การพัฒนาวัสดุปรับปรุงดินจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลต่อการเจริญของพริกจินดา

วิทยานิพนธ์

ของ

พีรดนย์ พันสนิท

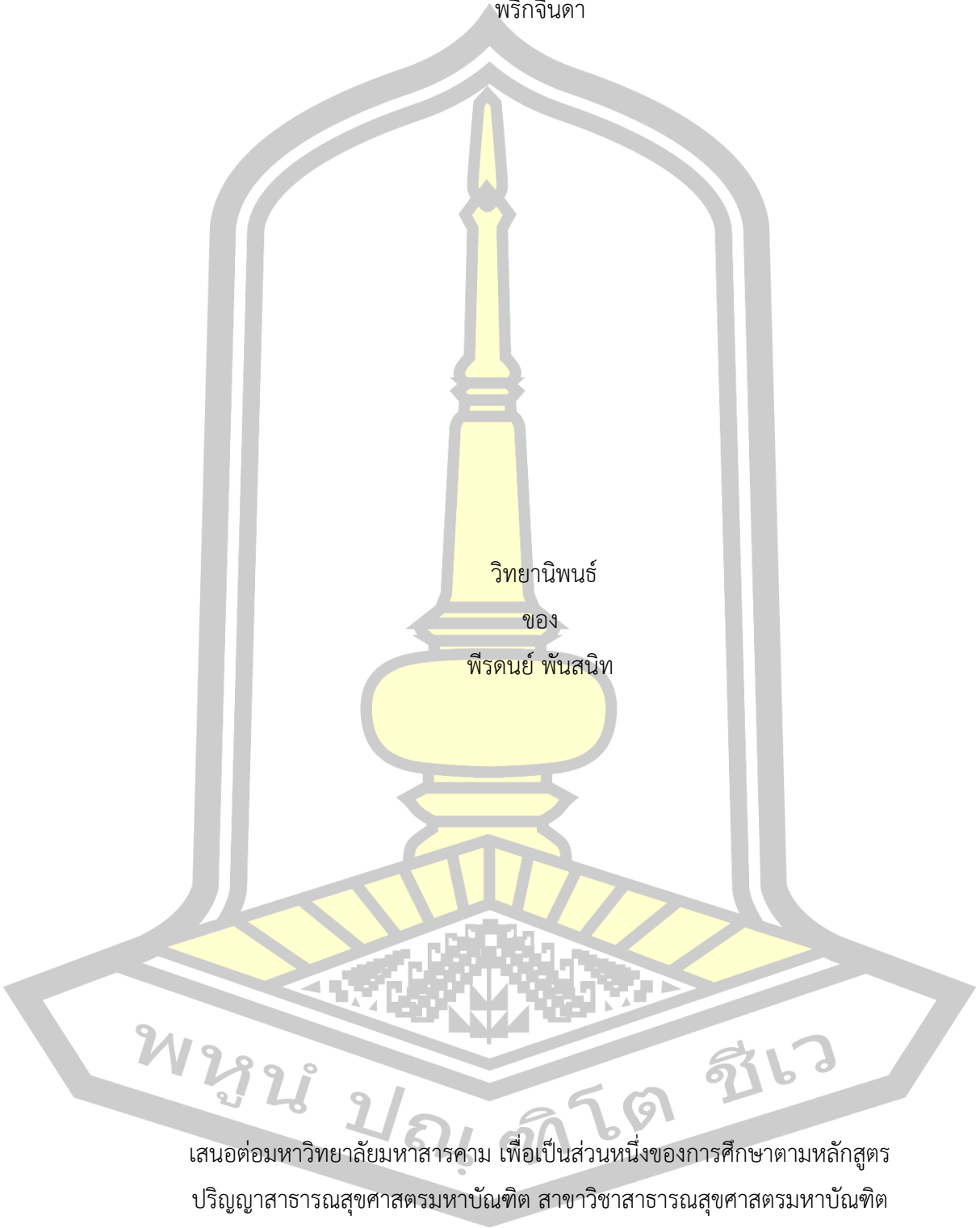
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต

มิถุนายน 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาวัสดุปรับปรุงดินจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลต่อการเจริญของพริกจินดา



วิทยานิพนธ์

ของ

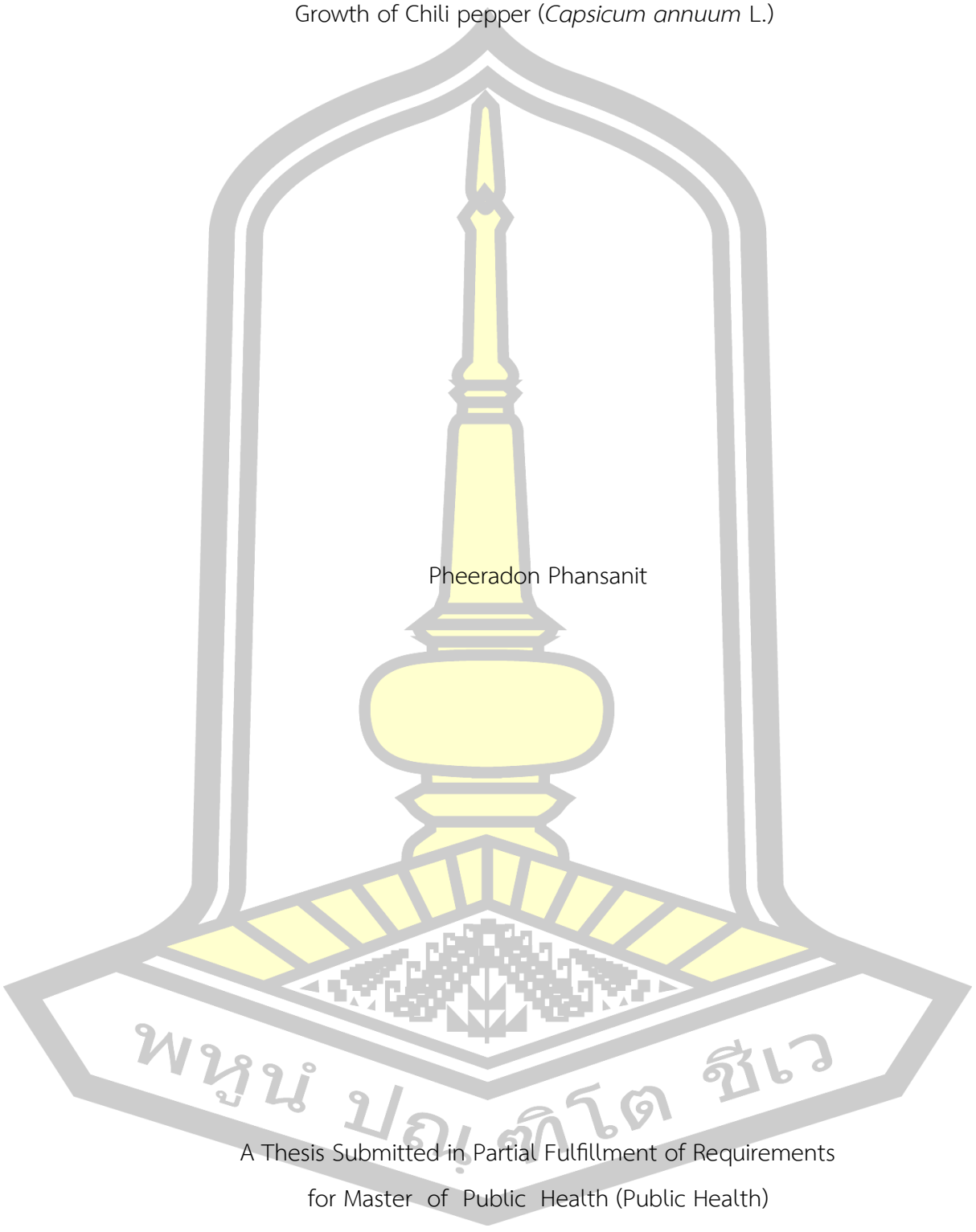
พีรดนย์ พันสนิท

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต
มิถุนายน 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Development of Soil Amendment from Chicken Feathers and Sugar Filter Cake on Growth of Chili pepper (*Capsicum annuum* L.)

Pheeradon Phansanit



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Public Health (Public Health)

June 2025

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายพีรดนย์ พันสนิท แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(อ. ดร. พัดชา หิรัญวัฒนกุล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. ประชุมพร เลาห์ประเสริฐ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผศ. ดร. ภิญญาพัชญ์ ดุงโคกกรวด)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. ณัชชลิดา ยุคะลัง)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(รศ. ดร. วรางคณา สังสิทธิสวัสดิ์)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

....

(รศ. ดร. สุมัทนา กลางคาร) (ผศ. ดร พลเดช เชาวรัตน์)

คณบดีคณะสาธารณสุขศาสตร์ คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การพัฒนาวัสดุปรับปรุงดินจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลต่อการเจริญของพริกจินดา

ผู้วิจัย พีรดนย์ พันสนิท

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประชุมพร เลาห์ประเสริฐ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภิญญาพัชญ์ ดุงโคกกรวด

ปริญญา สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต **สาขาวิชา** สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2568

บทคัดย่อ

ปัญหาการจัดการมูลฝอยอินทรีย์ในชุมชน โดยเฉพาะขนไก่ที่เหลือจากกระบวนการชำแหละสัตว์ซึ่งก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น น้ำเสีย และเป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลงพาหะ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำขนไก่มาหมักร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลเพื่อพัฒนาเป็นปุ๋ยอินทรีย์ และศึกษาคุณภาพและประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักต่อการเจริญเติบโตของพริกจินดา ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่นิยมปลูกในพื้นที่ดังกล่าว ในการทดลอง ได้มีการออกแบบสูตรการหมักจำนวน 11 สูตร โดยใช้สัดส่วนที่แตกต่างกันระหว่างขนไก่และกากตะกอนหม้อกรอง และหมักเป็นระยะเวลา 90 วัน

ผลการวิเคราะห์พบว่า วัสดุหมักสูตรที่ 10 (ขนไก่ล้วน) ให้ค่าการย่อยสลายสมบูรณ์สูงที่สุด (190.19%) อินทรียวัตถุสูง (48.40%) และโพแทสเซียมสูง (12.17%) ขณะที่สูตรที่ 6 (ขนไก่ : กากตะกอน = 2:3) ให้ค่าไนโตรเจนรวมสูงที่สุด (0.49%) และมีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่เหมาะสมที่สุด (47:1) แม้ว่าวัสดุหมักทั้งหมดจะยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร แต่สามารถจัดเป็นวัสดุปรับปรุงดินที่มีคุณภาพดีได้ ในการทดสอบผลผลิตของพริกจินดาแสดงให้เห็นว่าสูตรที่ 6 เป็นสูตรที่ให้ผลผลิตพริกสดและแห้งสูงที่สุด คือ 55.20 และ 45.40 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ จึงเหมาะสำหรับใช้ในแปลงเกษตรที่มุ่งเน้นการผลิตพริก ในขณะที่สูตรที่ 10 เหมาะสำหรับการจัดการมูลฝอยอินทรีย์ประเภทขนไก่ เนื่องจากสามารถรองรับขนไก่ได้สูงถึง 1 ตันต่อรอบหมัก

โดยสรุปผลการวิจัยนี้สะท้อนศักยภาพของการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น เพื่อพัฒนาเป็นวัสดุปรับปรุงดิน และสามารถต่อยอดเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้มาตรฐานในอนาคต ช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อม และเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจในระดับชุมชนได้อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ : ขนไก่, ปุ๋ยอินทรีย์, วัสดุปรับปรุงดิน, กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

TITLE Development of Soil Amendment from Chicken Feathers and Sugar Filter Cake on Growth of Chili pepper (*Capsicum annuum* L.)

AUTHOR Pheeradon Phansanit

ADVISORS Assistant Professor Prachumporn Lauprasert , Ph.D.
Assistant Professor Pinyapach Dungkokkruad , Ph.D.

DEGREE Master of Public Health **MAJOR** Public Health

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2025

ABSTRACT

Organic waste management remains a significant challenge in many communities, particularly with poultry feathers discarded from slaughter processes. These wastes often cause foul odors, wastewater contamination, and serve as breeding places for vector-borne diseases. This study aimed to evaluate the feasibility of composting chicken feathers with sugar industry filter cake to develop organic fertilizer. The research also assessed the quality and effectiveness of the composted materials on the growth performance of *Capsicum annuum* (chili pepper), a key economic crop in the study area.

Eleven composting formulas with varying ratios of chicken feathers to filter cake were prepared and fermented over 90 days. The results showed that Formula 10 (100% chicken feathers) yielded the highest germination index (190.19%), organic matter content (48.40%), and potassium (12.17%). In contrast, Formula 6 (feathers: filter cake = 2:3) had the highest total nitrogen content (0.49%) and the most favorable carbon/nitrogen ratio (47:1). Although none of the composts satisfied the full standards for certified organic fertilizer according to the Thai Department of Agriculture, they were all suitable as soil amendments. Moreover, growth trials with chili peppers revealed that Formula 6 achieved the highest yields of fresh and dry

fruits at 55.20 kg/rai and 45.40 kg/rai, respectively, making it ideal for agricultural production. Meanwhile, Formula 10 was most appropriate for managing large volumes of feather waste, capable of processing up to one ton per composting cycle.

In conclusion, this study highlights the potential of using local organic waste, specifically chicken feathers and sugar filter cake, as raw materials for producing soil amendments. These materials can be further developed into standardized organic fertilizers, offering an environmentally friendly waste management strategy while generating economic value for rural communities.

Keyword : chicken feathers, organic fertilizer, soil amendment, sugar filter cake, chili pepper

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับอนุมัติทุนอุดหนุนวิจัยประเภท นิสิตบัณฑิตศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2568 (เงินรายได้) จากคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ โดยผู้วิจัยได้รับความเมตตากรุณาและได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประชุมพร เลาห์ประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภิญญาพัชญ์ ดุงโคกกรวด อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาเสียสละเวลา ในการแนะนำให้ความรู้และเสนอแนะแนวทางที่ถูกต้องในการดำเนินการวิจัย ตลอดจนช่วยปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ และให้กำลังใจเป็นอย่างดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตาและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.พัดชา หิรัญวัฒนกุล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัชชลิดา ยุคลัง กรรมการสอบ และรองศาสตราจาจารย์ ดร.วรางคณา สังสิทธิสวัสดิ์ กรรมการสอบ (ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก) ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณคณาจารย์คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และมอบประสบการณ์ในการศึกษาที่มีคุณค่ายิ่ง ขอขอบคุณ นางสาวปิยพร ศรีกงพาน นางสาวเจนจิรา แพงจันทร์ และนางณัฐฐพัชร์ พิมพ์ใจ นักวิทยาศาสตร์คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ได้ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกให้การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ นายอนุสรณ์ ผลภิญโญ นายกองค์การบริหารส่วนตำบลโนนทัน อำเภอหนองเรือ จังหวัดขอนแก่น ที่อนุญาตให้ดำเนินการวิจัยในเขตพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลโนนทัน นางกชพร พิมพ์เสน เจ้าพนักงานธุรการชำนาญงาน นายอนุทิน แสงศรีเรือง พนักงานจ้าง นางสุภาวดี โคตรภูเขียว และ นางไพวรรณ อรัญญโสตร อาสาสมัครบริบาลท้องถิ่น องค์การบริหารส่วนตำบลโนนทัน ที่คอยช่วยเหลือสนับสนุนการให้การทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้ให้ชีวิต ให้สติปัญญา รวมทั้งครอบครัวที่คอยสนับสนุนให้กำลังใจ และให้ความห่วงใยด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยขอมอบคุณความดีและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

พีรดนย์ พันสนิท

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ซ

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฐ

สารบัญรูปภาพ ..... ณ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 หลักการและเหตุผล 1

1.2 คำถามการวิจัย 4

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

1.5 ความสำคัญของการวิจัย 5

1.6 ขอบเขตของการวิจัย 5

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ 6

1.8 ประโยชน์ได้รับจากการวิจัย 8

บทที่ 2 ปริทัศน์เอกสารข้อมูล 10

2.1 สถานการณ์มูลฝอย 10

2.1.1 ความหมายของมูลฝอย 10

2.1.2 สถานการณ์มูลฝอยโลก 11

2.1.3 สถานการณ์มูลฝอยในประเทศไทย 13

2.1.4 บริบททั่วไปและสถานการณ์มูลฝอยขององค์การบริหารส่วนตำบลโนนทัน 16

2.2 ทฤษฎีการจัดการมูลฝอย 19

2.2.1 ทฤษฎีการจัดการมูลฝอยตามหลัก 3Rs 19
2.2.2 ทฤษฎีการจัดการมูลฝอยตามหลัก 8Rs 20
2.2.3 ทฤษฎีการจัดการมูลฝอยตามหลัก 10Rs 21
2.2.4 วิธีการจัดการมูลฝอย 22
2.3 นโยบายการบริหารจัดการมูลฝอยของประเทศไทย 22
2.3.1 ระเบียบ กฎหมาย และหน่วยงานที่มีหน้าที่ในการบริหารจัดการมูลฝอย 24
2.3.2 ปัญหาพื้นฐานในการจัดการมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น 26
2.4 ทฤษฎีการทำปุ๋ยอินทรีย์ 27
2.4.1 ความหมายของปุ๋ยอินทรีย์ 27
2.4.2 ประเภทของปุ๋ยอินทรีย์ 28
2.4.3 หลักการทำปุ๋ยหมัก 30
2.4.4 ลักษณะของปุ๋ยหมักที่ดี 30
2.4.5 มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของประเทศไทย 36
2.5 ข้อมูลของขนไก่ 38
2.5.1 ความหมายของขนไก่ 38
2.5.2 องค์ประกอบของขนไก่ 38
2.5.3 องค์ประกอบทางเคมีของขนไก่ 41
2.6 ข้อมูลของกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล 41
2.7 ข้อมูลของพริกจินดา 43
2.7.1 ความหมายของพริก 43
2.7.2 การแบ่งชนิดของพริกตามขนาดของผล 43
2.7.3 การแบ่งประเภทของพริกตามลักษณะของต้น 46
2.7.4 ความหมายและลักษณะของพริกจินดา 46
2.7.5 วิธีการปลูกพริก 47

2.7.6 โรคที่เกิดกับพริกที่สำคัญ 54
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 55
2.9 กรอบแนวคิดในงานวิจัย 65
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 66
3.1 รูปแบบการวิจัย 66
3.2 พื้นที่ในการวิจัย 66
3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 67
3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 74
3.5 การเก็บตัวอย่าง 75
3.6 วิธีการวิเคราะห์คุณภาพของวัสดุหมักทางห้องปฏิบัติการ 76
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล 76
บทที่ 4 ผลการวิจัย 77
4.1 ผลการศึกษาคุณภาพของวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล 79
4.1.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีเบื้องต้นของวัสดุที่นำมาหมัก 79
4.1.2 การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในระหว่างหมัก 81
4.1.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุหมักตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ 83
4.1.3.1 ความเป็นกรด - ด่าง (pH) 83
4.1.3.2 ปริมาณความชื้น (Moisture Content) 87
4.1.3.3 ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Meter) 91
4.1.3.4 ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) 95
4.1.3.5 สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) 99
4.1.3.6 ปริมาณไนโตรเจนรวม (TKN) 103
4.1.3.7 ปริมาณฟอสฟอรัส (P_2O_5) 107

4.1.3.8 ปริมาณโพแทสเซียม (K_2O) 111
4.1.3.9 การย่อยสลายที่สมบูรณ์ (GI) 114
4.1.3.10 ขนาดของวัสดุหมัก และสิ่งเจือปน 115
4.1.4 การเปรียบเทียบคุณภาพของวัสดุหมักที่พัฒนาขึ้นกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร 115
4.2 การทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุหมักต่อการเจริญเติบโตของพริกจินดา 117
4.2.1 ด้านการเจริญเติบโตของต้นพริก 118
4.2.2 ด้านผลผลิตของพริกจินดา 125
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 136
5.1 สรุปคุณภาพของวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล และผลการเปรียบเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร 136
5.2 สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลต่อการเจริญของพริกจินดา 137
5.4 อภิปรายผลการทดลอง 138
5.5 ข้อเสนอแนะ 140
ภาคผนวก 142
ภาคผนวก 1 วิธีการทดลองทางห้องปฏิบัติการ 143
ภาคผนวก 2 รูปภาพการดำเนินการวิจัย 147
บรรณานุกรม 157
ประวัติผู้เขียน 165

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ปริมาณมูลฝอย 5 ปี ย้อนหลัง (พ.ศ.2562 - 2566) ของประเทศไทย 13
ตารางที่ 2 อัตราการเกิดมูลฝอยต่อประชากร 5 ปีย้อนหลัง (พ.ศ.2562 - 2566) ของประเทศไทย .. 14
ตารางที่ 3 เปรียบเทียบปริมาณมูลฝอยในปี พ.ศ.2566 เทียบกับปี พ.ศ. 2565 ของประเทศไทย 15
ตารางที่ 4 ตัวอย่างวัสดุอินทรีย์ที่ใช้ในการหมักปุ๋ยอินทรีย์ 31
ตารางที่ 5 เกณฑ์ชี้วัดคุณภาพปุ๋ยหมักที่ได้มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ 35
ตารางที่ 6 คุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร 37
ตารางที่ 7 องค์ประกอบทางเคมีของกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล (Filter Cake) 42
ตารางที่ 8 การใส่ปุ๋ยในพริก 52
ตารางที่ 9 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 67
ตารางที่ 10 อัตราส่วนของวัสดุหมัก 69
ตารางที่ 11 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพของวัสดุหมัก 71
ตารางที่ 12 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 74
ตารางที่ 13 การวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นของขนไก่และกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล 80
ตารางที่ 14 ผลการเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ระหว่าง Day 0 กับ Day 90 84
ตารางที่ 15 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของค่า pH 85
ตารางที่ 16 ผลการเปรียบเทียบปริมาณความชื้น (MC) ระหว่าง Day 0 กับ Day 90 88
ตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของปริมาณความชื้น (MC) 89
ตารางที่ 18 ผลการเปรียบเทียบปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ระหว่าง Day 0 กับ Day 90 92
ตารางที่ 19 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) 93
ตารางที่ 20 ผลการเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้า (EC) ระหว่าง Day 0 กับ Day 90 96

ตารางที่ 21 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของค่าการนำไฟฟ้า (EC)..... 97
ตารางที่ 22 ผลการเปรียบเทียบค่า C/N ratio ระหว่าง Day 0 กับ Day 90..... 100
ตารางที่ 23 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของค่า C/N ratio..... 101
ตารางที่ 24 ผลการเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนรวม (TKN) ระหว่าง Day 0 กับ Day 90 104
ตารางที่ 25 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของปริมาณไนโตรเจนรวม (TKN) 105
ตารางที่ 26 ผลการเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัส (P_2O_5) ระหว่าง Day 0 กับ Day 90..... 108
ตารางที่ 27 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของปริมาณฟอสฟอรัส (P_2O_5)..... 109
ตารางที่ 28 ผลเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียม (K_2O) ระหว่าง Day 0 กับ Day 90..... 112
ตารางที่ 29 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ ของปริมาณโพแทสเซียม (K_2O) 113
ตารางที่ 30 ผลการทดสอบการย่อยสลายสมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ (GI) (Day 90) 114
ตารางที่ 31 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพของวัสดุหมักกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร 116
ตารางที่ 32 การเจริญเติบโตของพริกจินดา (ระยะ 90 วัน) 119
ตารางที่ 33 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ด้านความสูงของต้นพริกจินดา..... 120
ตารางที่ 34 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ด้านเส้นรอบวงของต้นพริกจินดา..... 121
ตารางที่ 35 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ด้านความความยาวของรากพริกจินดา..... 122
ตารางที่ 36 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ด้านจำนวนใบของพริกจินดา 123
ตารางที่ 37 ผลผลิตของพริกจินดา (90 วัน)..... 127
ตารางที่ 38 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของจำนวนผล..... 128
ตารางที่ 39 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของความยาวของผล..... 129
ตารางที่ 40 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของเส้นรอบวงของผล..... 130
ตารางที่ 41 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของน้ำหนักผลสด 131
ตารางที่ 42 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของน้ำหนักผลแห้ง 132
ตารางที่ 43 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของ Biomass..... 133

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปภาพที่ 1 ปริมาณมูลฝอยในปี พ.ศ.2566 รายภูมิภาค 15

รูปภาพที่ 2 ภาพรวมของการจัดการมูลฝอยในประเทศ 16

รูปภาพที่ 3 ขนคอนทัวร์ (A) ขนที่สมบูรณ์ (B) แผงขน (vane) 39

รูปภาพที่ 4 (A) ฟิโลพลูม (filoplume) (B) ขนคอนทัวร์ (vane or contour) (C) ขนดาวน์ (down) (D) เซมิพลูม (semiplume) (E) ขนคอนทัวร์ของไก่ฟ้าที่อัฟเตอร์เชฟท์ 40

รูปภาพที่ 5 ตัวอย่างพริกพันธุ์ที่ผลิตเป็นการค้า - กลุ่มพริกผลใหญ่ 44

รูปภาพที่ 6 ตัวอย่างพริกพันธุ์ที่ผลิตเป็นการค้า - กลุ่มพริกผลเล็ก 45

รูปภาพที่ 7 ถาดเพาะต้นกล้าพริก 50

รูปภาพที่ 8 การคลุมแปลงปลูก 51

รูปภาพที่ 9 ตำแหน่งของการตัดแต่งกิ่งแขนง 51

รูปภาพที่ 10 วงจรการเจริญเติบโตของพริก 53

รูปภาพที่ 11 แผนที่โดยสังเขปของสถานที่ทดลอง 68

รูปภาพที่ 12 แผนผังการจัดวางถังหมัก 70

รูปภาพที่ 13 แผนผังการทดลองประสิทธิภาพของวัสดุหมักต่อการเจริญเติบโตของพริกจินดา 73

รูปภาพที่ 14 ตำแหน่งในการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของพริกจินดา 75

รูปภาพที่ 15 อุณหภูมิในกองวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล ตลอดระยะเวลาการหมัก 81

รูปภาพที่ 16 ความชื้นในกองวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล ตลอดระยะเวลาของการหมัก 82

รูปภาพที่ 17 ค่า pH ของวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล 83

รูปภาพที่ 18 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณความชื้น (MC) ในวัสดุหมัก (Day 0 กับ Day 90) 87

รูปภาพที่ 19 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ในวัสดุหมัก (Day 0 กับ Day 90) 91

รูปภาพที่ 20 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในวัสดุหมัก (Day 0 กับ Day 90)..... 95

รูปภาพที่ 21 แผนภูมิเปรียบเทียบสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ในวัสดุหมัก (Day 0 กับ Day 90)..... 99

รูปภาพที่ 22 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนรวม (TKN) ในวัสดุหมัก (Day 0 กับ Day 90) 103

รูปภาพที่ 23 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัส (P_2O_5) ในวัสดุหมัก (Day 0 กับ Day 90)... 107

รูปภาพที่ 24 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียม (K_2O) ในวัสดุหมัก (Day 0 กับ Day 90).. 111

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

มูลฝอย (Solid Waste) ถูกยกให้เป็นปัญหาระดับโลก การขยายตัวของประชากรและการบริโภคที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้สถานการณ์มูลฝอยชุมชน (Municipal Solid Waste) เป็นปัญหาที่หลายฝ่ายมีความกังวล (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2564) สถานการณ์มูลฝอยโลกในแต่ละปีมีมูลฝอยชุมชนเกิดขึ้นมากกว่า 2.1 พันล้านตัน แต่มีเพียงร้อยละ 16 หรือประมาณ 323 ล้านตันเท่านั้นที่ได้รับการบริหารจัดการอย่างเหมาะสม (Nichols W. & Smith N., 2019) คาดการณ์ว่า ในปี 2568 ปริมาณมูลฝอยในเขตเทศบาลทั่วโลกจะสูงถึง 3.8 พันล้านตัน เพิ่มขึ้นจาก 2.3 พันล้านในปี 2566 โดยมูลฝอยอินทรีย์จะมีสัดส่วนมากที่สุด (Yatoo et al., 2024) ระบบการบริหารจัดการมูลฝอยที่ไม่มีประสิทธิภาพประกอบกับจำนวนประชากรทั่วโลกมีแนวโน้มสูงขึ้น การขยายตัวของเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่อง การเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตเข้าสู่สังคมเมือง (ชัยณรงค์ ขาวเงิน, 2564) ตลอดจนพฤติกรรมการซื้อและบริโภคสินค้าและอาหารผ่านระบบออนไลน์ ส่งผลให้ปริมาณมูลฝอยในพื้นที่ ต่าง ๆ ทั่วโลกเพิ่มขึ้น (กองจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ , 2565)

ประเทศไทยประสบปัญหาการจัดการมูลฝอย (สถาบันเทคโนโลยีและสารสนเทศเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน, 2564) โดยในปี พ.ศ.2562 - 2566 ประเทศไทยมีมูลฝอยเกิดขึ้นเฉลี่ย 26.34 ล้านตัน (Max = 28.71 Min 24.98 S.D. = 1.52) โดยแบ่งเป็นมูลฝอยที่ถูกนำกลับมาใช้ประโยชน์เฉลี่ย 9.38 ล้านตัน มูลฝอยที่กำจัดถูกต้องเฉลี่ย 9.45 ล้านตัน มูลฝอยที่ถูกกำจัดไม่ถูกต้องเฉลี่ย 7.51 ล้านตัน และมูลฝอยตกค้างเฉลี่ย 6.59 ล้านตัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2567) ซึ่งรัฐบาลได้ให้ความสำคัญในการแก้ปัญหามูลฝอยโดยกำหนดเป็นวาระแห่งชาติ เพื่อแก้ไขปัญหามูลฝอยของประเทศ โดยให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) เป็นหน่วยงานหลักในจัดการมูลฝอย (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2562) การดำเนินการที่ผ่านมา องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นได้ดำเนินการภายใต้กรอบแนวทางที่สำคัญ เช่น แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 แต่ยังประสบปัญหาในการดำเนินการ เช่น ข้อจำกัดด้านงบประมาณ ด้านสมรรถนะองค์กร ด้านสถานที่กำจัดมูลฝอย ด้านการประชาสัมพันธ์ (ปิยชาติ ศิลปสุวรรณ, 2557) การบูรณาการของภาคส่วนต่าง ๆ และการคัดค้านโครงการจากประชาชน (กรมควบคุมมลพิษ, 2559) จึงทำให้ปัญหามูลฝอยในประเทศยังคงทวีความรุนแรงอย่างต่อเนื่อง

แนวทางและวิธีการกำจัดมูลฝอยของประเทศไทย มีอยู่ 3 วิธี ได้แก่ การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) การเผาในเตาเผา (Incineration) และการหมักทำปุ๋ย (Composting) นอกจาก 3 วิธีดังกล่าว องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นบางแห่งยังใช้วิธีการกำจัดมูลฝอยแบบผสมผสาน โดยเน้นการจัดการมูลฝอยในรูปแบบ 3Rs ขึ้นอยู่กับปริมาณและลักษณะของมูลฝอยแต่ละพื้นที่ (สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย, 2555) ต่อมารัฐบาลมีนโยบายให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นรวมกลุ่มกันเพื่อจัดการมูลฝอย โดยเน้นการนำมูลฝอยมาใช้ประโยชน์ด้วยการเปลี่ยนเป็นพลังงานทดแทนหรือการทำปุ๋ยหมัก (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2564) เพื่อกำจัดมูลฝอยและลดการฝังกลบ แต่ด้วยข้อจำกัดขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่กล่าวมา ส่งผลให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นหลายแห่งยังคงกำจัดมูลฝอยด้วยการนำไปเทกองกลางแจ้ง (Open Dump) หรือเผากลางแจ้ง (Open Burning) ซึ่งเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม และเป็นแหล่งอาหารและเพาะพันธุ์ของแมลงนำโรคต่าง ๆ นอกจากนี้ การเผามูลฝอยยังก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน เหตุเดือดร้อนรำคาญ และกลิ่นเหม็น (สำนักจัดการกากของเสียอันตรายและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ, 2552)

องค์การบริหารส่วนตำบลโนนทัน อำเภอหนองเรือ จังหวัดขอนแก่น เป็นองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นหนึ่งที่ประสบปัญหามูลฝอย มีพื้นที่ทั้งหมด 61 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 26,271.96 ไร่ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2566) ประกอบด้วย 14 หมู่บ้าน มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 8,956 คน สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบ อาชีพหลัก ได้แก่ ทำนา ทำสวน ทำไร่ อาชีพรอง ได้แก่ ค้าขาย (แผนพัฒนาท้องถิ่น องค์การบริหารส่วนตำบลโนนทัน พ.ศ.2566-2570, 2565) พืชเศรษฐกิจในพื้นที่ที่นิยมปลูก ได้แก่ อ้อยโรงงาน เนื่องจากมีโรงงานน้ำตาลตั้งอยู่ใกล้เคียง มีพื้นที่ปลูกประมาณ 10,560.90 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 53.43 ของพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด กระจายทั่วพื้นที่ทั้ง 14 หมู่บ้าน (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2566) และพืชรองที่นิยมปลูก ได้แก่ พริก และผักสวนครัวทุกชนิดสลับหมุนเวียนตามฤดูกาล ครอบคลุมพื้นที่ 2 ใน 14 หมู่บ้าน (องค์การบริหารส่วนตำบลโนนทัน, 2567) สถานการณ์มูลฝอยของตำบลโนนทัน ตั้งแต่ปี พ.ศ.2563 - 2565 มีมูลฝอยเกิดขึ้นเฉลี่ย 29.77 ตันต่อเดือน (Max = 60.00 Min = 4.80) ส่วนใหญ่เป็นมูลฝอยรีไซเคิล 12.62 ตันต่อเดือน รองลงมาเป็นมูลฝอยอินทรีย์ 9.39 ตันต่อเดือน และน้อยที่สุดคือมูลฝอยทั่วไป 7.66 ตันต่อเดือน วิธีการจัดการมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนตำบลโนนทันจึงเน้นไปที่การกำจัดตั้งแต่ต้นทางโดยการรณรงค์ให้ชุมชนคัดแยกมูลฝอยตามหลัก 3Rs เนื่องจากองค์การบริหารส่วนตำบลโนนทันไม่มีระบบเก็บ ขนมูลฝอยและไม่มีสถานที่กำจัดมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล แต่ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ยังคงมีการนำมูลฝอยไปทิ้งในที่หรือทางสาธารณะและมีการลักลอบเผาจนเป็นเหตุให้มีการร้องเรียนอยู่บ่อยครั้ง โดยเฉพาะบ่อรองรับมูลฝอยหมู่ 7 เป็นบ่อรองรับมูลฝอยที่ชุมชนสร้างขึ้น ตั้งอยู่ในพื้นที่สาธารณะ รองรับมูลฝอยจากชุมชนไก่ย่างหนองเรือซึ่งเป็นสถานที่จำหน่ายอาหารที่สำคัญและเป็นจุด

แวะพักรับประทานอาหารของผู้ที่สัญจรผ่านไปมา นอกจากนี้ บ่อรองรับมูลฝอยดังกล่าวยังรองรับมูลฝอยจากสถานที่ชำแหละไก่เพื่อส่งให้ขายให้ชุมชนไก่ย่างหนองเรือ โดยสิ่งที่เหลือจากกระบวนการชำแหละที่เป็นปัญหาสำคัญคือ ขนไก่ จากการสำรวจเบื้องต้นโดยผู้วิจัย ระหว่างวันที่ 13 - 21 กุมภาพันธ์ 2566 พบว่า มีการเชือดไก่เฉลี่ยวันละ 886 ตัว (Max = 1000 Min = 600) โดยขนไก่ที่เก็บรวบรวมได้มีน้ำหนักเฉลี่ย 53.16 กิโลกรัมต่อวัน (Max = 60 Min = 34.6) ซึ่งขนไก่ทั้งหมดจะถูกนำไปทิ้งที่บ่อรองรับมูลฝอยหมู่ 7 รวมกับมูลฝอยประเภทอื่น ส่งผลให้เกิดปัญหาเหตุรำคาญ ทั้งเรื่องกลิ่น ควันจากการลักลอบเผา แหล่งเพาะพันธุ์สัตว์และแมลงนำโรค และน้ำเสีย โดยในปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 - 2567 องค์การบริหารส่วนตำบลโนนทัน ได้รับเรื่องร้องเรียนเรื่องเหตุรำคาญและมูลฝอยล้นบ่อของบ่อรองรับมูลฝอยหมู่ 7 เฉลี่ย 4 ครั้งต่อปี (Max = 5 Min = 3) (องค์การบริหารส่วนตำบลโนนทัน, 2567)

จากปัญหาการบริหารจัดการมูลฝอยและจำนวนเรื่องร้องเรียน จำเป็นอย่างยิ่งที่องค์การบริหารส่วนตำบลโนนทันควรมีแนวทางและวิธีการการนำมูลฝอยอินทรีย์ในท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์ เพื่อลดเรื่องร้องเรียนเหตุรำคาญ ลดการนำมูลฝอยอินทรีย์ประเภทขนไก่ไปทิ้งในที่สาธารณะ ลดปัญหาสิ่งแวดล้อม ลดภาวะโลกร้อน ประกอบกับมีโรงงานน้ำตาลตั้งอยู่ใกล้เคียงและในพื้นที่ส่วนใหญ่ของตำบลโนนทันเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งจากการศึกษาของ (ชูไฮมิน เจ๊ะมะลี และ ยะโก๊ะ ขาเร็มดาเบะ, 2560) ได้ศึกษาการผลิตปุ๋ยหมักจากทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันผสมขนไก่ ผลการศึกษาพบว่า ได้ปุ๋ยอินทรีย์ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร ส่วนกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล (Filter cake) ประกอบด้วยอินทรียวัตถุ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และ โพแทสเซียม (K) ประมาณร้อยละ 60.00 3.00 0.24 และ 0.20 ตามลำดับ สามารถใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินได้ดี (สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมอ้อยน้ำตาลทราย, 2560) ผู้วิจัยจึงสนใจการจัดการมูลฝอยอินทรีย์ประเภทขนไก่ โดยมีเป้าหมายในการพัฒนาเป็นปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับวัสดุที่เหลือจากกระบวนการผลิตน้ำตาล ได้แก่ กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล (Filter cake) โดยศึกษาคุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์จากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล จากนั้นนำไปทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้ต่อการเจริญเติบโตของพริกจินดา เนื่องจากเป็นพืชเศรษฐกิจ ทนต่อโรค ปลูกได้ตลอดทั้งปี (ศูนย์สนเทศทางการเกษตรแห่งชาติ, 2564) ประกอบกับในพื้นที่ตำบลโนนทัน มีเกษตรกรกว่าร้อยละ 80.00 ของหมู่ 5 และ 6 ที่ปลูกพริกจิดาเป็นพืชหมุนเวียน จึงเหมาะสมที่จะนำมาทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์จากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลในงานวิจัยนี้ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการและเพิ่มมูลค่าของมูลฝอยอินทรีย์ และเพื่อเป็นปุ๋ยทางเลือกให้เกษตรกรในพื้นที่ ต่อไป

1.2 คำถามการวิจัย

1.2.1 การหมักขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลสามารถพัฒนาเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีมาตรฐานตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตรได้หรือไม่

1.2.2 วัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลสูตรใดมีค่าเป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร

1.2.3 วัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลสูตรใดที่ส่งผลให้การเจริญเติบโตของพริกจินดาดีที่สุด

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนามูลฝอยอินทรีย์ประเภทขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีมาตรฐานตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร

1.3.2 เพื่อศึกษาคุณภาพของวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

1.3.3 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล ต่อการเจริญเติบโตของพริกจินดา

1.4 สมมติฐานของการวิจัย

1.4.1 คุณสมบัติของวัสดุหมักจากขนไก่ผสมกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลเปรียบเทียบก่อนหมัก (Day 0) และหลังหมัก (Day 90)

$H_0 =$ คุณสมบัติของวัสดุหมักแต่ละพารามิเตอร์ก่อนและหลังกระบวนการหมักมีค่าไม่แตกต่างกัน

$H_A =$ คุณสมบัติของวัสดุหมักแต่ละพารามิเตอร์ก่อนและหลังกระบวนการหมักมีค่าแตกต่างกัน อย่างน้อย 1 คู่

1.4.2 คุณภาพของวัสดุหมักจากขนไก่ผสมกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมัก (Day 90)

$H_0 =$ สัดส่วนของขนไก่กับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลที่แตกต่างกันส่งผลให้คุณภาพของวัสดุหมักแต่ละพารามิเตอร์มีค่าไม่แตกต่างกัน

$H_A =$ สัดส่วนของขนไก่กับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลที่แตกต่างกันส่งผลให้คุณภาพของวัสดุหมักแต่ละพารามิเตอร์มีค่าแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่

1.4.3 ประสิทธิภาพของวัสดุหมักจากขนไก่ผสมกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลต่อการการเจริญเติบโตของพริกจินดา

$H_0 =$ การเจริญเติบโตของพริกจินดาที่ได้รับวัสดุหมักแต่ละสูตรแตกต่างกันมีค่าการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน

$H_A =$ การเจริญเติบโตของพริกจินดาที่ได้รับวัสดุหมักแต่ละสูตรแตกต่างกันมีค่าการเจริญเติมโตแตกต่างกัน อย่างน้อย 1 คู่

1.5 ความสำคัญของการวิจัย

1.5.1 เป็นการศึกษาวิธีการพัฒนาปุ๋ยอินทรีย์จากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล โดยการนำขนไก่ที่เหลือจากสถานที่ชำแหละมาหมักร่วมกับของเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

1.5.2 เป็นแนวทางในการจัดการมูลฝอยอินทรีย์ประเภทขนไก่ในพื้นที่

1.6 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ได้กำหนดขอบเขตในการวิจัยเพื่อให้ตรงตามประเด็นที่กำหนด ดังนี้

1.6.1 ขอบเขตด้านพื้นที่

ศึกษาในเขตพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลโนนทัน อำเภอหนองเรือ จังหวัดขอนแก่น ราชการส่วนท้องถิ่นในกำกับดูและของอำเภอหนองเรือ จังหวัดขอนแก่น กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น และกระทรวงมหาดไทย

1.6.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ศึกษาวิธีการพัฒนา คุณภาพ และประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์จากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล ภายใต้อัตราส่วนระหว่างขนไก่และกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลที่แตกต่างกันต่ออัตราการเจริญเติบโตของพริกจินดา

1.6.3 ขอบเขตด้านเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา 6 เดือน (ตั้งแต่กุมภาพันธ์ ถึง สิงหาคม 2567)

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.7.1 ขนไก่ หมายถึง ขนไก่ที่ผ่านกระบวนการชำแหละโดยใช้เครื่องถอนขนไก่กึ่งอัตโนมัติของสถานที่ชำแหละไก่ทั้ง 3 แห่งในตำบลโนนทัน อำเภอหนองเรือ จังหวัดขอนแก่น มีลักษณะเป็นขนไก่ชุ่มน้ำ ก่อนหมักปุ๋ยนำมาสับให้เป็นชิ้นเล็กๆ ประมาณ 0.5 - 1 เซ็นติเมตร

1.7.2 กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล หมายถึง ตะกอนที่เหลือจากการกรองแยกน้ำอ้อยด้วยเครื่องกรองในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายของโรงน้ำตาลมิตรภูเวียง มีลักษณะเป็นของแข็งสีน้ำตาลปนดำ

1.7.3 ปุ๋ยอินทรีย์ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำขนไก่ กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล มูลสุกร พด.1 มาหมักรวมกันในถังพลาสติกทรงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร และสูง 30 เซนติเมตร คลุมด้วยแผ่นพลาสติกเพื่อลดการสูญเสียความชื้น ใช้กระบวนการย่อยสลายด้วยกิจกรรมจุลินทรีย์แบบใช้อากาศ กลับกองปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเติมอากาศทุก 7วัน เป็นเวลา 3 เดือน (90 วัน) จนเปลี่ยนสภาพไปจากเดิมไปเป็นวัสดุที่มีลักษณะอ่อนนุ่ม เปื่อยยุ่ย ไม่แข็งกระด้าง และมีสีน้ำตาลปนดำ และมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร

1.7.4 วัสดุปรับปรุงดิน หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำขนไก่ กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล มูลสุกร พด.1 มาหมักรวมกันในถังพลาสติกทรงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 เซนติเมตรและสูง 30 เซนติเมตร คลุมด้วยแผ่นพลาสติกเพื่อลดการสูญเสียความชื้น ใช้กระบวนการย่อยสลายด้วยกิจกรรมจุลินทรีย์แบบใช้อากาศ กลับกองเพื่อเติมอากาศทุก 7 วัน เป็นเวลา 3 เดือน (90 วัน) จนเปลี่ยนสภาพไปจากเดิมไปเป็นวัสดุที่มีลักษณะอ่อนนุ่ม เปื่อยยุ่ย ไม่แข็งกระด้าง และมีสีน้ำตาลปนดำ แต่มีคุณสมบัติไม่เป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร

1.7.5 วัสดุหมัก หมายถึง ขนไก่ที่หมักร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลในสัดส่วนต่าง ๆ โดยเติมมูลสุกร และสารเร่งซุปเปอร์ พด.1 เท่ากัน

1.7.6 คุณภาพของวัสดุหมัก หมายถึง คุณสมบัติและปริมาณธาตุอาหารตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตรตามพารามิเตอร์ ได้แก่

1.7.6.1 pH

1.7.6.2 Moisture Content (%)

1.7.6.3 C/N ratio

1.7.6.4 Organic Meter (%)

1.7.6.5 Electrical Conductivity (dS/m)

1.7.6.6 Total Nitrogen (TKN) (%)

1.7.6.7 Phosphorus (P_2O_5) (%)

1.7.6.8 Potassium (K_2O) (%)

1.7.6.9 การย่อยสลายสมบูรณ์ (GI) (%)

1.7.6.10 ขนาดของปุ๋ย (มิลลิเมตร) และสิ่งเจือปน (%)

1.7.7 พริกจินดา หมายถึง พริกสายพันธุ์จินดา (*Capsicum annuum* L.) ที่เพาะปลูกโดยผู้วิจัย จากเมล็ดพันธุ์ตามท้องตลาด โดยเพาะต้นกล้าในถาดหลุมจนครบ 30 วัน จากนั้นย้ายลงปลูกในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10±2 นิ้ว สูง 7±2 นิ้ว ที่มีดินปลูก 2 กิโลกรัม ตั้งกระถางไว้ในโรงเรือนชั่วคราว รดน้ำสัปดาห์ละ 3 ครั้ง ครั้งละ 0.7 ลิตร จนอายุครบ 20 วันจึงใส่ปุ๋ยครั้งแรกตามผลการจับสลากจำนวน 20 กรัม และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 3 และ 4 ทุก ๆ 15 วัน จนมีอายุครบ 90 วัน นับตั้งแต่ย้ายกล้าลงกระถางจึงทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต

1.7.8 ประสิทธิภาพของวัสดุหมัก หมายถึง ประสิทธิภาพของวัสดุหมักที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพริกจินดา เปรียบเทียบกับปุ๋ยทางการค้าและดินเปล่า ตามพารามิเตอร์ ได้แก่

1.7.8.1 ความสูงของต้น (cm)

1.7.8.2 เส้นรอบวงของลำต้น (cm)

1.7.8.3 จำนวนใบ (ใบ)

1.7.8.4 ความยาวราก (cm)

1.7.8.5 จำนวนผล (ผล)

1.7.8.6 เส้นรอบวงของผล (cm)

1.7.8.7 ความยาวของผล (cm)

1.7.8.8 น้ำหนักผลสด (กรัม)

1.7.8.9 น้ำหนักผลแห้ง (กรัม)

1.7.8.10 Biomass (%)

1.7.9 มูลสุกร หมายถึง มูลสุกรที่ได้จากฟาร์มขุนสุกรในพื้นที่ตำบลโนนทัน อำเภอหนองเรือ จังหวัดขอนแก่น เป็นมูลสุกรที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบบ่อแก๊สชีวภาพและผ่านการตากให้แห้งแล้ว

1.7.10 สิ่งเจือปน หมายถึง ปริมาณหิน กรวดขนาดใหญ่กว่า 5 มิลลิเมตร พลาสติก แก้ว ของมีคม และโลหะต่าง ๆ ที่เจือปนในวัสดุหมัก

1.7.11 สารเร่งซุปเปอร์ พด.1 หมายถึง สารเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายของอินทรียวัตถุ ซึ่งเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร และอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร์เพื่อผลิตปุ๋ยหมักในเวลารวดเร็วและมีคุณภาพสูงขึ้น ประกอบด้วยเชื้อรา และแอคติโนมัยซีสที่ย่อยสารประกอบเซลลูโลส และแบคทีเรียที่ย่อยไขมัน โดยวิธีการเตรียมสารเร่ง พด.1 ทำได้โดยผสมสารเร่งซุปเปอร์ พด.1 ในน้ำ 20 ลิตร คนให้เข้ากันนาน 5-10 นาที เพื่อกระตุ้นให้จุลินทรีย์ออกจากสภาพที่เป็นสปอร์และพร้อมที่จะเกิดกิจกรรมการย่อยสลาย จากนั้นราดสารละลายสารเร่งให้ทั่วโดยกองปุ๋ย จุลินทรีย์ในสารเร่งซุปเปอร์ พด.1 จะทำหน้าที่ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ต่อไป (กรมพัฒนาที่ดิน, 2566)

1.8 ประโยชน์ได้รับจากการวิจัย

1.8.1 ผู้วิจัย

1.8.1.1 ได้องค์ความรู้เกี่ยวกับการหมักย่อยมูลฝอยอินทรีย์ประเภทขนไก่

1.8.1.2 ได้นวัตกรรมการกำจัดมูลฝอยอินทรีย์ประเภทของไก่ในพื้นที่

1.8.2 ชุมชนไก่ย่างหนองเรือ

1.8.2.1 ลดเหตุเดือนร้อนรำคาญจากกลิ่นเหม็นและควันจากบ่อรองรับมูลฝอย

1.8.2.2 สภาพแวดล้อมบริเวณชุมชนไก่ย่างดีขึ้น ไม่มีกลิ่นรบกวน สร้างบรรยากาศการจำหน่ายสินค้า

1.8.3 สถานที่ชำแหละไก่

1.8.3.1 มีแนวทางการจัดการมูลฝอยอินทรีย์ประเภทขนไก่ ลดการนำขนไก่ไปทิ้งในที่สาธารณะ

1.8.3.2 ลดความขัดแย้งระหว่างสถานที่ชำแหละไก่กับชุมชน

1.8.4 โรงงานน้ำตาล

1.8.4.1 มีแนวทางส่งเสริมการนำของเหลือจากกระบวนการผลิตมาใช้ประโยชน์

1.8.4.2 เป็นการสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างโรงงาน ชุมชน และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

1.8.5 องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

1.8.5.1 ลดปัญหาและภาระค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอย โดยการนำมูลฝอยอินทรีย์ประเภทขนไก่มาใช้ให้เกิดประโยชน์เพื่อลดการปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม ลดแหล่งเพาะพันธุ์ของสัตว์และแมลงนำโรค และลดภาวะโลกร้อน

1.8.5.2 กิจกรรมการดำเนินงานตามอำนาจหน้าที่ที่พึงกระทำตามระเบียบ กฎหมายในการส่งเสริมรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม และทำนุบำรุงที่หรือทางสาธารณะ

1.8.5.3 ลดการนำมูลฝอยอินทรีย์ประเภทขนไก่ไปทิ้งในพื้นที่สาธารณะ

1.8.5.4 เพิ่มมูลค่าของของเสียในพื้นที่เพื่อให้เป็นปุ๋ยทางเลือกของเกษตรกรในการลดต้นทุนการผลิต

บทที่ 2

ปริทัศน์เอกสารข้อมูล

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาวัสดุปรับปรุงดินจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลต่อการเจริญของต้นพริกจินดา” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำขนไก่มาหมักร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลเพื่อพัฒนาเป็นปุ๋ยอินทรีย์ คุณภาพ และประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์จากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน ต่อการเจริญเติบโตของพริกจินดา ผู้วิจัยได้รวบรวมหลักการ แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ อาทิ เอกสาร ตำรา งานวิจัย และสืบค้นจากอินเตอร์เน็ต เพื่อนำมากำหนดกรอบแนวคิดสำหรับการวิจัย ในประเด็นดังต่อไปนี้

2.1 สถานการณ์มูลฝอย

2.2 ทฤษฎีการจัดการมูลฝอย

2.3 นโยบายการบริหารจัดการมูลฝอยของประเทศไทย

2.4 ทฤษฎีการทำปุ๋ยอินทรีย์

2.5 ข้อมูลของขนไก่

2.5 ข้อมูลของกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

2.6 ข้อมูลของพริกจินดา

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8 กรอบแนวคิดในงานวิจัย

2.1 สถานการณ์มูลฝอย

2.1.1 ความหมายของมูลฝอย

มูลฝอย (Solid Waste) หมายถึง เศษวัสดุหรือของเหลือทิ้งที่ไม่มีผู้ใดต้องการใช้ประโยชน์อีกต่อไป และจำเป็นต้องกำจัดหรือจัดการให้เหมาะสม มูลฝอยเกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ในชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นในครัวเรือน สถานที่ประกอบการ การเกษตรกรรม อุตสาหกรรม การก่อสร้าง หรือกิจกรรมอื่น ๆ ตัวอย่างของมูลฝอยที่พบโดยทั่วไป ได้แก่ เศษอาหาร เศษกระดาษ เศษผ้า พลาสติก เศษวัสดุก่อสร้าง กิ่งไม้ ใบไม้ ซากสัตว์ ตลอดจนเครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ชำรุดแล้ว อย่างไรก็ตาม มูลฝอยบางประเภทแม้จะถูกทิ้ง แต่ยังคงมีคุณค่าหรือสามารถนำกลับมาใช้

ใหม่หรือรีไซเคิลได้ เช่น กระดาษ พลาสติก ขวดแก้ว หรือเสื้อผ้าเก่า ซึ่งของเหล่านี้อาจยังมีความต้องการในตลาดมือสองหรือมีมูลค่าทางเศรษฐกิจ (สำนักจัดการกากของเสียอันตรายและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ, 2552) การจัดการกับมูลฝอยจึงไม่เพียงแต่เป็นการกำจัดของเสียเท่านั้น แต่ยังเกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย ขณะที่ในด้านกฎหมาย ตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ได้ให้คำจำกัดความของ "มูลฝอย" ว่าคือ เศษวัตถุต่าง ๆ ที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น เศษกระดาษ ผ้า อาหาร ภาชนะบรรจุอาหาร เถ้า มูลสัตว์ ซากสัตว์ และยังรวมถึงมูลฝอยติดเชื้อ หรือมูลฝอยอันตรายที่เกิดจากชุมชน ซึ่งจำเป็นต้องมีการจัดการแยกต่างหากเพื่อควบคุมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน (สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา, 2560) เช่นเดียวกับพระราชบัญญัติรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ. 2535 ที่ได้บัญญัติความหมายของมูลฝอยไว้ในแนวทางเดียวกัน โดยครอบคลุมเศษวัสดุหลากหลายประเภทที่ต้องจัดการอย่างเหมาะสมเพื่อรักษาความสะอาดของชุมชนและสิ่งแวดล้อมโดยรวม

สรุปได้ว่า "มูลฝอย" หมายถึง เศษวัสดุที่ไม่มีผู้ใดต้องการ เครื่องใช้ที่ชำรุด เศษวัสดุจากการเกษตร อุตสาหกรรม การก่อสร้าง กิ่งไม้ใบหญ้า เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า เศษวัตถุ ถุงพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์ ซากสัตว์ หรือสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์ หรือที่อื่น และหมายความรวมถึงมูลฝอยติดเชื้อ มูลฝอยที่เป็นพิษหรืออันตรายจากชุมชน ทั้งที่มีคุณค่าและไม่มีคุณค่า

2.1.2 สถานการณ์มูลฝอยโลก

ปริมาณและความซับซ้อนของมูลฝอยที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากภาวะเศรษฐกิจในปัจจุบันกำลังก่อให้เกิดความเสี่ยงร้ายแรงต่อระบบนิเวศและสุขภาพของมนุษย์ จากการรวบรวมข้อมูลพบว่าในแต่ละปี ทั่วโลกมีปริมาณมูลฝอยเกิดขึ้นประมาณ 11.2 พันล้านตัน โดยการย่อยสลายของมูลฝอยอินทรีย์มีส่วนทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ทั่วโลกและในบรรดามูลฝอยทั้งหมด การบริหารจัดการมูลฝอยที่ไม่มีประสิทธิภาพตั้งแต่ระบบรวบรวมไปจนถึงการกำจัด ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ น้ำ และดิน การเทกอง (Open Dumping) ที่ไม่ถูกสุขลักษณะมีส่วนทำให้น้ำบริโภคปนเปื้อน รวมถึงอาจส่งผลให้เกิดการติดเชื้อและแพร่เชื้อโรคได้ การแพร่กระจายของมูลฝอยก่อให้เกิดมลพิษต่อระบบนิเวศ สร้างความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชนและสิ่งแวดล้อม (UN Environment Programme, 2023) นอกจากนี้ จากการศึกษาของ Nichols W. และ Smith N., (2019) ที่ศึกษาเรื่อง Waste Generation and Recycling Indices 2019 Overview and findings รายงานโดย Verisk Maplecroft ได้วัดปริมาณการสร้างมูลฝอยและประสิทธิภาพการรีไซเคิลของ

194 ประเทศ เพื่อเผยแพร่ว่าภาพรวมของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกจัดการกับมูลฝอยที่เกิดขึ้นอย่างไรในขณะที่โลกกำลังเผชิญกับมูลฝอยที่เพิ่มขึ้น ผลการวิจัยพบว่า ในแต่ละปีมีมูลฝอยชุมชน (Municipal Solid Waste) กว่า 2.1 พันล้านตัน ทั่วโลก ซึ่งเพียงพอสำหรับเติมสระว่ายน้ำโอลิมปิกที่มีความยาวถึง 41,000 กิโลเมตร ได้ถึง 822,000 สระ อย่างไรก็ตาม ในแต่ละปีมีการรีไซเคิลเพียงร้อยละ 16.00 (323 ล้านตัน) ในขณะที่ร้อยละ 46.00 (950 ล้านตัน) ถูกกำจัดอย่างไม่เหมาะสม สัดส่วนระหว่างอัตราการเกิดมูลฝอยกับการรีไซเคิลที่ไม่สมดุลกำลังสร้างความท้าทายอย่างมากสำหรับรัฐบาลและประชาชน (Nichols W. and Smith N., 2019)

วิธีแก้ไขอันดับแรกคือการลดปริมาณมูลฝอยให้เหลือน้อยที่สุดในกรณีที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ได้แก่การนำวัสดุและพลังงานจากมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ ตลอดจนการนำมูลฝอยกลับมาผลิตใหม่และการรีไซเคิลเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้งาน การรีไซเคิลนำไปสู่การประหยัดทรัพยากรอย่างมาก ตัวอย่างเช่น การรีไซเคิลกระดาษ สามารถช่วยประหยัดต้นไม้ได้ 17 ต้น และประหยัดน้ำได้ร้อยละ 50.00 อีกทั้งการรีไซเคิลยังสร้างอาชีพแก่ประชาชนอีกด้วย ศูนย์เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศของ UNEP (IETC) ในประเทศญี่ปุ่น มีการสนับสนุนการนำระบบการจัดการมูลฝอยแบบบูรณาการมาใช้ โดยมุ่งเน้นไปที่การบำบัดมูลฝอยที่เหมาะสม และมีเป้าหมายที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการมูลฝอยโดยให้ผู้มีส่วนได้เสียทั้งหมดมีส่วนร่วมในกระบวนการผ่านโครงการนำร่องในระดับท้องถิ่น (UN Environment Programme, 2023)

มีการคาดการณ์ว่าปริมาณมูลฝอยจากเทศบาลจะเพิ่มขึ้นจาก 2.1 พันล้านตันในปี 2023 เป็น 3.8 พันล้านตันในปี 2050 โดยในปี 2020 ค่าใช้จ่ายของทั่วโลกในการจัดการมูลฝอยอยู่ที่ประมาณ 252 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ เมื่อรวมค่าใช้จ่ายแอบแฝงจากมลพิษ สุขภาพที่ไม่ดี และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากการกำจัดมูลฝอยที่ไม่ถูกต้อง ค่าใช้จ่ายดังกล่าวจะพุ่งสูงถึง 361 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ หากไม่มีการดำเนินการอย่างเร่งด่วนในการจัดการขยะมูลฝอย ภายในปี 2050 ค่าใช้จ่ายประจำปีทั่วโลกนี้อาจเพิ่มขึ้นเกือบสองเท่าเป็น 640.3 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ (UN Enviroment Programme, 2024)

สรุปได้ว่า สถานการณ์มูลฝอยโลกในปัจจุบันยังคงทวีความรุ่นแรง มีมูลฝอยชุมชน (Municipal Solid Waste) เกิดขึ้นกว่า 2.1 พันล้านตันทั่วโลกต่อปี มีการรีไซเคิลเพียงร้อยละ 16 (323 ล้านตัน) ในขณะที่ร้อยละ 46 (950 ล้านตัน) ถูกกำจัดอย่างไม่เหมาะสม แม้ว่ามีการรณรงค์หรือบังคับใช้มาตรการต่างๆเพื่อลดปริมาณมูลฝอยให้เหลือน้อยที่สุดก็ตาม

2.1.3 สถานการณ์มูลฝอยในประเทศไทย

สถานการณ์มูลฝอยในประเทศ 5 ปี ย้อนหลัง (พ.ศ 2562 - 2566)

ประเทศไทยมีมูลฝอยเกิดขึ้นกว่า 20 ล้านตัน แต่มีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่ถูกนำกลับมาใช้ใหม่และถูกกำจัดอย่างถูกหลักสุขาภิบาล กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้เก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณมูลฝอยในประเทศ ระหว่างปี พ.ศ.2562 - 2566 พบว่ามีปริมาณมูลฝอยชุมชนเกิดขึ้นเฉลี่ย 26.34 ล้านตัน (Max = 28.71 Min = 24.98) โดยในปี พ.ศ 2562 มีปริมาณมูลฝอยเกิดขึ้น 28.71 ล้านตัน แยกเป็น มูลฝอยที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ 12.52 ล้านตัน มูลฝอยที่ถูกกำจัดอย่างถูกต้อง 9.35 ล้านตัน และมูลฝอยที่ถูกกำจัดอย่างไม่ถูกต้อง 6.84 ล้านตัน ปี พ.ศ.2563 มีปริมาณมูลฝอยเกิดขึ้น 25.37 ล้านตัน แยกเป็น มูลฝอยที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ 8.36 ล้านตัน มูลฝอยที่ถูกกำจัดอย่างถูกต้อง 8.67 ล้านตัน และมูลฝอยที่ถูกกำจัดอย่างไม่ถูกต้อง 8.34 ล้านตัน ปี พ.ศ.2564 มีปริมาณมูลฝอยเกิดขึ้น 24.98 ล้านตัน แยกเป็น มูลฝอยที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ 7.89 ล้านตัน มูลฝอยที่ถูกกำจัดอย่างถูกต้อง 9.28 ล้านตัน และมูลฝอยที่ถูกกำจัดอย่างไม่ถูกต้อง 7.81 ล้านตัน และ ปี พ.ศ.2565 มีปริมาณมูลฝอยเกิดขึ้น 25.70 ล้านตัน แยกเป็น มูลฝอยที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ 8.80 ล้านตัน มูลฝอยที่ถูกกำจัดอย่างถูกต้อง 9.80 ล้านตัน และมูลฝอยที่ถูกกำจัดอย่างไม่ถูกต้อง 7.10 ล้านตัน และในปี พ.ศ.2566 มีปริมาณมูลฝอยเกิดขึ้น 26.95 ล้านตัน แยกเป็น มูลฝอยที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ 9.31 ล้านตัน มูลฝอยที่ถูกกำจัดอย่างถูกต้อง 10.17 ล้านตัน และมูลฝอยที่ถูกกำจัดอย่างไม่ถูกต้อง 7.47 ล้านตัน รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณมูลฝอย 5 ปี ย้อนหลัง (พ.ศ.2562 - 2566) ของประเทศไทย

พ.ศ	ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น (ล้านตัน)	มูลฝอยที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์		มูลฝอยที่ถูกกำจัดอย่างถูกต้อง		มูลฝอยที่ถูกกำจัดไม่ถูกต้อง	
		ปริมาณ (ล้านตัน)	ร้อยละ	ปริมาณ (ล้านตัน)	ร้อยละ	ปริมาณ (ล้านตัน)	ร้อยละ
2562	28.71	12.52	43.61	9.35	21.44	6.84	31.90
2563	25.37	8.36	32.95	8.67	26.31	8.34	31.70
2564	24.98	7.89	31.59	9.28	29.38	7.81	26.58
2565	25.70	8.80	34.24	9.80	28.62	7.10	24.81
2566	26.95	9.31	35.54	10.17	37.74	7.47	27.72

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2567)

ในปี พ.ศ.2566 มีปริมาณมูลฝอยเกิดขึ้น 25.70 ล้านตัน หรือ 70,411 ตัน/วัน กระจายตัวตามภูมิภาคต่าง ๆ มีอัตราการเกิดขยะมูลฝอย เมื่อเทียบกับจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร์ปี พ.ศ. 2566 ของกรมการปกครอง เฉลี่ยเท่ากับ 1.12 กิโลกรัม/คน/วัน โดยปริมาณมูลฝอยเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมาร้อยละ 4.87 เนื่องจากในปี พ.ศ. 2563 -2564 ประเทศไทยอยู่ในช่วงล็อกดาวน์จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) ซึ่งมีการจำกัดกิจกรรมของประชาชน รวมถึงการเดินทางทั้งภายในประเทศและระหว่างประเทศ เมื่อสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) ได้คลี่คลายลง รัฐบาลได้มีประกาศมาตรการคลายล็อกดาวน์ประกอบกับมาตรการกระตุ้นการท่องเที่ยวภายในประเทศและเริ่มเปิดประเทศ ส่งผลให้ประชาชนกลับมาดำเนินชีวิตตามปกติมากขึ้น แต่วิถีการดำเนินชีวิตประชาชนบางส่วนยังคงมีพฤติกรรมการซื้อและบริโภคในบริการสั่งซื้อสินค้าและอาหารผ่านระบบออนไลน์ ทำให้มูลฝอยประเภทบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบใช้ครั้งเดียวทิ้ง (Single use plastic) ยังคงมีปริมาณสูง รวมทั้งนักท่องเที่ยวเริ่มกลับมาเที่ยวในประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากปี 2564 จำนวนนักท่องเที่ยวประมาณ 400,000 คน เป็น 11 ล้านคน ในปี 2565 ทำให้ภาพรวมปริมาณมูลฝอยเพิ่มขึ้นเช่นกัน (กองจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2565) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 อัตราการเกิดมูลฝอยต่อประชากร 5 ปีย้อนหลัง (พ.ศ.2562 - 2566) ของประเทศไทย

ปี พ.ศ	ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น (ล้านตัน)	อัตราการเกิดมูลฝอย (กิโลกรัม/คน/วัน)
2562	28.71	1.18
2563	25.37	1.05
2564	24.98	1.03
2565	25.70	1.07
2566	26.95	1.12

หมายเหตุ : อัตราการเกิดมูลฝอยเทียบกับประชากรตามทะเบียนราษฎร์ในปี พ.ศ. นั้น ๆ
ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2567)

แนวโน้มปริมาณมูลฝอยระหว่างปี พ.ศ. 2562-2566 พบว่าปี พ.ศ. 2563 -2564 มีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2562 เนื่องจากสถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVD-19) ส่งผลให้จำนวนนักท่องเที่ยวจากต่างประเทศลดลงส่งผลให้ให้ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นลดลง แต่ในปี พ.ศ. 2565 ปริมาณมูลฝอยกลับมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากมาตรการณ์คลายล็อกดาวน์ การเดินทางทั้งภายในและภายนอกประเทศ รวมทั้งการกระตุ้นการท่องเที่ยวในประเทศ สำหรับการนำ

มูลฝอยไปกำจัดอย่างถูกต้อง และการนำมูลฝอยไปใช้ประโยชน์มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ในปี พ.ศ. 2563-2565 ส่วนการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างไม่ถูกต้องมีแนวโน้มลดลง (กองจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2565) รายละเอียดดังตารางที่ 3

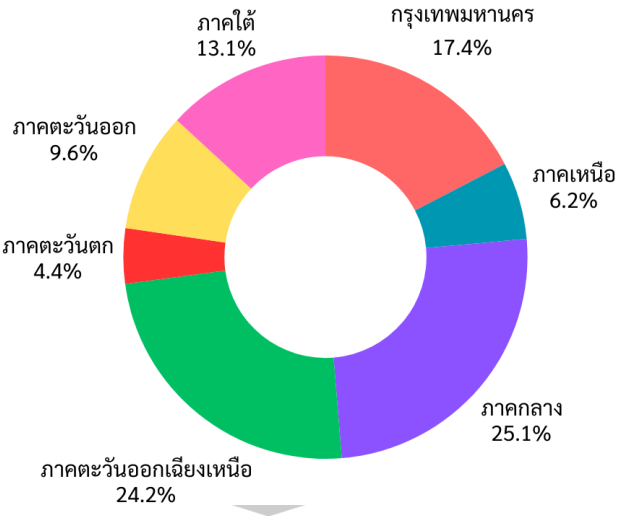
ตารางที่ 3 เปรียบเทียบปริมาณมูลฝอยในปี พ.ศ.2566 เทียบกับปี พ.ศ. 2565 ของประเทศไทย

รายละเอียด	ปริมาณมูลฝอย (ล้านตัน)		ส่วนต่างของมูลฝอย (ร้อยละ)
	ปี 2565	ปี 2566	
มูลฝอยที่เกิดขึ้น	25.70	26.95	+4.87
มูลฝอยที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์	8.80	9.31	+5.84
มูลฝอยที่ถูกกำจัดอย่างถูกต้อง	9.80	10.17	+3.78
มูลฝอยที่ถูกกำจัดอย่างไม่ถูกต้อง	7.10	7.47	+5.21

หมายเหตุ : (+) เพิ่มขึ้น (-) ลดลง

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2567

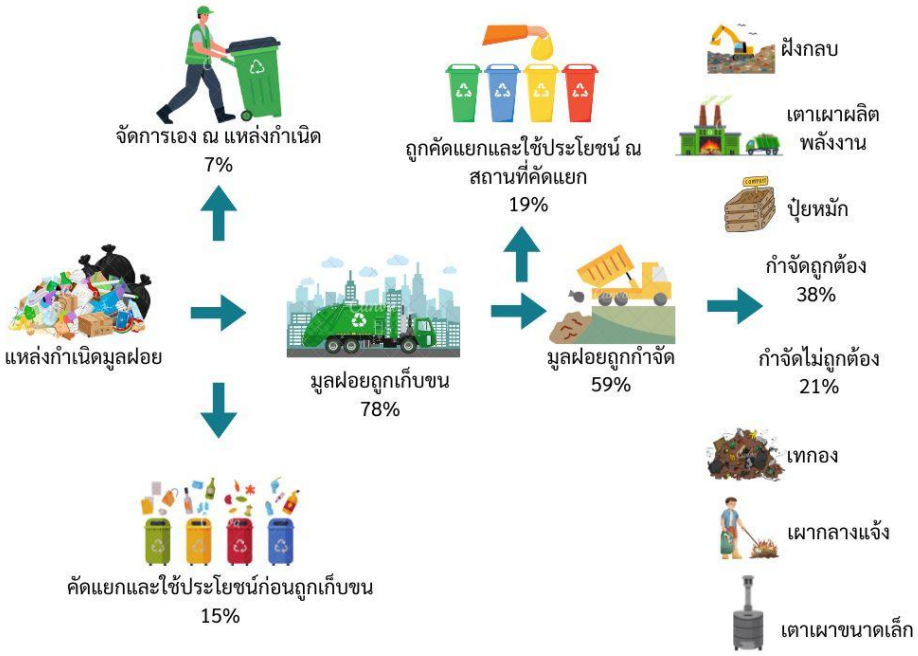
ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ.2566 รายภูมิภาค พบว่า ภาคกลางมีปริมาณมูลฝอยสูงสุด รองลงมาได้แก่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กรุงเทพมหานคร ภาคใต้ ภาคตะวันออก ภาคเหนือและภาคตะวันตก ประมาณ 17,511 16,882 12,890 8,684 6,565 4,585 และ 3,294 ตันต่อวัน ตามลำดับ รายละเอียดดังแสดงตามรูปภาพที่ 1



รูปภาพที่ 1 ปริมาณมูลฝอยในปี พ.ศ.2566 รายภูมิภาค

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2567)

สรุปได้ว่า ประเทศไทยมีมูลฝอยเกิดขึ้นกว่า 20 ล้านตัน แต่มีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่ถูกนำกลับมาใช้ใหม่และถูกกำจัดอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ปริมาณมูลฝอยในประเทศ ระหว่างปี พ.ศ.2562 - 2566 พบว่า มีปริมาณมูลฝอยชุมชนเกิดขึ้นเฉลี่ย 26.34 ล้านตัน (Max = 28.71 Min = 24.98) สถานการณ์มูลฝอยล่าสุดที่มีการรายงาน พบว่า ในปี พ.ศ.2566 มีปริมาณมูลฝอยเกิดขึ้น 26.95 ล้านตัน มีอัตราการเกิดมูลฝอยเทียบกับจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร์ปี พ.ศ. 2566 เฉลี่ย 1.12 กิโลกรัม/คน/วัน โดยปริมาณมูลฝอยเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมาร้อยละ 4.87 โดยภาพรวมของการจัดการมูลฝอยในปัจจุบัน สรุปได้ดังรูปภาพที่ 2



รูปภาพที่ 2 ภาพรวมของการจัดการมูลฝอยในประเทศ

ที่มา : ประยุกต์จาก กองจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2565)

2.1.4 บริบททั่วไปและสถานการณ์มูลฝอยขององค์การบริหารส่วนตำบลโนนทัน

2.1.4.1 บริบททั่วไปขององค์การบริหารส่วนตำบลโนนทัน

องค์การบริหารส่วนตำบลโนนทัน เป็นองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นประเภทองค์การบริหารส่วนตำบลภายใต้การกำกับดูแลของอำเภอหนองเรือ จังหวัดขอนแก่น กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น และกระทรวงมหาดไทย ตั้งอยู่เลขที่ 131 หมู่ 5 ตำบลโนนทัน อำเภอหนองเรือ จังหวัดขอนแก่น มีพื้นที่ทั้งหมด 61 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 26,271.96 ไร่ ประกอบด้วย 14 หมู่บ้าน มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 8,956 คน สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบ ดินเป็นดินจืดมีกรวด

ทราย อาชีพหลัก ได้แก่ ทำนา ทำสวน ทำไร่ อาชีพรอง ได้แก่ ค้าขาย (องค์การบริหารส่วนตำบลโนนทัน, 2565) พืชหลักในพื้นที่ที่นิยมปลูกในพื้นที่ ได้แก่ อ้อยโรงงาน มีพื้นที่ปลูกจำนวน 10,560.90 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 53.43 ของพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด กระจายทั่วพื้นที่ทั้ง 14 หมู่บ้าน (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2566) เนื่องจากมีโรงงานน้ำตาลตั้งอยู่ใกล้เคียง และพืชรองที่นิยมปลูก ได้แก่ พริก และผักสวนครัวทุกชนิดสลับหมุนเวียนปลูกตามฤดูกาล ครอบคลุมพื้นที่ 2 ใน 14 หมู่บ้าน อีกทั้งยังเป็นที่ตั้งของชุมชนไก่ย่างหนองเรือ ซึ่งเป็นแหล่งจำหน่ายอาหารและเครื่องดื่มที่ขึ้นชื่อของอำเภอหนองเรือ ที่ผู้ที่เดินทางผ่านไปมาต้องแวะพักรับประทาน ตั้งอยู่ถนนมะลิวัลย์จุดตัดทางหลวงหมายเลข 2038 (กุดฉิม - ภูเวียง) อยู่ในพื้นที่ 2 ตำบล ได้แก่ ตำบลโนนทัน จำนวน 57 ร้าน และ ตำบลกุดกว้าง จำนวน 17 ร้าน รวม 74 ร้าน สินค้าขึ้นชื่อได้แก่ ไก่ย่าง ส้มตำ (องค์การบริหารส่วนตำบลโนนทัน, 2567)

2.1.4.2 สถานการณ์มูลฝอยของตำบลโนนทัน

สถานการณ์มูลฝอยของตำบลโนนทัน ระหว่างปี พ.ศ.2563 - 2566 มีมูลฝอยเกิดขึ้นเฉลี่ย 29.77 ตันต่อเดือน (Max = 60.00 Min = 4.80) ส่วนใหญ่มูลฝอยรีไซเคิล 12.62 ตันต่อเดือน รองลงมาเป็นมูลฝอยอินทรีย์ 9.39 ตันต่อเดือน และน้อยที่สุดคือเป็นทั่วไป 7.66 ตันต่อเดือน (กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น, 2566) การกำจัดมูลฝอยในพื้นที่กว่าร้อยละ 80 เป็นการเทกอง และเผา ส่วนมูลฝอยอันตรายถูกจัดการอย่างถูกวิธีทั้งหมดโดยความร่วมมือกับองค์การบริหารส่วนจังหวัดขอนแก่น โดยบ่อรองรับมูลฝอยที่มีเรื่องร้องเรียนบ่อยที่สุดคือบ่อรองรับมูลฝอยบ้านกุดฉิมหมู่ 7 ตั้งอยู่ในพื้นที่สาธารณะในพื้นที่หมู่ 7 รองรับมูลฝอยจากชุมชนไก่ย่างหนองเรือและรองรับมูลฝอยจากสถานที่ชำแหละไก่เพื่อส่งให้ชุมชนไก่ย่างหนองเรือ ซึ่งอัตราการชำแหละประมาณ 1,000 - 1,500 ตัวต่อวัน ซึ่งมีของเหลือจากกระบวนการชำแหละคือ ขนไก่ จากการสำรวจ ระหว่าง 13 กุมภาพันธ์ - 21 กุมภาพันธ์ 2566 พบว่า มีการเชือดไก่เฉลี่ยวันละ 886 ตัว (Max = 1000, Min = 600) น้ำหนักของขนไก่ที่เก็บรวบรวมได้ มีน้ำหนักเฉลี่ย 53.16 กิโลกรัมต่อวัน (Max = 60, Min = 34.6) โดยขนไก่ทั้งหมดจะถูกนำไปทิ้งที่บ่อรองรับมูลฝอยหมู่ 7 ปนกับมูลฝอยประเภทอื่นจากชุมชนไก่ย่างหนองเรือ ทำให้เกิดปัญหาเหตุรำคาญ ทั้งเรื่อง กลิ่น ควันจากการลักลอบเผา แหล่งเพาะพันธุ์สัตว์และแมลงนำโรค และน้ำเสีย ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ถึง 2566 องค์การบริหารส่วนตำบลโนนทัน ได้รับเรื่องร้องเรียนเรื่องเหตุรำคาญและมูลฝอยล้นบ่อของบ่อรองรับมูลฝอยหมู่ 7 จำนวน 5 3 4 5 และ 4 ครั้ง ตามลำดับ (องค์การบริหารส่วนตำบลโนนทัน, 2567)

2.1.4.3 วิธีการจัดการมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนตำบลโนนทัน

การจัดการมูลฝอยขององค์การบริหารส่วนตำบลโนนทันในอดีตถึงปัจจุบันเน้นการกำจัดมูลฝอยตั้งแต่ต้นทาง โดยการรณรงค์ให้บ้านเรือนและชุมชนคัดแยกมูลฝอยตามหลัก 3Rs (Reduce, Reuse, Recycle) และให้ชุมชนจัดการกันเอง เนื่องจากองค์การบริหารส่วนตำบลโนนทันไม่มีระบบบริการเก็บขนมูลฝอยและไม่มีสถานที่กำจัดมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล ซึ่งวิธีการที่ชุมชนใช้ในการจัดการมูลฝอย ได้แก่ การนำไปทิ้งในที่สาธารณะและการเผา จนเป็นเหตุให้มีการร้องเรียนอยู่บ่อยครั้ง จากการสำรวจเบื้องต้น พบว่า ประชาชนและชุมชนใช้วิธีกำจัดมูลฝอยแบบเทกอง (Open Dumping) ในบ่อรองรับมูลฝอยที่ชุมชนสร้างขึ้นเองในที่สาธารณะของหมู่บ้านนั้นๆ และมีการเผา (Open Burning) ทั้ง 14 หมู่บ้าน คิดเป็นร้อยละ 100.00 หากปริมาณมูลฝอยเต็มบ่อ ตัวแทนประชาชนหรือชุมชนจะยื่นเรื่องถึงองค์การบริหารส่วนตำบลโนนทันเพื่อขอความอนุเคราะห์ดำเนินการปรับเกลี่ยและฝังกลบ เมื่อได้รับเรื่องร้องเรียน - ร้องทุกข์ จากตัวแทนประชาชนหรือชุมชนแล้ว องค์การบริหารส่วนตำบลโนนทันจะดำเนินการจ้างเหมาเครื่องจักรกล (รถขุด) หรือรถดันดินแล้วแต่กรณี เพื่อปรับเกลี่ยและฝังกลบ ซึ่งกระบวนการที่กล่าวมานี้เกิดขึ้นซ้ำๆหลายรอบในแต่ละปี

ในปัจจุบัน องค์การบริหารส่วนตำบลโนนทัน ได้ลงนามในบันทึกข้อตกลงความร่วมมือกลุ่ม (Clusters) การจัดการมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นกับเทศบาลเมืองชุมแพ อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น ซึ่งเป็นเจ้าภาพหลักในกลุ่ม Clusters ที่ 3 ตามนโยบายการส่งเสริมการรวมกลุ่มพื้นที่ในการจัดการมูลฝอยของจังหวัดขอนแก่นเพื่อจัดการปัญหามูลฝอยชุมชน ภายใต้นโยบายของกระทรวงมหาดไทยและรัฐบาลในการแก้ไขปัญหามูลฝอยอย่างเป็นรูปธรรม มีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับของประชาชน โดยมีระยะเวลาการดำเนินงาน 25 ปี ซึ่งเทศบาลเมืองชุมแพ จะเป็นเจ้าภาพหลักในการจัดทำโครงการบริหารจัดการมูลฝอยชุมชนโดยการแปรรูปเป็นพลังงานไฟฟ้าระบบปิด (Waste to Energy : WTE) และจัดให้มีสถานีขนถ่ายมูลฝอยเพื่อรับช่วงการขนถ่ายมูลฝอยจากแต่ละพื้นที่ และองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นในเขตอำเภอชุมแพ หนองเรือ ภูเวียง เวียงเก่า หนองนาคำ สีชมพู และภูผาม่าน รวม 63 แห่ง จะเป็นเจ้าภาพร่วมในการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์เพื่อสื่อสารทำความเข้าใจกับชุมชนในการคัดแยกมูลฝอยตั้งแต่ต้นทาง และชำระค่าบริการในการบริหารจัดการมูลฝอยในอัตราตามที่เจ้าภาพหลักกำหนด โดยอาจมีการทบทวนอัตราค่าบริการทุก ๆ 3 ปี และในปี พ.ศ.2568 องค์การบริหารส่วนตำบลโนนทัน ได้ส่งเอกสารเพื่อขอรับงบประมาณสนับสนุน ประเภทงบอุดหนุนเฉพาะกิจ เพื่อจัดซื้อรถบรรทุกมูลฝอยแบบอัดท้าย ขนาด 6 ตัน ในวงเงิน 2,643,000 บาท จากกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย ซึ่งผ่านการพิจารณาระดับจังหวัดแล้ว อยู่ในขั้นตอนพิจารณาระดับกรม อีกทั้งได้ขออนุมัติบรรจุโครงการจัดซื้อถังรองรับมูลฝอยเข้าแผนพัฒนาท้องถิ่น เพื่อจัดทำข้อบัญญัติงบประมาณรายจ่ายประจำปี พ.ศ 2569 ต่อไป

2.2 ทฤษฎีการจัดการมูลฝอย

2.2.1 ทฤษฎีการจัดการมูลฝอยตามหลัก 3Rs

การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรและการขยายตัวของเมืองในปัจจุบัน ส่งผลให้ปริมาณขยะมูลฝอยในแต่ละพื้นที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การจัดการขยะจึงกลายเป็นปัญหาสำคัญด้านสิ่งแวดล้อมที่ทุกประเทศต้องเผชิญ หากไม่มีการจัดการอย่างเหมาะสม จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน คุณภาพชีวิต และระบบนิเวศในระยะยาว เพื่อรับมือกับปัญหานี้ ได้มีการพัฒนาแนวทางการจัดการมูลฝอยอย่างมีประสิทธิภาพ โดยหนึ่งในแนวคิดที่ได้รับการยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลายคือ หลัก 3Rs ซึ่งประกอบด้วย Reduce (ลดการใช้), Reuse (ใช้ซ้ำ), และ Recycle (แปรรูปกลับมาใช้ใหม่)

หลักการแรกคือ Reduce หรือการลดการใช้ เป็นการลดการบริโภคและการสร้างของเสียตั้งแต่ต้นทาง เช่น การใช้ถุงผ้าแทนถุงพลาสติก หลีกเลี่ยงผลิตภัณฑ์ที่ใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง และเลือกซื้อสินค้าที่มีบรรจุภัณฑ์น้อย แนวทางนี้ถือเป็นการป้องกันมูลฝอยตั้งแต่แหล่งกำเนิด ซึ่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดปัญหาขยะ (กรมควบคุมมลพิษ, 2564) ต่อมาคือ Reuse หรือการใช้ซ้ำ หมายถึงการนำสิ่งของที่ยังสามารถใช้งานได้กลับมาใช้ใหม่โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการแปรรูป เช่น การใช้ขวดน้ำดื่มซ้ำ การใช้กล่องพลาสติกเก็บอาหาร การบริจาคเสื้อผ้าเก่าให้ผู้อื่น เป็นต้น แนวทางนี้ช่วยยืดอายุการใช้งานของวัสดุ ลดความต้องการทรัพยากรใหม่ และลดภาระในการกำจัดขยะ (United Nations Environment Programme, 2016) หลักสุดท้ายคือ Recycle หรือการแปรรูปกลับมาใช้ใหม่ เป็นกระบวนการนำของเสียที่ผ่านการคัดแยกแล้วเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่ เช่น การหลอมขวดแก้วเพื่อผลิตเป็นขวดใหม่ การรีไซเคิลกระดาษเพื่อผลิตกระดาษใหม่ หรือการรีไซเคิลพลาสติกเพื่อผลิตเป็นเม็ดพลาสติกใหม่ แม้กระบวนการรีไซเคิลจะมีค่าใช้จ่ายและใช้พลังงาน แต่ก็ยังมีประโยชน์ในการลดปริมาณขยะและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ (European Environment Agency, 2020)

แนวคิด 3Rs จึงไม่ใช่เพียงแค่แนวทางการจัดการขยะเท่านั้น แต่ยังสะท้อนถึงวิถีชีวิตที่มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม เป็นเครื่องมือสำคัญในการขับเคลื่อนสังคมสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ทั้งในระดับบุคคล ชุมชน ตลอดจนภาคธุรกิจและนโยบายของรัฐ การส่งเสริมและปลูกฝังแนวคิด 3Rs ให้เป็นส่วนหนึ่งของพฤติกรรมประจำวันของประชาชน จะช่วยลดภาระของระบบจัดการขยะของประเทศ สร้างจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อม และเป็นรากฐานสำคัญของการแก้ปัญหามลพิษและภาวะโลกร้อนในระยะยาว

2.2.2 ทฤษฎีการจัดการมูลฝอยตามหลัก 8Rs

ปัญหามูลฝอยในปัจจุบันมีแนวโน้มทวีความรุนแรงขึ้นจากการบริโภคที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เกิดปริมาณมูลฝอยมากเกินขีดความสามารถของระบบจัดการมูลฝอย ดังนั้น การจัดการมูลฝอยในยุคใหม่จึงไม่ได้มุ่งเน้นเพียงแค่การกำจัดเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการบริหารจัดการทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุดและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แนวคิด 8Rs จึงถูกนำมาใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการมูลฝอยที่ครอบคลุมและยั่งยืนมากยิ่งขึ้น โดยมีองค์ประกอบสำคัญดังนี้

Rethink (คิดใหม่) ส่งเสริมให้ประชาชนคิดใหม่เกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภค เช่น เลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย ใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และตัดสินใจซื้ออย่างมีสติ (United Nations Environment Programme, 2016)

Refuse (ปฏิเสธ) การปฏิเสธสิ่งของหรือผลิตภัณฑ์ที่ไม่จำเป็น เช่น การไม่รับถุงพลาสติกหรือของแถมที่ไม่ได้ใช้ เพื่อหลีกเลี่ยงการสร้างของเสียตั้งแต่ต้นทาง (กรมควบคุมมลพิษ , 2564)

Reduce (ลดการใช้) ลดการใช้ทรัพยากรและลดการเกิดของเสีย เช่น การใช้อุปกรณ์ที่ประหยัดพลังงาน หรือใช้ภาชนะส่วนตัวในการรับประทานอาหารแทนการใช้แบบใช้แล้วทิ้ง

Reuse (ใช้ซ้ำ) การนำวัสดุหรือสิ่งของกลับมาใช้ซ้ำโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการผลิตใหม่ เช่น การใช้ถุงผ้า กล่องข้าว หรือขวดน้ำซ้ำหลายครั้ง

Repair (ซ่อมแซม) ส่งเสริมให้มีการซ่อมแซมสิ่งของก่อนตัดสินใจทิ้ง เช่น ซ่อมรองเท้า กระเป๋า หรือเครื่องใช้ไฟฟ้า เพื่อยืดอายุการใช้งาน (European Environment Agency, 2020)

Refurbish (ปรับปรุงใหม่) การนำผลิตภัณฑ์ที่หมดสภาพกลับมาปรับปรุงให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ เช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ หรือเฟอร์นิเจอร์เก่า

Recycle (รีไซเคิล) การนำมูลฝอยเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่เพื่อให้สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก เช่น รีไซเคิลกระดาษ พลาสติก หรือโลหะ

Recover (กู้คืนพลังงาน) ในกรณีที่ไม่สามารถรีไซเคิลได้ การนำมูลฝอยมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบพลังงาน เช่น การเผาขยะเพื่อผลิตไฟฟ้า เป็นอีกทางเลือกที่ช่วยลดปริมาณขยะฝังกลบ

แนวคิด 8Rs เป็นแนวทางที่ต่อยอดจากหลัก 3Rs เดิม โดยเน้นให้เห็นมิติที่หลากหลายของการบริหารจัดการทรัพยากรและของเสียในทุกขั้นตอนของวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ ถือเป็นหัวใจสำคัญของ “เศรษฐกิจหมุนเวียน” (Circular Economy) ที่กำลังได้รับความสนใจทั่วโลก เพราะนอกจากจะช่วยลดขยะ ยังสามารถสร้างคุณค่าทางเศรษฐกิจจากของเสียที่เคยถูกมองว่าไร้ค่า

2.2.3 ทฤษฎีการจัดการมูลฝอยตามหลัก 10Rs

หลัก 10Rs เป็นแนวคิดการจัดการมูลฝอยและทรัพยากรที่พัฒนาอย่างต่อเนื่องจากแนวคิด 3Rs และ 8Rs เพื่อให้ครอบคลุมกระบวนการจัดการของเสียอย่างมีประสิทธิภาพในทุกขั้นตอนของวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ โดยเน้นการลดการใช้ทรัพยากร การเพิ่มอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ และการนำกลับมาใช้ใหม่ในหลากหลายรูปแบบ สอดคล้องกับหลักการ เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) ดังนี้

Refuse (ปฏิเสธ) หลีกเลี่ยงการรับหรือใช้สินค้าที่ไม่จำเป็นหรือก่อให้เกิดของเสีย เช่น ปฏิเสธการใช้ถุงพลาสติกหรือผลิตภัณฑ์แบบใช้ครั้งเดียว

Rethink (คิดใหม่) เปลี่ยนมุมมองเกี่ยวกับการบริโภค เช่น เลือกผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ เลือกใช้ของร่วมกัน หรือคิดเชิงระบบเรื่องผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

Reduce (ลดการใช้) ลดปริมาณการใช้ทรัพยากรโดยใช้เท่าที่จำเป็น และเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการใช้งานยาวนาน

Reuse (ใช้ซ้ำ) นำสิ่งของมาใช้ซ้ำโดยไม่ต้องแปรรูป เช่น ขวดน้ำ ถุงผ้า กล่องอาหาร เป็นต้น

Repair (ซ่อมแซม) ซ่อมแซมสิ่งของหรือเครื่องใช้ที่เสียหายเพื่อยืดอายุการใช้งาน แทนการซื้อใหม่

Refurbish (ปรับปรุงใหม่) การทำความสะอาดหรือตกแต่งผลิตภัณฑ์เก่าให้อยู่ในสภาพดี เช่น การตกแต่งเฟอร์นิเจอร์เก่า

Remanufacture (ผลิตใหม่จากชิ้นส่วนเดิม) การนำชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้วมาประกอบใหม่ให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์ เช่น อะไหล่รถยนต์หรืออุปกรณ์ไฟฟ้า

Repurpose (เปลี่ยนวัตถุประสงค์การใช้งาน) นำของเสียหรือของใช้แล้วไปใช้ในวัตถุประสงค์ใหม่ เช่น เปลี่ยนยางรถยนต์เป็นกระถางต้นไม้

Recycle (รีไซเคิล) แปรรูปวัสดุที่ใช้แล้วให้กลายเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตสินค้าใหม่ เช่น พลาสติก กระดาษ แก้ว

Recover (กู้คืนพลังงาน/ทรัพยากร) การใช้เทคโนโลยีเพื่อกู้คืนพลังงานหรือวัสดุจากของเสีย เช่น การเผาขยะเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า

สรุปแนวคิด 10Rs เป็นแนวทางการจัดการทรัพยากรและของเสียที่ครอบคลุมและยั่งยืนมากที่สุดในปัจจุบัน โดยไม่เพียงเน้นการลดของเสีย แต่ยังรวมถึงการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า เพิ่มมูลค่าให้ของเสีย และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน ทั้งภาคครัวเรือน ธุรกิจ และภาครัฐ ถือเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาเศรษฐกิจสีเขียวและสังคมคาร์บอนต่ำ

2.2.4 วิธีการจัดการมูลฝอย

รายงานเรื่อง การกำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) ของสำนักจัดการกากของเสียอันตรายและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ (2552) และคู่มือแนวทางการระงับเหตุไฟไหม้ในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของส่วนขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลสำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ (2555) ได้ระบุวิธีการกำจัดมูลฝอยไว้ จำนวน 3 วิธี ได้แก่

1. การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill)
2. การหมักทำปุ๋ย (Composting)
3. การเผา (Incineration)

ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง การจัดการมูลฝอย พ.ศ.2560 ส่วนที่ 3 ข้อ 12 การกำจัดมูลฝอย ให้ดำเนินการตามวิธีการหนึ่งหรือหลายวิธี ดังนี้

1. การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล
2. การหมักทำปุ๋ยหรือก๊าซชีวภาพ
3. การกำจัดด้วยพลังงานความร้อน
4. การแปรสภาพเป็นเชื้อเพลิงหรือพลังงาน (กระทรวงมหาดไทย, 2560)

สรุปได้ว่า วิธีการจัดการมูลฝอยในประเทศไทยในปัจจุบัน มีวีการกำจัดอยู่ 4 วิธี ได้แก่

1. การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill)
2. การหมักทำปุ๋ยหรือก๊าซชีวภาพ (Composting)
3. การกำจัดด้วยพลังงานความร้อนหรือการเผา (Incineration)
4. การแปรสภาพเป็นเชื้อเพลิงหรือพลังงาน (Refuse Derived Fuel: RDF)

2.3 นโยบายการบริหารจัดการมูลฝอยของประเทศไทย

ปัญหามูลฝอยของประเทศที่มีมาอย่างยาวนาน รัฐบาลได้ให้ความสำคัญกับการจัดการปัญหามูลฝอย จึงได้กำหนดให้การแก้ไขปัญหามูลฝอยเป็นวาระแห่งชาติเพื่อขับเคลื่อนการดำเนินการแก้ไขปัญหามูลฝอยของประเทศ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จึงได้บูรณาการแผนบริหารจัดการขยะมูลฝอยของจังหวัดทั้ง 77 จังหวัด (รวมกรุงเทพมหานคร) และจัดทำเป็นแผนแม่บทการบริหารจัดการขยะมูลฝอยของประเทศ (พ.ศ.2559-2564) เพื่อให้สอดคล้องกับทิศทางแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2565-2569) โดยแนวคิดในการจัดการ มูลฝอยและของเสียอันตราย ประกอบด้วยการลดการเกิดมูลฝอยและของเสียอันตรายที่แหล่งกำเนิด การคัดแยกมูลฝอยก่อนทิ้งเพื่อนำกลับมาใช้ซ้ำและใช้ประโยชน์ใหม่ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนของภาคการผลิต มูลฝอย

และของเสียอันตรายที่เหลือจะนำไปกำจัดโดยวิธีการที่ถูกหลักวิชาการ เพื่อป้องกันและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ส่วนการนำไปผลิตเป็นพลังงานถือเป็นผลพลอยได้ ซึ่งนำไปสู่ความคิดริเริ่มสู่การปฏิบัติโดยเปิดโอกาสให้ประชาชนและผู้ที่เกี่ยวข้องทุกภาคส่วนกับการจัดการมูลฝอยโดยชุมชนได้เข้ามามีส่วนร่วม (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2562) ในระยะ 10 ปี ที่ผ่านมา ได้เริ่มมีการปรับทัศนคติเกี่ยวกับมูลฝอยโดยชี้ให้เห็นว่า มูลฝอยสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์เพิ่มมูลค่าและสร้างรายได้ให้กับประชาชนและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

ต่อมา สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ดำเนินการจัดทำนโยบายและแผนการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2560 - 2579 โดยจัดทำขึ้นตามมาตรา 13 (1) แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เพื่อเป็นกรอบทิศทางในการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศในระยะ 20 ปีข้างหน้า ซึ่งคณะรัฐมนตรีเห็นชอบเมื่อวันที่ 7 พฤศจิกายน 2560 และได้ประกาศลงในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 135 ตอนพิเศษ 54 ง ลงวันที่ 9 มีนาคม 2561 ซึ่งนโยบายและแผนการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเป็นกรอบนโยบายและทิศทางการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศอย่างบูรณาการในระยะ 20 ปีข้างหน้า 2) เพื่อให้ทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องใช้เป็นกรอบแนวทางในการจัดทำแผนแม่บทและแผนปฏิบัติการระยะกลาง (5 ปี) และสามารถนำไปขับเคลื่อนให้การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศเป็นไปอย่างเหมาะสม เป็นเชิงรุก และมีประสิทธิภาพ และ 3) เพื่อเพิ่มสมรรถนะในการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการเสริมสร้างการเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคมอย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และสามารถสร้างความสมดุลและยั่งยืนในการพัฒนาประเทศ รวมถึงสามารถรองรับและเท่าทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกและภูมิภาค โดยมี 4 นโยบายหลักสำคัญคือ 1) นโยบายจัดการฐานทรัพยากรธรรมชาติอย่างมั่นคงเพื่อความสมดุล เป็นธรรม และยั่งยืน 2) นโยบายสร้างการเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อความมั่งคั่งและยั่งยืน 3) นโยบายยกระดับมาตรการในการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และนโยบายที่ 4 สร้างความเป็นหุ้นส่วนในการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

สรุปได้ว่า รัฐบาลได้กำหนดให้การแก้ไขปัญหามูลฝอยเป็นวาระแห่งชาติ เพื่อให้สอดคล้องกับทิศทางแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2565-2569) ซึ่งนโยบายและแผนการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2560 - 2579 ประกอบด้วยการลดการเกิดมูลฝอยและของเสียอันตรายที่แหล่งกำเนิด การคัดแยกมูลฝอยก่อนทิ้งเพื่อนำกลับมาใช้ซ้ำและใช้ประโยชน์ใหม่ มูลฝอยและของเสียอันตราย ที่เหลือจะนำไปกำจัดโดยวิธีการที่ถูกหลักวิชาการเพื่อป้องกันและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2.3.1 ระเบียบ กฎหมาย และหน่วยงานที่มีหน้าที่ในการบริหารจัดการมูลฝอย

(1) พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ.2535 และที่แก้ไขเพิ่มเติม

หมวด 3 การจัดการสิ่งปฏิกูลและมูลฝอย มาตรา 18 บัญญัติไว้ว่า การเก็บ ขน หรือกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือมูลฝอยในเขตราชการส่วนท้องถิ่นใดให้เป็นอำนาจของราชการส่วนท้องถิ่นนั้น

ในการดำเนินการตามวรรคหนึ่ง ราชการส่วนท้องถิ่นอาจร่วมกับหน่วยงานของรัฐหรือราชการส่วนท้องถิ่นอื่นดำเนินการภายใต้ข้อตกลงร่วมกันก็ได้ แต่ในกรณีจำเป็นเพื่อประโยชน์สาธารณะ โดยส่วนรวม รัฐมนตรีมีอำนาจออกกฎกระทรวงโดยคำแนะนำของคณะกรรมการกำหนดหลักเกณฑ์วิธีการ และเงื่อนไขในการดำเนินการร่วมกันได้

ซึ่งตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ.2535 และที่แก้ไขเพิ่มเติม บัญญัติให้ "ราชการส่วนท้องถิ่น" หมายถึง องค์การบริหารส่วนจังหวัด เทศบาล องค์การบริหารส่วนตำบล กรุงเทพมหานคร เมืองพัทยา และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอื่นที่มีกฎหมายจัดตั้งขึ้น (สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา, 2560)

(2) พระราชบัญญัติรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ. 2535 และที่แก้ไขเพิ่มเติม

หมวด 3/1 การจัดการสิ่งปฏิกูลและมูลฝอย มาตรา 34/1 บัญญัติไว้ว่า การเก็บ ขน และกำจัดสิ่งปฏิกูลและมูลฝอย ในเขตพื้นที่ของราชการส่วนท้องถิ่นใดให้เป็นหน้าที่และอำนาจของราชการส่วนท้องถิ่นนั้น แต่ไม่รวมถึงองค์การบริหารส่วนจังหวัด

ในการดำเนินการตามวรรคหนึ่ง ราชการส่วนท้องถิ่นจะมอบหมายให้หน่วยงานของรัฐ หรือราชการส่วนท้องถิ่นอื่นรวมทั้งองค์การบริหารส่วนจังหวัด หรือเอกชนเป็นผู้ดำเนินการหรือทำร่วมกับราชการส่วนท้องถิ่นก็ได้ ตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่กระทรวงมหาดไทยกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา ทั้งนี้ การมอบให้เอกชนดำเนินการหรือร่วมดำเนินการดังกล่าว มิให้ถือว่าเป็นการร่วมลงทุนตามกฎหมายว่าด้วยการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐ แต่หลักเกณฑ์วิธีการ และเงื่อนไขที่กระทรวงมหาดไทยกำหนดดังกล่าว ต้องคำนึงถึงหลักเกณฑ์ตามกฎหมายว่าด้วยการให้เอกชนร่วมลงทุนในกิจการของรัฐประกอบด้วย สิ่งปฏิกูลและมูลฝอยที่จัดเก็บได้ ราชการส่วนท้องถิ่น หรือหน่วยงานของรัฐหรือราชการส่วนท้องถิ่นอื่น รวมทั้งองค์การบริหารส่วนจังหวัดหรือเอกชนที่ได้รับมอบหมายตามวรรคสองซึ่งดำเนินการจัดเก็บย่อมมีอำนาจนำไปดำเนินการ ใช้ หรือหาประโยชน์ได้ตามข้อตกลงที่ทำไว้ระหว่างกันและตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่กระทรวงมหาดไทยกำหนดตามวรรคสอง

ซึ่งตามพระราชบัญญัติรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ.2535 และที่แก้ไขเพิ่มเติม บัญญัติให้ "ราชการส่วนท้องถิ่น" หมายถึง องค์การบริหาร

ส่วนจังหวัด เทศบาล องค์การบริหารส่วนตำบล กรุงเทพมหานคร เมืองพัทยา และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอื่นที่มีกฎหมายจัดตั้งขึ้น (สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา, 2560)

(3) ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง การจัดการมูลฝอย พ.ศ.2560

หมวด 1 บททั่วไป บัญญัติไว้ว่า ข้อ 4 การจัดการมูลฝอยตามประกาศนี้ ให้ราชการส่วนท้องถิ่นดำเนินการตามหลักการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยจัดให้มีระบบจัดการและกำจัดมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ด้านอื่น ๆ ได้

ส่วนที่ 3 การกำจัดมูลฝอย ข้อ 11 เพื่อประโยชน์ในการกำจัดมูลฝอย ให้คัดแยกมูลฝอยที่จัดเก็บได้ออกเป็นมูลฝอยที่ย่อยสลายง่าย มูลฝอยที่ย่อยสลายยาก และมูลฝอยที่ไม่ย่อยสลายก่อนนำไปกำจัด ทั้งนี้ การกำจัดให้ทำตามความเหมาะสมกับลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติของมูลฝอยนั้น หรือสอดคล้องกับสภาพภูมิสังคม และระมัดระวังให้เกิดผลกระทบต่อประชาชน ชุมชน และสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

ในการดำเนินการตามวรรคหนึ่ง ให้ราชการส่วนท้องถิ่นส่งเสริมและสนับสนุนให้ประชาชนและชุมชนมีส่วนร่วมและสามารถพึ่งพาตนเองในการกำจัดมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด

ข้อ 12 การกำจัดมูลฝอย ให้ดำเนินการตามวิธีการหนึ่งหรือหลายวิธี ดังนี้

(1) การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

(2) การหมักทำปุ๋ยหรือก๊าซชีวภาพ

(3) การกำจัดด้วยพลังงานความร้อน

(4) การแปรสภาพเป็นเชื้อเพลิงหรือพลังงาน

(5) วิธีอื่นตามที่กระทรวงมหาดไทยกำหนด หรือคณะกรรมการจังหวัดให้คำแนะนำการดำเนินการตามวรรคหนึ่ง คณะกรรมการจังหวัดอาจให้คำแนะนำราชการส่วนท้องถิ่นตามที่เห็นสมควร (กระทรวงมหาดไทย, 2560)

ซึ่งตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง การจัดการมูลฝอย พ.ศ.2560 บัญญัติให้ "ราชการส่วนท้องถิ่น" ไว้เหมือนกับพระราชบัญญัติรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ.2535 และที่แก้ไขเพิ่มเติม เนื่องจากเป็นประกาศที่ออกตามความในมาตรา 5 วรรคหนึ่ง และมาตรา 34/1 วรรคสอง วรรคสาม และวรรคเจ็ด แห่งพระราชบัญญัติรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ.2535 และที่แก้ไขเพิ่มเติม

สรุปได้ว่า หน่วยงานที่มีหน้าที่ในการบริหารจัดการมูลฝอยในประเทศไทย ได้แก่ ราชการส่วนท้องถิ่นหรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ประกอบด้วย องค์การบริหารส่วนจังหวัด เทศบาล องค์การบริหารส่วนตำบล กรุมเทพมหานคร เมืองพัทยา และองค์กรประครองประเภทอื่นตามและระเบียบกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

2.3.2 ปัญหาพื้นฐานในการจัดการมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

เนื่องจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นหน่วยงานหลักที่มีอำนาจหน้าที่ตามกฎหมายในการบริหารจัดการมูลฝอย ในปัจจุบันเนื่องจากสภาพสังคมเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นต้องเผชิญกับปัญหารูปแบบใหม่และท้าทาย ส่งผลกระทบต่อการทำงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยเฉพาะปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม เป็นปัญหาสำคัญขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทั้งในเขตเมืองและเขตชนบท การตั้งโรงงานอุตสาหกรรมและการประกอบธุรกิจการท่องเที่ยว ได้ก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่างๆ อาทิ ปัญหาน้ำเสีย มลพิษทางอากาศ มูลฝอย การปนเปื้อนของสารเคมีในธรรมชาติ ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและความเป็นอยู่ของประชาชน ปัญหาต่างๆ เหล่านี้ถือเป็นภารกิจที่ท้าทายขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่จำเป็นต้องแก้ไขอย่างเร่งด่วน การขาดความเป็นธรรมในการกระจายทรัพยากรอย่างทั่วถึง ตลอดจนขาดความเข้าใจในแง่ความต้องการของประชาชนในท้องถิ่น ทำให้เกิดความล่าช้าในการดำเนินการในกรณีเกิดปัญหาที่จำเป็นต้องเร่งแก้ไข องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในฐานะหน่วยงานภาครัฐที่ใกล้ชิดประชาชนจำเป็นต้องอาศัยกลไกของการจัดบริการสาธารณะ เพื่อทำหน้าที่ในการจัดการสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ ซึ่งจะเป็นกลไกสำคัญเพื่อรองรับกับปัญหาและความท้าทายใหม่ๆ ด้านสิ่งแวดล้อม (โสภารัตน์ จารุสมบัติ, 2553) โดยปัญหาและความท้าทายที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นต้องพบเจอที่เด่นชัดที่สุด ได้แก่ ปัญหามูลฝอย ซึ่งทวีความรุนแรงมากขึ้นทุกปี เนื่องจากขาดความร่วมมือของภาคส่วนต่างๆ และขาดการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) หลายแห่งไม่มีพื้นที่สำหรับใช้กำจัดมูลฝอย รวมไปถึงการคัดค้านโครงการจากประชาชน ดังนั้น องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นหลายแห่งกำจัดมูลฝอยด้วยการนำไปเทกองกลางแจ้ง (Open Dump) หรือเผากลางแจ้ง (Open Burning) บางแห่งให้ประชนชนกำจัดมูลฝอยเอง ซึ่งวิธีการดังกล่าวไม่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของประชาชนตามมา (กรมควบคุมมลพิษ, 2559)

ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการบริหารจัดการมูลฝอย ได้แก่ การจัดการมูลฝอยอย่างไม่ถูกต้อง การเก็บขน ขนถ่ายมูลฝอยที่ไม่ถูกหลักวิชาการ และวิธีการกำจัดมูลฝอย ทำให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน เช่น การจัดการบ่อฝังกลบมูลฝอยที่ไม่ถูกวิธีก่อให้เกิดกลิ่นรบกวน เกิดก๊าซมีเทนที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก การเผามูลฝอยก่อให้เกิดเขม่าควัน น้ำชะมูลฝอยรั่วซึมเกิดการปนเปื้อนในแหล่งน้ำ รวมถึงเป็นแหล่งพาหะนำโรค (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2562) ปัญหาอีกอย่างที่เป็นปัญหาสำคัญ ได้แก่ การขาดแคลนบุคลากรด้านสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เนื่องจากปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องละเอียดอ่อน จึงต้องอาศัยบุคลากรที่มีความรู้ความเข้าใจ ทั้งในด้านองค์ความรู้ เทคนิค วิธีการ ระเบียบและกฎหมาย ตลอดจนการเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจให้ชุมชนร่วมรักษาสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันแม้ว่าจะมีการกระจายอำนาจและการถ่าย

โอนภารกิจด้านสิ่งแวดล้อมให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในหลายมิติ แต่บทบาทขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในเรื่องดังกล่าวยังคงมีการดำเนินการในลักษณะแบบค่อยเป็นค่อยไป ด้วยข้อจำกัดเหล่านี้จึงส่งผลให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นแต่ละพื้นที่มีศักยภาพในการดำเนินการด้านสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน สะท้อนถึงระบบการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมในเชิงนโยบายระดับชาติ

สรุปได้ว่า ปัญหาพื้นฐานในการจัดการมูลฝอยสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ได้แก่ การจัดการมูลฝอยอย่างไม่ถูกต้องในระหว่างการเก็บขน ขนถ่าย หรือ การกำจัดมูลฝอย ไม่มีพื้นที่สำหรับใช้กำจัดมูลฝอย และการคัดค้านโครงการก่อสร้างสถานที่กำจัดมูลฝอยจากประชาชน การขาดแคลนบุคลากรด้านสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม ล้วนเป็นสาเหตุและอุปสรรคในการบริหารจัดการมูลฝอยในพื้นที่ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

2.4 ทฤษฎีการทำปุ๋ยอินทรีย์

2.4.1 ความหมายของปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์ หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ซึ่งมีแหล่งกำเนิดจากสิ่งมีชีวิต เช่น ซากพืช ซากสัตว์ มูลสัตว์ เศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร หรือของเสียจากโรงงาน โดยผ่านกระบวนการย่อยสลายตามธรรมชาติหรือผ่านกรรมวิธีทางชีวภาพ เช่น การหมักด้วยจุลินทรีย์ การสับ บด ร่อน หรือสกัด จนวัสดุเหล่านั้นย่อยสลายสมบูรณ์กลายเป็นปุ๋ยที่มีธาตุอาหารสำหรับพืช โดยไม่จัดเป็นปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยชีวภาพ (พระราชบัญญัติปุ๋ย, 2518 แก้ไขเพิ่มเติม 2550, อ้างถึงใน อานัฐ ตันโช, 2558 ; บริษัท ออร์แกนิก ดีไซน์ จำกัด, 2564) ปุ๋ยอินทรีย์มักมีธาตุอาหารหลัก เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในระดับปานกลาง รวมถึงธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมอื่น ๆ ซึ่งมีประโยชน์ทั้งในด้านการให้ธาตุอาหารแก่พืชและการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน ทำให้ดินมีความร่วนซุย โปร่ง ระบายน้ำและอากาศได้ดี ส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากพืช (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2565) แม้ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์จะต่ำกว่าปุ๋ยเคมี แต่สามารถใช้ทดแทนได้ในระยะยาว โดยเฉพาะวัสดุที่ย่อยสลายได้ง่ายจะเป็นแหล่งธาตุอาหารที่มีประสิทธิภาพมากกว่า (Wohlfarth and Schroeder, 1979 ; Das and Jana, 2003 ; Kumar et al., 2004, อ้างถึงใน Green, 2015) และยังมีส่วนช่วยลดผลกระทบจากการใช้ปุ๋ยสังเคราะห์ต่อสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งลดความจำเป็นในการใช้ปุ๋ยเคมีซ้ำ ๆ เพื่อรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Shaji et al., 2021) ปุ๋ยอินทรีย์สามารถผลิตได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งแบบเม็ด ผง และน้ำ โดยแบบเม็ดได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากสะดวกในการใช้งาน (บริษัท ออร์แกนิค ดีไซน์ จำกัด, 2564)

2.4.2 ประเภทของปุ๋ยอินทรีย์

2.4.2.1 ปุ๋ยหมัก คือปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากวัสดุอินทรีย์ ซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ชื้น สับ บด ร่อน ผ่านการหมักโดยสมบูรณ์ เช่น ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปัจจัยสำคัญของการทำปุ๋ยหมักประกอบด้วย

(1) วัตถุดิบ วัสดุอินทรีย์ที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก มีความหลากหลาย ตั้งแต่เศษใบไม้แห้ง จนถึงของเหลือทิ้งหรือมูลฝอยจากบ้านเรือน อุตสาหกรรม แต่ไม่ควรเป็นขยะพิษ

(2) อัตราส่วนคาร์บอนและไนโตรเจน วัสดุอินทรีย์ ที่มีอัตราส่วนคาร์บอนและไนโตรเจน (C/N ratio) ต่ำ เช่นหญ้าต่าง ๆ จะย่อยสลายกลายเป็นปุ๋ยหมักได้รวดเร็วกว่าวัสดุที่มีค่าอัตราส่วนคาร์บอนและไนโตรเจนสูง เช่น แกลบ ซังข้าวโพด

(3) อุณหภูมิ เป็นปัจจัยสำคัญในการย่อยสลาย ช่วงที่อุณหภูมิสูง จะช่วยทำลายเชื้อโรคและเมล็ดวัชพืช

(4) ความชื้น ความชื้นที่มากเกินไปของกองปุ๋ยหมัก จะทำให้สภาพไม่มีอากาศ โดยความชื้นที่พอเหมาะคือ ประมาณ 50-60 % ทั้งนี้ขึ้นกับวัสดุอินทรีย์ที่ใช้ด้วย

(5) ความเป็นกรด-ด่าง การเกิดกรดอินทรีย์ ในระหว่างการกองปุ๋ยหมัก รวมทั้งอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้ความเป็นกรด-ด่าง เปลี่ยนแปลงและกลับสู่สมดุลเมื่อการย่อยสลายสมบูรณ์

(6) จุลินทรีย์ในการทำปุ๋ยหมัก มีจุลินทรีย์หลายชนิด มีบทบาทเกี่ยวข้องกันแต่ละชนิดเหมาะกับสภาวะแต่ละช่วงเวลา

(7) การถ่ายเทอากาศ เป็นการเติมออกซิเจนให้กับจุลินทรีย์ และถ่ายเทของเสียออกจากกองปุ๋ยหมักช่วยให้ขบวนการย่อยสลายเกิดได้เร็วยิ่งขึ้น

2.4.2.2 ปุ๋ยคอก

ปุ๋ยคอก หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากมูลและสิ่งขับถ่ายจากสัตว์ ให้อินทรียวัตถุและธาตุอาหารแก่พืช ตลอดจนช่วยปรับปรุงดินให้เหมาะสมต่อการปลูกพืช เช่น มูลไก่ มูลเป็ด มูลสุกร มูลกระบือ มูลค้างคาว ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้มูลสุกรในการหมักปุ๋ย อุดมไปด้วยธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ รวมทั้งสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้หลายชนิด ซึ่งเมื่อรวมกันเข้าจะมีองค์ประกอบที่สามารถใช้เป็นธาตุอาหารที่สมบูรณ์ของพืชได้ (ฝ่ายส่งเสริมและเผยแพร่ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2554) โดยธาตุอาหารในมูลสุกร ประกอบด้วยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ธาตุอาหารในมูลสุกร

ธาตุอาหาร	มูลสุกร
ไนโตรเจน (%)	2.69
ฟอสฟอรัส(%)	3.24
โพแทสเซียม (%)	1.12
แคลเซียม (%)	3.85
แมกนีเซียม (%)	1.18
โซเดียม (%)	0.27
เหล็ก (%)	0.44
แมงกานีส (พีพีเอ็ม)	1030.13
ทองแดง (พีพีเอ็ม)	611.07
สังกะสี (พีพีเอ็ม)	975.75

ที่มา : ฝ่ายส่งเสริมและเผยแพร่ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2554)

2.4.2.3 ปุ๋ยพืชสด

ปุ๋ยพืชสด หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการปลูกพืช เพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสด เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการปลูกพืชบำรุงดิน แล้วทำการไถกลบ พืชที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสดควรมีอายุสั้น ระบบรากลึก ทนแล้ง ทนโรคและแมลงได้ดี และเป็นพืชที่ปลูกง่าย การนำปุ๋ยอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์กับพืชต่าง ๆ ปุ๋ยอินทรีย์สามารถนำไปใช้กับพืชหลายชนิดกับดินทุกประเภท แต่อัตราที่ใช้จะแตกต่างกันไปขึ้นกับสภาพดิน พื้นที่ปลูก ภูมิอากาศ ตลอดจนคุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ให้ได้ผลดีต้องใส่ในปริมาณที่เพียงพอและสม่ำเสมอ มีทั้งพืชอายุสั้น เช่น พืชตระกูลถั่วต่างๆ ตลอดจนพืชอายุข้ามปี รวมทั้งพืชขนาดเล็ก ตระกูลเฟิร์น ได้แก่ แหนแดง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2565)

(1) ลักษณะที่ดีของพืชที่ปลูกเป็นปุ๋ยพืชสด

1.1 เจริญเติบโตรวดเร็ว และออกดอกในเวลาสั้น

1.2 ให้น้ำหนักสดได้มาก ในระยะเวลาสั้น

1.3 ทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี และมีศตรูพืชรบกวนน้อย

1.4 ไถกลบลงดินแล้ว ย่อยสลายได้รวดเร็ว

(2) ชนิดของพืชปุ๋ยสด

2.1 พืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ปอเทือง โสนแอฟริกัน

2.2 พืชตระกูลถั่ว

2.3 พืชน้ำ เช่น ผักตบชวา จอก แหน แหนแดง (กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว, 2559)

2.4.3 หลักการทำปุ๋ยหมัก

2.4.3.1 การเลือกวัสดุอินทรีย์ ควรใช้วัสดุที่หาง่าย ย่อยสลายได้รวดเร็ว

(1) ใส่ตัวเร่งการย่อยสลาย เช่น มูลสัตว์ กากน้ำตาล ดิน

(2) สถานที่กอง ควรอยู่ใกล้แหล่งน้ำ

2.4.3.2 วิธีการกองปุ๋ยหมัก

(1) วางเรียงวัสดุอินทรีย์ ให้หนาพอสมควร

(2) รดน้ำพอชุ่ม

(3) โรยตัวเร่ง เช่น มูลสัตว์ ขี้เถ้าแกลบ หรือรำข้าว ในอัตราส่วนวัสดุอินทรีย์ : ตัวเร่ง เท่ากับ 10 : 1 หรือวัสดุอินทรีย์ : มูลสัตว์ : ปุ๋ยยูเรีย เท่ากับ 100 :10 : 1 ซึ่งหากใช้ปุ๋ยยูเรียจะนำไปใช้ในการผลิตข้าวอินทรีย์ไม่ได้

(4) เรียงชั้นต่อไป โดยทำซ้ำ ขั้นตอนที่ 1-3 จนกองสูงประมาณ 1 เมตร และโรยด้วยดินหนาประมาณ 1 นิ้ว ทับชั้นบนสุด เพื่อป้องกันน้ำระเหย

2.4.4 ลักษณะของปุ๋ยหมักที่ดี

2.3.4.1 มีการย่อยสลายสมบูรณ์ มักมีสีน้ำตาลเข้ม

2.3.4.2 อุณหภูมิภายในกอง ไม่แตกต่างจากภายนอก

2.3.4.3 วัสดุอินทรีย์เปื่อย ยุ่ย กลายเป็นเนื้อเดียวกัน

สรุปได้ว่า ปุ๋ยอินทรีย์ หมายถึง สารประกอบที่ได้จากสิ่งที่มีชีวิต ได้แก่ พืช สัตว์ ของเสียจากโรงงาน มูลวัว มูลไก่ มูลค้างคาว ซากต้นไม้ ใบไม้ กรดอะมิโน โดโลไมท์ และแร่ธาตุต่าง ๆ นำมา สับ บด ร่อน และเติมจุลินทรีย์กลุ่มใช้ออกซิเจน (Aerobic Microorganisms) จากนั้นบ่มหมัก กลับกอง จนอินทรียวัตถุย่อยสลายกลายเป็นปุ๋ยที่มีธาตุอาหารต่าง ๆ ที่พืชต้องการ แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ยพืชสด

2.4.5 ปัจจัยที่ทำให้เกิดปุ๋ยอินทรีย์

(1) องค์ประกอบในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์

1.1 วัสดุอินทรีย์

1.2 จุลินทรีย์ที่ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์

1.3 ปัจจัยแวดล้อมที่สนับสนุนการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์

(2) วัสดุอินทรีย์ที่ใช้ในการทำปุ๋ยอินทรีย์

วัสดุที่ใช้ในการทำปุ๋ยอินทรีย์ต้องเป็นวัสดุอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายตัวได้ ส่วนใหญ่เป็นวัสดุเหลือใช้ต่างๆ จากการเกษตร อุตสาหกรรมแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร สิ่งขับถ่ายจากสัตว์เลี้ยง และมูลฝอยจากครัวเรือน สามารถแบ่งได้ดังนี้

2.1 วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและวัชพืชส่วนใหญ่ได้จากต้นพืชต่างๆ ที่เก็บเกี่ยวผลผลิตไปแล้ว ทั้งพืชไร่ พืชสวน และนาข้าว เช่น ฟางข้าว ต้นข้าวโพด เปลือกถั่ว ต้นถั่ว รวมถึงเศษวัชพืชทั่วไป ที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่ทางการเกษตรหรือในน้ำ

2.2 วัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมเป็นวัสดุที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร ได้แก่ โรงงานน้ำตาล โรงงานผลิตน้ำมันพืช โรงงานแป้งมัน โรงสีข้าว โรงงานผลไม้กระป๋อง โรงงานอาหารสัตว์ รวมทั้งอุตสาหกรรมการแปรรูปเนื้อสัตว์

2.3 วัสดุที่ได้จากสิ่งขับถ่ายจากสัตว์รวมถึงวัสดุรองพื้นคอกสัตว์ เช่น มูลวัว มูลสุกร มูลไก่ มูลแพะ

2.4 มูลฝอยครัวเรือนซึ่งเป็นมูลฝอยสดที่เกิดจากการประกอบอาหารภายในครัวเรือน หรือภายในสถานประกอบการต่างๆ ที่จัดเก็บไปทิ้งในแต่ละวัน รายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตัวอย่างวัสดุอินทรีย์ที่ใช้ในการหมักปุ๋ยอินทรีย์

วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและวัชพืช	**วัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรม**	**วัสดุที่ได้จากสิ่งขับถ่ายจากสัตว์**	**วัสดุจากมูลฝอยครัวเรือน**
1.ฟางข้าว	1.โรงงานน้ำตาล	1.มูลวัว	- เศษผัก ผลไม้
2.ต้นข้าวโพด	2.โรงงานผลิตน้ำมันพืช	2.มูลสุกร	
3.เปลือกถั่ว	3.โรงงานแป้งมัน	3.มูลไก่	
4.ต้นถั่ว	4.โรงสีข้าว	4.มูลแพะ	
5.เศษวัชพืชทั่วไป			

ที่มา : ปรับปรุงจาก อานัฐ ตันโช (2558)

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

(3) กลุ่มจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ จุลินทรีย์มีบทบาทสำคัญในกระบวนการย่อยสลายหรือสังเคราะห์สารชนิดอื่น ๆ ขึ้นมาใหม่ในธรรมชาติ โดยย่อยสลายวัสดุสารอินทรีย์ต่าง ๆ (Organic Decomposition) ให้เป็นธาตุอาหาร เปลี่ยนจากรูปสารอินทรีย์ไปเป็นสารอนินทรีย์ (Mineralization) ซึ่งในกระบวนการย่อยสลายเกิดจากน้ำย่อยที่ปลดปล่อยออกมาจากจุลินทรีย์หลายชนิดรวมกัน จุลินทรีย์เหล่านี้ประกอบด้วยกลุ่มที่ย่อยสลายสารอินทรีย์หรือเซลลูโลส (Cellulolytic Microorganisms หรือ Cellulolytic Decomposers) เป็นพวกที่ย่อยสลายเซลลูโลส หรือซากพืช ซากสัตว์ ประกอบไปด้วยแบคทีเรีย รา แอคติโนมัยซิทและโปรโตซัว เช่น *Bacillus*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Penicillium*, *Thermoactinomyces* เป็นต้น จุลินทรีย์พวกนี้พบได้ทั่วไปในระหว่างการสลายตัวของเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่าง ๆ ซากพืช ซากสัตว์ ใบไม้ กิ่งไม้ เศษหญ้า และมูลฝอยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ จนเกิดปุ๋ยอินทรีย์ขึ้นมาได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 แบคทีเรีย (Bacteria) เป็นจุลินทรีย์ที่พบมากที่สุดประมาณร้อยละ 80 - 90 ของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในกองปุ๋ยหมักซึ่งมีแบคทีเรียประมาณ 2.3 x 10^8 เซลล์ต่อกรัม ขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาใช้ทำปุ๋ยหมัก มีบทบาทสำคัญในกระบวนการย่อยสลายและเกิดความร้อนในกองปุ๋ยหมัก ในระยะแรกของการหมักอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักจะไม่สูงมากนัก แบคทีเรียส่วนใหญ่ที่พบจะเป็นพวก *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., *Cellulomonas* sp., *Flavobacterium* sp., *Micrococcus* sp. และ *Achromobacter* sp.ระยะต่อมาของการหมักกองปุ๋ยหมักจะมีอุณหภูมิภายในกองสูงมากขึ้นอยู่ในช่วง 50-55 องศาเซลเซียส แบคที่เรียที่เจริญได้ดีจะเป็นพวก *Bacillus subtilis* และ *Bacillus stearothermophilus* ในบางกรณีอาจสูงถึง 65-70 องศาเซลเซียส แบคทีเรียที่เจริญได้และสามารถทนความร้อนได้สูง ได้แก่พวก *Thermus* sp. ที่สามารถเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และพวก *Bacillus* sp. ที่สามารถสร้างสปอร์ได้

3.2 เชื้อรา (Fungi) ในกองปุ๋ยหมักจะพบเชื้อราอยู่เสมอ ชนิดและปริมาณของเชื้อราจะขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาใช้ทำปุ๋ยหมัก ความชื้น และอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมัก เชื้อราจะเจริญได้ดีในระยะแรกของการหมักปุ๋ย เนื่องจากในระยะแรกของการหมัก กองปุ๋ยหมักจะมีอุณหภูมิที่ไม่สูงมากนัก เพราะหากกองปุ๋ยหมักมีอุณหภูมิและความชื้นที่สูงขึ้น จะเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญของแบคทีเรียมากกว่าเชื้อรา ดังนั้นจึงมักพบเชื้อราเจริญอยู่บริเวณผิวนอกของกองปุ๋ยหมัก ซึ่งมีอุณหภูมิและความชื้นต่ำกว่าภายในกองปุ๋ยหมัก ซึ่งเชื้อรามีบทบาทในการย่อยสลายเศษวัสดุในกองปุ๋ยหมักให้มีขนาดเล็กลงในระยะแรกของการหมักในกองปุ๋ยหมัก จะพบเชื้อราพวก *Geotichumcandidium* และ *Aspergillus fumigatus* เมื่ออุณหภูมิสูงถึง 45-55 องศาเซลเซียส มักจะตรวจพบเชื้อราพวก *Cladosporium* sp., *Aspergillus* sp. และ *Mucor* sp. เมื่ออุณหภูมิสูงกว่านี้อาจจะพบเชื้อราพวก *Penicillium duponti* แต่ชนิดของเชื้อราดังกล่าวที่พบนี้อาจจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและวัสดุที่นำมาใช้ทำปุ๋ยหมัก

3.3 แอคติโนมัยซิท (Actinomycetes) มีอัตราการเจริญเติบโตที่ช้ากว่าเชื้อราและแบคทีเรีย เจริญได้ดีในสภาพที่มีอากาศพอเพียง เป็นจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิสูง 75 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิสูงเกินกว่า 75 องศาเซลเซียส มักจะไม่พบเชื้อแอคติโนมัยซิท ลักษณะของเชื้อแอคติโนมัยซิทที่พบบนกองปุ๋ยหมักจะเจริญเป็นกลุ่ม เห็นเป็นจุดสีขาวคล้ายๆ ผงปูน หลังจากอุณหภูมิสูงขึ้นจนสูงมาก เชื้อแอคติโนมัยซิทมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายอินทรียสาร เช่น เซลลูโลส ลิกนิน ไคติน และโปรตีน ที่มีอยู่ในกองปุ๋ยหมักขณะที่อุณหภูมิสูง โดยเชื้อแอคติโนมัยซิทที่มักพบเสมอในกองปุ๋ยหมัก ได้แก่ พวก *Thermoactinomyces* sp. และ *Thermomonospora* sp. ซึ่งเป็นพวกที่สามารถผลิตเอ็นไซม์เซลลูเลสออกมาย่อยเซลลูโลสได้อย่างมีประสิทธิภาพ และอาจพบ *Streptomyces* sp. และ *Micropolyspora* sp. ในกองปุ๋ยได้เช่นกัน (ธงชัย, 2546 อ้างถึงใน อานัฐ ตันโช, 2558)

(4) ปัจจัยสนับสนุนการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์ การสลายตัวของวัสดุอินทรีย์ที่ใช้ทำปุ๋ยหมักนั้น นอกจากเชื้อจุลินทรีย์จะมีบทบาทสำคัญอย่างมากแล้ว ปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ ที่ช่วยให้การสลายตัวเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับ

4.1 สัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน หรือ C/N ratio ความยากง่ายของวัสดุอินทรีย์ที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์นั้น สามารถพิจารณาได้จากค่าสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน หรือ C/N ratio ที่เป็นองค์ประกอบของวัสดุอินทรีย์แต่ละชนิด โดยวัสดุที่ย่อยสลายง่ายจะประกอบด้วยสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำกว่า 100:1 และวัสดุที่ย่อยสลายยากมักจะเป็นวัสดุประเภทที่มีสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงกว่า 100:1 ตัวอย่างของวัสดุอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่าย เช่น ฟางข้าว ต้นข้าวโพด เปลือกถั่วลิสง หญ้าขน ผักตบชวา เปลือกสับปะรด ซึ่งมีสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนประมาณ 26:1 ถึง 89:1 ตัวอย่างของวัสดุอินทรีย์ที่ย่อยสลายยาก เช่น ขี้เลื่อยไม้ ขุยมะพร้าว กากอ้อย แกลบ เปลือกเมล็ดปาล์มบด ซึ่งมีสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนประมาณ 117:1 ถึง 307:1 เนื่องจากเศษพืชประเภทที่สลายตัวได้ยาก จะมีแร่ธาตุอาหารอยู่น้อย ไม่เพียงพอต่อความต้องการของจุลินทรีย์ในการใช้ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ ซึ่งแร่ธาตุที่มักจะขาดแคลนในวัสดุที่เน่าสลายยากดังกล่าว คือ ไนโตรเจน ดังนั้น ในการเร่งกระบวนการหมักให้เกิดเร็วขึ้น สามารถทำได้โดยการจัดสภาพแวดล้อมของกองปุ๋ยหมักให้เหมาะสม และเพิ่มสัดส่วนของไนโตรเจนในกองปุ๋ยโดยการเติมวัสดุอินทรีย์หรือมูลสัตว์ชนิดต่างๆ ที่มีแหล่งของธาตุไนโตรเจนสูง จะทำให้วัสดุที่สลายตัวยากสลายตัวเป็นปุ๋ยหมักได้เร็วขึ้น ตัวอย่างของวัสดุอินทรีย์หรือมูลสัตว์ที่มีส่วนประกอบของธาตุไนโตรเจนสูง เช่น มูลเป็ด มูลไก่ มูลสุกร มูลโค ตันถั่วต่างๆ ซึ่งมีองค์ประกอบของธาตุไนโตรเจน ร้อยละ 2.0-5.0 (ธงชัย และอรรถศิษฐ์, (2541) อ้างถึงใน อานัฐ ตันโช, 2558)

4.2 ขนาดของวัสดุอินทรีย์ ควรมีขนาดเล็กเพื่อสะดวกแก่การคลุกเคล้า รวมถึงง่ายต่อการกองและการพลิกกลับเพื่อระบายอากาศและลดอุณหภูมิในกองปุ๋ย รวมทั้งขนาดวัสดุอินทรีย์ที่มีขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวมาก ทำให้จุลินทรีย์เจริญได้ทั่วถึง ซึ่งทำให้วัสดุสลายตัวได้เร็วขึ้น

4.3 ความชื้น ความชื้นในกองปุ๋ยหมักเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญมาก โดยเป็นตัวควบคุมการเจริญเติบโตและกิจกรรมของจุลินทรีย์ต่างๆ ในกองปุ๋ยหมัก ซึ่งความชื้นที่ระดับร้อยละ 50-60 โดยน้ำหนักจะเป็นระดับความชื้นที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตและเกิดกิจกรรมการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ของจุลินทรีย์ ซึ่งถ้าความชื้นในกองปุ๋ยต่ำกว่าร้อยละ 40 จุลินทรีย์จะขาดน้ำ แต่ถ้าความชื้นเกินร้อยละ 80 จะทำให้กองปุ๋ยมีน้ำมากเกินไปและมีอากาศน้อยลง จุลินทรีย์จะขาดอากาศ เป็นผลให้การสลายตัวของวัสดุอินทรีย์เป็นปุ๋ยหมักช้าลงได้

4.4 อากาศ กระบวนการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักของจุลินทรีย์มีทั้งแบบที่ใช้อากาศ (ออกซิเจน) และไม่ใช้อากาศ แต่โดยส่วนใหญ่แล้วจะเป็นแบบที่ใช้อากาศในกระบวนการย่อยสลายมากกว่า ดังนั้น จำเป็นต้องเพิ่มอากาศในกองปุ๋ยหมักโดยการกลับกองปุ๋ยหมัก ซึ่งการกลับกองปุ๋ยบ่อยครั้ง จะทำให้อัตราการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์ในกองปุ๋ยเกิดเร็วยิ่งขึ้น

4.5 อุณหภูมิ ภายหลังขึ้นกองปุ๋ยหมักแล้วเป็นเวลา 2 - 4 วัน ความร้อนในกองจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วประมาณ 50-70 องศาเซลเซียส และจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) สะสมเพิ่มขึ้น ปริมาณออกซิเจนจะลดลง ซึ่งสภาวะดังกล่าวเกิดจากกระบวนการหายใจของจุลินทรีย์ ในกรณีเช่นนี้ จุลินทรีย์กลุ่มที่ทนต่อความร้อนได้น้อยและกลุ่มที่ใช้ออกซิเจนจะเริ่มลดลง จะเหลือแต่กลุ่มที่ทนร้อนและไม่ใช้ออกซิเจนที่เจริญได้ดีเท่านั้น วิธีปรับสภาพแวดล้อมในกองปุ๋ยให้เหมาะสมต่อจุลินทรีย์ทุกกลุ่มที่สามารถปฏิบัติได้ง่ายคือการกลับกองปุ๋ยหมัก ซึ่งการกลับกองปุยหมักนั้นมีประโยชน์ทั้งในแง่ของการช่วยระบายความร้อนและเพิ่มออกซิเจนในกองปุ๋ยไปพร้อม ๆ กัน

4.6 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความเป็นกรด-ด่าง ในกองปุ๋ยหมักภายหลังจากกระบวนการหมักสมบูรณ์แล้ว จะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมากนัก pH จะอยู่ระหว่าง 6-8 ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่ใช้ในการผลิต โดยวัสดุที่เป็นเศษซากพืชซากสัตว์จะมีค่า pH ลดลงเล็กน้อยในช่วงแรกของการหมักเท่านั้น เนื่องจากการปลดปล่อยกรดอินทรีย์จากการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของค่า pH ดังกล่าวในกองปุ๋ยไม่กระทบต่อกระบวนการหมัก ดังนั้น ไม่จำเป็นต้องปรับค่า pH ในกองปุ๋ยหมัก เนื่องจากเป็นช่วง pH ที่จุลินทรีย์กลุ่มใหญ่สามารถทำงานได้

(5) หลักพิจารณาการย่อยสลายสมบูรณ์ของปุ๋ยหมัก ปุ๋ยหมักที่หมักสมบูรณ์แล้วในกองปุ๋ยต้องไม่มีความร้อนเหมือนในช่วงแรกของการทำปุ๋ยหมัก และอุณหภูมิภายในกองที่วัดได้จะมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับอุณหภูมิภายนอกกอง สีน้ำตาลปนดำ เนื้อปุ๋ยหมักร่วนเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีกลิ่นหรือมีกลิ่นดินอ่อนๆ ไม่เหม็น และเมื่อนำไปวัดค่าการย่อยสลายที่สมบูรณ์ (Germination Index) จะมีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 และค่าสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนไม่เกิน 20:1

(6) ตัวชี้วัดคุณภาพปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ข้อกำหนดเรื่องคุณภาพปุ๋ยอินทรีย์ชนิดของแข็ง ต้องระบุชนิดวัสดุอินทรีย์หลักที่ใช้ในการผลิต และผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยสมบูรณ์จนได้เนื้อปุ๋ยสีน้ำตาลนุ่ม ยุ่ย อุณหภูมิไม่สูงกว่าอุณหภูมิอากาศและมีคุณลักษณะที่สามารถตรวจสอบได้ (อานัฐ ตันโช, 2558) ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เกณฑ์ชี้วัดคุณภาพปุ๋ยหมักที่ได้มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด
ความละเอียดของเนื้อ	ไม่เกิน 12.5x12.5 มิลลิเมตร
ปริมาณความชื้น และสิ่งที่ระเหยได้	ไม่เกิน 30% โดยน้ำหนักปุ๋ยที่ยังไม่อบแห้ง
ปริมาณหิน กรวด ทราย เศษพลาสติก ขนาด 5 มม. ขึ้นไป	ไม่เกิน 2% โดยน้ำหนัก
เศษแก้ว วัสดุคม และโลหะอื่นๆ	ไม่พบ หรือไม่เกิน 0.1% โดยน้ำหนัก
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	5.5-8.5
ปริมาณเกลือ (NaCl)	ไม่เกิน 1% โดยน้ำหนัก
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio)	ไม่เกิน 20:1
ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity)	ไม่เกิน 10 dS/cm
ปริมาณธาตุอาหารหลัก	1. ไนโตรเจน (total N) ไม่น้อยกว่า 1.0% โดยน้ำหนัก 2. ฟอสฟอรัส (total P_2O_5) ไม่น้อยกว่า 0.5% โดยน้ำหนัก 3. โพแทสเซียม (total K_2O) ไม่น้อยกว่า 0.5% โดยน้ำหนัก
การย่อยสลายที่สมบูรณ์	มากกว่า 80%
โลหะหนัก สารหนู (Arsenic)	ไม่เกิน 50 mg/kg
แคดเมียม (Cadmium)	ไม่เกิน 5 mg/kg
โครเมียม (Chromium)	ไม่เกิน 300 mg/kg
ทองแดง (Copper)	ไม่เกิน 500 mg/kg
ตะกั่ว (Lead)	ไม่เกิน 500 mg/kg
ปรอท (Mercury)	ไม่เกิน 2 mg/kg

ที่มา : อานัฐ ตันโช (2558)

(7) สารเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายของอินทรียวัตถุ สารเร่งซุปเปอร์ พด.1 ซึ่งเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร และอุตสาหกรรมแปรรูป ผลผลิตทางการเกษตร์เพื่อผลิตปุ๋ยหมักในเวลารวดเร็วและมีคุณภาพสูงขึ้น ประกอบด้วยเชื้อรา และแอคติโนมัยซีสที่ย่อยสารประกอบเซลลูโลส และแบคทีเรียที่ย่อยไขมัน โดยวิธีการเตรียมสารเร่ง พด.1 ทำได้โดยผสมสารเร่งซุปเปอร์ พด.1 ในน้ำ 20 ลิตร คนให้เข้ากันนาน 5-10 นาที เพื่อกระตุ้นให้จุลินทรีย์ออกจากสภาพที่เป็นสปอร์และพร้อมที่จะเกิดกิจกรรมการย่อยสลาย จากนั้นราดสารละลายสารเร่งให้ทั่วโดยกองปุ๋ย จุลินทรีย์ในสารเร่งซุปเปอร์ พด.1 จะทำหน้าที่ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ต่อไป (กรมพัฒนาที่ดิน, 2566)

สรุปได้ว่า การทำปุ๋ยอินทรีย์ หมายถึง การนำวัสดุอินทรีย์ชนิดต่างๆ มาหมักกับจุลินทรีย์ในสภาวะที่เหมาะสมจนจะย่อยสลายโดยสมบูรณ์ ภายใต้ปัจจัยสนับสนุนการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์ ได้แก่ C/N ratio ของวัสดุอินทรีย์ที่นำมาหมัก ขนาดของวัสดุอินทรีย์ ความชื้น อากาศ อุณหภูมิ และความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปุ๋ยหมักที่ได้มีสีน้ำตาลปนดำ เนื้อปุ๋ยหมักร่วนเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีกลิ่นหรือมีกลิ่นดินอ่อนๆ ไม่เหม็น และมีคุณสมบัติต่างๆ ตามที่มาตรฐานกำหนด

2.4.5 มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของประเทศไทย

ประกาศของกรมวิชาการเกษตร เรื่อง กำหนดเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548 ได้กำหนดมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์เนื่องจากมีการส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปรับปรุงบำรุงดิน ตลอดจนมีการนำเทคโนโลยีชีวภาพเข้ามาใช้ในการปรับปรุงบำรุงดิน เพิ่มคุณค่าของธงธาตุอาหารพืช ทำให้มีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มมากขึ้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการควบคุมมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อเป็นการรักษาผลประโยชน์ของเกษตรกร (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ต่อมาได้มีกรแก้ไขเพิ่มเติมมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ตามประกาศของกรมวิชาการเกษตร เรื่อง กำหนดเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2557 โดยระบุเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดไม่เป็นปุ๋ยอินทรีย์เหลวไว้ว่า

(ก) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P_2O_5) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก และโพแทสเซียมทั้งหมด (Total K_2O) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก หรือมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนัก

(ข) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) ไม่เกิน 20 : 1

(ค) ความชื้นไม่เกินร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก (กรมวิชาการเกษตร, 2557)

รายละเอียดดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร

ที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์กำหนด	
		พ.ศ.2548	**พ.ศ.2557**
1.	ขนาดของปุ๋ย	ไม่เกิน 12.5 x 12.5 มิลลิเมตร	-
2.	ปริมาณความชื้น	<35% โดยน้ำหนัก	<30% โดยน้ำหนัก
3.	หินและกรวด >5 มิลลิเมตร	ไม่เกินร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก	-
4.	พลาสติก แก้ว โลหะ	ต้องไม่มี	-
5.	ปริมาณอินทรียวัตถุ	>30 โดยน้ำหนัก	-
6.	ค่า pH	5.5 - 8.5	-
7.	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)	ไม่เกิน 20 : 1	ไม่เกิน 20 : 1
8.	ค่าการนำไฟฟ้า (EC)	ไม่เกิน 6 เดซิซีเมน/เมตร	-
9.	ปริมาณธาตุอาหารหลัก (โดยน้ำหนัก)		
	- ไนโตรเจน (Total N)	ไม่น้อยกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.0
	- ฟอสฟอรัส (Total P_2O_5)	ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5
	- โพแทสเซียม (Total K_2O)	ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 หรือมีค่ารวมกันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2
10.	การย่อยสลายที่สมบูรณ์	มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์	-
11.	สารหนู (Arsenic)	ไม่เกิน 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม	-
	แคดเมียม (Cadmium)	ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม	
	โครเมียม (Chromium)	ไม่เกิน 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัม	
	ทองแดง (Copper)	ไม่เกิน 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม	
	ตะกั่ว (Lead)	ไม่เกิน 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม	
	ปรอท (Mercury)	ไม่เกิน 2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม	

ที่มา : ราชกิจานุเบกษา (2557)

2.5 ข้อมูลของขนไก่

2.5.1 ความหมายของขนไก่

ขนไก่ หมายถึง อวัยวะปกคลุมร่างกายของสัตว์ปีก ประกอบด้วยแผงขน (Feather) ปกคลุมร่างกายตามส่วนต่าง ๆ โดยทั่วไปจะมี ประมาณร้อยละ 4-9 ของน้ำหนักมีชีวิต ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ อายุและเพศ ทำหน้าที่ในการป้องกันอันตราย ทำให้ร่างกายอบอุ่น ช่วยในการดึงดูดเพศตรงข้าม และจำเป็นในการบินโดยเฉพาะขนปีกบิน (Primary feathers) นอกจากนี้ยังใช้ในการจำแนกเพศและบ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการให้ไข่อีกด้วย (ประภากร ธาราฉาย, 2560)

2.5.2 องค์ประกอบของขนไก่

องค์ประกอบของขนที่สมบูรณ์จะประกอบด้วยก้านขน (Shaft หรือ Rachis) และรากขนหรือโคนก้านขน (Calamus หรือ Quil) ซึ่งมีลักษณะเป็นรูกลวง รากขนจะฝังอยู่ในตุ่มขน (Follicle) ก้านขน (Shaft) จะมีกิ่งขน (Barbs) แตกออกไปจากกิ่งขนแต่ละกิ่งและจะมีกิ่งขนย่อย (Barbules) แตกออกไปอีก จากกิ่งขนย่อยจะมีกิ่งขนที่มีลักษณะเป็นตะขอ (Barbicels) แตกออกไปทำหน้าที่ในการยึดจับทำให้ขนย่อยยึดติดกัน ดังนั้นส่วนของขนที่เกิดจากกิ่งขน กิ่งขนย่อยและกิ่งขนที่มีลักษณะเป็นตะขอยึดติดกันจนเป็นแผง เรียกว่า แผงขน (Vane) การที่ขนมีรูปร่างและโครงสร้างแตกต่างกันเนื่องจากความแตกต่างในครงสร้างของกิ่งขนย่อย (Barbules) และกิ่งก้านของขน ทำให้เราแบ่งชนิดของขนออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่

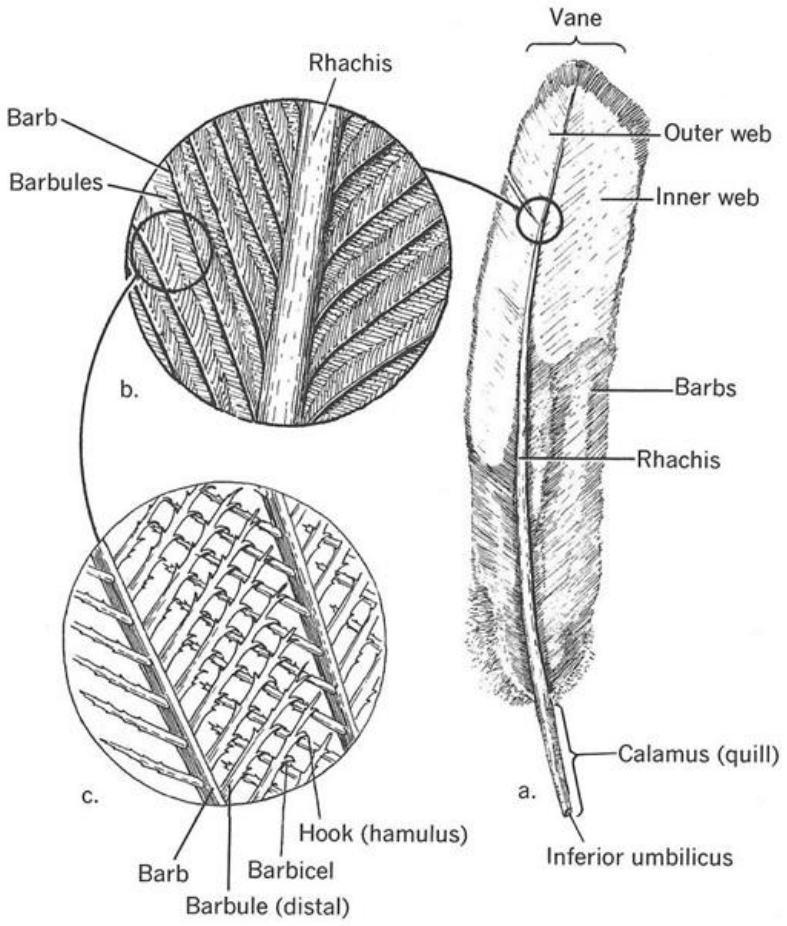
1. คอนทัวร์ (Contour) ขนประเภทนี้พบมากที่สุดบนลำตัวของสัตว์ปีก ขนประเภทนี้จำแนกตามตำแหน่งที่อยู่บนตัวสัตว์ปีกได้ 3 ชนิด คือ ขนปกคลุมลำตัวทั่วไป ขนปีก และขนหาง ขนปีกและขนหาง มีขนาดใหญ่กว่าขนที่ปกคลุมลำตัว เส้นขนก็มีความแข็งแรงกว่า เป็นขนทำหน้าที่เพื่อการบิน

2. เซมิพลูม (Semiplume) เป็นขนที่มีโคนก้านขนสั้นมากและก้านขนยาว เส้นขนไม่มีตะขอที่จะเกาะเกี่ยวให้เส้นขนเรียงตัวกันเป็นระเบียบ ขนประเภทนี้มีลักษณะที่อยู่ระหว่างกลางของขนประเภทคอนทัวร์และขนดาวน์ แต่แตกต่างจากขนดาวน์ตรงที่มีก้านขนยาวกว่าและมีเส้นขนยาวกว่า ขนประเภทนี้จะถูกขนคอนทัวร์ปกคลุมไว้ ปกติมีมากทางด้านข้างของท้อง คอและกลางหลังและมีมากตรงบริเวณโคนของก้านขนปีกและขนหาง ขนเซมิพลูมนี้ทำหน้าที่ร่วมกับขนประเภทคอนทัวร์สำหรับป้องกันความร้อนไม่ให้สูญเสียจากร่างกายและเพิ่มประสิทธิภาพในการลอยตัวของพวกนกเป็ดและห่าน

3. ดาวน์ (Down) เป็นขนที่อ่อนนุ่มมาก ก้านขนสั้นมากหรือไม่มีเลย เส้นขนไม่มีตะขอเกาะเกี่ยวให้เส้นขนเป็นระเบียบ เป็นขนที่สั้นและซ่อนอยู่ใต้ขนคอนทัวร์ ขนประเภทนี้พบมากกับลูกของสัตว์ปีกที่ฟักออกจากไข่ใหม่ ๆ ซึ่งเรียกว่า นาทอล ดาวน์ (Natal down หรือ

Down) โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัตว์ปีกในอันดับของเป็ดและอันดับของไก่ หน้าที่หลักของขนประเภทนี้คือรักษาความร้อนไม่ให้สูญเสียออกจากร่างกาย

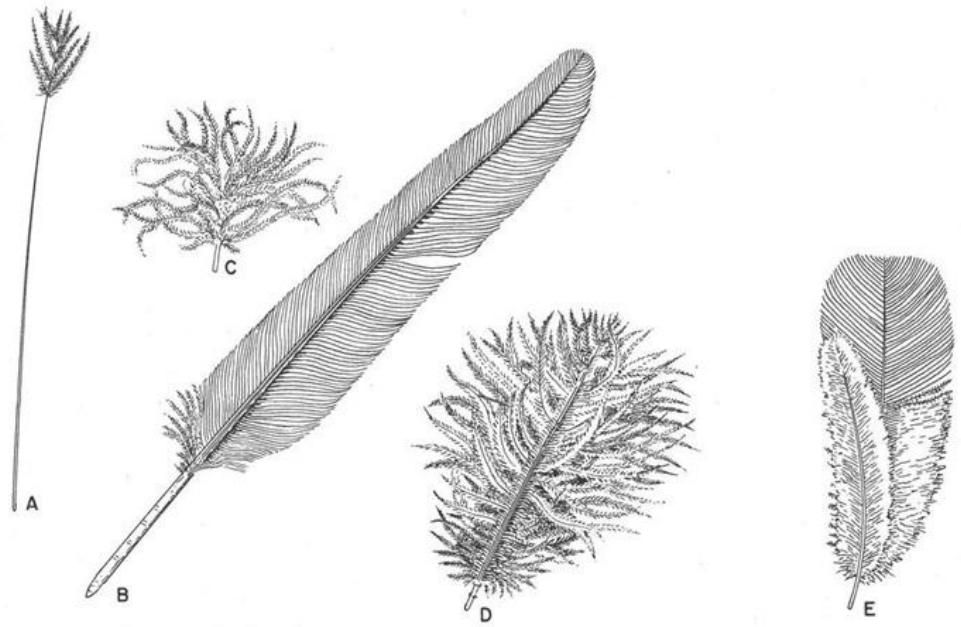
4. ฟิโลพลูม (Filoplume) เป็นขนที่มีลักษณะคล้ายกับแส้ คือ มีก้านยาวและมีเส้นขนเรียงตัวอยู่ห่าง ๆ เฉพาะตรงส่วนปลาย ที่โคนของขนประเภทนี้บางครั้งมีปลายของเส้นประสาทมาฝังอยู่จึงสันนิฐานว่าคงทำหน้าที่รับความรู้สึกสัมผัสได้ แต่สำหรับหน้าที่แท้จริงยังไม่ทราบแน่ชัด พบว่ามีกระจัดกระจายทั่วไปตามลำตัวของสัตว์ปีกส่วนมาก ยกเว้น นกกระจอกเทศ นกอีมู และนกคัสโซวารี ซึ่งไม่มีขนประเภทนี้



รูปภาพที่ 3 ขนคอนทัวร์ (A) ขนที่สมบูรณ์ (B) แผงขน (vane) กิ่งขน (barbs) กิ่งขนย่อย (barbules) (C)
ที่มา : Wallace และ Mahan (1975), อ้างถึงใน ประภากร ธาราฉาย (2560)

5. บริสเติล (blistle) เป็นขนที่อัดแปลงไปจากขนคอนทัวร์ มีก้านขนยาว และอาจมีเส้นขนเล็กน้อยหรือไม่มีเลย พบอยู่ตามที่ต่าง ๆ ในส่วนของหัว เช่น รอบลูกตาและทำหน้าที่ป้องกันตาของนกกระจอกทศและนกเงือก รอบรูจมูกเพื่อป้องกันฝุ่นละอองของนกแก้ว และที่โคนปากเพื่อใช้รับความรู้สึกสัมผัสของพวกนกบางชนิด

6. พาวเดอร์ ดาวน์ (Powder down) ลักษณะรูปร่างทั่วไปคล้ายคลึงกับขนประเภทดาวน์แต่ขนประเภทนี้จะมีเม็ดสีจำนวนมากกระจายอยู่บนเส้นขน นอกจากนั้นยังมีลักษณะพิเศษตรงที่เป็นขนที่เจริญเติบโตตลอดเวลา ไม่มีการผลัดขน ปกติพบรวมเป็นกลุ่มที่มีสีเหลืองอยู่ที่หน้าอกและสีขางของนกยาง และนกยางไฟ สำหรับนกชนิดอื่น เช่น เหยี่ยวบางชนิด และนกแก้ว พบกระจายอยู่ทั่วไปตามลำตัว นอกจากนั้นก็พบในนกพิราบ เม็ดสีที่พบอยู่บนเส้นขนมีขนาดเล็กมากและมีคุณสมบัติไม่เปียกน้ำ นกที่ไม่มีต่อมน้ำมันที่โคนหางจะมีขนประเภทนี้ขึ้นหนาแน่นมาก เม็ดสีจะกระจายไปทั่วตัวได้โดยการที่นกใช้จะงอยปากไซ้หรือโดยการสลัดขน ทำให้ขนไม่เปียกน้ำและช่วยป้องกันอันตรายให้กับเส้นขน



รูปภาพที่ 4 (A) ฟิโลพลูม (filoplume) (B) ขนคอนทัวร์ (vane or contour) (C) ขนดาวน์ (down) (D) เซมิพลูม (semiplume) (E) ขนคอนทัวร์ของไก่ฟ้าที่อัฟเตอร์เชฟท์

ที่มา : Welty (1982), อ้างถึงใน ประภากร ธาราฉาย (2560)

2.5.3 องค์ประกอบทางเคมีของขนไก่

องค์ประกอบทางเคมีของขนไก่ประกอบด้วย ไขมันร้อยละ 0.83 เยื่อใยร้อยละ 2.15 โปรตีนร้อยละ 82.36 เถ้า ร้อยละ 1.4 Nitrogen Free Extract ร้อยละ 1.02 และความชื้นร้อยละ 12.33 ในขณะที่การวิเคราะห์ขั้นสุดท้ายพบว่ามีคาร์บอนร้อยละ 64.47 ไนโตรเจน ร้อยละ 10.41 ออกซิเจน ร้อยละ 22.34 และ กำมะถัน ร้อยละ 2.64 (Tesfaye et al., 2017) ขนไก่มีความคงทนต่อการย่อยสลาย เนื่องจากขนไก่มีโปรตีนโครงสร้างที่เรียกว่าเคราตินเป็นองค์ประกอบหลักอยู่มากถึงร้อยละ 90 โดยพันธะไดซัลไฟด์ (S-S) ระหว่างกรดอะมิโนซิสเตอีน (cysteine) ในเคราติน ทำให้เคราตินมีความคงตัวสูง และมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ จึงยากต่อการกำจัด ประเทศไทยผลิตไก่เนื้อเพิ่มขึ้นจาก 1.310.57 ล้านตัว ในปีพ.ศ. 2558 เป็น 1.550 ล้านตัว ในปี พ.ศ. 2559 และมีแนวโน้มในการผลิตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้มีขนไก่ซึ่งเป็นของเสียจากกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก หากขาดการกำจัดอย่างถูกวิธี จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเป็นแหล่งเพาะเชื้อก่อโรค และส่งกลิ่นเหม็น (ปานวาด ศิลปวัฒนา, 2561)

สรุปได้ว่า ขนไก่ หมายถึง อวัยวะปกคลุมร่างกายประมาณร้อยละ 4-9 ของน้ำหนักทำหน้าที่ในการป้องกันอันตราย ทำให้ร่างกายอบอุ่น ประกอบด้วยก้านขน (Shaft หรือ Rachis) และรากขนหรือโคนก้านขน (Calamus หรือ Quil) มีความคงทนต่อการย่อยสลาย ไม่ละลายน้ำ เนื่องจากมีโปรตีนเคราตินเป็นองค์ประกอบหลักอยู่มากถึงร้อยละ 90 จับตัวกันโดยพันธะไดซัลไฟด์ (S-S) ระหว่างกรดอะมิโนซิสเตอีน (cysteine) ในเคราติน มีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ไขมันร้อยละ 0.83 เยื่อใยร้อยละ 2.15 โปรตีนร้อยละ 82.36 เถ้า ร้อยละ 1.4 Nitrogen Free Extract ร้อยละ 1.02 และความชื้นร้อยละ 12.33 ในขณะที่การวิเคราะห์ขั้นสุดท้ายพบว่าทีคาร์บอนร้อยละ 64.47 ไนโตรเจน ร้อยละ 10.41 ออกซิเจน ร้อยละ 22.34 และ กำมะถัน ร้อยละ 2.64

2.6 ข้อมูลของกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

กากตะกอนหม้อกรอง (Filter Cake หรือ Press Cake) เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายที่เกิดจากการกรองแยกน้ำอ้อยด้วยหม้อกรองสุญญากาศ โดยมีลักษณะเป็นของแข็งสีน้ำตาลปนดำ เปียกคล้ายขี้เป็ด มีองค์ประกอบหลักเป็นอินทรียวัตถุ เช่น เศษกากอ้อย ใบ ราก ไขขี้ผึ้ง ดิน ทราย และเศษหินปนอยู่ ซึ่งมาจากการเก็บเกี่ยวอ้อย รวมถึงมีการเติมปูนขาวและสารเร่งตกตะกอนในขั้นตอนการทำน้ำอ้อยให้ใส ทำให้กากตะกอนนี้มีค่าความเป็นด่างในช่วง pH 8.0 – 9.0 (สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย, 2560) โดยทั่วไป Filter Cake จากโรงงานน้ำตาลในประเทศไทยมีปริมาณอินทรียวัตถุประมาณร้อยละ 42.03 และมีธาตุอาหารที่สำคัญ เช่น ไนโตรเจน ร้อยละ 2.13 ฟอสฟอรัสร้อยละ 0.24 – 1.2 โพแทสเซียมร้อยละ 0.2 แคลเซียมร้อยละ 2.7

แมกนีเซียมร้อยละ 1.1 และซัลเฟอร์ร้อยละ 0.2 (Prado et al., 2013; ณัฐวุฒิ ปลื้มใจ et al., 2561) ด้วยองค์ประกอบทางเคมีดังกล่าว ทำให้กากตะกอนหม้อกรองสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินและปุ๋ยอินทรีย์ได้ดี โดยมีคุณสมบัติช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุในดิน ลดความเป็นกรดของดิน ทำให้ดินร่วนซุยและโปร่ง เพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืช และเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ในดินที่มีประโยชน์ (กลุ่มส่งเสริมอุตสาหกรรมชีวภาพ, 2561; สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมอ้อยน้ำตาลทราย, 2560) นอกจากนี้ประเทศต่าง ๆ เช่น บราซิลและอินเดีย ยังมีการนำกากหม้อกรองไปใช้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์อย่างแพร่หลาย เพื่อทดแทนแร่ธาตุที่พืชต้องการบางส่วน และลดปริมาณของเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลในเชิงเกษตรกรรมอย่างยั่งยืน (Prado et al., 2013; รัชมล วิรูวัฒนา et al., 2563) องค์ประกอบทางเคมีของกากหม้อกรอง (Filter Cake) ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 องค์ประกอบทางเคมีของกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล (Filter Cake)

ส่วนประกอบ	อยู่ในช่วง	เฉลี่ย
OM (%)	15 - 29.6	22.3
pH	7.1 - 8.2	7.7
N (%)	0.3 - 4.8	2.0
P (%)	0.1 - 1.8	1.1
K (%)	0.2 - 0.4	0.3
Ca (%)	1.6 - 2.7	2.1
Mg (%)	0.2 - 1.1	0.6
S (%)	0.2 - 0.3	0.25
C/N ratio	12 - 36	24

ที่มา : Prado et al. (2013)

สรุปได้ว่า กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล (Filter cake) หมายถึง ตะกอนที่เหลือจากการกรองแยกน้ำอ้อยด้วยเครื่องกรองในกระบวนการผลิตน้ำตาลทราย มีลักษณะเป็นของแข็งสีน้ำตาลปนดำ ประกอบด้วยอินทรียวัตถุ ประมาณร้อยละ 60 มีสภาพเป็นด่างอ่อน-ด่างป่านกลาง (pH ประมาณ 8.0 - 9.0) เมื่อนำไปวิเคราะห์ธาตุอาหารพบว่า มีปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) ประมาณร้อยละ 3 ฟอสฟอรัส (P) ประมาณ ร้อยละ 0.24 และ พอแทสเซียม (K) ประมาณ ร้อยละ 0.2 สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินหรือปุ๋ยอินทรีย์ โดยถูกนำมาใช้ทำปุ๋ยในหลายประเทศทั่วโลก เช่น บราซิล อินเดีย ออสเตรเลีย คิวบา ปากีสถาน ไต้หวัน แอฟริกาใต้ และอาร์เจนตินา

2.7 ข้อมูลของพริกจินดา

2.7.1 ความหมายของพริก

พริก (Capsicum spp.) เป็นพืชผักเศรษฐกิจในวงศ์ Solanaceae ที่มีความสำคัญต่อการบริโภคของประชากรทั่วโลก โดยเฉพาะในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมถึงประเทศไทย พริกมีลักษณะเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก มีระบบรากแก้วหยั่งลึกลงดินประมาณ 100–150 เซนติเมตร และมีรากฝอยแผ่กระจายออกโดยรอบบริเวณลำต้นใต้ดินในระดับลึกประมาณ 60 เซนติเมตร ซึ่งช่วยให้พืชดูดซับน้ำและธาตุอาหารได้ดี ลำต้นเจริญเติบโตแบบตั้งตรงและแตกกิ่งแบบ *dichotomous* หรือการแตกกิ่งแบบแบ่งครึ่งจากข้อที่ 9 – 15 เป็นต้นไป ใบเป็นใบเดี่ยว ลักษณะรูปไข่ ปลายแหลม ขอบใบเรียบ มีขนเล็กน้อย ดอกของพริกเป็นดอกเดี่ยวแบบสมบูรณ์เพศ โดยจะออกบริเวณข้อมุมใบหรือกิ่ง กลีบดอกมีสีแตกต่างกัน ได้แก่ สีขาว สีเขียวอ่อน หรือสีม่วง ขึ้นอยู่กับพันธุ์ ผลของพริกมีทั้งผลตั้งและผลห้อยลง มีลักษณะ สี ขนาด รูปร่าง และระดับความเผ็ดที่หลากหลาย ซึ่งความเผ็ดนี้มาจากสารสำคัญชื่อ “แคปไซซิน” (Capsaicin) ที่มีบทบาทในการกำหนดระดับความเผ็ดของพริก โดยใช้หน่วยวัดความเผ็ดเป็น “สโควิลล์” (Scoville heat units: SHU) (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2564) นอกจากนี้ พริกยังเป็นพืชอายุสั้นที่สามารถบริโภคสดหรือแปรรูปได้หลายรูปแบบ และสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปีในสภาพภูมิอากาศเขตร้อน

2.7.2 การแบ่งชนิดของพริกตามขนาดของผล

จากการกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตรไทย (มกษ. 1502-2560) ได้มีการจำแนกพริกที่มีความเผ็ดออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ตามขนาดของผล ได้แก่ กลุ่มพริกผลใหญ่ และกลุ่มพริกผลเล็ก โดยไม่รวมพริกหวาน (Sweet Pepper) หรือพริกที่ปลูกเพื่อการแปรรูปในระดับอุตสาหกรรม กลุ่มพริกผลใหญ่ หมายถึง พริกที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางผลประมาณ 1.0 – 4.0 เซนติเมตร ซึ่งมักมีรูปร่างและสีที่หลากหลาย เช่น พริกหยวก พริกหนุ่ม พริกมัน และพริกเหลือง พริกเหล่านี้มีรสชาติเผ็ดน้อยหรือไม่เผ็ดเลย เหมาะสำหรับการนำไปประกอบอาหารที่ไม่ต้องการรสเผ็ดมาก เช่น ผัดหรือยำ รายละเอียดดังรูปภาพที่ 5

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ก.1.1 พริกมันแดง

ก.1.2 พริกมันเขียว

ก.1.3 พริกหนุ่มขาว

ก.1.4 พริกหนุ่มเขียว

ก.1.5 พริกเหลือง

ก.1.6 พริกหยวก

รูปภาพที่ 5 ตัวอย่างพริกพันธุ์ที่ผลิตเป็นการค้า - กลุ่มพริกผลใหญ่

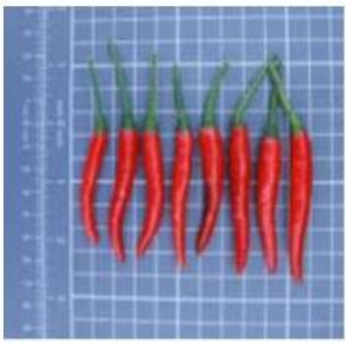
ที่มา : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2560)

พหุน ปณ ศิโต ชีเว

ส่วนกลุ่มพริกผลเล็ก มีเส้นผ่าศูนย์กลางผลประมาณ 0.3–1.5 เซนติเมตร แบ่งย่อยเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) พริกขี้หนูผลใหญ่ เช่น พริกจินดา พริกหัวเรือ และพริกยอดสน ซึ่งมีขนาดผลยาว เรียว เหมาะสำหรับทำซอสพริกและพริกแห้ง

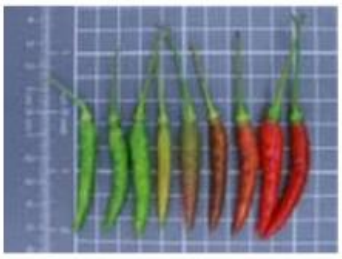
2) พริกขี้หนูผลเล็ก เช่น พริกขี้หนูสวน พริกตุ้ม และพริกขี้นก ที่มีผลขนาดเล็ก ปลายแหลม รสเผ็ดจัด นิยมนำมาใช้ในอาหารที่ต้องการรสเผ็ดเข้มข้น เช่น ตำพริก น้ำพริก หรืออาหารพื้นบ้านของไทย (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2560) ขนาดของผลจึงมีความสำคัญต่อการใช้ประโยชน์ของพริกในด้านต่าง ๆ ทั้งในระดับครัวเรือนและอุตสาหกรรม (รูปภาพที่ 6)



ก.2.1.1 พริกจินดา

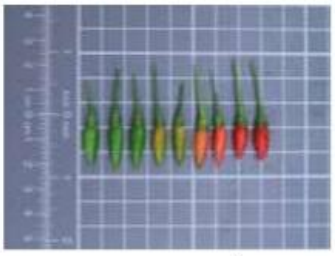
ก.2.1.2 พริกหัวเรือ

ก.2.1 พริกขี้หนูผลใหญ่



ก.2.2.1 พริกขี้หนูสวน

ก.2.2.2 พริกตุ้ม



ก.2.2.3 พริกขี้นก

รูปภาพที่ 6 ตัวอย่างพริกพันธุ์ที่ผลิตเป็นการค้า - กลุ่มพริกผลเล็ก

ที่มา : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2560)

2.7.3 การแบ่งประเภทของพริกตามลักษณะของต้น

นอกจากการแบ่งตามขนาดของผลแล้ว พริกยังสามารถจำแนกตามลักษณะของต้นได้อีก 2 ประเภทใหญ่ ได้แก่

1) พริกพวกต้นล้มลุก (Capsicum annuum L.) ซึ่งเป็นพริกที่มีอายุการให้ผลผลิตสั้น ผลเกิดเดี่ยวจากแต่ละข้อต้น มีลักษณะต้นเตี้ย ใบเขียวซีด ดอกมีสีขาวหรือม่วงอ่อน ผลอ่อนมักมีสีเขียวหรือม่วง เมื่อสุกเปลี่ยนเป็นสีแดงเข้ม เหลืองอมส้ม เหลืองน้ำตาล หรือม่วง พริกในกลุ่มนี้ได้แก่ พริกหยวก พริกมัน พริกชี้ฟ้า พริกจินดา และพริกขี้หนูทั่วไป นิยมปลูกแพร่หลายในประเทศไทย เนื่องจากปลูกง่าย ให้ผลผลิตเร็ว และดูแลรักษาไม่ยาก

2) พริกพวกยืนต้น (Capsicum frutescens L.) เป็นพริกที่มีลักษณะไม้กึ่งพุ่มอายุยาวนานกว่าประเภทแรก (2–3 ปี) แตกกิ่งหนาแน่น ดอกมีสีเขียวอมเหลือง ออก 1 – 3 ดอกต่อข้อ ทำให้ให้ผลในลักษณะเป็นกลุ่ม ผลมีขนาดเล็กมาก ปลายเรียว ปลายผลชี้ขึ้น มีรสชาติเผ็ดจัด เช่น พริกขี้หนูสวน และพริกตาบาสโก เป็นต้น พริกกลุ่มนี้เหมาะสำหรับการผลิตพริกแห้งหรือใช้ในอาหารที่ต้องการความเผ็ดร้อนสูง เช่น อาหารอีสาน หรืออาหารใต้ของไทย (ห้องสมุดเพื่อเกษตรกรไทย ศูนย์สนเทศทางการเกษตรแห่งชาติ, 2564)

2.7.4 ความหมายและลักษณะของพริกจินดา

พริกจินดาเป็นพริกขี้หนูผลใหญ่ชนิดหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในฐานะพืชเศรษฐกิจของไทย จัดอยู่ในกลุ่มพริกต้นล้มลุก (Capsicum annuum L.) ซึ่งมีการปลูกกันมากในหลายจังหวัดของประเทศ ได้แก่ กาญจนบุรี สุพรรณบุรี นครราชสีมา รวมถึงภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคกลาง ลักษณะของพริกจินดา คือผลมีความยาวประมาณ 4.5 เซนติเมตร รูปร่างเรียวยาว ปลายผลชี้ขึ้น ผลดิบมีสีเขียวแก่ เมื่อสุกเปลี่ยนเป็นสีแดงจัด เมื่อนำไปตากแห้งแล้วจะได้พริกแห้งสีแดงเข้ม ผิวเรียบสวย ไม่หงิกงอ มีจำนวนเมล็ดมาก น้ำหนักมาก และตำให้ละเอียดง่าย ลำต้นของพริกจินดามีความสูงประมาณ 45 – 60 เซนติเมตร มีทรงพุ่มกว้างประมาณ 50 – 60 เซนติเมตร เนื้อผลค่อนข้างบาง มีอายุการเก็บเกี่ยวหลังย้ายกล้าประมาณ 90 วัน และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตต่อเนื่องได้นาน 60 – 90 วัน ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1.5 – 2 กิโลกรัมต่อต้น มีความทนทาน ไม่เหี่ยวง่าย สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน จึงเหมาะสำหรับนำไปแปรรูปเป็นพริกแห้งหรือซอสพริก ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดเป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตาม พริกจินดาพันธุ์พื้นเมืองแม้จะมีคุณภาพดี แต่ยังมีข้อจำกัดด้านปริมาณผลผลิตที่ต่ำเมื่อเทียบกับพันธุ์ลูกผสม (สัจจะ ประสงค์ทรัพย์, 2558; ห้องสมุดเพื่อเกษตรกรไทย ศูนย์สนเทศทางการเกษตรแห่งชาติ, 2564)

สรุปได้ว่า พริกจินดา จัดอยู่ในกลุ่มพริกขี้หนูผลใหญ่ ผลดิบมีสีเขียวแก่ ผลสุกสีแดงเข้ม มีจำนวนเมล็ดมาก น้ำหนักมาก ทนทานต่อโรค เจริญเติบโตดี และสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี ทรงพุ่มกว้างประมาณ 50-60 เซนติเมตร ต้นสูงประมาณ 45-60 เซนติเมตร อายุเก็บเกี่ยวหลังการย้ายกล้าประมาณ 90 วัน และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ประมาณ 60-90 วัน ที่มีความสำคัญในฐานะพืชเศรษฐกิจของไทย ใช้ทั้งในรูปพริกแห้ง พริกสด และซอสพริก มีแหล่งผลิตที่สำคัญอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2.7.5 วิธีการปลูกพริก

1. การเพาะต้นกล้า ทำได้ 2 วิธี ได้แก่ การเพาะต้นกล้าในแปลง และ การเพาะต้นกล้าในกะบะเพาะ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 การเพาะต้นกล้าในแปลง นำเมล็ดหว่านกระจายให้ทั่วทั้งแปลงเพาะหรือโรยเมล็ดเป็นแถวลงไปในร่องลึก 0.6 - 1 เซนติเมตร ห่างกันแถวละประมาณ 10 เซนติเมตร กลบด้วยปุ๋ยหมักที่สลายตัวดีแล้วหรือดินผสมละเอียด รดน้ำให้ชุ่ม คลุมด้วยหญ้า ฟางแห้งหรือหญ้าแห้งบางๆ เมื่อต้นกล้าเริ่มงอกมีใบจริงอายุประมาณ 12 - 15 วัน ให้ถอนแยกต้นที่เป็นโรค ไม่สมบูรณ์หรือต้นที่เบียดกันแน่นเกินไปทิ้ง ให้มีระยะห่างกันพอสมควรแลควรให้ปุ๋ยเสริมทางใบเพื่อให้ต้นเกล้าเจริญเติบโตและแข็งแรง ในช่วงระหว่างต้นกล้าเจริญเติบโตควรรดน้ำผสมเชื้อไตรโคเดอร์มา อัตรา 250 กรัม เชื้อสดต่อน้ำ 50 ลิตร เพื่อป้องกันโรคจากเชื้อรา เมื่อต้นกล้าอายุ 30 - 40 วันจึงย้ายลงปลูกในแปลงใหญ่

1.2 การเพาะต้นกล้าในกะบะเพาะ ที่มีวัสดุเพาะเมล็ดที่อุ้มน้ำได้พอเหมาะและระบายน้ำได้ดี ซึ่งอาจเป็นส่วนผสมสำเร็จรูปหรือผสมวัสดุเพาะเองจากดินดี ขี้เถ้าแกลบ และปุ๋ยคอกเก่าอัตราส่วน 2:1:1 หยอดเมล็ดในกะบะเพาะ 1 - 2 เมล็ดต่อหลุม หลังจากหยอดเมล็ด รดน้ำให้ชุ่มในครั้งแรก และรดน้ำวันละครั้งทุกวัน เมล็ดจะใช้เวลางอกประมาณ 7 - 10 วัน ในช่วงระหว่างต้นเกล้าเจริญติบโตควรรดน้ำผสมเชื้อไตรโคเตอร์มา อัตรา 250 กรัม เชื้อสดต่อน้ำ 50 ลิตร เพื่อป้องกันโรคจากเชื้อรา ดูแลรักษาไม่ให้มีโรค แมลง และลักษณะผิดปติ จนกระทั่งมีอายุอย่างน้อย 1 เดือน จึงเตรียมย้ายกล้าปลูก หากต้องการกระตุ้นให้ต้นกล้าเจริญเติบโตเร็ว และมีความสม่ำเสมอ อาจเพาะกล้าโดยโรยเมล็ดลงในภาชนะขนาดเล็ก เมื่อต้นกล้างอกประมาณ 8 - 10 วัน แล้วเลือกต้นเกล้าที่มีขนาดใกล้เคียงกันย้ายลงชำในกะบะเพาะ ต้นเกล้าจะถูกกระตุ้นให้ออกรากใหม่และเจริญเติบโตเร็วขึ้น การวางกะบะเพาะ ไม่ควรวางกะบะเพาะกล้าบนดินโดยตรง ควรวางบนชั้นโปร่งที่เตรียมไว้เพื่อป้องกันแมลง และสัตว์อื่นๆเข้ามากัดกินต้นพริก ยังช่วยให้การระบายน้ำได้ดี และควรมีหลังคาชั่วคราวที่ช่วยพลางแสงและป้องกันฝน

2. การเตรียมแปลงปลูก ไถดะดินลึกประมาณ 30 - 40 เซนติเมตร ตากดินไว้ประมาณ 7 - 10 วัน แล้วไถพรวนอีก 1 - 2 ครั้ง เก็บวัชพืชออก หว่านปูนขาว อัตรา 200-300 กิโลกรัม/ไร่ คลุกเคล้าให้เข้ากัน ยกแปลงสูงประมาณ 20-30 เซนติเมตร ใช้ฟางข้าวคลุมแปลง ขุดหลุมปลูกตามระยะปลูกลึกประมาณ 20 เซนติเมตร ระยะปลูกถ้าปลูกแบบแถวเดี่ยว ระยะห่างระยะต้น 50 - 60 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแถว 80 - 100 เซนติเมตร ถ้าปลูกเป็นแถวคู่ระยะห่างระหว่างต้น 50 - 60 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแถว 60 - 80 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแถวคู่ 100 - 120 เซนติเมตร และตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ระยะระหว่างต้น 50 เซนติเมตร ระหว่างแถว 100 เซนติเมตร

3. การย้ายปลูก ย้ายกล้าปลูกเมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 30 - 40 วัน หลังจากเมล็ดงอกพ้นดิน ซึ่งพริกมักจะมีใบจริง 5 - 7 ใบ ทั้งนี้อาจขึ้นกับช่วงการตกของฝน หากล่าช้ากล้าพริกมีอายุมากเกินไปควรเด็ดยอดเพื่อให้พริกแตกพุ่มเร็วขึ้น หนึ่งหลุมปลูก 1 - 2 ต้น ใส่ปุ๋ย 15 - 15 - 15 ประมาณ 100 กรัม นำกล้าลงปลูกในหลุม กลบดินและรดน้ำจนชุ่ม ก่อนย้ายกล้า 3 วัน ค่อยๆลดปริมาณการให้น้ำต้นกล้าลงเพื่อให้ต้นกล้าแกร่ง (hardening) เมื่อย้ายปลูกจะช่วยลดอัตราการตายได้ดี หากมีต้นตาย ควรทำการปลูกซ่อมกล้าที่ตาย ในช่วง 5 - 7 วัน นอกจากนั้นหากก่อนย้ายกล้า อาจแช่รากกล้าพริกด้วยเชื้อไตรโคเดอร์มา ผสมน้ำนาน 10 - 20 นาที

4. การให้น้ำ พริกเป็นพืชที่ต้องการน้ำสม่ำเสมอและไม่ทนสภาพน้ำขัง การให้น้ำในการปลูกพริกขึ้นกับสภาพพื้นที่และต้นทุนที่เกษตรกรสามารถลงทุนได้ วิธีการให้น้ำได้แก่ ให้น้ำโดยระบบน้ำหยด ระบบสปริงเกอร์ ใช้สายยางรด สัปดาห์แรกหลังการย้ายกล้าให้น้ำ 2 ครั้ง/วัน ได้แก่ ตอนเช้าและตอนเย็น หลังจากนั้นในสัปดาห์ที่สองให้น้ำวันละ 1 ครั้งในตอนเช้าหรือปล่อยน้ำตามร่องควรให้ทุกๆ 2 - 3 วัน วันละ 2 - 3 ชั่วโมง หรือสังเกตที่ผิวดิน ถ้าหากผิวดินแห้งอาจให้น้ำทุกวัน การใช้น้ำของพริก อายุพืช 150 วัน ค่าการระเหยเฉลี่ย 4.9 มิลลิเมตร ค่า ET/E0 (KP) 0.79 น้ำใช้ของพืชต่อวัน 3.9 มม. น้ำที่ใช้ตลอดอายุพืช 465 มม. และใช้น้ำ 743 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ที่ความลึก 1.5 มม. (สัจจะ ประสงค์ทรัพย์, 2558)

วิธีการปลูกพริกของกรมส่งเสริมการเกษตร

1. การคัดเลือกพันธุ์พริก การปลูกพริกเชิงการค้า เกษตรกรจะต้องคำนึงถึงความต้องการของตลาดเป็นสำคัญ พันธุ์พริกที่เลือกปลูกจะต้องให้ผลผลิตสูง มีความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูพืช และต้องเลือกซื้อเมล็ดพันธุ์จากแหล่งจำหน่ายที่มีความน่าเชื่อถือเมล็ดพันธุ์พริก 1 กรัม มีจำนวนเมล็ดประมาณ 230 - 260 เมล็ด พื้นที่ปลูก 1 ไร่ ใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 100 กรัม โดยทั่วไปพื้นที่ปลูก 1 ไร่ จะใช้ต้นกล้า จำนวน 3,200 - 3,500 ต้น เนื่องจากจำนวนต้นกล้าที่ได้ขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์พริกที่ใช้ปลูกในปัจจุบัน มี 2 ประเภท คือ

1.1 เมล็ดพันธุ์ลูกผสม (F1 - Hybrid) เป็นพันธุ์ที่เกิดจากการปรับปรุงและคัดเลือกพันธุ์ของบริษัทเอกชนให้มีผลผลิตสูง แต่ไม่สามารถเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ปลูกต่อได้ เนื่องจากจะมีลักษณะที่แตกต่างไปจากเดิม เกษตรกรนิยมปลูกในเชิงการค้า

1.2 เมล็ดพันธุ์ผสมเปิด (Open Pollinated) เป็นเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากท้องถิ่นที่มีการเก็บพันธุ์ไว้ปลูกต่อ ๆ กัน มีความแปรปรวนของทรงต้นและลักษณะผลให้ผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์ลูกผสม แต่จะมีลักษณะเด่นในแต่ละพันธุ์ เช่น พันธุ์ยอดสนที่มีลักษณะเด่น คือ ตากแห้งจะมีสีทองสวย เกษตรกรนิยมปลูกเพื่อบริโภคในครัวเรือน

2. การเพาะกล้า ควรมีการป้องกันเชื้อโรคที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ โดยนำเมล็ดแช่น้ำอุ่นอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที จากนั้นผึ่งเมล็ดบนผ้าหรือกระดาษให้แห้ง คลุกเมล็ดด้วยสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา เช่น แมนโคเซบ (mancozeb) เบโนมิล (benomyl) แล้วนำไปหยอดลงในถาดเพาะกล้าหลุมละ 1 เมล็ด กลบด้วยวัสดุเพาะกล้าหนาประมาณ 1 เซนติเมตร (วัสดุเพาะกล้า ได้แก่ พีทมอส หรือเกษตรกรสามารถเตรียมวัสดุเพาะกล้าเอง)

สูตรที่ 1 ดินร่วน 1 ส่วน และปุ๋ยคอก/ปุ๋ยหมัก 1 ส่วน

สูตรที่ 2 แกลบดำ 1 ส่วน ปุ๋ยคอก/ปุ๋ยหมัก 1 ส่วน และขุยมะพร้าว 1 ส่วน

จากนั้นรดน้ำที่ผสมเชื้อราไตโคเดอร์มา ให้ความชื้นพอดีสม่ำเสมอ ใช้ผ้าหรือพลาสติกคลุมถาดเพาะหรือเรียกว่า "บ่มถาดเพาะ" จนกว่าเมล็ดงอกโผล่พ้นดินจึงเปิดผ้าหรือพลาสติกออก ซึ่งวิธีนี้จะดีกว่าการบ่มเมล็ดก่อนเพาะ (การแช่น้ำ 6 - 12 ชั่วโมง และห่อผ้า 2 - 3 วันให้รากงอก) เนื่องจากการบ่มเมล็ดก่อนเพาะจะทำให้การหยอดเมล็ดช้าและยากกว่าการหยอดเมล็ดแห้ง และหากความชื้นไม่สม่ำเสมอรากที่เริ่มงอกแล้วอาจแห้งตายได้ หลังจากหยอดเมล็ด ควรรดน้ำอย่างสม่ำเสมอวันละ 2 ครั้ง (เช้า, เย็น) เมื่อต้นกล้าเริ่มใบจริง 4 - 5 ใบ อาจจะรดน้ำเพียงวันละครั้ง หรือ 2 - 3 วันต่อครั้ง เมื่อต้นกล้ามีอายุ 15 วัน หรือ 20 วัน หลังหยอดเมล็ด ให้ปุ๋ย สูตร 15 - 15 - 15 ละลายน้ำอัตรา 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตรและควรรดน้ำตามเบา ๆ เพื่อล้างปุ๋ยออกจากใบ เมื่อต้นกล้าอายุครบ 30 - 45 วัน จึงทำการย้ายปลูกลงแปลงปลูก ก่อนการย้ายปลูก 1 - 2 วัน ควรงดการให้น้ำต้นกล้าเพื่อให้สะดวกในการขนย้ายและย้ายปลูก (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2564)

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

รูปภาพที่ 7 ถาดเพาะต้นกล้าพริก

ที่มา : บันทึกภาพเมื่อวันที่ 4 มิถุนายน 2567 โดยผู้วิจัย

3. การเตรียมแปลงปลูก การเลือกพื้นที่ปลูกควรเป็นพื้นที่ที่ไม่เคยมีการปลูกพืชตระกูลเดียวกันมาก่อน (ยาสูบ มะเขือ มะเขือเทศและมันฝรั่ง) เพื่อเป็นการตัดวงจรการแพร่ระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช ในการเตรียมแปลงปลูกควรใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักอัตรา 800 - 1,000 กิโลกรัม ต่อไร่ ทำการไถพรวน และตากดินทิ้งไว้อย่างน้อย 7 - 14 วัน จากนั้นจึงยกแปลงปลูกสูง 25 - 30 เซนติเมตร กว้าง 120 เซนติเมตร ความยาวขึ้นกับพื้นที่ปลูก ระยะปลูกระหว่างต้น 50 เซนติเมตร ระหว่างแถว 100 เซนติเมตร ในกรณีที่ใช้พลาสติกคลุมแปลงปลูก ระยะปลูกจะขึ้นอยู่กับขนาดของพลาสติกคลุมแปลงปลูก แต่การปลูกในระยะที่ชิดเกินไป จะทำให้การถ่ายเทอากาศระหว่างต้นไม่ดีก่อให้เกิดการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชได้ง่าย วัตถุประสงค์ของการคลุมแปลงปลูก คือ ป้องกันวัชพืช รักษาความชื้นในดิน วัสดุคลุมแปลงปลูกที่นิยมใช้ ได้แก่ พลาสติก ฟางข้าว เปลือกข้าวโพด ใบหญ้าคา เป็นต้น

4. การตัดแต่งกิ่งแขนง

4.1 พริกผลใหญ่ ง่ามแรกจะเกิดประมาณข้อที่ 9 ควรปลิดกิ่งแขนงที่เกิดใต้ง่ามแรกออกให้หมด โดยใช้มือปลิดออกขณะที่แขนงมีขนาดเล็กยาวไม่เกิน 10 -15 เซนติเมตร ถ้าเด็ดช้าเกินไปกิ่งแขนงจะมีขนาดใหญ่ปลิดออกยากและเป็นแผลใหญ่ทำให้เป็นช่องทางการเข้าทำลายของเชื้อโรค

4.2 พริกผลเล็ก ง่ามแรกจะเกิดประมาณข้อที่ 12 - 15 สามารถไว้กิ่งแขนงที่มีขนาดใหญ่ใต้งามแรกได้ 1 - 2 แขนง แขนงที่มีขนาดเล็กควรปลิดออก การตัดแต่งกิ่งแขนงจะช่วย

ให้ต้นพริกไม่เสียอาหารไปเลี้ยงกิ่งที่อยู่ใต้ทรงพุ่มทำให้ทรงพุ่มโปร่ง อากาศถ่ายเทได้ดี สามารถพ่นสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชได้ทั่วถึง และยังช่วยให้สะดวกต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิต

รูปภาพที่ 8 การคลุมแปลงปลูก
ที่มา :กรมส่งเสริมการเกษตร (2564)

รูปภาพที่ 9 ตำแหน่งของการตัดแต่งกิ่งแขนง
ที่มา : กรมส่งเสริมการเกษตร (2564)

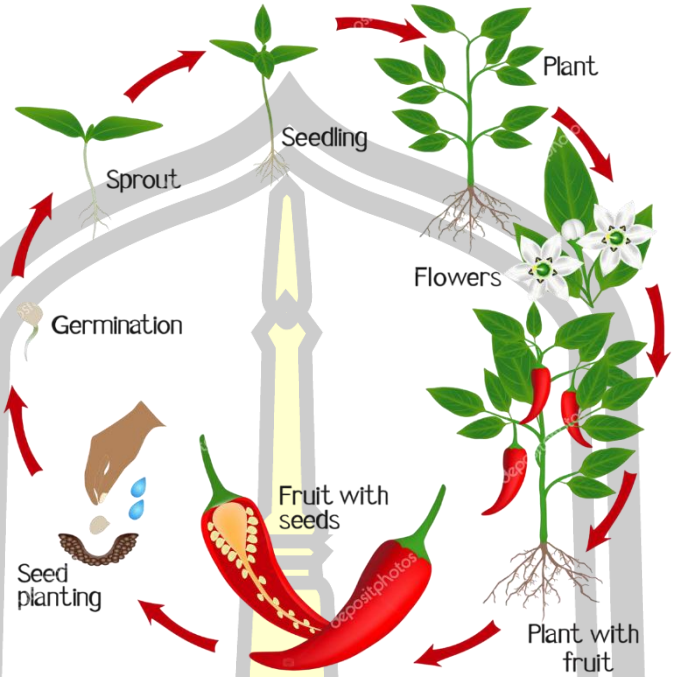
5. การใส่ปุ๋ยและการให้น้ำ การใส่ปุ๋ย ช่วงที่เตรียมแปลงควรใส่ปุยรองพื้น (ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก) อัตรา 1,000 - 3,000 กิโลกรัมต่อไร่ และหลังจากปลูกพริกแล้ว ควรใส่ปุ๋ยเคมีตามช่วงการเจริญเติบโตของพริก การให้น้ำ พริกเป็นพืชที่ต้องการน้ำอย่างสม่ำเสมอตั้งแต่การปลูกจนถึงการเก็บเกี่ยว แต่ไม่ควรให้น้ำมากเกินไป โดยทั่วไปควรให้น้ำทุก 3 - 5 วัน ทั้งนี้ขึ้นกับสภาพอากาศและความชื้นในดิน รายละเอียดดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การใส่ปุ๋ยในพริก

ครั้งที่	อายุต้นพริก (วัน หลังย้ายปลูก)	ปุ๋ยที่ใส่ (สูตร)	อัตราส่วน (กิโลกรัมต่อไร่)
1	15	21 - 0 - 0	20
2	25	15 - 15 - 15	30
3	40	13 - 13 - 21	30
4	55	13 - 13 - 21	30

6. การเก็บเกี่ยวผลผลิต พริกใหญ่สามารถเก็บผลผลิตได้เมื่ออายุประมาณ 90 วัน พริกเล็กอายุประมาณ 110 วัน ในระยะแรกพริกจะให้ผลผลิตในปริมาณที่น้อยและจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งพริกเริ่มแก่ ปริมาณผลผลิตจะเริ่มลดลง พริกสามารถให้ผลผลิตได้นานตั้งแต่ 6 - 12 เดือน ขึ้นอยู่กับการดูแลรักษาและการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสามารถเก็บเกี่ยวได้ทุก 7 - 10 วัน ในการเก็บผลผลิตต้องใช้แรงงานคนเก็บทีละผลพร้อมขั้ว โดยทั่วไปพริกจะมีระยะสุกแก่ 3 ระยะ คือ เขียว ก้ามปู และแดง เกษตรกรส่วนใหญ่จะเลือกเก็บผลผลิตในระยะที่มีราคาสูง ณ ขณะนั้น และเมื่อเก็บผลผลิตแล้วไม่ควรให้ผลผลิตโดนแสงแดดเป็นเวลานาน ควรรีบนำผลผลิตไว้ในที่ร่มที่อากาศถ่ายเทดี และไม่กองสุมกัน จากนั้นจึงคัดแยกผลผลิตที่เน่าเสียมีตำหนิออกและบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ที่มีการระบายอากาศได้ดี ที่นิยมใช้ คือ ถุงพลาสติกเจาะรู (น้ำหนัก 10 กิโลกรัม)

7. การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ควรเก็บรักษาผลผลิตที่อุณหภูมิ 5 - 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 - 95 เปอร์เซ็นต์ การขนส่งผลผลิต หากไม่มีรถห้องเย็นควรขนย้ายในเวลากลางคืน หากจำเป็นต้องขนย้ายในเวลากลางวันควรใช้ผ้าใบคลุมและให้มีที่ว่างด้านบนเพื่อลดความร้อนจากแสงแดดและให้อากาศหมุนเวียน



รูปภาพที่ 10 วงจรการเจริญเติบโตของพริก
ที่มา : (ZAQzaq81 (Depostphotos), 2561)

สรุปได้ว่า วิธีการปลูกพริก มีขั้นตอนคือ การคัดเลือกพันธุ์พริก โดยต้องคำนึงถึงความต้องการของตลาดเป็นสำคัญ พันธุ์พริกที่เลือกปลูกต้องให้ผลผลิตสูง มีความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูพืช การเพาะต้นกล้า สามารถทำได้ 2 วิธี ได้แก่ การเพาะต้นกล้าในแปลง และ การเพาะต้นกล้าในกะบะเพาะ การเตรียมแปลงปลูก ระยะปลูกถ้าปลูกแบบแถวเดี่ยว ระยะห่างระยะต้น 50 - 60 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแถว 80 - 100 เซนติเมตร การย้ายปลูก ย้ายกล้าปลูกเมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 30 - 40 วัน หลังจากเมล็ดงอกพ้นดิน การตัดแต่งกิ่งแขนง ให้ปลิดกิ่งแขนงที่งามแรกออกให้หมด โดยใช้มือปลิดออกขณะที่แขนงมีขนาดเล็ก ยาวไม่เกิน 10 -15 เซนติเมตร การใส่ปุ๋ย ช่วงที่เตรียมแปลงควรใส่ปุยรองพื้น (ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก) อัตรา 1,000 - 3,000 กิโลกรัมต่อไร่ และหลังจากปลูกพริกแล้ว ควรใส่ปุ๋ยเคมีตามช่วงการเจริญเติบโตของพริก การให้น้ำ ทำได้หลายวิธี เช่น ระบบน้ำหยด ระบบสปริงเกลอร์ ใช้สายยางรด สัปดาห์แรกหลังการย้ายกล้าให้น้ำ 2 ครั้ง/วัน หลังจากนั้นในสัปดาห์ที่สองให้น้ำวันละ 1 ครั้งในตอนเช้า หรือสังเกตที่ผิวดิน ถ้าหากผิวดินแห้งอาจให้น้ำทุกวัน การเก็บเกี่ยวผลผลิต พริกใหญ่ควรเริ่มเก็บเกี่ยวเมื่อพริกอายุประมาณ 90 วัน พริกเล็กอายุประมาณ 110 วัน การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ควรเก็บรักษาผลผลิตที่อุณหภูมิ 5 - 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85 - 95 เปอร์เซ็นต์

2.7.6 โรคที่เกิดกับพริกที่สำคัญ

1) โรคกุ้งแห้ง หรือแอนแทรคโนส (Anthracnose Disease) เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum* spp. เกิดโรคได้ทุกระยะการเจริญเติบโต โดยเฉพาะช่วงที่ผลพริกใกล้สุก ผลพริกจะเป็นแผลวงกลมช้ำสีน้ำตาล แผลลึกลงไปในเนื้อผลเมื่อแผลขยายขนาดรอยแผลจะเป็นวงกลมหรือรูปไข่ซ้อนกัน ถ้ามีความชื้นสูงแผลจะมีเมือกสีส้มปนดำ มักเกิดในช่วงสภาพอากาศที่ร้อนชื้น หรือฝนตก สปอร์ของเชื้อราสามารถแพร่กระจายไปกับลม น้ำฝน หรือน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูก อยู่ข้ามฤดูได้โดยอาศัยอยู่กับซากพืชหรือพืชอาศัย เมื่อสภาพแปลงปลูกมีความชื้นสูง หรือฝนตกทำให้เชื้อโรคแพร่กระจายอย่างรวดเร็ว สามารถป้องกันได้โดยเลือกเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เป็นโรค ก่อนปลูกแช่เมล็ดในน้ำอุ่น เป็นเวลา 30 นาที หรือคลุกเมล็ดด้วยสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา เช่น แมนโคเซบ (mancozeb) เบโนมิล (benomyl) ไม่ปลูกต้นพริกแน่นเกินไป หมั่นตรวจแปลงปลูกสม่ำเสมอ หากพบต้นที่เป็นโรคให้ทำลายโดยการถอนไปทิ้งให้ไกลจากแปลงปลูก หลีกเลี่ยงการให้น้ำแบบสปริงเกอร์ พ่นสารเคมีควบคุม เช่น แมนโคเซบ (mancozeb) อะซ๊อกซี่สโตรฟิน (Azoxystrobin)

2) โรคเน่าเปียก (Wet Rot Disease) เกิดจากเชื้อ *Choanephora cucurbitarum* เกิดได้ทุกส่วนของต้นพริกแต่ส่วนมากจะเกิดที่บริเวณยอด ใบ ดอก และผลอ่อน มีลักษณะฉ่ำน้ำ ยอดแห้งดำและลุกลามไปตามกิ่ง ทำให้กิ่งแห้ง ผลจะมีแผลเน่าดำมีเส้นใยราสีขาว ปลายเส้นใยมีสปอร์สีดำ มักเกิดในช่วงฝนตก อากาศเย็น ใบพืชเปียกเป็นเวลานานติดต่อกันหรือมีอากาศแห้งในเวลากลางวันและอากาศเย็นมีน้ำค้างลงจัดในเวลากลางคืน สามารถป้องกันได้โดยไม่ปลูกต้นพริกแน่นเกินไป หมั่นตรวจแปลงปลูกอย่างสม่ำเสมอ หากพบต้นที่เป็นโรคให้ทำลายโดยการถอนไปทิ้งให้ไกลจากแปลงปลูก เมื่อมีการระบาดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา เช่น ไอโพรไดเอน

3) โรคเหี่ยวเขียว (Chili Bacterial Wilt Disease) เกิดจากเชื้อ *Ralstonia solanacearum* ลักษณะอาการใบอ่อนหรือยอดจะเหี่ยวเฉพาะเวลากลางวันและกลับมาปกติในเวลากลางคืน จากนั้นใบจะเริ่มเหี่ยวมากขึ้นจนเหี่ยวทั้งต้นโดยใบยังเขียวอยู่ เมื่อถอนต้นจะพบอาการรากเน่า และถ้าตัดลำต้นตามขวางแช่น้ำจะมีเมือกสีขาวขุ่นไหลออกมา มักเกิดในช่วงการระบายน้ำไม่ดี อุณหภูมิสูง น้ำที่ใช้ไหลผ่านมาจากแปลงปลูกที่เป็นโรค สามารถป้องกันได้โดยหลีกเลี่ยงการปลูกในพื้นที่ที่เคยมีการระบาดมาก่อน หมั่นตรวจแปลงปลูกอย่างสม่ำเสมอ หากพบต้นที่เป็นโรคให้ถอนทิ้งให้ไกล หลีกเลี่ยงการปลูกพืชซ้ำติดต่อกัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2564)

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Nagarajan et al. (2018) ได้ศึกษา อิทธิพลของโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ได้จากกากขนไก่ต่อการเจริญเติบโตของต้นชาภายใต้วิธีการใส่ปุ๋ยและอัตราการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน โดยทดลองในเรือนกระจกเพื่อวัดประสิทธิภาพของโปรตีนไฮโดรไลเสตจากขนไก่ (CFPH) ปริมาณ 0, 1, 2 และ 3 g L^{-1} ใส่ปุ๋ยทางดินและทางใบในอัตราปุ๋ย ร้อยละ50 และ 100 ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของชา ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณสูงสุดของ CFPH (3 g L^{-1}) เพิ่มน้ำหนักแห้งของหน่อและราก ร้อยละ 43 และ 70 ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างที่มีนัยสำคัญระหว่าง 2 และ 3 g L^{-1} ของน้ำหนักแห้ง การใช้ CFPH ทางใบเพิ่มการเจริญเติบโตทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการดิน ยกเว้นความเข้มข้นของ N, P และ K ในใบและราก พืชที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยอัตราร้อยละ 100 มีการเจริญเติบโตดีกว่าปุ๋ยอัตราร้อยละ 50 ต้นชาที่ได้รับการให้ปุ๋ยทางใบปริมาณ 2 g L^{-1} และปลูกภายใต้อัตราการใส่ปุ๋ยเต็มที่บันทึกน้ำหนักแห้งของต้น ความยาวราก และพื้นที่ผิวรากสูงสุด อย่างไรก็ตาม ต้นชาที่ใส่ปุ๋ยอัตราร้อยละ 50 และได้รับปุ๋ยทางใบ 2 และ 3 g L^{-1}ยังคงมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับต้นชาที่ได้รับปุ๋ยในอัตราร้อยละ 100 อย่างมีนัยสำคัญ ผลการวิจัยบ่งชี้ว่าการใช้ CFPH แบบฉีดพ่นทางใบนั้นมีประสิทธิภาพสูงในการผลิตต้นชาที่แข็งแรง เหมาะสำหรับการปลูกในไร่นา มีความทนทานและผลผลิตที่สูงขึ้นได้

สรุปประเด็นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การเจริญเติบโตของต้นชาภายใต้วิธีการใส่ปุ๋ยและอัตราการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน โดยกล่าวถึงสารชนิดหนึ่งที่ได้จากขนไก่

Bhari et al. (2021) ได้ศึกษา กากเคราตินหลายพันล้านตันในรูปของขนไก่ เขากวาง ขนแปรง กรงเล็บ เส้นผม กีบ เขา และขนสัตว์ เกิดจากอุตสาหกรรมต่างๆ และการรื้อถอน ทำให้สิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรม ผลการศึกษาพบว่า ขนไก่มีเคราตินถึงร้อยละ 92 ซึ่งเป็นแหล่งของเปปไทด์ กรดอะมิโน และแร่ธาตุที่ดี วิธีการตั้งเดิมของการย่อยขนไก่ต้องใช้พลังงานจำนวนมาก แต่ทำให้ปริมาณกรดอะมิโนและโปตีนสุทธิสูญเสียไป การบำบัดขนไก่ด้วยจุลินทรีย์เคอราติโนไลติกทางชีวภาพเป็นไปได้และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สำหรับการกำหนดสูตรของการย่อยสามารถใช้เป็นเปปไทด์ที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพ อาหารเสริมโปรตีน อาหารสัตว์ ปุ๋ยชีวภาพ ฯลฯ การมีกรดอะมิโน โปรตีนที่ละลายน้ำได้ และเปปไทด์ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในไรโซสเฟียร์ที่ส่งเสริมการดูดซึมและการใช้สารอาหารจากดิน ทำให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในการทำเกษตรอินทรีย์ และปรับปรุงระบบนิเวศของดินและจุลินทรีย์

สรุปประเด็นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กากเคราตินในรูปของขนไก่ เป็นแหล่งพลังงานที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีค่า ทำให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในการทำเกษตรอินทรีย์ และปรับปรุงระบบนิเวศของดินและจุลินทรีย์

Florida-Rofner et al. (2020) ได้ศึกษา ผลของการใช้ปุ๋ยหมักขนไก่ต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินในสวนโกโก้ CCN-51 นอกเมืองนูเอโวโปรเกรโซ จังหวัดปาเดร อาบัด ในภูมิภาคอูกายาลี-เปรู โดยออกแบบการวิจัยแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design) โดยมีการทดลอง 4 ชุดการทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ โดย: ชุดควบคุม FC1 ไม่ใส่ปุ๋ย FC2 ปุ๋ยหมักขนไก่อัตรา 2,000 กก. Ha-1, FC3 ปุ๋ยหมักขนไก่อัตรา 4,000 กก. Ha-1 และ FC4 ปุ๋ยหมักขนไก่อัตรา 6,000 กก. Ha-1 โดยวัดคุณสมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) อินทรียวัตถุ (OM) ไนโตรเจนทั้งหมด (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K^+) แคลเซียม (Ca_2^+) แมกนีเซียม (Mg_2^+) อลูมิเนียม (Al_3^+) แคดเมียมที่มีอยู่ ($Cd2^+$) กรดที่เปลี่ยนแปลงได้ (AC) และความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (CEC) ผลการวิจัยพบว่า ค่าอะลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้และความเป็นกรดที่เปลี่ยนแปลงได้ลดลง และการเพิ่มขึ้นของอินทรียวัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของปุ๋ยหมัก แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ค่า pH แคลเซียม และแคดเมียมที่มีอยู่ไม่แสดงความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) บทสรุป ปุ๋ยหมักขนไก่ (FC) ช่วยปรับปรุงระดับของ OM, N, P และ K^+ อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ที่กำหนดคุณภาพของดินและลดระดับอะลูมิเนียม ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ที่มีความสำคัญสูงสุดในดินที่เป็นกรด

สรุปประเด็นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ปุ๋ยหมักขนไก่ช่วยปรับปรุงระดับของ OM, N, P และ K^+ ในดิน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และช่วยลดระดับอะลูมิเนียมในดินซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ที่คุณภาพของดินที่เป็นกรด

เกษศิรินทร์ แสงมณี และคณะ (2562) ได้ศึกษา ผลของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยหมักจากขี้หม้อกรองอ้อยร่วมกับมูลสุกรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย ในเขตตำบลกวางโจน อำเภอภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ ระหว่างเดือนเมษายน 2558 ถึง มกราคม 2559 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ 4 กรรมวิธี ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม) 2) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 21-7-18 อัตรา 120 กิโลกรัมต่อไร่ 3) ใส่ปุ๋ยหมักขี้หม้อกรองอ้อยร่วมกับมูลสุกร อัตรา 1,800 กิโลกรัมต่อไร่ และ 4) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 21-7-18 อัตรา 60 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักขี้หม้อกรองอ้อยผสมมูลสุกร อัตรา 1,800 กิโลกรัมต่อไร่ ผลการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 21-7-18 อัตรา 60 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักขี้หม้อกรองอ้อยผสมมูลสุกร อัตรา 1,800 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้อ้อยมีจำนวนลำต่อไร่และผลผลิตรวมสูงสุดคือ 17,422.22 ลำต่อไร่ และ 25.48 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่อ้อยมีความหวานสูงสุดคือ 20 % Brix เมื่อได้รับปุ๋ยหมักขี้หม้อกรองอ้อยร่วมกับมูลสุกร อัตรา 1,800 กิโลกรัมต่อไร่

สรุปประเด็นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักจากขี้หม้อกรองอ้อยร่วมกับมูลสุกรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช โดยทำให้อ้อยมีจำนวนลำต่อไร่และผลผลิตรวมสูงสุดคือ 17,422.22 ลำต่อไร่ และ 25.48 ตันต่อไร่

ณัฐวุฒิ ปลื้มใจ และคณะ (2561) ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานผลิตน้ำตาลทราย คือ กากตะกอนหม้อกรองสามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการใช้เป็นปุ๋ยทางเลือกและลดการเสื่อมโทรมของดินหลังการปลูกอ้อย ในจังหวัดขอนแก่น ในการทดลองใช้พื้นที่ อำเภอซุมแพ จังหวัดขอนแก่น ทำการทดลองแปลงปลูกอ้อย ใช้การวิจัยแบบสุ่มตัวอย่างสมบูรณ์ ตำรับสูตรทดลอง 10 แปลงทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ มีปัจจัยหลักเป็นวิธีการปรับปรุงดิน 3 วิธี ได้แก่ ไม่ปรับปรุงดิน การปลูกด้วยวิธีการใช้ปุ๋ยเคมี อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ และการลดการใช้ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัม ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรอง ปัจจัยรองเป็นปริมาณกากตะกอนหม้อกรองในแต่ละตำรับมี 8 ระดับ ได้แก่ 200 400 600 800 1000 1200 1400 1600 กิโลกรัมต่อไร่ ผลการศึกษาพบว่า การใช้กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลทรายนำมาทดลองร่วมกับปุ๋ยเคมี ส่งผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีของดิน และปริมาณผลผลิตอ้อยต่อไร่ โดยจากผลการวิเคราะห์ตำหรับสูตรปุ๋ยที่ผสมรวมกับกากตะกอนหม้อกรอง เมื่อนำมาผสมในดินแปลงทดลอง สามารถปรับความเป็น กรด-ด่าง ให้เป็นกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุในแปลงทคลองเพิ่มขึ้น ปริมาณธาตุอาหารในดินเพิ่มขึ้น อีกทั้งหลังจากการเก็บเกี่ยวอ้อยยังมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในแปลงทดลองและปริมาณธาตุอาหารในดินที่เพียงพอในการใช้บำรุงอ้อยตอต่อไปได้ การปรับปรุงดินกากตะกอนหม้อกรอง 600 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับการใช้ปุ๋ย 100 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถยกระดับผลผลิตอ้อยได้เทียบเท่ากับการใช้การใช้ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อไร่ แต่มีปริมาณต้นทุนที่สูงขึ้นตามปริมาณกากตะกตะกอบหม้อกรองตามลำดับ

สรุปประเด็นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานผลิตน้ำตาลทราย คือ กากตะกอนหม้อกรองสามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยทางเลือกและลดการเสื่อมโทรมของดิน

Nagarajan et al. (2018) ได้ศึกษา การย่อยสลายของจุลินทรีย์ในขนไก่เป็นทางเลือกสำหรับการพัฒนาปุ๋ยไนโตรเจนที่ปลดปล่อยช้า มีวัตถุประสงค์เพื่อแยกแบคทีเรียที่ย่อยเคราติจากดินบริเวณทิ้งมูลฝอยของสัตว์ปีก แบคทีเรียที่ผลิต keratinase ที่มีประสิทธิภาพได้แก่ *Bacillus subtilis* กิจกรรมเอนไซม์เคอราติเนสสูงสุดได้รับจากเชื้อ *B. subtilis* สายพันธุ์ FW12 (81 ± 4.4 U/ml) เมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อที่แยกได้อื่นๆ ซึ่งสามารถย่อยสลายขนไก่ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เพาะเลี้ยงในวันที่ 5 ของการบ่ม แบคทีเรียสายพันธุ์นี้จะใช้สำหรับเตรียมปุ๋ยหมักขนไก่เพื่อใช้ในการศึกษาการเจริญเติบโตของพืชต่อไป อัตราส่วนดินต่อปุ๋ยหมักต่างกัน 0.25, 0.5, 1 และ 1.5% การเพิ่มขึ้นของปริมาณ N, P, K เกิดขึ้นโดยการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ปุ๋ยหมักขนไก่ในดิน ที่การใช้ปุ๋ยหมักขนไก่ 1.5% ให้ค่าสูงสุด ซึ่งผลการวิจัยนี้จะช่วยเพิ่มมูลค่าของขนไก่ในภาคเกษตรกรรม อย่างไรก็ตาม ปุ๋ยหมักขนไก่มีอิทธิพลเชิงบวกต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเขียวเมื่อความเข้มข้นน้อยกว่า 1% การศึกษาชี้ให้เห็นว่าปุ๋ยหมักขนไก่สนับสนุนการเจริญเติบโตของพืชหลังจากการย่อยสลายและการเจริญเติบโตเต็มที่เท่านั้น ในขณะที่ปุ๋ยหมักที่มีเศษขนไก่ที่ยังไม่ย่อยสลายอาจไม่สนับสนุนคุณสมบัติทางกายภาพของดิน

สรุปประเด็นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ปุ๋ยหมักขนไก่จะมีประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตของพืชหลังจากการย่อยสลายสมบูรณ์เท่านั้น ในขณะที่ปุ๋ยหมักที่มีเศษขนไก่ที่ยังไม่ย่อยสลายอาจไม่สนับสนุนคุณสมบัติทางกายภาพของดิน

M.D.Shah *et al.* (2018) ได้ศึกษาแนวทางที่คุ้มค่าและยั่งยืนสำหรับการจัดการของเสียประเภทขนไก่โดยใช้วิธีการทำปุ๋ยหมักแบบใหม่ โดยใช้กลุ่มจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเคราติ นสามกลุ่ม ได้แก่ *Stenotrophomonas maltophilia* K279a, *Bacillus cereus* สายพันธุ์ JF70 และ *Acinetobacter* sp. PD 12 และจุลินทรีย์ที่สลายเซลลูโลสสามตัว ได้แก่ *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis* และ *Cellulomonas* sp. ปุ๋ยหมักที่ได้ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพตามมาตรฐานอินเดีย ผลการวิเคราะห์พบว่าปุ๋ยหมักมีค่า (pH) 7.48, อัตราส่วน C:N เท่ากับ 5.32:1, อินทรีย์คาร์บอน (TOC) ทั้งหมด 35.07%, ไนโตรเจนทั้งหมด (N) 6.58%, ฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) 1.5% และโพแทสเซียมทั้งหมด (K_2O) 1.189% ปุ๋ยหมักขนไก่มีอัตราส่วน C:N เท่ากับ 5.32:1 ซึ่งหมายความว่าปุ๋ยดังกล่าวทำหน้าที่เป็นปุ๋ยไนโตรเจนได้ดีมาก พบโลหะหนักทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ที่อนุญาต ผลลัพธ์ข้างต้นบ่งชี้ว่าปุ๋ยหมักจากขนไก่เป็นแหล่งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่ดี ซึ่งมีสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างครบถ้วน ปุ๋ยหมักดังกล่าวสามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงดินเพื่อลดการพึ่งพาปุ๋ยเคมีและปรับความเสื่อมสภาพของดิน กระบวนการนี้สามารถย่อยสลายขนไก่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปประเด็นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ขนไก่สามารถนำมาผลิตปุ๋ยได้ ผลของปุ๋ยหมักจากขนไก่ที่ใช้กลุ่มจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเคราตินและจุลินทรีย์ที่สลายเซลลูโลสเป็นแหล่งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ซึ่งมีสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างครบถ้วน

ปิยรัตน์ ทองธานี (2561) ได้ดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรบางชนิดในท้องถิ่นมาทำปุ๋ยหมัก กลุ่มเป้าหมายเป็นเกษตรกรในตำบลป่าตัน อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง จำนวน 6 ราย งานวิจัยเริ่มด้วยการเปิดเวทีเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประสบการณ์ร่วมกันของเกษตรกรและผู้วิจัยเพื่อหาแนวทางปฏิบัติในการเลือกใช้ในท้องถิ่น เพื่อนำมาทำปุ๋ยหมักภายใต้การทำเกษตรปลอดภัยและใช้แปลงของเกษตรกรเป็นพื้นที่ทดสอบ วางแผนการทดองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 3 ทรีทเมนต์ ได้แก่ 1) ฟางข้าว 2) ใบฉำฉา (Samanea saman) และ 3) ก้อนเชื้อเห็ดเก่า โดยน้ำวัสดุที่เลือกใช้มาหมักร่วมกับมูลวัว ดิน และสารเร่ง พด. 1 ตามสูตรที่ได้กำหนดไว้ วัดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีของปุ๋ยที่หมักได้ ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และ แมกนีเซียม (Mg) ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ปริมาณอินทรียวัตถุ การยุบตัวของกองปุ๋ย และการย่อยสลายอย่างสมบูรณ์ (GI) จากนั้นทำการศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหนักที่ได้ต่อการเจริญเติบโตของคะน้ายอดไต้หวันพันธุ์

บางบัวทอง ขั้นตอนนี้จะทำการทดลองในพื้นที่เกษตรกร โดยการวางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ทรีทเมนต์ละ 10 ซ้ำ ประกอบด้วย 1) ชุดควบคุมคือ ดิน 4 กิโลกรัม 2) ชุดที่ปลูกด้วยปุ๋ยหมักจากฟางข้าว 100 กรัมผสมกับดิน 4 กิโลกรัม 3) ชุดที่ปลูกด้วยปุ๋ยหมักจากใบฉำฉา 100 กรัมผสมดินดำ 4 กิโลกรัม และ 4) ชุดที่ปลูกด้วยปุ๋ยหมักจากก้อนเชื้อเห็ดเก่า 100 กรัมผสมดินดำ 4 กิโลกรัม ใช้เวลาในการเพาะปลูก 40 วัน เก็บข้อมูล 4 ด้านการเจริญเติบได้แก่ ความสูง น้ำหนักสด ความยาวราก และปริมาณคลอโรฟิลล์

ผลการวิจัย พบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการยุบตัวของกองปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายพร้อมใช้งานคือ 120 วัน โดยพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในด้านค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณไนโตรเจน และแคลเซียม ในแต่ละทรีทเมนต์โดยการหมักด้วยฉำฉาให้ค่าอินทรียวัตถุและไนโตรเจนทั้งหมดสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30:46 และ 1.46% ตามลำดับ ในขณะที่การหมักด้วยใบฉำฉาและฟางข้าวมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุด คือ 17.66% ส่วนผลการทดสอบ ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณแคลเซียม พบว่าปุ๋ยที่ได้จากการหมักด้วยก้อนเชื้อเห็ดมีค่ามากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.53 และ 1.23% ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในด้านค่าการนำไฟฟ้า อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม และการย่อยสลายที่สมบูรณ์ระหว่างทรีทเมนต์แต่อย่างใด เมื่อนำปุ๋ยที่หมักได้ไปทดสอบประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตของคะน้ายอดไต้หวัน พันธุ์บางบัวทอง 35 พบว่า ปุ๋ยหมักชนิดต่าง ๆ ไม่มีผลทำให้ความสูงน้ำหนักสด ความยาวราก แตกต่างกันทางสถิติแต่อย่างใด ยกเว้นในชุดควบคุม แต่มีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ยหมักจากใบฉำฉาส่งผลให้ความสูง น้ำหนักสด มีค่าสูงที่สุด ขณะที่การใช้ปุ๋ยหมักจากก้อนเชื้อเห็ดเก่าส่งผลให้คะน้ามีความยาวรากมากที่สุดและมีความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม จากการทดลองยังพบว่าคะน้าที่ปลูกด้วยปุ๋ยหมักจากใบฉำฉามีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงกว่าทรีทเมนต์อื่นและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับการใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวและตำรับควบคุม ผลการวิจัยนี้สรุปว่า การทำปุ๋ยหมักจากใบฉำฉามีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นคะน้า มากกว่าปุ๋ยหมักจากฟางข้าวและปุ๋ยหมักจากก้อนเชื้อเห็ด

สรุปประเด็นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กำหนดระเบียบวิธิวิจัย การหมักปุ๋ย การทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยกับพืช

ซูไฮมิน เจ๊ะมะลี และ ยะโก๊ะ ขาเร็มดาเบาะ (2560) ได้ศึกษาการผลิตปุ๋ยหมักจากทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันผสมขนไก่ โดยนำวัสดุทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันที่มีสมบัติในการให้ธาตุโพแทสเซียมสูง และขนไก่ที่ให้ธาตุไนโตรเจนสูงมาสับให้มีขนาดเล็กลงผสมกับมูลวัวและแกลบดำ และใช้สารเร่งซุปเปอร์ พด.1 ในการย่อยสลาย ทดลองผลิตปุ๋ยหมัก 9 สูตร ที่มีอัตราส่วนของทลายเปล่าปาล์มน้ำมัน : ขนไก่ เท่ากับ 1:1 1:2 1:3 2.1 2:2 2:3 3:1 3:2 และ 3:3 โดยน้ำหนัก ผสมกับมูลวัวและแกลบดำในอัตราส่วนที่เท่ากันทุกสูตร และกลับกองปุ๋ยทุกสัปดาห์เป็นเวลา 2 เดือน และวัดสมบัติทางกายภาพ

เคมีและธาตุอาหารพืชของปุ๋ยอินทรีย์ก่อนและหลังอัดเม็ดเปรียบกับปุ๋ยสูตรทางการค้า โดยนำปุ๋ยหมักทั้ง 9 สูตร มาตากแห้งแล้วบดเป็นผงละเอียด วิเคราะห์สมบัติต่างๆ จากนั้นผสมกับดินเหนียวในอัตราส่วนปุ๋ยต่อดินเหนียว 1:0.5 โดยน้ำหนัก และคลุกด้วยน้ำผสมจุลินทรีย์ พด.1 อัดเม็ดแล้วตากแห้ง จากนั้นนำปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดทั้ง 9 สูตร มาทดสอบประสิทธิภาพกับต้นปาล์มที่ปลูกในถุงดำโดยใช้ปุ๋ย 1 กิโลกรัมผสมกับดิน 10 กิโลกรัม จากนั้นให้ปุ๋ยทุก 2 สัปดาห์ ครั้งละ 0.5 กิโลกรัม ส่วนปุ๋ยสูตรทางการค้าให้ครั้งละ 2 กรัม จนครบ 3 เดือน ผลการศึกษาพบว่า การใช้ทลายเปล่าปาล์มน้ำมันร่วมกับขนไก่ในอัตราส่วนที่เท่ากัน คือ 1:1 2:2 และ 3:3 โดยน้ำหนัก มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ pH และความชื้นได้สูงกว่าอัตราส่วนอื่นๆ ในขณะที่ปุ๋ยทางการค้ามีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากระหว่างการหมัก และปุ๋ยอินทรีย์หลังอัดเม็ดให้ค่า pH ความชื้น และโพแทสเซียม เพิ่มขึ้น ให้อัตราส่วน C:N มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ให้ปริมาณอินทรียวัตถุ การนำไฟฟ้า ปริมาณไนโตรเจน และฟอสฟอรัสลดลง ส่วนปุ๋ยทางการค้ามีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบต่างๆ ก่อนและหลังอัดเม็ดเพียงเล็กน้อย ยกเว้นปริมาณฟอสฟอรัสที่ลดลงมากหลังอัดเม็ด นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินก่อนและหลังใช้ปุ๋ยเพื่อปลูกทดสอบกับต้นกล้าปาล์มน้ำมัน 3 เดือน โดยดินหลังปลูกที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดให้ pH อินทรียวัตถุ การนำไฟฟ้า และธาตุอาหารพืชสูงขึ้นอัตราส่วน C:N ลดลง ส่วนปุ๋ยทางการค้าให้การสะสมฟอสฟอรัสในดินสูง

ผลการทดสอบประสิทธิภาพกับต้นปาล์มที่ปลูกในถุงดำ พบว่า การให้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดส่งผลให้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันมีการสร้างใบใหม่ การเพิ่มขนาดลำต้นและส่วนสูงมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความยาวใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปุ๋ยสูตรที่ 1 ให้การเจริญเติบโตของต้นปาล์มสูงสุดเมื่อเทียบกับปุยสูตรอื่นๆ ซึ่งปุ๋ยอัดเม็ดสูตรที่ 1 ที่ใช้ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน : ขนไก่ : มูลวัว: แกลบดำ :กากน้ำตาล : สารเร่ง พด.1 : น้ำ เท่ากับ 5 : 5 : 1 : 1 : 0.025 : 0.005 : 0.5 โดยน้ำหนัก เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากพบอินทรียวัตถุสูง (23.918%) มีอัตราส่วน C:N ต่ำกว่า 20:1 (7.46) ค่าการนำไฟฟ้าไม่เกิน 3.5 dS/m (0.22 dS/m) และให้ธาตุอาหารสูงตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ($N : P_2O_5 : K_2O$ = 1.85 : 0.76 : 1.62)

สรุปประเด็นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การทำปุ๋ยหมักโดยใช้ขนไก่เป็นองค์ประกอบร่วมกับวัสดุที่หาได้ในพื้นที่ ทดลองผลิตปุ๋ยหมักสูตรต่างๆ พบว่า การใช้วัสดุอินทรีย์ร่วมกับขนไก่ในอัตราส่วนที่เท่ากัน คือ 1:1 2:2 และ 3:3 โดยน้ำหนัก มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ pH และความชื้นได้สูงกว่าอัตราส่วนอื่นๆ และเมื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพกับต้นกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่ามีการสร้างใบใหม่ การเพิ่มขนาดลำต้นและส่วนสูงมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี โดยปุ๋ยที่ใช้ทะลายเปล่าปาล์ม : ขนไก่ : มูลวัว: แกลบดำ :กากน้ำตาล : สารเร่ง พด.1 : น้ำ เท่ากับ 5 : 5 : 1 : 1 : 0.025 : 0.005 : 0.5 โดยน้ำหนัก เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด

Cheong et al. (2017) ได้ศึกษา พลังงานทดแทนจากขนไก่ที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีค่า เนื่องจากเป็นแหล่งโปรตีนเคราตินและกรดอะมิโนที่อุดมสมบูรณ์ สามารถใช้ทำขนไก่ป่น ปุ๋ย และอุสาหกรรมสิ่งทอ โดยใช้ทรีตเมนต์ต่างๆ เพื่อนำโปรตีนจากขนไก่กลับมาใช้ใหม่ เนื่องจากขนที่มีเคราตินย่อยสลายได้ยากเนื่องจากโครงสร้างที่แข็งแรง บทความนี้ทบทวนวิธีการย่อยขนไก่ เช่น การบำบัดทางกายภาพ เคมี ชีวภาพ และการผสมผสาน ตลอดจนข้อดีความท้าทาย และผลกระทบของการวิธีการเหล่านี้ต่อการย่อยขนไก่ พบว่าประสิทธิภาพของการย่อยขนไก่แตกต่างกัน เพราะฉะนั้น สิ่งสำคัญคือต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสม เนื่องจากประเภทของการย่อยส่งผลต่อผลผลิตทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ นอกจากนี้ ควรพิจารณาการด้านเศรษฐกิจและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย

สรุปประเด็นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ขนไก่เป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีค่า เนื่องจากเป็นแหล่งโปรตีนเคราตินและกรดอะมิโนที่อุดมสมบูรณ์ สามารถใช้ทำขนไก่ป่น และ ปุ๋ย ได้ ทั้งนี้ ผลผลิตที่ได้ขึ้นอยู่กับวิธีการที่เลือกใช้

Tesfaye (2017) ได้ศึกษา การประเมินมูลค่าของขนไก่ : การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของขนไก่ทั้งตัวและเศษส่วน (ขนไก่และก้านขน) เพื่อระบุความเป็นไปได้ในการทำให้วัสดุเหลือใช้มีค่าคุณสมบัติทางกายภาพ สัณฐานวิทยาของขนไก่ รวมทั้งแนวทางพัฒนาเพิ่มมูลค่าของมูลฝอยอินทรีย์ประเภทขนไก่ โดยวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของขนไก่ การทดสอบการเผาไหม้และความไม่ชอบน้ำ ผลการศึกษาพบว่า คุณสมบัติของขนไก่ ได้แก่ ไขมันดิบ ร้อยละ 0.83 เยื่อใย ร้อยละ 2.15 โปรตีนดิบ ร้อยละ 82.36 เถ้า ร้อยละ 1.49 คาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย (NFE) ร้อยละ 1.02 และความชื้น ร้อยละ 12.33 ในขณะที่การวิเคราะห์ขั้นสุดท้ายพบว่ามี คาร์บอน ร้อยละ 64.47 ไนโตรเจน ร้อยละ 10.41 ออกซิเจน ร้อยละ 22.34 และ กำมะถัน ร้อยละ 2.64

สรุปประเด็นที่เกี่ยวข้อง คุณสมบัติต่าง ๆ ของขนไก่ ได้แก่ ทางกายภาพ สัณฐานวิทยา พบว่า คุณสมบัติของขนไก่ ได้แก่ ไขมันดิบ ร้อยละ 0.83 เยื่อใย ร้อยละ 2.15 โปรตีนดิบ ร้อยละ 82.36 เถ้า ร้อยละ 1.49 คาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย (NFE) ร้อยละ 1.02 และความชื้น ร้อยละ 12.33 ในขณะที่การวิเคราะห์ขั้นสุดท้ายพบว่ามี คาร์บอน ร้อยละ 64.47 ไนโตรเจน ร้อยละ 10.41 ออกซิเจน ร้อยละ 22.34 และ กำมะถัน ร้อยละ 2.6

สุบัณฑิต นิ่มรัตน์ และคณะ (2558) ได้ศึกษาผลของมูลไก่อัดเม็ดและปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต (P_2O_5) ต่อการเจริญเติบโตของต้นโกงกางใบใหญ่ โดยออกแบบการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ประกอบด้วย 4 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดการทดลอง C (ชุดควบคุม), ชุดการทดลอง T1 (ใส่ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด 250 กิโลกรัมต่อไร่), ชุดการทดลอง T2 (ใส่ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต 50 กิโลกรัมต่อไร่) และชุดการทดลอง T3 (ใส่ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด 250 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต 50 กิโลกรัมต่อไร่) โดยใช้ระยะเวลาในการปลูกนาน 90 วัน ผลการศึกษา

พบว่าชุดการทดลอง T2 ที่มีน้ำหนักสดของฝัก (39.77-4.77 กรัม/ต้น) และน้ำหนักแห้งของต้นและราก (84. 73+7.76 กรัม/ต้น) สูงที่สุด ส่วนชุดการทดลอง T3 มีความสูงของต้นมากที่สุดเท่ากับ 26.30±0.20 เซนติเมตร และชุดการทดลอง T1 มีพื้นที่ใบมากที่สุดเท่ากับ 42.20±2.15 ตารางเซนติเมตร และจากการศึกษาคุณสมบัติของดินที่ปลูกต้นโกงกางใบใหญ่พบว่าในวันที่ 70 ในชุดการทดลอง T1 มีปริมาณแอมโมเนียมในดินมากที่สุด และชุดการทดลอง T3 มีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด จากการศึกษาลักษณะเนื้อดินพบว่าตลอดระยะเวลา 90 วัน เนื้อดินมีลักษณะเป็นดินทราย และเมื่อศึกษาปริมาณแบคทีเรียกลุ่มเฮทเทอโรโทรปทั้งหมดในดินพบปริมาณแบคทีเรียสูงสุดในชุดการทดลอง T3 ในวันที่ 14 ของการทดลองโดยพบปริมาณเท่ากับ (234.00±1.00)x10^3 CFU/g ดังนั้นจากผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นโกงกางใบใหญ่ได้ดีที่สุด ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางเพื่อนำไปสู่การพัฒนาและการอนุรักษ์พืชปาชายเลนที่สำคัญของประเทศไทยต่อไป

สรุปประเด็นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การออกแบบการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ประกอบด้วย 4 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดการทดลอง C (ชุดควบคุม), ชุดการทดลอง T1 (ใส่ปุ๋ย A 250 กิโลกรัมต่อไร่), ชุดการทดลอง T2 (ใส่ปุ๋ย B 50 กิโลกรัมต่อไร่) และชุดการทดลอง T3 (ใส่ปุ๋ยA 250 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ย B 50 กิโลกรัมต่อไร่) และระยะเวลาในการทดสอบกับพืช

Nayaka and Vidyasagar (2013) ได้ศึกษา การเตรียมปุ๋ยหมักจากขนไก่ ลักษณะเฉพาะและผลกระทบของปุ๋ยหมักจากขนไก่ในแปลงทดลอง โดยใช้เชื้อ *Streptomyces albus* ในการย่อยสลายขนไก่โดยสังเกตจากการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาและระดับจุลภาคในช่วงเวลาปกติระหว่างการเตรียมปุ๋ยหมัก บันทึกอุณหภูมิในวันที่ 8 (51.1 องศาเซลเซียส) และมีแนวโน้มลดลงจนถึงวันที่ 14 (29.5 องศาเซลเซียส) ตามลำดับ ขณะที่ค่า pH มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 8 (8.2) และค่า pH ต่ำในวันที่ 14 (7.34) ปริมาณความชื้นมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากในระหว่างการเตรียมปุ๋ยหมัก ความชื้นสูงสุดในวันที่ 10 (61%) และความชื้นในปุ๋ยหมักขนไก่ลดลงอย่างกะทันหันในวันที่ 14 (29.5%) องค์ประกอบของปุ๋ยหมักขนไก่พบว่า C (43.26%), N (6.94%), H (6.72%), P (0.063%), Fe (3.74%), Mn (0.95%), Ca (0.42%) , SO_4 (0.084%) และ Mg (0.007%) ตามลำดับ การทดลองภาคสนามใช้เวลา 90 วัน โดยเปรียบเทียบปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของพืช ผลการวิจัยพบว่า ผลการเจริญเติบโตของต้นหม่อนที่ได้รับปุ๋ยหมักขนไก่มีการเจริญเติบโตสูงสุดมากกว่า ชุดควบคุม ขี้วัว และยูเรีย ดังนั้น คุณค่าที่ได้จึงมีธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง C, N. H, P, Fe, Mn, Ca, SO_4 และ Mg ในปุ๋ยหมักขนไก่ สามารถนำไปใช้เพื่อการเตรียมปุ๋ยหมักขนไก่หรือสารปรับปรุงดินในการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปประเด็นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ องค์ประกอบของปุ๋ยหมักขนไก่ อุณหภูมิของกองปุ๋ยหมักขนไก่ ความชื้น ระยะเวลาในการทดลอง และผลการเจริญเติบโตของพืชที่ได้รับปุ๋ยหมักขนไก่ ปุ๋ยหมักขนไก่มีธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองใน C, N. H, P, Fe, Mn, Ca, SO4 และ Mg สามารถนำไปใช้เพื่อการเตรียมปุ๋ยหมักขนไก่หรือสารปรับปรุงดินในการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Ogunwande et al. (2008) ได้ศึกษา ผลกระทบของอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N) และความถี่ในการพลิกกอง (TF) ต่อการสูญเสียไนโตรเจนทั้งหมด (TN) ในระหว่างการหมักมูลไก่ (ส่วนผสมของมูลไก่ เศษอาหาร ขนไก่ และ ขี้เลื่อย) เพื่อผลิตปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดี อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 20:1, 25:1 และ 30:1 และ TF เป็นเวลา 2, 4 และ 6 วัน วัดคุณสมบัติทางเคมีกายภาพเบื้องต้นของมูลฝอยในระหว่างกระบวนการทำปุ๋ยหมัก ระดับความชื้นในกองจะเพิ่มขึ้นเป็นระยะ ถึง 55% และมีการตรวจสอบอุณหภูมิ ค่า pH และ TN ของมูลไก่เป็นระยะ นอกจากนี้ยังมีการตรวจสอบวัตถุแห้ง (DM) คาร์บอนทั้งหมด (TC) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (P) และโพแทสเซียมทั้งหมด (K) ผลการวิจัยพบว่า เมื่อสิ้นสุดการทำปุ๋ยหมัก ทั้งอัตราส่วน C:N และ TF มีผลกระทบต่ออุณหภูมิ การเปลี่ยนแปลงค่า pH การสูญเสีย TN, TC, P และ K ของปุ๋ยอย่างนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ DM ได้รับผลกระทบเท่านั้น ($p \leq 0.05$) โดยอัตราส่วน C:N การดำเนินการวิจัยทั้งหมดจะครบกำหนดที่ประมาณ 87 วันตามที่ระบุ โดยการลดลงของอุณหภูมิกองปุ๋ยจนใกล้อุณหภูมิแวดล้อม การสูญเสีย TN ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการระเหยของแอมโมเนีย (NH_3) มีค่าสูงสุดภายใน 28 วันแรก เมื่อกองปุ๋ยอุณหภูมิสูงกว่า 33 องศาเซลเซียส และค่า pH = 7.7 การสูญเสียความชื้นเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วน C:N และ TF เพิ่มขึ้น โดยสรุป การบำบัดด้วยส่วนผสมของ TF เป็นเวลา 4 วันและอัตราส่วน C:N 25:1 (T4R25) มีการสูญเสีย TN น้อยที่สุด (70.73% ของ TN เริ่มต้น) และสิ่งนี้บ่งชี้ถึงการผสมผสานที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

สรุปประเด็นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N) และความถี่ในการพลิกกอง (TF) ต่อการสูญเสียไนโตรเจนทั้งหมด (TN) ในระหว่างการหมักมูลไก่ (ส่วนผสมของมูลไก่ เศษอาหาร ขนไก่ และ ขี้เลื่อย) เพื่อผลิตปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดี คุณสมบัติทางเคมีกายภาพเบื้องต้นของมูลฝอยในระหว่างกระบวนการทำปุ๋ยหมัก เติมระดับความชื้นในกองเป็นระยะ ถึง 55% และมีการตรวจสอบอุณหภูมิ ค่า pH และ TN ของมูลไก่เป็นระยะ นอกจากนี้ยังมีการตรวจสอบวัตถุแห้ง (DM) คาร์บอนทั้งหมด (TC) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (P) และโพแทสเซียมทั้งหมด (K) เมื่อสิ้นสุดการทำ ปุ๋ยหมัก

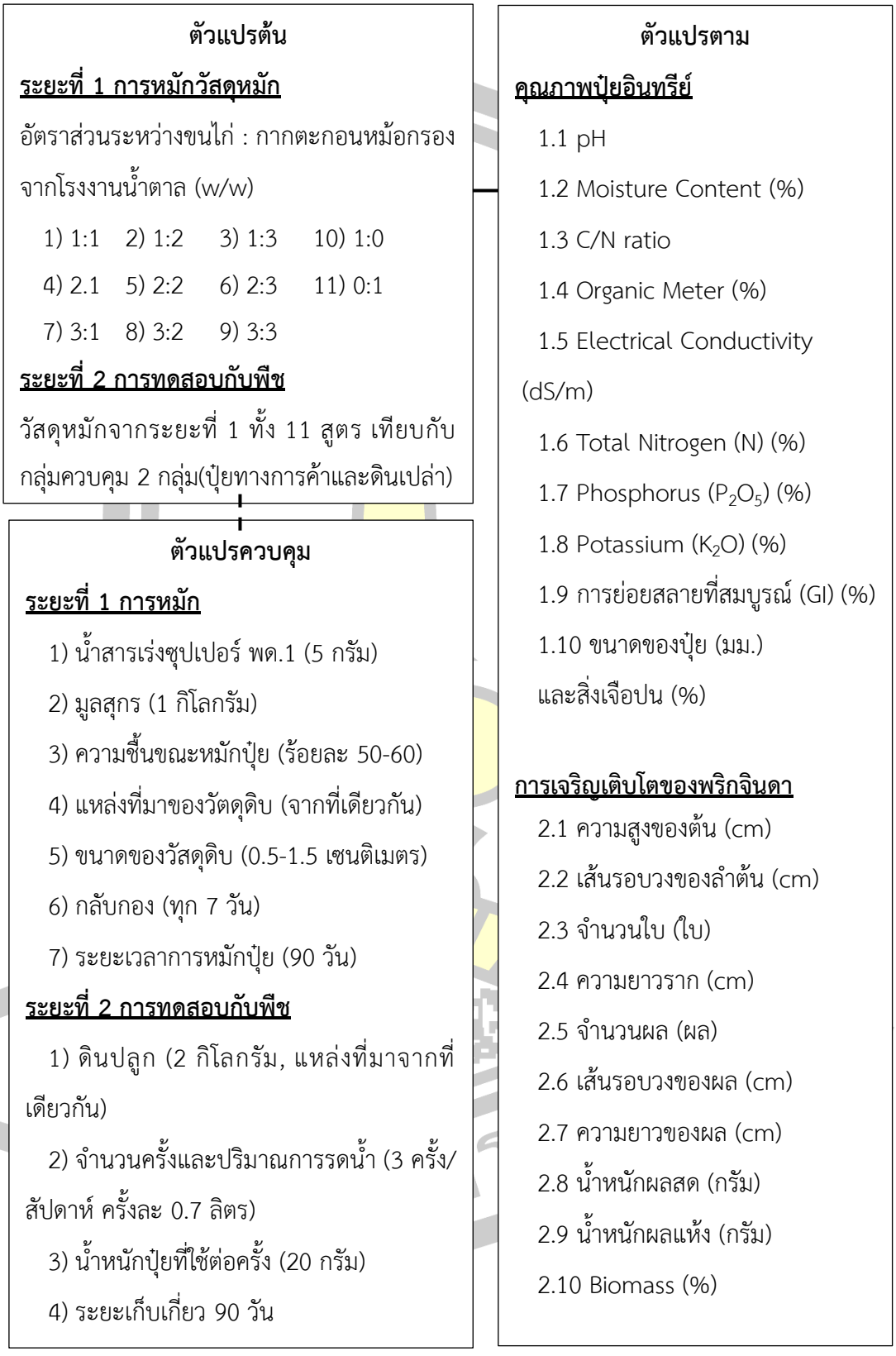
สมภพ จงรวยทรัพย์ และคณะ (2545) ได้ศึกษา อัตราปุ๋ยไนโตรเจนและกากตะกอนน้ำตาลอ้อย (filter cake) ที่เหมาะสมในการผลิตอ้อยใน 3 ชุดดิน คือ โชคชัย โป่งน้ำร้อน และบึงชนัง ที่ไร่เกษตรกร จ.สระแก้ว ระหว่างปี 2539-2543 วางแผนการทดลองแบบ split plot จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วยปัจจัยหลัก คือ กากตะกอนน้ำตาลอ้อย 4 ระดับ คือ 0, 4, 8 และ 12 ตัน/ไร่) ปัจจัยรอง คือปุ๋ยไนโตรเจน (N) 3 ระดับที่ 6, 12 และ 18 กก./ไร่ ทุกตำรับการทคลองอ้อยได้รับปุ๋ยฟอสเฟต

($P_2O_{5)}$ 6 กก./ไร่ โพแทสเซียม (K_5O) 12 กก./ไร่ พบว่า ชุดดินโชคชัย ผลตกค้างของกากตะกอนน้ำตาลอ้อยทำให้ผลผลิตอ้อยตอปี 1 และอ้อยตอปี 2 เพิ่มขึ้น อัตรากากน้ำตาลอ้อยที่เหมาะสม 8 ตัน/ไร่ สำหรับปุ๋ยไนโตรเจน (N) มีผลต่อผลผลิตของอ้อยตอปี 1 อัตราปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเพิ่มผลผลิตอ้อย 12-18 กก./ไร่ โดยอ้อยให้ผลผลิตเฉลี่ย 16-16.81 ต่อไร่ ชุดดินโป่งน้ำร้อน การใส่กากตะกอนน้ำตาลอ้อยมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตอ้อยปลูกและอ้อยตอปี 1 อย่างเด่นชัด และอัตราที่เหมาะสม 8 ต่อไร่ ปุ๋ยไนโตรเจน (N) ทำให้ผลผลิตของอ้อยตอปีที่ 1 และ 2 เพิ่มขึ้น อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสม 12 กก./ไร่ อ้อยให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 14.76 และ 11.1 ตัน/ไร่ ของอ้อยตอปีที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ชุดดินบึงชนัง ผลตกค้างจากกากตะกอนน้ำตาลอ้อยที่ใส่ทำให้อ้อยปีที่ 1 ให้ผลผลิตสูงขึ้น อัตราที่เหมาะสม 8 ตัน/ไร่ ไนโตรเจน (N) ที่ใส่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตเฉลี่ยของอ้อยตอปี 2 อัตราไนโตรเจน (N) ที่เหมาะสม 12 กก.N /ไร่ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 14 ตัน/ไร่และให้ผลผลิตเฉลี่ยไม่แตกต่างกับอ้อยที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (N) ในอัตรา 18 กก. N/ ไร่ ปุ๋ยไนโตรเจนและกากตะกอนน้ำตาลอ้อยไม่มีผลต่อการเพิ่มคุณภาพความหวาน (%CCS) ของอ้อยปลูกอ้อยตอปี 1 และอ้อยตอปี 2 ที่ปลูกทั้ง 3 ชุดดิน

สรุปประเด็นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การศึกษานี้ช่วยยืนยันว่า กากตะกอนน้ำตาลอ้อย (filter cake) ร่วมกับปุ๋ยอื่น สามารถเพิ่มผลผลิตให้แก่พืชทดสอบได้

ดังนั้น จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดที่กล่าวมานั้น ผู้วิจัยจึงออกแบบการวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบสุ่มสมบูรณ์ (complete randomized design : CRD) โดยการนำขนไก่มาหมักกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล จำนวน 11 สูตร สูตรละ 3 ซ้ำ โดยมีสัดส่วนของ ขนไก่ : กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล เท่ากับ 1:1 1:2 1:3 2.1 2:2 2:3 3:1 3:2 3:3 1:0 และ 0:1 หมักเป็นเวลา 3 เดือน (90 วัน) จากนั้นนำวัสดุหมักที่ได้ไปทดสอบประสิทธิภาพต่อการเจริญของพริกจินดา โดยมีกรอบแนวคิดในงานวิจัยดังนี้

2.9 กรอบแนวคิดในงานวิจัย



บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาวัสดุปรับปรุงดินจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลต่อการเจริญของต้นพริกจินดา” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำขนไก่มาหมักร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลเพื่อพัฒนาเป็นปุ๋ยอินทรีย์ คุณภาพ และประสิทธิภาพของวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน ต่อการเจริญเติบโตของพริกจินดา โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 รูปแบบการวิจัย
3.2 พื้นที่ในการวิจัย
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย
3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล
3.7 แผนการดำเนินการวิจัย

3.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยแบบสุ่มสมบูรณ์ (complete randomized design : CRD) โดยการนำขนไก่มาหมักกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล ในอัตราส่วนของ ขนไก่ : กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล เท่ากับ 1:1 1:2 1:3 2:1 2:2 2:3 3:1 3:2 3:3 1:0 และ 0:1 โดยน้ำหนัก รวม 11 สูตร โดยแต่ละสูตรจะเติมมูลสุกรและสารเร่ง พด.1 ในอัตราส่วนที่เท่ากันทุกสูตร หมักในถังพลาสติกเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร เป็นเวลา 90 วัน กลับกองปุ๋ยทุก 7 วัน แล้ววัดคุณสมบัติปุ๋ยอินทรีย์ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร จากนั้นนำไปทดสอบประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตของพริกจิดาเปรียบเทียบกับปุ๋ยทางการค้าและดินเปล่า ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3.2 พื้นที่ในการวิจัย

ตำบลโนนทัน อำเภอหนองเรือ จังหวัดขอนแก่น

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

แบ่งการการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

3.3.1 ระยะเตรียมการ

3.3.1.1 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากเอกสาร ตำราต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์ สังเคราะห์ความรู้ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาและสาเหตุของเรื่องที่จะศึกษาค้นคว้า

3.3.1.2 จัดทำโครงร่างการวิจัย เสนอขอความเห็นชอบจากคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

3.3.1.3 สร้างเครื่องมือในการดำเนินการวิจัย เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1.4 จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ข้อมูลเพื่อประกอบการวิจัย เสนอคณบดีคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามลงนาม เพื่อประสานหน่วยงานเจ้าของข้อมูล

3.3.2 ระยะปฏิบัติการ มี 4 ขั้นตอนดังนี้

3.3.2.1 ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนการทดลอง

ทบทวน วิเคราะห์เอกสารเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการพัฒนาปุ๋ยอินทรีย์ จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง และวางแผนการทดสอบประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตของพริกจินดา

3.3.2.2 ขั้นตอนที่ 2 ขั้นเตรียมการทดลอง

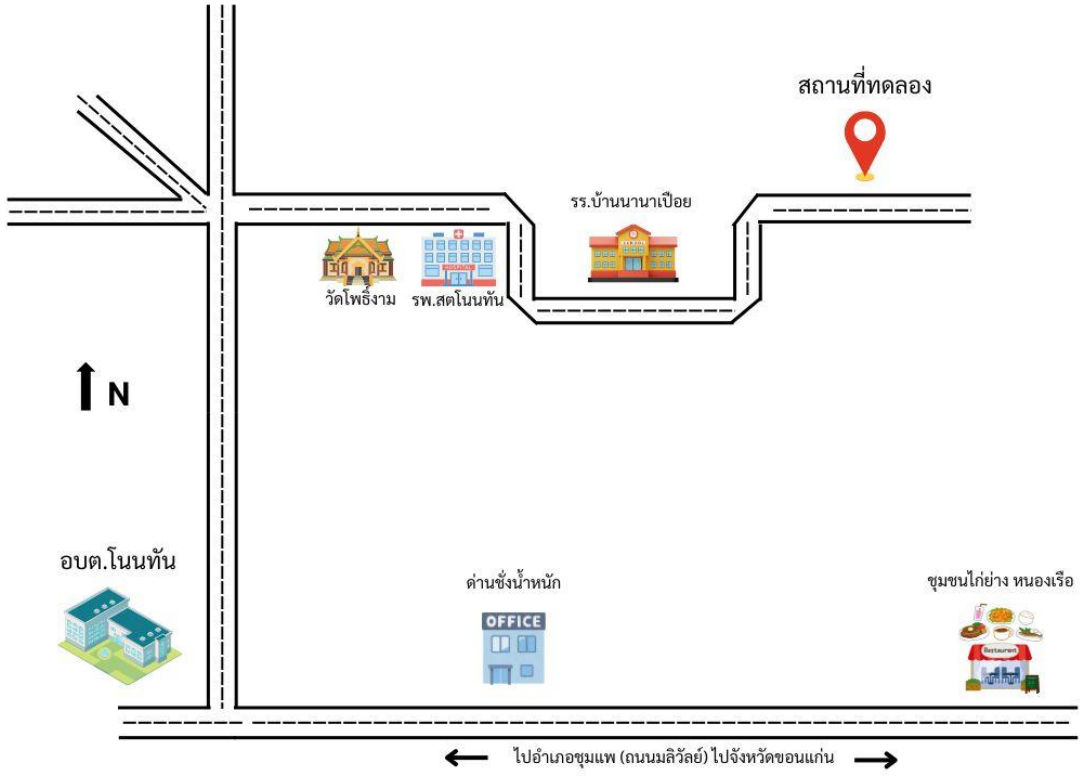
1) วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง รายละเอียดดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

วัสดุที่ใช้ในการทดลอง	**อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง**
1. ขนไก่จากกระบวนการชำแหละโดยใช้เครื่องถอนขนไก่กึ่งอัตโนมัติของสถานที่ชำแหละไก่ทั้ง 3 แห่ง ในตำบลโนนทัน อำเภอหนองเรือ จังหวัดขอนแก่น 2. กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล ของโรงน้ำตาลมิตรภูเวียง อำเภอหนองเรือ จังหวัดขอนแก่น 3. มูลสุกร ที่ผ่านกระบวกการหมักโดยบ่อแก๊สชีวภาพจากพิษณุฟาร์ม ตั้งอยู่เลขที่ 147 หมู่ 5 ตำบลโนนทัน อำเภอหนองเรือ จังหวัดขอนแก่น 4. สารเร่งจุลินทรีย์ พด.1	1. จอบและเสียม 2. ถังพลาสติกสำหรับหมักปุ๋ยอินทรีย์ ขนาด 80 x 30 เซนติเมตร (กว้าง x สูง) 3. ถาดเพาะกล้าและกระถางปลูกพริก 4. ถุงพลาสติกใสสำหรับเก็บสิ่งส่งตรวจ 5. เครื่องชั่งน้ำหนัก 6. วัสดุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจการวิเคราะห์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ 7. ไม้พาย สำหรับพลิกกลับกองปุ๋ยอินทรีย์

2) สถานที่ทดลอง

2.1) ขั้นตอนหมักปุ๋ยใช้พื้นที่บริเวณลานหลังบ้านพักแห่งหนึ่งในตำบลโนนทัน อำเภอหนองเรือ จังหวัดขอนแก่น (รูปภาพที่ 11) พื้นที่ประมาณ 10 ยาว 15 เมตร โดยสร้างเป็นโรงเรือนชั่วคราวสูง 2 เมตร หลังคามุงด้วยพลาสติกใส



รูปภาพที่ 11 แผนที่โดยสังเขปของสถานที่ทดลอง

3) การเตรียมวัสดุหมัก

3.1) การเตรียมสารเร่งซุปเปอร์ พด.1 เตรียมโดยการผสมกากน้ำตาล 25 กรัม และน้ำ 0.5 ลิตร (อัตราส่วน 1:20) คนให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกันแล้วเติมสารเร่งซุปเปอร์ พด.1 5 กรัม แล้วคนให้เข้ากันอีกครั้ง ได้เป็นน้ำสารเร่งซุปเปอร์ พด. 1

3.2) เตรียมวัสดุหมักปุ๋ยอินทรีย์ โดยประยุกต์มาจากการศึกษาของซูไฮมิน เจ๊ะมะลี และ ยะโก๊ะ ขาเร็มดาเบาะ (2560) ดังนี้ เตรียมขนไก่โดยสับให้มีขนาดประมาณ 0.5 - 1 เซ็นติเมตร กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล (Filter cake) มูลสุกรที่ผ่านกระบวนการหมักในระบบแก๊สชีวภาพและตากแห้งแล้ว และน้ำสารเร่งซุปเปอร์ พด.1 ที่ผ่านการเตรียมแล้วรอผสมในกะบะ

4) การเตรียมพืชทดลอง การวิจัยครั้งนี้ใช้พริกจินดาในการทดลอง การเตรียมต้นพริกจะเริ่มเพาะเมล็ดเมื่อหมักปุ๋ยไปได้ 30 วัน โดยนำเมล็ดพริกจินดาที่ซื้อจากท้องตลาดมาแช่น้ำอุ่นประมาณ 30 นาที จากนั้นนำเมล็ดไปโรยในตะกร้าทรงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร รองพื้นด้วยดินปลูก 1 นิ้ว โรยเมล็ดพริกให้ทั่วแล้วกลบด้วยดินปลูกประมาณครึ่งเซนติเมตร วางไว้ในที่ร่ม ประมาณ 8 - 10 วัน แล้วเลือกต้นเกล้าที่มีขนาดใกล้เคียงกันย้ายลงในถาดหลุมขนาด 105 หลุม จำนวน 1 ถาด จากนั้นอนุบาลต่อจนครบ 30 วัน ทำการคัดเลือกต้นพริกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) แล้วย้ายลงปลูกในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 10±2 นิ้ว สูง 7±2 นิ้ว ที่มีดินปลูก 2 กิโลกรัมเท่ากันทุกกระถาง แล้วดูแลต่ออีก 20 วัน เพื่อให้ต้นกล้าแข็งแรงก่อนทดลอง

5) เกณฑ์คัดเลือกพืชทดลองจากถาดหลุมลงปลูกในกระถาง ต้องเป็นต้นพริกจินดาที่มีความสมบูรณ์ มีอายุ 30 วัน นับตั้งแต่วันเพาะเมล็ด ประกอบด้วยลำต้น ใบ และยอด วัดความสูงจากโคนต้นถึงยอดไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร และไม่มีความผิดปกติหรือโรค

3.3.2.3 ขั้นตอนที่ 3 ขั้นทดลอง

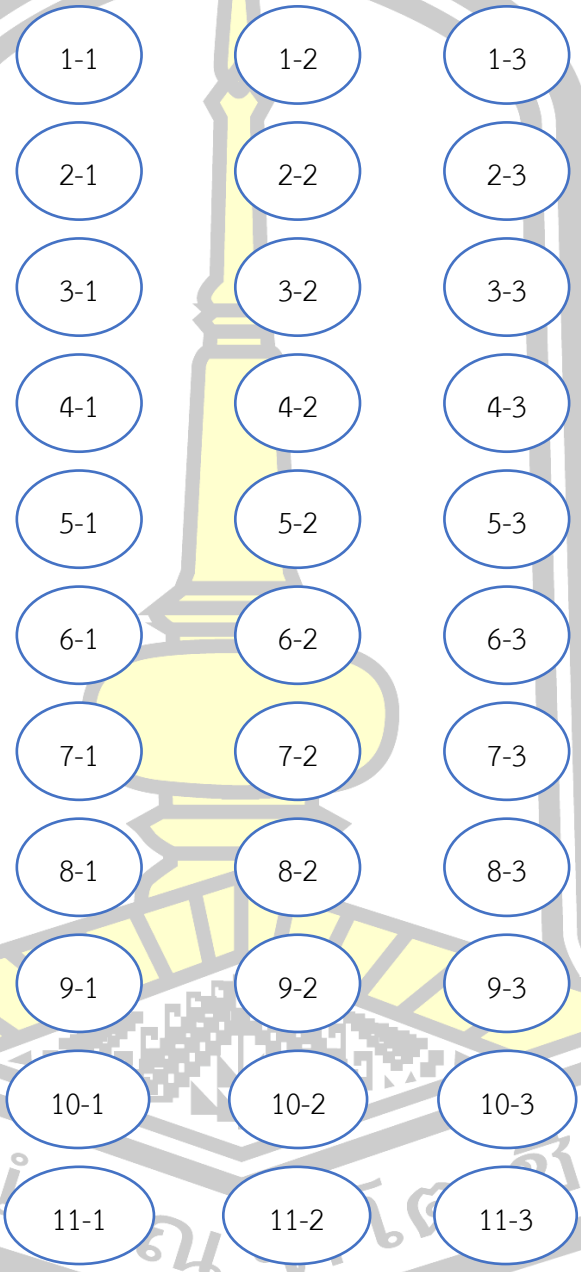
1) นำขนไก่ที่ผ่านการเตรียมแล้วผสมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล อัตราส่วนของขนไก่ต่อกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล รายละเอียดดังตารางที่ 11 โดยแต่ละอัตราส่วนมีส่วนจะผสมมูลสุกร 1 กิโลกรัม สารเร่งซุปเปอร์ พด.1 5 กรัม กากน้ำตาล 25 กรัม และ น้ำ 0.5 ลิตร

ตารางที่ 10 อัตราส่วนของวัสดุหมัก

สูตรปุ๋ย (A:B)	ขนไก่ (กก.)	Filter cake (กก.)	มูลสุกร (กก.)	พด.1 (ก.)	กากน้ำตาล (ก.)	น้ำ (ลิตร)
1 (1:1)	5	5	1	5	25	0.5
2 (1:2)	5	10	1	5	25	0.5
3 (1:3)	5	15	1	5	25	0.5
4 (2:1)	10	5	1	5	25	0.5
5 (2:2)	10	10	1	5	25	0.5
6 (2:3)	10	15	1	5	25	0.5
7 (3:1)	15	5	1	5	25	0.5
8 (3:2)	15	10	1	5	25	0.5
9 (3:3)	15	15	1	5	25	0.5
10 (1:0)	5	-	1	5	25	0.5
11 (0:1)	-	5	1	5	25	0.5

ประยุกต์มาจาก ซูไฮมิน เจ๊ะมะลี และ ยะโก๊ะ ขาเร็มดาเบาะ (2560)

2) ผสมวัสดุในถังพลาสติกทรงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 เซนติเมตรและสูง 30 เซนติเมตร ราดด้วยน้ำสารละลายซุปเปอร์ พด.1 ที่ผ่านการเตรียมแล้วให้ชุ่ม คลุกเคล้าให้เข้ากันโดยใช้จอบ วางเรียงกันโดยมีระยะห่างระหว่างถัง 20 เซนติเมตร นำพลาสติกทึบแสงมาคลุมเพื่อป้องกันไม่ให้ความชื้นระเหยออกจากกองปุ๋ย ทำการทดลองสูตรละ 3 ซ้ำ รวมเป็น 33 ถัง ดังรูปภาพที่ 12



รูปภาพที่ 12 แผนผังการจัดวางถังหมัก

หมายเหตุ ตัวเลขในวงกลมหมายถึง สูตรที่ X ซ้ำที่ Y

3) หมักไว้เป็นเวลา 90 วัน ในระหว่างการหมักควบคุมปริมาณความชื้นให้อยู่ในช่วงร้อยละ 50-60 และควบคุมอุณหภูมิภายในกองให้อยู่ในช่วงระหว่าง 15-40 °C (ช่วงแรกของการหมักอุณภูมิอาจสูงถึง 50 - 70 °C) โดยนำเทอร์โมมิเตอร์วัดตรงกลางของถังหมัก เพื่อบันทึกอุณหภูมิของกองปุ๋ยทุก 7 วัน พลิกกลับกองทุก 7 วัน วัดค่าตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตรในวันเริ่มหมัก (Day 0) และเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมัก (Day 90) สังเกตการย่อยสลายของปุ๋ย สี ความยุ่ยละเอียด กลิ่น จากนั้นทำการล้มกองโดยเทออกจากถังหมักลงบนผ้าใบเพื่อลดความร้อน แล้วนำไปผึ่ง (เธียรชัย, 2550 อ้างถึงใน ชูไฮมิน เจ๊ะมะลี และ ยะโก๊ะ ขาเร็มดาเบะ (2560) จากนั้นบดด้วยเครื่องบดแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 5 มิลลิเมตร เก็บตัวอย่างส่งตรวจตามวิธีที่กำหนด

4) การตรวจคุณภาพ ตรวจวันเริ่มต้นของการหมัก (Day 0) และเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมัก (Day 90) โดยวัดพารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพของวัสดุหมัก

Parameters	Methods	ยี่ห้อ (รุ่น)
1.1 pH	pH Meter (ตัวอย่าง : น้ำ = 1 : 5)	METTLER TOLEDO (Five Easy F20)
1.2 Moisture Content (%)	Gravimetric method	-
1.3 C/N ratio	Chemical methods	-
1.4 Organic Metter (%)	FeSOs titration method	-
1.5 Electrical Conductivity (dS/m)	Electrical Conductivity meter	METTLER TOLEDO (Five Go F3)
1.6 Total Nitrogen (TKN) (%)	Kjeldahl method	Gerhardt (VAP 30)
1.7 Phosphorus (P_2O_5) (%)	Spectrophotometric molybdovanadophosphate method	Agilent (Cary 60 UV-VIS)
1.8 Potassium (K_2O) (%)	Atomicabsorption spectrophotometer	Agilent (280 FSAA)
1.9 การย่อยสลายที่สมบูรณ์ (GI) (%)	การวัดดัชนีการงอกของเมล็ดกวางตุ้งของกรมวิชาการเกษตร	-
1.10 ขนาดปุ๋ย (มม.) และสิ่งเจือปน (%)	ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 5 มิลลิเมตร	-

ที่มา : AOAC (2000)

3.3.2.4 ขั้นตอนที่ 4 ทดสอบประสิทธิภาพกับกับพริกจินดา

การทดสอบประสิทธิภาพวัสดุหมักต่อการเจริญเติบโตของพริกจินดา ออกแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ CRD (complete randomized design) โดยนำวัสดุหมักที่พัฒนาได้ทั้ง 11 สูตร มาทดลองโดยวัดผลการเจริญเติมโตของพริกจินดา ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ดังนี้

1) การทดลองแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุม (Control group) และ กลุ่มทดลอง (Experimental group) ดังนี้

1.1) กลุ่มควบคุม (Control group) แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย ได้แก่

1.1.1) Positive control (PC) พริกกลุ่มที่ปลูกด้วยดินที่ดินปลูกตามท้องตลาดที่วัดปริมาณธาตุอาหารหลัก N,P,K และได้รับปุ๋ยทางการค้าสูตร 46-0-0 และปุ๋ยสูตร 15-15-15 ตามอัตราส่วนและระยะเวลาที่กำหนด

1.1.2) Negative control (NC) พริกกลุ่มที่ปลูกด้วยดินปลูกตามท้องตลาดที่วัดปริมาณธาตุอาหารหลัก N,P,K โดยไม่ได้เติมปุ๋ยใด ๆ เพิ่มเติม

1.2) กลุ่มทดลอง (Experimental group) พริกกลุ่มที่ปลูกด้วยดินปลูกตามท้องตลาดที่วัดปริมาณธาตุอาหารหลัก N,P,K และได้รับการใส่วัสดุหมักที่พัฒนาขึ้น ทั้ง 11 สูตร ตามอัตราส่วนและระยะเวลาที่กำหนด

2) การสุ่มตัวอย่าง การสุ่มตัวอย่างของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยดำเนินการย้ายต้นกล้าพริกจากถาดหลุมลงปลูกในกระถางที่มีดินปลูก 2 กิโลกรัม เท่ากันทุกกระถาง แล้วทำการจับสลากเพื่อระบุว่าพริกแต่ละต้นจะได้รับปุ๋ยสูตรใด ดังนี้

2.1 นำต้นพริกจินดาลงปลูกในกระถางปลูกที่มีดินปลูก 2 กิโลกรัม (เป็นดินชุดเดียวกันทั้งที่ใช้กับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมและมีการตรวจวัดปริมาณธาตุอาหารหลัก N,P,K) ให้ได้ 39 กระถาง

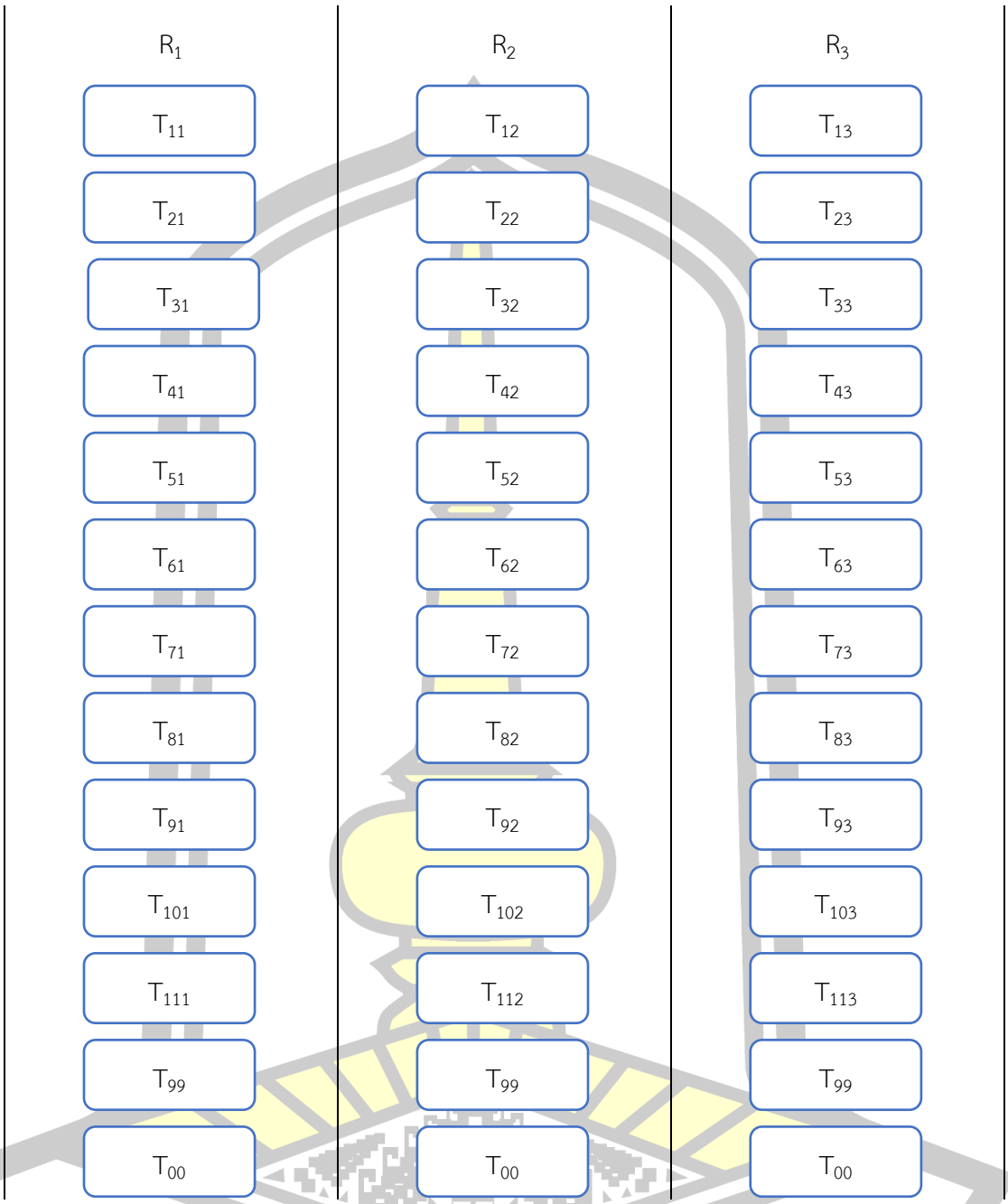
2.2 จัดทำสลากจำนวน 39 ใบ โดยเขียนตัวอักษรภาษาอังกฤษแทนปุ๋ยแต่ละสูตร กำหนดให้ T_{xy} โดย X หมายถึง สูตรที่ 1-11 และ Y แทนด้วย ซ้ำที่ 1-3 จะได้เป็น

T_{XY} จำนวน 33 ใบ แทนพริกกลุ่มที่ได้รับปุ๋ยสูตรที่ 1 ถึงสูตรที่ 11

T_{99} จำนวน 3 ใบ แทนพริกกลุ่มที่ได้รับปุ๋ยทางการค้า (Positive control : PC)

T_{00} จำนวน 3 ใบ แทนพริกกลุ่มที่ปลูกด้วยดินเปล่า ไม่ได้รับปุ๋ยสูตรใด (Negative control : NC)

จากนั้น นำสลากใส่โถเพื่อจับสลากแบบไม่ใส่คืนจนครบทุกกระถาง แล้วติดป้ายเพื่อระบุว่าแต่ละกระถางได้รับปุ๋ยสูตรใด จากนั้นจัดแรงตามรูปภาพที่ 13



รูปภาพที่ 13 แผนผังการทดลองประสิทธิภาพของวัสดุหมักต่อการเจริญเติบโตของพริกจินดา

3) แผนการใส่วัสดุหมักในพืชทดสอบ ดังนี้

3.1) ครั้งที่ 1 หลังจากย้ายลงกระถาง 20 วัน (20 กรัม)

3.2) ครั้งที่ 2 หลังจากใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 15 วัน (20 กรัม)

3.3) ครั้งที่ 3 หลังจากใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 15 วัน (20 กรัม)

3.4) ครั้งที่ 4 หลังจากใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 15 วัน (20 กรัม)

4) การรดน้ำ สัปดาห์ละ 2 ลิตร/ต้น โดยแบ่งให้ 3 ครั้ง ครั้งละ 0.7 ลิตร

5) การเรียงกระถาง ให้มีระยะห่างระหว่างกระถาง 30 x 30 เซนติเมตร

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ใช้แบบบันทึกข้อมูลอย่างง่ายที่คิดค้นขึ้นเพื่อบันทึกผลการทดลองตามพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังตารางที่ 12

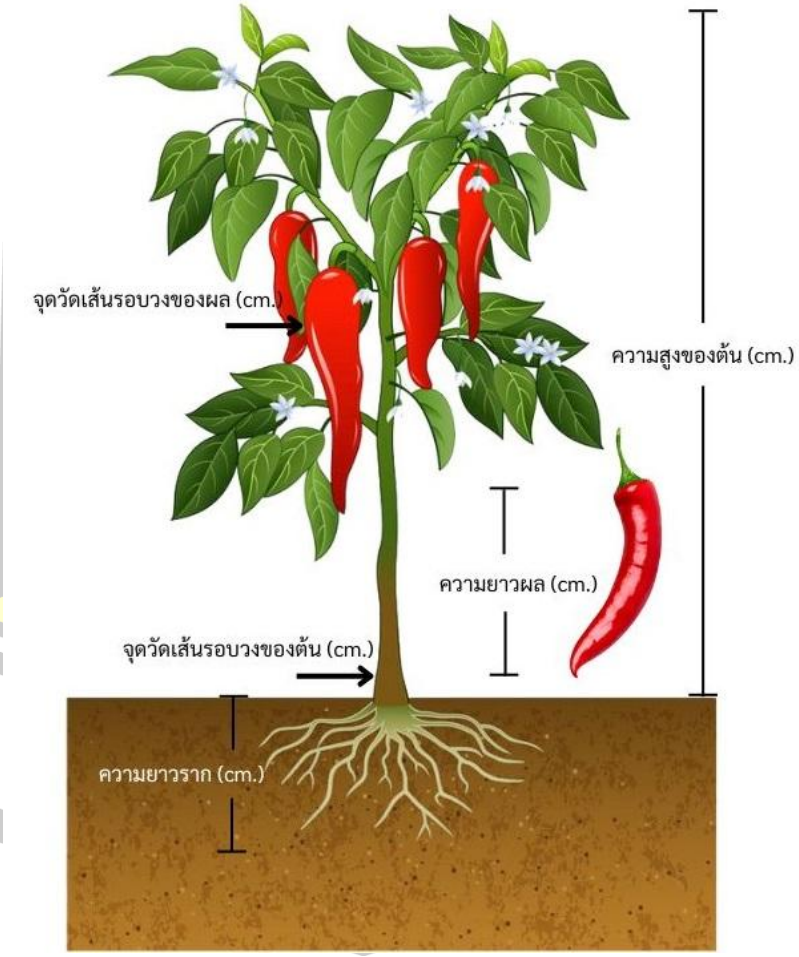
ตารางที่ 12 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

พารามิเตอร์	เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล
1. ส่วนของคุณภาพปุ๋ยอินทรีย์	
1.1 pH	แบบบันทึกข้อมูล
1.2 Moisture Content (MC) (%)	แบบบันทึกข้อมูล
1.3 C/N ratio	แบบบันทึกข้อมูล
1.4 Organic Metter (OM) (%)	แบบบันทึกข้อมูล
1.5 Electrical Conductivity (EC) (dS/m)	แบบบันทึกข้อมูล
1.6 Total Nitrogen (TKN) (%)	แบบบันทึกข้อมูล
1.7 Phosphorus (P_2O_5) (%)	แบบบันทึกข้อมูล
1.8 Potassium (K_2O) (%)	แบบบันทึกข้อมูล
1.9 การย่อยสลายที่สมบูรณ์ (GI) (%)	แบบบันทึกข้อมูล
1.10 ขนาดของปุ๋ย (มม.) และสิ่งเจือปน (%)	แบบบันทึกข้อมูล
2. ส่วนของประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตของพริกจินดา	
2.1 ความสูงของต้น (cm.)	แบบบันทึกข้อมูล
2.2 เส้นรอบวงของลำต้น (cm.)	แบบบันทึกข้อมูล
2.3 จำนวนใบ (ใบ)	แบบบันทึกข้อมูล
2.4 ความยาวราก (cm.)	แบบบันทึกข้อมูล
2.5 จำนวนผล (ผล)	แบบบันทึกข้อมูล
2.6 เส้นรอบวงของผล (cm.)	แบบบันทึกข้อมูล
2.7 ความยาวของผล (cm.)	แบบบันทึกข้อมูล
2.8 น้ำหนักผลสด (กรัม)	แบบบันทึกข้อมูล
2.9 น้ำหนักผลแห้ง (กรัม)	แบบบันทึกข้อมูล
2.10 Biomass (%)	แบบบันทึกข้อมูล

3.5 การเก็บตัวอย่าง

3.5.1 การเก็บตัวอย่างวัสดุหมัก ประยุกต์จากการการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของมูลฝอยด้วยวิธีการแบ่งสี่ (Quartering Method) โดยการแบ่งกองวัสดุหมักแต่ละสูตรเป็น 4 ส่วน จับสลากเลือกมา 1 ส่วน แล้วผสมคลุกเคล้าส่วนที่เลือกมาให้เข้ากันอีกครั้ง จากนั้นแบ่งออกเป็น 4 ส่วน แล้วเลือก 2 ส่วนโดยจับสลากเลือก 1 ส่วน และอีก 1 ส่วน เลือกจากส่วนที่อยู่ในทิศทางตรงข้ามกันกับส่วนที่จับสลากได้ เพื่อเป็นตัวแทนของวัสดุหมัก ทำวิธีนี้อย่างต่อเนื่องจนกว่าจะได้วัสดุหมักจำนวน 100 กรัม แล้วบรรจุใส่ถุงพลาสติกใสที่ปิดสนิทเพื่อนำไปตรวจทางห้องปฏิบัติการ

3.5.2 การเก็บตัวอย่างพริกจินดา โดยการแยกส่วนของต้นพริกตามประเภท ได้แก่ ใบ ผล ลำต้น ราก แล้ววัดขนาดและชั่งน้ำหนัก โดยวิธีวัดการเจริญเติบโตของพริกจินดาตำแหน่งของการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของพริกจินดาแต่ละพารามิเตอร์ ดังรูปภาพที่ 14 จากนั้นเก็บใส่ถุงพลาสติกใสที่ปิดสนิทเพื่อส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการ



รูปภาพที่ 14 ตำแหน่งในการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของพริกจินดา

ประยุกต์มาจาก : สภาเกษตรกรแห่งชาติ (2564)

3.6 วิธีการวิเคราะห์คุณภาพของวัสดุหมักทางห้องปฏิบัติการ

3.6.1 วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของวัสดุหมักที่ย่อยสลายสมบูรณ์แต่ละสูตร

3.6.1.1 ค่า pH โดย pH meter ปุ๋ย : น้ำ (1 : 5)

3.6.1.2 ร้อยละความชื้นของปุ๋ยหมักโดยวิธี Gravimetric method

3.6.1.3 ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Metter) ใช้น้ำยา Potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$) ไทเทรตด้วยสารละลาย Ferrous Ammonium Sulphate ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$)

3.6.1.4 ค่า C/N ratio โดยวิธีการตามข้อ 3.6.1.3 และ 3.6.1.6

3.6.1.5 ค่าการนำไฟฟ้า (EC: Electrical Conductivity) ด้วย EC meter

3.6.1.6 Total Nitrogen โดยใช้วิธีการ Kjeldahl method

3.6.1.7 Available phosphorus ใช้น้ำยา Bray II ($CHI + NH_4F$) สกัดแล้ววัดความเข้มข้นของสีด้วย Spectrophotometer

3.6.1.8 Extractable Potassium ใช้น้ำยา Ammonium Acetate สกัด แล้ววัดความเข้มข้นสีด้วย Atomic Absorption Spectrophotometer

3.6.2 วิเคราะห์การเจริญเติบโตของพืชทดสอบ (พริกจินดา)

3.6.2.1 วัดความสูงของต้น ความยาวราก โดยใช้ไม้บรรทัด

3.6.2.2 วัดเส้นรอบวงของต้น และ ผล โดยใช้ด้ายวัดเส้นรอบวงแล้วเทียบกับไม้บรรทัด

3.6.2.3 นับจำนวนใบและผล โดยวัดน้ำหนังผลสดโดยการชั่งน้ำหนัก และวัดน้ำหนักผลแห้งโดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 20 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนัก รายละเอียดตามภาคผนวก 1

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.7.1 การวิเคราะห์ข้อมูลด้านคุณภาพของวัสดุหมักและประสิทธิภาพของวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลต่อการเจริญเติบโตของพริกจินดา โดยใช้โปรแกรม SPSS นำเสนอข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3.7.2 เปรียบเทียบคุณภาพของวัสดุหมักก่อน (Day 0) และหลัง (Day 90) โดยใช้สถิติ Paired Samples T test และวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้สถิติ F-test วิเคราะห์แบบ One-way ANOVA เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างด้านคุณภาพและประสิทธิภาพของวัสดุหมักต่อการเจริญของพริกจินดา โดยเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีของ Games-Howell (unequal variances) กำหนดค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาวัสดุปรับปรุงดินจากขนไก่ผสมกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลต่อการเจริญของต้นพริกจินดา” ใช้รูปแบบการวิจัยแบบสุ่มสมบูรณ์ (complete randomized design : CRD) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำขนไก่มาหมักร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลเพื่อพัฒนาเป็นปุ๋ยอินทรีย์ คุณภาพ และประสิทธิภาพของวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน ต่อการเจริญเติบโตของพริกจินดา วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS นำเสนอข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เปรียบเทียบคุณภาพของวัสดุหมักก่อน (Day 0) และหลัง (Day 90) โดยใช้สถิติ Paired Samples T test และวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้สถิติ F-test วิเคราะห์แบบ One-way ANOVA เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างด้านคุณภาพและประสิทธิภาพวัสดุหมักที่พัฒนาขึ้นต่อการเจริญของพริกจินดา และเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ (Post-Hoc Test) ด้วยวิธีของ Games-Howell (unequal variances) กำหนดค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 มีผลการวิจัย ดังนี้

4.1 ผลการศึกษาคุณภาพของวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกางตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

4.1.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีเบื้องต้นของวัสดุที่นำมาหมัก

4.1.2 การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในระหว่างหมัก

4.1.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุหมักตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร

4.1.3.1 ความเป็นกรด - ด่าง (pH)

4.1.3.2 ปริมาณความชื้น (Moisture Content)

4.1.3.3 ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Metter)

4.1.3.4 ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity)

4.1.3.5 สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio)

4.1.3.6 ปริมาณไนโตรเจนรวม (Total Nitrogen)

4.1.3.7 ปริมาณฟอสฟอรัส (Phosphorus)

4.1.3.8 ปริมาณโพแทสเซียม (Potassium)

4.1.3.9 การย่อยสลายที่สมบูรณ์ (Germination Index)

4.1.3.10 ขนาดของปุ๋ย และสิ่งเจือปน

โดยการรายงานข้อมูลจะเรียงตามลำดับ ดังนี้ ปุ๋ยสูตรที่ 1 ปุ๋ยสูตรที่ 2 ปุ๋ยสูตรที่ 3 ปุ๋ยสูตรที่ 4 ปุ๋ยสูตรที่ 5 ปุ๋ยสูตรที่ 6 ปุ๋ยสูตรที่ 7 ปุ๋ยสูตรที่ 8 ปุ๋ยสูตรที่ 9 ปุ๋ยสูตรที่ 10 ปุ๋ยสูตรที่ 11 ตามลำดับ โดยแต่ละสูตรจะมีตัวเลขกำกับในวงเล็บ หมายถึง สัดส่วนขนไก่ต่อกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลโดยน้ำหนัก

4.1.4 การเปรียบเทียบคุณภาพของวัสดุหมักที่พัฒนาขึ้นกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร

4.2 การทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุหมักต่อการเจริญเติบโตของพริกจินดา

4.2.1 ด้านการเจริญเติบโตของพริกจินดา

4.2.1.1 ความสูงของต้น

4.2.1.2 เส้นรอบวงของลำต้น

4.2.1.3 จำนวนใบ

4.2.1.4 เส้นรอบวงของผล

4.2.2 ด้านผลผลิตของพริกจินดา

4.2.2.1 จำนวนผล

4.2.2.2 ความยาวของผล

4.2.2.3 เส้นรอบวงของผล

4.2.2.4 น้ำหนักผลสด

4.2.2.5 น้ำหนักผลแห้ง

4.2.2.6 Biomass

4.3 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.3.1	Mean	แทน	ค่าเฉลี่ย
4.3.2	S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.3.3	Min	แทน	ค่าต่ำสุด
4.3.4	Max	แทน	ค่ามากสุด
4.3.5	มม.	แทน	มิลลิเมตร
4.3.6	pH	แทน	ค่าความเป็นกรด - ด่าง
4.3.7	MC	แทน	ปริมาณความชื้น
4.3.8	OM	แทน	ปริมาณอินทรียวัตถุ
4.3.9	EC	แทน	ค่าการนำไฟฟ้า
4.3.10	C/N ratio	แทน	สัดส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน
4.3.11	TKN	แทน	ปริมาณไนโตรเจนรวม
4.3.12	P_2O_5	แทน	ปริมาณฟอสฟอรัส
4.3.13	K_2O	แทน	ปริมาณโพแทสเซียม
4.3.14	Total NPK	แทน	ปริมาณธาตุอาหารรวม
4.3.15	Ctrl	แทน	ชุดควบคุม (Control)
4.3.16	cm	แทน	เซนติเมตร
4.3.17	dS/m	แทน	เดซิซีเมนต่อเมตร
4.3.18	℃	แทน	องศาเซลเซียส
4.3.19	A	แทน	ขนไก่
4.3.20	B	แทน	กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล
4.3.21	GI	แทน	การย่อยสลายที่สมบูรณ์

4.1 ผลการศึกษาคุณภาพของวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

4.1.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีเบื้องต้นของวัสดุที่นำมาหมัก

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นของขนไก่และกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล ที่ใช้เป็นวัสดุตั้งต้นในการวิจัย พบว่า ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ค่าความชื้น (ร้อยละ) ปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ย (ร้อยละ) ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย (dS/m) อัตราส่วน C/N ร้อยละไนโตรเจนรวม (TKN) ร้อยละฟอสฟอรัส (P_2O_5) และร้อยละโพแทสเซียม (K_2O) มีค่าดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นของขนไก่และกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

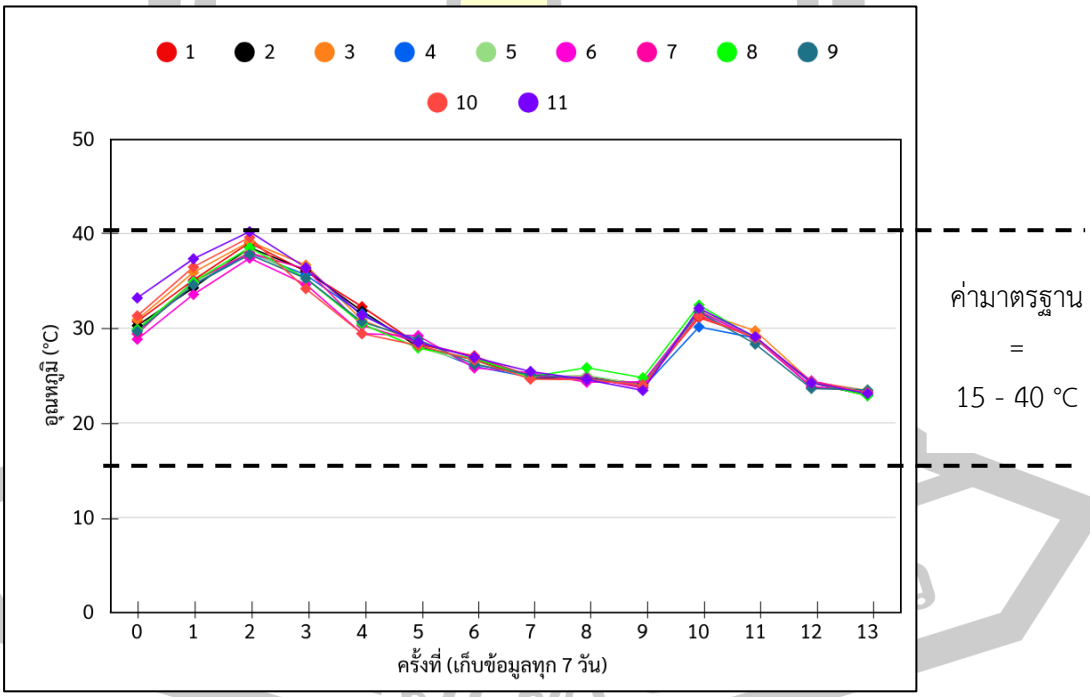
คุณสมบัติทางเคมี	ผลการวิเคราะห์ (ค่าเฉลี่ย±S.D.)		
	ขนไก่	กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล	มูลสุกร
1. pH	8.63±0.65	6.28±0.31	6.98±0.01
2. Moisture Content (%)	216.44±6.18	184.27±3.59	10.59±0.08
3. Organic Metter (%)	35.00±3.36	24.53±0.39	25.54±0.32
4. Electrical Conductivity (dS/m)	1.36±0.05	1.28±0.00	3.94±0.05
5. C/N ratio	127.00±8.45 : 1	110.97±19.95 : 1	15.20±0.05 : 1
6. Total Nitrogen (N) (%)	0.17±0.01	0.13±0.02	0.53±0.03
7. Phosphorus (P_2O_5) (%)	1.74±0.56	1.72±0.02	1.29±0.02
8. Potassium (K_2O) (%)	0.84±0.12	2.78±0.40	1.60±0.01
9. Total NPK (%)	2.75	4.63	3.42

สรุปผลการวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นของขนไก่และกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล พบว่า ขนไก่ มีค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ค่าความชื้น (MC) ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ร้อยละไนโตรเจน (TKN) และร้อยละฟอสฟอรัส (P_2O_5) มากกว่ากากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล ส่วนร้อยละโพแทสเซียม (K_2O) กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลมีมากกว่าขนไก่ ในขณะที่ขนไก่มีความเป็นด่างอ่อนถึงปานกลาง ส่วนกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลมีความเป็นกรดอ่อนถึงปานกลาง และทั้งขนไก่และกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลมีปริมาณความชื้นในระดับสูง โดยขนไก่มีความชื้นสูงกว่ากากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลเล็กน้อย มีค่าไนโตรเจนต่ำแต่มีค่าโพแทสเซียมใกล้เคียงกัน ส่วนค่าฟอสฟอรัสกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลมีค่ามากกว่าขนไก่ เมื่อวิเคราะห์จากสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) พบว่า ทั้งขนไก่และกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลมีค่าสูงกว่า 100 : 1 ซึ่งย่อยสลายยากจึงอาจส่งผลต่อการย่อยสลายสมบูรณ์ (GI) และ ไนโตรเจนรวม (TKN)

4.1.2 การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในระหว่างหมัก

4.1.2.1 อุณหภูมิในกองวัสดุหมัก

จากการศึกษา พบว่า ในช่วงระยะเวลา 90 วัน วัสดุหมักแต่ละสูตรมีอุณหภูมิเริ่มต้นเฉลี่ยอยู่ที่ 30.70 30.27 30.90 29.80 29.72 28.83 29.40 29.87 29.67 31.30 และ 33.20 °C ตามลำดับ หลังจากหมัก 2 สัปดาห์ อุณหภูมิภายในกองวัสดุหมักมีแนวโน้มสูงขึ้นจนสูงที่สุดในสัปดาห์ที่ 3 โดยสูตรที่ 11 (0:1) มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 10 (1:0) และน้อยที่สุดคือสูตรที่ 6 (2:3) เท่ากับ 40.20 39.60 และ 37.40 °C ตามลำดับ จากนั้นอุณหภูมิในกองวัสดุหมักทุกสูตรมีแนวโน้มลดลง และเริ่มสูงขึ้นอีกครั้งเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 11 โดยสูตรที่ 8 (3:2) มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 11 (0:1) และน้อยที่สุดคือสูตรที่ 4 (2:1) เท่ากับ 32.43 32.10 และ 30.13 °C ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ เริ่มต้น (Day 0) เท่ากับ 30.14 °C (Max = 33.20 Min = 28.83 S.D. = 1.19) และ เมื่อสิ้นสุดการหมัก (Day 90) เท่ากับ 23.27 °C (Max = 23.47 Min = 22.87 S.D. = 0.21) ในขณะที่ อุณภูมิเฉลี่ยภายนอกกองวัสดุหมักเท่ากับ 36.13 °C (Max = 40.00 Min = 28.89 S.D. = 4.13) ดังรูปภาพที่ 15

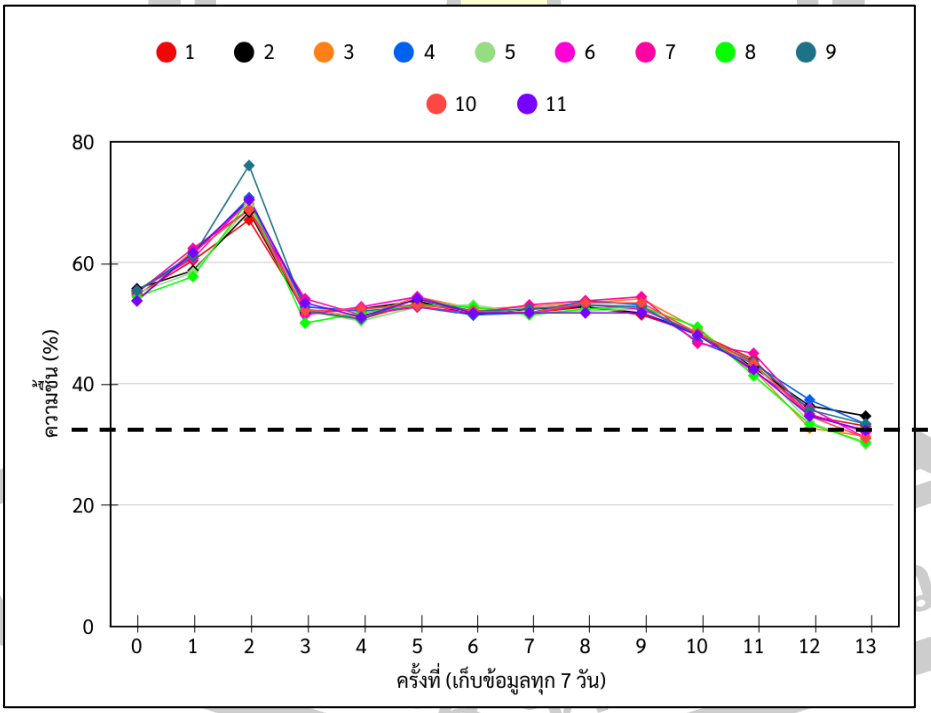


หมายเหตุ : ครั้งที่ 0 หมายถึง Day 0 และ ครั้งที่ 13 หมายถึง Day 90

รูปภาพที่ 15 อุณหภูมิในกองวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลตลอดระยะเวลาการหมัก

4.1.2.2 ความชื้นในกองวัสดุหมัก

จากการศึกษา พบว่า ในช่วงระยะเวลา 90 วัน วัสดุหมักแต่ละสูตรมีความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ยอยู่ที่ ร้อยละ 54.67 55.67 53.67 55.33 55.00 55.33 55.00 54.33 55.33 56.33 และ 53.67 ตามลำดับ หลังจากหมักเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ความชื้นในกองวัสดุหมักมีแนวโน้มสูงขึ้นจนสูงที่สุดในสัปดาห์ที่ 3 โดยสูตรที่ 9 (3:3) มีความชื้นสูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 4 (2:1) และน้อยที่สุดคือสูตรที่ 1 (1:1) เท่ากับร้อยละ 76.00 70.67 และ 67.00 ตามลำดับ จากนั้นมีแนวโน้มลดลงในสัปดาห์ที่ 4 โดยในระหว่างสัปดาห์ที่ 4 - 10 ความชื้นอยู่ในระดับคงที่ในระดับร้อยละ 50 - 60 เนื่องจากการรักษาระดับความชื้นโดยการเติมน้ำ จนถึงสัปดาห์ที่ 10 จึงงดการเติมน้ำ ความชื้นเริ่มลดลงเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 11 โดยสูตรที่ 8 (3:2) มีค่าเฉลี่ยความชื้นสูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 3 (1:3) และน้อยที่สุดคือสูตรที่ 7 (3:1) เท่ากับร้อยละ 49.33 49.00 และ 46.67 ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยของความชื้นเริ่มต้น (Day 0) เท่ากับ 55.42 (Max = 56.33 Min = 53.67 S.D. = 0.71) และ เมื่อสิ้นสุดการหมัก (Day 90) เท่ากับ 32.82 (Max = 34.67 Min = 30.00 S.D. = 1.64) ดังรูปภาพที่ 16



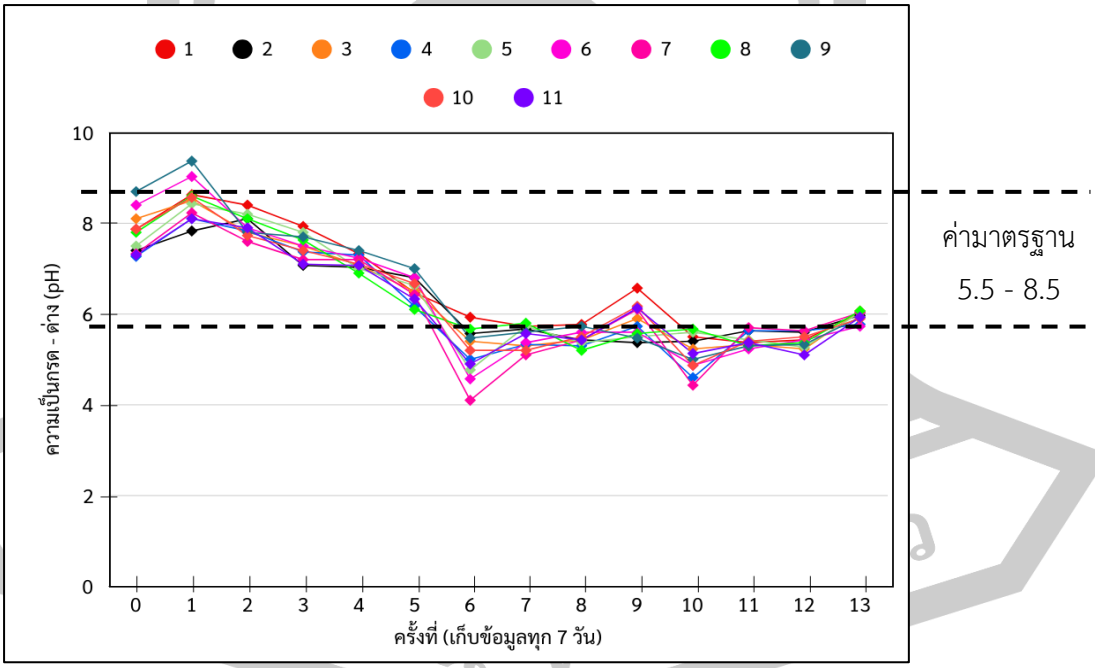
หมายเหตุ : ครั้งที่ 0 หมายถึง Day 0 และ ครั้งที่ 13 หมายถึง Day 90

รูปภาพที่ 16 ความชื้นในกองวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลตลอดระยะเวลาของการหมัก

4.1.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุหมักตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร

4.1.3.1 ความเป็นกรด - ด่าง (pH)

จากการศึกษา พบว่า วัสดุหมักมีค่า pH เริ่มต้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7.30 - 8.40 ซึ่งเป็นด่างเล็กน้อยถึงปานกลาง โดยสูตรที่ 9 (3:3) มีค่า pH เฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 6 (2:3) และน้อยที่สุดคือสูตรที่ 4 (2:1) เท่ากับ 8.70 8.40 และ 7.27 ตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 2 ค่า pH ของวัสดุหมักทุกสูตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับสัปดาห์ที่ 1 จากนั้นจะค่อย ๆ ลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 6 โดยสูตรที่ 1 (1:1) มีค่า pH เฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 8 (3:2) และต่ำที่สุดคือสูตรที่ 7 (3:1) เท่ากับ 5.93 5.67 และ 4.10 ตามลำดับ จากนั้นค่า pH ของวัสดุหมักทุกสูตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอีกครั้งในสัปดาห์ที่ 9 โดยสูตรที่ 1 (1:1) มีค่า pH เฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 10 (1:0) และต่ำที่สุดคือสูตรที่ 9 (3:3) เท่ากับ 6.57 6.17 และ 5.47 ตามลำดับจากนั้นลดลงและมีแนวโน้มคงที่จนถึงวันที่สิ้นสุดกระบวนการหมัก โดยวันสิ้นสุดกระบวนการหมักมีค่า pH เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.77 - 6.07 ดังรูปภาพที่ 17



หมายเหตุ : ครั้งที่ 0 หมายถึง Day 0 และ ครั้งที่ 13 หมายถึง Day 90

รูปภาพที่ 17 ค่า pH ของวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลตลอดระยะเวลาการหมัก

เมื่อเปรียบเทียบค่า pH ระหว่างวันที่เริ่มหมัก (Day 0) กับวันสิ้นสุดการหมัก (Day 90) พบว่า ค่า pH เฉลี่ยของทุกสูตรลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับวันเริ่มหมัก (Day 0) โดยสูตรที่มีค่า pH ลดลงมากที่สุดคือสูตรที่ 3 (1:3) รองลงมาคือสูตรที่ 2 (1:2) น้อยที่สุดคือสูตรที่ 11 (0:1) เท่ากับ 3.30 3.10 และ 0.71 ตามลำดับ ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลการเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ระหว่าง Day 0 กับ Day 90

สูตรที่ (A : B)	ค่า pH (ค่าเฉลี่ย±S.D.)		ผลต่างของค่าเฉลี่ย	p-value
	Day 0	Day 90		
1 (1:1)	8.72±0.09	5.83±0.25	-2.89	0.01*
2 (1:2)	8.68±0.12	5.58±0.56	-3.10	<0.001*
3 (1:3)	8.79±0.13	5.49±0.26	-3.30	<0.001*
4 (2:1)	8.85±0.18	6.27±0.11	-2.58	<0.001*
5 (2:2)	8.61±0.07	6.01±0.53	-2.60	0.01*
6 (2:3)	8.66±0.13	6.16±0.99	-2.50	0.04*
7 (3:1)	9.00±0.11	6.99±0.11	-2.01	<0.001*
8 (3:2)	8.96±0.03	6.63±0.46	-2.33	0.01*
9 (3:3)	8.70±0.07	5.62±0.77	-3.08	0.02*
10 (1:0)	8.62±0.09	6.93±0.03	-1.69	<0.001*
11 (0:1)	7.23±0.05	6.52±0.02	-0.71	<0.001*

หมายเหตุ : 1. * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. A หมายถึง ขนไก่ และ B หมายถึง กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ในวัสดุหมักแต่ละสูตร (Day 90) โดยใช้สถิติ Games-Howell (unequal variances) พบว่า เมื่อสัดส่วนของขนไก่กับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ของวัสดุหมักแต่ละสูตรมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อย 1 คู่ ($F = 3.50$, $df = 10$, $p \leq .001$) ผลการเปรียบเทียบรายคู่ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของค่า pH

สูตรที่ (A : B)	1 (1:1)	2 (1:2)	3 (1:3)	4 (2:1)	5 (2:2)	6 (2:3)	7 (3:1)	8 (3:2)	9 (3:3)	10 (1:0)	11 (0:1)
1 (1:1)	—	0.27	0.36	-0.43	-0.17	-0.32	-1.14*	-0.78	0.22	-1.08	-0.68
2 (1:2)		—	0.09	-0.70	-0.44	-0.59	-1.41	-1.05	-0.05	-1.35	-0.95
3 (1:3)			—	-0.79	-0.53	-0.68	-1.50	-1.14	-0.14	-1.44	-1.04
4 (2:1)				—	0.26	0.11	-0.71	-0.35	0.65	-0.65	-0.25
5 (2:2)					—	-0.15	-0.97	-0.61	0.39	-0.91	-0.51
6 (2:3)						—	-0.82	-0.46	0.54	-0.76	-0.36
7 (3:1)							—	0.36	1.36	0.06	0.46
8 (3:2)								—	1.00	-0.30	0.10
9 (3:3)									—	-1.30	-0.90
10 (1:0)										—	0.40***
11 (0:1)											—

หมายเหตุ : 1. ค่าที่แสดงในตารางคือค่า Mean different โดยค่า * หมายถึง p≤.05, ** หมายถึง p≤.01 และ *** p≤.001

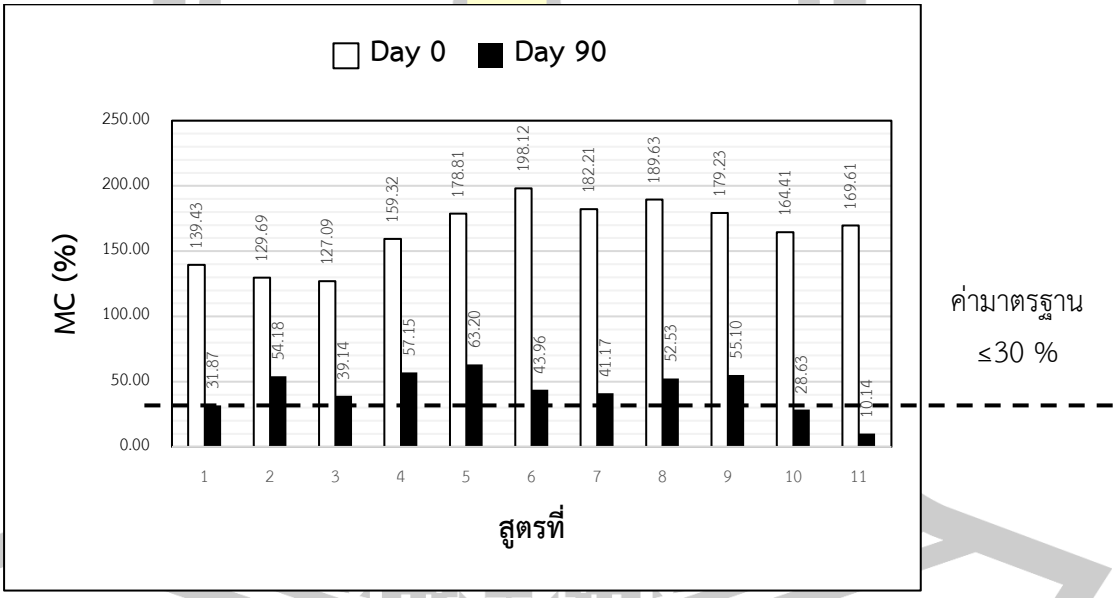
2. A หมายถึง ขนไก่ และ B หมายถึง กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

จากตารางที่ 15 พบว่า เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมัก (Day 90) สัดส่วนของขนไก่กับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของวัสดุหมักแตกต่างกัน โดยค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ของสูตรที่ 1 (1:1) มีค่าต่ำกว่าสูตรที่ 7 (3:1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และสูตรที่ 10 (1:0) แตกต่างจากสูตรที่ 11 (0:1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า สูตรที่ 7 (3:1) ซึ่งมีสัดส่วนขนไก่มากกว่ากากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล มีค่า pH สูงกว่าสูตรที่ 1 (1:1) ที่มีสัดส่วนระหว่างขนไก่กับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลเท่ากัน และ สูตรที่ 10 (1:0) ซึ่งผลิตจากขนไก่อย่างเดียว มีค่า pH มากกว่าสูตรที่ 11 (0:1) ซึ่งผลิตจากกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) หมายความว่า ขนไก่ส่งผลให้ค่า pH ในวัสดุหมักที่สูงกว่ากากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล โดยสูตรที่ 7 (3:1) ซึ่งมีสัดส่วนขนไก่มากที่สุด มีค่า pH ที่สูงสุด และสูตร 3 (1:3) มีค่า pH ต่ำที่สุดในทุกกลุ่มตัวอย่าง (6.99 และ 5.49 ตามลำดับ) ซึ่งมีเพียงสูตรที่ 3 (1:3) เพียงสูตรเดียวที่มีค่าไม่เป็นไปตามมาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร (5.5 - 8.5) สูตรที่ 10 (1:0) มีค่า pH สูงเมื่อเทียบกับสูตรที่ 11 (0:1) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ขนไก่มีคุณสมบัติทำให้ค่า pH เป็นด่างมากขึ้น และสูตรที่ 11 (0:1) ซึ่งมีเฉพาะกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล ให้ค่า pH ที่ต่ำที่สุดในเมื่อเทียบกับทุกสูตร ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากากตะกอนล้วนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล มีแนวโน้มให้ค่า pH เป็นกรดมากขึ้น

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

4.1.3.2 ปริมาณความชื้น (Moisture Content)

จากการศึกษา พบว่า วัสดุหมักแต่ละสูตรมีปริมาณความชื้น (MC) เริ่มต้น (Day 0) เฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 139.43 129.69 127.09 159.32 178.81 198.12 182.21 189.63 179.23 164.41 และ 169.61 ตามลำดับ โดยสูตรที่ 6 (2:3) มีค่าเฉลี่ยร้อยละความชื้นสูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 8 (3:2) และน้อยที่สุดคือสูตรที่ 3 (1:3) เท่ากับร้อยละ 198.12 189.63 และ 127.09 ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการหมัก (Day 90) มีปริมาณความชื้น (MC) เฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 31.87 54.18 39.14 57.15 63.20 43.96 41.17 52.53 55.10 28.63 และ 10.14 ตามลำดับ โดยสูตรที่ 5 (2:2) มีค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้น (MC) สูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 4 (2:1) และน้อยที่สุดคือสูตรที่ 1 (1:1) เท่ากับร้อยละ 63.20 57.15 และ 31.87 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้น (MC) เริ่มต้น (Day 0) เท่ากับ 168.18 (S.D. = 20.33 Max = 198.12 Min = 127.09) และ เมื่อสิ้นสุดการหมัก (Day 90) เท่ากับ 43.14 (S.D. = 14.28 Max = 63.20 Min = 10.14) ดังรูปภาพที่ 18



หมายเหตุ : เทียบมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร

รูปภาพที่ 18 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณความชื้น (MC) ในวัสดุหมัก (Day 0 กับ Day 90)

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความชื้น (MC) ระหว่างวันที่เริ่มหมัก (Day 0) กับวันสิ้นสุดการหมัก (Day 90) พบว่า ปริมาณความชื้น (MC) เฉลี่ยของวัสดุหมักทุกสูตรลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับวันเริ่มหมัก (Day 0) ยกเว้นสูตรที่ 2 (1:2) โดยสูตรที่มีปริมาณความชื้น (MC) ลดลงมากที่สุดคือสูตรที่ 6 (2:3) รองลงมาคือสูตรที่ 7 (3:1) และน้อยที่สุดคือสูตรที่ 2 (1:2) เท่ากับ 154.16 141.04 และ 75.51 ตามลำดับ ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ผลการเปรียบเทียบปริมาณความชื้น (MC) ระหว่าง Day 0 กับ Day 90

สูตรที่ (A : B)	ปริมาณความชื้น (MC) (%) (ค่าเฉลี่ย±S.D.)		ผลต่างของค่าเฉลี่ย	p-value
	Day 0	Day 90		
1 (1:1)	139.43±17.50	31.87±8.89	-107.56	0.02*
2 (1:2)	129.69±31.20	54.18±12.80	-75.51	0.08
3 (1:3)	127.09±17.70	39.14±8.57	-87.95	0.01*
4 (2:1)	159.32±12.70	57.15±16.10	-102.17	<0.001*
5 (2:2)	178.81±36.20	63.20±8.43	-115.62	0.04*
6 (2:3)	198.12±22.60	43.96±5.40	-154.16	<0.001*
7 (3:1)	182.21±14.20	41.17±10.60	-141.04	<0.001*
8 (3:2)	189.63±22.50	52.53±14.70	-137.10	<0.001*
9 (3:3)	179.23±13.30	55.10±6.91	-124.13	<0.001*
10 (1:0)	164.41±6.6	28.63±1.32	-135.78	<0.001*
11 (0:1)	169.61±3.74	10.14±0.04	-159.47	<0.001*

หมายเหตุ : 1. * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. A หมายถึง ขนไก่ และ B หมายถึง กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณความชื้น (MC) ในวัสดุหมักแต่ละสูตร (Day 90) โดยใช้สถิติ Games-Howell (unequal variances) พบว่า เมื่อสัดส่วนของขนไก่กับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ปริมาณความชื้น (MC) ของแต่ละสูตรมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อย 1 คู่ ($F = 7.50$, $df = 10$, $p \leq .001$) ผลการทดสอบรายคู่ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของปริมาณความชื้น (MC)

สูตรที่ (A : B)	1 (1:1)	2 (1:2)	3 (1:3)	4 (2:1)	5 (2:2)	6 (2:3)	7 (3:1)	8 (3:2)	9 (3:3)	10 (1:0)	11 (0:1)
1 (1:1)	—	-22.3	-17.17	-25.28	-31.33	-12.09	-9.30	-20.66	-23.23	3.24	21.7
2 (1:2)		—	5.14	-2.97	-9.02	10.22	13.01	1.65	-0.922	25.55	44.0
3 (1:3)			—	-8.11	-14.16	5.08	7.87	-3.49	-6.06	20.42	38.9
4 (2:1)				—	-6.05	13.19	15.98	4.62	2.05	28.52	47.0
5 (2:2)					—	19.23	22.03	10.67	8.10	34.57	53.1*
6 (2:3)						—	2.79	-8.56	-11.14	15.34	33.8*
7 (3:1)							—	-11.36	-13.93	12.54	31.0
8 (3:2)								—	-2.57	23.90	42.4
9 (3:3)									—	26.47	45.0*
10 (1:0)										—	18.5*
11 (0:1)											—

หมายเหตุ : 1. ค่าที่แสดงในตารางคือค่า Mean different โดยค่า * หมายถึง p≤.05, ** หมายถึง p≤.01 และ *** p≤.001

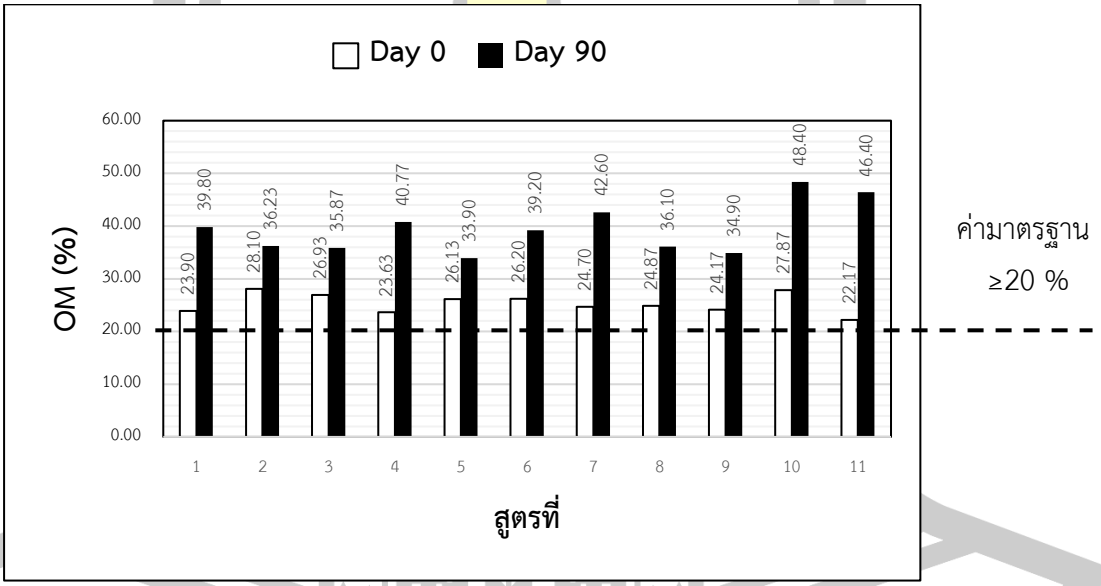
2. A หมายถึง ขนไก่ และ B หมายถึง กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

จากตารางที่ 17 พบว่า เมื่อสัดส่วนของขนไก่กับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ปริมาณความชื้น (MC) ของวัสดุหมักแตกต่างกัน โดยสูตรที่ 5 (2:2) 6 (2:3) 9 (3:3) และ 10 (1:0) มีค่ามากกว่าสูตรที่ 11 (0:1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และสูตรที่ 10 (1:0) มีค่ามากกว่าสูตรที่ 11 (0:1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยแนวโน้มของปริมาณความชื้น (MC) เมื่อเพิ่มปริมาณกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลในขณะที่ปริมาณขนไก่เท่าเดิม (สูตรที่ 1 (1:1) 2 (1:2) และ 3 (1:3)) พบว่า ปริมาณความชื้น (MC) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ร้อยละ 31.87 54.18 และ 39.14 ตาลำดับ) ในขณะที่เมื่อเพิ่มปริมาณขนไก่โดยไม่เพิ่มปริมาณกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล (สูตรที่ 1 (1:1) 4 (2:1) และ 7 (3:1)) พบว่า ปริมาณความชื้น (MC) เพิ่มขึ้นชัดเจนตามปริมาณขนไก่ แม้สูตรที่ 10 (1:0) ซึ่งมีเฉพาะขนไก่เพียงอย่างเดียวจะปริมาณความชื้น (MC) ต่ำก็ตาม ส่วนสูตรที่มีขนไก่มากกว่ากากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล (สูตรที่ 4 (2:1) และ 7 (3:1) ให้ค่าความชื้นสูงกว่าค่ามาตรฐาน (≤ 30) ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า การผสมขนไก่กับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลทำให้ปริมาณความชื้น (MC) เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้ขนไก่หรือกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยสูตรที่มี อัตราส่วน 1 : 1 หรือมากกว่า มีแนวโน้มที่ปริมาณความชื้น (MC) มีค่ามากขึ้น การใช้วัตถุดิบเดี่ยว (โดยเฉพาะสูตรที่ 11) จึงมีความชื้นต่ำและผ่านมาตรฐานได้ง่ายกว่า

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

4.1.3.3 ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Meter)

จากการศึกษา พบว่า วัสดุหมักมีปริมาณอินทรียวัตถุเริ่มต้นเท่ากับร้อยละ 23.90 28.10 26.93 23.63 26.13 26.20 24.70 24.87 24.17 27.87 และ 22.17 ตามลำดับ โดยสูตรที่ 2 (1:2) มีปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) สูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 3 (1:3) และน้อยที่สุดคือสูตรที่ 11 (0:1) เฉลี่ยร้อยละ 28.10 26.39 และ 22.17 ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการหมัก (Day 90) ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) เฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 39.80 36.23 35.87 40.77 33.90 39.20 42.60 36.10 34.90 46.40 และ 48.40 ตามลำดับ โดยปุ๋ยสูตรที่ 11 (0:1) มีปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) สูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 10 (1:0) และน้อยที่สุดคือสูตรที่ 5 (2:2) เฉลี่ยร้อยละ 48.40 46.40 และ 33.90 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) เริ่มต้น (Day 0) เฉลี่ยร้อยละ 25.39 (S.D. = 1.73 Max = 28.10 Min = 22.17) และ เมื่อสิ้นสุดการหมัก (Day 90) เฉลี่ยน 39.12 (S.D. = 4.33 Max = 48.40 Min = 33.90) ดังรูปภาพที่ 19



รูปภาพที่ 19 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ในวัสดุหมัก (Day 0 กับ Day 90)

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ระหว่างวันที่เริ่มหมัก (Day 0) กับวันสิ้นสุดการหมัก (Day 90) พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) เฉลี่ยของวัสดุหมักทุกสูตรเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับวันเริ่มหมัก (Day 0) โดยสูตรที่มีปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Meter) เพิ่มขึ้นมากที่สุดคือสูตรที่ 11 (0:1) รองลงมาคือสูตรที่ 10 (1:0) และน้อยที่สุดคือสูตรที่ 2 (1:2) เท่ากับ 24.33 20.53 และ 8.13 ตามลำดับ ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ผลการเปรียบเทียบปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ระหว่าง Day 0 กับ Day 90

สูตรที่ (A : B)	ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) (%) (ค่าเฉลี่ย±S.D.)		ผลต่างของค่าเฉลี่ย	p-value
	Day 0	Day 90		
1 (1:1)	23.90±10.00	39.80±1.06	+15.90	0.10
2 (1:2)	28.10±2.33	36.23±2.01	+8.13	0.06
3 (1:3)	26.93±1.22	35.87±2.33	+8.93	0.04*
4 (2:1)	23.63±2.72	40.77±5.65	+17.13	0.07*
5 (2:2)	26.13±1.33	33.90±0.60	+7.77	0.01*
6 (2:3)	26.20±2.85	39.20±3.14	+13.00	0.05*
7 (3:1)	24.70±4.77	42.60±5.98	+17.90	0.01*
8 (3:2)	24.87±0.85	36.10±2.65	+11.23	0.03*
9 (3:3)	24.17±2.76	34.90±2.26	+10.73	0.01*
10 (1:0)	27.87±1.90	48.40±2.00	+20.53	<0.001*
11 (0:1)	22.17±7.24	46.40±2.66	+24.23	0.05*

หมายเหตุ : 1. * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. A หมายถึง ขนไก่ และ B หมายถึง กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ในวัสดุหมักแต่ละสูตร (Day 90) โดยใช้สถิติ Games-Howell (unequal variances) พบว่า เมื่อสัดส่วนของขนไก่กับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ของวัสดุหมักแต่ละสูตรมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อย 1 คู่ ($F = 6.69$, $df = 10$, $p \leq .001$) ผลการเปรียบเทียบรายคู่ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณอินทรียวัตถุ (OM)

สูตรที่ (A : B)	1 (1:1)	2 (1:2)	3 (1:3)	4 (2:1)	5 (2:2)	6 (2:3)	7 (3:1)	8 (3:2)	9 (3:3)	10 (1:0)	11 (0:1)
1 (1:1)	—	3.57	3.93	-0.97	5.90*	0.60	-2.80	3.70	4.90	-8.60	-6.60
2 (1:2)		—	0.37	-4.53	2.33	-2.97	-6.37	0.13	1.33	-12.17*	-10.17
3 (1:3)			—	-4.90	1.97	-3.33	-6.73	-0.23	0.97	-12.53*	-10.53
4 (2:1)				—	6.87	1.57	-1.83	4.67	5.87	-7.63	-5.63
5 (2:2)					—	-5.30	-8.70	-2.20	-1.00	-14.50*	-12.50
6 (2:3)						—	-3.40	3.10	4.30	-9.20	-7.20
7 (3:1)							—	6.50	7.70	-5.80	-3.80
8 (3:2)								—	1.20	-12.30*	-10.30
9 (3:3)									—	-13.50*	-11.50
10 (1:0)										—	2.00
11 (0:1)											—

หมายเหตุ : 1. ค่าที่แสดงในตารางคือค่า Mean different โดยค่า * หมายถึง p≤.05, ** หมายถึง p≤.01 และ *** p≤.001

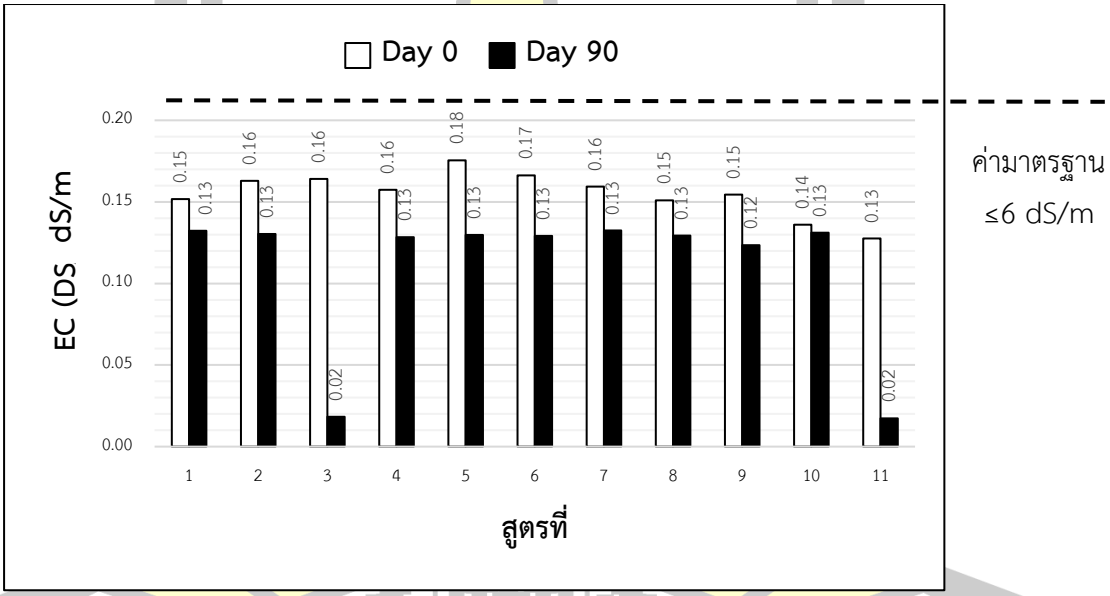
2. A หมายถึง ขนไก่ และ B หมายถึง กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

จากตารางที่ 19 พบว่า เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักปุ๋ย (Day 90) สัดส่วนของขนไก่กับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ของวัสดุหมักสูตรที่ 1 (1:1) มีค่ามากกว่าปุ๋ยสูตที่ 5 (2:2) และ สูตรที่ 2 (1:2) 3 (1:3) 5 (2:2) 8 (3:2) และ 9 (3:3) แตกต่างกับสูตรที่ 10 (1:0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยแนวโน้มของปริมาณอินทรียวัตถุเมื่อเพิ่มปริมาณกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลในขณะที่ปริมาณขนไก่เท่าเดิม (สูตรที่ 2 (1:2) และ 3 (1:3)) พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) มีแนวโน้มลดลง (ร้อยละ 39.80 และ 35.87 ตาลำดับ) ในขณะที่เมื่อเพิ่มปริมาณขนไก่โดยไม่เพิ่มปริมาณกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล (สูตรที่ 4 (2:1) และ 7 (3:1)) พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) เพิ่มขึ้นชัดเจนตามปริมาณขนไก่ (ร้อยละ 40.77 และ 42.60 ตามลำดับ) โดยสูตรที่ 10 (1:0) ที่ขนไก่เพียงอย่างเดียง มีปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) สูงสุด (ร้อยละ 48.40) ซึ่งไม่แตกต่างจากปุ๋ยสูตรที่ 11 (0:1) ที่มีปริมาณอินทรียวัตถุ ร้อยละ 46.40 แต่มีค่าลดลงเล็กน้อยในปุ๋ยสูตรที่มีผสมขนไก่ สรุปได้ว่า สูตรที่มีขนไก่มากกว่ากากตะกอน เช่น สูตรที่ 10 (1:0) และ สูตรที่ 7 (3:1) จะมีปริมาณอินทรียวัตถุมากกว่าสูตรที่มีสัดส่วนกากตะกอนมากกว่า เช่น สูตรที่ 3 (1:3) และ สูตรที่ 6 (2:3) โดยปริมาณอินทรียวัตถุในวัสดุหมักจะเพิ่มขึ้นเมื่อสัดส่วนขนไก่มากขึ้น และ ลดลงเมื่อสัดส่วนกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลมากขึ้น

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

4.1.3.4 ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity)

จากกี่ศึกษา พบว่า ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ที่วัดได้ในวันเริ่มหมัก (Day 0) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.52 1.63 1.64 1.57 1.76 1.66 1.59 1.51 1.55 1.36 และ 1.28 dS/m ตามลำดับ โดยสูตรที่ 5 (2:2) มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) สูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 6 (2:3) และน้อยที่สุดคือสูตรที่ 11 (0:1) เท่ากับ 1.76 1.66 และ 1.28 dS/m ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการหมัก (Day 90) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) เฉลี่ยเท่ากับ 1.32 1.30 0.18 1.28 1.30 1.29 1.33 1.29 1.24 1.31 และ 0.17 dS/m ตามลำดับ โดยสูตรที่ 7 (3:1) มีค่าเฉลี่ยค่าการนำไฟฟ้า (EC) สูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 1 (1:1) และน้อยที่สุดคือสูตรที่ 11 (0:1) เท่ากับ 1.33 1.32 และ 0.17 dS/m ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยค่าการนำไฟฟ้า (EC) เริ่มต้น (Day 0) เฉลี่ยเท่ากับ 1.55 (S.D. = 0.01 Max = 1.76 Min = 1.28) และ เมื่อสิ้นสุดการหมัก (Day 90) เฉลี่ยเท่ากับ 1.09 (S.D. = 0.04 Max = 1.33 Min = 0.17) ดังรูปภาพที่ 20



รูปภาพที่ 20 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในวัสดุหมัก (Day 0 กับ Day 90)

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

เมื่อเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้า (EC) ระหว่างวันที่เริ่มหมัก (Day 0) กับวันสิ้นสุดการหมัก (Day 90) พบว่า ค่าการนำไฟฟ้า (EC) เฉลี่ยของวัสดุหมักทุกสูตรลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับวันเริ่มหมัก (Day 0) โดยปุ๋ยสูตรที่มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) ลดลงมากที่สุดคือสูตรที่ 3 (1:3) รองลงมาคือสูตรที่ 5 (2:2) และน้อยที่สุดคือสูตรที่ 10 (1:0) เท่ากับ 1.46 dS/m 0.46 dS/m และ 0.05 dS/m ตามลำดับ ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ผลการเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้า (EC) ระหว่าง Day 0 กับ Day 90

สูตรที่ (A : B)	ค่าการนำไฟฟ้า (EC) (dS/m) (ค่าเฉลี่ย±S.D.)		ผลต่างของค่าเฉลี่ย	p-value
	Day-0	Day-90		
1 (1:1)	1.52±0.05	1.32±0.02	-0.20	0.04*
2 (1:2)	1.63±0.04	1.30±0.00	-0.33	0.01*
3 (1:3)	1.64±0.05	0.18±0.01	-1.46	<0.001*
4 (2:1)	1.57±0.06	1.28±0.02	-0.29	0.02*
5 (2:2)	1.76±0.03	1.30±0.01	-0.46	<0.001*
6 (2:3)	1.66±0.02	1.29±0.01	-0.37	<0.001*
7 (3:1)	1.59±0.07	1.33±0.02	-0.27	0.02*
8 (3:2)	1.51±0.05	1.29±0.01	-0.22	0.02*
9 (3:3)	1.55±0.03	1.24±0.03	-0.30	<0.001*
10 (1:0)	1.36±0.01	1.31±0.00	-0.05	0.01*
11 (0:1)	1.28±0.00	0.17±0.00	-0.20	<0.001*

หมายเหตุ : 1. * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. A หมายถึง ขนไก่ และ B หมายถึง กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในปุ๋ยแต่ละสูตร (Day 90 โดยใช้สถิติ Games-Howell (unequal variances) พบว่า ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของวัสดุหมักแต่ละสูตรมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อย 1 คู่ ($F = 2802.70$, $df = 10$, $p \leq .001$) ผลการเปรียบเทียบรายคู่ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของค่าการนำไฟฟ้า (EC)

สูตรที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
(A : B)	(1:1)	(1:2)	(1:3)	(2:1)	(2:2)	(2:3)	(3:1)	(3:2)	(3:3)	(1:0)	(0:1)
1 (1:1)	—	0.02	1.14***	0.04	0.03	0.03	-0.00	0.03	0.09	0.01	1.15***
2 (1:2)		—	1.12***	0.02	0.01	0.01	-0.02	0.01	0.07	-0.01	1.13***
3 (1:3)			—	-1.10***	-1.11***	-1.11***	-1.14***	-1.11***	-1.05***	-1.13***	0.01
4 (2:1)				—	-0.01	-0.01	-0.04	-0.01	0.05	-0.03	1.11***
5 (2:2)					—	0.01	-0.03	0.00	0.06	-0.01	1.12***
6 (2:3)						—	-0.03	-0.00	0.06	-0.02	1.12***
7 (3:1)							—	0.03	0.09	0.01	1.15***
8 (3:2)								—	0.06	-0.02	1.12***
9 (3:3)									—	-0.08	1.06***
10 (1:0)										—	1.14***
11 (0:1)											—

หมายเหตุ : 1. ค่าที่แสดงในตารางคือค่า Mean different โดยค่า * หมายถึง p≤.05, ** หมายถึง p≤.01 และ *** p≤.001

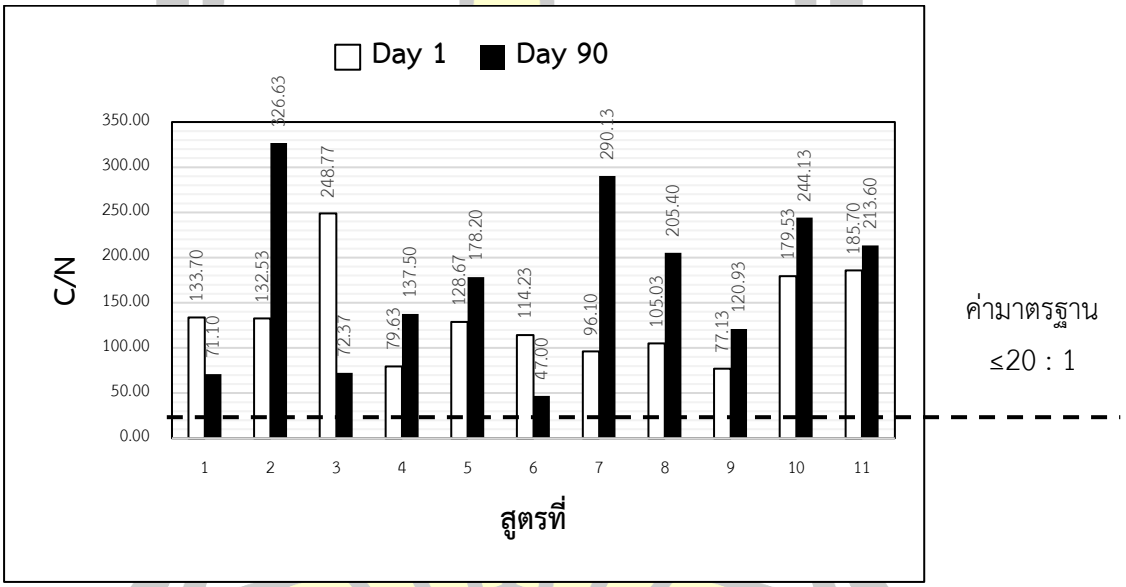
2. A หมายถึง ขนไก่ และ B หมายถึง กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

จากตารางที่ 21 พบว่า เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักปุ๋ย (Day 90) สัดส่วนของขนไก่กับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของวัสดุหมักสูตรที่ 1 (1:1) 2 (1:2) 4 (2:1) 5 (2:2) 6 (2:3) 7 (3:1) 8 (3:2) และ 9 (3:3) มีค่ามากกว่าปุ๋ยสูตรที่ 3 (1:3) ปุ๋ยสูตรที่ 3 (1:3) น้อยกว่าสูตรที่ 10 (1:0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ปุ๋ยทุกสูตรยกเว้นสูตรที่ 3 มีค่ามากกว่าสูตรที่ 11 (0:1) และ สูตรที่ 10 (1:0) มีค่ามากกว่าสูตรที่ 11 (0:1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อวิเคราะห์ผลการทดลองจากสัดส่วนของขนไก่กับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล พบว่า สูตรที่มีสัดส่วนขนไก่มากกว่ากากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล เช่น สูตร 4 (2:1) และ สูตร 7 (3:1) จะมีค่าการนำไฟฟ้าค่อนข้างคงที่อยู่ในช่วงประมาณ 1.28 - 1.33 ส่วนสูตรที่มีสัดส่วนกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลมากกว่า เช่น สูตร ที่ 3 (1:3) และ 11 (0:1) มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) ต่ำมาก (0.17 และ 0.18 dS/m ตามลำดับ) และสูตรที่มีสัดส่วนเท่ากัน เช่น สูตรที่ 1 (1:1) 5 (2:2) และ 9 (3:3) พบว่ามีค่าการนำไฟฟ้า (EC) อยู่ในช่วง 1.24 - 1.32 dS/m ค่อนข้างสม่ำเสมอแต่ต่ำกว่าบางสูตรที่มีสัดส่วนขนไก่มากกว่า สรุปได้ว่า วัสดุหมักสูตรที่มีสัดส่วนขนไก่มากกว่ากากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) สูงกว่าสูตรที่มีสัดส่วนกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลมากกว่า

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

4.1.3.5 สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio)

จากการศึกษา พบว่า วัสดุหมักแต่ละสูตรมีสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) เริ่มต้น (Day 0) เฉลี่ยอยู่ที่ 133.70 132.53 248.77 79.63 128.67 114.23 96.10 105.03 77.13 179.53 และ 185.70 ต่อ 1 ตามลำดับ โดยสูตรที่ 11 (0:1) มีค่า C/N ratio สูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 3 (1:3) และน้อยที่สุดคือสูตรที่ 9 (3:3) เท่ากับ 185.70 248.77 และ 77.13 ต่อ 1 ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการหมัก (Day 90) วัสดุหมักแต่ะสูตรมีค่า C/N ratio เฉลี่ยอยู่ที่ 71.10 326.63 72.37 137.50 178.20 47.00 290.13 205.40 120.93 244.13 และ 213.60 ต่อ 1 ตามลำดับ โดยสูตรที่ 2 (1:2) มีค่า C/N ratio สูงที่สุด รองลงมาคือสูตร 7 (3:1) และน้อยที่สุดคือสูตรที่ 6 (2:3) อยู่ที่ 326.63 290.13 และ 47.00 ตามลำดับ ดังรูปภาพที่ 21



หมายเหตุ : ค่าที่แสดงคือค่าสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 1 ส่วน

รูปภาพที่ 21 แผนภูมิเปรียบเทียบสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ในวัสดุหมัก (Day 0 กับ Day 90)

เมื่อเปรียบเทียบค่า C/N ratio ระหว่าง วันที่เริ่มหมัก (Day 0) กับ วันสิ้นสุดการหมัก (Day 90) พบว่า ค่า C/N ratio เฉลี่ยของวัสดุหมักสูตรที่ 2 (1:2) 4 (2:1) 5 (2:2) 7 (3:1) 8 (3:2) 9 (3:3) และ 10 (1:0) เพิ่มขึ้นและสูตรที่ 1 (1:1) 3 (1:3) และ 6 (2:3) มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับวันเริ่มหมักปุ๋ย (Day 0)

โดยสูตรที่มีค่า C/N ratio ลดลงมากที่สุดคือสูตรที่ 3 (1:3) รองลงมาคือสูตรที่ 6 (2:3) และน้อยที่สุดคือสูตรที่ 1 (1:1) เท่ากับ 176.4 67.23 และ 62.2 ส่วนค่า C/N ratio ที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดคือสูตรที่ 2 (1:2) รองลงมาคือสูตรที่ 8 (3:2) และเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดคือสูตรที่ 11 (0:1) เท่ากับ 194.1 100.40 และ 27.90 ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ผลการเปรียบเทียบค่า C/N ratio ระหว่าง Day 0 กับ Day 90

สูตรที่ (A : B)	ค่า C/N ratio (ต่อไนโตรเจน 1 ส่วน) (ค่าเฉลี่ย±S.D.)		ผลต่างของค่าเฉลี่ย	p-value
	Day-0	Day-90		
1 (1:1)	133.70±18.25	71.10±1.65	-62.60	0.03*
2 (1:2)	132.53±19.45	326.63±43.92	+194.10	0.03*
3 (1:3)	248.77±67.22	72.37±9.47	-176.40	0.04*
4 (2:1)	79.63±14.19	137.50±41.62	+57.87	0.21
5 (2:2)	128.67±25.63	178.20±27.97	+49.47	0.21
6 (2:3)	114.23±7.11	47.00±5.16	-67.23	0.01*
7 (3:1)	96.10±5.48	290.13±52.56	+194.03	0.03*
8 (3:2)	105.03±29.62	205.40±34.73	+100.37	0.10
9 (3:3)	77.13±6.15	120.93±12.10	+43.80	0.01*
10 (1:0)	179.53±75.34	244.13±20.66	+64.60	0.18
11 (0:1)	185.70±588.53	213.60±14.25	+27.90	0.04*

หมายเหตุ : 1. * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. A หมายถึง ขนไก่ และ B หมายถึง กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ในวัสดุหมักแต่ละสูตร (Day 90) โดยใช้สถิติ Games-Howell (unequal variances) พบว่า ค่า C/N ratio ของปุ๋ยแต่ละสูตรมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อย 1 คู่ ($F = 30.30$, $df = 10$, $p \leq .001$) ผลการเปรียบเทียบรายคู่ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของค่า C/N ratio

สูตรที่ (A : B)	1 (1:1)	2 (1:2)	3 (1:3)	4 (2:1)	5 (2:2)	6 (2:3)	7 (3:1)	8 (3:2)	9 (3:3)	10 (1:0)	11 (0:1)
1 (1:1)	—	-256.00	-1.27	-66.40	-107.10	24.10	-219.00	-134.30	-49.80	-173.00*	-142.50*
2 (1:2)		—	254.27*	189.10	148.40	279.60*	36.50	121.20	205.70	82.50	113.03
3 (1:3)			—	-65.10	-105.80	25.40	-217.80	-133.00	-48.60	-171.80*	-141.23**
4 (2:1)				—	-40.70	90.50	-152.60	-67.90	16.60	-106.60	-76.10
5 (2:2)					—	131.20	-111.90	-27.20	57.30	-65.90	-35.40
6 (2:3)						—	-243.10	-158.40	-73.90*	-197.10*	-166.60**
7 (3:1)							—	84.70	169.20	46.00	76.53
8 (3:2)								—	84.50	-38.70	-8.20
9 (3:3)									—	-123.20*	-92.67*
10 (1:0)										—	30.53
11 (0:1)											—

หมายเหตุ : 1. ค่าที่แสดงในตารางคือค่า Mean different โดยค่า * หมายถึง p≤.05, ** หมายถึง p≤.01 และ *** p≤.001

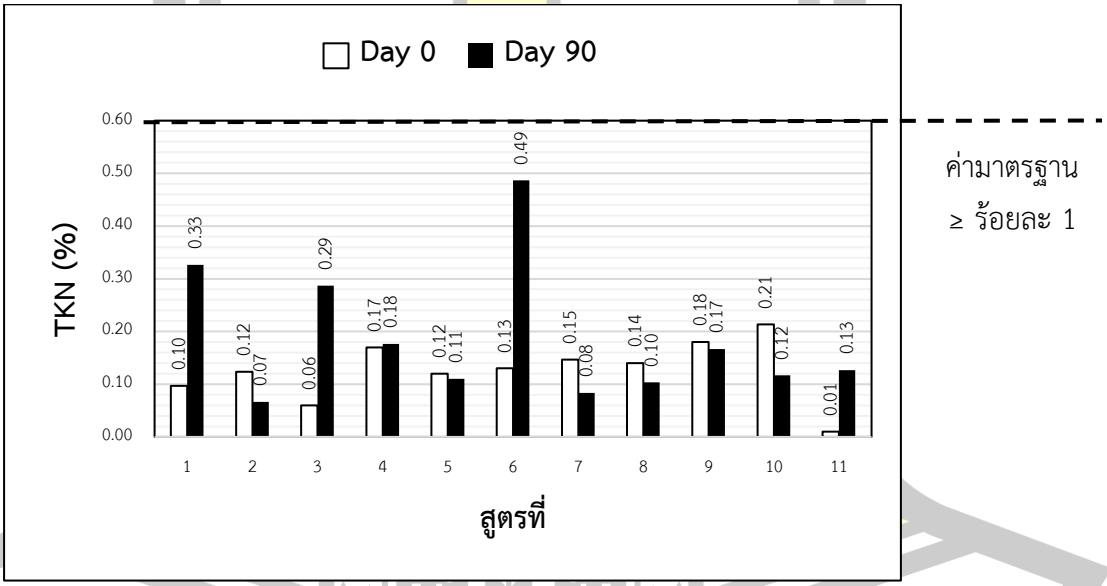
2. A หมายถึง ขนไก่ และ B หมายถึง กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

จากตารางที่ 23 พบว่า วัสดุหมักสูตรที่มีสัดส่วนของขนไก่มากว่ากากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล (สูตรที่ 4 (2:1) 7 (3:1) และ 10 (1:0)) จะมีค่า C/N ratio สูง (137.50 290.13 และ 244.13 ต่อ 1 ตามลำดับ) ส่วนสูตรที่มีสัดส่วนของกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลมากกว่าขนไก่ มีแนวโน้มของค่า C/N ratio ต่ำกว่าสูตรที่มีสัดส่วนของขนไก่มากกว่า แต่ยังเกินค่ามาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร (≤20 : 1) และสูตรที่มีสัดส่วนระหว่างขนไก่กับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลเท่า ๆ กัน (สูตรที่ 1 (1:1) 5 (2:2) และ 9 (3:3)) มีแนวโน้มว่าค่า C/N ratio สูงขึ้นตามสัดส่วน โดยเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมัก (Day 90) สัดส่วนของขนไก่กับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ค่า C/N ratio ของสูตรที่ 2 (1:2) มีค่ามากกว่าสูตรที่ 3 (1:3) และ 6 (2:3) วัสดุหมักสูตรที่ 6 (2:3) มีค่าน้อยกว่าสูตรที่ 9 (3:3) และวัสดุหมักสูตรที่ 1 (1:1) 3 (1:3) 6 (2:3) 9 (3:3) มีค่าน้อยกว่าสูตรที่ 11 (1:0) อยากมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่สูตรที่ 10 (1:0) และ 11 (0:1) ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) สรุปได้ว่าการเพิ่มสัดส่วนของกากตะกอนหม้อกรองจากโณงงานน้ำตาล (เช่น สูตรที่ 3 (1:3), 6 (2:3)) ส่งผลให้ค่า C/N ratio มีแนวโน้มลดลง ในขณะเดียวกัน การเพิ่มสัดส่วนของขนไก่ [เช่น สูตรที่ 7 (3:1), 4 (2:1)] ส่งผลให้ค่า C/N ratio มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาจากคุณสมบัติของขนไก่และกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล พบว่า ทั้งคู่ต่างก็มีค่า C/N ratio สูง ดังนั้น การปรับสัดส่วนขนไก่และกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลเพียงอย่างเดียวจึงไม่สามารถลดค่า C/N ratio ให้ต่ำลงได้ ส่งผลให้วัสดุหมักทุกสูตรยังคงมีค่าเกินมาตรฐาน (≤ 20:1)

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

4.1.3.6 ปริมาณไนโตรเจนรวม (TKN)

จากการศึกษา พบว่า ปริมาณไนโตรเจนรวม (TKN) ในวันที่เริ่มหมัก (Day 0) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 0.09 0.11 0.09 0.15 0.12 0.15 0.12 0.17 0.24 0.10 และ 0.01 ตามลำดับ โดยสูตรที่ 9 (3:3) มีค่า TKN สูงสุด รองลงมาคือสูตรที่ 8 (3:2) และน้อยที่สุดคือสูตรที่ 11 (0:1) เฉลี่ยร้อยละ 0.24 0.17 และ 0.01 ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการหมัก (Day 90) วัสดุหมักแต่ละสูตรปริมาณไนโตรเจนรวม (TKN) เฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 0.24 0.14 0.24 0.17 0.23 0.35 0.09 0.12 0.15 0.12 และ 0.08 ตามลำดับ โดยสูตรที่ 6 (2:3) มีค่า TKN สูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 1 (1:1) และ 3 (1:3) และน้อยที่สุดคือสูตรที่ 11 (0:1) เฉลี่ยร้อยละ 0.35 0.24 และ 0.08 ตามลำดับ ซึ่งปริมาณไนโตรเจนรวม (TKN) เริ่มต้น (Day 0) เท่ากับร้อยละ 0.11 (S.D. = 0.06 Max = 0.24 Min = 0.01) และ เมื่อสิ้นสุดการหมัก (Day 90) เท่ากับร้อยละ 0.17 (S.D. = 0.08 Max = 0.35 Min = 0.08) ดังรูปภาพที่ 22



รูปภาพที่ 22 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนรวม (TKN) ในวัสดุหมัก (Day 0 กับ Day 90)

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนรวม (TKN) ระหว่างวันที่เริ่มหมัก (Day 0) และวันสิ้นสุดการหมัก (Day 90) พบว่า ค่า TKN เฉลี่ยของสูตรที่ 1 (1:1) 3 (1:3) 6 (2:3) 10 (1:0) และ 11 (0:1) เพิ่มขึ้น และสูตรที่ 2 (1:2) 5 (2:2) 7 (3:1) 8 (3:2) และ 9 (3:3) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับวันเริ่มหมัก (Day 0) โดยวัสดุหมักสูตรที่มีค่า TKN เพิ่มขึ้นมากที่สุดคือสูตรที่ 6 (2:3) รองลงมาคือสูตรที่ 1 (1:1) และน้อยที่สุดคือสูตรที่ 11 (0:1) เท่ากับ 0.35 0.23 และ 0.01 ตามลำดับ สูตรที่มีค่า TKN ลดลงมากที่สุดคือสูตรที่ 7 (3:1) รองลงมาคือสูตรที่ 2 (1:2) และน้อยที่สุดคือสูตรที่ 5 (2:2: เท่ากับ 0.07 0.06 และ0.01 ตามลำดับ ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ผลการเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนรวม (TKN) ระหว่าง Day 0 กับ Day 90

สูตรที่ (A : B)	**ปริมาณไนโตรเจนรวม (TKN) (%) (ค่าเฉลี่ย±S.D.)**		**ผลต่างของค่าเฉลี่ย**	**p-value**
	Day-0	**Day-90**		
1 (1:1)	0.10±0.03	0.33±0.01	+0.23	0.01*
2 (1:2)	0.13±0.02	0.07±0.01	-0.06	0.04*
3 (1:3)	0.07±0.02	0.29±0.02	+0.22	0.01*
4 (2:1)	0.18±0.01	0.18±0.02	0.00	1.00
5 (2:2)	0.12±0.03	0.11±0.02	-0.01	0.71
6 (2:3)	0.13±0.01	0.49±0.05	+0.35	0.01*
7 (3:1)	0.15±0.04	0.08±0.01	-0.07	0.09
8 (3:2)	0.14±0.04	0.10±0.02	-0.04	0.33
9 (3:3)	0.18±0.02	0.17±0.01	-0.01	0.46
10 (1:0)	0.11±0.06	0.12±0.01	+0.01	0.77
11 (0:1)	0.01±0.00	0.13±0.01	+0.12	<0.001*

หมายเหตุ : 1. * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. A หมายถึง ขนไก่ และ B หมายถึง กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของปริมาณไนโตรเจนรวม (TKN) ในวัสดุหมักแต่ละสูตร (Day 90) โดยใช้สถิติ Games-Howell (unequal variances) พบว่า ค่า TKN ของแต่ละสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อย 1 คู่ ($F = 121.20$, $df = 10$, $p = \leq .001$) ผลการเปรียบเทียบรายคู่ดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของปริมาณไนโตรเจนรวม (TKN)

สูตรที่ (A : B)	1 (1:1)	2 (1:2)	3 (1:3)	4 (2:1)	5 (2:2)	6 (2:3)	7 (3:1)	8 (3:2)	9 (3:3)	10 (1:0)	11 (0:1)
1 (1:1)	—	0.26***	0.04	0.15*	0.22**	-0.16	0.24***	0.22**	0.16***	0.21***	0.20***
2 (1:2)		—	-0.22*	-0.11	-0.04	-0.42*	-0.02	-0.04	-0.10***	-0.05**	-0.06**
3 (1:3)			—	0.11*	0.18**	-0.20	0.20*	0.18**	0.12	0.17*	0.16*
4 (2:1)				—	0.06	-0.31*	0.09	0.07	0.01	0.06	0.05
5 (2:2)					—	-0.38*	0.03	0.01	-0.06	-0.01	-0.02
6 (2:3)						—	0.40*	0.38*	0.32*	0.37*	0.36*
7 (3:1)							—	-0.02	-0.08***	-0.03*	-0.04**
8 (3:2)								—	-0.06	-0.01	-0.02
9 (3:3)									—	0.05**	0.04*
10 (1:0)										—	-0.01
11 (0:1)											—

หมายเหตุ : 1. ค่าที่แสดงในตารางคือค่า Mean different โดยค่า * หมายถึง p≤.05, ** หมายถึง p≤.01 และ *** p≤.001

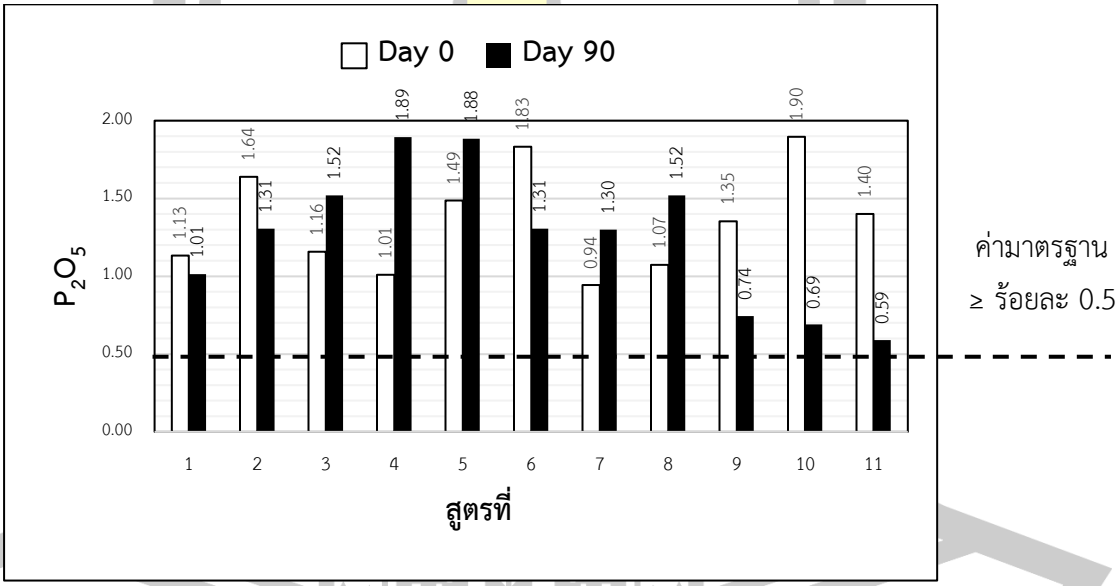
2. A หมายถึง ขนไก่ และ B หมายถึง กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

จากตารางที่ 25 พบว่า เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมัก (Day 90) สัดส่วนของขนไก่กับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนรวม (TKN) ของวัสดุหมักสูตรที่ 1 (1:1) มากกว่าสูตรที่ 2 (1:2) 5 (2:2) 7 (3:1) 8 (3:2) และ 9 (3:3) สูตรที่ 2 (1:2) น้อยกว่าสูตรที่ 6 (2:3) และ 9 (3:3) สูตรที่ 3 (1:3) มากกว่าสูตรที่ 4 (2:1) 5 (2:2) 7 (3:1) และ 8 (3:2) สูตรที่ 4 (2:1) และ 5 (2:2) น้อยกว่าสูตรที่ 6 (2:3) สูตรที่ 7 (3:1) น้อยกว่าสูตรที่ 9 (3:3) และวัสดุหมักสูตรที่ 1 (1:1) 3 (1:3) 6 (2:3) 9 (3:3) มากกว่าสูตรที่ 10 (1:0) และ 11 (0:1) แต่น้อยกว่าสูตรที่ 2 (1:2) และ 7 (3:1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่สูตรที่ 10 (1:0) และ 11 (0:1) ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยสูตรที่มีสัดส่วนของขนไก่มากกว่ากากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล (สูตรที่ 4 (2:1) 7 (3:1)) มีแนวโน้มของค่า TKN ต่ำลง (ร้อยละ 0.29 และ 0.08 ตามลำดับ) ในขณะที่เมื่อเพิ่มสัดส่วนกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล [ปุ๋ยสูตรที่ 2 (1:2) 3 (1:3) และ 6 (2:3)] พบว่าค่า TKN มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (0.07 0.29 และ 0.49 ตามลำดับ) และสูตรที่มีสัดส่วนขนไก่กับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลเท่ากัน [สูตรที่ 1 (1:1) 5 (2:2) และ 9 (3:3)] พบว่าค่า TKN ไม่ได้เพิ่มขึ้นตามสัดส่วน (ร้อยละ 0.33 0.11 และ 0.17 ตามลำดับ) เมื่อเทียบกับสูตรที่ 10 (1:0) และ 11 (0:1) มีค่าไนโตรเจนใกล้เคียงกัน (ร้อยละ 0.12 และ 0.13 ตามลำดับ) แต่ต่ำกว่าหลาย ๆ สูตรที่ผสมขนไก่และกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล หมายความว่า การผสมขนไก่กับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลในสัดส่วนต่าง ๆ สามารถช่วยเพิ่มปริมาณไนโตรเจนได้ดีกว่าการหมักแยกกัน

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

4.1.3.7 ปริมาณฟอสฟอรัส (P_2O_5)

จากการศึกษา พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัส (P_2O_5) ในวันที่เริ่มหมัก (Day 0) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ1.13 1.64 1.16 1.01 1.49 1.83 0.94 1.07 1.35 1.90 และ 1.40 ตามลำดับ โดยสูตรที่ 10 (1:0) มีปริมาณฟอสฟอรัส (P_2O_5) สูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 6 (2:3) และน้อยที่สุดคือสูตร 7 (3:3) เท่ากับร้อยละ 1.91 1.83 และ 0.94 ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการหมัก (Day 90) วัสดุหมักแต่ละสูตรปริมาณฟอสฟอรัส (P_2O_5) เฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 1.01 1.31 1.52 1.89 1.88 1.31 1.30 1.52 0.74 0.69 และ 0.59 ตามลำดับ โดยวัสดุหมักสูตร 4 (2:1) มีปริมาณฟอสฟอรัส (P_2O_5) สูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 5 (2:2) และน้อยที่สุดคือสูตรที่ 11 (0:1) เท่ากับร้อยละ 1.89 1.88 และ 0.59 ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัส (P_2O_5) เริ่มต้น (Day 0) เท่ากับร้อยละ 1.26 (S.D. = 0.27 Max = 1.90 Min = 0.94) และ เมื่อสิ้นสุดการหมัก (Day 90) เท่ากับร้อยละ 1.23 (S.D. = 0.41 Max = 1.89 Min = 0.59) ดังรูปภาพที่ 23



รูปภาพที่ 23 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัส (P_2O_5) ในวัสดุหมัก (Day 0 กับ Day 90)

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัส (P_2O_5) ระหว่าง วันที่เริ่มหมัก (Day 0) กับ วันสิ้นสุดการหมัก (Day 90) พบว่า ค่า P_2O_5 เฉลี่ยของวัสดุหมักสูตรที่ 4 (2:1) 5 (2:2) 7 (3:1) 8 (3:2) และ 9 (3:3) เพิ่มขึ้น และสูตรที่ 1 (1:1) 2 (1:2) 3 (1:3) 6 (2:3) 10 (1:0) และ 11 (0:1) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับวันเริ่มหมัก (Day 0) โดยวัสดุหมักสูตรที่มีค่า P_2O_5 มากที่สุดคือสูตรที่ 6 (2:3) รองลงมาคือสูตรที่ 1 (1:1) และน้อยที่สุดคือปุ๋ยสูตรที่ 2 (1:2) เท่ากับร้อยละ 0.49 0.30 และ 0.07 ดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 ผลการเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัส (P_2O_5) ระหว่าง Day 0 กับ Day 90

สูตรที่ (A : B)	**ปริมาณฟอสฟอรัส (P_2O_5) (%) (ค่าเฉลี่ย±S.D.)**		**ผลต่างของค่าเฉลี่ย**	**p-value**
	Day-0	**Day-90**		
1 (1:1)	0.84±0.08	0.78±0.07	-0.06	0.35
2 (1:2)	1.63±0.05	1.43±0.17	-0.20	0.22
3 (1:3)	1.41±0.24	1.24±0.08	-0.17	0.44
4 (2:1)	0.90±0.02	1.94±0.13	+1.04	0.03*
5 (2:2)	1.13±0.16	1.97±0.11	+0.84	0.03*
6 (2:3)	2.37±0.04	1.52±0.17	-0.86	0.04*
7 (3:1)	0.77±0.09	1.13±0.15	+0.36	0.04*
8 (3:2)	1.08±0.14	1.37±0.23	+0.29	0.20
9 (3:3)	1.15±0.07	1.27±0.71	+0.12	0.78
10 (1:0)	1.83±0.05	0.55±0.22	-1.28	0.01*
11 (0:1)	2.08±0.04	0.84±0.09	-1.24	<0.001*

หมายเหตุ : 1. * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. A หมายถึง ขนไก่ และ B หมายถึง กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของปริมาณฟอสฟอรัส (P_2O_5) ในวัสดุหมักแต่ละสูตร (Day 90) โดยใช้สถิติ Games-Howell (unequal variances) พบว่า ค่า P_2O_5 ของแต่ละสูตรมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อย 1 คู่ ($F = 8.98$, $df = 10$, $p = \leq .001$) ผลการเปรียบเทียบรายคู่ดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของปริมาณฟอสฟอรัส (P_2O_5)

สูตรที่ (A : B)	1 (1:1)	2 (1:2)	3 (1:3)	4 (2:1)	5 (2:2)	6 (2:3)	7 (3:1)	8 (3:2)	9 (3:3)	10 (1:0)	11 (0:1)
1 (1:1)	—	-0.653	-0.46*	-1.17**	-1.19**	-0.74	-0.35	-0.59	-0.49	0.2	-0.06
2 (1:2)		—	0.193	-0.51	-0.54	-0.09	0.30	0.06	0.16	0.88	0.59
3 (1:3)			—	-0.71*	-0.73*	-0.28	0.10	-0.13	-0.03	0.68	0.40*
4 (2:1)				—	-0.03	0.43	0.81*	0.58	0.67	1.39*	1.10**
5 (2:2)					—	0.45	0.84*	0.60	0.70	1.42*	1.13**
6 (2:3)						—	0.38	0.15	0.25	0.96*	0.68
7 (3:1)							—	-0.23	-0.14	0.58	0.29
8 (3:2)								—	0.10	0.81	0.53
9 (3:3)									—	0.72	0.43
10 (1:0)										—	-0.29
11 (0:1)											—

หมายเหตุ : 1. ค่าที่แสดงในตารางคือค่า Mean different โดยค่า * หมายถึง p≤.05, ** หมายถึง p≤.01 และ *** p≤.001

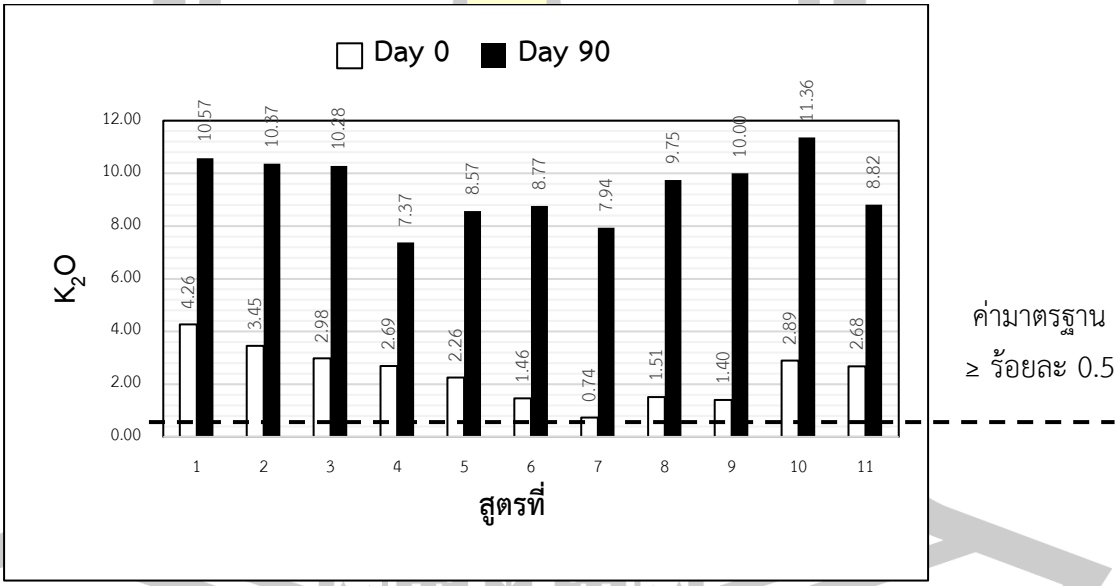
2. A หมายถึง ขนไก่ และ B หมายถึง กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

จากตารางที่ 27 พบว่า เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมัก (Day 90) สัดส่วนของขนไก่กับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัส (P_2O_5) ของวัสดุหมักสูตรที่ 1 (1:1) น้อยกว่าสูตรที่ 3 (1:3) 4 (2:1) และ 5 (2:2) สูตรที่ 3 (1:3) น้อยกว่าสูตรที่ 4 (2:1) และ 5 (2:2) แต่มากกว่าสูตรที่ 7 (3:1) สูตรที่ 4 (2:1) 5 (2:2) และ 6 (2:3) มากกว่าสูตรที่ 10 (1:0) และสูตรที่ 3 (1:3) 4 (2:1) และ 5 (2:2) มากกว่าสูตรที่ 11 (0:1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่สูตรที่ 10 (1:0) และ 11 (0:1) ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยสูตรที่มีสัดส่วนของขนไก่มากว่ากากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล [สูตรที่ 4 (2:1) 7 (3:1)] มีแนวโน้มให้ค่า P_2O_5 สูงกว่าสูตรที่ไม่มีสัดส่วนของขนไก่ (สูตรที่ 11) ในขณะที่เมื่อเพิ่มสัดส่วนกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล [สูตรที่ 2 (1:2) 3 (1:3) และ 6 (2:3)] พบว่าค่า P_2O_5 มีแนวโน้มสูงกว่าสตรที่ไม่มีสัดส่วนของกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล (สูตรที่ 10) และสูตรที่มีสัดส่วนขนไก่กับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลเท่ากัน [สูตรที่ 1 (1:1) 5 (2:2) และ 9 (3:3)] พบว่า มีค่ามากกว่าสูตรที่หมักจากขนไก่หรือกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลเพียงอย่างเดียว ดังนั้น สัดส่วนขนไก่และกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลจึงส่งผลให้ค่า P_2O_5 แตกต่างกัน

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

4.1.3.8 ปริมาณโพแทสเซียม (K_2O)

จากการศึกษา พบว่า ปริมาณโพแทสเซียม (K_2O) ในวันที่เริ่มหมัก (Day 0) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 4.26 3.45 2.98 2.69 2.26 1.46 0.74 1.51 1.40 2.89 และ 2.68 ตามลำดับ โดยสูตรที่ 1 (1:1) มีปริมาณโพแทสเซียม (K_2O) สูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 2 (1:2) และน้อยที่สุดคือสูตรที่ 7 (3:1) เท่ากับร้อยละ 4.46 3.45 และ 0.74 ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการหมัก (Day 90) ปริมาณโพแทสเซียม (K_2O) เฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 10.57 10.37 10.28 7.37 8.57 8.77 7.94 9.75 10.00 11.36 และ 8.82 ตามลำดับ โดยสูตรที่ 10 (1:0) มีปริมาณโพแทสเซียม (K_2O) สูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 1 (1:1) และน้อยที่สุดคือสูตรที่ 4 (2:1) เท่ากับร้อยละ 11.36 10.57 และ 7.37 ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียม (K_2O) เริ่มต้น (Day 0) เท่ากับร้อยละ 2.11 (S.D. = 1.00 Max = 4.26 Min = 0.74) และ เมื่อสิ้นสุดการหมักปุ๋ย (Day 90) เท่ากับร้อยละ 9.26 (S.D. = 1.19 Max = 11.336 Min = 7.37) รายละเอียดดังรูปภาพที่ 24



รูปภาพที่ 24 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียม (K_2O) ในวัสดุหมัก (Day 0 กับ Day 90)

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียม (K_2O) ระหว่าง วันที่เริ่มหมัก (Day 0) และ วันสิ้นสุดการหมัก (Day 90) พบว่า ปริมาณโพแทสเซียม (K_2O) เฉลี่ยของวัสดุหมักทุกสูตรเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับวันเริ่มหมัก (Day 0) โดยสูตรที่มีค่า K_2O เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือสูตรที่ 11 (0:1) รองลงมาคือสูตรที่ 9 (3:3) และน้อยที่สุดคือ สูตร 4 (2:1) เท่ากับ 9.03 8.94 และ 5.10 ตามลำดับ ดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 ผลเปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียม (K_2O) ระหว่าง Day 0 กับ Day 90

สูตรที่ (A : B)	**ปริมาณโพแทสเซียม (K_2O) (%) (ค่าเฉลี่ย±S.D.)**		**ผลต่างของค่าเฉลี่ย**	**p-value**
	Day-0	**Day-90**		
1 (1:1)	4.16±0.37	11.65±1.71	+7.49	0.02*
2 (1:2)	3.79±0.27	10.25±0.18	+6.46	<0.001*
3 (1:3)	2.99±0.12	10.63±0.17	+7.64	<0.001*
4 (2:1)	2.66±0.51	7.76±1.43	+5.10	0.02*
5 (2:2)	2.67±0.73	8.45±1.23	+5.78	0.04*
6 (2:3)	1.62±0.48	8.40±0.59	+6.78	0.01*
7 (3:1)	1.08±0.36	8.77±1.00	+7.69	0.01*
8 (3:2)	1.23±0.72	8.69±1.28	+7.46	<0.001*
9 (3:3)	1.06±0.46	10.00±1.19	+8.94	0.01*
10 (1:0)	2.27±0.25	10.55±0.17	+8.28	<0.001*
11 (0:1)	4.06±0.08	13.09±0.40	+9.03	<0.001*

หมายเหตุ : 1. * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. A หมายถึง ขนไก่ และ B หมายถึง กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของปริมาณโพแทสเซียม (K2O) ในวัสดุหมักทุกแต่ละสูตร (Day 90) โดยใช้สถิติ Games-Howell (unequal variances) พบว่า ปริมาณโพแทสเซียม (K2O) ของปุ๋ยแต่ละสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อย 1 คู่ ($F = 7.71$, $df = 10$, $p = \leq .001$) ผลการเปรียบเทียบรายคู่ดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ ของปริมาณโพแทสเซียม (K_2O)

สูตรที่ (A : B)	1 (1:1)	2 (1:2)	3 (1:3)	4 (2:1)	5 (2:2)	6 (2:3)	7 (3:1)	8 (3:2)	9 (3:3)	10 (1:0)	11 (0:1)
1 (1:1)	—	1.41	1.03	3.90	3.20	3.26	2.88	2.96	1.66	1.10	-1.44
2 (1:2)		—	-0.38	2.49	1.80	1.85	1.48	1.56	0.25	-0.30	-2.84*
3 (1:3)			—	2.87	2.18	2.23	1.86	1.94	0.63	0.08	-2.46*
4 (2:1)				—	-0.69	-0.64	-1.01	-0.93	-2.24	-2.79	-5.33
5 (2:2)					—	0.05	-0.32	-0.24	-1.55	-2.10	-4.64
6 (2:3)						—	-0.37	-0.29	-1.60	-2.15	-4.69**
7 (3:1)							—	0.08	-1.23	-1.78	-4.32
8 (3:2)								—	-1.31	-1.86	-4.40
9 (3:3)									—	-0.55	-3.09
10 (1:0)										—	-2.54*
11 (0:1)											—

หมายเหตุ : 1. ค่าที่แสดงในตารางคือค่า Mean different โดยค่า * หมายถึง p≤.05, ** หมายถึง p≤.01 และ *** p≤.001

2. A หมายถึง ขนไก่ และ B หมายถึง กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

จากตารางที่ 29 เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมัก (Day 90) สัดส่วนของขนไก่กับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ปริมาณโพแทสเซียม (Potassium (K_2O)) ของวัสดุหมักแตกต่างกัน โดยสูตรที่ 2 (1:2) 3 (1:3) และ 6 (2:3) มีค่าน้อยกว่าสูตรที่ 11 (0:1) และสูตรที่ 10 (1:0) น้อยกว่าสูตรที่ 11 (0:1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยวัสดุหมักสูตรที่มีสัดส่วนของขนไก่มากกว่ากากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล เช่น สูตร 4 (2:1) และ 7 (3:1) มีค่า K_2O ค่อนข้างต่ำกว่าสูตรที่มีสัดส่วนของกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลมากกว่าขนไก่ เช่น สูตร 2 (1:2) และ 3 (1:3) หรือสูตรที่ใช้กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลเพียงอย่างเดียว (สูตรที่ 11) มีค่าโพแทสเซียมสูง ดังนั้น แนวโน้มค่า K_2O เพิ่มสัดส่วนกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล จะส่งผลให้ค่า K_2O มีแนวโน้มสูงขึ้น ชี้ให้เห็นว่ากากตะกอนเป็นแหล่งโพแทสเซียมที่ดีกว่าขนไก่

4.1.3.9 การย่อยสลายที่สมบูรณ์ (GI)

ผลการทดลองการย่อยสลายสมบูรณ์ของวัสดุหมักโดยประยุกต์มาจากวิธีการทดสอบงอกของเมล็ดกวางตุ้งในน้ำสกัดวัสดุหมักของกรมวิชาการเกษตร แล้วนำผลที่ได้ไปคำนวณหาค่าการงอกสัมพัทธ์ของเมล็ด (RSG) พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 80.00 - 96.70 และมีค่าความยาวรากสัมพัทธ์ (RRG) อยู่ในช่วงร้อยละ 96.46 - 228.32 และมีค่าดัชนีการงอกของเมล็ด (GI) อยู่ในช่วง 92.15 - 190.19 ดังตารางที่ 30

ตารางที่ 30 ผลการทดสอบการย่อยสลายสมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ (GI) (Day 90)

สูตรที่ (A : B)	RSG (%)	RRG (%)	GI (%)
1 (1:1)	86.70	116.81	101.28
2 (1:2)	80.00	126.55	101.24
3 (1:3)	96.70	126.55	122.37
4 (2:1)	86.70	184.07	159.59
5 (2:2)	93.30	167.26	156.05
6 (2:3)	83.30	128.32	106.89
7 (3:1)	80.00	96.46	77.17
8 (3:2)	83.30	110.62	92.15
9 (3:3)	86.70	149.56	129.67
10 (1:0)	83.30	228.32	190.19
11 (0:1)	96.70	188.50	182.28

จากตารางที่ 32 เมื่อเปรียบเทียบค่าการย่อยสลายสมบูรณ์ (GI) ของวัสดุหมักแต่ละสูตร (Day 90) พบว่า สูตรที่ 10 (1:0) มีค่าการย่อยสลายสมบูรณ์ (GI) สูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 11 (0:1) และน้อยที่สุดคือสูตรที่ 7 (3:1) เท่ากับร้อยละ 190.19 182.28 และ 77.17 ตามลำดับ แนวโน้มเมื่อเพิ่มสัดส่วนขนไก่มากขึ้น [สูตร 4 (2:1) และ สูตร 7 (3:1)] ส่งผลให้การย่อยสลายลดลง (ร้อยละ 159.59 และ 77.17 ตามลำดับ) ส่วนสูตรที่มีสัดส่วนกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลมากมีแนวโน้มให้ค่า GI เพิ่มขึ้น แต่ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ค่าการย่อยสลายสมบูรณ์ (GI) ในแต่ละสูตร (Day 90) พบว่า เมื่อสัดส่วนของขนไก่กับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ค่าการย่อยสลายสมบูรณ์ (GI) ของวัสดุหมักทุกสูตรไม่แตกต่างทางสถิติ ($F = 2.17$, $df = 10$, $p = .062$)

4.1.3.10 ขนาดของวัสดุหมัก และสิ่งเจือปน

ผลการทดลองขนาดของวัสดุหมัก และสิ่งเจือปนเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมัก (Day 90) หลังจากล้มกองโดยการเทออกจากถังหมักลงบนผ้าใบแล้วเกลี่ยให้มีความหนาประมาณ 2 นิ้ว ผึ่งแดดเป็นเวลา 1 วัน (8 ชั่วโมง) จากนั้นนำไปบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 5 มิลลิเมตร พบว่าวัสดุหมักสามารถร่อนผ่านตะแกรงได้ทั้งหมดโดยไม่พบวัสดุเจือปน (หิน กรวด ขนาดใหญ่เกิน 5 มิลลิเมตร และพลาสติก แก้ว ของมีคม และโลหะอื่น ๆ) จึงสรุปได้ว่า วัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลทุกสูตรมีขนาดของวัสดุหมักน้อยกว่าหรือเท่ากับ 12.5 x 12.5 มิลลิเมตร โดยไม่พบวัสดุอื่นใดเจือปนขนาดใหญ่เกิน 5 มิลลิเมตร ซึ่งผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร

4.1.4 การเปรียบเทียบคุณภาพของวัสดุหมักที่พัฒนาขึ้นกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร

หลังจากวิเคราะห์คุณภาพของวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลที่พัฒนาครบทุกพารามิเตอร์แล้ว จึงนำค่าที่ได้มาเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร ผลการเปรียบเทียบดังตารางที่ 31

ตารางที่ 31 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพของวัสดุหมักกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร

สูตรที่ (A:B)	pH	MC (%)	OM (%)	(C/N) ratio	EC (dS/m)	TKN (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	Total NPK (%)	GI (%)	ขนาด (มม.)	สิ่งเจือปน (%)
1 (1:1)	5.85*	31.87	39.80*	71.10	0.13*	0.33	1.01*	10.57*	11.82*	101.28*	≤12.5*	-
2 (1:2)	5.58*	54.18	36.23*	326.63	0.13*	0.07	1.31*	10.37*	11.82*	101.24*	≤12.5*	-
3 (1:3)	5.49	39.14	35.87*	72.37	0.02*	0.29	1.52*	10.28*	12.04*	122.37*	≤12.5*	-
4 (2:1)	6.27*	57.15	40.77*	137.50	0.13*	0.18	1.89*	7.37*	9.43*	159.59*	≤12.5*	-
5 (2:2)	6.01*	63.20	33.90*	178.20	0.13*	0.11	1.88*	8.57*	10.68*	156.05*	≤12.5*	-
6 (2:3)	6.16*	43.96	39.20*	47.00	0.13*	0.49	1.31*	8.77*	10.43*	106.89*	≤12.5*	-
7 (3:1)	6.99*	41.17	42.60*	290.13	0.13*	0.08	1.30*	7.94*	9.33*	77.17*	≤12.5*	-
8 (3:2)	6.63*	52.53	36.10*	205.40	0.13*	0.10	1.52*	9.75*	11.39*	92.15*	≤12.5*	-
9 (3:3)	5.62*	55.10	34.90*	120.93	0.12*	0.17	0.74*	10.00*	10.89*	129.67*	≤12.5*	-
10 (1:0)	6.93*	28.63*	48.40*	244.13	0.13*	0.12	0.69*	11.36*	12.17*	190.19*	≤12.5*	-
11 (0:1)	6.52*	10.14*	46.40*	213.60	0.02*	0.13	0.59*	8.82*	9.49*	182.28*	≤12.5*	-
มาตรฐาน	**5.5-8.5**	**≤30**	**≥20**	**≤20 : 1**	**<6**	**≥1.0**	**≥0.5**	**≥0.5**	**>2**	**>80**	**≤12.5**	**≤5**

หมายเหตุ 1. เครื่องหมาย * หมายถึง เป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร และ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่พบ

2. A หมายถึง ขนไก่ และ B หมายถึง กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

จากตารางที่ 31 พบว่า วัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลที่พัฒนาขึ้นทุกสูตรไม่เป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร โดยมีค่า C/N ratio และ ความชื้น (MC) เกินมาตรฐาน และมีค่าไนโตรเจน (TKN) ต่ำกว่ามาตรฐาน ยังคงมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช โดยวัสดุหมักสูตรที่มีสัดส่วนของขนไก่มากกว่ามีแนวโน้มให้ค่า pH และ MC ใกล้เคียงค่ามาตรฐาน วัสดุหมักสูตรที่มีสัดส่วนระหว่างขนไก่กับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลเท่ากัน พบว่า เมื่อเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ส่วนใหญ่ เช่น EC, OM, pH เป็นไปตามมาตรฐาน แต่ MC C/N และ TKN ยังไม่ผ่านมาตรฐาน ในขณะที่วัสดุหมักสูตรที่มีสัดส่วนขนไก่ต่ำ มีแนวโน้มให้ค่า EC และ TKN ต่ำ ส่วน pH และ OM เป็นไปตามมาตรฐาน แต่ C/N ยังสูง และค่า P_2O_5 และ K_2O แม้จะเป็นไปตามมาตรฐานทั้งหมดแต่ระดับของ P_2O_5 และ K_2O ยังมีความแตกต่างกันตามสัดส่วนขนไก่และกากตะกอนจากโรงงานน้ำตาล โดยวัสดุหมักสูตรที่มีสัดส่วนขนไก่น้อย [สูตรที่ 2 (1:2) 3 (1:3) 6 (2:3)] มีแนวโน้มให้ค่า P_2O_5 สูง และ เมื่อเพิ่มสัดส่วนกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลในขณะที่ปริมาณขนไก่เท่าเดิม [สูตรที่ 1 (1:1) 2 (1:2) และ 3 (1:3)] มีแนวโน้มให้ค่า K_2O ลดลง ซึ่งเมื่อพิจารณาจากมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตรทุกพารามิเตอร์แล้ว พบว่า สูตรที่ 4 (2:1) และ 10 (1:0) มีค่าใกล้เคียงมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตรมากที่สุด (เป็นไปตามมาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร ยกเว้น C/N และ TKN) ในขณะที่สูตรที่ 6 (2:3) มีประมาณไนโตรเจน (TKN) สูงที่สุด ซึ่งอาจนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นปุ๋ยอินทรีย์ให้มีค่าเป็นไปตามมาตรฐานต่อไป ทั้งนี้ แม้วัสดุหมักทุกสูตรจะไม่เป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร แต่สามารถนำมาเป็นวัสดุปรับปรุงดินได้ เนื่องจากไม่มีความเป็นพิษต่อพืชและมีธาตุอาหารหลักตามที่พืชต้องการ

4.2 การทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุหมักต่อการเจริญเติบโตของพริกจินดา

หลังจากพัฒนาวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลแล้ว จึงนำวัสดุหมักที่ได้มาทดสอบประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของพริกจินดา จำนวน 3 ซ้ำ แบ่งเป็น 13 กลุ่ม [กลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม คือ ดินเปล่า (NC) และ ปุ๋ยทางการค้า (PC)] กลุ่มละ 3 ต้น รวมจำนวน 39 ต้น โดยแต่ละต้นผ่านการจับสลากเพื่อระบุว่าแต่ละต้นได้รับวัสดุหมักสูตรใด โดยใช้ระยะเวลาตั้งแต่ย้ายต้นกล้าลงปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิต 90 วัน ผลการศึกษา พบว่า พริกทุกต้นมีการเจริญเติบโตโดยไม่มีต้นตาย มีผลการทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลต่อการเจริญเติบโตของพริกจินดา ดังนี้

4.2.1 ด้านการเจริญเติบโตของต้นพริก

4.2.1.1 ความสูงของต้น

จากการศึกษาพบว่า ความสูงของต้นพริกจินดาที่ได้รับวัสดุหมักแต่ละสูตรต่างกัน มีความสูงเฉลี่ยอยู่ในช่วง 25.40-40.00 เซนติเมตร (Mean= 32.39 S.D. = 7.08 Max = 53.00 Min = 24.00) โดยพริกที่มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 10 (1:0) รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 6 (2:3) และน้อยที่สุดคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 8 (3:2) มีความสูงเฉลี่ยอยู่ที่ 40.00 37.33 และ 25.83 เซนติเมตร ตามลำดับ

4.2.1.2 เส้นรอบวงของลำต้น

จากการศึกษาพบว่า เส้นรอบวงของลำต้นพริกจินดาที่ได้รับวัสดุหมักแต่ละสูตรต่างกัน มีเส้นรอบวงเฉลี่ยอยู่ในช่วง 25.40-40.00 เซนติเมตร (Mean= 32.39 S.D. = 7.08 Max = 53.00 Min = 24.00) โดยต้นพริกที่มีเส้นรอบวงของลำต้นเฉลี่ยมากที่สุดคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 10 (1:0) รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 3 (1:3) และน้อยที่สุดคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 8 (3:2) มีเส้นรอบวงของลำต้นเฉลี่ยอยู่ที่ 2.10 2.00 และ 1.40 เซนติเมตร ตามลำดับ

4.2.1.3 จำนวนใบ

จากการศึกษาพบว่า จำนวนใบของพริกจินดาที่ได้รับวัสดุหมักแต่ละสูตรต่างกัน มีจำนวนใบเฉลี่ยอยู่ในช่วง 25.40-40.00 เซนติเมตร (Mean= 32.39 S.D. = 7.08 Max = 53.00 Min = 24.00) โดยต้นพริกที่มีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุดคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 3 (1:3) รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 4 (2:1) และน้อยที่สุดคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 6 (2:6) มีจำนวนใบเฉลี่ยอยู่ที่ 68.00 51.00 และ 1.00 ใบ ตามลำดับ

4.2.1.4 ความยาวของราก

จากการศึกษาพบว่า ความยาวของรากของพริกจินดาที่ได้รับวัสดุหมักแต่ละสูตรต่างกัน มีความยาวของรากเฉลี่ยอยู่ในช่วง 25.40-40.00 เซนติเมตร (Mean= 32.39 S.D. = 7.08 Max = 53.00 Min = 24.00) โดยต้นพริกที่มีความยาวของรากเฉลี่ยมากที่สุดคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 6 (2:3) รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 2 (1:2) และน้อยที่สุดคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 8 (3:2) เฉลี่ยอยู่ที่ 22.53 15.67 และ 6.50 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 32

ตารางที่ 32 การเจริญเติบโตของพริกจินดา (ระยะ 90 วัน)

สูตรที่ (A : B)	ความสูง (cm.)	เส้นรอบวง (cm.)	ความยาวราก (cm.)	จำนวนใบ (ใบ)
	(ค่าเฉลี่ย±S.D.)			
1 (1:1)	32.33±2.52	1.73±0.06	12.23±1.72	47.67±7.51
2 (1:2)	34.00±4.36	1.80±0.17	11.23±1.12	2.33±1.53
3 (1:3)	30.33±4.04	2.00±0.10	9.40±0.61	**68.00±8.54**
4 (2:1)	28.57±2.23	1.88±0.19	7.80±1.23	51.00±7.00
5 (2:2)	25.90±1.68	1.63±0.06	8.30±1.67	29.00±2.65
6 (2:3)	37.33±3.06	1.98±0.13	**22.53±6.44**	1.00±0.00
7 (3:1)	28.73±7.17	1.57±0.38	6.60±0.17	23.00±3.61
8 (3:2)	25.37±0.98	1.40±0.17	6.50±1.50	22.00±3.46
9 (3:3)	25.83±0.31	1.47±0.15	7.77±1.12	23.33±3.21
10 (1:0)	**40.00±1.00**	**2.10±0.17**	15.67±1.61	16.33±7.77
11 (0:1)	32.00±4.36	1.67±0.12	13.17±1.61	7.00±2.65
NC (ดินเปล่า)	34.00±5.57	1.77±0.06	12.33±2.25	4.67±3.21
PC (ปุ๋ยทางการค้า)	46.67±10.12	3.33±0.23	19.67±2.02	79.67±29.30

หมายเหตุ : A หมายถึง ขนไก่ และ B หมายถึง กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ของการเจริญเติบโตของพริกจินดา (90 วัน) โดยใช้สถิติ Games-Howell (unequal variances) พบว่า เมื่อได้รับวัสดุหมักที่แตกต่างกัน ส่งผลให้การเจริญเติบโต ด้านความสูงของต้น เส้นรอบวงของลำต้น ความยาวราก และจำนวนใบ ของพริกจินดาแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อย 1 คู่ (F = 5.63 23.30 14.29 และ 21.79 ตามลำดับ, df = 12, p≤.001 เท่ากัน) ผลการเปรียบเทียบรายคู่ดังตารางที่ 33 - 36

ตารางที่ 33 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ด้านความสูงของต้นพริกจินดา

A		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	B	1(1:1)	2(1:2)	3(1:3)	4(2:1)	5(2:2)	6(2:3)	7(3:1)	8(3:2)	9(3:3)	10(1:0)	11(0:1)	NC	PC
1	1(1:1)	—	-1.67	2.00	3.77	6.43	-5.00	3.60	6.97	6.50	-7.67	0.33	-1.67	-14.33
2	2(1:2)		—	3.67	5.43	8.10	-3.33	5.27	8.63	8.17	-6.00	2.00	0.00	-12.67
3	3(1:3)			—	1.77	4.43	-7.00	1.60	4.97	4.50	-9.67	-1.67	-3.67	-16.33
4	4(2:1)				—	2.67	-8.77	-0.167	3.20	2.73	-11.43*	-3.43	-5.43	-18.10
5	5(2:2)					—	-11.43	-2.83	0.53	0.07	-14.10**	-6.10	-8.10	-20.77
6	6(2:3)						—	8.60	11.98	11.50	-2.67	5.33	3.33	-9.33
7	7(3:1)							—	3.37	2.90	-11.27	-3.27	-5.27	-17.93
8	8(3:2)								—	-0.47	-14.63***	-6.63	-8.63	-21.30
9	9(3:3)									—	-14.17**	-6.17	-8.17	-20.83
10	10(1:0)										—	8.00	6.00	-6.67
11	11(0:1)											—	-2.00	-14.67
12	NC												—	-12.67
13	PC													—

หมายเหตุ : 1. ค่าที่แสดงในตารางคือค่า Mean different โดยค่า * หมายถึง p≤.05, ** หมายถึง p≤.01 และ *** p≤.001

2. A หมายถึง พริกกลุ่มที่, B หมายถึง สูตรวัสดุหมักที่ใส่ในพริกแต่ละกลุ่ม, NC หมายถึง Negative Control (ดินเปล่า) และ PC หมายถึง Positive Control (ปุ๋ยทางการค้า)

ตารางที่ 34 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ด้านเส้นรอบวงของต้นพริกจินดา

A		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	B	1(1:1)	2(1:2)	3(1:3)	4(2:1)	5(2:2)	6(2:3)	7(3:1)	8(3:2)	9(3:3)	10(1:0)	11(0:1)	NC	PC
1	1(1:1)	—	-0.07	-0.27	-0.15	0.10	-0.25	0.17	0.33	0.27	-0.37	0.07	-0.03	-1.60*
2	2(1:2)		—	-0.20	-0.08	0.17	-0.18	0.23	0.40	0.33	-0.30	0.13	0.03	-1.53*
3	3(1:3)			—	0.12	0.37	0.017	0.43	0.60	0.53	-0.10	0.33	0.23	-1.33*
4	4(2:1)				—	0.25	-0.10	0.32	0.48	0.42	-0.22	0.22	0.12	-1.45*
5	5(2:2)					—	-0.35	0.07	0.23	0.17	-0.47	-0.03	-0.13	-1.70*
6	6(2:3)						—	0.42	0.58	0.52	-0.12	0.32	0.22	-1.35*
7	7(3:1)							—	0.17	0.10	-0.53	-0.10	-0.20	-1.77*
8	8(3:2)								—	-0.07	-0.70	-0.27	-0.37	-1.93**
9	9(3:3)									—	-0.63	-0.20	-0.30	-1.87**
10	10(1:0)										—	0.43	0.33	-1.23*
11	11(0:1)											—	-0.10	-1.67*
12	NC												—	-1.57*
13	PC													—

หมายเหตุ : 1. ค่าที่แสดงในตารางคือค่า Mean different โดยค่า * หมายถึง p≤.05, ** หมายถึง p≤.01 และ *** p≤.001

2. A หมายถึง พริกกลุ่มที่, B หมายถึง สูตรวัสดุหมักที่ใส่ในพริกแต่ละกลุ่ม, NC หมายถึง Negative Control (ดินเปล่า) และ PC หมายถึง Positive Control (ปุ๋ยทางการค้า)

ตารางที่ 35 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ด้านความความยาวของรากพริกจินดา

A		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	B	1(1:1)	2(1:2)	3(1:3)	4(2:1)	5(2:2)	6(2:3)	7(3:1)	8(3:2)	9(3:3)	10(1:0)	11(0:1)	NC	PC
1	1(1:1)	—	1.00	2.83	4.43	3.93	-10.3	5.63	5.73	4.47	-3.43	-0.93	-0.10	-7.43
2	2(1:2)		—	1.83	3.43	2.93	-11.3	4.63	4.73	3.47	-4.43	-1.93	-1.10	-8.43
3	3(1:3)			—	1.60	1.10	-13.1	2.80	2.90	1.63	-6.27	-3.77	-2.93	-10.27
4	4(2:1)				—	-0.50	-14.7	1.20	1.30	0.03	-7.87*	-5.37	-4.53	-11.87*
5	5(2:2)					—	-14.2	1.70	1.80	0.53	-7.37	-4.87	-4.03	-11.37*
6	6(2:3)						—	15.93	16.03	14.77	6.87	9.37	10.20	2.87
7	7(3:1)							—	0.10	-1.17	-9.07	-6.57	-5.73	-13.07*
8	8(3:2)								—	-1.27	-9.17*	-6.67	-5.83	-13.17*
9	9(3:3)									—	-7.90*	-5.40	-4.57	-11.90*
10	10(1:0)										—	2.50	3.33	-4.00
11	11(0:1)											—	0.83	-6.50
12	NC												—	-7.33
13	PC													—

หมายเหตุ : 1. ค่าที่แสดงในตารางคือค่า Mean different โดยค่า * หมายถึง p≤.05, ** หมายถึง p≤.01 และ *** p≤.001

2. A หมายถึง พริกกลุ่มที่, B หมายถึง สูตรวัสดุหมักที่ใส่ในพริกแต่ละกลุ่ม, NC หมายถึง Negative Control (ดินเปล่า) และ PC หมายถึง Positive Control (ปุ๋ยทางการค้า)

ตารางที่ 36 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ด้านจำนวนใบของพริกจินดา

A		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	B	1(1:1)	2(1:2)	3(1:3)	4(2:1)	5(2:2)	6(2:3)	7(3:1)	8(3:2)	9(3:3)	10(1:0)	11(0:1)	NC	PC
1	1(1:1)	—	45.30*	-20.30	-3.33	18.70	46.67*	24.67	25.67	24.33	31.33	40.67*	43.00*	-32.00
2	2(1:2)		—	-65.70*	-48.67*	-26.70**	1.33	-20.67*	-19.67*	-21.00*	-14.00	-4.67	-2.33	-77.30
3	3(1:3)			—	17.00	39.00	67.00*	45.00*	46.00*	44.67*	51.67*	61.00*	63.33*	-11.70
4	4(2:1)				—	22.00	50.00*	28.00	29.00	27.67	34.67	44.00*	46.33*	-28.70
5	5(2:2)					—	28.00*	6.00	7.00	5.67	12.67	22.00**	24.33**	-50.70
6	6(2:3)						—	-22.00	-21.00	-22.33*	-15.33	-6.00	-3.67	-78.70
7	7(3:1)							—	1.00	-0.33	6.67	16.00	18.33*	-56.70
8	8(3:2)								—	-1.33	5.67	15.00	17.33*	-57.70
9	9(3:3)									—	7.00	16.33*	18.67*	-56.30
10	10(1:0)										—	9.33	11.67	-63.30
11	11(0:1)											—	2.33	-72.70
12	NC												—	-75.00
13	PC													—

หมายเหตุ : 1. ค่าที่แสดงในตารางคือค่า Mean different โดยค่า * หมายถึง p≤.05, ** หมายถึง p≤.01 และ *** p≤.001

2. A หมายถึง พริกกลุ่มที่, B หมายถึง สูตรวัสดุหมักที่ใส่ในพริกแต่ละกลุ่ม, NC หมายถึง Negative Control (ดินเปล่า) และ PC หมายถึง Positive Control (ปุ๋ยทางการค้า)

จากผลการเปรียบเทียบรายคู่ตามตารางที่ 33 - 36 พบว่า พริกจินดาที่ได้รับวัสดุหมักทีแตกต่างกัน มีค่าการเจริญเติบโตแตกต่างกัน ดังนี้

ด้านความสูงของต้น พริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 10 (1:0) มีความสูงมากกว่าพริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 4 (2:1) 5 (2:2) 8 (3:2) และ 9 (3:3) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และไม่แตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม ($p > 0.05$)

ด้านเส้นรอบวงของต้น พริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 1 - 11 มีเส้นรอบวงของต้นไม่แตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่แตกต่างจากชุดควบคุมทางการค้า (PC) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ด้านความยาวของราก พริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 10 (1:0) มีความยาวของรากมากกว่าพริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 4 (2:1) 8 (3:2) และ 9 (3:3) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม พบว่าพริกกลุ่มที่ได้รับปุ๋ยทางการค้า (PC) มีความยาวของรากมากกว่าพริกกลุ่มที่ได้รับปุ๋ยสูตร 4 (2:1) 5 (2:2) 7 (3:1) และ 8 (3:2) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ด้านจำนวนใบ พริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 1 (1:1) มีจำนวนใบมากว่าพริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 2 (1:2) 6 (2:3) และ 11 (0:1) พริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 2 (1:2) มีจำนวนใบน้อยกว่าพริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 3 (1:3) 4 (2:1) 5 (2:2) 7 (3:1) 8 (3:2) และ 9 (3:3) พริกที่ได้รับวัสดุหมักกลุ่มที่ 3 (1:3) มีจำนวนใบมากกว่าพริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 6 (2:3) 7 (3:1) 8 (3:2) 9 (3:3) 10 (1:0) และ 11 (0:1) พริกที่ได้รับวัสดุหมักกลุ่มที่ 4 (2:1) และ 5 (2:2) มีจำนวนใบมากกว่าพริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 6 (2:3) และ 11 (0:1) พริกที่ได้รับวัสดุหมักกลุ่มที่ 6 (2:3) มีจำนวนใบน้อยกว่าพริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 9 (3:3) พริกที่ได้รับวัสดุหมักกลุ่มที่ 9 (3:3) มีจำนวนใบมากกว่าพริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตร 11 (0:1) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม พบว่า พริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 1 (1:1) 3 (1:3) 4 (2:1) 5 (2:2) 7 (3:1) 8 (3:2) และ 9 (3:3) มีจำนวนใบมากกว่าพริกกลุ่มที่ปลูกด้วยดินเปล่า (NC) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วน พริกที่ได้รับปุ๋ยสูตรทางการค้า (PC) มีจำนวนใบไม่แตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) กับวัสดุหมักทุกสูตร

4.2.2 ด้านผลผลิตของพริกจินดา

4.2.2.1 จำนวนผล

จากการศึกษาพบว่า พริกจินดาที่ได้รับวัสดุหมักแต่ละสูตรต่างกัน พบว่า มีจำนวนผลเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.33 - 13.33 ผล (Mean= 5.97 S.D. = 4.27 Max = 1.00 Min = 17.00) โดยพริกกลุ่มที่มีจำนวนผลเฉลี่ยมากที่สุดคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 6 (2:3) รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 10 (1:0) และน้อยที่สุดคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 5 มีจำนวนผลเฉลี่ยอยู่ที่ 12.00 10.00 และ 2.33 ผล ตามลำดับ

4.2.2.2 ความยาวของผล

จากการศึกษาพบว่า ความยาวของผลพริกจินดาที่ได้รับวัสดุหมักแต่ละสูตรต่างกัน มีความยาวเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.21 - 3.79 เซนติเมตร (Mean= 3.03 S.D. = 1.00 Max = 6.00 Min = 0.80) โดยพริกที่มีความยาวเฉลี่ยมากที่สุดคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 1 (1:1) รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 7 (3:1) และน้อยที่สุดคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 11 มีความยาวของผลเฉลี่ยอยู่ที่ 3.79 3.12 และ 2.21 เซนติเมตร ตามลำดับ

4.2.2.3 เส้นรอบวงของผล

จากการศึกษาพบว่า เส้นรอบวงของผลพริกจินดาที่ได้รับวัสดุหมักแต่ละสูตรต่างกัน พบว่า มีเส้นรอบวงเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.30 - 3.04 เซนติเมตร (Mean= 2.36 S.D. = 0.57 Max = 3.60 Min = 1.00) โดยต้นพริกที่มีเส้นรอบวงของผลเฉลี่ยมากที่สุดคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 1 (1:1) ทางการค้า (PC) รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 6 (2:3) และน้อยที่สุดคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 2 (1:2) และ 9 (3:3) มีเส้นรอบวงของผลเฉลี่ยอยู่ที่ 3.00 2.85 และ 2.30 เซนติเมตร ตามลำดับ

4.2.2.4 น้ำหนักผลสด

จากการศึกษาพบว่า น้ำหนักผลสดของพริกจินดาที่ได้รับวัสดุหมักแต่ละสูตรต่างกัน พบว่า มีน้ำหนักผลสดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.36 - 23.82 กรัม (Mean= 6.49 S.D. = 6.58 Max = 0.15 Min = 25.33) โดยพริกที่มีน้ำหนักผลสดเฉลี่ยมากที่สุดคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 6 (2:3) รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 10 (1:0) และน้อยที่สุดคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 9 (3:3) มีน้ำหนักผลสดเฉลี่ยอยู่ที่ 13.80 10.59 และ 1.36 กรัม ตามลำดับ

4.2.2.5 น้ำหนักผลแห้ง

จากการศึกษาพบว่า น้ำหนักแห้งสดของพริกจินดาที่ได้รับวัสดุหมักแต่ละสูตรต่างกัน พบว่า มีน้ำหนักแห้งสดเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.29 - 20.14 กรัม (Mean= 4.80 S.D. = 5.66 Max = 0.04 Min = 20.70) โดยพริกที่มีน้ำหนักผลแห้งเฉลี่ยมากที่สุดคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 6 (2:3) รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 10 (1:0) และน้อยที่สุดคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 9 (3:3) มีน้ำหนักผลแห้งเฉลี่ยอยู่ที่ 11.36 7.95 และ 1.29 กรัม ตามลำดับ

4.2.2.6 Biomass

จากการศึกษาพบว่า Biomass ของพริกจินดาที่ได้รับวัสดุหมักแต่ละสูตรต่างกัน พบว่า มี Biomass อยู่ในช่วงร้อยละ 24.99 - 94.71 (Mean= 67.73 S.D. = 23.03 Max = 98.33 Min = 2.37) โดยพริกที่มี Biomass เฉลี่ยมากที่สุดคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 9 (3:3) รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 5 (2:2) และน้อยที่สุดคือกลุ่มที่ไม่ได้ใส่วัสดุหมักสูตรที่ 3 (1:3) มี Biomass เฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 94.71 83.31 และ 51.33 ตามลำดับ ดังตารางที่ 39

ผลการเปรียบเทียบแตกต่างของผลผลิตพริกจินดา (90 วัน) พบว่า เมื่อได้รับวัสดุหมักที่แตกต่างกันส่งผลให้ผลผลิต ด้านจำนวนผล ความยาวของผล เส้นรอบวงของผล น้ำหนักผลสด น้ำหนักผลแห้ง และ Biomass ของพริกจินดา แต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างน้อย 1 คู่ (F = 6.36 3.39 4.77 16.33 17.59 และ 4.65 ตามลำดับ, df = 12, p = ≤.001 เท่ากัน) ผลการเปรียบเทียบรายคู่ดังตารางที่ 37 - 43

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ตารางที่ 37 ผลผลิตของพริกจินดา (90 วัน)

สูตรที่ (A : B)	จำนวนผล (ผล)	ความยาวผล (cm.)	เส้นรอบวงผล (cm.)	น้ำหนักผลสด (กรัม)	น้ำหนักผลแห้ง (กรัม)	Biomass (ร้อยละ)
	(ค่าเฉลี่ย±S.D.)					
1 (1:1)	3.67±2.08	**3.79±0.51**	**3.00±0.30**	4.79±2.47	2.30±2.40	40.12±22.73
2 (1:2)	4.67±0.58	3.07±1.16	2.30±0.58	4.99±2.90	3.33±2.95	59.18±29.10
3 (1:3)	7.00±3.61	3.09±1.02	2.31±0.84	6.94±3.76	3.71±2.24	51.33±5.84
4 (2:1)	7.33±2.31	2.83±0.61	2.63±0.41	4.01±3.19	2.94±2.47	75.08±9.94
5 (2:2)	2.33±1.16	2.70±0.70	2.49±0.71	1.97±1.64	1.60±1.27	83.31±7.97
6 (2:3)	**12.00±2.65**	3.32±0.99	2.85±0.19	**13.80±4.43**	**11.36±3.78**	82.07±3.12
7 (3:1)	3.33±0.58	3.12±0.36	2.61±0.26	3.05±0.32	2.04±0.33	66.61±4.87
8 (3:2)	3.33±2.08	2.87±0.43	2.40±0.44	2.07±1.67	1.52±1.22	77.79±12.25
9 (3:3)	3.33±1.53	2.71±0.82	2.30±0.55	1.36±1.03	1.29±0.99	**94.71±3.93**
10 (1:0)	10.00±6.56	2.66±1.29	2.48±0.55	10.59±4.84	7.95±4.08	73.64±5.19
11 (0:1)	6.00±2.00	2.21±0.71	2.41±0.54	5.14±2.32	3.61±2.16	67.06±10.57
NC (ดินเปล่า)	1.33±0.58	3.68±1.08	2.98±0.17	1.79±0.85	0.63±1.00	24.99±36.03
PC (ปุ๋ยทางการค้า)	13.33±1.53	3.46±1.05	3.04±0.56	23.82±1.31	20.14±0.54	84.63±2.63

หมายเหตุ : A หมายถึง ขนไก่ และ B หมายถึง กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

ตารางที่ 38 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของจำนวนผล

A		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	B	1(1:1)	2(1:2)	3(1:3)	4(2:1)	5(2:2)	6(2:3)	7(3:1)	8(3:2)	9(3:3)	10(1:0)	11(0:1)	NC	PC
1	1(1:1)	—	-1.00	-3.33	-3.67	1.33	-8.33	0.33	0.33	0.33	-6.33	-2.33	2.33	-9.67*
2	2(1:2)		—	-2.33	-2.67	2.33	-7.33	1.33	1.33	1.33	-5.33	-1.33	3.33*	-8.67*
3	3(1:3)			—	-0.33	4.67	-5.00	3.67	3.67	3.67	-3.00	1.00	5.67	-6.33
4	4(2:1)				—	5.00	-4.67	4.00	4.00	4.00	-2.67	1.33	6.00	-6.00
5	5(2:2)					—	-9.67	-1.00	-1.00	-1.00	-7.67	-3.67	1.00	-11.00**
6	6(2:3)						—	8.67	8.67	8.67	2.00	6.00	10.67	-1.33
7	7(3:1)							—	0.00	0.00	-6.67	-2.67	2.00	-10.00*
8	8(3:2)								—	0.00	-6.67	-2.67	2.00	-10.00*
9	9(3:3)									—	-6.67	-2.67	2.00	-10.00*
10	10(1:0)										—	4.00	8.67	-3.33
11	11(0:1)											—	4.67	-7.33
12	NC												—	-12.00*
13	PC													—

หมายเหตุ : 1. ค่าที่แสดงในตารางคือค่า Mean different โดยค่า * หมายถึง p≤.05, ** หมายถึง p≤.01 และ *** p≤.001

2. A หมายถึง พริกกลุ่มที่, B หมายถึง สูตรวัสดุหมักที่ใส่ในพริกแต่ละกลุ่ม, NC หมายถึง Negative Control (ดินเปล่า) และ PC หมายถึง Positive Control (ปุ๋ยทางการค้า)

ตารางที่ 39 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของความยาวของผล

A		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	B	1(1:1)	2(1:2)	3(1:3)	4(2:1)	5(2:2)	6(2:3)	7(3:1)	8(3:2)	9(3:3)	10(1:0)	11(0:1)	NC	PC
1	1(1:1)	—	0.72	0.70	0.96**	1.09	0.47	0.67	0.92*	1.08	1.13*	1.59***	0.12	0.33
2	2(1:2)		—	-0.02	0.24	0.37	-0.25	-0.05	0.20	0.36	0.41	0.87	-0.60	-0.39
3	3(1:3)			—	0.26	0.39	-0.23	-0.03	0.22	0.38	0.43	0.89	-0.59	-0.37
4	4(2:1)				—	0.13	-0.49	-0.29	-0.04	0.12	0.16	0.62	-0.85	-0.63
5	5(2:2)					—	-0.62	-0.42	-0.17	-0.01	0.04	0.49	-0.98	-0.76
6	6(2:3)						—	0.20	0.45	0.61	0.65	1.11**	-0.36	-0.14
7	7(3:1)							—	0.25	0.41	0.46	0.91**	-0.56	-0.34
8	8(3:2)								—	0.16	0.21	0.66	-0.81	-0.59
9	9(3:3)									—	0.05	0.50	-0.97	-0.75
10	10(1:0)										—	0.46	-1.01	-0.80
11	11(0:1)											—	-1.47	-1.25***
12	NC												—	0.22
13	PC													—

หมายเหตุ : 1. ค่าที่แสดงในตารางคือค่า Mean different โดยค่า * หมายถึง p≤.05, ** หมายถึง p≤.01 และ *** p≤.001

2. A หมายถึง พริกกลุ่มที่, B หมายถึง สูตรวัสดุหมักที่ใส่ในพริกแต่ละกลุ่ม, NC หมายถึง Negative Control (ดินเปล่า) และ PC หมายถึง Positive Control (ปุ๋ยทางการค้า)

ตารางที่ 40 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของเส้นรอบวงของผล

A		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	B	1(1:1)	2(1:2)	3(1:3)	4(2:1)	5(2:2)	6(2:3)	7(3:1)	8(3:2)	9(3:3)	10(1:0)	11(0:1)	NC	PC
1	1(1:1)	—	0.70*	0.69	0.37	0.51	0.15	0.65	0.60	0.70	0.52*	0.59*	0.03	-0.04
2	2(1:2)		—	-0.01	-0.33	-0.19	-0.55	-0.05	-0.10	0.00	-0.18	-0.11	-0.68	-0.74*
3	3(1:3)			—	-0.32	-0.17	-0.54	-0.04	-0.09	0.01	-0.17	-0.10	-0.66	-0.72
4	4(2:1)				—	0.15	-0.22	0.28	0.23	0.33	0.15	0.22	-0.34	-0.41
5	5(2:2)					—	-0.36	0.14	0.09	0.19	0.00	0.07	-0.49	-0.55
6	6(2:3)						—	0.50	0.45	0.55	0.37	0.44	-0.13	-0.19
7	7(3:1)							—	-0.05	0.05	-0.13	-0.06	-0.63	-0.69
8	8(3:2)								—	0.10	-0.08	-0.01	-0.58	-0.64
9	9(3:3)									—	-0.18	-0.11	-0.68	-0.74
10	10(1:0)										—	0.07	-0.49	-0.55*
11	11(0:1)											—	-0.56	-0.63*
12	NC												—	-0.06
13	PC													—

หมายเหตุ : 1. ค่าที่แสดงในตารางคือค่า Mean different โดยค่า * หมายถึง p≤.05, ** หมายถึง p≤.01 และ *** p≤.001

2. A หมายถึง พริกกลุ่มที่, B หมายถึง สูตรวัสดุหมักที่ใส่ในพริกแต่ละกลุ่ม, NC หมายถึง Negative Control (ดินเปล่า) และ PC หมายถึง Positive Control (ปุ๋ยทางการค้า)

ตารางที่ 41 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของน้ำหนักผลสด

A		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	B	1(1:1)	2(1:2)	3(1:3)	4(2:1)	5(2:2)	6(2:3)	7(3:1)	8(3:2)	9(3:3)	10(1:0)	11(0:1)	NC	PC
1	1(1:1)	—	-0.20	-2.14	0.78	2.83	-9.01	1.74	2.72	3.43	-5.79	-0.35	3.00	-19.00*
2	2(1:2)		—	-1.95	0.98	3.02	-8.81	1.94	2.92	3.63	-5.60	-0.15	3.20	-18.80*
3	3(1:3)			—	2.93	4.97	-6.87	3.88	4.86	5.57	-3.65	1.80	5.15	-16.90
4	4(2:1)				—	2.04	-9.79	0.96	1.94	2.65	-6.58	-1.13	2.22	-19.80*
5	5(2:2)					—	-11.84	-1.09	-0.11	0.60	-8.62	-3.17	0.18	-21.90***
6	6(2:3)						—	10.75	11.73	12.44	3.22	8.66	12.01	-10.00
7	7(3:1)							—	0.98	1.69	-7.53	-2.09	1.26	-20.80**
8	8(3:2)								—	0.71	-8.51	-3.07	0.28	-21.80**
9	9(3:3)									—	-9.22	-3.78	-0.43	-22.50***
10	10(1:0)										—	5.45	8.80	-13.20
11	11(0:1)											—	3.35	-18.70**
12	NC												—	-22.00***
13	PC													—

หมายเหตุ : 1. ค่าที่แสดงในตารางคือค่า Mean different โดยค่า * หมายถึง p≤.05, ** หมายถึง p≤.01 และ *** p≤.001

2. A หมายถึง พริกกลุ่มที่, B หมายถึง สูตรวัสดุหมักที่ใส่ในพริกแต่ละกลุ่ม, NC หมายถึง Negative Control (ดินเปล่า) และ PC หมายถึง Positive Control (ปุ๋ยทางการค้า)

ตารางที่ 42 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของน้ำหนักผลแห้ง

A		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	B	1(1:1)	2(1:2)	3(1:3)	4(2:1)	5(2:2)	6(2:3)	7(3:1)	8(3:2)	9(3:3)	10(1:0)	11(0:1)	NC	PC
1	1(1:1)	—	-1.04	-1.41	-0.64	0.70	-9.06	0.26	0.78	1.01	-5.65	-1.31	1.67	-17.84*
2	2(1:2)		—	-0.37	0.39	1.73	-8.02	1.29	1.81	2.04	-4.61	-0.28	2.70	-16.81
3	3(1:3)			—	0.77	2.11	-7.65	1.67	2.19	2.42	-4.24	0.10	3.08	-16.43*
4	4(2:1)				—	1.34	-8.42	0.90	1.42	1.65	-5.01	-0.67	2.31	-17.20*
5	5(2:2)					—	-9.76	-0.44	0.08	0.31	-6.35	-2.01	0.97	-18.54**
6	6(2:3)						—	9.32	9.84	10.07	3.41	7.75	10.73	-8.78
7	7(3:1)							—	0.52	0.75	-5.91	-1.57	1.41	-18.10***
8	8(3:2)								—	0.23	-6.43	-2.09	0.89	-18.62**
9	9(3:3)									—	-6.66	-2.32	0.66	-18.85**
10	10(1:0)										—	4.34	7.32	-12.19
11	11(0:1)											—	2.98	-16.53*
12	NC												—	-19.51**
13	PC													—

หมายเหตุ : 1. ค่าที่แสดงในตารางคือค่า Mean different โดยค่า * หมายถึง p≤.05, ** หมายถึง p≤.01 และ *** p≤.001

2. A หมายถึง พริกกลุ่มที่, B หมายถึง สูตรวัสดุหมักที่ใส่ในพริกแต่ละกลุ่ม, NC หมายถึง Negative Control (ดินเปล่า) และ PC หมายถึง Positive Control (ปุ๋ยทางการค้า)

ตารางที่ 43 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของ Biomass

A		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	B	1(1:1)	2(1:2)	3(1:3)	4(2:1)	5(2:2)	6(2:3)	7(3:1)	8(3:2)	9(3:3)	10(1:0)	11(0:1)	NC	PC
1	1(1:1)	—	-19.10	-11.21	-35.0	-43.19	-41.95	-26.49	-37.67	-54.60	-33.52	-26.94	15.10	-44.51
2	2(1:2)		—	7.86	-15.9	-24.13	-22.89	-7.43	-18.60	-35.50	-14.46	-7.88	34.20	-25.45
3	3(1:3)			—	-23.8	-31.98	-30.74*	-15.28	-26.46	-43.40**	-22.32	-15.73	26.30	-33.30*
4	4(2:1)				—	-8.23	-6.99	8.47	-2.71	-19.60	1.43	8.02	50.10	-9.55
5	5(2:2)					—	1.24	16.70	5.52	-11.40	9.67	16.25	58.30	-1.32
6	6(2:3)						—	15.46	4.28	-12.60	8.43	15.01	57.10	-2.56
7	7(3:1)							—	-11.18	-28.1*	-7.03	-0.45	41.60	-18.02
8	8(3:2)								—	-16.90	4.14	10.73	52.80	-6.84
9	9(3:3)									—	21.07	27.65	69.70	10.08
10	10(1:0)										—	6.58	48.70	-10.99
11	11(0:1)											—	42.10	-17.57
12	NC												—	-59.64
13	PC													—

หมายเหตุ : 1. ค่าที่แสดงในตารางคือค่า Mean different โดยค่า * หมายถึง p≤.05, ** หมายถึง p≤.01 และ *** p≤.001

2. A หมายถึง พริกกลุ่มที่, B หมายถึง สูตรวัสดุหมักที่ใส่ในพริกแต่ละกลุ่ม, NC หมายถึง Negative Control (ดินเปล่า) และ PC หมายถึง Positive Control (ปุ๋ยทางการค้า)

จากผลการเปรียบเทียบรายคู่ตามตารางที่ 37 - 43 พบว่า พริกจินดาที่ได้รับวัสดุหมักทีแตกต่างกัน มีผลผลิตของพริกจินดา ดังนี้

ด้านจำนวนผล ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ระหว่างกลุ่มพริกที่ได้รับวัสดุหมักทั้ง 11 สูตร เมื่อเทียบกับชุดควบคุม พบว่า พริกที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 2 (1:2) มีจำนวนผลมากกว่าพริกกลุ่มที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย (NC) และพริกที่ได้รับปุ๋ยสูตรทางการค้า (PC) มีจำนวนผลมากกว่าพริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 1 (1:1) 2 (1:2) 5 (2:2) 8 (3:2) 9 (3:3) 10 (1:0) และ NC อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ด้านความยาวของผล พริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 1 (1:1) มีความยาวของผลมากกว่าพริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 4 (2:1) 8 (3:2) 10 (1:0) และ 11 (0:1) พริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 6 (2:3) และ 7 (3:3) มีความยาวของผลมากกว่าพริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 11 (0:1) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม พบว่า พริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 11 (0:1) มีความยาวของผลน้อยกว่าพริกกลุ่มที่ได้รับปุ๋ยสูตรทางการค้า (PC) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05) แต่ไม่แตกต่างระหว่าง PC และ NC

ด้านเส้นรอบวงของผล พริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 1 (1:1) มีเส้นรอบวงของผลมากกว่าพริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 2 (1:2) 10 (1:0) และ 11 (0:1) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม พบว่า พริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 2 (1:2) 10 (1:0) และ 11 (0:1) มีเส้นรอบวงของผลน้อยกว่าพริกกลุ่มที่ได้รับปุ๋ยสูตรทางการค้า (PC) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05) แต่ไม่แตกต่างระหว่าง PC และ NC

ด้านน้ำหนักผลสด ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ระหว่างกลุ่มพริกที่ได้รับวัสดุหมักทั้ง 11 สูตร เมื่อเทียบกับชุดควบคุม พบว่า พริกกลุ่มที่ได้รับกลุ่มที่ได้รับปุ๋ยสูตรทางการค้า (PC) มีน้ำหนักผลสดมากกว่าพริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักทุกสูตรยกเว้นสูตรที่ 3 (1:3) 6 (2:3) และ 10 (1:0) ในขณะที่ NC มีน้ำหนักผลสดน้อยกว่าปุ๋ยสูตรทางการค้า (PC) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ด้านน้ำหนักผลแห้ง ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ระหว่างกลุ่มพริกที่ได้รับวัสดุหมักทั้ง 11 สูตร เมื่อเทียบกับชุดควบคุม พบว่า พริกกลุ่มที่ได้รับกลุ่มที่ได้รับปุ๋ยสูตรทางการค้า (PC) มีน้ำหนักผลแห้งมากกว่าพริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักทุกสูตรยกเว้นสูตรที่ 2 (1:2) 6 (2:3) และ 10 (1:0) ในขณะที่ NC มีน้ำหนักผลแห้งน้อยกว่าปุ๋ยสูตรทางการค้า (PC) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ด้าน Biomass พริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 3 (1:3) มี Biomass น้อยกว่าพริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 6 (2:3) 9 (3:3) และ พริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 7 (3:1) มี biomass น้อยกว่าพริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 9 (3:3) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม พบว่า ปุ๋ยสูตรทางการค้า (PC) มี biomass มากกว่าวัสดุหมักสูตรที่ 3 (1:3) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) แต่ไม่แตกต่างระหว่าง PC และ NC

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาวัสดุปรับปรุงดินจากขนไก่ผสมกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลต่อการเจริญของต้นพริกจินดา” ใช้รูปแบบการวิจัยแบบสุ่มสมบูรณ์ (complete randomized design : CRD) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำขนไก่มาหมักร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลเพื่อพัฒนาเป็นปุ๋ยอินทรีย์ คุณภาพ และประสิทธิภาพของวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน ต่อการเจริญเติบโตของพริกจินดา วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS นำเสนอข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เปรียบเทียบคุณภาพของวัสดุหมักก่อน (Day 0) และหลัง (Day 90) โดยใช้สถิติ Paired Samples T test และวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้สถิติ F-test วิเคราะห์แบบ One-way ANOVA เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างด้านคุณภาพและประสิทธิภาพวัสดุหมักที่พัฒนาขึ้นต่อการเจริญของพริกจินดา และเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ (Post-Hoc Test) ด้วยวิธีของ Games-Howell (unequal variances) กำหนดค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 สรุปและอภิปรายผล ดังนี้

5.1 สรุปคุณสมบัติของวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล และผลการเปรียบเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร

5.2 สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลต่อการเจริญของพริกจินดา

5.3 อภิปรายผลการทดลอง

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปคุณภาพของวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลและผลการเปรียบเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร

เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมัก พบว่า สูตรที่มีค่า pH ดีที่สุดคือสูตรที่ 7 (3:1) เท่ากับ 6.99 สูตรที่มีค่าความชื้นดีที่สุดคือสูตรที่ 11 (0:1) ร้อยละ 10.14 สูตรที่มีปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) สูง

ที่สุดคือสูตรที่ 10 (1:0) ร้อยละ 48.40 สูตรที่มีสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนดีที่สุดคือสูตรที่ 6 (2:3) เท่ากับ 47:1 ทุกสูตรมีค่าการนำไฟฟ้าใกล้เคียงกัน เท่ากับ 0.13 dS/m สูตรที่มีการย่อยสลายสมบูรณ์ (GI) ดีที่สุดคือสูตรที่ 10 (1:0) ร้อยละ 190.19 ทุกสูตรมีขนาดน้อยกว่าหรือเท่ากับ 12.5 มิลลิเมตร และไม่พบสิ่งเจือปน สูตรที่มีปริมาณไนโตรเจนรวม (TKN) สูงที่สุดคือสูตรที่ 6 (2:3) ร้อยละ 0.49 สูตรที่มีปริมาณฟอสฟอรัส (P_2O_5) สูงที่สุดคือสูตรที่ 4 (2:1) ร้อยละ 1.89 และสูตรที่มีปริมาณโพแทสเซียม (K_2O) สูงที่สุดคือสูตรที่ 10 (1:0) ร้อยละ 12.17 โดยสัดส่วนของขนไก่กับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลที่แตกต่างกัน ส่งผลให้คุณภาพของวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) อย่างน้อย 1 คู่ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพของวัสดุหมักกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ปริมาณฟอสฟอรัส (P_2O_5) ปริมาณโพแทสเซียม (K_2O) การย่อยสลายที่สมบูรณ์ (GI) ขนาดและสิ่งเจือปนของวัสดุหมักทุกสูตรเป็นไปตามมาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร ส่วน ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ส่วนใหญ่มีค่าเป็นไปตามมาตรฐานยกเว้นสูตรที่ 3 (1:3) ที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร ปริมาณความชื้น (MC) มีเพียงสูตรที่ 10 (1:0) และ 11 (0:1) ที่มีค่าเป็นไปตามมาตรฐาน สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) และปริมาณไนโตรเจน (TKN) ของทุกสูตรไม่เป็นไปตามมาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร ดังนั้น วัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล จึงไม่ใช่ปุ๋ยอินทรีย์ตามมาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร แต่มีคุณสมบัติเป็นวัสดุปรับปรุงดิน โดยสูตรที่ 4 (2:1) 6 (2:3) และ 10 (1:0) มีค่าใกล้เคียงมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตรมากที่สุด ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดให้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีค่าเป็นไปตามมาตรฐาน ต่อไป

5.2 สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลต่อการเจริญของพริกจินดา

5.2.1 ด้านการเจริญเติบโต จากการทดลองพบว่า เมื่อพริกจินดาที่มีอายุครบ 90 วัน นับจากวันย้าย ต้นกล้าลงปลูกในกระถางที่ได้รับปุ๋ยที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ความสูงของต้น เส้นรอบวงของลำต้น ความยาวราก และจำนวนใบ ของพริกจินดาแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) อย่างน้อย 1 คู่ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย โดยพริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 10 (1:0) มีความสูงและเส้นรอบวงของต้นมากที่สุด เท่ากับ 40.00 และ 2.10 เซนติเมตร ตามลำดับ พริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 6 (2:3) มีความยาวรากมากที่สุด เท่ากับ 22.53 เซนติเมตร และพริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 3 (1:3) มีจำนวนใบมากที่สุด เท่ากับ 68.00 ใบ

5.2.2 ด้านผลผลิตของพริกจินดา จากการทดลองพบว่า จำนวนผล น้ำหนักผลสด และ น้ำหนักผลแห้ง ของพริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักทั้ง 11 สูตร ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม พริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักทั้ง 11 สูตรมีจำนวนผล น้ำหนักผลสด และน้ำหนักผลแห้ง อย่างน้อย 1 คู่ มากกว่าพริกกลุ่มที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย (NC) แต่น้อยกว่าพริกที่ได้รับปุ๋ยสูตรทางการค้า (PC) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดย พริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 6 (2:3) มีจำนวนผลมากที่สุด เท่ากับ 12.00 ผล และมีน้ำหนักผลสดและน้ำผนักผลแห้งสูงที่สุด เท่ากับ 13.80 และ 11.36 กรัม ตามลำดับ ส่วนความยาวของผล เส้นรอบวงของผล และ Biomass พบว่า พริกที่ได้รับวัสดุหมักแต่ละสูตรแตกต่างกัน มีความยาวของผล เส้นรอบวงของผล และ Biomass แตกต่างอย่างน้อย 1 คู่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม พบว่า ความยาวของผล เส้นรอบวงของผล และ Biomass มีค่าน้อยกว่าพริกกลุ่มที่ได้รับปุ๋ยสูตรทางการค้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) และไม่แตกต่างจากพริกกลุ่มที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย (NC) โดยพริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 1 (1:1) มีความยาวผลและเส้นรอบวงของผลมากที่สุด เท่ากับ 3.79 และ 3.00 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วน Biomass พริกกลุ่มที่ได้รับวัสดุหมักสูตรที่ 9 (3:3) มีค่ามากที่สุด เท่ากับร้อยละ 94.71

5.4 อภิปรายผลการทดลอง

5.4.1 คุณสมบัติของวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรอง จากผลการศึกษาพบว่าสูตรวัสดุหมักที่มีการย่อยสลายสมบูรณ์และมีคุณภาพดีที่สุด คือสูตรที่ 10 (1:0) ซึ่งใช้ขนไก่เป็นองค์ประกอบหลัก โดยมีค่า GI สูงสุดถึง 190.19% และมีปริมาณ OM สูงสุด (48.40%) และ K_2O สูงสุด (12.17%) แสดงให้เห็นว่าขนไก่เป็นแหล่งอินทรียวัตถุและธาตุอาหารพืชที่ดีมาก โดยเฉพาะโพแทสเซียมซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลผลิต (Brady & Weil, 2010) ส่วนคุณสมบัติบางประการของวัสดุหมัก เช่น OM, EC, P_2O_5, K_2O, GI และขนาดวัสดุหมัก ทุกสูตรมีค่าตรงตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร อย่างไรก็ตาม ค่า TKN ของวัสดุหมักทุกสูตรยังไม่ผ่านเกณฑ์ และอัตราส่วน C/N ซึ่งสูงเกินมาตรฐาน สะท้อนถึงการย่อยสลายที่ยังไม่สมบูรณ์ของธาตุไนโตรเจน (Bernal et al., 2009) โดยเฉพาะสูตรที่มีสัดส่วนกากตะกอนมากกว่ามักมีค่า C/N ที่สูงกว่ามาตรฐาน เนื่องจากมีปริมาณคาร์บอนสูงแต่ปริมาณไนโตรเจนต่ำ ซึ่งทฤษฎีการหมักอินทรียวัตถุและมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตรระบุว่า อัตราส่วน C/N ที่เหมาะสมสำหรับการหมักอยู่ระหว่าง 25:1 ถึง 30:1 (Tchobanoglous et al., 1993) และหลังจากสิ้นสุดกระบวนการหมักปุ๋ยอินทรีย์ต้องมีอัตราส่วน C/N อยู่ที่ ≤20:1 (กรมวิชาการเกษตร, 2557) ซึ่งสูตรที่

ใกล้เคียงกับช่วงนี้มากที่สุด คือสูตรที่ 6 (2:3) ที่มี C/N เท่ากับ 47:1 และ TKN เท่ากับ 0.49% ถึงแม้จะไม่ตรงตามมาตรฐาน แต่ก็แสดงแนวโน้มที่ดีกว่าหลายสูตร และสูตรที่ 10 มีปริมาณอินทรียวัตถุและ GI สูงสุด แสดงถึงการย่อยสลายของโปรตีนจากขนไก่ที่ดี เหมาะกับการกำจัดขนไก่ (Bernal et al., 2009)

5.4.2 ประสิทธิภาพของวัสดุหมักต่อการเจริญของพริกจินดา

5.4.2.1 ด้านการเจริญเติบโตของพริกจินดา ผลการทดลองพบว่า สูตรวัสดุหมักมีผลต่อการเจริญของพริกจินดาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ 10 (1:0) ส่งผลให้พริกมีความสูงและเส้นรอบวงของลำต้นมากที่สุด สะท้อนถึงคุณสมบัติวัสดุหมักที่ช่วยกระตุ้นการเติบโตของพืชผ่านการเพิ่มธาตุอาหารหลักโดยเฉพาะโพแทสเซียมและอินทรียวัตถุที่ช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดิน (Edmeades, 2003) สูตรที่ 6 (2:3) ให้ความยาวรากสูงสุด แสดงว่าการผสมในสัดส่วนนี้อาจเอื้อต่อการเจริญของราก เนื่องจากค่า C/N และ TKN อยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับพืชในระยะสร้างระบบราก ซึ่งเป็นไปตามการศึกษาของ Ahmad (2008) ที่ระบุว่าปุ๋ยอินทรีย์ที่มี C/N สมดุลสามารถเพิ่มความยาวและการแตกแขนงของรากได้

5.4.2.2 ด้านผลผลิตของพริกจินดา พริกที่ได้รับวัสดุหมักทั้ง 11 สูตรมีจำนวนผล น้ำหนักผลสด และแห้งสูงกว่าชุดควบคุม (NC) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ยังต่ำกว่าพริกที่ได้รับปุ๋ยสูตรทางการค้า (PC) ซึ่งอาจเกิดจากปริมาณธาตุอาหารพืชหลัก โดยเฉพาะไนโตรเจน ที่ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของพริกในระยะออกผล (Hussain & Abbasi, 2002) อย่างไรก็ตาม สูตรที่ 6 ซึ่งมีค่า TKN สูงที่สุด (0.49%) และ C/N เหมาะสม (47:1) มีผลต่อการเจริญของพริกจินดาในด้านการออกผลและสะสมสารสำคัญในผลพริก (Ahmad et al., 2008; Brady & Weil, 2010) และการที่วัสดุหมักสามารถเพิ่มผลผลิตได้ดีกว่าชุดควบคุมแสดงถึงศักยภาพของวัสดุหมักจากขนไก่และกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล ในการใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดิน และปุ๋ยอินทรีย์พื้นฐาน (Manure-based composts) ที่ช่วยเพิ่มผลผลิตพืชในระยะยาวผ่านการปรับโครงสร้างดินและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน (Zheljazkov & Warman, 2004)

5.5 ข้อเสนอแนะ

5.5.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

5.5.1.1 หากต้องการส่งเสริมผลผลิตของพริกควรเลือกใช้สูตรที่ 6 เนื่องจากให้ความยาวราก น้ำหนักผลสด และน้ำหนักผลแห้งสูงที่สุด 12.00 กรัม/ต้น หากคำนวณผลผลิตต่อ 1 ไร่ สามารถปลูกพริกได้ 3,2500 - 3,500 ต้น/ไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2564) จะมีผลผลิตน้ำหนักสดประมาณ 3.84 - 4.20 ตันต่อไร่

5.5.1.2 หากต้องการกำจัดมูลฝอยอินทรีย์ประเภทขนไก่ ควรเลือกให้สูตรที่ 10 ซึ่งมีขนไก่ 100% โดยไม่ผสมกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลเลย ซึ่งสูตรที่ 10 มีคุณสมบัติส่งเสริมด้านความสูงและขนาดเส้นรอบวงของต้นพริกจินดา และหากนำขนไก่ 100% มาหมักรอบละ 1000 กิโลกรัม/สัปดาห์ จะสามารถลดการนำขนไก่ไปทิ้งในที่หรือทางสาธารณะในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลโนนทันได้ 1000 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ ซึ่งมากกว่าจำนวนขนไก่รายสัปดาห์จากสถานที่ชำแหละไก่ทั้ง 3 แห่งในตำบลโนนทันที่ผู้วิจัยรวบรวมได้ (60 กิโลกรัม/วัน หรือ 420 กิโลกรัม/สัปดาห์)

5.5.1.3 แม้ว่าปริมาณในโตเจนในวัสดุหมักสูตรที่ 6 จะมีปริมาณมากที่สุดเมื่อเทียบกับวัสดุหมักสูตรอื่น ๆ แต่อาจไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพริก ดังนั้น ช่วงแรกของการปลูกพริกควรใช้ปุ๋ยอินทรีย์ประเภทอื่นที่มีประมาณไนโตรเจนสูงเพียงพอต่อความต้องการของพริก เช่น ปุ๋ยคอก แล้วใช้วัสดุหมักสูตรที่ 6 ในช่วงหลังปลูกพริกลงแปลงแล้ว 30 - 45 วัน

5.5.1.4 การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบทดลอง ซึ่งควบควบคุมปัจจัยภายนอกต่างๆ เช่น ฤดูกาล เนื่องจากแต่ละฤดูกาลมีผลต่ออุณหภูมิและความชื้นของในกองวัสดุหมัก ซึ่งเป็นตัวแปรควบคุมในการหมักปุ๋ย

5.5.1.5 จากผลการศึกษาพบว่าปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) สูง มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ปรับปรุงดิน แต่ ค่าสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) และค่าไนโตรเจน (TKN) ไม่ผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร ดังนั้น จึงควรพิจารณาหากต้องการใช้เพื่อการปลูกพืช

5.5.1.6 การเก็บขนไก่ไว้ในกระสอบจะเกิดการหมักแบบไร้อากาศและส่งกลิ่นเหม็นอย่างรวดเร็ว ดังนั้น หากต้องนำขนไก่มาหมัก จึงต้องรีบจัดการสับย่อยให้เป็นชิ้นเล็กโดยเร็วเพื่อเข้าสู่กระบวนการหมักก่อนจะมีกินกลิ่นไม่พึงประสงค์

5.5.1.7 จากคุณสมบัติของวัสดุหมักของขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลหลายพารามิเตอร์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ดังนั้น กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลจึงไม่มีผลต่อคุณภาพของวัสดุหมักจากขนไก่ สามารถนำขนไก่ 100% มาหมักโดยไม่ต้องเติมกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

5.5.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.5.2.1 ควรศึกษาวัสดุอื่นที่อาจนำมาเป็นส่วนผสมกับขนไก่เพื่อเพิ่มค่าไนโตรเจน (TKN) และลดสัดส่วน C/N ratio

5.5.2.2 ควรศึกษาการนำวัสดุหมักจากขนไก่ร่วมกับกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลมาทดลองกับพืชชนิดอื่น

5.5.2.3 ควรศึกษาประเด็นอื่นที่เกี่ยวกับผลผลิตของพริก เช่น ความเผ็ด สี และปริมาณสาระสำคัญ

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1
วิธีการทดลองทางห้องปฏิบัติการ

วิธีวิเคราะห์ตัวอย่าง

การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของตัวอย่างตามวิธีการของ AOAC (2000) ดังนี้

1. ความเป็นกรด-ด่าง pH (ปุ๋ย:น้ำ, 1:5 w/w)

1.1 ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 ml

1.2 เติมน้ำกลั่น 50 ml เขย่าประมาณ 30 นาที โดยเขย่าให้เข้ากันประมาณ 1 นาที

1.3 วางทิ้งไว้ให้ตกตะกอนประมาณ 5 นาที จากนั้น วัดค่า pH ของสารละลายด้วย PH Meter

2. ค่าการนำไฟฟ้า (ปุ๋ย:น้ำ, 1:5 w/w)

2.1 ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 ml

2.2 เติมน้ำกลั่น 50 ml เขย่าประมาณ 30 นาที โดยเขย่าให้เข้ากันประมาณ 1 นาที

2.3 วางทิ้งไว้ให้ตกตะกอนประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้น วัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายในส่วนที่เป็นน้ำใสด้วย EC meter

3. ปริมาณปริมาณความชื้น (MC)

3.1 อบถ้วยระเหยที่อุณหภูมิ 103C เป็นเวลา 1 ชั่งโมง หรือจนน้ำหนักคงที่

3.2 นำถ้วยไปใส่ในเดสซิเคเตอร์ทิ้งไว้ให้เย็น (ประมาณ 15-30 นาที)

3.3 ชั่งน้ำหนักถ้วย (A) ตักตัวอย่างใส่ลงในถ้วย บันทึกน้ำหนักรวมของถ้วยและตัวอย่าง (B)

3.4 นำถ้วยไปอบที่อุณหภูมิ 103C เป็นเวลา 1 ชั่งโมงหรือจนน้ำหนักคงที่

3.5 นำถ้วยไปใส่ในเดสซิเคเตอร์ทิ้งไว้ให้เย็น (ประมาณ 15-30 นาที)

3.6 ชั่งน้ำหนักรวมของถ้วยและสารตัวอย่างหลังการอบ (C)

3.7 นำถ้วยไปอบที่อุณหภูมิ 550 ± 50 C เป็นเวลา 20 นาที

3.8 นำถ้วยไปใส่ในเดสซิเคเตอร์ทิ้งไว้ให้เย็น (ประมาณ 15-30 นาที)

3.9 ชั่งน้ำหนักรวมของถ้วยและสารตัวอย่างหลังการอบ (D)

วิธีคำนวณ

$$\% \text{ MC (ปริมาณความชื้น)} = ((X-Y) \times 100) / Y$$

โดยที่

X = น้ำหนักของสารตัวอย่างสด = B-A (กรัม)

Y = น้ำหนักของสารตัวอย่างหลังอบ = C-A (กรัม)

Z = น้ำหนักของสารตัวอย่างหลังเผา = C-D (กรัม)

4. ปริมาณอินทรียวัตถุ และอินทรีย์คาร์บอน

4.1 ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ใส่ขวดชมพู่ ขนาด 250 มล.

4.2 เติมสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต (K2Cr2O7) 1.0 N 10 มล.

4.3 เติม H2SO4 เข้มข้น 20 มล. พยายามให้กรดไหลลงข้าง ๆ ขวดให้ชะล้างตัวอย่างลงไปอยู่ในขวดให้หมด เพื่อป้องกันไม่ให้เม็ดดินเกาะติดอยู่ตามข้างขวด เขย่าเบาๆ ให้ตัวอย่างเข้ากันดีเป็นเวลาประมาณ 1 นาที

4.4 ตั้งทิ้งไว้จนสารละลายเย็นเท่าอุณหภูมิห้อง

4.5 เติมน้ำกลั่น 50 มล. แล้วทิ้งไว้ให้เย็น

4.6 หยดอินดิเคเตอร์ออร์โทฟีแนนโทรลีน 5 หยด

4.7 ไตเตรทด้วยสารละลาย FAS 0.5 N ที่จุด end point สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง

4.8 ทำ Blank โดยเริ่มทำตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 ถึง ขั้นตอนที่ 6

วิธีคำนวณ

$$\% \text{ อินทรียคาร์บอน (Organic Carbon, O.C.)} = \frac{10 \times (B-S) \times 100 \times 3 \times 100 \times N}{B \times 77 \times 1000 \times w}$$

$$\% \text{ อินทรียวัตถุ (Organic Matter, O.M.)} = \frac{10 \times (B-S) \times 100 \times 100 \times 3 \times 100 \times N}{B \times 77 \times 58 \times 1000 \times W}$$

หรือ % OM = % O.C. x 1.724

โดยที่ B = ปริมาณ FAS ที่ใช้ในการไตเตรท Blank (มล.)

S = ปริมาณ FAS ที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มล.)

w = น้ำหนักดินที่ใช้ (กรัม)

N = ความเข้มข้นของ (K2Cr2O7) (ในกรณีที่ความเข้มข้นไม่ใช่ 1.0 N) (หน่วย normality)

5. ปริมาณไนโตรเจนรวม (Total Kjeldahl Nitrogen)

5.1 ชั่งน้ำหนักสารตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ใส่ในหลอดย่อยโปรตีน

5.2 เติม Catalyst mixture 6.5 กรัม เพื่อเร่งปฏิกิริยาการย่อยซึ่งสารตัวเร่งจะเป็นตัวทำ

ให้จุดเดือดของสารละลายสูงขึ้น และเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นประมาณ 15 มิลลิลิตร

5.3 เตรียม Blank โดยใส่เฉพาะกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 15 มิลลิลิตร และ Catalyst mixture 6.5 กรัม ย่อยตัวอย่างด้วยเครื่องย่อยโปรตีนที่อุณหภูมิ 420 องศาเซลเซียส จนกระทั่งสาระลายเปลี่ยนเป็นสีส ซึ่งใช้เวลาประมาณ 23 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

5.4 เติมน้ำกลั่น 15 ml และ 40% NaOH 40 ml

5.5 เตรียม 4% กรดบอริกใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml แล้วรองไว้ ได้ condenser ของเครื่องกลั่น จากนั้นกลั่นตัวอย่างที่ผ่านการย่อยด้วยเครื่องกลั่นโปรตีน

5.6 เติมอินดิเคเตอร์ลงไปในขวดรูปชมพู่ที่มีสารละลายที่ผ่านการกลั่น ไตเตรทด้วย 0.1 N HCl จนกระทั่งสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีชมพู บันทึกปริมาตรกรด

วิธีคำนวณ

$$\%\text{Total N} = \frac{(S-B) \times N \times 14}{W \times 10}$$

โดยที่

S = ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ตเตรทสารละลายตัวอย่าง (ml)

B = ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรท blank (ml)

N = Normality สรละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้

W = น้ำหนักสารตัวอย่าง (กรัม)l

6. สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio)

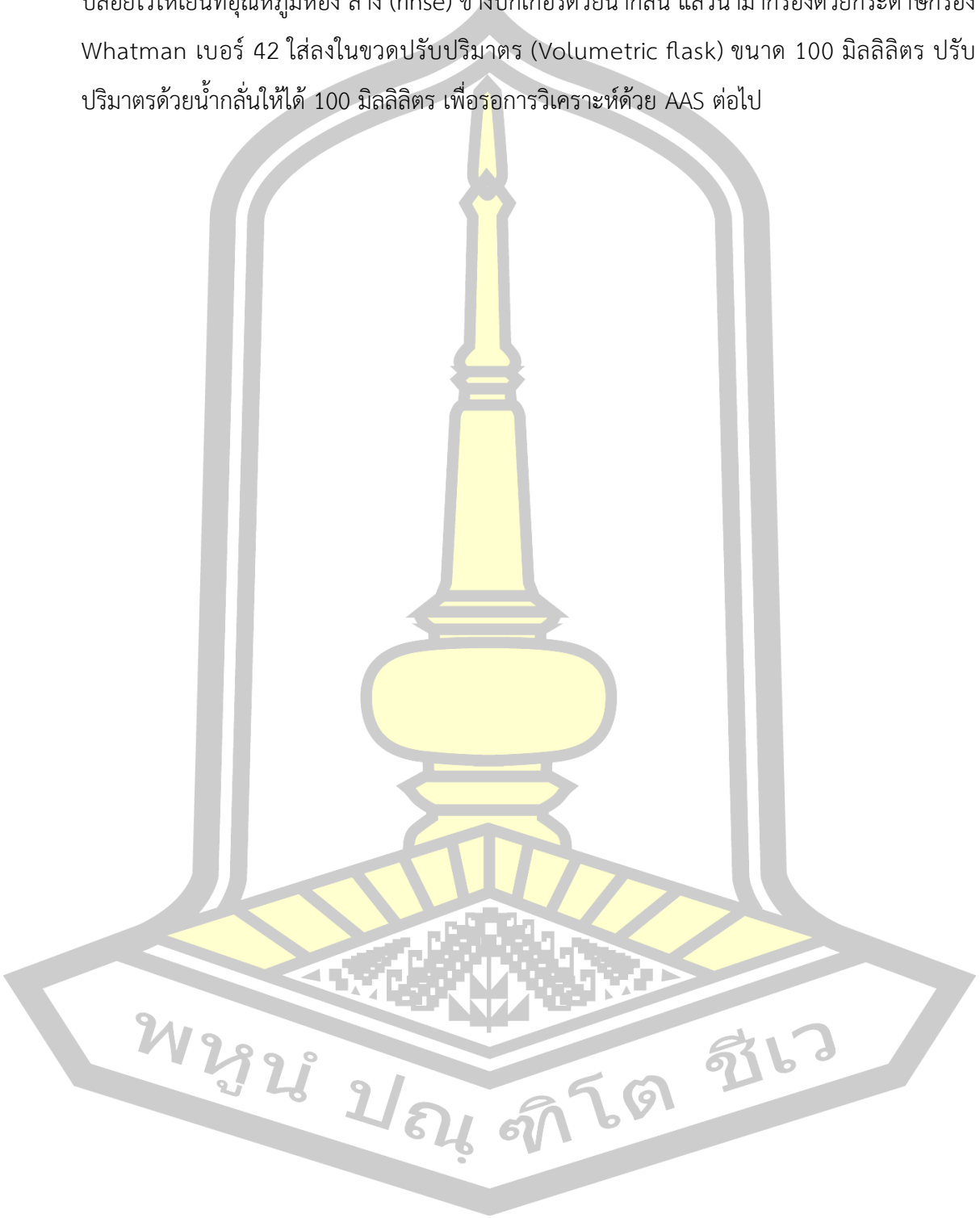
วิธีคำนวณ

$$\text{C/N ratio} = \frac{\%\text{ อินทรียวัตถุ (Organic Matter, O.M.)}}{\text{ปริมาณไนโตรเจนรวม (TKN)}}$$

7. ปริมาณโพแทสเซียม โดยใช้ Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 50 ml เติมกรดไนตริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร แล้วแกว่งเบา ๆ ให้เข้ากัน แล้วจึงนำไปวางบนเตาไฟฟ้า (Hot Plate) ที่ตั้งอยู่ในตู้ดูดควัน (Hood) ที่อุณหภูมิ 70 ℃ เมื่อเริ่มเดือนจะเกิดควันสีน้ำตาล รอจนควันสีน้ำตาลเปลี่ยนเป็นสีขาว (25 - 30 นาที) สั่งเกต

การย่อยสมบูรณ์จากสารละลายจะใสขึ้น จนปริมาตรเหลือประมาณ 5 – 10 มิลลิลิตร แล้วยกลงปล่อยไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ล้าง (rinse) ข้างบีกเกอร์ด้วยน้ำกลั่น แล้วนำมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42 ใส่ลงในขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 100 มิลลิลิตร เพื่อรอการวิเคราะห์ด้วย AAS ต่อไป



ภาคผนวก 2

รูปภาพการดำเนินการวิจัย

1. วัสดุที่นำมาทำปุ๋ยอินทรีย์

ขนไก่

กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล

2. ขั้นตอนการพัฒนาปุ๋ยอินทรีย์

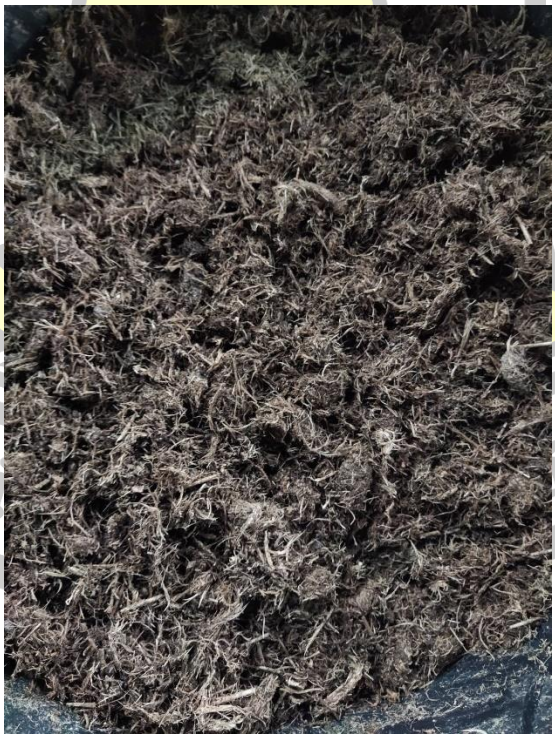
การสับย่อยขนไก่ให้มีขนาด 0.5 - 1 เซนติเมตร

เตรียมถังสำหรับหมักปุ๋ย

ผสมปุ๋ยตามสัดส่วนและจัดเรียงตามแผนผังที่กำหนด

คลุมด้วยผ้าพลาสติก

วัดอุณหภูมิและความชื้นในกองปุ๋ยทุก 7 วัน



เนื้อปุ๋ยขณะหมัก

เนื้อปุ๋ยเมื่อหมักเสร็จแล้ว (ล้มกองปุ๋ย)

สุ่มเก็บตัวอย่างปุ๋ย

ตรวจทางห้องปฏิบัติการเพื่อวัดคุณสมบัติของปุ๋ย

3. ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญของพริกจินดา

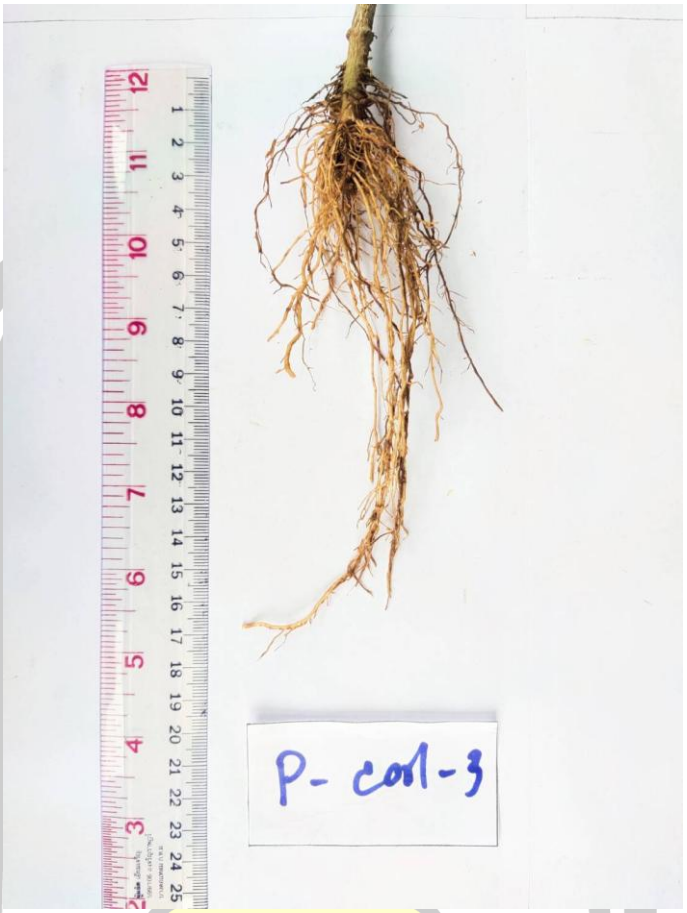
เพาะต้นกล้าพริก

ย้านลงปลูกในกระถาง

จัดวางกระถางในโรงเรียน

ดูแล รดน้ำ ใส่ปุ๋ย ตามที่กำหนดจนครบ 90 วัน

เก็บผลผลิต บันทึกผล เก็บตัวอย่างส่งตรวจ



ตรวจทางห้องปฏิบัติการ (อบแห้ง)

บรรณานุกรม

Ahmad, R., Khalid, A., Arshad, M., Zahir, Z. A. (2008). Bio-conversion of organic wastes for their recycling in agriculture: an overview of perspectives and prospects. *Annals of Microbiology*, *58(4)*, 579-596. https://doi.org/10.1007/BF03175569

Bernal, M. P. , Alburquerque, J. A., & Moral, R. (2009). Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment : A review. . *Bioresource Technology*, *100(22)*, 5444-5453. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.11.027

Bhari, R., Kaur, M., & Singh, R. S. (2021). Chicken feather waste hydrolysate as a superior biofertilizer in agroindustry. *Current Microbiology*, *78*(6), 2212-2230. https://link.springer.com/article/10.1007/s00284-021-02491-z

Brady, N. C., & Weil, R. R. (2010). Elements of the Nature and Properties of Soils (3rd ed.). *Pearson*.

Cheong, C. W., Ahmad, S. A., Ooi, P. T., & Phang, L. Y. (2017). Treatments of chicken feather waste. *The Pertanika Journal of Scholarly Research Reviews*, *3*(1). http://psasir.upm.edu.my/id/eprint/58295/

Edmeades, D. C. (2003). The long-term effects of manures and fertilizers on soil productivity and quality: a review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, *66*, 165-180. https://doi.org/10.1023/A:1023999816690

European Environment Agency. (2020). *Waste prevention in Europe – Policies, status and trends in reuse in 2019* (Vol. EEA Report No. 22/2020) https://www.eea.europa.eu/publications/waste-prevention-in-europe-2020

Florida-Rofner, N., Levano-Crisóstomo, J. D., & Jacobo-Salinas, S. (2020). Effect of feather compost on soil chemical indicators in CCN-51 cocoa plantation (*Theobroma cacao* L.).

Green, B. W. (2015). 2 - Fertilizers in aquaculture. In D. A. Davis (Ed.), *Feed and Feeding Practices in Aquaculture* (pp. 27-52). Woodhead Publishing. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100506-4.00002-7

Hussain, A. , & Abbasi, S. A. (2002). Biodegradation and detoxification of tannery sludge into a soil conditioner. *Journal of Hazardous Materials*, *90(2)*, 223-234.

https://doi.org/10.1016/S0304-3894(01)00360-6

M.D.Shah, A. R.Gupta, & R. B.Vaidya. (2018). Production of High-Quality Compost from Feather Waste: A Novel, Cost-Effective and Sustainable Approach for Feather Waste Management and Organic Soil Management. *Waste Management and Resource Efficiency*.

Nagarajan, S., Eswaran, P., Masilamani, R. P., & Natarajan, H. (2018). Chicken Feather Compost to Promote the Plant Growth Activity by Using Keratinolytic Bacteria. *Waste and Biomass Valorization*, *9*, 531-538.

Nayaka, S., & Vidyasagar, G. M. (2013). Development of eco-friendly bio-fertilizer using feather compost. *Annals of Plant Sciences*, *02(7)*, 238-244. https://www.researchgate.net/publication/344610390_Development_of_eco-friendly_bio-fertilizer_using_feather_compost

Nichols W., & Smith N. (2019). Waste Generation and Recycling Indices 2019 Overview and findings. 5. https://www.circularonline.co.uk/wp-content/uploads/2019/07/Verisk_Maplecroft_Waste_Generation_Index_Overview_2019.pdf

Ogunwande, G. A., Osunade, J. A., Adekalu, K. O., & Ogunjimi, L. A. O. (2008). Nitrogen loss in chicken litter compost as affected by carbon to nitrogen ratio and turning frequency. *Bioresource Technology*, *99*(16), 7495-7503. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18367393/

Prado, R. M., Caione, G., & Campos, C. N. S. (2013). Filter cake and vinasse as fertilizers contributing to conservation agriculture. *Applied and Environmental Soil Science*, *2013*, 1-8. https://www.hindawi.com/journals/aess/2013/581984/

Shaji, H., Chandran, V., & Mathew, L. (2021). Chapter 13 - Organic fertilizers as a route to controlled release of nutrients. In F. B. Lewu, T. Volova, S. Thomas, & R. K.R (Eds.), *Controlled Release Fertilizers for Sustainable Agriculture* (pp. 231-245). Academic Press. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819555-0.00013-3

Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1993). Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues. *McGraw-Hill*. https://archive.org/details/integratedsolidw0000tcho

Tesfaye, T., Sithole, B., Ramjugernath, D., & Chunilall, V. (2017). Valorisation of chicken feathers: Characterisation of chemical properties. *Waste Management*, *68*, 626-635. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.06.050

Tesfaye, T., Sithole, B., Ramjugernath, D. (2017). Valorisation of chicken feathers: a review on recycling and recovery route—current status and future prospects. *Clean Technologies and Environmental Policy*, *19*(10), 2363-2378. https://doi.org/10.1007/s10098-017-1443-9

UN Environment Programme. (2023). *Solid waste management*. https://www.unep.org/explore-topics/resource-efficiency/what-we-do/cities/solid-waste-management

UN Environment Programme. (2024). *Global Waste Management Outlook 2024 (Beyond an age of waste)* https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/44939/global_waste_management_outlook_2024.pdf?sequence=3

United Nations Environment Programme. (2016). *Waste management outlook for Asia and the Pacific* https://www.unep.org/resources/report/waste-management-outlook-asia-and-pacific

Yatoo, A. M., Hamid, B., Ahmad, T., Ali, S. S., Ahmad, S., Ramola, B. S., Md. Ali, N., Baba, Z. A., & Kumar, S. (2024). Global perspective of municipal solid waste and landfill leachate: generation, composition, eco-toxicity, and sustainable management strategies. *Environmental Science and Pollution Research (2024), 31:23363-23392*. https://www.researchgate.net/publication/378743277_Global_perspective_of_municipal_solid_waste_and_landfill_leachate_generation_composition_eco-toxicity_and_sustainable_management_strategies

ZAQzaq81 (Depostphotos). (2561). วงจรการเจริญเติบโตของพริกไทยบนพื้นหลังสีขาว. https://depositphotos.com/th/vector/cycle-growth-plant-chili-peppers-white-background-202663920.html

Zheljazkov, V. D. , & Warman, P. R. (2004). Source-separated municipal solid waste compost application to Swiss chard and basil. *Journal of Environmental Quality*, *33(2)*, 542-552. https://doi.org/10.2134/jeq2004.5420

กรมควบคุมมลพิษ. (2559). แผนแม่บทการบริหารจัดการขยะมูลฝอยของประเทศ (พ.ศ.*2559-2564).* https://www.pcd.go.th/publication/5061/

กรมควบคุมมลพิษ. (2564). แนวทางการบริหารจัดการขยะมูลฝอย. https://www.pcd.go.th

กรมควบคุมมลพิษ. (2567). ระบบสารสนเทศด้านการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน. https://thaimsw.pcd.go.th/report1.php?year=2564

กรมพัฒนาที่ดิน. (2566). มหัศจรรย์ พด. https://www.ldd.go.th/menu_5wonder/

กรมวิชาการเกษตร. (2548). ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ.*2548* https://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2548/00172707.PDF

กรมวิชาการเกษตร. (2557). ประการกรมวิชาการเกษตร เรื่อง กำหนดเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ.*2557* https://www.doa.go.th/ard/wp-content/uploads/2019/11/FEDOA11.pdf

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2564). พริก (คำแนะนำที่ *7/2564).* กลุ่มโรงพิมพ์ สำนักพัฒนาการถ่ายทอดเทคโนโลยี. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.opsmoac.go.th/ratchaburi-article_prov-files-441891791794

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2565). TRUST THAILAND IN EXPO 2022 Floriade Almere. วารสารส่งเสริมการเกษตร. https://www.doae.go.th/doae_media/%e0%b8%a5%e0%b8%94%e0%b8%95%e0%b9%89%e0%b8%99%e0%b8%97%e0%b8%b8%e0%b8%99%e0%b8%81%e0%b8%b2%e0%b8%a3%e0%b8%9c%e0%b8%a5%e0%b8%b4%e0%b8%95%e0%b8%94%e0%b9%89%e0%b8%a7%e0%b8%a2%e0%b8%9b%e0%b8%b8%e0%b9%8b/

กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น. (2566). ระบบสารสนเทศด้านการจัดการขยะมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น. http://waste.dla.go.th/login.do?cmd=doLogout&ts=1663658712997

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2564). สถานการณ์ขยะมูลฝอยชุมชน (*Municipal Solid Waste)* กลายเป็นปัญหาระดับโลก. https://infotrash.deqp.go.th/knowledge/64

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2562). การจัดการขยะมูลฝอยโดยชุมชน (*Community Based Solid Waste Management : CBM).* https://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2560/E/099/28.PDF

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2560). มาตรฐานสินค้าเกษตรที่ *มกษ.*1502-2560 เรื่อง พริก. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.acfs.go.th/standard/

download/CHILLI_PEPPER.pdf

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2566). ระบบแผนที่เกษตรเพื่อการบริหารจัดการเชิงรุก (Agri-Map Online). https://agri-map-online.moac.go.th/

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2564). คู่มือสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนอย่างครบวงจร. https://www.pcd.go.th/publication/4997/

กระทรวงมหาดไทย. (2560). ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง การจัดการมูลฝอย พ.ศ.*2560*

กลุ่มส่งเสริมอุตสาหกรรมชีวภาพ. (2561). การใช้ประโยชน์จากอ้อยและผลิตภัณฑ์จากอ้อย. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.ocsb.go.th/upload/bioindustry/fileupload/9659-4776.pdf

กองจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2565). รายงานสถานการณ์สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย ปี พ.ศ. *2565*. https://Shorturl.at/dGT29

กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. (2559). องค์ความรู้เรื่องข้าว เวอร์ชั่น 3.0 *(ปี 2559)*. https://www.ricethailand.go.th/rkb3/title-index.php-file=content.php&id=005.htm

เกษศิรินทร์ แสงมณี, ธีระวัฒน์ ชิณแสง, นัยวัฒน์ เกิดมงคล, & สมประสงค์ จันทรา. (2562). ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยหมักจากขี้หม้อกรองอ้อยร่วมกับมูลสุกรต่อผลผลิตของอ้อยพันขอนแก่น 3. วารสารเกษตรนเรศวร, *16*(1), 9-14.

ชัยณรงค์ ขาวเงิน. (2564). การจัดการปัญหาขยะโดยคนในชุมชนตามแนวพุทธจิตวิทยา. วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร, *9*(3), 1240-1250.

ชูไฮมิน เจ๊ะมะลี, & ยะโก๊ะ ขาเร็มดาเบะ. (2560). การผลิตปุยอินทรีย์อัดเม็ดจากทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันผสมขนไก่: กรณีศึกษาชุมชนบ้านกูเล็ง หมู่ 2 ตำบลยี่งอ อำเภอยี่งอ จังหวัดนราธิวาส (รายงานการวิจัยและการพัฒนาการวิจัยการเกษตร ฉบับสมบูรณ์ รหัสโครงการ POP6005020080, Issue. https://epms.arda.or.th/src/Research/OldSummaryExSummary.aspx?ID=10062

ณัฐวุฒิ ปลื้มใจ, นิพนธ์ ตังคณานุรักษ์, คณิตา ตังคณานุรักษ์, & ดาวจรัส เกตุโรงบ์. (2561). การใช้ประโยชน์กากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลเพื่อเป็นปุ๋ยทางเลือกและลดการเสื่อมโทรมของดินหลังการปลูกอ้อย. *KKU Research Journal (Graduate Studies)*, 18(3), 53-66.

บริษัท ออร์แกนิค ดีไซน์ จำกัด. (2564). ปุ๋ยอินทรีย์ คืออะไร *?* https://idesignorganic.com/%E0%B8%9B%E0%B8%B8%E0%B9%8B%E0%B8%A2%E0%B8%AD%E0%B8%B4%E0%B8%99%E0%B8%97%E0%B8%A3%E0%B8%B5%

E0%B8%A2%E0%B9%8C/

ประภากร ธาราฉาย. (2560). 6 ขนของสัตว์ปีก (Feather) / กายวิภาคและสรีรวิทยาสัตว์ปีก EP2 https://www.youtube.com/watch?v=d2wYlQ9Dq80

ปานวาด ศิลปวัฒนา. (2561). การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ขนไก่เพื่อเป็นสารตั้งต้นในการผลิตชีววัสดุ. http://mdc.library.mju.ac.th/research/2564/panwad_sillapawattana_2562/fulltext.pdf

ปิยชาติ ศิลปสุวรรณ. (2557). ขยะมูลฝอยชุมชน ปัญหาใหญ่ที่ประเทศกำลังเผชิญ (1 ed.). https://www.car.chula.ac.th/display7.php?bib=2060978

ปิยรัตน์ ทองธานี. (2561). ประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรต่อการเจริญเติบโตของคะน้ายอดไต้หวัน พันบางบัวทอง 35 ที่ผลิตภายใต้การมีส่วนร่วมของเกษตรกรตำบลป่าตัน อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง. *แก่นเกษตร*, 46(6), 1045-1056. https://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF.cfm?filename=2_39_61_Piyarat.pdf&id=3351&keeptrack=2

ฝ่ายส่งเสริมและเผยแพร่ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2554). การใช้มูลสัตว์เป็นปุ๋ยสำหรับพืชอย่างมีประสิทธิภาพ. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://eto.ku.ac.th/neweto/e-book/other/%E0%B8%99%E0%B9%8D%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%AA%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%94%E0%B8%A1%E0%B8%B9%E0%B8%A5%E0%B8%AA%E0%B8%B8%E0%B8%81%E0%B8%A3.pdf

รัชมล วิรุวัฒนา, วรพจน์ กนกกันทพงษ์, & บุณยฤทธิ์ ปัญญาภิญโญผล. (2563). ความเป็นไปได้ในการใช้กากหม้อกรองเหลือทิ้งจากโรงงานน้ำตาลเพื่อเป็นวัสดุดูดซับ ด้วยกระบวนการไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอไนเซชัน. *การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 4 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา*, 180-187. file:///C:/Users/New/Downloads/KRSRC000S0001200c1%20(1).pdf

ราชกิจานุเบกษา. (2557). ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง *กำหนดเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์* พ.ศ. 2557 (Vol. 131 ตอนพิเศษ 29 ง).

สถาบันเทคโนโลยีและสารสนเทศเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน(สทสย.). (2564). ปัญหาและแนวทางการจัดการขยะของประเทศไทย. https://www.nstda-tiis.or.th/publications_media/th-waste-management-and-recommendations/

สภาเกษตรกรแห่งชาติ. (2564). พริกขี้หนู (*hot Chilli*). https://www.nfc.or.th/content/7431

สมภพ จงรวยทรัพย์, ดำริ ถาวรมาศ, & อุดม รัตนารักษ์. (2545). อัตราปุ๋ยไนโตรเจน และกากตะกอน

น้ำตาลอ้อยที่เหมาะสมในการผลิตอ้อยในดินชนิดต่างๆ ในจังหวัดสระแก้ว. *Thai Agricultural Research Journal*, *20*(3).

ส่วนขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลสำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ. (2555). คู่มือแนวทางการระงับเหตุไฟไหม้ในสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย.

สัจจะ ประสงค์ทรัพย์. (2558). พริก. Retrieved 15 มิถุนายน from http://hort.ezathai.org/?p=4428

สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. (2560). พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ.*2535*.

สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. (2560). พระราชบัญญัติรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ.*2535*.

สำนักจัดการกากของเสียอันตรายและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ. (2552). การทำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (*Sanitary Landfill)*.

สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมอ้อยน้ำตาลทราย. (2560). คู่มือการจัดการไร่อ้อยอย่างยั่งยืน. http://www.ocsb.go.th/th/cms/detail.php?ID=144&SystemModuleKey=journal

สุบัณฑิต นิ่มรัตน์, ชุติมา กิติสาร, & วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. (2558). การศึกษาการเจริญเติบโตของโกงกางใบใหญ่ (Rhizophora mucronata) จากมูลไก่อัดเม็ดและปุ๋ยฟอสเฟต. *KKU Science Journal*, *43*(1), 69-82.

โสภารัตน์ จารุสมบัติ. (2553). ศักยภาพองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการจัดการสิ่งแวดล้อม. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/kpi_journal/article/download/244424/165743/

ห้องสมุดเพื่อเกษตรกรไทย ศูนย์สนเทศทางการเกษตรแห่งชาติ. (2564). ปลูกพริกต้องรู้ ! *10* สายพันธุ์พริกยอดนิยมที่ตลาดต้องการ. https://thaifarmer.lib.ku.ac.th/news/60110f08f3a1d60fda45c08f

องค์การบริหารส่วนตำบลโนนทัน อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น. (2567). แผนพัฒนาท้องถิ่น พ.ศ.*2566-2570*.

องค์การบริหารส่วนตำบลโนนทัน อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น. (2567). สติการร้องเรียน-ร้องทุกข์. https://www.tumbonnontan.go.th/

อานัฐ ตันโช. (2558). หลักการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงระดับอุตสาหกรรม. วารสารดินและปุ๋ย, *37*(1-4), 30-39.

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ชื่อ	นายพีรดนย์ พันสนิท
วันเกิด	1 มกราคม 2538
สถานที่เกิด	มหาสารคาม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	130 ม.4 ต.หนองคูขาด อ.บรบือ จ.มหาสารคาม
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	นักวิชาการสาธารณสุข
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	องค์การบริหารส่วนตำบลโนนทัน อ.หนองเรือ จ.ขอนแก่น 40210
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2561 ปริญญาตรี สาธารณสุขศาสตรบัณฑิต (ส.บ.) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2568 ปริญญาโท สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต (ส.ม.) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ทุนวิจัย	ทุนอุดหนุนวิจัยประเภท นิสิตบัณฑิตศึกษา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568 (เงินรายได้)
ผลงานวิจัย	-

พหูน ปณฺ ฑิโต ชีเว