้วนำมาแยกขนาดเม็ดปุ๋ย 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก กลางและใหญ่ แล้วหาสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของขนาดกลางที่มีอยู่ 2 ดังแสดงได้ดังรูปที่ (ความสม่ำเสมอ)



การละลายน้ำ



การวัดความแข็ง



การแยกขนาดเม็ดปุ๋ย

รูปที่ 2 การทดสอบวัดคุณภาพของเม็ดปุ๋ยปั้นเม็ด

หลังจากที่ทำการทดลองและทดสอบวัดผลคุณภาพของเม็ดปุ๋ยอินทรีย์แล้ว นำมาทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลก่อน (กลุ่มควบคุม) และหลัง พัฒนาเพื่อนำมาใช้หาตัวเชื่อมประสานที่เหมาะสมต่อไป (กลุ่มทดลอง) ซึ่งสามารถเขียนสรุปขั้นตอนการทดลองได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 สรุปขั้นตอนการทดลองและการทดสอบวัดผลคุณภาพเม็ดปุ๋ย

#### ผลการศึกษา

เมื่อทดลองเปลี่ยนแปลงตัวเชื่อมประสานจากน้ำเป็นกากน้ำตาล แป้งมันสำปะหลังและน้ำหมักชีวภาพ ทำให้ได้ปุ๋ยอินทรีย์ปั้นเม็ด ที่มีคุณภาพแตกต่างกันดังต่อไปนี้

##### 1. การละลายน้ำ

เมื่อนำเม็ดปุ๋ยที่ได้จากการทดลองมาทำการละลายน้ำแล้วคนจนตกตะกอนจำนวน 10 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ของระยะเวลาการละลายน้ำ (นาที) ดังนี้



ตารางที่ 1 การละลายน้ำของปุ๋ยอัดเม็ดในแต่ละสูตรที่มีการเปลี่ยนแปลงตัวเชื่อมประสาน

สูตรที่	ระยะเวลา (นาที)	
	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
1. กลุ่มควบคุม: น้ำ+ปุ๋ย	496.60 $\pm$ 46.06 (8 ชม. 28 นาที)	
2. กลุ่มทดลอง: กากน้ำตาล+ปุ๋ย	680.20 $\pm$ 6 4.28 (11 ชม. 34 นาที)	
3. กลุ่มทดลอง: แป้งมันสำปะหลัง+ปุ๋ย	736.40 $\pm$ 47.34 (12 ชม. 27 นาที)	
4. กลุ่มทดลอง: น้ำหมักชีวภาพ+ปุ๋ย	557.90 $\pm$ 30.94 (9 ชม. 30 นาที)	

## 2. ความแข็งของเม็ดปุ๋ย

จากการสุมหีบเม็ดปุ๋ย 20 เม็ด มาจากเม็ดปุ๋ย 100 กรัมที่ตากแดดแล้ว ในแต่ละสูตรปุ๋ย ผลการทดสอบความแข็งในหน่วยกิโลกรัม (กก.) สามารถแสดงเป็นค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความแข็งของเม็ดปุ๋ยในแต่ละสูตรที่มีการเปลี่ยนแปลงตัวเชื่อมประสาน

สูตรที่	ความแข็ง (กิโลกรัม)	
	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
1. กลุ่มควบคุม: น้ำ+ปุ๋ย	2.64 $\pm$ 0.62	
2. กลุ่มทดลอง: กากน้ำตาล+ปุ๋ย	3.30 $\pm$ 0.84	
3. กลุ่มทดลอง: แป้งมันสำปะหลัง+ปุ๋ย	4.45 $\pm$ 1.05	
4. กลุ่มทดลอง: น้ำหมักชีวภาพ+ปุ๋ย	3.51 $\pm$ 0.86	

## 3. ขนาดของเม็ดปุ๋ย

เมื่อนำเม็ดปุ๋ยที่ได้มาสุมและทำการชั่งน้ำหนัก 100 กรัมแล้วนำมาแยกขนาดเม็ดและนับเม็ดตามขนาด โดยมีขนาดเล็ก (S) ขนาดกลาง (M) และขนาดใหญ่ (L)

ตารางที่ 3 จำนวนตามขนาดของเม็ดปุ๋ยในแต่ละสูตรที่มีการเปลี่ยนแปลงตัวเชื่อมประสาน

สูตรที่	จำนวน (เม็ด)		
	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
1. กลุ่มควบคุม: น้ำ+ปุ๋ย	S = 20.15 $\pm$ 4.88; M = 13.60 $\pm$ 3.73; L = 7.45 $\pm$ 2.39		
2. กลุ่มทดลอง: กากน้ำตาล+ปุ๋ย	S = 10.60 $\pm$ 3.66; M = 22.00 $\pm$ 3.83; L = 7.50 $\pm$ 2.28		
3. กลุ่มทดลอง: แป้งมันสำปะหลัง+ปุ๋ย	S = 13.90 $\pm$ 2.88; M = 20.05 $\pm$ 4.42; L = 8.85 $\pm$ 2.52		
4. กลุ่มทดลอง: น้ำหมักชีวภาพ+ปุ๋ย	S = 22.00 $\pm$ 4.79; M = 23.90 $\pm$ 6.13; L = 9.45 $\pm$ 4.07		



#### 4. ความสม่ำเสมอของเม็ดปุ๋ย

ความสม่ำเสมอของเม็ดปุ๋ยโดยพิจารณาจากสัดส่วนของเม็ดปุ๋ยขนาดกลางที่ได้จากการสุ่มชั่งน้ำหนักปุ๋ยเม็ด 100 กรัม จำนวน 20 ครั้ง แสดงได้ดังตารางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4 ความสม่ำเสมอของปุ๋ยอัดเม็ดในแต่ละสูตรที่มีการเปลี่ยนแปลงตัวเชื่อมประสาน

สูตรที่	ความสม่ำเสมอของเม็ดปุ๋ย (%) ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1. กลุ่มควบคุม: น้ำ+ปุ๋ย	33.22 $\pm$ 8.60
2. กลุ่มทดลอง: กากน้ำตาล+ปุ๋ย	54.95 $\pm$ 5.80
3. กลุ่มทดลอง: แป้งมันสำปะหลัง+ปุ๋ย	46.58 $\pm$ 6.60
4. กลุ่มทดลอง: น้ำหมักชีวภาพ+ปุ๋ย	43.20 $\pm$ 9.79

#### อภิปรายผลการศึกษา

จากการทำการทดลองเปลี่ยนแปลงตัวเชื่อมประสานโดยเปลี่ยนจากน้ำ (สูตรเดิม) มาใช้เป็นกากน้ำตาล แป้งมันสำปะหลังและน้ำหมักชีวภาพ ทำให้ได้ปุ๋ยปั้นเม็ด ที่มีคุณภาพแตกต่างกันดังตารางที่ 5 นี้

ตารางที่ 5 ผลสรุปการวัดผลคุณภาพเม็ดปุ๋ยในแต่ละสูตรที่มีการเปลี่ยนแปลงตัวเชื่อมประสาน

สูตรที่	การละลายน้ำ (เวลา)	ความแข็ง (มากกว่า 3 กก.)	ขนาดเม็ดปุ๋ย (เม็ดขนาดกลาง)	ความสม่ำเสมอ (เปอร์เซ็นต์)
1. กลุ่มควบคุม: น้ำ+ปุ๋ย	เร็ว	ไม่ผ่านเกณฑ์	น้อย	น้อย
2. กลุ่มทดลอง: กากน้ำตาล+ปุ๋ย	ช้า	ผ่านเกณฑ์	มาก	มาก
3. กลุ่มทดลอง: แป้งมันสำปะหลัง+ปุ๋ย	ช้า	ผ่านเกณฑ์	มาก	ปานกลาง
4. กลุ่มทดลอง: น้ำหมักชีวภาพ+ปุ๋ย	ปานกลาง	ผ่านเกณฑ์	มาก	ปานกลาง

จากตารางที่ 5 ทำให้สามารถสรุปได้ว่าการปรับปรุงพัฒนาเลือกใช้ส่วนผสมของตัวประสานของปุ๋ยปั้นเม็ดใหม่ และนำทำการทดลอง ทำให้ได้ผลคุณภาพของเม็ดปุ๋ยที่ดีขึ้นกว่าส่วนผสมเดิมของปุ๋ยปั้นเม็ดที่โรงงานทำการผลิตโดยมีคุณภาพที่ดีขึ้นทั้งในด้านความแข็ง การละลายน้ำ ขนาดเม็ดปุ๋ย และความสม่ำเสมอของเม็ดปุ๋ย และเมื่อพิจารณาเลือกใช้ส่วนผสมที่เหมาะสมของตัวเชื่อมประสานของปุ๋ยปั้นเม็ดใหม่ จะเห็นได้ว่า สูตรที่ใช้กับส่วนผสมของปุ๋ยที่เหมาะสมนั้น จะเป็นปุ๋ยปั้นเม็ดสูตรที่ 2 ที่มีตัวเชื่อมประสานเป็นกากน้ำตาล ที่พบว่ามี การละลายน้ำที่ช้า มีความแข็งที่ผ่านเกณฑ์ และเหมาะสม มีขนาดเม็ดปุ๋ยขนาดกลางจำนวนมาก และมีความสม่ำเสมอในเม็ดปุ๋ยที่ได้

#### สรุปผลการศึกษา

จากการวิจัยสรุปได้ว่าสูตรใหม่ที่พัฒนาเปลี่ยนตัวเชื่อมประสานทั้งสามสูตรนั้นทำให้สามารถผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดที่ได้คุณภาพดีกว่าสูตรเดิมที่ใช้น้ำเป็นตัวเชื่อมประสาน และสูตรใหม่ทุกสูตรที่พัฒนาขึ้นผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ที่กำหนด โดยเฉพาะความแข็งที่ดีขึ้นกว่าการใช้น้ำเป็นตัวเชื่อมประสานที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และเมื่อทำการสอบถามผู้ประกอบการและเกษตรกรถึงสูตรที่เหมาะสมนั้น พบว่า ปุ๋ยอินทรีย์ปั้นเม็ดจากมูลสัตว์โดยใช้กากน้ำตาลเป็นตัวเชื่อมประสานเป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่น เพราะมีเม็ดปุ๋ยขนาดกลางที่มาก มีความสม่ำเสมอในคุณภาพ มีความแข็งของเม็ดปุ๋ยที่ดี และคงทนไม่ละลายน้ำง่าย ซึ่งสอดคล้องกับหลักการในการปั้นเม็ดปุ๋ยที่ต้องการการปั้นให้ได้ขนาดที่เหมาะสม (ขนาดกลาง) ให้ได้จำนวนมาก เนื่องจากการปั้นเม็ดปุ๋ยนั้นทำการปั้นบนเครื่องปั้นที่มีหลักการใช้แรงโน้มถ่วงของโลกที่ดึงดูดวัตถุให้วิ่งเข้าสู่ศูนย์กลางของโลก ผงปุ๋ยจะกลิ้งบนจานหมุนและก่อตัวเกาะกันเป็นเม็ดปุ๋ยหลากหลายขนาด หากเม็ดปุ๋ยมีขนาดเล็กไปนั้นหมายถึงการเกาะตัวของเม็ดปุ๋ยไม่ดี จะปั้นได้ง่าย





และละลายน้ำเร็ว และถ้าเกาะตัวกันมากไปจะทำให้เกิดเม็ดปุ๋ยขนาดใหญ่ทำให้การละลายลงดินได้ยากขึ้น ดังนั้นขนาดของเม็ดปุ๋ยที่เหมาะสมคือขนาดกลาง ซึ่งแตกต่างจากปุ๋ยอัดเม็ดที่ใช้เครื่องอัดเม็ดปุ๋ยที่จะทำให้ได้ปุ๋ยขนาดเดียวตามต้องการ (บริษัท โปรเกรส เอ็นจิเนียริง แอนด์ โปรดักส์ จำกัด, 2555) แต่อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้เสนอแนะให้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์ปั้นเม็ดๆ กับการปลูกพืชของเกษตรกรต่อไป

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และผู้ประกอบการ เป็นอย่างดี

### เอกสารอ้างอิง

- ทฤษฎี ภัทรดิลก. (2538). ปุ๋ยอินทรีย์. เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาดินน้ำและปุ๋ย หน่วยที่ 11. มหาวิทยาลัยสุโขทัย ธรรมาราช.
- บัญชา รัตน์ฑู. (2552). ปุ๋ยอินทรีย์ฟื้นฟูสภาพดิน. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ปีที่ 1 ฉบับที่ 2. พฤษภาคม – สิงหาคม 2552
- บริษัท โปรเกรส เอ็นจิเนียริง แอนด์ โปรดักส์ จำกัด. (2555). บทความเครื่องปั้นเม็ดปุ๋ย. สืบค้นจาก [www.lion-one.com](http://www.lion-one.com). สืบค้นวันที่ 16 ตุลาคม 2561.
- ประกาศกรมวิชาการเกษตร. (2548). มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์. ราชกิจจานุเบกษา, กรมวิชาการเกษตร.
- ประเสริฐ สองเมืองและวิทยา ศรีทานนท์. (2531). การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ปรับปรุงดินนาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ . รายงานการสัมมนาเรื่องการปลูกพืชในดินเลวภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2, ขอนแก่น ,3-27 เมษายน 2531
- มงคล ตะอุ้น. (2544). อิทธิพลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดขนาดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- มงคล ตะอุ้น และคณะ. (2545). เทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด: สารเชื่อมประสานและการย่อยสลาย. รายงานการประชุมวิชาการเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 1. คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร, 28 – 29 กรกฎาคม 2545.
- รัชนิพร สุทธิภาศิลป์. (2544). การพัฒนาปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดเพื่อการปลูกผัก. รายงานวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- วิเชียร ตันตืออิมงคล. (2547). การพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดมูลค่างควา. รายงานวิจัย สกว.
- วิฑูรย์ ปัญญากุล. (2547). ความรู้เบื้องต้นเกษตรอินทรีย์. สำนักพิมพ์มูลนิธิสายใยแผ่นดิน, กรุงเทพฯ.
- วิภา ประพินอักษร. (2552). การผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด .วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.