



รายงานการวิจัย

การจัดการขยะอินทรีย์ครัวเรือน โดยใช้หนอนแมลงวันลายและ
เทคโนโลยีที่เหมาะสม

**Management of household organic waste by using Black Solider Fly
larvae and appropriate technology**

ธนภัทร วรปัสสุ

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การจัดการขยะอินทรีย์ครัวเรือน โดยใช้หนอนแมลงวันลายและ

เทคโนโลยีที่เหมาะสม

Management of household organic waste by using Black Solider Fly
larvae and appropriate technology

ธนภัทร วรปัสสุ

สาขาวิชาเอกการประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและ

เทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ทุนอุดหนุนงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2565

ชื่องานวิจัย	การจัดการขยะอินทรีย์ครัวเรือน โดยใช้หนอนแมลงวันลายและเทคโนโลยีที่เหมาะสม Management of household organic waste by using Black Solider Fly larvae and appropriate technology
ชื่อผู้วิจัย	ธนภัทร วรปัสสุ
สาขาวิชา	สาขาวิชาเอกการประมง มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2565

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์ในการจัดการขยะอินทรีย์ครัวเรือน เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการจัดการขยะอินทรีย์ครัวเรือนโดยใช้หนอนแมลงวันลาย และเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยหมักอินทรีย์ครัวเรือนจากหนอนแมลงวันลาย โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ซึ่งปัจจัยของขยะอินทรีย์แต่ละชนิดที่หนอนได้รับที่มีความต่างกัน คือ ชนิดของขยะอินทรีย์ที่ใช้เป็นอาหารสำหรับหนอนแมลงวันลาย (feed type) จำแนกได้เป็น 5 ชนิด คือ อาหารเพาะผัก (ชุดควบคุม) เศษอาหารจากครัวเรือน เศษผัก เศษผลไม้ และเศษวัสดุทางการเกษตร ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า การคัดแยกขยะอินทรีย์ครัวเรือนมีการย่อยสลายของขยะอินทรีย์ และพบหนอนแมลงวันลายในการย่อยสลายขยะอินทรีย์ทุกชุดการทดลอง โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำหนักเฉลี่ยของขยะอินทรีย์ครัวเรือนแต่ละชุดการทดลอง สรุปได้ว่า ชุดการทดลองที่ 3 คือ ขยะอินทรีย์ประเภท เศษผัก มีน้ำหนักเฉลี่ยน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับทุกชุดการทดลองต่างๆ ในวันที่ 40, 50, 60 วัน เท่ากับ 2.30 ± 0.10 , 1.93 ± 0.06 และ 1.10 ± 0.10 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนน้ำหนักเฉลี่ยของขยะอินทรีย์ครัวเรือนชุดการทดลองที่ 5 คือ ขยะอินทรีย์ประเภท วัสดุทางการเกษตร มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุดเมื่อเทียบกับทุกชุดการทดลองต่างๆ ในวันที่ 40, 50, 60 วัน เท่ากับ 3.13 ± 0.06 , 2.77 ± 0.06 และ 1.97 ± 0.06 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนผลการวิเคราะห์น้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลาย โดยสุ่มเก็บตัวหนอนแมลงวันลายจำนวน 100 ตัว ในช่วงระยะวันดังกล่าว ในการกำจัดขยะอินทรีย์พบว่า น้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลายวันที่ 40, 50, 60 วัน ในชุดการทดลองที่ 1 มีน้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลายสูงสุด เท่ากับ 28.00 ± 1.00 , 31.67 ± 0.58 , 24.67 ± 1.15 กรัม ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลายชุดการทดลองที่ 5 คือ ขยะอินทรีย์ประเภท วัสดุทางการเกษตร ในวันที่ 40, 50 และ 60 วัน มีน้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลายน้อยที่สุด คือ

21.00±1.00, 28.00d±1.00 และ 24.00 ±1.00 กรัม ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบทุกชุดการทดลองต่างๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ผลการนำปุ๋ยหมักเศษขยะอินทรีย์จากครัวเรือนไปวิเคราะห์ให้ผลดังนี้ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 1.64 เปอร์เซ็นต์, ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P_2O_5) ทั้งหมด 1.56 เปอร์เซ็นต์, โพแทสเซียมทั้งหมด (Total K_2O) มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด 1.17 เปอร์เซ็นต์, ปริมาณอินทรีย์วัตถุรับรอง (Organic Matter) 21.67 โดยน้ำหนัก (3.) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) เท่ากับ 7.66 , เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ย่อยสลายสมบูรณ์ ซึ่งผลวิเคราะห์ย่อยสลายสมบูรณ์ (101.31%), มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.66, ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) เท่ากับ 3.11 เดซิซีเมนส์, ปริมาณโซเดียม (Na) เท่ากับ 0.21 โดยน้ำหนัก, ขนาดของปุ๋ย ไม่เกิน 12.5 x 12.5 มิลลิเมตร ซึ่งผลการวิเคราะห์ไม่เกิน 100 % , ปริมาณหิน กรวด ขนาด ไม่เกินร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก (10.) ความชื้นไม่เกินร้อยละ 30 โดยน้ำหนักซึ่งผลวิเคราะห์ ไม่พบ (11.) ไม่พบพลาสติก แก้ว วัสดุมีคม หรือโลหะอื่น, ปริมาณสารเป็นพิษไม่เกินกว่าที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด ไม่ได้ตรวจวิเคราะห์

คำสำคัญ : ขยะอินทรีย์, หนองแมลงวันลาย, ปุ๋ยอินทรีย์ , วัสดุปรับปรุงดิน

Abstract

Therefore, this research aims to manage household organic waste. To develop a technology suitable for household organic waste management by using Black soldier fly larvae. and to develop a product of organic household compost from black soldier fly larvae by using food scraps, vegetable scraps, fruit scraps and agricultural materials from households. By planning a completely randomized design (CRD), the factors of each type of organic waste that the worms received were different, i.e., the type of organic waste used as food for the feed type, classified into 5 Types were: Experimental set 1, cultured food (control), Experiment 2. Household food scraps, Experiment 3 vegetable scraps, Experiment 4 fruit scraps, and Experiment 5: agricultural scraps

The results of the data analysis of the average weight data of each household organic waste in the experimental set. from being used as bait for laying eggs of adult Black soldier fly and the management of organic waste from the households of the black soldier fly larvae. Household organic waste sorting has decomposition of all organic waste in the experimental set. And the Black soldier fly larvae were found in all the organic waste decomposition experiments. By analyzing the data on the average weight of household organic waste for each set of experiments, it was concluded that the third experimental set of organic waste, vegetable scraps, had the lowest mean weight compared to all experimental sets on days 40, 50., 60 days were 2.30 ± 0.10 , 1.93 ± 0.06 and 1.10 ± 0.10 kg, respectively. The average weight of the household organic waste in the experimental set 5 was the organic waste category. agricultural material. The mean weight was the highest compared to all trials at days 40, 50, 60 days, which were 3.13 ± 0.06 , 2.77 ± 0.06 and 1.97 ± 0.06 kg, respectively, with significant differences in the data. Statistically ($P < 0.05$)

The results of the analysis of the mean total weight of the black soldier fly larvae 100 larvae were randomly collected during the aforementioned days. In the disposal of organic waste in each set of experiments, it was found that mean total weight of black soldier fly larvae at 40, 50, 60 days in set 1 The mean total weight of striped fly larvae was 28.00 ± 1.00 , 31.67 ± 0.58 , 24.67 ± 1.15 g, respectively, when comparing all experiments. which had a statistically significant difference in the data ($P < 0.05$).

The mean total weight of black soldier fly larvae in experimental set 5 was organic waste. Agricultural materials at 40, 50 and 60 days had the lowest mean total weight of black soldier fly larvae at 21.00 ± 1.00 , 28.00 ± 1.00 and 24.00 ± 1.00 g, respectively, when comparing all experiments. which had a statistically significant difference in the data ($P < 0.05$).

The results of composting organic waste from households were analyzed. Total nitrogen 1.64 percent, total phosphorus (Total P_2O_5) 1.56 percent, total potassium (Total K_2O) 1.17 percent total potassium, certified organic matter (Organic Matter) 21.67 by weight (3.) Carbon to nitrogen ratio (C/N Ratio) equal to 7.66, is a completely decomposed organic fertilizer. in which complete degradation results (101.31%), The pH value is 6.66, the electrical conductivity is 3.11 decisiemens, the sodium content (Na) is 0.21 by weight, the size of the fertilizer is not more than 12.5 x 12.5 millimeters, which the analysis result does not exceed 100. %, the amount of stone, gravel, size not more than 2% by weight (10.) moisture content not more than 30% by weight, which the analysis results were not found (11.) No plastic, glass, sharp materials or other metals were found, the number of toxic substances was not found. more than that prescribed by the Minister not analyzed for further development as soil improvement material

In terms of technology transfer in household organic waste management activities Using the black soldier fly larvae and appropriate technology, the participants rated their satisfaction with the knowledge utilization. Farmers had the highest level of satisfaction. The average was 4.75 ± 0.51 and the overall satisfaction assessment found that the farmers had the highest level of satisfaction. which has an average value of 4.75 ± 0.44

Key word: Organic waste, Black soldier fly larvae, Organic fertilizer, Soil amendment

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยคำแนะนำต่างๆจากผู้ร่วมวิจัย คณะจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดีจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนพอเพียงก็เพียงพอ นักศึกษาหลักสูตรเกษตรศาสตร์ รวมถึงบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่ได้ให้สถานที่ในการดำเนินการทดลองงานวิจัย และขอขอบคุณ งานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ธนภัทร วรปัสสุ

1 ธันวาคม 2565

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญรูป	ญ
บทที่ 1	บทนำ
	1
1.1	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา
	1
1.2	วัตถุประสงค์ของการวิจัย
	2
1.3	วิธีการดำเนินการวิจัย
	2
1.4	กรอบแนวคิดการวิจัย
	5
1.5	นิยามศัพท์เฉพาะ
	6
1.6	ประโยชน์ของการวิจัย
	7
บทที่ 2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
	8
2.1	ปัญหาของขยะ
	10
2.2	สาเหตุและผลกระทบที่เกิดจากขยะ
	12
2.3	ผลกระทบที่เกิดจากขยะ
	13
2.4	ปัญหาเรื่องขยะจากครัวเรือน
	15
2.5	การบริหารจัดการขยะอินทรีย์เศษอาหาร
	20
2.6	แมลงวันลาย
	30
2.7	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
	31

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 3	วิธีการดำเนินการวิจัย	35
	3.1 อุปกรณ์และวัตถุดิบในการทดลอง	35
	3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล	36
	3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย	36
	3.4 สถานที่ทำการทดลอง	39
	3.5 ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง	39
บทที่ 4	ผลการวิจัย	40
	4.1 การจัดการขยะอินทรีย์ครัวเรือน	40
	โดยใช้หมอนแมลงวันลายและเทคโนโลยีที่เหมาะสม	
	4.2 การนำปุ๋ยหมักขยะอินทรีย์ครัวเรือนมาผลิตเป็นวัสดุปรับปรุงดิน	44
	4.3 การพัฒนาและต่อยอดสินค้าผลิตภัณฑ์	46
	วัสดุปรับปรุงดินจากปุ๋ยหมักขยะอินทรีย์ครัวเรือน	
	4.4 ถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน	48
บทที่ 5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	53
	5.1 สรุปผลการวิจัย	53
	5.2 อภิปรายผลการวิจัย	55
	5.3 ข้อเสนอแนะ	60

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	61
ภาคผนวก	65
ภาคผนวก ก (การเตรียมอุปกรณ์และเชื่อมต่อแมลงวันลาย)	66
ภาคผนวก ข (การพัฒนาผลิตภัณฑ์วัสดุปรับปรุงดินจาก ปุ๋ยหมักเศษขยะครัวเรือน)	72
ภาคผนวก ค (กำหนดการอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยี)	77
ภาคผนวก ง (แบบประเมินความพึงพอใจ)	79
ประวัติผู้วิจัย	81

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	ประเภทของขยะมูลฝอยสำหรับทำปุ๋ยหมัก	12
4-1	ประเภทของขยะอินทรีย์ครัวเรือน	40
4-2	น้ำหนักขยะอินทรีย์ครัวเรือน (กิโลกรัม) ตั้งแต่วันที่ 1-60 วัน	41
4-3	ปริมาณน้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลายตั้งแต่วันที่ 1-60 จำนวน 100 ตัว (กรัม)	42
4-4	ค่าเฉลี่ยขนาดตัวหนอนแมลงวันลาย (เซนติเมตร) ตั้งแต่วันที่ 1-60	43
4-5	ผลวิเคราะห์ปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์จากครัวเรือน โดยวิเคราะห์ธาตุอาหาร ตามประกาศพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 และพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 เรื่อง การกำหนดลักษณะเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ ที่มีคุณภาพและปลอดภัย	45
4-6	ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร (n=20)	49
4-7	ระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรม	51

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1-1	กรอบแนวคิดการวิจัย	5
2-1	รอบวงจรชีวิตแมลงวันลาย	17
2-2	การใช้เชื้อต่อการวางไข่ของแมลงวันลายที่อยู่ตามธรรมชาติ	18
2-3	การอนุบาลไข่หนอนแมลงวันลายเพื่อให้ให้เจริญเติบโต เป็นตัวหนอนแมลงวันลาย	19
4-1	(ก-ข) แสดงปฏิกิริยาหมักขยะอินทรีย์ครัวเรือนที่ผ่านการกำจัด ด้วยหนอนแมลงวันลายเป็นเวลา 60 วัน (ก-ง) แสดงปฏิกิริยาหมัก ขยะอินทรีย์ครัวเรือนที่ผ่านตะแกรงร่อนเพื่อ นำไปวิเคราะห์ผลและพัฒนาเป็นต้นแบบวัสดุปรับปรุงดิน	44
4-2	ขั้นตอนการผลิตวัสดุปรับปรุงดินจากปฏิกิริยาหมักขยะเศษอาหารครัวเรือน	47
4-3	ผู้เข้าร่วมอบรมการถ่ายทอดองค์ความรู้การจัดการขยะครัวเรือน โดยใช้หนอนแมลงวันลาย	48

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ขยะ หรือ สิ่งของเหลือใช้จากชีวิตประจำวันที่รอการกำจัด นับเป็นปัญหาใหญ่ที่ชุมชนของประเทศ ไทยและทั่วโลกเผชิญกันมานาน และกำลังเป็นวิกฤตในตอนนี้ ทั้งปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นในทุกปี การทิ้งและ แยกขยะที่ไม่ถูกต้องจนไม่สามารถนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ซ้ำได้เท่าที่ควร และทำให้การกำจัดขยะอย่าง ถูกต้องเกิดประสิทธิภาพน้อยลงตามไปด้วย สร้างปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม ส่งผลกระทบต่อคนและสัตว์ หลาย คนอาจจะรับรู้ถึงปัญหาดังกล่าว แต่อาจจะมองว่าเป็นเรื่องไกลตัว ควบคุมยาก และจัดการลำบาก ทั้ง ๆ ที่ ความจริงแล้ว ขยะเป็นเรื่องใกล้ตัวมากกว่าที่คิด และการคัดแยกขยะจากครัวเรือนก็ถือเป็นจุดเริ่มต้นที่จะ ช่วยลดปริมาณขยะ และขยะจะไม่กลายเป็นขยะที่ไร้ค่าหากเราจัดการอย่างถูกวิธี และนำกลับไปใช้ ประโยชน์ต่อไปได้

ปัญหาเรื่องขยะจากครัวเรือนมีอยู่จำนวนมากภายในแต่ละวัน ซึ่งครัวเรือนและร้านอาหารจะมีเศษ อาหารที่เหลือจากการบริโภคหรือจำหน่ายจำนวนมาก จึงเป็นการเพิ่มปริมาณขยะ ส่งกลิ่นเหม็น เป็น อันตรายต่อสิ่งแวดล้อม จึงเกิดแนวคิดในการหาวิธีการกำจัดสิ่งปฏิกูลเหล่านี้เพื่อไม่ให้เป็นการระต่อสังคม ไม่ต้องเสียเวลาในการขุดหลุมฝัง ลดค่าใช้จ่ายในการจ้างเก็บขยะมูลฝอย และเกิดประโยชน์ให้มากที่สุด คือ การนำไปทำเป็นปุ๋ยหมักจากเศษอาหาร โดยขยะย่อยสลาย (Compostable waste) หรือขยะอินทรีย์ (organic waste) คือ ขยะย่อยสลายได้ ขยะที่เน่าเสียและย่อยสลายได้เร็ว ส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมการอุปโภคและ บริโภคในครัวเรือน ภัตตาคาร โรงอาหาร ตลาดสด และการเกษตรกรรม สามารถนำมาหมักทำปุ๋ยได้ เพราะว่าเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีความชื้นค่อนข้างสูง ประกอบกับขยะประเภทนี้ มีกลิ่นเหม็น การกำจัด ขยะประเภทนี้ควรพิจารณาความเป็นไปได้ในการหมักทำปุ๋ยก่อน เช่น เศษอาหารครัวเรือน เศษผัก เปลือก ผลไม้ ใบไม้ เศษเนื้อสัตว์ วัสดุทางการเกษตร เป็นต้น แต่จะไม่รวมถึงซากหรือเศษของพืช ผัก ผลไม้ หรือ สัตว์ที่เกิดจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยที่ขยะย่อยสลายนี้เป็นขยะที่พบมากที่สุด ประมาณ 64% ของปริมาณขยะชนิดต่างๆ จึงควรหาวิธีการในการกำจัดขยะอินทรีย์ครัวเรือน ที่สามารถนำกลับมาใช้ ประโยชน์ได้

การใช้แมลงวันลาย (Black Soldier Fly) กำจัดขยะอินทรีย์ครัวเรือน เป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยลดปริมาณ ขยะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขยะอินทรีย์ได้แก่ เศษอาหาร เศษผักและผลไม้ทุกชนิด ซึ่งแมลงวันลายพบได้ตาม

ธรรมชาติทั่วไป เมื่อทำปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยชีวภาพจะพบแมลงวันลายมาวางไข่ บนเศษอาหาร มีส่วนช่วยในการย่อยสลายเศษขยะอินทรีย์เหล่านี้และปลดปล่อยเป็นฮิวมัส และธาตุอาหารพืช ทำให้ลดกลิ่นเหม็นของขยะ นอกจากนี้หนอนแมลงวันลายยังมีประโยชน์ในการนำไปเป็นอาหารของสัตว์ได้อีกด้วย เพราะหนอนแมลงวันมีโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และแคลเซียมสูงมาก ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนาหนอนแมลงวันลายเป็นส่วนผสมอาหารปลาอีกด้วย อีกทั้งทำให้ได้ปุ๋ยอินทรีย์ (Organic Fertilizers) โดยที่วัสดุอินทรีย์ถูกย่อยสลายสมบูรณ์ด้วยจุลินทรีย์ ซึ่งเกษตรกรกลุ่มวิสาหกิจชุมชนพอเพียงก็เพียงพอ ทำเกษตรผสมผสาน ดำเนินชีวิตตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เช่น ทำเกษตรผสมผสานในรูปแบบเกษตรอินทรีย์ มีการปลูกพืชระยะสั้น ไม้ผล ประมง ปศุสัตว์ เช่น เลี้ยงปลา เลี้ยงไก่ ปลูกพริก มะเขือเทศ แตงกวา ข้าวโพด และพืชผักต่างๆ เป็นต้น ซึ่งมีความจำเป็นจะต้องใช้อาหารสัตว์ และปุ๋ยในการทำอาชีพเกษตรกรรม

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์ในการจัดการขยะอินทรีย์ครัวเรือน โดยการนำเศษอาหาร เศษผัก เศษผลไม้ และวัสดุทางการเกษตรจากครัวเรือน ในการจัดการขยะอินทรีย์จากครัวเรือนโดยใช้หนอนแมลงวันลาย และได้ผลผลิตเป็นปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์ เพื่อนำไปลดต้นทุนปัจจัยการผลิต ปลูกพืชภายในฟาร์มของเกษตรกร และเพิ่มมูลค่าพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปุ๋ยหมักเศษขยะอินทรีย์ครัวเรือนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการจัดการขยะอินทรีย์ครัวเรือนโดยใช้หนอนแมลงวันลาย
2. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยหมักอินทรีย์ครัวเรือนจากหนอนแมลงวันลาย

1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.3.1 การเตรียมขยะอินทรีย์

รวบรวมขยะและคัดแยกประเภทขยะอินทรีย์ครัวเรือนที่ย่อยสลายได้เช่น เศษอาหาร เศษผัก ผลไม้ เศษวัสดุเหลือทิ้งจากธรรมชาติ ของกลุ่มเกษตรกรวิสาหกิจชุมชนพอเพียงก็เพียงพอ

เมื่อเริ่มทำการทดลองจะใช้อาหารต่างชนิดกัน ได้แก่ อาหารเพาะผัก(ชุดควบคุม) เศษอาหารจากครัวเรือน เศษผัก เศษผลไม้ และเศษวัสดุทางการเกษตร โดยจะนำขยะอินทรีย์แต่ละชุดการทดลองผสมน้ำ

หมักชีวภาพ ในอัตราขยะอินทรีย์ 4 ส่วน ค่อน้ำหมักชีวภาพ 1 ส่วน แล้วนำมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยใช้เวลาประมาณ 3 นาที โดยดำเนินขั้นตอนดังนี้

ใช้เหยื่อล่อตัวเต็มวัยแมลงวันลายมาวางไข่ โดยทำทรงมุ้งตาข่ายและเลียนแบบเหมือนสภาพธรรมชาติในการผสมพันธุ์และวางไข่ และมีการจับบันทึกปริมาณอาหารที่ให้ทั้งหมดตลอดระยะเวลาการศึกษา โดยมีลักษณะที่ศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่เป็นระยะเวลา 60 วัน โดยเก็บข้อมูล น้ำหนักขยะอินทรีย์ครัวเรือน ปริมาณหนอนแมลงวันลาย ขนาดตัว น้ำหนักต่อตัว ในวันที่ 1 7 10 14 20 30 40 50 60 ของการทดลอง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) ประกอบด้วย 5 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ แต่ละชุดการทดลองมีรายละเอียดดังนี้ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 อาหารเพาะฟัก ใช้อาหารปลาเม็ดสำเร็จรูปผสมรำละเอียด ในอัตรา 2:1 มีความชื้น 70 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนัก 5 กิโลกรัม ในอัตราอาหารปลาเม็ดสำเร็จรูปผสมรำละเอียด 4 ส่วน ค่อน้ำหมักชีวภาพ 1 ส่วน แล้วนำมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยใช้เวลาประมาณ 3 นาที ร่วมกับปล่อยตัวเต็มวัยแมลงวันลายจำนวนชุดละ 20 ตัว (ชุดควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 ใช้เศษอาหารจากครัวเรือน น้ำหนัก 5 กิโลกรัม ในอัตราขยะอินทรีย์ 4 ส่วน ค่อน้ำหมักชีวภาพ 1 ส่วน แล้วนำมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยใช้เวลาประมาณ 3 นาที ร่วมกับปล่อยตัวเต็มวัยแมลงวันลายจำนวนชุดละ 20 ตัว

ชุดการทดลองที่ 3 ใช้เศษผัก น้ำหนัก 5 กิโลกรัม ในอัตราขยะอินทรีย์ 4 ส่วน ค่อน้ำหมักชีวภาพ 1 ส่วน แล้วนำมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยใช้เวลาประมาณ 3 นาที ร่วมกับปล่อยตัวเต็มวัยแมลงวันลายจำนวนชุดละ 20 ตัว

ชุดการทดลองที่ 4 ใช้เศษผลไม้ น้ำหนัก 5 กิโลกรัม ในอัตราขยะอินทรีย์ 4 ส่วน ค่อน้ำหมักชีวภาพ 1 ส่วน แล้วนำมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยใช้เวลาประมาณ 3 นาที ร่วมกับปล่อยตัวเต็มวัยแมลงวันลายจำนวนชุดละ 20 ตัว

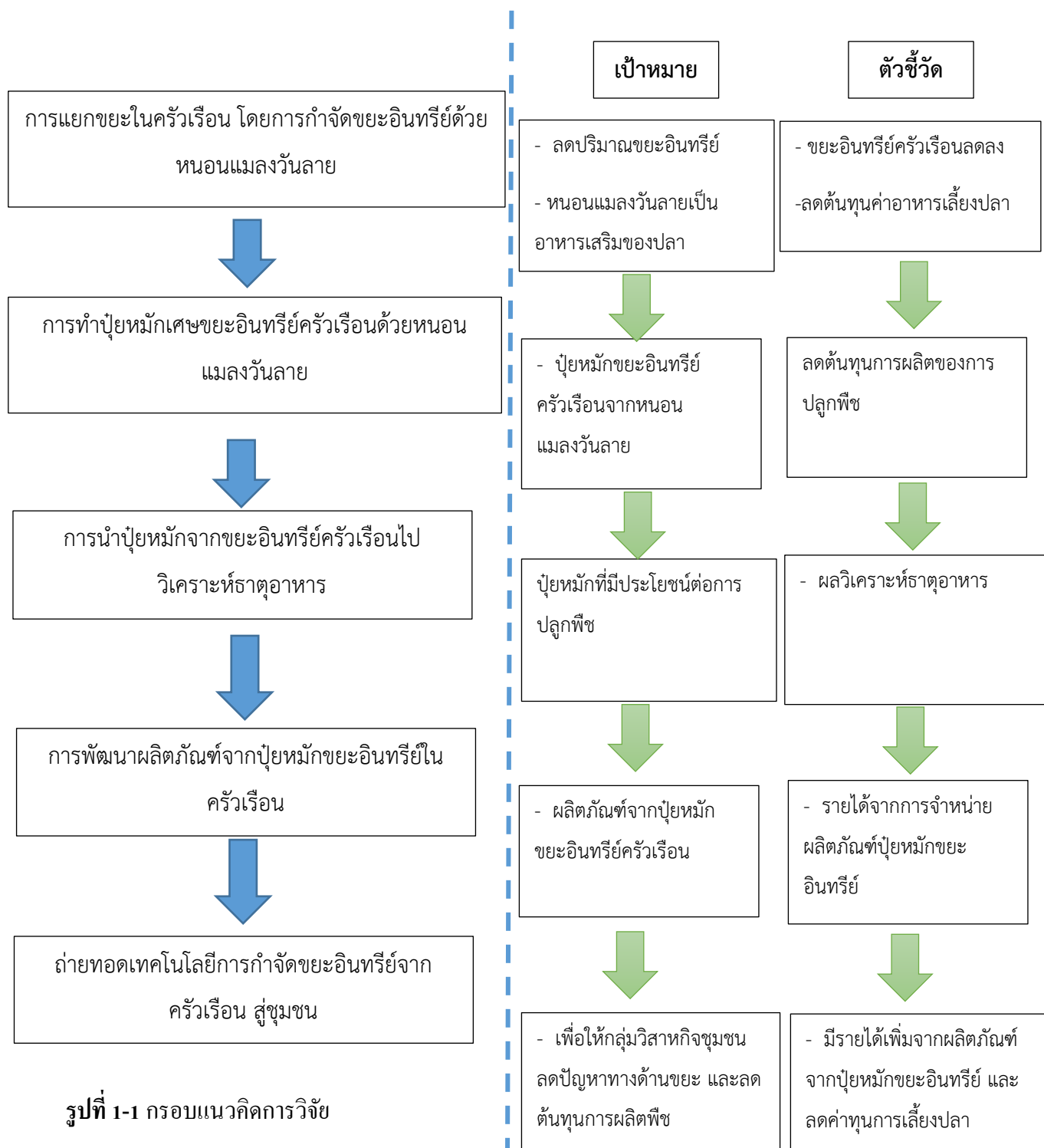
ชุดการทดลองที่ 5 ใช้เศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร น้ำหนัก 5 กิโลกรัม ในอัตราขยะอินทรีย์ 4 ส่วน ค่อน้ำหมักชีวภาพ 1 ส่วน แล้วนำมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยใช้เวลาประมาณ 3 นาที ร่วมกับปล่อยตัวเต็มวัยแมลงวันลายจำนวนชุดละ 20 ตัว

เก็บข้อมูล เป็นระยะเวลา 60 วัน โดยเก็บข้อมูลของ น้ำหนักขะอินทรีย์ ปริมาณหนอนแมลงวันลาย ขนาดตัวหนอนแมลงวันลาย น้ำหนักหนอนแมลงวันลาย ในวันที่ 1 7 10 14 20 30 40 50 60 ของการทดลอง

1.3.2 นำปุ๋ยหมักจากขะอินทรีย์จากครัวเรือน ไปวิเคราะห์ธาตุอาหาร ตามประกาศพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 และพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 เรื่อง การกำหนดลักษณะเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพและปลอดภัย โดยส่งตรวจวิเคราะห์ และพัฒนาผลิตภัณฑ์วัสดุปรับปรุงดินจากขะอินทรีย์ครัวเรือน

1.3.3 ถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่อง การกำจัดขยะครัวเรือน โดยใช้หนอนแมลงวันลาย และจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ ในการจัดการขยะอินทรีย์ครัวเรือน โดยการนำเศษอาหาร เศษผัก เศษผลไม้ และวัสดุทางการเกษตรจากครัวเรือน ด้วยการใช้หนอนแมลงวันลาย และได้ผลผลิตเป็นปุ๋ยหมักจากขะอินทรีย์ เพื่อนำไปลดต้นทุนปัจจัยการผลิต ปลูกรักษาในฟาร์มของเกษตรกร และเพิ่มมูลค่าพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปุ๋ยหมักเศษขยะอินทรีย์ครัวเรือนต่อไป กลุ่มเป้าหมายจำนวน 20 คน พร้อมทั้งทำแบบประเมินความพึงพอใจของเกษตรกร ณ วิทยาลัยชุมชนพองเพียก็พียงพอ ตำบล้วยสะแก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย



1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ขยะ (Waste) หมายถึง เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า เศษวัตถุ ขยะพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร ถ้ำ มูลสัตว์ ซากสัตว์ หรือสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์ หรือ ที่อื่นรวมถึงมูลฝอยติดเชื้อ มูลฝอยที่เป็นพิษ หรืออันตรายจากชุมชน หรือครีวเรือน ยกเว้น มูลฝอย ที่มีลักษณะและคุณสมบัติที่กำหนดไว้ตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน

2. ขยะอินทรีย์เศษอาหาร (organic food waste) คือ ขยะที่เน่าเสียและย่อยสลายได้เร็ว สามารถนำมาหมักทำปุ๋ยได้ซึ่งเป็นขยะที่เกิดจากการตัดแต่ง หรือขยะที่ไม่สามารถนำไปจำหน่าย หรือขายได้เช่น เศษผัก เปลือกผลไม้เศษอาหาร ใบไม้เศษเนื้อสัตว์เป็นต้น ขยะอินทรีย์เศษอาหาร มีส่วนประกอบของสารอินทรีย์วัตถุในปริมาณที่สูงมากและอินทรีย์วัตถุดังกล่าวเป็นพวกที่ย่อย สลายได้ง่าย จึงก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นรบกวน โดยปกติขยะสดจะมีปริมาณความชื้นปะปนร้อยละ 40-70 และมีน้ำหนักค่อนข้างสูง สามารถรวบรวมนำไปทำปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ นำไปเลี้ยงสัตว์ ถ้าหากนำไปทิ้งรวมกับขยะประเภทอื่นจะทำให้เกิดการเน่าเหม็นเกิดสภาพอันเป็น ที่ น่ารังเกียจ ดังนั้นขยะประเภทนี้จึงจำเป็นต้องคัดแยกออกมาจัดการให้ถูกต้องในการเก็บ รวบรวมขยะควรรวบรวมในถังที่มีฝาปิด มิดชิดและควรนำไปกำจัดทุกวัน

3. การจัดการขยะ หมายถึง การทิ้งขยะให้ถูกประเภท การคัดแยกขยะ ณ แหล่งกำเนิด การคัดแยกขยะวัสดุที่ใช้ได้ออกจากวัสดุที่ใช้ไม่ได้ หรือไม่สามารถใช้ซ้ำได้ วัสดุอันตราย การเลือกใช้วัสดุย่อยสลายในการห่อหุ้มสินค้าและบริการต่าง ๆ แทนการใช้กล่องโฟม ขยะพลาสติก และการปฏิบัติตามกฎระเบียบของตลาดสดในการจัดการขยะ

4. การจัดการขยะอินทรีย์เศษอาหาร หมายถึง การทิ้งขยะที่เป็นเศษอาหารให้ถูกต้องตาม ประเภทของถังขยะ (ถังขยะอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้) โดยการคัดแยกขยะอินทรีย์เศษอาหาร ณ แหล่งกำเนิดนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด เช่น นำไปทำปุ๋ยหมักชีวภาพ น้ำหมักชีวภาพ หรือ นำไปเป็นอาหารสัตว์ ฯลฯ ก่อนนำไปกำจัด ด้วยวิธีฝังกลบในขั้นตอนสุดท้าย

5. แนวทางในการจัดการขยะ หมายถึง แนวทางในการจัดการขยะตามหลักวิชาการต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการลดปริมาณขยะโดยการคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทาง การเก็บ กัก เก็บรวบรวม การขนส่ง และการกำจัดด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น การทำปุ๋ยหมัก การทำปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพ และการนำไป แปรรูปเป็นอาหารสัตว์ เป็นต้น

6. ปุ๋ยอินทรีย์ (Organic Fertilizers) คือ ปุ๋ยที่ได้ หรือทำมาจากวัสดุอินทรีย์ซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีที่ ทำให้ขึ้น สับ บด หมัก ร่อน สกัด หรือด้วยวิธีการอื่นๆ โดยที่วัสดุอินทรีย์ถูกย่อยสลายสมบูรณ์ด้วยจุลินทรีย์ แต่ไม่ใช่ปุ๋ยเคมีและไม่ใช่ปุ๋ยชีวภาพแต่สามารถนำไปปลูกและให้ธาตุอาหารกับพืชได้

1.6 ประโยชน์ของการวิจัย

- 1.ได้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยหมักจากหนอนแมลงวันลาย ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนพอเพียงก็เพียงพอ
- 2.วิสาหกิจชุมชนพอเพียงก็เพียงพอ มีรายได้จากการลดต้นทุนการผลิตและจำหน่ายปุ๋ยหมัก
- 3.มีการรวมกลุ่ม จากการมีกิจกรรมให้กลุ่มเกษตรกรได้ทำร่วมกัน เกิดความสามัคคีกัน เพื่อเป้าหมายเดียวกัน
- 4.สามารถขยายพื้นที่และสร้างชุมชนต้นแบบการจัดการขยะ และนำองค์ความรู้และเทคโนโลยีไปเผยแพร่ต่อ ทำให้สังคมมีการพัฒนาต่อไปในพื้นที่อื่นๆต่อไป
- 5.งานวิจัยนี้ส่งผลให้ฐานรากมีชีวิตเกษตรกรมีความเป็นอยู่ดีขึ้น เนื่องจากมีรายได้เพิ่มจากการร่วมกิจกรรมในกลุ่ม มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น สามารถอยู่ได้แบบยั่งยืนในสังคมต่อไป
- 6.ชุมชนมีความยั่งยืนทางด้านการจัดการเรื่องขยะ และนำทรัพยากรในชุมชนไปใช้ประโยชน์ได้สูงสุด
- 7.ช่วยลดความเสื่อมโทรมสิ่งแวดล้อมในชุมชนจากการนำองค์ความรู้มาใช้จัดการเรื่องสิ่งแวดล้อมในชุมชน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเติบโตทางเศรษฐกิจในศตวรรษที่ 21 เป็นผลมาจากอารยธรรมทางอุตสาหกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปทั้งหมดในประเทศต่างๆทั่วโลก กรมเศรษฐกิจและสังคมแห่งสหประชาชาติรายงานว่า ประชากรเมืองของโลกคิดเป็น 55% ของประชากรทั้งหมดในปี 2561 คาดว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 68% ภายในปี 2593 และมากกว่า 90% ของประชากรทั้งหมดการเติบโตของประชากรจะเกิดขึ้นในเอเชียและแอฟริกา (Akmal and Jamil, 2021) มีการเติบโตอย่างรวดเร็วของประชากร ความเจริญของสังคมเมือง และการพัฒนาเศรษฐกิจในประเทศที่มีความต้องการอาหารคุณภาพสูง และการจัดการขยะอินทรีย์ที่มีผลกระทบต่อทรัพยากรเป็นจำนวนมาก (FAO, 2017 Surendra and Kuehnle, 2019) โดยสถานการณ์ปัญหาขยะอินทรีย์ ซึ่งอาหารเป็นปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิตของมนุษย์ แต่ทว่าหนึ่งในสามของอาหารที่ผลิต ในโลกกลายเป็นขยะอาหาร ซึ่งหมายถึงเศษอาหารที่ไม่สามารถนำมารับประทานได้ทั้งที่ อาหารเหล่านั้นอาจจะเป็นอาหารส่วนเกินที่สามารถนำไปรับประทานต่อได้ก็ตาม หากแต่ต้องทิ้ง กลายเป็นขยะอาหารหรือประมาณ 1.6 พันล้านตันต่อปี ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการประมาณการขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (UNFAO) เป้าหมายในการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDG) ของสหประชาชาติข้อที่ 12 ได้กล่าวถึงการสร้าง รูปแบบการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืนซึ่งในหัวข้อย่อย 12.3 โดยมีการกำหนดให้ลดอัตราการสูญเสียอาหาร (food loss) และขยะอาหาร (food waste) ตลอดห่วงโซ่การผลิตอาหารให้เหลือเพียง ครึ่งหนึ่งภายในปี พ.ศ. 2573 ซึ่งเป็นเป้าหมายที่มีความท้าทายอย่างยิ่ง แต่ประเทศไทยยังไม่มีข้อมูลปริมาณอาหารที่ผลิตและปริมาณการทิ้งขยะอาหารที่ชัดเจน มีเพียงข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยที่เป็นขยะอินทรีย์ซึ่งกรมควบคุมมลพิษระบุว่า ในปี พ.ศ. 2560 มีปริมาณมากถึง 17.56 ล้านตัน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 64 ของปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมด หรือ 254 กิโลกรัมต่อคนต่อปี ทั้งนี้ตัวเลขดังกล่าวเป็นปริมาณขยะมูลฝอยที่จัดเก็บโดยเทศบาล เท่านั้นยังไม่รวมขยะอาหารหรือปริมาณอาหารส่วนเกินของภาคธุรกิจที่มีการจ้างบริษัทเอกชน บริหารจัดการ ในการบริหารจัดการขยะที่เป็นอาหารหรือเศษอาหารโดยมีวิธีการต่าง ๆ ได้แก่ เผาในเตาเผา (incinerate) หรือนำไปผลิตเป็นปุ๋ย ร้อยละ 43 ของขยะมูลฝอยทั้งหมด และอีกร้อยละ 57 ถูก นำไปฝังกลบหรือถมกลางแจ้ง ซึ่งประเทศไทยมีสถานที่ถมขยะกลางแจ้งกระจายอยู่ทั่วประเทศจนทำให้เกิดปัญหามลพิษต่าง ๆ ตามมา เช่น การกระจาย

ของเชื้อโรคต่าง ๆ ลงสู่แม่น้ำลำคลอง เนื่องจากขยะอาหารเป็นพาหะนำโรค อีกทั้งยังส่งกลิ่นเหม็นและส่งผลต่อสุขลักษณะในการดำรงชีวิตของประชาชน นอกจากนี้ชาวไทยส่วนใหญ่มักทิ้งขยะอาหารรวมกับขยะทั่วไปทำให้การคัดแยกขยะก่อนการนำไปรีไซเคิลและกำจัดเป็นไปได้อย่างยากลำบาก เช่น การกำจัดขยะโดยการเผาขยะมูลฝอยที่มีขยะอาหารปนอยู่ทำให้เกิดความชื้นสูงต้องใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงสูง ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษจากการเผามากกว่าขยะที่มีความชื้นต่ำ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงมีการรณรงค์ ไม่เพียงแต่ให้ลดปริมาณอาหารที่ต้องทิ้ง หากแต่ให้ลดปริมาณขยะอาหารที่ต้องฝังกลบด้วย โดยบางประเทศได้มีการกำหนดเพิกษาไม่ให้มีการฝังกลบขยะที่เป็นอาหารเลย (zero landfill) อย่างไรก็ตาม มีข้อเสียหลายประการที่เกี่ยวข้องกับการฝังกลบ เช่น การกำจัดเช่นการยึดครองพื้นที่อันมีค่าที่ขยะมูลฝอยการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตที่ทำให้เกิดโรค การผลิตกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น การมีส่วนร่วมในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (FAO, 2013). นอกจากนี้ ยังต้องใช้วิธีการจัดการของเสียที่ใช้กันทั่วไปเป็นเวลานานก่อนที่จะของเสียจะถูกย่อยสลายอย่างสมบูรณ์ ดังนี้

1. ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่นั้นๆ เช่นที่ตั้งของชุมชนที่อยู่บนที่สูง ที่ลุ่ม หรือที่ริมทะเล เป็นต้น
2. ฤดูกาลเช่น ในฤดูฝนลักษณะของขยะมูลฝอยจะมีความชื้นสูงกว่าในช่วงฤดูร้อน มีส่วนผสมของมูลฝอยพวกสารอินทรีย์สูง เช่น ใบไม้ ผัก ผลไม้ เป็นต้น
3. รายได้ของประชาชนโดยการศึกษาพบว่า ถ้าในพื้นที่ที่รายได้ของประชาชนสูงจะมีอัตรา การเกิดมูลขยะฝอยต่อคนสูงกว่าพื้นที่ที่มีประชากรรายได้น้อยกว่า รวมทั้งยังมีความหลากหลายของ องค์ประกอบมูลฝอยมากกว่ากลุ่มคนที่มีรายได้น้อย
4. โครงสร้างของครอบครัว จำนวนคนในครอบครัวเป็นตัวกำหนดปริมาณมูลฝอย หากเป็นครอบครัวใหญ่จะมีปริมาณมูลฝอยมาก แต่หากนำมาเฉลี่ยหาอัตราการเกิดจะมี สัดส่วนน้อยลง และน้อยกว่าคนที่อาศัยอยู่คนเดียวหรือครอบครัวที่มีคนน้อยกว่าแต่ความหลากหลายขององค์ประกอบมูลฝอยอาจจะไม่ชัดเจนเหมือนกับปริมาณมูลฝอย
5. พฤติกรรมในการบริโภคสินค้าและอาหาร เช่น สำหรับผู้ที่ประกอบอาหารรับประทาน เองจะมีมูลฝอยประเภทเศษผัก เศษอาหาร ในขณะที่ผู้ที่นิยมซื้ออาหารสำเร็จมูลฝอยจะเป็นประเภทพลาสติกหรือโฟมที่ใช้บรรจุอาหาร เป็นต้น

6. รูปแบบของการดำเนินชีวิตประจำวันที่เป็นเฉพาะ คือ ไม่ทำครัวที่บ้านแต่รับประทาน อาหารนอกบ้าน ไม่มีตัดแต่งเศษผัก ผลไม้แต่ในสวน แต่นำมาตัดแต่งส่วนที่เสียออกก่อนตั้งจำหน่าย ณ แผงค้าในตลาด ซึ่งส่งผลต่อปริมาณและองค์ประกอบของมูลฝอยเช่นกัน

7. กฎหมายข้อบังคับ เช่น การคืนขวดสินค้า มีส่วนทำให้ปริมาณมูลฝอยลดน้อยลงได้ หาก เป็นไปได้จริงในประเทศไทยกำหนดให้มีการคืนขวด ปริมาณมูลฝอยประเภทขวดที่ทำจากแก้วหรือ พลาสติกจะลดลง การคัดแยกขยะอินทรีย์ เพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ จะทำให้ปริมาณขยะ อินทรีย์ลดลง และการบังคับใช้กฎหมาย เก็บค่าธรรมเนียมขยะอินทรีย์ ตามปริมาณขยะอินทรีย์ที่ เกิดขึ้น

2.1 สาเหตุและผลกระทบที่เกิดจากขยะ

สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาขยะ

1. ความมั่งคั่ง และขาดความสำนึกถึงผลเสียที่จะเกิดขึ้นเป็นสาเหตุที่พบบ่อยมาก ซึ่งจะเห็นได้จากการทิ้งขยะลง ตามพื้น หรือแหล่งน้ำ โดยไม่ทิ้งลงในถังรองรับที่จัดไว้
2. การผลิตหรือใช้สิ่งของมากเกินไปจนเกินความจำเป็น เช่น การผลิตสินค้าที่มีกระดาษหรือ พลาสติกหุ้มหลายชั้น และการซื้อสินค้า โดยห่อแยกหรือใส่ถุงพลาสติกหลายถุง ทำให้มีขยะ ปริมาณมาก
3. การเก็บและทำลายหรือนำขยะไปใช้ประโยชน์ไม่มีประสิทธิภาพ จึงมีขยะ ตกค้างกองหมักหมม และส่งกลิ่นเหม็นไปทั่วบริเวณจนก่อปัญหามลพิษให้กับสิ่งแวดล้อม

ผลกระทบที่เกิดจากขยะ ขยะมูลฝอยก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์หลาย ประการดังต่อไปนี้คือ

1. เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลง และพาหะของโรค เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับขยะมูลฝอยมีโอกาที่จะ ขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนมากยิ่งขึ้นได้เพราะขยะมูลฝอยมีทั้งความชื้นและสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ใช้เป็นอาหาร ขยะอินทรีย์สารที่ทิ้งค้างไว้จะเกิดการเน่าเปื่อยกลายเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงวัน นอกจากนั้น พวกขยะที่ปล่อยทิ้งไว้นานๆ จะเป็นที่อยู่อาศัยของหนู โดยหนูจะเข้ามาทำรังขยายพันธุ์เพราะมีทั้งอาหารและที่หลบซ่อน ดังนั้นขยะที่ขาดการเก็บรวบรวม และการกำจัดจึงทำให้เกิดเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ที่สำคัญของเชื้อโรคแมลงวัน หนู แมลงสาบ ซึ่งเป็นพาหะนำโรคมารู้นคน
2. เป็นบ่อเกิดของโรค เนื่องจากการเก็บรวบรวมและการกำจัดขยะมูลฝอยไม่ดี หรือปล่อยปละละเลยทำให้มีขยะมูลฝอยเหลือทิ้งค้างไว้ในชุมชน จะเป็นบ่อเกิดของเชื้อโรคต่าง ๆ เช่น ดับอักเสบ เชื้อ

ไทฟอยด์ เป็นแหล่งกำเนิดและอาหารของสัตว์ต่าง ๆ ที่เป็นพาหะนำโรคมานสู่ คน เช่น แมลงวัน แมลงสาบ และหนู เป็นต้น

3. ก่อให้เกิดความรำคาญ การเก็บรวบรวมขยะไม่หมดก็จะเกิดเป็นกลิ่นรบกวน กระจายอยู่ทั่วไป ในชุมชน นอกจากนั้นฝุ่นละอองที่เกิดจากการเก็บรวบรวมการขนถ่าย และการการกำจัดขยะก็ยังคงเป็น เหตุ รำคาญที่มักจะได้รับ การร้องเรียนจากประชาชนในชุมชนอยู่เสมอ

4. ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ขยะมูลฝอยเป็นสาเหตุสำคัญ ที่ทำให้เกิดมลพิษของน้ำ มลพิษ ของดิน และ มลพิษของอากาศ เนื่องจากขยะส่วนที่ขาดการเก็บรวบรวม หรือไม่นำมากำจัดให้ถูกวิธี ปล่อย ทิ้ง ค้างไว้ในพื้นที่ของชุมชน เมื่อมีฝนตกลงมาจะไหลชะนำความสกปรกเชื้อโรค สารพิษจากขยะไหลลงสู่ แหล่งน้ำ ทำให้แหล่งน้ำ เกิดเน่าเสียได้และนอกจากนี้ขยะมูลฝอยยังส่งผลกระทบต่อคุณภาพ ดิน ซึ่งจะมี มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของขยะมูลฝอย และสารอินทรีย์ในขยะ มูลฝอยเมื่อมีการย่อยสลายจะทำให้ เกิดสภาพความเป็นกรดในดิน และเมื่อฝนตกมาชะกองขยะมูลฝอยจะ ทำให้น้ำเสียจากกองขยะมูลฝอย ไหลปนเปื้อนดินบริเวณรอบ ๆ ทำให้เกิดมลพิษของดินได้ การปนเปื้อนของดินยังเกิดจากการนำขยะมูลฝอย ไปฝังกลบ หรือไปทิ้งทำให้ของเสียอันตรายปนเปื้อนลง ในดิน ถ้ามีการเผาขยะมูลฝอยกลางแจ้งทำให้เกิดควัน มีสารพิษทำให้คุณภาพของอากาศเสีย ส่วน มลพิษทางอากาศจากขยะมูลฝอยนั้น อาจเกิดขึ้นได้ทั้งสารที่มีอยู่ ในขยะและพวกแก๊สหรือ ไอระเหย ที่สำคัญ ก็คือกลิ่นเหม็น ที่เกิดจากการเน่าเปื่อย และสลายตัวของอินทรีย์ สารเป็นส่วนใหญ่

5. ทำให้เกิดการเสี่ยงต่อสุขภาพ ขยะมูลฝอยที่ทิ้งและรวบรวมโดยขาดประสิทธิภาพ โดยเฉพาะ อย่างยิ่ง ขยะมูลฝอยพวกของเสียอันตราย ถ้าขาดการจัดการที่เหมาะสม ย่อมก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ ของประชาชนได้ง่าย เช่น โรคทางเดินอาหารที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียที่มีแมลงวันเป็นพาหะ หรือ ได้รับ สารพิษที่มากับของเสียอันตราย

6. เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ ขยะมูลฝอยปริมาณมากย่อมต้องสิ้นเปลืองงบประมาณในการ จัดการเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพ นอกจากนี้ผลกระทบจากขยะมูลฝอยไม่ว่าจะเป็นน้ำเสีย อากาศเสีย ดิน ปนเปื้อน สิ่งเหล่านี้ย่อมส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศทั้งสิ้น

7. ทำให้ขาดความสวยงาม การเก็บขนและกำจัดที่ดีจะช่วยให้ชุมชนเกิดความสวยงาม มีความเป็น ระเบียบเรียบร้อย แสดงถึงความเจริญและวัฒนธรรมของชุมชน ฉะนั้นหากเก็บไม่หมด กำจัดไม่ดีย่อม ก่อให้เกิดความไม่น่าดู ขาดความสวยงามของบ้านเมือง และความไม่เป็นระเบียบส่งผลกระทบต่อ อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวได้อีกด้วย

2.2 ปัญหาเรื่องขยะจากครัวเรือน

การเพิ่มขึ้นของขยะอินทรีย์ที่เกิดขึ้นทั่วโลกอย่างต่อเนื่อง ถือเป็นภัยคุกคามที่เกิดขึ้นใหม่ ไม่เพียงแต่ต่อสุขภาพของมนุษย์เท่านั้น แต่ยังรวมถึงความหลากหลายทางชีวภาพและระบบนิเวศ ความกังวลด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับระดับของเสียที่มากขึ้น ได้แก่ การปนเปื้อนของ น้ำ อากาศ และดิน (Pastor et al., 2015) ปัญหาเรื่องขยะจากครัวเรือนมีอยู่จำนวนมากในแต่ละวัน ซึ่งครัวเรือนและร้านอาหารจะมีเศษอาหารที่เหลือจากการบริโภคหรือจำหน่ายจำนวนมาก จึงเป็นการเพิ่มปริมาณขยะ ส่งกลิ่นเหม็น เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม จึงเกิดแนวคิดในการหาวิธีการกำจัดสิ่งปฏิกูลเหล่านี้เพื่อไม่ให้เป็นการระคายเคือง ไม่ต้องเสียเวลาในการขุดหลุมฝัง ลดค่าใช้จ่ายในการจ้างเก็บขยะมูลฝอย และเกิดประโยชน์ให้มากที่สุด คือ การนำไปทำเป็นปุ๋ยหมักจากเศษอาหาร แม้ว่าวิธีการบำบัดของเสียดังกล่าวจะเป็นที่ใช้กันทั่วไปในหลายเมืองภายในประเทศกำลังพัฒนา แต่ขาดการสนใจในการลงทุนวิธีการรวบรวม แยก และ แปรรูปของเสีย ออร์แกนิก ของขยะอินทรีย์ ในการแก้ไขปัญหาปริมาณที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (Kinasih et al., 2018)

ขยะอินทรีย์ (organic waste) หรือขยะย่อยสลายได้ หมายถึง ขยะที่สามารถย่อยสลายได้ ส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมการอุปโภคและบริโภคในครัวเรือน ภัตตาคาร โรงอาหาร ตลาดสด และการเกษตรกรรม ได้แก่ เศษอาหาร เศษผัก เศษเนื้อ เศษผลไม้ ซากสัตว์ มูลสัตว์ขยะประเภทนี้จะเป็พวกย่อยสลายและเน่าเปื่อยได้ง่าย เพราะว่าเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีความชื้นค่อนข้างสูง ประกอบกับขยะประเภทนี้ มีกลิ่นเหม็น การกำจัดขยะประเภทนี้ควรพิจารณาความเป็นไปได้ในการหมักทำปุ๋ยก่อน

ตารางที่ 2-1 ประเภทของขยะมูลฝอยสำหรับทำปุ๋ยหมัก

ขยะสีน้ำตาล (มีปริมาณคาร์บอนมาก ส่วนใหญ่เป็นขยะแห้ง)	ขยะสีเขียว (มีปริมาณไนโตรเจนมาก ส่วนใหญ่เป็นขยะเปียก)	ขยะจำพวกเนื้อสัตว์ (มีปริมาณฟอสฟอรัสมาก ส่วนใหญ่เป็นโปรตีน)	ขยะที่ไม่ควรนำมาหมัก
หญ้าแห้ง	หญ้าและใบไม้สด	เนื้อสัตว์แปรรูป	กระดูก
ฟางข้าว	เศษอาหาร	ข้าว	น้ำมันปรุงอาหาร
กิ่งไม้เศษไม้	ผักและเปลือกผลไม้	ขนมปัง ซาลาเปา	ผลิตภัณฑ์อาหารนม
ใบไม้	ถุงน้ำชาและกากกาแฟ	อาหารที่มีไขมัน	พืชหรือต้นไม้ที่เป็นโรค
กระดาษ	เปลือกไข่		ปนเปื้อน สารพิษ
			มูลสุนัขและแมว

ขยะน้ำตา (มีปริมาณคาร์บอนมาก ส่วนใหญ่เป็นขยะแห้ง)	ขยะสีเขียว (มีปริมาณไนโตรเจนมาก ส่วนใหญ่เป็นขยะเปียก)	ขยะจำพวกเนื้อสัตว์ (มีปริมาณฟอสฟอรัสมาก ส่วนใหญ่เป็นโปรตีน)	ขยะที่ไม่ควรนำมาหมัก
กล่องกระดาษ	ดอกไม้		กระดาษน้ำมัน
ขี้เลื่อย	ต้นหญ้า		วัชพืชที่มีเมล็ด
เปลือกไม้	เนื้อสัตว์		

ที่มา: กองจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ

2.3 การบริหารจัดการขยะอินทรีย์เศษอาหาร

1. การบริหารจัดการขยะอินทรีย์เศษอาหาร องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (UNFAO) ร่วมกับโครงการ สิ่งแวดล้อมแห่ง สหประชาชาติ (UNEP) ได้เผยแพร่ข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาขยะอาหารและ อาหารส่วนเกิน โดยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน เรียงจากวิธีการที่ควรดำเนินการมากที่สุด (most preferable option) ไปยังวิธีที่ควรดำเนินการน้อยที่สุดดังต่อไปนี้

1.1 การป้องกัน (prevention) คือ การป้องกันการก่อให้เกิดขยะอาหารหรืออาหาร ส่วนเกิน เช่น สำหรับภาคเอกชนอาจหมายถึงการมีระบบการส่งสินค้าที่สอดคล้องกับความต้องการเพื่อลดปริมาณสินค้าเหลือ หรือ สำหรับหน่วยงานรัฐอาจหมายถึงการเก็บ ค่าธรรมเนียมในการจัดเก็บขยะอาหารตามปริมาณขยะ เป็นต้น

1.2 การจัดสรรอาหารที่ยังสามารถบริโภคได้เพื่อประโยชน์สูงสุด (optimization) เช่น (1) การบริจาคให้แก่ผู้ยากไร้หรือพนักงาน (2) การจำหน่ายในร้านค้าพิเศษในราคาถูก และ (3) การจำหน่ายให้เป็นอาหารสัตว์ทั้งนี้รัฐอาจให้การส่งเสริมโดยการให้แรงจูงใจ ด้านภาษี หรือ การสนับสนุนองค์กรที่เป็นคนกลางในการกระจายอาหาร

1.3 การนำมาผลิตเพื่อใช้ใหม่ (recycle) คือ การนำขยะอาหารไปเข้ากระบวนการ ผลิตเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ ประกอบด้วย การผลิตก๊าซชีวภาพ (biogas) โดยผ่านกระบวนการ หมัก ข่อยแบบไร้อากาศ และการผลิตปุ๋ยเพื่อการเกษตร

1.4 การกำจัดเพื่อนำพลังงานมาใช้ใหม่ (recovery) คือ การนำขยะอาหารที่มีความชื้นต่ำมาเผาเพื่อผลิตเป็นพลังงานความร้อน ทั้งนี้ขยะอาหารที่มีความชื้นสูงต้องใช้พลังงาน ในการเผาสูงและทำให้

เกิดมลพิษมากกว่าขยะอาหารที่มีความชื้นต่ำ ดังนั้นจำเป็นต้องมีการทำให้ขยะแห้ง (dehydrate) ก่อนเผาด้วยพลังงานความร้อน

1.5 การกำจัด (disposal) คือ การนำขยะอาหารที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้แล้วไป กำจัดโดยการเผา หรือ ผึ่งกลบ ปัจจุบันประเทศไทยมีการนำมาปรับใช้จนกลายเป็นแนวคิด 4R ดังนี้ 1) Reduce ลดปริมาณอาหารที่ต้องทิ้ง 2) Reuse นำอาหารที่ยังรับประทานได้ไปบริจาคคนไปเป็นอาหารสัตว์ 3) Recycle นำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น เช่น ปุ๋ย และน้ำหมักชีวภาพ และ 4) recovery การเผาเพื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้า

2. การบริหารจัดการขยะจากอาหาร ซึ่งการจัดการขยะอินทรีย์เศษอาหารสามารถนำขั้นตอนการบริหารจัดการขยะดังกล่าวมา ปรับใช้ได้ดังนี้

2.1 การป้องกัน (prevention) คือ การป้องกันการก่อให้เกิดขยะอาหาร โดยภาครัฐควรมีมาตรการการป้องกันการเกิดขยะอาหารในทุกชั้นของห่วงโซ่ เช่น การส่งเสริมการพัฒนา เทคโนโลยีที่สามารถผลิตอาหารโดยใช้ให้เกิดประโยชน์ของทรัพยากรอย่างสูงสุด การสนับสนุน การพัฒนาเทคโนโลยีด้านการขนส่งที่ดีเพื่อป้องกันการสูญเสียและก่อให้เกิดขยะอาหารจากการขนส่ง และการห้ามไม่ให้มีการกำหนดมาตรฐานรูปลักษณะของอาหารในการจำหน่ายซึ่งเป็นต้นเหตุ สำคัญของการสูญเสียอาหาร อาทิ การห้ามการกำหนดลักษณะของผักและผลไม้ในการจำหน่ายว่า ต้องมีเปลือกหุ้มห่อที่ดีเป็นต้น

2.2 การเพิ่มคุณประโยชน์ (optimization) คือ การป้องกันการทิ้งอาหารส่วนที่เกินความต้องการโดยไม่จำเป็นด้วยการส่งต่ออาหาร (redistribution) ไปยังแหล่งต่าง ๆ เพื่อสร้างประโยชน์ให้มากที่สุด เช่น การนำอาหารส่วนเกินมาส่งต่อเพื่อนำไปเป็นอาหารสัตว์ เป็นต้น

2.3 การนำมาผลิตเพื่อใช้ใหม่ (recycle) คือ การนำขยะอาหารไปเข้ากระบวนการผลิตเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ประกอบด้วยการทำน้ำหมักชีวภาพ โดยผ่านกระบวนการหมักย่อย และการผลิตปุ๋ยเพื่อการเกษตร

2.4 การกำจัดเพื่อนำพลังงานมาใช้ใหม่ (recovery) คือการนำขยะอาหารที่มีความชื้นต่ำมาเผาเพื่อผลิตเป็นพลังงานความร้อน ทั้งนี้ขยะอาหารที่มีความชื้นสูงต้องใช้พลังงานในการเผาสูง และทำให้เกิดมลพิษมากกว่า ขยะอาหารที่มีความชื้นต่ำ ดังนั้นขยะอาหารที่มีความชื้นสูงจึงไม่คุ้มค่า ต่อการนำมาเผาเพื่อผลิตเป็นพลังงานความร้อน โดยควรนำไปผลิตเป็นก๊าซชีวภาพหรือปุ๋ยเพื่อ การเกษตรในกระบวนการรีไซเคิล หรือการเผาโดยไม่นำมาผลิตเป็นพลังงานมากกว่า

2.5 การกำจัด (disposal) คือ การนำขยะอาหารที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้แล้วไปกำจัดอย่างถูกวิธีประกอบการเผาโดยไม่นำมาผลิตเป็นพลังงาน การฝังกลบ และการทิ้งร่วมกับน้ำเสีย เพื่อการบำบัด ทั้งนี้การฝังกลบ และการบำบัดน้ำเสีย สามารถนำไปสู่การผลิตพลังงานจากการ คักจับก๊าซชีวภาพได้

2.4 แมลงวันลาย

แมลงวันลาย (Black Soldier Fly; BSF) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Hermetia illucens* จัดอยู่ในวงศ์ Stratiomyidae อันดับ Diptera ตัวเต็มวัยมีลักษณะคล้ายตัวต่อ ลำตัวมีสีดำ ที่ปลายขาทุกคู่มีสีขาว มองเห็นชัดเจน ปีกมีสีน้ำตาลหรือสีทองแดงเมื่อสะท้อนแสง ด้านหลังของท้องปล้องแรกมีแถบกลม สีขาว ใส 2 แถบ ส่วนท้องด้านล่างเป็นแถบ เพศเมียมีปลายท้องใหญ่ยาวเรียว สีดำ มองเห็นอวัยวะวางไข่ได้ ชัดเจน เพศผู้ปลายท้องยาวเรียวและมีรอยเว้าลึกลงไป มีสีน้ำตาลหรือสีทองแดง ตัวเมียเมื่อเริ่มมีไข่สีที่ กลางลำตัวส่วนท้องจะมีสีขาวนูนมองไม่ทะลุได้ (Dortmans et al, 2017 and Sheppard et al, 2002) สามารถพบได้ทั่วไปในสภาพภูมิอากาศเขตร้อนและเขตอบอุ่น เป็นแมลงที่ไม่นำโรคและไม่เป็นศัตรูพืช (กุลชาติ, 2554) แมลงวันลายไม่เป็นสัตว์รบกวน ไม่มีพิษ ไม่มีเหล็กใน ไม่เป็นพาหะนำโรค ไม่เป็นศัตรูพืช ถ้าแมลงวันลายเป็นเจ้าถิ่น (หรือทำการวางไข่) แมลงวันลายจะปล่อยสารยับยั้งการวางไข่ของแมลงวัน บ้าน (Allomone) ทำให้แมลงวันบ้านไม่เข้ามาใกล้บริเวณนั้นๆ ซึ่งเป็นการควบคุมแมลงวันบ้านได้ (Bradley and Sheppard, 1984) แมลงวันลายจะอาศัยน้ำและน้ำหวานจากเกสรดอกไม้เป็นอาหารใน การดำรงชีวิต แมลงวันลายจะเริ่มผสมพันธุ์หลังจากที่ออกจากดักแด้ประมาณ 2-4 วัน การวางไข่จะชอบ วางในที่แห้ง ตามช่องเล็ก และมักจะอยู่เหนือเศษขยะอินทรีย์หรืออาหารของตัวอ่อน เช่น น้ำหมักชีวภาพ ราผสมกากน้ำตาล เป็นต้น โดยมีจำนวนไข่ตั้งแต่ 400 ถึง 900 ฟองต่อกลุ่มไข่ ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของ แม่พันธุ์ หลังจากวางไข่ 2-3 วัน พ่อแม่พันธุ์ก็จะตาย การฟักไข่จะใช้เวลาในการฟัก 4 วันแล้วแต่อุณหภูมิ ในช่วงเวลานั้น ๆ อุณหภูมิที่ไข่ฟักได้ดีอยู่ที่ 27-30 องศาเซลเซียส (Dortmans et al, 2017)

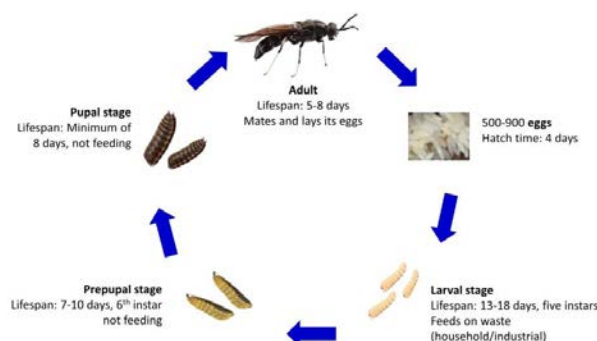
แมลงวันลาย (Black Soldier Fly) สามารถพบเห็นได้ตามธรรมชาติ มีรอบวงจรชีวิตทั้งหมด 5 ระยะ คือ ระยะตัวเต็มวัย ระยะไข่ ระยะหนอน ระยะหนอนก่อนเข้าดักแด้ และระยะดักแด้ โดยแมลงวันลายตัวเมียจะวางไข่เป็นกลุ่มประมาณ 400-900 ฟอง บนขยะอินทรีย์ที่มีพื้นผิวแห้ง โดยระยะหนอนนี้จะกินน้ำและน้ำหวานในการดำรงชีวิตในระยะเวลาสั้นที่ 7-12 วันเท่านั้น หนอนที่มีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายเศษอาหาร เศษผักและเศษผลไม้จากชุมชน รวมถึงมูลสัตว์และเศษไม้ที่เน่าเปื่อยผุพัง ได้แก่หนอนแมลงวัน

ลาย (Black Soldier Fly Larvae) ซึ่งตัวเต็มวัยของแมลงวันลาย มีความยาว 4-6 เซนติเมตร พบได้ทั่วไปในสภาพภูมิอากาศเขตร้อนและเขตอบอุ่น แมลงวันลายไม่เป็นสัตว์รบกวน ไม่มีพิษ ไม่มีเหล็กใน ไม่เป็นพาหะนำโรค ไม่เป็นศัตรูพืช ถ้าแมลงวันลายเป็นเจ้าถิ่น หรือทำการวางไข่ แมลงวันลายจะปล่อยสารยับยั้งการวางไข่ของแมลงวันบ้าน (Allomone) ทำให้แมลงวันบ้านไม่เข้าใกล้บริเวณนั้นๆ ซึ่งเป็นการควบคุมแมลงวันบ้านได้ (Cickova, Newton, and Kozanek, 2015) หนอนแมลงวันลายมีคุณค่าทางอาหารสูง โดยมีโปรตีน 42-51% ไขมัน 35% พลังงาน 2,900 กิโลแคลอรี (กุลชาติ, 2554 และสมณพร, 2561) สามารถนำไปเป็นอาหารไก่ไข่ ไก่พื้นบ้าน ไก่สวยงาม อาหารปลา และอาหารกบได้ และมีราคาขายในประเทศไทยกิโลกรัมละ 500-600 บาท จะช่วยแก้ไขปัญหาความยากจน ยกระดับคุณภาพ การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการจัดการขยะมูลฝอยอินทรีย์โดยหนอนแมลงวันลาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานะแวดล้อมขณะเดินระบบ นอกจากนี้สิ่งที่เหลือจากกระบวนการหมักยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ต่อเพื่อเป็นสารบำรุงดินที่ให้ธาตุไนโตรเจนและพัฒนาเป็นปุ๋ยเพื่อใช้ประโยชน์ได้อีกด้วย

แมลงวันลาย (Black Soldier Fly) เป็นแมลงที่มีอยู่ในธรรมชาติ ไม่นำโรค ไม่เป็นศัตรูพืช มีวงจรชีวิตเพียง 1 เดือน เมื่อออกไปเกิดเป็นตัวหนอนจะกินขยะอินทรีย์ มูลสุกร ช่วยลดปริมาณขยะ (สัดส่วน: การจัดการขยะอินทรีย์ 1 กิโลกรัม ใช้หนอนอายุ 5 วัน จำนวน 1,000 ตัว ในเวลา 18-20 วัน) แมลงวันลาย พบได้บริเวณพุ่มไม้ทั่วไปในธรรมชาติ กินน้ำและน้ำหวานเป็นอาหาร มีรอบวงจรชีวิต 5 ระยะ ได้แก่

- ระยะตัวเต็มวัย (แมลง) – ขนาดลำตัวยาวประมาณ 16 มม. มีอายุ 5-6 วัน ใช้ชีวิตส่วนใหญ่ในธรรมชาติที่มีพุ่มไม้ ใบไม้สีเขียว จับคู่ผสมพันธุ์ ตัวเมียจะวางไข่ไว้บริเวณใกล้ๆ กับขยะอินทรีย์ จำนวนไข่ประมาณ 400-900 ฟองต่อตัว
- ระยะไข่ – เป็นรูปวงรี ยาวประมาณ 1 มม. สีเหลืองอ่อนหรือสีครีม ไข่จะมีสีเข้มขึ้นตามระยะเวลา ใช้เวลา 3-4 วัน ฟักเป็นตัวหนอน
- ระยะตัวหนอน – เป็นระยะที่กินขยะอินทรีย์เป็นอาหาร มีลักษณะตัวอวบอ้วน แบน สีขาวครีม ขนาดตัวยาวตั้งแต่ 3-26 มม. น้ำหนักประมาณ 0.2 กรัม มีอายุ 19-23 วัน ตัวหนอนจะลอกคราบ 8 ครั้งก่อนเข้าดักแด้
- ระยะตัวหนอนก่อนเข้าดักแด้ – ระยะรอยต่อระหว่างตัวหนอนกับดักแด้ เป็นระยะที่เหมาะสมนำไปใช้ประโยชน์ มีอายุ 14-19 วัน
- ระยะดักแด้ – ถ้าตัวจะมีสีดำเข้มและผิวแห้งแข็ง ใช้เวลาฟักเป็นตัวแมลงประมาณ 11-16 วัน หรือนานกว่านั้นขึ้นกับสภาพอากาศ

ช่วงเป็นตัวดักแด้ก่อนเจริญเติบโตเป็นแมลงเต็มวัยเป็นช่วงที่มีมูลค่าทางโปรตีนสูง นำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์ได้ เปลี่ยนอาหารขยะอินทรีย์สู่อาหารสัตว์ชั้นเลิศ ส่วนมูลนำไปทำเป็นปุ๋ย



รูปที่ 2-1 วงจรชีวิตแมลงวันลาย

ที่มา: Muhammad Salam et al, 2022

2.4.1 คุณค่าทางอาหารสัตว์

หนอนแมลงวันลายมีคุณค่าทางโภชนาะ โดยระยะตัวเต็มวัยและระยะดักแด้ พบว่า มีโปรตีน 44.96-50.56 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 16.84-28.89 เปอร์เซ็นต์ พลังงาน 6,480-5,520 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (สมควร และคณะ, 2561) สามารถนำไปเป็นอาหารสัตว์ได้ เช่น อาหารไก่อาหารปลา อาหารกบ อาหารนกกกระทา เป็นต้น

หนอนแมลงวันลายในระยะ 7-20 วัน มีคุณค่าทางอาหารสูง หนอนแมลงวันลายน้ำหนักแห้ง 100 กรัม จะให้โปรตีนประมาณ 9-65 กรัม เป็นแหล่งอาหารโปรตีนโดยมีโปรตีนสูงถึง 42-56% ไขมัน 30% อุดมไปด้วยโอเมก้า 3,6,9 กรดอะมิโน วิตามิน และแร่ธาตุหลายชนิด อีกทั้งยังมีกรดไขมันชนิดอิ่มตัว (saturated fatty acid) และชนิดไม่อิ่มตัว (Polyunsaturated fatty acid, PUFA) เช่น กรดลอริก (lauric acid) ที่เป็นกรดไขมันอิ่มตัวสายกลาง ออกฤทธิ์ทางชีวภาพในการต้านเชื้อไวรัส และยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ จึงคาดว่าในอนาคตหนอนแมลงวันลายจะถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย คาดว่าอาจมีมูลค่าที่สูงขึ้นกว่าเดิมอีกด้วย เพราะปัจจุบันประเทศไทยต้องนำเข้ากากถั่วเหลืองมาจากต่างประเทศ จึงทำให้ต้นทุนในการผลิตอาหารสัตว์สูงมากขึ้น การที่สามารถผลิตหนอนแมลงวันลายได้จะช่วยลดต้นทุนในการผลิตอาหารสัตว์และเพิ่มโปรตีนให้กับอาหารสัตว์อย่างมหาศาล ปัจจุบันเริ่มมีโรงงานการผลิตที่ใช้หนอนแมลงโปรตีนในแถบเอเชียเพิ่มขึ้น เช่น เวียดนาม ยิ่งทำให้ความน่าสนใจในหนอนแมลงโปรตีนมีเพิ่มขึ้น

2.4.2 การล่อการวางไข่แมลงวันลาย

การล่อแมลงวันลายให้มาวางไข่หรือการดักไข่ของแมลงวันลาย สามารถทำได้โดยการหมักเศษอาหาร เศษผักผลไม้ ขยะอินทรีย์ หรือน้ำหมักชีวภาพ ให้มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว หรืออาจจะใช้การผสมรำกับกากน้ำตาลและกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพที่ได้รับการคัดสรรเป็นยี่ห้อดี มีประโยชน์ต่อคน พืช สัตว์ และสิ่งแวดล้อม (Effective Microorganisms) หรือที่เรียกกันว่า อีเอ็ม (EM) เพื่อเป็นอาหารล่อให้มาวางไข่ จากนั้นนำวัสดุที่มีช่องเล็กๆ วางไว้ด้านบน เพื่อให้แมลงวันลายมาวางไข่



รูปที่ 2-2 การใช้เหยื่อล่อการวางไข่ของแมลงวันลายที่อยู่ตามธรรมชาติ





รูปที่ 2-3 การอนุบาลไข่หนอนแมลงวันลาย เพื่อให้ให้เจริญเติบโตเป็นตัวหนอนแมลงวันลาย

2.4.3 ประโยชน์ของหนอนแมลงวันลาย

1. สามารถนำไปเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ได้หลายประเภท เช่น สัตว์เศรษฐกิจ (สุกร), สัตว์ปีก (ไก่ ไก่ชน ไก่สวยงาม เป็ด นก), สัตว์น้ำ (ปลาหมอ ปลากดหลวง ปลาเทราท์ ปลานิล ปลาสวยงาม ปลาการ์ตูน เต่า กุ้ง กบ), สัตว์เลื้อยคลาน และสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ เป็นต้น โดยช่วงเวลาที่ให้นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำอาหารสัตว์นั้นจะใช้ระยะเวลาช่วงก่อนที่จะเป็นดักแด้ หรือที่เรียกกันว่า ช่วงหนอนดำ เพราะในช่วงเวลานี้โปรตีนที่ได้จะมีปริมาณสูงที่สุด

2. ทางเภสัชวิทยาสามารถนำตัวอ่อนมาสกัดน้ำมันใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง เนื่องจากมีโอเมก้า 3,6,9 และกรดลอริก มีฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิดที่เป็นสาเหตุการเกิดสิว รวมถึงต้านอนุมูลอิสระทั้งในด้านประสิทธิภาพในการซึมเข้าสู่ผิวหนังได้ดี และองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการบำรุงผิวพรรณ และมีสารฟอสโฟลิปิด (phospholipid) ที่ใช้ประโยชน์ได้ดีกว่าสารฟอสโฟลิปิดที่สกัดจากถั่วเหลืองหรือพืชอื่น ๆ และเป็นฟอสโฟลิปิดที่เป็นส่วนประกอบสำคัญในเยื่อหุ้มเซลล์ของร่างกายมนุษย์ ทำให้สารประกอบต่างๆ สามารถซึมผ่านผิวได้ดี สามารถนำพาตัวยาที่ใช้ในการรักษาโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. ใช้ควบคุมแมลงวันบ้านได้

4. ใช้ในการกำจัดขยะอินทรีย์ เป็นตัวย่อยขยะอินทรีย์

5. ช่วยเร่งการผลัดขน ลอกคราบ เร่งการเติบโต เร่งสี ช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกัน ช่วยฟื้นฟูสภาพร่างกายของสัตว์
6. ช่วยลดมลภาวะในฟาร์มปศุสัตว์ แก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม และส่งเสริมเศรษฐกิจหมุนเวียน biocircular green economy
7. มูลของของหนอนแมลงวันลายมีอินทรีวัตถุสูงถึง 70 เปอร์เซ็นต์ สามารถมูลหนอนมาปลูกผักอินทรีย์ได้
8. ส่วนปลอกหนอน ปลอกดักแด้มีแคลเซียมสูง เป็นโคโคซานอย่างดี สามารถนำไปเป็นอาหารสัตว์ ถือเป็นแหล่งทดแทนแคลเซียมได้
9. การลดต้นทุนเรื่องอาหารสัตว์ สนับสนุนให้เกษตรกรพึ่งตนเอง เนื่องปัญหาเรื่องต้นทุนการเลี้ยงสัตว์สูงขึ้น

2.5 การผลิตปุ๋ยอินทรีย์

ความหมายของปุ๋ยอินทรีย์ (organic fertilizer) หมายถึง ปุ๋ยที่มีองค์ประกอบหลักเป็นสารอินทรีย์ชนิดต่างๆ ซึ่งได้มาจากเศษซากพืช ซากสัตว์รวมทั้งสิ่งขับถ่ายจากสัตว์เศษเหลือของสารอินทรีย์ต่างๆ เซลล์จุลินทรีย์ละผลิตภัณฑ์ โดยธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์จะเกิดประโยชน์ต่อพืชก็ต่อเมื่อได้ผ่าน กระบวนการย่อยสลาย (decomposition) โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์เสียก่อน ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีเศษเหลือจากโรงงานแปรรูปทางการเกษตร ผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ที่ผ่านมามีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์กันอย่างแพร่หลายเพราะจัดหาได้ง่าย ต่อมา มีการนำปุ๋ยเคมีจากต่างประเทศเข้ามาและมีการส่งเสริมให้ใช้ ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตของพืช เกษตรกรจึงหันมาใช้ปุ๋ยเคมีกันมากขึ้น ประกอบกับเกษตรกรส่วนใหญ่ขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความสำคัญของปุ๋ยอินทรีย์ ตลอดจนวิธีการทำ การเก็บรักษา และการนำไปใช้ จึงทำให้ความสำคัญของปุ๋ยอินทรีย์ลดลงไป (ธงชัย, 2550)

การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ (Organic Fertilizers) คือ ปุ๋ยที่ได้ หรือทำมาจากวัสดุอินทรีย์ซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีที่ ทำให้ขึ้น สับ บด หมัก ร่อน สกัด หรือด้วยวิธีการอื่นๆ โดยที่วัสดุอินทรีย์ถูกย่อยสลายสมบูรณ์ด้วยจุลินทรีย์ แต่ไม่ใช่ปุ๋ยเคมีและไม่ใช่ปุ๋ยชีวภาพแต่สามารถนำไปปลูกและให้ธาตุอาหารกับพืชได้ ปุ๋ยชีวภาพ (Bio Fertilizers) คือ ปุ๋ยที่ได้จากการนำจุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่สามารถสร้างธาตุอาหาร หรือช่วยให้

ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืช มาใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินทางชีวภาพทางกายภาพหรือทางชีวเคมีและให้หมายความรวมถึงหัวเชื้อจุลินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์เคมี คือ ปุ๋ยที่มีปริมาณธาตุอาหารรับรองแน่นอนโดยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุตามที่ รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา (ความหมายตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ.2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ยฉบับที่ 2 พ.ศ. 2550) คุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ.2518 แก้ไขเพิ่มเติม โดยพระราชบัญญัติปุ๋ยฉบับที่ 2 พ.ศ. 2550) ประกาศโดยกรมวิชาการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร, 2561)

(1) ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดที่ไม่เป็นของเหลว

1. ปริมาณธาตุอาหารหลัก ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.0 ของน้ำหนักฟอสเฟตทั้งหมด (Total P_2O_5) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักและโพแทสเซียมทั้งหมด (Total K_2O) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักหรือมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2.0 ของน้ำหนัก

2. ปริมาณอินทรีย์วัตถุรับรอง (Organic Matter) ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 20 ของน้ำหนัก

3. ค่า C: N ratio ไม่เกิน 20: 1

4. ต้องเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ย่อยสลายสมบูรณ์

5. ความเป็นกรดด่าง (pH) ประมาณ 5.5-8.5 6. ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) ไม่เกิน 10 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร 27

7. ปริมาณโซเดียม (Na) ไม่เกินร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก

8. ขนาดของปุ๋ย ไม่เกิน 12.5 x 12.5 มิลลิเมตร

9. ปริมาณหิน กรวด ขนาดตั้งแต่ 5 มิลลิเมตรขึ้นไป ไม่เกินร้อยละ 2 ของน้ำหนัก

10. ความชื้น ไม่เกินร้อยละ 30 ของน้ำหนัก

11. ต้องไม่พบพลาสติก แก้ว วัสดุเคมี หรือโลหะอื่นๆ

12. ปริมาณสารเป็นพิษไม่เกินกว่าที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

(2) ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดที่เป็นของเหลว

1. ปริมาณธาตุอาหารหลัก ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก ฟอสเฟตทั้งหมด (Total P_2O_5) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก และโพแทสเซียมทั้งหมด (Total K_2O) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก หรือมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 1.5 ของ น้ำหนัก

2. ปริมาณอินทรีย์วัตถุรับรอง (Organic Matter) ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 10 ของน้ำหนัก

3. อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) ไม่เกิน 10: 1
4. ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) ไม่เกิน 10 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร
5. ปริมาณโซเดียม (Na) ไม่เกินร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก
6. ปริมาณสารเป็นพิษไม่เกินกว่าที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

ปัจจุบันการใช้ ปุ๋ยอินทรีย์มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นใน 2 ระดับ คือ ในกลุ่มเกษตรกรหรือกลุ่มสหกรณ์ ทำไว้ใช้เอง และระดับที่ทำการค้าก็มีการลงทุนในธุรกิจนี้มากขึ้น ซึ่งประโยชน์ที่แท้จริงของปุ๋ยอินทรีย์ คือ การปรับปรุงคุณภาพดินในระยะยาว ให้ดินนั้นร่วนซุย โปร่ง และอยู่ในสถานะพอเหมาะที่จะให้พืชดูดซับธาตุอาหารไปใช้ได้มิใช่เพื่อให้ต้นพืชเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วอย่างที่มีการกล่าวอ้างกัน ดังนั้นการผลิตหรือเลือกซื้อปุ๋ยอินทรีย์ควรมี ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 และได้ขึ้นทะเบียนกับกรมวิชาการเกษตรแล้วเท่านั้น (ธีระพงษ์, 2549)

ประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี รายละเอียด ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี

1. ปริมาณธาตุอาหาร ปริมาณธาตุอาหารหลักต่ำกว่า แต่มีธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ มีธาตุอาหารหลักสูงกว่า
2. การให้ผลผลิต ระยะสั้นให้ผลผลิตต่ำ แต่ระยะ ยาวให้ผลผลิตสูง ในระยะสั้นให้ผลผลิตสูง แต่ระยะยาวให้ผลผลิตต่ำ
3. ผลต่อสมบัติทางเคมี ของดิน ปุ๋ยอินทรีย์ไม่มีผลกระทบ กระเทือนต่อคุณสมบัติทางเคมี ของดิน ปุ๋ยเคมีบางชนิดทำให้ดินเป็น กรด
4. ผลต่อสมบัติทาง กายภาพของดิน ทำให้อุณหภูมิของดินจับตัวกัน เป็นก้อน ทำให้ดินอัดตัวแน่น
5. ผลต่อสมบัติทางชีวภาพ ของดิน เป็นอาหารที่ดีของสิ่งมีชีวิต ขนาดเล็ก หรือจุลินทรีย์ดิน เป็นอาหารของจุลินทรีย์แต่ทำ ให้ปุ๋ยอินทรีย์ในดินหมดไปอย่างรวดเร็ว
6. แหล่งที่มา หาได้ตามท้องถิ่น ต้องซื้อหรือใช้ผลิตผล แลกเปลี่ยน
7. ราคา ถ้าเปรียบเทียบจากปริมาณ อาหารหลักอาจมีราคาแพง ไม่แน่นอนอาจแพงหรือถูก ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงภาวะ ตลาด
8. การขนส่ง ถ้าขนส่งไกลทำได้ยาก และเสีย ค่าขนส่งมาก การขนส่งง่ายราคาถูก
9. การใส่ ใช้แรงงานมากกว่า เพราะใช้ ปริมาณมาก ใช้แรงงานหลายครั้ง วิธีการใส่ ปุ๋ยไม่ยุ่งยาก
10. โอกาสสูญเสียธาตุอาหาร ธาตุอาหารสูญเสียน้อย สูญเสียมาก

ข้อสังเกตบางประการกับปุ๋ยอินทรีย์

1. ควรใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในช่วงที่เตรียมดิน (ในพืชล้มลุก) และควรให้สัมผัสกับดินมากที่สุด เพราะ ต้อง ให้ความชื้นอย่างทั่วถึงและให้จุลินทรีย์เข้าย่อยสลายใช้เวลาในการย่อยสลายก่อนจึงจะใช้ ประโยชน์ ได้

2. น้ำหมักชีวภาพ คือน้ำที่ได้จากการหมักเศษพืชและ/หรือเศษชิ้นส่วนของสัตว์ กับกากน้ำตาล หรือน้ำตาลและน้ำ มักจะประกอบไปด้วยสารประเภทฮอร์โมนพืช อาจมีเอนไซม์และ อะมิโนแอซิก ใน ความเข้มข้นต่ำอยู่ด้วย ส่วนธาตุอาหารพืชที่มีอยู่จะมีในปริมาณน้อยมาก จึงไม่เรียกว่าเป็นปุ๋ย

3. น้ำหมักชีวภาพ ไม่สามารถใช้แทนปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีได้ สามารถใช้เสริมได้

4. ไม่ควรซื้อปุ๋ยที่โฆษณาว่าใช้แทนปุ๋ยอินทรีย์เคมีหรือปุ๋ยเคมีได้และห้ามซื้อปุ๋ยจากรถเร่ใช้ เพราะ ส่วนใหญ่เป็นปุ๋ยปลอม และการขายตรงหรือขายปุ๋ยเร่ ถือว่าผิดกฎหมายตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ.2518 ควรซื้อปุ๋ยจากร้านจำหน่ายปุ๋ยที่มีใบอนุญาตถูกต้องตามกฎหมาย

5. ควรมีการเก็บตัวอย่างดินอย่างถูกต้องส่งวิเคราะห์ ทุก 3-5 ปี เพื่อจะได้รับคำแนะนำการ จัดการ ดินและปุ๋ยอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อที่จะสามารถจัดการดินและปุ๋ยได้ถูกต้อง ลดต้นทุน การผลิต พืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. การใช้สารอินทรีย์ที่สลายตัวยาก เช่น จีเลื้อย ถ้าใช้จีเลื้อยสดใส่ทับถมกันแน่นจะทำให้เกิดการ หมักในสภาพไร้ออกซิเจน ทำให้อุณหภูมิสูงมาก จนเกิดสารสีค้ำหรือน้ำตาล ในสภาพนี้จีเลื้อยจะอิมตัวไป ด้วยสารพิษซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ชนิดระเหยง่ายมีกลิ่นฉุนมาก และเกิดไอที่มีฤทธิ์กัดกร่อน ทำให้เป็นอันตราย แก่พืชหลายชนิดได้อย่างไรก็ตาม จีเลื้อย เปลือกไม้สามารถนำมาใช้ได้โดยใช้ในดินที่ไม่เป็นกรดจัดเกินไป และมีปุ๋ยในโตรเจนเพียงพอ ควรเป็นจีเลื้อยเก่าที่ย่อยแล้ว หรือปล่อยให้ตากแดดตากฝนระยะหนึ่ง

7. ปุ๋ยอินทรีย์สลายตัวยาก เช่น จีเลื้อย ซึ่งมีอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงเมื่อใส่ในดิน ปลุกพืชจุลินทรีย์จะแย่งไนโตรเจนในดินไปใช้ในขบวนการย่อย มีผลทำให้พืชขาดไนโตรเจนชั่วคราว ถ้า ไม่มี การใส่ปุ๋ยในโตรเจนพืชจะขาดจนกว่าจุลินทรีย์เหล่านี้จะมีกิจกรรมลดลง จึงจะได้ไนโตรเจนกลับคืนสู่ ดิน

8. มูลสัตว์ที่ไม่ผ่านการหมักหรือการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนก่อนจะมีโรค แมลงศัตรูพืชและวัชพืช ติด มาด้วย ทำให้เกิดปัญหาการแพร่ระบาดของภายหลังได้ (มุกดา สุขสวัสดิ์, 2548)

9. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ยังสลายตัวไม่เต็มที่หรือยังอยู่ระหว่างการย่อยสลายจะทำให้เกิดความร้อนจากการย่อยสลาย เป็นอันตรายต่อรากพืช เช่น การใช้มูลสด ๆ ใส่ใกล้โคนปลูกพืช และการใช้มูลที่มีทั้งอุจจาระและปัสสาวะสัตว์ปน

10. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากของเหลือทิ้งจากท่อระบายน้ำโสโครก ตามอาคารบ้านเรือนก่อให้เกิด การปนเปื้อนของโลหะหนักหลายชนิดที่เป็นพิษ เช่น ตะกั่ว ปรอท ในสภาพการณ์ปัจจุบันราคาน้ำมันในตลาดโลกมีแนวโน้มสูงขึ้นตามลำดับ ซึ่งมีผลกระทบต่อราคา ปุ๋ยเคมีทำให้มีราคาสูงขึ้น และมีผลทำให้ต้นทุนการผลิตการเกษตรเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งการใช้ปุ๋ยเคมีและ สารเคมีทางการเกษตร ก่อให้เกิดผลเสียต่อสภาพดินและสภาพแวดล้อมโดยรวมด้วย ดังนั้นการฟื้นฟูและ จัดตั้งโรงงานปุ๋ยอินทรีย์ชุมชน ตลอดจนการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งเป็นกิจกรรมทางเลือกหนึ่งที่สำคัญในเรื่องของ การใช้สารอินทรีย์ทดแทนสารเคมีทางการเกษตร เพื่อฟื้นคืนความอุดมสมบูรณ์ของดิน และร่วมรักษา สิ่งแวดล้อมเพื่อการผลิตทางการเกษตรที่ยั่งยืนต่อไป

ปัจจุบันมีเกษตรกร จำนวนมากได้เห็นความสำคัญถึงประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์ที่มีต่อดินและพืช ตลอดจนในพื้นที่ หลายแห่งไม่สามารถกระตุ้นให้พืชเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงได้แม้ว่าในดินจะมีธาตุอาหารสูง และมีการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่องก็ตาม ทั้งนี้เพราะในดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในปริมาณต่ำมากนั่นเอง ดังนั้นหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้จึงมุ่งประเด็นความสนใจที่จะส่งเสริมให้ เกษตรกรหันมาใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ มากขึ้นเป็นลำดับ

2.2 ความสำคัญของปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์มีความสำคัญต่อการปรับปรุงและรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยเป็นแหล่งให้ธาตุอาหารพืช ช่วยปรับปรุงและรักษาสมบัติทางกายภาพของดิน ช่วยให้การอนุรักษ์ดิน และน้ำช่วยปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดิน มีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน อีกทั้งยังช่วยลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรให้ต่ำลงได้อีกด้วย (ชัยสิทธิ์, 2556) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 เป็นแหล่งให้ธาตุอาหารพืช ปุ๋ยอินทรีย์เป็นปุ๋ยที่ให้อาหารหลักและธาตุอาหาร รองหลายชนิดแก่พืช เช่น ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส กำมะถัน โบรอน โมลิบดีนัม เป็นต้น เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์เป็นปุ๋ยที่ได้จากอินทรีย์สารต่างๆ ดังนั้น ปุ๋ยที่นำมาใช้ส่วนมีธาตุอาหารที่พืช ต้องการสะสมอยู่ทั้งสิ้น จึงถือว่าปุ๋ยอินทรีย์เป็นแหล่งให้ธาตุอาหารแก่พืชที่สำคัญแหล่งหนึ่ง โดยเฉพาะธาตุอาหารในรูปประจุลบ เช่น ไนเตรต ฟอสเฟต ซัลเฟต บอเรต โมลิเบด และคลอไรด์ สำหรับไนโตรเจนซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในปุ๋ยอินทรีย์เมื่อใส่ลงดิน จุลินทรีย์จะทำหน้าที่ย่อย สลายเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนให้อยู่ในรูปของแอมโมเนียม และไนเตรต ซึ่งเป็นรูปที่พืชสามารถ นำไปใช้ได้นอกจากนี้ขณะที่จุลินทรีย์ย่อยสลายจะเกิดกรดขึ้น กรดอินทรีย์ที่

ได้จะละลายฟอสเฟต ให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์กับพืชเช่นกัน โดยอนุมูลกรดอินทรีย์ที่เป็นประจุลบจะช่วยไม่ให้อนุมูลฟอสเฟตที่ละลายได้ตกตะกอน และอนุมูลกรดอินทรีย์จะไล่ที่อนุมูลฟอสเฟต ซึ่งถูกตรึงอยู่ในระหว่างชั้นของอนุภาคดินเหนียว ทำให้อนุมูลฟอสเฟตอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์กับพืชมากขึ้นอีกด้วย จึงมีวิธีการเพิ่มความเป็นประโยชน์แก่หินฟอสเฟตด้วยการนำปุ๋ยคอก ดิน และกำมะถันผง ผสมคลุกเคล้ากับหินฟอสเฟต โดยอาศัยจุลินทรีย์จากปุ๋ยคอกเปลี่ยนกำมะถันผงให้เป็นกรดกำมะถัน กรดดังกล่าวจะช่วยละลายหินฟอสเฟต ทำให้ได้ฟอสเฟตในรูปที่เป็นประโยชน์แก่พืชได้มากขึ้น นอกจากนี้ธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ที่ได้จากกิจกรรมการย่อยสลายปุ๋ยอินทรีย์ของจุลินทรีย์ แล้ว ยังมีธาตุอาหารอื่นๆ เช่น ธาตุกำมะถันและแมกนีเซียม เป็นต้น แม้ว่าปุ๋ยอินทรีย์จะให้ธาตุอาหารหลักไม่มากนัก แต่จากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ก็ส่งผลให้ธาตุอาหารหลักที่มีอยู่ในดินอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้น

2.2.2 ช่วยปรับสมบัติทางเคมีของดิน ปุ๋ยอินทรีย์ช่วยปรับสมบัติทางเคมีของดินดังกล่าว) เพิ่มค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange capacity, CEC) ในดิน เมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ลงดิน ปุ๋ยอินทรีย์จะถูกย่อยสลายจนกลายเป็นฮิวมัสซึ่งมีประจุลบมาก หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ มีค่า CEC สูง การที่ดินมีค่า CEC สูงทำให้ดินดูดซับธาตุอาหารพืชประเภทที่มีประจุบวก เช่น แอมโมเนียม (NH_4^+) โพแทสเซียม (K^+) แคลเซียม (Ca^{2+}) และ แมกนีเซียม (Mg^{2+}) ได้มากยิ่งขึ้นมี ผลทำให้ธาตุอาหารเหล่านี้ดูดยึดอยู่กับดิน และเป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้นไม่สูญเสียไปกับกับชะละลาย (leaching) การใส่ปุ๋ยเคมีซึ่งมีธาตุอาหารที่พืชต้องการมากจึงควรใส่ควบคู่กับปุ๋ยอินทรีย์ ด้วยเหตุผลข้างต้น และเพิ่มความสามารถในการต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดิน เมื่อ ดินได้รับกรดหรือด่างลงไปปริมาณไม่มากนักธรรมชาติของธาตุอาหารพืชในดินจะอยู่ในสองสภาพ สภาพที่หนึ่งธาตุอาหารพืชจะดูดยึดอยู่กับอนุภาคของดิน และสภาพที่สองธาตุอาหารพืชจะ อยู่ในสารละลายดินในช่องว่างระหว่างอนุภาคดิน ธาตุอาหารพืชทั้งสองสภาพนี้จะสมดุลกัน กล่าวคือ ถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น เช่น รากพืชดูดธาตุอาหารที่อยู่ในสารละลายไปใช้ในการเจริญเติบโต ธาตุอาหารที่ดูดยึดอยู่กับอนุภาคของดินจะออกมาแทนที่เสมอ

2.2.3 ช่วยรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน ดินที่มีปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ พอเพียงกับความต้องการของพืช พร้อมทั้งมีสมบัติทางกายและทางเคมีที่เหมาะสมกับการ เจริญเติบโต จัดเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง ซึ่งในระยะแรกปุ๋ยอินทรีย์อาจทำให้พืชมีผลผลิต ไม่สูงมากนักแต่ถ้าพิจารณาในระยะยาวกลับพบว่าผลผลิตของพืชจะสูงขึ้นมากเนื่องจากสมบัติของดินดีขึ้นเรื่อยๆ นั่นเอง

2.2.4 ช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน ปุ๋ยอินทรีย์มีส่วนช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช เพิ่มช่องว่างระหว่างอนุภาคดิน เหนียว ดินเหนียวเป็นดินที่

ประกอบด้วยอนุภาคดินขนาดเล็กและเป็นแผ่นบาง ทำให้มีช่องว่าง ระหว่างอนุภาคน้อยและแน่นทึบ เมื่อปุ๋ยอินทรีย์สลายตัวกลายเป็นอินทรีย์วัตถุในดิน จะแทรก ตัวอยู่ระหว่างอนุภาคของดินเหนียว ทำให้เกิดช่องว่างในดินมากขึ้นส่งผลให้ดินเหนียว มีความร่วน ซุยระบายน้ำ และอากาศได้เพิ่มขึ้น

ข) ลดช่องว่างระหว่างอนุภาคดินทราย ทำให้อนุภาคดินทรายจับ ตัวกันเป็นกลุ่มก้อนและเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ ในดินทราย ส่วนใหญ่อนุภาคของดินทราย มักไม่เกาะรวมกันและมีอนุภาคขนาดใหญ่มีช่องว่างอนุภาคมากจึงเก็บน้ำได้ไม่ดี ปุ๋ยอินทรีย์จะทำหน้าที่ช่วยให้อนุภาคดินทรายยึดเกาะกันด้วยสารเชื่อม (cementing agent) ที่เกิดขึ้นขณะสลายตัวกลายเป็นอินทรีย์วัตถุและลดช่องว่างระหว่างอนุภาคดินทรายให้น้อยลงอีกทั้งอินทรีย์วัตถุมี ลักษณะคล้ายฟองน้ำ จึงมีสมบัติคล้ายกระดาษซับซึ่งสามารถช่วยให้ดินทรายอุ้มน้ำ ได้ดียิ่งขึ้น ช่วยให้ เม็ดดินจับตัวกันแน่น

การสลายตัวของปุ๋ยอินทรีย์มีผลทำให้จุลินทรีย์บางชนิดเจริญเติบโต โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อราที่มีรูปร่างยาว เชื้อราดังกล่าวจะเจริญสร้างเส้นใยสานกันเป็นร่างแหรัด อนุภาคดินไว้จนเป็นกลุ่มก้อน ช่วยให้ เม็ดดินจับตัวกันแน่น ดินที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์จึงมีสมบัติทนต่อแรงกระแทกของเม็ดฝนหรือน้ำไหลบ่าได้ดีเม็ดดินไม่แตกง่าย และ

ง) มีอิทธิพลต่อสีของดิน ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้ดินมีสีดำ หรือสีคล้ำเพราะอินทรีย์วัตถุที่ได้จากการสลายตัวของปุ๋ยอินทรีย์เป็นสารที่มี สีน้ำตาลเข้มหรือดำ และมีอนุภาคละเอียดจึงผสมคลุกเคล้ากับดินได้ดี ดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูงจึงมักเป็นดินที่มีสีดำ ซึ่งส่งผลโดยอ้อมต่อการซึมซับความร้อนและเป็นผลดีต่อการเพิ่มอุณหภูมิของดิน ในเขตหนาว ปุ๋ยอินทรีย์จัดเป็นปุ๋ยที่มีบทบาทสำคัญต่อการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินทั้งในด้านการสีของดิน สมบัติในการอุ้มน้ำ และระบายน้ำ รวมถึงสมบัติในการรักษาเม็ดดินให้คงทนต่อ แรงกระแทกต่าง ๆ จึงมีความสำคัญต่อการปลูกพืชและการอนุรักษ์ดินสมควรจะต้องใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อให้มีอินทรีย์วัตถุในดินอย่างต่อเนื่อง

มีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน จุลินทรีย์ในดินมีหลายชนิด เช่น แบคทีเรีย รา แอคติโนมัยซีต สาหร่าย โปรโตซัว โรติเฟอร์ไมโคพลาสมา และไวรัส เป็นต้น โดยจุลินทรีย์ เหล่านี้ดำรงชีวิตอยู่ได้โดยอาศัยแหล่งอาหารจากอินทรีย์สารต่างๆ ในดิน ส่วนใหญ่จุลินทรีย์จะขับ น้ำย่อย(enzyme)ออกมาย่อยอินทรีย์สารเพื่อเปลี่ยนรูปของคาร์บอนให้อยู่ในรูปที่จุลินทรีย์ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ อินทรีย์สารต่างๆ ในดินจะถูกย่อยสลายและลดน้อยลงการเติมปุ๋ยอินทรีย์ เป็นการเพิ่มอินทรีย์สารลงในดิน ทำให้จุลินทรีย์ต่างๆ มีแหล่งอาหารพอเพียงกับความต้องการจึง สามารถเจริญเติบโต แพร่พันธุ์และดำเนินกิจกรรมต่อไปได้ อาจกล่าวโดยรวมได้ว่าจุลินทรีย์ดินมี ความสำคัญดังนี้คือ1)ย่อยสลายสารอินทรีย์ให้มีขนาดเล็กลง มีบทบาทต่อ

การเปลี่ยนแปลงรูปของ ธาตุอาหารพืช เช่น เปลี่ยนจากรูปที่เป็นสารอินทรีย์ไปเป็นสารอนินทรีย์ (mineralization) 2) ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชโดยการสร้างสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช (plant growth 7 regulators) เช่น ออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโตคินิน 3) ตรึงไนโตรเจน (nitrogen fixation) โดยจุลินทรีย์หลายชนิดสามารถตรึงไนโตรเจนได้เช่น ไรโซเบียม อะซิโตแบคเตอร์และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และ 4) สร้างกรดอินทรีย์และกรดอนินทรีย์หากจุลินทรีย์ สร้างกรดอินทรีย์และ กรดอนินทรีย์ในปริมาณที่เหมาะสมจะช่วยละลายแร่ธาตุอาหารพืช และเป็นประโยชน์ต่อพืชได้

ช่วยอนุรักษ์ดินและน้ำ ปุ๋ยอินทรีย์มีความสำคัญต่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยปุ๋ยอินทรีย์ช่วยลดการกร่อนดิน (soil erosion) สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการกร่อนดิน คือ แรงกระแทกของเม็ดฝน (detachment) หรือแรงปะทะของลม ทำให้เม็ดดินแตกกระจาย อนุภาคของดิน ที่แตกออกไปจะไหลไปกับน้ำ (transportation) หรืออาจฟุ้งกระจายไปตามแรงลม และตกทับถม (deposition) อยู่ระหว่างช่องว่างบนผิวดิน ทำให้ผิวดินแน่นแข็ง น้ำซึมลงได้ยาก หากอัตราการแทรกซึมของน้ำลงดินน้อยกว่าอัตราการตกของฝน จะเกิดภาวะน้ำไหลบ่า (water runoff) พัดพา ผิวดินที่อุดมสมบูรณ์ออกไปอย่างรวดเร็ว บ่อยครั้งพบว่าน้ำฝนที่ไหลผ่านมีสีขุ่นเนื่องจากน้ำพัดพาอนุภาคดินตามมาด้วยนั่นเอง แต่ถ้าน้ำที่ไหลผ่านดินที่มีพืชปกคลุมหรือดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูง น้ำมักจะไหลเพราะอินทรีย์วัตถุช่วยเพิ่มขนาดเม็ดดิน (aggregation) ของดิน ทำให้เม็ดดินทนทานไม่แตกง่าย ซึ่งเป็นการเพิ่มความพรุนและการถ่ายเทอากาศ ทำให้ลดน้ำไหลบ่าและการกร่อนดิน หากมองในแง่ของสิ่งคลุมดินอินทรีย์เช่น เศษวัชพืช ฟางข้าวเป็นต้น นอกจากจะช่วยป้องกันแรงปะทะ ของเม็ดฝนหรือลมแล้ว เมื่อสลายตัวก็จะเปลี่ยนธาตุอาหารจากอินทรีย์สารเป็นอนินทรีย์สาร ซึ่งจะเพิ่มความอุดมสมบูรณ์แก่ดินอีกด้วย การมีอินทรีย์วัตถุในดินสูงจะมีผลให้น้ำ ไหลบ่าผิวดินเพียงเล็กน้อย ดังนั้นปุ๋ยอินทรีย์จึงมีบทบาทสำคัญในการช่วยอนุรักษ์ดินและน้ำ

2.2.7 ช่วยลดต้นทุนในการผลิตของเกษตรกร ปุ๋ยอินทรีย์ส่วนใหญ่มักใช้วัตถุดิบหลักจากภาคเกษตร หรือสิ่งที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นวิธีการทำปุ๋ยอินทรีย์ไม่ยุ่งยากจึงอยู่ในวิสัยที่เกษตรกรสามารถใช้เองได้ด้วยต้นทุนการผลิตที่ต่ำ การผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อใช้ในไร่นาแทนการซื้อปุ๋ยเคมี จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกร ปุ๋ยอินทรีย์มีคุณค่ามหาศาล ช่วยรักษา สมบัติทางกายภาพ ทางเคมีและทางชีวภาพของดิน ช่วยอนุรักษ์ดินและน้ำ ช่วยรักษาความอุดม สมบูรณ์ของดิน เป็นแหล่งให้ธาตุอาหารแก่พืช และจุลินทรีย์ในดิน

2.1.4 การประเมินความสำเร็จสมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์วิธีการประเมินความสำเร็จสมบูรณ์สามารถทำได้หลายวิธีเช่นวิธีทางเคมีกายภาพ และชีวภาพ

2.1.4.1 การประเมินความสำเร็จสมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์โดยวิธีทางเคมี

ก. ค่าพีเอชในช่วงเริ่มต้นของการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ค่าพีเอชจะลดลงเล็กน้อยจนมีค่าประมาณ 5 ต่อมาจะมีค่าเพิ่มเมื่อวัสดุหมักถูกย่อยสลายและเริ่มเสถียรภาพจนในที่สุดค่าพีเอชจะรักษาระดับอยู่ ในช่วง 7-8 จนสิ้นสุดกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์หากค่าพีเอชของกองปุ๋ยอินทรีย์เป็นกรดแสดงว่า การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ยังไม่เสร็จสมบูรณ์เนื่องจากใช้เวลาหมักน้อยเกินไปหรืออาจเกิดการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน อย่างไรก็ตามการใช้ค่าพีเอชในการประเมินความสำเร็จสมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ค่อนข้างไม่มีความแน่นอนเนื่องจากชนิดวัสดุและสภาพแวดล้อมของการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ตลอดจนเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิต

อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) ปุ๋ยอินทรีย์ที่เสร็จสมบูรณ์จะต้องมีค่า (C/N Ratio) ไม่เกิน 20:1

ค. ปริมาณแอมโมเนียในโตรเจนบ่งบอกถึงการย่อยสลายอย่างสมบูรณ์แบบใช้ออกซิเจนในการเปลี่ยนรูปของโปรตีนไปเป็นกรดอะมิโน กรดไขมันและแอมโมเนีย หลังจากนั้นแอมโมเนียจะถูกย่อยสลายต่อไปโดยไนตริฟายอิงแบคทีเรีย (Nitrifying Bacteria) กลายเป็นไนไตรท์ในโตรเจนและไนเตรท ในโตรเจนตามลำดับ ส่วนกรดไขมันและคาร์โบไฮเดรตจะรวมตัวกันอยู่ในเซลล์ของแบคทีเรียในรูป กรดไขมันระเหยและจะถูกย่อยสลายกลายเป็นน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ โดยปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้ที่แล้ว ควรมีค่าแอมโมเนียในโตรเจนน้อยกว่า 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่ง หากวิเคราะห์พบแอมโมเนียไฮโดรเจนซัลไฟด์แสดงว่า ปุ๋ยอินทรีย์ยังไม่ได้ที่

ง. ปริมาณไนไตรท์ในโตรเจนและไนเตรทในโตรเจนปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้ที่แล้วควรมีปริมาณไนเตรทในโตรเจนมากกว่า 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

จ. ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cationic Exchange Capacity, CEC) เป็นการ วัดความสามารถในการดูดซับประจุบวกที่เป็นสารอาหารที่มีประจุบวกต่อพืชเช่น แคลเซียม แมกนีเซียม และโปแตสเซียม เป็นต้น โดยปกติสารอินทรีย์จะมีค่า CEC ประมาณ 180-200 มิลลิอิกวาเลนตต่อ 100 กรัมโดยค่า CEC ที่ต่ำสุดที่แสดงว่าปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้ที่แล้วมีค่าเท่ากับ 60 มิลลิอิกวาเลนตต่อ 100 กรัม

2.1.4.2 การประเมินความสำเร็จสมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์โดยวิธีทางกายภาพ

ก. สีของวัสดุปุ๋ยอินทรีย์ที่สมบูรณ์จะมีสีน้ำตาลเข้มจนถึงสีดำ

ข. อุณหภูมิของปุ๋ยอินทรีย์อุณหภูมิในกองปุ๋ยอินทรีย์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 2-3 วันแรกของการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และรักษาอุณหภูมิอยู่ในระดับ 60-70 องศาเซลเซียสนานหลายวัน จากนั้นอุณหภูมิจะเริ่มลดลงจนกระทั่งใกล้เคียงกับบรรยากาศและรักษาระดับ เช่นนี้ต่อไปการผสมและพลิก กลับกองของปุ๋ย

อินทรีย์อีกครั้ง ภายใต้อุณหภูมิที่เหมาะสมจะทำให้อุณหภูมิสูงอีกครั้ง ถ้าปุ๋ยอินทรีย์ยังไม่เสร็จสมบูรณ์แต่ปุ๋ยอินทรีย์ที่เสร็จสมบูรณ์แล้วอุณหภูมิในกองปุ๋ยอินทรีย์จะคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อพลิกกลับกอง (Jimenez

ค. กลิ่น (Odor) กลิ่นของขยะเกิดจากการคอินทรีย์ที่ระเหยได้เช่นกรดบิวทิริกและกรดอะซิติก เป็นต้นเมื่อกรดถูกออกซิไดซ์ในระหว่างการหมักกลิ่นจะค่อยๆ ลดลงในระหว่างการหมักและเกิด กลิ่นอีกครั้งเมื่อพลิกกลับกองและผสมปุ๋ย เมื่อการหมักเสร็จสมบูรณ์กลิ่นเหม็นจะหายไปและไม่มี กลิ่นเหม็นอีกเมื่อพลิกกลับกอง ปุ๋ยอินทรีย์ที่เสร็จสมบูรณ์จะมีกลิ่นคล้ายดิน ตามธรรมชาติ

ง. ลักษณะของเศษวัสดุความอ่อนนุ่มของวัสดุหมักเมื่อใช้นี้วกคลุมเศษพืชจะอ่อนนุ่มยุบขาดออกจากกันได้โดยง่ายไม่แข็งกระด้างหรือเป็นก้อนเหมือนช่วงเริ่มต้นการผลิตปุ๋ยอินทรีย์

2.1.4.3 การประเมินความสำเร็จสมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์โดยวิธีทางชีวภาพ

ก. การทดสอบการงอกของเมล็ด (Seed Germination Test) ปุ๋ยอินทรีย์ที่ยังหมักไม่สมบูรณ์ จะมีการสะสมของสารประกอบที่เป็นพิษต่อพืชเช่น โลหะหนัก สารประกอบฟีนอล เอทิลีนแอมโมเนีย เกลือ และกรดอินทรีย์ เป็นต้น สารเหล่านี้มีผลต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของพืชทำให้ผลผลิตของพืชลดลง การทดสอบการงอกของเมล็ดเป็นวิธีที่ง่ายสะดวก และรวดเร็วในการ ตรวจสอบการเสร็จสมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ โดยนำเอาเมล็ดมาเพาะจากนั้นนับจำนวนเมล็ดที่เจริญเติบโต และวัดความยาวของรากที่งอกค่าที่ได้นำมาหาค่า ดัชนีการงอก(Germination Index, GI) ถ้าได้ ค่า GI เท่ากับร้อยละ 80 แสดงว่าปุ๋ยอินทรีย์นั้นปลอดภัยต่อการปลูกที่เป็นพืชต่อพืช

ข. เชื้อโรคในปุ๋ยอินทรีย์ในการนำปุ๋ยอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์นั้นต้องคำนึงถึงความเสี่ยงในการแพร่กระจายของเชื้อโรคในปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้ซึ่งทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้เช่น ทำให้เกิดโรค อาหารเป็นพิษ ท้องร่วงและโรคพยาธิ เป็นต้น แม้ว่าในกระบวนการผลิตอุณหภูมิในกองปุ๋ยอินทรีย์ จะสูงเพียงพอที่จะฆ่าเชื้อโรค แต่อาจมีเชื้อโรคบางส่วนสามารถมีชีวิตอยู่ได้เนื่องจากความไม่ สมบูรณ์ของอุณหภูมิในกองปุ๋ยอินทรีย์โดยเฉพาะที่ผิวนอกของกองปุ๋ยอินทรีย์ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าภายในกองปุ๋ยอินทรีย์ทำให้ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคลดลง นอกจากนี้โรคบางชนิดเช่น สปอร์ ของแบคทีเรีย ซีสต์ (Cysts) และไข่พยาธิสามารถทนต่ออุณหภูมิสูงได้และเจริญเติบโตได้เมื่ออยู่ใน สภาพแวดล้อมเหมาะสม

2.6 การทำปุ๋ยอินทรีย์ปั้นเม็ด

1. มีธาตุอาหารสูง เป็นธาตุอาหารที่หมักแล้วปลดปล่อยให้ธาตุอาหารเร็วขึ้น
2. มีวัสดุปรับปรุงด้านกายภาพของดิน โครงสร้างดินดี ทำให้ดินร่วนซุย อุดมน้ำดี ระบายอากาศดีขึ้น
3. ใส่วัสดุปรับปรุงเคมีดิน ช่วยลดความเป็นกรดของดินช่วยเสริมการดูดธาตุอาหาร
4. มีจุลินทรีย์ที่คัดสรรแล้ว และฮอร์โมนอื่น ๆ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูดธาตุอาหารช่วยการเจริญเติบโต และเพิ่มผลผลิต
5. มีสารสกัดอินทรีย์จากน้ำหมักสมุนไพร ป้องกันโรคพืชและแมลงช่วยกำจัดเชื้อราบางชนิดได้
6. มีสารเคลือบที่เหมาะสมช่วยควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารให้เหมาะกับอายุพืช ทำหน้าที่ควบคุมการปลดปล่อย ธาตุอาหารอย่างมีประสิทธิภาพ ไม่สูญเสียไปกับการชะล้าง

วิธีการผสมและอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสม

- วิธีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสูตรผสมโดยเครื่องระบบเกลียวอัด
1. นำส่วนผสมประเภทที่เป็นปุ๋ยคอกหรือวัสดุอินทรีย์หมัก มา 40 % โดยน้ำหนัก
 2. นำส่วนผสมประเภทดินหมักเชื้อจุลินทรีย์ มา 40 % โดยน้ำหนัก
 3. นำส่วนผสมประเภทน้ำฮอร์โมนผสม มา 10 % โดยน้ำหนัก
 4. นำวัสดุ ข้อ 1-3 ผสมกันในเครื่องผสมให้มีความชื้นประมาณ 60-65 % (ใช้มือปั้นเป็นก้อนได้แต่ไม่มีน้ำไหล เข้มออกจากมือ) หากความชื้นไม่พอให้เติมน้ำฮอร์โมนผสม จนความชื้นพอดี
 5. นำวัสดุในข้อ 4 ที่ผสมกันดีแล้วเข้าเครื่องอัดระบบเกลียว
 6. วัสดุจะถูกอัดออกมาตามรูเล็กๆที่หน้าเครื่อง เรียกว่า รูหน้าแว่น ขนาดของเม็ดปุ๋ยจะใหญ่หรือเล็กขึ้นอยู่กับรู หน้าแว่นนี้ ปกติที่นิยมมีขนาด 3-5 มิลลิเมตร จึงได้เม็ดปุ๋ยขนาด 3-5 มิลลิเมตร ตามไปด้วย
 7. เม็ดปุ๋ยที่ออกมาตอนแรกจะเป็นเส้นเหมือนเส้นขนมจีนแต่เมื่อนำไปตากแดดเส้นจะหักเป็นท่อนๆ ตากใส่ ถาดปูนหรือใส่ผ้าพลาสติกก็ได้แต่ควรกระจายให้ดี
 8. ทำการเขี่ยเม็ดปุ๋ยด้วยคราดทุก 2 ชั่วโมงประมาณ 2 ครั้ง โดยตากให้แห้งสนิท (6 ชม.) ก็จะได้ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสมพร้อมที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้ (ความชื้นประมาณ 17%)

การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสม คลินิกเทคโนโลยี ที่พึ่งของชุมชน : 2 วิธีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดสูตรผสมโดยงานปั้นเม็ด 1. ส่วนผสมสูตรประเภทที่เป็นปุ๋ยคอกหรือวัสดุอินทรีย์หมัก และประเภทดินหมักเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นวัสดุเนื้อ เม็ดปุ๋ย ต้องดีย่อยให้ละเอียดแล้วร่อนด้วยตะแกรง 80-100

Mesh เตรียมไว้ก่อนที่จะนำผสมกัน 2. นำวัสดุทั้ง 2 ประเภท ผสมเข้ากันให้ดีด้วยเครื่องผสม 3. เตรียมน้ำ สอร์โม่ผสม เพื่อทำน้ำที่เป็นสารเชื่อมเตรียมไว้ 4. นำวัสดุทั้งหมดขึ้นปั่นบนจาน ฟนความชื้น โดยใช้ น้ำ สอร์โม่ผสมที่เตรียมไว้เข้าใส่วัสดุที่หมูนอยู่บนจาน เพื่อให้เกิดก่อตัวขึ้นเป็นเม็ดปุ๋ย ขั้นตอนนี้ต้องคอย ระวังความชื้น ให้เหมาะสมอย่าให้มากเกินไปเพราะถ้าใส่ ความชื้นมากเกินไปเม็ดจะมีขนาดใหญ่ ถ้า ความชื้นน้อยเกินไปเม็ดจะมีขนาดเล็ก 5. เมื่อเกิดเม็ดปุ๋ยบนจานปั่นดีแล้วนำเม็ดปุ๋ยไปตากให้แห้ง 5-6 ชั่วโมงจะเหลือความชื้นประมาณ 17 % 6. นำเม็ดปุ๋ยที่แห้งแล้วเข้าเครื่องคัดขนาดส่วนมากจะใช้ตะแกรง เบอร์ 13 7. เม็ดปุ๋ยที่มีขนาดเล็กหรือใหญ่กว่าที่ต้องการจะต้องเข้าเครื่องบดย่อย เพื่อนำกลับมาปั่นเม็ดใหม่ ต่อไป 8. เม็ดปุ๋ยที่คัดขนาดดีแล้วผ่านรูตะแกรงเบอร์ 13 สามารถ นำไปบรรจุกระสอบ กระสอบละ 50 กิโลกรัมเตรียม ใช้ประโยชน์ต่อไป ประโยชน์ที่ประชาชนได้รับ เพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ลดการใช้ สารเคมีและลดต้นทุนการผลิตให้กับเกษตรกร ลดมลภาวะ ในดินและน้ำ สามารถนำวัสดุเหลือใช้ทาง การเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากขึ้น

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

กุลชาติ บุรณะ และทักษิณ แจ่มจรรยา (2554) รายงานการติดตามขนาดประชากรของแมลงวันลาย ในจังหวัดขอนแก่น โดยการล่อแมลงให้มาวางไข่บนเปลือกสับปะรด พร้อมกับเก็บบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ และปริมาณ น้ำฝนในช่วงเวลาที่ศึกษา พบว่า ประชากรของแมลงมีมากที่สุดในเดือนพฤษภาคมและเดือน สิงหาคมซึ่ง อาจมีความเกี่ยวข้องกับฤดูฝน นอกจากนี้ ยังรายงานการใช้เปลือกสับปะรดเป็นอาหารให้กับตัว หนอน พบว่า มีอัตราการฟัก เท่ากับ 98.50 เปอร์เซ็นต์ และภายหลังจากเข้าสู่ระยะดักแด้ มีอัตราการรอดชีวิต เท่ากับ 90.50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อพิจารณาอัตราการรอดชีวิตจากไข่ถึงตัวเต็มวัย พบว่ามีค่าเท่ากับ 23.25 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยอธิบายสาเหตุของอัตราการรอดชีวิตจากไข่ถึงตัวเต็มวัยที่มีค่าต่ำคือ ผู้วิจัย วัด ขนาดของตัวหนอนเพื่อดูการลอกคราบบ่อยครั้งจึงมีผลทำให้หนอนถูกรบกวน อีกทั้ง ปริมาณอาหารที่ให้ อาจไม่เพียงพอจึงทำให้หนอนโตไม่เต็มที่

อานัฐ ดันโซ (2560) รายงานการสร้างโรงเลี้ยงหนอนแมลงวันลาย โดยพิจารณาจากวงจรชีวิตของ ตัว หนอนให้ครอบคลุมทุกระยะ คือ ระยะแมลง ระยะไข่ ระยะตัวหนอน และระยะดักแด้ โดยพื้นที่สำหรับ แมลงควรมีการติดตั้งตาข่ายในลอนขนาด 16 ตารางนิ้ว หรือพิจารณาจากขนาดของตัวแมลงที่จะไม่ สามารถลอดออกได้ นอกจากนี้ ควรมีการจำลองธรรมชาติโดยการนำดินไม้พร้อมกับติดตั้งระบบสปริงน้ำ

เพื่อเพิ่มความชื้นภายในโรงเรือน อีกทั้งน้ำยังเป็นอาหารของแมลง ทั้งนี้ ความกว้างและความสูงพอสมควร เพื่อให้แมลงได้บินและจับคู่ผสมพันธุ์ตามธรรมชาติ สำหรับพื้นที่ของระยะไข่ ตัวหนอน และดักแด้ สามารถใช้พื้นที่เดียวกันได้ โดยมีติดตาข่ายป้องกันนก หนู และแมลงรบกวนอื่นๆ

อังคณา ปรามณรงศ์. (2562) รายงานการศึกษาวัยสุรอนพื้นต่างชนิดที่ใช้เลี้ยงหนอนแมลงวันลาย ได้แก่ แกลบ จี่เกลี้ยง ดินสำเร็จรูป ทราเยเลียค และขุยมะพร้าว โดยพบว่าหนอนแมลงวันลายมีระยะเวลา ก่อนเข้าดักแด้ (ระยะที่เป็นหนอนตัวดำ) เท่ากับ 17.30 ± 0.03 , 16.51 ± 0.18 , 17.43 ± 0.24 , 16.68 ± 0.11 และ 17.59 ± 0.29 วัน ตามลำดับ และมีอัตราการรอด เท่ากับ 97.67 ± 1.15 , 98.33 ± 0.58 , 99.67 ± 0.58 และ 99.33 ± 1.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้ ขุยมะพร้าวที่ใช้เลี้ยงหนอนแมลงวันลาย ทำให้หนอนมีระยะเวลา ก่อนเข้าดักแด้ นานที่สุด (P0.05)

2.7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

Lalander et al. (2019) รายงานการศึกษาศักยภาพการเจริญเติบโตของหนอนแมลงวันลายที่ได้รับอาหารจากเศษเหลือและของเสียที่แตกต่างกัน ได้แก่ อาหารไก่ อาหารสุนัข เศษอาหารจากร้านอาหาร ผักและผลไม้ (ผักกาดหอม, แอปเปิ้ล และมันฝรั่ง) ของเสียจากโรงฆ่าสัตว์ เศษผักและผลไม้จากโรงคัดแยก มูลไก่ มูลคน ตะกอนจากโรงบำบัดน้ำเสีย ตะกอนจากโรงบำบัดที่ยังไม่ถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ และตะกอนจากโรงบำบัดที่ถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ พบว่า หนอนที่กินของเสียจากโรงฆ่าสัตว์มีค่าสัดส่วนการเปลี่ยนของเสียเป็นชีวมวล (Biomass conversion ratio) สูงที่สุด (15.2 ± 1.6 %DM) แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากเศษผักและผลไม้จากโรงคัดแยก (14.2 ± 1.9 %DM) เศษอาหารจากร้านอาหาร (13.9 ± 0.3 %DM) อาหารสุนัข (13.4 ± 0.9 %DM) และ อาหารไก่ (12.8 ± 0.7 %DM) ตามลำดับ นอกจากนี้ หนอนแมลงวันลายยังสามารถลดปริมาณของอาหารหรือสิ่งที่กินได้ (Material reduction) สูงที่สุด คือ อาหารไก่ คิดเป็นร้อยละ 84.8 ± 3.6 รองลงมาคือ ตะกอนจากโรงบำบัดน้ำเสีย และ เศษผักและผลไม้จากโรงคัดแยก ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาน้ำหนักของหนอนเมื่อเป็นดักแด้ พบว่า หนอนที่กินอาหารไก่ อาหารสุนัข เศษอาหารจากร้านอาหาร ผักและผลไม้ ของเสียจากโรงฆ่าสัตว์ เศษผักและผลไม้จากโรงคัดแยก และมูลคน มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 212 มิลลิกรัม ถึง 252 มิลลิกรัม และหนอนที่กินมูลไก่ ตะกอนจากโรงบำบัดน้ำเสีย ตะกอนจากโรงบำบัดที่ยังไม่ถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ และตะกอนจากโรงบำบัดที่ถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 70 มิลลิกรัม ถึง 164 มิลลิกรัม นอกจากนี้ สำหรับอัตราการรอดชีวิต

จากหนอนเป็นดักแด้ พบว่า หนอนที่กินอาหารไก่ อาหารสุนัข เศษอาหารจากร้านอาหาร ผักและผลไม้ (ผักกาดหอม, แอปเปิ้ล และมันฝรั่ง) ของเสียจากโรงฆ่าสัตว์ เศษผักและผลไม้จากโรงคัดแยก มูลไก่ มูลคน ตะกอนจากโรงบำบัดน้ำเสีย มีอัตราการรอดมากกว่าร้อยละ 80 ในขณะที่หนอนที่กินตะกอนจากโรงบำบัดที่ยังไม่ถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ และตะกอนจากโรงบำบัดที่ถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ มีอัตราการรอดชีวิตจากหนอนเป็นดักแด้ เท่ากับ ร้อยละ 76.2 และ ร้อยละ 39.0 ตามลำดับ

Shahida Anusha Siddiqui. et al. (2022) ศึกษาปัญหาสำคัญสองประการที่เรากำลังเผชิญอยู่ในขณะนี้ ประการแรก ประชากรมนุษย์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องมีส่วนทำให้ความต้องการอาหารเพิ่มขึ้น ประการที่สอง ปริมาณขยะอินทรีย์ที่ผลิตขึ้นจะคุกคามมนุษย์ สุขภาพและคุณภาพของสิ่งแวดล้อม เมื่อเร็ว ๆ นี้มีความพยายามในการทำฟาร์มเพิ่มมากขึ้น โดยใช้ชีวมวลของแมลงเพื่อผลิตส่วนผสมอาหารทดแทน ตัวอ่อนแมลงวันทหารดำ (BSFL) *Hermetia illucens* have ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเปลี่ยนขยะอินทรีย์ให้เป็นสารอาหารคุณภาพสูงสำหรับอาหารสัตว์เลี้ยง อาหารปลาและอาหารสัตว์ปีก ตลอดจน บัณฑิตเพื่อการปรับปรุงดิน อย่างไรก็ตาม สูตรและวิธีการบ่ม BSFL ที่ดีกว่าคือ จำเป็นต่อการเพิ่มปริมาณสารอาหารในร่างกายของแมลง และหากทำได้อย่างมีประสิทธิภาพในขณะที่เปลี่ยนของเสียให้เป็นชีวมวลที่มีมูลค่าสูงขึ้นและบทความนี้เผยให้เห็นว่าในความเป็นจริง BSFL เจริญเติบโตได้ในช่วงต่างๆ ของสารอินทรีย์ องค์ประกอบของสารและด้วยระบบการเลี้ยงแบบง่ายกระบวนการแปลงทางชีวภาพโดยใช้ BSF ในการบำบัดของเสียอินทรีย์มีกลายเป็นนวัตกรรมชั้นนำอันเนื่องมาจากผลประโยชน์ของพวกเขาเช่นสูงอัตราการผลิตที่มีต้นทุนต่ำและระยะเวลาการผลิตสั้น ดังนั้นองค์ประกอบการผลิตหลายอย่าง ความพร้อมของขยะอินทรีย์ ปัจจัยด้านชีวภาพและสิ่งแวดล้อม และระบบที่เหมาะสมซึ่งกำหนดโดยเงื่อนไขทางสังคมและวัฒนธรรม คุณภาพของอาหารเป็นตัวกำหนดการเจริญเติบโตของ BSFL ในกระบวนการเลี้ยง เป็นอาหารที่มีสารอาหารสูงเนื้อหาละเอียดและอัตราส่วน P:C ต่ำจะเพิ่มการผลิต BSFL ความใกล้ชิดสำหรับอาหารประเภทนี้สามารถเห็นได้ในความสามารถในการแปลงเป็นมวลภายในระหว่างการเจริญเติบโตตลอดจนผลประโยชน์ด้านการทำางานอื่น ๆ ที่ถูกควบคุมเช่นเป็นเปปไทด์ต้านจุลชีพที่สูงขึ้น (AMPs) และความทนทานต่อการอยู่รอด นอกจากนี้ ความสามารถของ BSFL ในการแปลงอินทรีย์วัตถุเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่มีประโยชน์ (เช่น อาหารBSF, ไบโอดีเซล BSF, ไคติน เป็นต้น) หรือใช้โดยตรงกับปศุสัตว์และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นส่วนประกอบอาหารสัตว์ที่มีมูลค่าสูง เช่น โปรตีน BSFLอาหารหรือน้ำมัน BSFL ที่มีการใช้งานในภาคอาหารสัตว์จำนวนมาก ช่วยให้เทคโนโลยีเหล่านี้โดดเด่นจากแนวทางการจัดการขยะทางเลือก

Muhammad Salam. et al (2022) เทคนิคการบำบัดของเสียในประเทศกำลังพัฒนาในปัจจุบันไม่
 เป็นไปตามมาตรฐานระบบการจัดการของเสียที่เหมาะสม นำไปสู่การจัดการขยะที่ไม่ดีต่อปัญหา
 สิ่งแวดล้อมที่ร้ายแรงทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับโลก อย่างมีประสิทธิภาพและระบบกำจัดขยะอย่างยั่งยืน
 มีความจำเป็นเร่งด่วน เนื่องจากของเสียที่พิสูจน์แล้วความสามารถในการย่อยสลายและเปลี่ยนรูปทาง
 ชีวภาพ Black Soldier Fly (BSF) ให้ aทางเลือกที่มีศักยภาพและประหยัดในการรีไซเคิลขยะชีวภาพ
 การศึกษาในปัจจุบันสำรวจปฏิสัมพันธ์ระหว่างขยะชุมชนและขยะอินทรีย์ด้วยความช่วยเหลือของ Black
 Soldier Fly Larvae (BSFL) เป็นสื่อกลางในการเพาะเลี้ยงพื้นผิวโดยการเปรียบเทียบพารามิเตอร์ทางเคมี
 ฟิสิกส์ของของเสียก่อนและหลังการบำบัด BSFL ของเทศบาลและขยะอินทรีย์ ผลการศึกษาพบว่า BSFL
 สามารถปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายและส่งเสริมการย่อยสลายของเสียอินทรีย์แม้ว่า BSFL จะ
 ทำไม่ได้ย่อยสลายขยะมูลฝอยชุมชนโดยตรง สามารถลดขยะมูลฝอยชุมชนได้โดยการย่อยสลายขยะอินทรีย์
 อย่างมีประสิทธิภาพ สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุดสำหรับ BSFL การเพาะพันธุ์และการเจริญเติบโตได้
 สรุปในการศึกษานี้และสภาพแวดล้อมของฤดูกาลของสี่เมืองตัวแทนในสถานที่ต่าง ๆ ของปากีสถานถูก
 รวบรวมและวิเคราะห์ เมืองที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพัฒนาระบบบำบัดของเสีย BSFLระบบแรกได้รับการ
 อนุমান ซึ่งทำให้การวิจัยพื้นฐานสำหรับการพัฒนาเศรษฐกิจและระบบบำบัดของเสียที่เป็นไปได้ใน
 ปากีสถาน กรอบกฎหมายที่ครอบคลุมเกี่ยวกับระบบการจัดการขยะมูลฝอยแบบบูรณาการควรได้รับการ
 แนะนำและดำเนินการในปากีสถาน รวมทั้งหน่วยงานเทศบาลในท้องถิ่นควรเก็บขยะค่าธรรมเนียม

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์และวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการกำจัดขยะอินทรีย์

ก โรงเรือนพลาสติก ขนาด กว้าง 2 เมตร ยาว 3 เมตร

ข ตาชั่งสปริง

ค กระบะพลาสติกขนาด 40×30 เซนติเมตร

ง แผ่นไม้ขนาด ขนาด 3×30 เซนติเมตร

จ กระดาษทิชชู

ฉ ตะแกรงร่อน

ช เครื่องอัดเม็ดแบบสายพาน

ณ ถังน้ำ

3.1.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

ก อาหารปลาขนาดเล็ก

ข รำละเอียด

ค เศษอาหาร

ง เศษผัก

จ เศษผลไม้

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.1 โปรแกรมสำเร็จรูป SAS

3.3 วิธีการดำเนินการทดลอง

วิธีการดำเนินการวิจัย โดยการล่อการวางไข่แมลงวันลายที่อยู่ตามธรรมชาติ ให้มาวางไข่หรือการดักไข่ของแมลงวันลาย เพื่อเก็บไข่ฟักเป็นตัวหนอน และเลี้ยงเข้าสู่ระยะดักแด้จนถึงระยะตัวเต็มวัย เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป สามารถทำได้โดยการหมักเศษอาหาร เศษผักผลไม้ ขยะอินทรีย์ และน้ำหมักชีวภาพให้มิกลินเปรี้ยว หรืออาจจะใช้การผสมรำกับ และน้ำหมักชีวภาพกลุ่มจุลินทรีย์ที่ (Effective Microorganisms) หรือที่เรียกกันว่า อีเอ็ม (EM) เพื่อเป็นอาหารล่อให้แมลงวันลายที่อยู่ตามธรรมชาติวางไข่ จากนั้นนำวัสดุที่มีช่องเล็กๆ วางไว้ด้านบน เพื่อให้แมลงวันลายมาวางไข่

โดยหนอนแมลงวันลายที่ฟักจากไข่จะถูกเลี้ยงด้วยอาหารที่มีส่วนประกอบของอาหารไก่เล็กในอัตราส่วน 1 ส่วน ต่อ รำละเอียด 4 ส่วน จากนั้นนำไปผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1 ส่วน เพื่อให้ได้ความชื้นประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีการของอานัฐ (2560) และถูกนำมาเลี้ยงในกระบะขนาด 40×30 เซนติเมตรเลี้ยงจนเข้าสู่ระยะดักแด้ และตัวเต็มวัยต่อไปเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

การเตรียมขยะอินทรีย์สำหรับการทดลอง

รวบรวมขยะและคัดแยกประเภทขยะอินทรีย์ครัวเรือนที่ย่อยสลายได้เช่น เศษอาหาร เศษผัก ผลไม้ เศษวัสดุเหลือทิ้งจากธรรมชาติ ของกลุ่มเกษตรกรวิสาหกิจชุมชนพอเพียงก็เพียงพอ เมื่อเริ่มทำการทดลองจะใช้อาหารต่างชนิดกัน ได้แก่ อาหารเพาะฟัก(ขูดควมคุม) เศษอาหารจากครัวเรือน เศษผัก เศษผลไม้ และเศษวัสดุทางการเกษตร โดยจะนำขยะอินทรีย์แต่ละชุดการทดลองผสมน้ำหมักชีวภาพ ในอัตราขยะอินทรีย์ 4 ส่วน ค่อน้ำหมักชีวภาพ 1 ส่วน แล้วนำมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยใช้เวลาประมาณ 3 นาที โดยดำเนินการขั้นตอนดังนี้

ใช้เหยื่อตามชุดการทดลอง เพื่อล่อให้ตัวเต็มวัยแมลงวันลายมาวางไข่ โดยทำทรงมุ้งตาข่ายและเลียนแบบเหมือนสภาพธรรมชาติในการผสมพันธุ์และวางไข่ และมีการจดบันทึกปริมาณอาหารที่ให้ทั้งหมดตลอดระยะเวลาการศึกษา โดยมีลักษณะที่ศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ เป็นระยะเวลา 60 วัน โดยเก็บข้อมูล

น้ำหนักขะอินทรีย์คร่าวเรือน ปริมาณหนอนแมลงวันลาย ขนาดตัว น้ำหนักต่อตัว ในวันที่ 1 7 10 14 20 30 40 50 60 ของการทดลอง

3.3.1 การพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการจัดการขยะอินทรีย์คร่าวเรือนโดยใช้หนอนแมลงวันลาย

โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ประกอบด้วย 5 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ภายใต้สมมติฐานที่ว่าหนอนทุกตัวเกิดจากพ่อแม่พันธุ์แมลงวันลายที่มาจากแหล่งที่มาเดียวกัน จึงทำให้มีความใกล้เคียงกันในระดับปัจจัยภายใน และหนอนทุกตัวถูกเลี้ยงในโรงเรือนปิด มีการจัดการสิ่งแวดล้อมเหมือนกัน โดยการสร้างโรงเรือนและมุ้งตาข่ายสีฟ้า และจัดการสภาพแวดล้อมเหมือนธรรมชาติ ยกเว้นปัจจัยของขยะอินทรีย์แต่ละชนิดที่หนอนได้รับที่มีความต่างกัน ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้มีปัจจัยที่ศึกษา คือ ชนิดของขยะอินทรีย์ที่ใช้เป็นอาหารสำหรับหนอนแมลงวันลาย (feed type) จำแนกได้เป็น 5 ชนิด คือ อาหารเพาะผัก (ชุดควบคุม) เศษอาหารจากครัวเรือน เศษผัก เศษผลไม้ และเศษวัสดุทางการเกษตร จำนวน 3 กระบะๆ และปล่อยตัวเต็มวัยแมลงวันลาย การทดลองละ 20 ตัว โดยกำหนดให้หุ่นจำลองทางสถิติ คือ

$$y = \mu + \text{feed type} + e$$

ทั้งนี้ ค่าเฉลี่ย ระหว่างสิ่งทดลองถูกเปรียบเทียบด้วยวิธีของ Tukey ที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ชุดคำสั่ง ANOVA ในโปรแกรมสำเร็จรูป SAS แต่ละชุดการทดลองมีรายละเอียดดังนี้ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 อาหารเพาะผัก ใช้อาหารปลาเม็ดสำเร็จรูปผสมรำละเอียด ในอัตรา 2:1 มีความชื้น 70 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนัก 5 กิโลกรัม ในอัตราขยะอินทรีย์ 4 ส่วน ต่อน้ำหมักชีวภาพ 1 ส่วน แล้วนำมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยใช้เวลาประมาณ 3 นาที ร่วมกับปล่อยตัวเต็มวัยแมลงวันลายจำนวนชุดละ 20 ตัว (ชุดควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 ใช้เศษอาหารจากครัวเรือน น้ำหนัก 5 กิโลกรัม ในอัตราขยะอินทรีย์ 4 ส่วน ต่อน้ำหมักชีวภาพ 1 ส่วน แล้วนำมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยใช้เวลาประมาณ 3 นาทีร่วมกับปล่อยตัวเต็มวัยแมลงวันลายจำนวนชุดละ 20 ตัว

ชุดการทดลองที่ 3 ใช้เศษผัก น้ำหนัก 5 กิโลกรัม ในอัตราขยะอินทรีย์ 4 ส่วน ต่อน้ำหมักชีวภาพ 1

ส่วน แล้วนำมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยใช้เวลาประมาณ 3 นาทีร่วมกับปล่อยตัวเต็มวัยแมลงวันลายจำนวน ชุดละ 20 ตัว

ชุดการทดลองที่ 4 ใช้เศษผลไม้ น้ำหนัก 5 กิโลกรัม ในอัตราขยะอินทรีย์ 4 ส่วน ต่อน้ำหมักชีวภาพ 1 ส่วน แล้วนำมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยใช้เวลาประมาณ 3 นาทีร่วมกับปล่อยตัวเต็มวัยแมลงวันลาย จำนวนชุดละ 20 ตัว

ชุดการทดลองที่ 5 ใช้เศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร น้ำหนัก 5 กิโลกรัม ในอัตราขยะอินทรีย์ 4 ส่วน ต่อน้ำหมักชีวภาพ 1 ส่วน แล้วนำมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยใช้เวลาประมาณ 3 นาที ร่วมกับปล่อยตัวเต็มวัยแมลงวันลายจำนวนชุดละ 20 ตัว

เก็บข้อมูล เป็นระยะเวลา 60 วัน โดยเก็บข้อมูลของ น้ำหนักขยะอินทรีย์ ปริมาณหนอนแมลงวันลาย ขนาดตัวหนอนแมลงวันลาย น้ำหนักหนอนแมลงวันลาย ในวันที่ 1 7 10 14 20 30 40 50 60 ของการทดลอง

3.3.2 นำปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์จากครัวเรือนวิเคราะห์ธาตุอาหาร

โดยส่งตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหาร ตามประกาศพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 และพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 เรื่อง การกำหนดลักษณะเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพและปลอดภัย ที่ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน และพัฒนาผลิตภัณฑ์วัสดุปรับปรุงดินจากขยะอินทรีย์ครัวเรือน

3.3.3 ถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่องการจัดขยะครัวเรือน

โดยใช้หนอนแมลงวันลาย และจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ ในการจัดการขยะอินทรีย์ครัวเรือน โดยการนำเศษอาหาร เศษผัก เศษผลไม้ และวัสดุทางการเกษตรจากครัวเรือน ด้วยการใช้นอนแมลงวันลาย และได้ผลผลิตเป็นปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์ เพื่อนำไปลดต้นทุนปัจจัยการผลิต ปลูกพืชภายในฟาร์มของเกษตรกร และเพิ่มมูลค่าพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปุ๋ยหมักเศษขยะอินทรีย์ครัวเรือนต่อไป กลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 คน พร้อมทั้งทำแบบประเมินความพึงพอใจของเกษตรกร ณ วิทยาลัยชุมชนพอเพียงก็เพียงพอ ตำบลห้วยสะแก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำข้อมูลที่รวบรวมได้จากแบบสอบถาม มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS นำข้อมูลมาแสดงผลการวิเคราะห์โดยการแจกแจงความถี่ (frequency) ค่าร้อยละ (percentage) และค่ามัธยฐานเลขคณิต (arithmetic mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation: SD)

3.4 สถานที่ทำการศึกษาทดลอง

3.4.1 ทดลองการจัดการขยะอินทรีย์ครัวเรือนโดยใช้หนอนแมลงวันลาย และการใช้หนอนแมลงวันลายเสริมอาหารสำเร็จรูปในการเลี้ยงลูกปลาอุก เพื่อลดต้นทุนการผลิต ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนพอเพียงก็เพียงพอ ตำบลห้วยสะแก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

3.4.2 ถ่ายทอดเทคโนโลยีการกำจัดขยะครัวเรือน โดยใช้หนอนแมลงวันลาย เพื่อลดต้นทุนค่าอาหารปลา และสร้างผลิตภัณฑ์ปลาคูของ อาหารสุขภาพและเพิ่มมูลค่าจากเศษเหลือทิ้งจากปลาคูเป็นผลิตภัณฑ์น้ำปลาร้าปรุงรส ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนพอเพียงก็เพียงพอ ตำบลห้วยสะแก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

3.5 ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง

การทดลองครั้งนี้เริ่มตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 – เดือนธันวาคม พ.ศ. 2565

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยในประเด็นเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการจัดการขยะอินทรีย์ครัวเรือนโดยใช้หนอนแมลงวันลาย และเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยหมักอินทรีย์ครัวเรือนจากหนอนแมลงวันลาย

4.1 การจัดการขยะอินทรีย์ครัวเรือน โดยใช้หนอนแมลงวันลายและเทคโนโลยีที่เหมาะสม

4.1.1 ผลการคัดแยกขยะครัวเรือน

ผลการคัดแยกขยะอินทรีย์ครัวเรือนที่ย่อยสลายได้จากการรวบรวมเศษขยะครัวเรือนของสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนพอเพียงก็เพียงพอ จำนวน 10 หลังคาเรือน ชุดการทดลองที่ 2 คือ ขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารจากครัวเรือนสามารถแยกชนิดได้ เช่น เศษข้าว เปลือกไข่ไก่ เศษก้างปลา เศษกระดูกไก่ เศษกระดูกหมู เปลือกกุ้ง กระดองปู ชุดการทดลองที่ 3 ขยะอินทรีย์ประเภท เศษผัก เช่น เศษผักกวางตุ้ง แดงกวา เปลือกแตงกวา เศษผักคะน้า เศษผักกะหล่ำ เปลือกแครอท เศษผักบุ้ง ชุดการทดลองที่ 4 ขยะอินทรีย์ประเภทเศษผลไม้ เช่น เปลือกสับปะรด เปลือกเงาะ เปลือกแตงโม มะเฟือง ฝรั่ง และชุดการทดลองที่ 5 ขยะอินทรีย์เศษวัสดุเหลือทิ้งจากธรรมชาติ เช่น ใบไม้แห้ง ใบมะม่วงแห้ง เปลือกโกโก้สด ฟางข้าว แสดงดังตารางที่ 4-1 ตารางที่ 4-1 แสดงประเภทของขยะอินทรีย์ครัวเรือน

ขยะอินทรีย์ครัวเรือน	ประเภทขยะ	ชนิดขยะ
ชุดการทดลองที่ 1 (ชุดควบคุม)	ใช้อาหารปลาเม็ดสำเร็จรูปผสม รำละเอียด อัตราส่วน 1:2	อาหารปลาเม็ด รำละเอียด
ชุดการทดลองที่ 2	เศษอาหารจากครัวเรือน	เศษข้าว กระดูกและเนื้อไก่ เศษ กระดูกปลา เปลือกไข่ไก่
ชุดการทดลองที่ 3	เศษผัก	ผักกวางตุ้ง แดงกวา เปลือก แตงกวา เปลือกแครอท
ชุดการทดลองที่ 4	เศษผลไม้, เปลือกผลไม้	เปลือกสับปะรด เปลือกเงาะ มะม่วง เปลือกมะม่วง มะเฟือง
ชุดการทดลองที่ 5	ใช้เศษวัสดุเหลือทิ้งทาง การเกษตร	ใบไม้แห้ง ใบมะม่วงแห้ง ฟาง ข้าว เปลือกโกโก้สด

4.1.2 น้ำหนักขยะอินทรีย์ครัวเรือน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลน้ำหนักเฉลี่ยของขยะอินทรีย์ครัวเรือนแต่ละชุดการทดลอง จากที่ใช้เป็นเหยื่อล่อในการวางไข่ของตัวเต็มวัยแมลงวันลาย และการจัดการขยะอินทรีย์จากครัวเรือนของ หนอนแมลงวันลายพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยขยะอินทรีย์ครัวเรือนตั้งแต่วันที่ 1-30 ของทุกชุดการทดลอง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนน้ำหนักเฉลี่ยขยะอินทรีย์ครัวเรือนวันที่ 40 ในชุดการทดลองที่ 5 มีน้ำหนักเฉลี่ยขยะอินทรีย์มากที่สุดที่ 3.13 ± 0.06 กิโลกรัม และน้ำหนักเฉลี่ยขยะอินทรีย์ครัวเรือนชุดการทดลองที่ 3 มีน้ำหนักเฉลี่ยขยะอินทรีย์น้อยสุด ที่ 2.30 ± 0.10 กิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนน้ำหนักเฉลี่ยขยะอินทรีย์ครัวเรือนวันที่ 50 ในชุดการทดลองที่ 5 มีน้ำหนักเฉลี่ยขยะอินทรีย์มากที่สุดที่ 2.77 ± 0.06 กิโลกรัม และน้ำหนักเฉลี่ยขยะอินทรีย์ครัวเรือนชุดการทดลองที่ 3 มีน้ำหนักเฉลี่ยขยะอินทรีย์น้อยสุด ที่ 1.93 ± 0.06 กิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนน้ำหนักเฉลี่ยขยะอินทรีย์ครัวเรือนวันที่ 60 ในชุดการทดลองที่ 5 มีน้ำหนักเฉลี่ยขยะอินทรีย์มากที่สุดที่ 1.97 ± 0.06 กิโลกรัม และน้ำหนักเฉลี่ยขยะอินทรีย์ครัวเรือนชุดการทดลองที่ 3 มีน้ำหนักเฉลี่ยขยะอินทรีย์น้อยสุด ที่ 1.10 ± 0.10 กิโลกรัม ซึ่งความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 แสดงน้ำหนักขยะอินทรีย์ครัวเรือน (กิโลกรัม) ตั้งแต่วันที่ 1-60 วัน

ชุดการทดลอง	วันที่ 1 ^{ns}	วันที่ 7 ^{ns}	วันที่ 10 ^{ns}	วันที่ 14 ^{ns}	วันที่ 20 ^{ns}	วันที่ 30 ^{ns}	วันที่ 40	วันที่ 50	วันที่ 60
1	5.00±0.00	4.57±0.06	4.40±0.10	3.93±0.06	3.50±0.10	3.03±0.06	2.60 ^b ±0.10	2.07 ^c ±0.06	1.50 ^b ±0.10
2	5.00±0.00	4.60±0.10	4.43±0.12	4.07±0.06	3.63±0.06	3.13±0.06	2.57 ^b ±0.06	2.03 ^c ±0.06	1.17 ^d ±0.06
3	5.00±0.00	4.40±0.10	4.20±0.10	3.80±0.10	3.47±0.06	3.00±0.00	2.30 ^c ±0.10	1.93 ^d ±0.06	1.10 ^d ±0.10
4	5.00±0.00	4.57±0.06	4.30±0.10	4.03±0.06	3.70±0.10	3.27±0.06	2.93 ^a ±0.06	2.30 ^b ±0.10	1.23 ^c ±0.06
5	5.00±0.00	4.67±0.06	4.47±0.06	4.13±0.06	3.87±0.06	3.57±0.12	3.13 ^a ±0.06	2.77 ^a ±0.06	1.97 ^a ±0.06

หมายเหตุ ตัวอักษร ^{a,b,c,d} ในคอลัมน์แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

^{ns} แสดงถึงมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

4.1.3 น้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลาย

การย่อยขยะอินทรีย์ในแต่ละชุดการทดลองของหนอนแมลงวันลายตั้งแต่วันที่ 1-60 วัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับ น้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลาย โดยสุ่มเก็บหนอนแมลงวันลายในช่วงวันดังกล่าวจำนวน 100 ตัว ของการย่อยขยะอินทรีย์ในแต่ละชุดการทดลอง น้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลาย วันที่ 1 พบว่าไม่มีตัวหนอนของแมลงวันลายเกิดขึ้นทุกชุดการทดลอง ส่วนผลการวิเคราะห์ข้อมูล น้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลายตั้งแต่วันที่ 7-30 ของทุกชุดการทดลองมีความแตกต่างกันไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนน้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลายวันที่ 40 ในชุดการทดลองที่ 1 มีน้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลายมากที่สุดที่ 28.00 ± 1.00 กรัม และน้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลายชุดการทดลองที่ 5 มีน้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลายน้อยสุด ที่ 2.30 ± 0.10 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนน้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลายวันที่ 50 ในชุดการทดลองที่ 1 มีน้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลายสูงสุดที่ 31.67 ± 0.58 กรัม และน้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลายชุดการทดลองที่ 5 มีน้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลายน้อยสุด ที่ 28.00 ± 1.00 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนน้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลายวันที่ 60 ในชุดการทดลองที่ 3 มีน้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลายสูงสุดที่ 27.00 ± 1.00 กรัม และน้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลายชุดการทดลองที่ 5 มีน้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลายน้อยสุด ที่ 24.00 ± 1.00 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 แสดงปริมาณน้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลายตั้งแต่วันที่ 1-60 จำนวน 100 ตัว (กรัม)

ชุดการทดลอง	วันที่ 1 ^{ns}	วันที่ 7 ^{ns}	วันที่ 10 ^{ns}	วันที่ 14 ^{ns}	วันที่ 20 ^{ns}	วันที่ 30 ^{ns}	วันที่ 40	วันที่ 50	วันที่ 60
1	0 ± 0.00	1.03 ± 0.06	2.13 ± 0.21	5.67 ± 0.58	10.50 ± 0.50	16.00 ± 1.00	$28.00^a \pm 1.00$	$31.67^a \pm 0.58$	$24.67^b \pm 1.15$
2	0 ± 0.00	1.07 ± 0.06	1.67 ± 0.15	7.00 ± 1.00	11.17 ± 0.76	17.00 ± 1.00	$27.00^a \pm 1.00$	$31.33^a \pm 1.53$	$25.00^b \pm 1.00$
3	0 ± 0.00	0.97 ± 0.06	1.43 ± 0.15	5.60 ± 1.04	8.33 ± 0.58	13.33 ± 0.58	$25.00^b \pm 1.00$	$30.67^b \pm 0.58$	$27.00^a \pm 1.00$
4	0 ± 0.00	1.03 ± 0.12	1.27 ± 0.15	5.27 ± 1.04	7.67 ± 0.58	15.00 ± 1.00	$23.00^c \pm 1.00$	$29.67^c \pm 0.58$	$26.00^a \pm 1.73$
5	0 ± 0.00	0.97 ± 0.06	1.10 ± 0.10	4.43 ± 0.32	6.33 ± 0.58	12.33 ± 0.58	$21.00^d \pm 1.00$	$28.00^d \pm 1.00$	$24.00^c \pm 1.00$

หมายเหตุ ตัวอักษร^{a,b,c,d} ในคอลัมน์แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

^{ns} แสดงถึงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

4.1.4 การเจริญเติบโต ขนาดตัวหนอนแมลงวันลาย

การย่อยขยะอินทรีย์ในแต่ละชุดการทดลองของหนอนแมลงวันลายตั้งแต่วันที่ 1-60 วัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับ การเจริญเติบโต ขนาดตัวหนอนแมลงวันลายโดยสุ่มเก็บหนอนแมลงวันลายในช่วงของการย่อยขยะอินทรีย์ในแต่ละชุดการทดลอง การเจริญเติบโตขนาดตัวหนอนแมลงวันลายวันที่ 1 พบว่าไม่มีตัวหนอนของแมลงวันลายเกิดขึ้นทุกชุดการทดลอง ส่วนผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโต ขนาดตัวหนอนแมลงวันลายตั้งแต่วันที่ 7-30 ของทุกชุดการทดลองมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนการเจริญเติบโต ขนาดตัวหนอนแมลงวันลายวันที่ 40 ในชุดการทดลองที่ 2 มีการเจริญเติบโต ขนาดตัวหนอนแมลงวันลายมากที่สุดที่ 2.17 ± 0.06 เซนติเมตร และการเจริญเติบโต ขนาดตัวหนอนแมลงวันลายชุดการทดลองที่ 5 มีการเจริญเติบโต ขนาดตัวหนอนแมลงวันลายน้อยสุด ที่ 1.87 ± 0.06 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในวันที่ 50 ในชุดการทดลองที่ 2 มีการเจริญเติบโต ขนาดตัวหนอนแมลงวันลายมากที่สุดที่ 2.43 ± 0.06 เซนติเมตร ชุดการทดลองที่ 5 มีการเจริญเติบโต ขนาดตัวหนอนแมลงวันลายน้อยสุด ที่ 2.10 ± 0.10 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนวันที่ 60 ในชุดการทดลองที่ 2 มีการเจริญเติบโต ขนาดตัวหนอนแมลงวันลายมากที่สุดที่ 2.50 ± 0.10 เซนติเมตร และชุดการทดลองที่ 5 มีการเจริญเติบโต ขนาดตัวหนอนแมลงวันลายน้อยสุด เท่ากับ 2.20 ± 0.17 เซนติเมตร ซึ่งความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ค่าเฉลี่ยขนาดตัวหนอนแมลงวันลาย (เซนติเมตร) ตั้งแต่วันที่ 1-60

ชุดการทดลอง	วันที่ 1 ^{ns}	วันที่ 7 ^{ns}	วันที่ 10 ^{ns}	วันที่ 14 ^{ns}	วันที่ 20 ^{ns}	วันที่ 30 ^{ns}	วันที่ 40	วันที่ 50	วันที่ 60
1	0 ± 0.00	0.43 ± 0.15	1.13 ± 0.06	1.40 ± 0.10	1.67 ± 0.06	1.87 ± 0.06	$1.97^b \pm 0.06$	$2.27^b \pm 0.06$	$2.43^b \pm 0.06$
2	0 ± 0.00	0.53 ± 0.06	1.10 ± 0.10	1.50 ± 0.00	1.90 ± 0.10	2.13 ± 0.06	$2.17^a \pm 0.06$	$2.43^a \pm 0.06$	$2.50^a \pm 0.10$
3	0 ± 0.00	0.43 ± 0.15	1.13 ± 0.06	1.40 ± 0.10	1.67 ± 0.06	1.87 ± 0.06	$1.97^b \pm 0.06$	$2.27^b \pm 0.06$	$2.43^b \pm 0.06$
4	0 ± 0.00	0.47 ± 0.06	1.13 ± 0.06	1.47 ± 0.06	1.77 ± 0.06	1.87 ± 0.06	$2.00^b \pm 0.10$	$2.20^c \pm 0.10$	$2.27^c \pm 0.06$
5	0 ± 0.00	0.33 ± 0.15	0.97 ± 0.06	1.33 ± 0.06	1.67 ± 0.06	1.77 ± 0.06	$1.87^c \pm 0.06$	$2.10^d \pm 0.10$	$2.20^d \pm 0.17$

หมายเหตุ ตัวอักษร ^{a,b,c,d} ในคอลัมน์แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

^{ns} แสดงถึงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

4.2 การนำปุ๋ยหมักขยะอินทรีย์ครัวเรือนมาผลิตเป็นวัสดุปรับปรุงดิน

นำปุ๋ยหมักขยะอินทรีย์ครัวเรือนที่ผ่านการย่อยสลายและจัดการขยะอินทรีย์ครัวเรือนโดยใช้หนอนแมลงวันลาย ที่ระยะเวลา 60 วัน ผ่านตะแกรงร่อนแยกขนาดชนิดของปุ๋ยหมักเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลและพัฒนาเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์วัสดุปรับปรุงดินต่อไป



รูปที่ 4-1 (ก-ข) แสดงปุ๋ยหมักขยะอินทรีย์ครัวเรือนที่ผ่านการกำจัดด้วยหนอนแมลงวันลายเป็นเวลา 60 วัน
(ค-ง) แสดงปุ๋ยหมักขยะอินทรีย์ครัวเรือนที่ผ่านตะแกรงร่อนเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลและพัฒนาเป็นต้นแบบวัสดุปรับปรุงดิน

4.2.1 ผลวิเคราะห์ธาตุอาหารในปุ๋ยหมักเศษขยะอินทรีย์จากครัวเรือน

ผลการนำปุ๋ยหมักเศษขยะอินทรีย์จากครัวเรือนไปวิเคราะห์ โดยวิเคราะห์ธาตุอาหาร ตามประกาศพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 และพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 เรื่อง การกำหนดลักษณะเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพและปลอดภัย ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้ (1.) ปริมาณธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก ซึ่งผลวิเคราะห์มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 1.64 เปอร์เซ็นต์, ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P_2O_5) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักซึ่งผลวิเคราะห์มีปริมาณ

ฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.56 เปอร์เซ็นต์, โพแทสเซียมทั้งหมด (Total K_2O) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก ซึ่งผลวิเคราะห์มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด 1.17 เปอร์เซ็นต์ (2.) ปริมาณอินทรีย์วัตถุรับรอง (Organic Matter) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก ซึ่งผลวิเคราะห์มีปริมาณอินทรีย์วัตถุรับรอง 21.67 โดยน้ำหนัก (3.) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) ไม่เกิน 20 : 1 ซึ่งผลวิเคราะห์อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) เท่ากับ 7.66 (4.) ต้องเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ย่อยสลายสมบูรณ์ ซึ่งผลวิเคราะห์ย่อยสลายสมบูรณ์ (101.31%) (5.) มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.66 (6.) ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) ไม่เกิน 10 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ซึ่งผลวิเคราะห์เท่า 3.11 เดซิซีเมนส์ (7.) ปริมาณโซเดียม (Na) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ซึ่งผลวิเคราะห์เท่ากับ 0.21 โดยน้ำหนัก (8.) ขนาดของปุ๋ย ไม่เกิน 12.5 x 12.5 มิลลิเมตร ซึ่งผลการวิเคราะห์ไม่เกิน 100 % (9.) ปริมาณหิน กรวด ขนาดตั้งแต่ 5 มิลลิเมตรขึ้นไป ไม่น้อยกว่าร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก (10.) ความชื้นไม่เกินร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก ซึ่งผลวิเคราะห์ไม่พบ (11.) ต้องไม่พบพลาสติก แก้ว วัสดุเคมี หรือโลหะอื่น ๆ ซึ่งผลวิเคราะห์ไม่พบ (12.) ปริมาณสารเป็นพิษไม่เกินกว่าที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด ไม่ได้ตรวจวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ผลวิเคราะห์ปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์จากครัวเรือน โดยวิเคราะห์ธาตุอาหาร ตามประกาศพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 และพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 เรื่อง การกำหนดลักษณะเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพและปลอดภัย

ข้อกำหนดมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์	ผลวิเคราะห์
1. ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก	1.64
2. ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P_2O_5) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก	1.56
3. โพแทสเซียมทั้งหมด (Total K_2O) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก	1.17
4. ปริมาณอินทรีย์วัตถุรับรอง (Organic Matter) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก –	21.67
5. อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) ไม่เกิน 20 : 1	7.66
6. ต้องเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ย่อยสลายสมบูรณ์	สมบูรณ์ (101.31%)
7. ค่าความเป็นกรด-ด่าง	6.66
8. ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) ไม่เกิน 10 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร	3.11

ข้อกำหนดมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์	ผลวิเคราะห์
9.ปริมาณโซเดียม (Na) ไม่เกินร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก	0.21
ขนาดของปุ๋ย ไม่เกิน 12.5 x 12.5 มิลลิเมตร	ไม่เกิน 100 %
10.ปริมาณหิน กรวด ขนาดตั้งแต่ 5 มิลลิเมตรขึ้นไป ไม่เกินร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก	ไม่พบ
ความชื้นไม่เกินร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก	
11.ต้องไม่พบพลาสติก แก้ว วัสดุมีคม หรือโลหะอื่น ๆ	ไม่พบ
12.ปริมาณสารเป็นพิษไม่เกินกว่าที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด	-

หมายเหตุ เครื่องหมาย – ไม่ได้วิเคราะห์ผล

4.3 การพัฒนาและต่อยอดสินค้าผลิตภัณฑ์วัสดุปรับปรุงดินจากปุ๋ยหมักขยะอินทรีย์ครัวเรือน

4.3.1 การผลิตวัสดุปรับปรุงดินจากปุ๋ยหมักขยะอินทรีย์ครัวเรือน

1. ปุ๋ยหมักขยะอินทรีย์ครัวเรือน จากการนำเศษขยะครัวเรือน เช่น เศษอาหาร เศษกระดูก ก้างปลา เปลือกผัก เปลือกผลไม้ เศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรต่างๆ ผ่านกระบวนการกำจัดด้วยหมอนแมลงวันลายและผ่านการย่อยสลายของเศษอาหารอินทรีย์ครัวเรือนได้เป็นปุ๋ยหมักเป็นระยะเวลา 60 วัน ซึ่งได้ผ่านการวิเคราะห์ผล โดยวิเคราะห์ธาตุอาหาร ตามประกาศพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 และพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 เรื่อง การกำหนดลักษณะเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพและปลอดภัย แสดงดังตารางที่ 4-2 ซึ่งมีธาตุอาหารพืช ช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุให้เกิดขึ้น ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์

2. ปุ๋ยน้ำหมัก ทำจากการนำพืช ผัก ผลไม้ มาหมัก ในถังขนาด 200 ลิตร เป็นเวลา 30 วัน จะทำหน้าที่ช่วยให้ความชื้นและจับตัวของเม็ดปุ๋ย ช่วยปรับสภาพความเป็น กรด – ด่าง ให้เป็นกลางในดินและน้ำ ช่วยแก้ปัญหาจากแมลงศัตรูพืช และโรคระบาดต่างๆ ช่วยปรับสภาพดินให้ร่วนซุย อุดม น้ำ และให้อากาศผ่านได้อย่างเหมาะสม จะช่วยในการจับตัวของปุ๋ยหมักให้เป็นเม็ดสะดวกต่อการนำไปใช้งาน คลุกเคล้าให้เข้ากัน และให้ความชื้นด้วยน้ำหมักชีวภาพไปจากนั้นนำไปเข้าเครื่องอัดขึ้นเม็ดแบบสายพาน แล้วนำไปผึ่งให้แห้งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่อไป เหมาะสำหรับใช้ได้กับ ไม้ดอก ไม้ประดับ ไม้ผล พืชไร่ และพืชผักสวนครัวได้ทุกชนิด โดยการโรยบริเวณผิวดิน



รูปที่ 4-2 ขั้นตอนการผลิตวัสดุปรับปรุงดินจากปุ๋ยหมักขยะเศษอาหารครัวเรือน

4.4 ถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน

4.4.1 การถ่ายทอดองค์ความรู้

ถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่อง การกำจัดขยะครัวเรือน โดยใช้หมอนแมลงวันลาย และจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ ในการจัดการขยะอินทรีย์ครัวเรือน โดยการนำเศษอาหาร เศษผัก เศษผลไม้ และวัสดุทางการเกษตรจากครัวเรือน ด้วยการใช้หมอนแมลงวันลาย และได้ผลผลิตเป็นปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์ เพื่อนำไปลดต้นทุนปัจจัยการผลิต ปลูกพืชภายในฟาร์มของเกษตรกร และเพิ่มมูลค่าพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปุ๋ยหมักเศษขยะอินทรีย์ครัวเรือนต่อไป กลุ่มเป้าหมายจำนวน 20 คน พร้อมทั้งทำแบบประเมินความพึงพอใจของเกษตรกร ณ วิทยาลัยชุมชนพองเพียกกีเพียกพอ ตำบล้วยสะแก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์



รูปที่ 4-3 ผู้เข้าร่วมอบรมการถ่ายทอดองค์ความรู้การกำจัดขยะครัวเรือน โดยใช้หมอนแมลงวันลาย

4.4.2 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของเกษตรกร

จากการถ่ายทอดองค์ความรู้ และอบรมเชิงปฏิบัติการการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาดุกหยอง เพื่อเป็นอาหารสำหรับผู้สูงอายุ พบว่าเกษตรกรมีความพึงพอใจในการเข้าร่วมโครงการ โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร ส่วนที่ 2 ระดับความพึงพอใจต่อการเข้าร่วมโครงการ ซึ่งมีผลดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทำแบบประเมินความพึงพอใจในการเข้าร่วมอบรมการจัดการขยะอินทรีย์ครัวเรือน โดยใช้หนอนแมลงวันลายและเทคโนโลยีที่เหมาะสม ดังแสดงดังตารางที่ 4-6 และตารางที่ 4-7 โดยการรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ มีผู้เข้าร่วมอบรมให้ข้อมูลในการตอบประเมินความพึงพอใจทั้งสิ้น 20 ราย เป็นเพศหญิง 15 คน เพศชาย 5 คน ซึ่งมีเพศหญิงมากกว่าเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 75 โดยผู้เข้าอบรมส่วนใหญ่ มีอายุ 31-40 ปี 25-30 ปี 41-50 ปี และมากกว่า 50 ปี คิดเป็นร้อยละ 40 35 15 และ 10 ตามลำดับ สำหรับระดับการศึกษาของผู้เข้าร่วมโครงการในครั้งนี้ พบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่ มีระดับการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 50 ระดับมัธยมศึกษา จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 40 และระดับประถมศึกษาจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 10 ในด้านอาชีพ ส่วนใหญ่มีอาชีพเกษตรกร จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 70 รับจ้างทั่วไป จำนวน 5 คน และธุรกิจส่วนตัว จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 25 และ 5 ตามลำดับ เป็นต้น ดังแสดงในตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร (n=20)

ข้อมูล	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
- หญิง	15	75
- ชาย	5	25
อายุ		
- ต่ำกว่า 25 ปี	-	-
- 25-30 ปี	7	35

ข้อมูล	จำนวน	ร้อยละ
- 31-40 ปี	8	40
- 41-50 ปี	3	15
- มากกว่า 50 ปี	2	10
การศึกษา		
- ประถมศึกษา	2	10
- มัธยมศึกษา	8	40
- ปริญญาตรี	10	50
- ปริญญาโท	-	
อาชีพ		
- ข้าราชการ	-	-
- เกษตรกร	14	70
- รับจ้างทั่วไป	5	25
- อื่นๆ ระบุ ธุรกิจส่วนตัว	1	5

ส่วนที่ 2 ระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรม

ข้อมูลที่ได้จากการประเมินความพึงพอใจพบว่า ด้านหัวข้อการบรรยาย ผู้เข้าร่วมโครงการมีระดับความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ± 0.55 ด้านสถานที่/ด้านการบริการให้บริการของเจ้าหน้าที่ ผู้เข้าร่วมโครงการมีระดับความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.38 ± 0.60 ด้านกระบวนการ ขั้นตอนการให้บริการ ผู้เข้าร่วมโครงการมีระดับความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 ± 0.48 ด้านความรู้ความเข้าใจ/คุณภาพในการให้บริการ โดยวัดความรู้ความเข้าใจ ก่อนเข้าร่วมอบรม ผู้เข้าร่วมโครงการมีระดับความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์น้อย ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 ± 1.13 และวัดความรู้ความเข้าใจ หลัง เข้าร่วมอบรม พบว่า ผู้เข้าร่วมโครงการมีระดับความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ± 0.31 และทางด้านการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ผู้เข้าร่วมโครงการมีระดับความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ± 0.51 และการประเมินความพึงพอใจในภาพรวมทั้งหมด พบว่า ผู้เข้าร่วมโครงการมีระดับความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 ± 0.45 ดังแสดงในตารางที่ 4- 7

ตารางที่ 4-7 ระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรม

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับความพึงพอใจ	
	ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	สรุปผลความพึงพอใจ
1. หัวข้อการบรรยาย		
1.1 การพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการจัดการขยะอินทรีย์ครัวเรือนโดยใช้หนอนแมลงวันลาย	4.30±0.59	มาก
1.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยหมักอินทรีย์ครัวเรือนจากหนอนแมลงวันลาย	4.50±0.50	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.40±0.55	มากที่สุด
2. สถานที่/ด้านการบริการให้บริการของเจ้าหน้าที่		
2.1 สถานที่จัดการอบรมมีความเหมาะสมกับรูปแบบโครงการ	4.20±0.75	มากที่สุด
2.2 เจ้าหน้าที่ให้บริการด้วยความสุภาพ เป็นมิตร กระตือรือร้น เต็มใจให้บริการ	4.50±0.47	มากที่สุด
2.3 การชี้แจงและให้คำแนะนำเกี่ยวกับการให้บริการที่ชัดเจน	4.45±0.60	มากที่สุด
2.4 ความสามารถของวิทยากรในการถ่ายทอดความรู้	4.35±0.44	มากที่สุด
2.5 การเปิดโอกาสให้ผู้ฟังซักถามหรือมีส่วนร่วม	4.40±0.77	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.38±0.60	มากที่สุด
3. ด้านกระบวนการ ขั้นตอนการให้บริการ		
3.1 มีกระบวนการและขั้นตอนเป็นระบบชัดเจน	4.50±0.31	มากที่สุด
3.2 ระยะเวลาดำเนินการมีความเหมาะสม	4.30±0.51	มากที่สุด
3.3 มีการประสานงานและการประชาสัมพันธ์	4.00±0.59	มากที่สุด
3.4 มีเอกสาร/แผ่นพับ/ข้อมูลต่าง ๆ ประกอบการอบรมให้บริการ	4.10±0.52	มากที่สุด

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับความพึงพอใจ	
	ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	สรุปผลความพึงพอใจ
ค่าเฉลี่ย	4.23±0.48	มากที่สุด
4. ด้านความรู้ความเข้าใจ/คุณภาพในการให้บริการ		
4.1 ความรู้ที่ได้รับตรงตามวัตถุประสงค์/ความต้องการของผู้เข้าอบรม	4.50±0.44	มากที่สุด
4.2 ความรู้ความเข้าใจ <u>ก่อน</u> เข้าอบรม	2.50±1.13	ปานกลาง
4.3 ความรู้ความเข้าใจ <u>หลัง</u> เข้าอบรม	4.50±0.31	มากที่สุด
5. การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		
5.1 เนื้อหาที่ได้รับ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและการทำงานได้	4.75±0.41	มากที่สุด
5.2 เอกสาร/สื่อ/นวัตกรรมที่ได้รับ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้	4.60±0.55	มากที่สุด
5.3 ความรู้จากการอบรมสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นองค์ความรู้ใหม่ได้	4.65±0.57	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.67±0.51	มากที่สุด
ความพึงพอใจในภาพรวมทั้งหมด	4.65±0.45	มากที่สุด

หมายเหตุ เกณฑ์ที่ใช้วัดระดับความพึงพอใจมีดังนี้

คะแนน 1.00-1.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

คะแนน 1.51-2.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

คะแนน 2.51-3.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

คะแนน 3.51-4.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก

คะแนน 4.51-5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการจัดการขยะอินทรีย์ครัวเรือน โดยการนำเศษอาหาร เศษผัก ผลไม้ และวัสดุทางการเกษตร โดยใช้หนอนแมลงวันลาย และได้ผลิตเป็นปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์ เพื่อนำไปลดต้นทุนปัจจัยการผลิต ปลูกพืชภายในฟาร์มของเกษตรกร และเพิ่มมูลค่าพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปุ๋ยหมักเศษขยะอินทรีย์ครัวเรือนต่อไป สามารถสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1.การจัดการขยะอินทรีย์ครัวเรือน โดยใช้หนอนแมลงวันลายและเทคโนโลยีที่เหมาะสม

ก. การคัดแยกขยะอินทรีย์ครัวเรือนมีการย่อยสลายของขยะอินทรีย์ทุกชุดการทดลอง และพบหนอนแมลงวันลายในการย่อยสลายขยะอินทรีย์ทุกชุดการทดลอง

ข. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลน้ำหนักเฉลี่ยของขยะอินทรีย์ครัวเรือนแต่ละชุดการทดลอง สรุปได้ว่า ชุดการทดลองที่ 3 คือ ขยะอินทรีย์ประเภท เศษผัก มีน้ำหนักเฉลี่ยน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับทุกชุดการทดลอง ในวันที่ 40, 50, 60 วัน คือ 2.30 ± 0.10 , 1.93 ± 0.06 และ 1.10 ± 0.10 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนน้ำหนักเฉลี่ยของขยะอินทรีย์ครัวเรือนชุดการทดลองที่ 5 คือ ขยะอินทรีย์ประเภท วัสดุทางการเกษตร มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุดเมื่อเทียบกับทุกชุดการทดลอง ในวันที่ 40, 50, 60 วัน คือ 3.13 ± 0.06 , 2.77 ± 0.06 และ 1.97 ± 0.06 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ค. ผลการวิเคราะห์น้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลาย โดยสุ่มเก็บตัวหนอนแมลงวันลายจำนวน 100 ตัวในช่วงระยะวันดังกล่าว ในการกำจัดกากจัดการขยะอินทรีย์ในแต่ละชุดการทดลองพบว่า น้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลายวันที่ 40, 50, 60 วัน ในชุดการทดลองที่ 1 มีน้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลายสูงสุด คือ 28.00 ± 1.00 , 31.67 ± 0.58 , 24.67 ± 1.15 กรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทุกชุดการทดลอง ซึ่งมีความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนน้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลายชุดการทดลองที่ 5 คือ ขยะอินทรีย์ประเภท วัสดุทางการเกษตร ในวันที่ 40, 50 และ 60 วัน มีน้ำหนักรวมเฉลี่ยหนอนแมลงวันลายน้อยที่สุด คือ 21.00 ± 1.00 , 28.00 ± 1.00 และ 24.00 ± 1.00 กรัม ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบทุกชุดการทดลอง ซึ่งมีความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ง.ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการเจริญเติบโต ขนาดตัวหนอนแมลงวันลายโดยสุ่มเก็บหนอนแมลงวันลายในช่วงของการย่อยขยะอินทรีย์ในแต่ละชุดการทดลอง การเจริญเติบโตขนาดตัวหนอนแมลงวันลายวันที่ 1 พบว่าไม่มีตัวหนอนของแมลงวันลายเกิดขึ้นทุกชุดการทดลอง ส่วนการเจริญเติบโตขนาดตัวหนอนแมลงวันลายวันที่ 40 50 60 ในชุดการทดลองที่ 2 มีการเจริญเติบโต ขนาดตัวหนอนแมลงวันลายมากที่สุดที่ 2.17 ± 0.06 , 2.43 ± 0.06 และ 2.50 ± 0.10 เซนติเมตร ตามลำดับ และการเจริญเติบโต ขนาดตัวหนอนแมลงวันลายชุดการทดลองที่ 5 มีการเจริญเติบโต ขนาดตัวหนอนแมลงวันลายน้อยสุด ที่ 1.87 ± 0.06 , 2.10 ± 0.10 และ 2.20 ± 0.17 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

5.1.2 ผลวิเคราะห์ธาตุอาหารในปุ๋ยหมักเศษขยะอินทรีย์จากครัวเรือน

ผลการนำปุ๋ยหมักเศษขยะอินทรีย์จากครัวเรือนไปวิเคราะห์ โดยวิเคราะห์ธาตุอาหาร ตามประกาศพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 และพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 เรื่อง การกำหนดลักษณะเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพและปลอดภัย สรุปได้ว่าปุ๋ยหมักจากเศษขยะอินทรีย์มีคุณสมบัติเป็นปุ๋ยอินทรีย์ ตามผลการวิเคราะห์ดังนี้

(1.) ปริมาณธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก ซึ่งผลวิเคราะห์ มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 1.64 เปอร์เซ็นต์, ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P_2O_5) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก ซึ่งผลวิเคราะห์มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.56 เปอร์เซ็นต์, โพแทสเซียมทั้งหมด (Total K_2O) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก ซึ่งผลวิเคราะห์มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด 1.17 เปอร์เซ็นต์

(2.) ปริมาณอินทรีย์วัตถุรับรอง (Organic Matter) ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก ซึ่งผลวิเคราะห์มีปริมาณอินทรีย์วัตถุรับรอง 21.67 โดยน้ำหนัก

(3.) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) ไม่เกิน 20 : 1 ซึ่งผลวิเคราะห์อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) เท่ากับ 7.66

(4.) ต้องเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ย่อยสลายสมบูรณ์ ซึ่งผลวิเคราะห์ย่อยสลายสมบูรณ์ (101.31%)

(5.) มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.66

(6.) ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) ไม่เกิน 10 เดซิซีเมนส์ต่อเมตรซึ่งผลวิเคราะห์เท่า 3.11 เดซิซีเมนส์

- (7.) ปริมาณโซเดียม (Na) ไม่เกินร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ซึ่งผลวิเคราะห์เท่ากับ 0.21 โดยน้ำหนัก
- (8.) ขนาดของปุ๋ย ไม่เกิน 12.5 x 12.5 มิลลิเมตร ซึ่งผลการวิเคราะห์ไม่เกิน 100 %
- (9.) ปริมาณหิน กรวด ขนาดตั้งแต่ 5 มิลลิเมตรขึ้นไป ไม่เกินร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก
- (10.) ความชื้นไม่เกินร้อยละ 30 โดยน้ำหนักซึ่งผลวิเคราะห์ ไม่เกินร้อยละที่กำหนด
- (11.) ต้องไม่พบพลาสติก แก้ว วัสดุมีคม หรือโลหะอื่น ๆ ซึ่งผลวิเคราะห์ไม่พบ
- (12.) ปริมาณสารเป็นพิษไม่เกินกว่าที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด ไม่ได้ตรวจ

5.1.3 การพัฒนาสูตรต้นแบบผลิตภัณฑ์วัสดุปรับปรุงดินจากเศษขยะอินทรีย์คั่วร้อน

นำปุ๋ยหมักเศษขยะอินทรีย์คั่วร้อนที่ผ่านการย่อยสลายและกำจัดด้วยหนอนแมลงวันลาย ที่ระยะเวลา 60 วัน มาผ่านตะแกรงร่อน และพัฒนาเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์วัสดุปรับปรุงดินจากเศษขยะอินทรีย์คั่วร้อนโดยมีขั้นตอนการผลิตตาม ภาคผนวก ข

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.2.1 การจัดการขยะอินทรีย์คั่วร้อน โดยใช้หนอนแมลงวันลายและเทคโนโลยีที่เหมาะสม

การคัดแยกขยะอินทรีย์คั่วร้อนมีการย่อยสลายของขยะอินทรีย์ทุกชุดการทดลอง และพบหนอนแมลงวันลายในการย่อยสลายขยะอินทรีย์ทุกชุดการทดลองเช่นกัน ชุดการทดลองที่ 2 คือ ขยะอินทรีย์ประเภทเศษอาหารจากครัวเรือนสามารถแยกชนิดได้ เช่น เศษข้าว เปลือกไข่ไก่ เศษก้างปลา เศษกระดูกไก่ เศษกระดูกหมู เปลือกกุ้ง กระดองปู ชุดการทดลองที่ 3 ขยะอินทรีย์ประเภท เศษผัก เช่น เศษผักกวางตุ้ง แตงกวา เปลือกแตงกวา เศษผักคะน้า เศษผักกะหล่ำ เปลือกแครอท เศษผักบุ้ง ชุดการทดลองที่ 4 ขยะอินทรีย์ประเภท เศษผลไม้ เช่น เปลือกสับปะรด เปลือกเงาะ เปลือกแตงโม มะเฟือง ฝรั่ง และชุดการทดลองที่ 5 ขยะอินทรีย์เศษวัสดุเหลือทิ้งจากธรรมชาติ เช่น ใบไม้แห้ง ใบมะม่วงแห้ง เปลือกโกโก้สด ฟางข้าว สอดคล้องกับ Tomberlin and Sheppard, (2001) กล่าวว่าหนอนแมลงวันลายเป็นพวกกินซากและย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ จากการทดลองพบว่า สามารถย่อยสลายมูลสุกรได้มากกว่า 50 % และ ปริมาณเศษซากพืชได้ถึง 80 % จึงมีการนำมาใช้ประโยชน์ในการลดปริมาณขยะอินทรีย์ เช่นเดียวกับ Newby, (1997) รายงานว่า

แมลงวันลายเป็นแมลงที่มีประโยชน์ ช่วยลดปริมาณขยะอินทรีย์ และมีความสามารถเปลี่ยนขยะอินทรีย์ให้เป็นโปรตีน และไขมันได้ดี ทำให้มีคุณค่าทางอาหารสูงเหมาะแก่การนำมาเลี้ยงสัตว์ และแมลงวันลายสามารถเจริญได้ที่ อุณหภูมิระหว่าง 10- 45 องศาเซลเซียส และมีช่วงการกินอาหารดีที่สุดที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส อีกทั้งแมลงวันลายสามารถควบคุมแมลงวันบ้าน *Musca domestica* ได้ (Newton et al., 2005) เนื่องจากว่าหนอน แมลงวันลายจะมีการปล่อยสารยับยั้งการวางไข่หรือเรียกว่า allomone (Bradley and Sheppard, 1984)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลน้ำหนักเฉลี่ยของขยะอินทรีย์ครัวเรือนแต่ละชุดการทดลองสรุปได้ว่า ชุดการทดลองที่ 3 คือ ขยะอินทรีย์ประเภท เศษผัก มีน้ำหนักเฉลี่ยน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับทุกชุดการทดลอง ในวันที่ 40, 50, 60 วัน คือ 2.30 ± 0.10 , 1.10 ± 0.10 กิโลกรัม ซึ่งความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สอดคล้องกับ Lalander et al. (2019) รายงานการศึกษาประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของหนอนแมลงวันลายที่ได้รับอาหารจากเศษเหลือและของเสียที่แตกต่างกัน ได้แก่ อาหารไก่ อาหารสุนัข เศษอาหารจากร้านอาหาร ผักและผลไม้ (ผักกาดหอม, แอปเปิ้ล และมันฝรั่ง) ของเสียจากโรงฆ่าสัตว์ เศษผักและผลไม้จากโรงคัดแยก มูลไก่ มูลคน ตะกอนจากโรงบำบัดน้ำเสีย ตะกอนจากโรงบำบัดที่ยังไม่ถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ และ ตะกอนจากโรงบำบัดที่ถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ พบว่า หนอนที่กินของเสียจากโรงฆ่าสัตว์มีค่าสัดส่วนการ เปลี่ยนของเสียเป็นชีวมวล (Biomass conversion ratio) สูงที่สุด (15.2 ± 1.6 %DM) แต่ไม่แตกต่างอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติจากเศษผักและผลไม้จากโรงคัดแยก (14.2 ± 1.9 %DM) เศษอาหารจากร้านอาหาร (13.9 ± 0.3 %DM) อาหารสุนัข (13.4 ± 0.9 %DM) และ อาหารไก่ (12.8 ± 0.7 %DM) ตามลำดับ นอกจากนี้ หนอนแมลงวันลายยังสามารถลดปริมาณของอาหารหรือสิ่งที่กินได้ (Material reduction) สูงที่สุด คือ อาหารไก่ คิดเป็นร้อยละ 84.8 ± 3.6 สำหรับตัวหนอนแมลงวันลายจะกินซากและย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ ซึ่งสามารถย่อยได้เร็วกว่า ไล่เดือนดินถึง 5 เท่า สามารถสร้างสารปฏิชีวนะต่อต้านเชื้อก่อโรค อีกทั้งยังสามารถลดเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli* จากการเลี้ยงในมูลวัวนมได้ได้ด้วย และยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในกลุ่มผลิต ก๊าซเหม็น ทำให้ขยะมีกลิ่นเหม็นลดลง (จตุรงค์ และคณะ, 2563) โดยวงจรชีวิตของหนอนแมลงวันลาย ไข่จะฟักเป็นตัวใช้เวลาประมาณ 4-7 วัน จากนั้นจะเป็นตัว อ่อน จะกินซากหรือย่อยขยะอินทรีย์เป็นอาหาร ช่วงอายุหนอนประมาณ 5-15 วัน เป็นช่วงที่เหมาะสม สำหรับการใช้ย่อยขยะอินทรีย์ ซึ่งจะสามารถย่อยขยะได้อย่างรวดเร็ว สามารถย่อยขยะที่เผ็ดและเปรี้ยวได้ (ไล่เดือนดินไม่สามารถย่อยได้) ช่วงอายุหนอนประมาณ 18-25 วัน หนอนจะเริ่มกินอาหารน้อยลงหรือ ย่อยขยะได้ช้าลง บางตัวจะคลานออกจากอาหาร จำนวนหนอนที่ออกจากอาหารจะขึ้นอยู่กับลักษณะ อาหารด้วย ถ้าอาหารเปียกและ จะมาหนอนออกจากอาหารจำนวนมาก เป็นหาที่แห่งสำหรับเตรียมตัว ไข่ ตัวเต็มวัย ดักด้ หนอน ~ 4-7 วัน ~ 18-25 วัน ~ 10-17 วัน ~ 6-10 วัน ~ 4-6 วัน 10 ก่อนเข้าดักด้ ระยะนี้จะใช้เวลาประมาณ 10-17 วัน แล้วจะหยุดกินอาหารและเข้าดักด้ ระยะเวลานี้ในการเข้าดักด้ ประมาณ 6-10 วัน ก่อนที่จะออกมา

เป็นแมลงวันลาย และตัวแมลงวันลายจะเริ่มผสมพันธุ์ เมื่อมีอายุประมาณ 4-6 วัน หลังจากผสมพันธุ์และวางไข่แล้ว ตัวพ่อแม่พันธุ์ก็จะตาย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการเจริญเติบโต ขนาดตัวหนอนแมลงวันลายโดยสุ่มเก็บหนอนแมลงวันลายในช่วงของการย่อยขยะอินทรีย์ในแต่ละชุดการทดลอง การเจริญเติบโตขนาดตัวหนอนแมลงวันลายวันที่ 1 พบว่าไม่มีตัวหนอนของแมลงวันลายเกิดขึ้นทุกชุดการทดลอง ส่วนการเจริญเติบโตขนาดตัวหนอนแมลงวันลายวันที่ 40 50 60 ในชุดการทดลองที่ 2 มีการเจริญเติบโต ขนาดตัวหนอนแมลงวันลายมากที่สุดที่ 2.17 ± 0.06 , 2.43 ± 0.06 และ 2.50 ± 0.10 เซนติเมตร ตามลำดับ และการเจริญเติบโต ขนาดตัวหนอนแมลงวันลายชุดการทดลองที่ 5 มีการเจริญเติบโต ขนาดตัวหนอนแมลงวันลายน้อยสุด ที่ 1.87 ± 0.06 , 2.10 ± 0.10 และ 2.20 ± 0.17 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของหนอนแมลงวันลายในผลไม้ต่างชนิด การทดลองพบว่า หนอนแมลงวันลายมีการ เจริญเติบโตแบ่งเป็น 3 วัย สอดคล้องกับ Oliveira et al. (2015) ที่ทำการเลี้ยงหนอนแมลงวันลายในเศษ อินทรีย์วัตถุและขังน้ำหนักรวบรวมของตัวหนอนเพื่อศึกษา การเจริญเติบโตในระยะหนอน แต่การทดลองนี้ใช้ การวัดขนาดความกว้าง ความยาวของตัวหนอน และ เลี้ยงหนอนด้วยผลไม้ที่เป็นอินทรีย์วัตถุใกล้เคียงกัน หนอนวัยที่ 1 มีการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อย โดยที่ เลี้ยงด้วยแตงโมมีขนาดลำตัวใหญ่ที่สุด เมื่อเริ่มเข้าสู่ วัยที่ 2 - 9 วัน) หนอนมีการเจริญเติบโตรวดเร็วอย่าง เห็นได้ชัด หนอนที่เลี้ยงด้วยมะละกอมิขนาดใหญ่มากที่สุด และเมื่อเข้าสู่วัยที่ 3 (- 20 วัน) หนอนมีการเจริญเติบโตคงที่จนเปลี่ยนเป็นดักแด้ 50% หนอนที่เลี้ยงใน มะละกอมิขนาดใหญ่มากกว่าหนอนที่เลี้ยงใน แตงโม และ สับปะรด โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.001$) จนกว่าจะเข้าดักแด้ 50% หนอนที่เลี้ยงด้วยมะละกอ แตงโม และสับปะรด มีอายุเท่ากับ 42 วัน 53 วัน และ 45 วัน ตามลำดับ

จากรายงานของ Tomberlin et al. (2002) เรื่องของการผสมพันธุ์ของแมลงวันลายในธรรมชาติพบว่า เพศผู้บินหาเพศเมียหรือเกาะรอเพศ เมียอยู่ตามใบพืช หากเจอตัวผู้ทำการแย่งพื้นที่จะมี การผสมพันธุ์กลางอากาศโดยเพศผู้บินเข้าหาตัวเมียระยะประชิดแล้วผสมพันธุ์อย่างรวดเร็วและรายงานว่าการเพาะเลี้ยงได้ไข่กลุ่มละ 323-639 ฟอง

การนำปุ๋ยหมักเศษขยะอินทรีย์จากครัวเรือนไปวิเคราะห์ธาตุอาหาร

ปุ๋ยหมักขยะอินทรีย์ครัวเรือนที่ผ่านการย่อยสลายและจัดการขยะอินทรีย์ครัวเรือนโดยใช้หนอนแมลงวันลาย ที่ระยะเวลา 60 วัน ผ่านตะแกรงร่อนแยกขนาดชนิดของปุ๋ยหมักเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลและพัฒนาเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์วัสดุปรับปรุงดินต่อไป โดยวิเคราะห์ธาตุอาหาร ตามประกาศพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 และพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 เรื่อง การกำหนดลักษณะเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ที่มี

คุณภาพและปลอดภัย ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้ (1.) ปริมาณธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก ซึ่งผลวิเคราะห์มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 1.64 เปอร์เซ็นต์, ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P_2O_5) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักซึ่งผลวิเคราะห์มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.56 เปอร์เซ็นต์, โพแทสเซียมทั้งหมด (Total K_2O) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก ซึ่งผลวิเคราะห์มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด 1.17 เปอร์เซ็นต์ (2.) ปริมาณอินทรีย์วัตถุรับรอง (Organic Matter) ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก ซึ่งผลวิเคราะห์มีปริมาณอินทรีย์วัตถุรับรอง 21.67 โดยน้ำหนัก (3.) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) ไม่เกิน 20 : 1 ซึ่งผลวิเคราะห์อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) เท่ากับ 7.66 (4.) ต้องเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ย่อยสลายสมบูรณ์ ซึ่งผลวิเคราะห์ย่อยสลายสมบูรณ์ (101.31%) (5.) มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.66 (6.) ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) ไม่เกิน 10 เดซิซีเมนส์ ต่อเมตรซึ่งผลวิเคราะห์เท่า 3.11 เดซิซีเมนส์ (7.) ปริมาณโซเดียม (Na) ไม่เกินร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ซึ่งผลวิเคราะห์เท่ากับ 0.21 โดยน้ำหนัก (8.) ขนาดของปุ๋ย ไม่เกิน 12.5 x 12.5 มิลลิเมตร ซึ่งผลการวิเคราะห์ไม่เกิน 100 % (9.) ปริมาณหิน กรวด ขนาดตั้งแต่ 5 มิลลิเมตรขึ้นไป ไม่เกินร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก (10.) ความชื้นไม่เกินร้อยละ 30 โดยน้ำหนักซึ่งผลวิเคราะห์ไม่พบ (11.) ต้องไม่พบพลาสติก แก้ว วัสดุเคมี หรือโลหะอื่น ๆ ซึ่งผลวิเคราะห์ไม่พบ (12.) ปริมาณสารเป็นพิษไม่เกินกว่าที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด ไม่ได้ตรวจวิเคราะห์ โดยจากการทดลองของ ชัยสิทธิ์ (2556) กล่าวว่า ปุ๋ยอินทรีย์มีความสำคัญต่อการปรับปรุงและรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยเป็นแหล่งให้ธาตุอาหารพืช ช่วยปรับปรุงและรักษาสมบัติทางกายภาพของดิน ช่วยให้การอนุรักษ์ดิน และน้ำช่วยปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดิน มีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน อีกทั้งยังช่วยลด ต้นทุนการผลิตของเกษตรกรให้ต่ำลงได้อีกด้วย และ Shahida Anusha Siddiqui et al. (2022) ได้ศึกษาปัญหาที่สำคัญสองประการ ที่เป็นปัญหาในปัจจุบันประการแรก ประชากรมนุษย์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องมีส่วนทำให้ความต้องการอาหารเพิ่มขึ้น ประการที่สอง ปริมาณขยะอินทรีย์ที่ผลิตขึ้นจะเพิ่มขึ้น และคุกคามมนุษย์ สุขภาพและคุณภาพของสิ่งแวดล้อม จึงมีความพยายามในการทำฟาร์มเพิ่มมากขึ้น โดยใช้ชีวมวลของแมลง เพื่อผลิตส่วนผสมอาหารทดแทน ตัวอ่อนแมลงวันทหารดำ (BSFL) *Hermetia illucens* have ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเปลี่ยนขยะอินทรีย์ให้เป็นสารอาหารคุณภาพสูงสำหรับอาหารสัตว์เลี้ยง อาหารปลาและอาหารสัตว์ปีก ตลอดจน ปุ๋ยหมักเพื่อการปรับปรุงดิน อย่างไรก็ตาม สูตรและวิธีการป้อน BSFL ที่ดีกว่าคือ จำเป็นต่อการเพิ่มปริมาณสารอาหารในร่างกายของแมลง และหากทำได้อย่างมีประสิทธิภาพในขณะเปลี่ยนของเสียให้เป็นชีวมวลที่มีมูลค่าสูงขึ้น ดังนั้นองค์ประกอบการผลิตหลายอย่าง ความพร้อมของขยะอินทรีย์ ปัจจัยด้านชีวภาพและสิ่งแวดล้อม และระบบที่เหมาะสมซึ่งกำหนดโดยเงื่อนไขทางสังคมและวัฒนธรรม คุณภาพของอาหารเป็นตัวกำหนดการเจริญเติบโตของ BSFL ในกระบวนการเลี้ยง เป็นอาหารที่มีสารอาหารสูง เนื้อหาและอัตราส่วน P:C จำเป็นต่อการเพิ่มการผลิต BSFL ความใกล้ชิดสำหรับอาหารประเภทนี้สามารถเห็นได้ใน

ความสามารถในการแปลงเป็นมวลภายในระหว่างการเจริญเติบโตตลอดจนผลประโยชน์ด้านการทำงานอื่นๆ ที่ถูกควบคุมเช่นเป็นเปปไทด์ด้านจุลชีพที่สูงขึ้น (AMPs) นอกจากนี้ ความสามารถของ BSFL ในการแปลงอินทรีย์วัตถุเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่มีประโยชน์ (เช่น อาหารBSF, ไบโอดีเซล BSF, ไคติน หรือใช้โดยตรงกับปศุสัตว์และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นส่วนประกอบอาหารสัตว์ที่มีมูลค่าสูง เช่น โปรตีน BSFL อาหารหรือน้ำมัน BSFL ที่มีการใช้งานในภาคอาหารสัตว์จำนวนมากช่วยให้เทคโนโลยีเหล่านี้โดดเด่นจากแนวทางการจัดการขยะทางเลือก

5.2.2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยหมักอินทรีย์คั่วร้อนจากหนอนแมลงวันลายเป็นวัสดุปรับปรุงดิน

การทำวัสดุปรับปรุงดินจากปุ๋ยหมักขยะอินทรีย์ สามารถช่วยเก็บความชื้นในดิน ปรับโครงสร้างดินจากการนำเศษขยะคั่วร้อนผ่านการย่อยสลายของเศษอาหารอินทรีย์คั่วร้อนได้เป็นปุ๋ยหมัก ซึ่งมีธาตุอาหารพืช ช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุให้แก่ดิน ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์ ช่วยเปลี่ยนสภาพของดินจากดินเหนียวหรือดินทรายให้เป็นดินร่วนทำให้สะดวกในการไถพรวน ช่วยสงวนรักษาความชุ่มชื้นในดินได้ดีขึ้น ทำให้การถ่ายเทอากาศในดินได้ดี โดย (ชัยสิทธิ์, 2556) กล่าวว่า ปุ๋ยอินทรีย์มีความสำคัญต่อการปรับปรุงและรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยเป็นแหล่งให้ธาตุอาหารพืช ช่วยปรับปรุงและรักษาสมบัติทางกายภาพของดิน ช่วยให้การอนุรักษ์ดิน และน้ำช่วยปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดิน มีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน อีกทั้งยังช่วยลด ต้นทุนการผลิตของเกษตรกรให้ต่ำลงได้อีกด้วย โดยวัสดุปรับปรุงดินมีส่วนผสม จาก

1. ปุ๋ยหมักขยะอินทรีย์คั่วร้อน จากการนำเศษขยะคั่วร้อน เช่น เศษอาหาร เศษกระดูก ก้างปลา เปลือกผัก เปลือกผลไม้ เศษเหลือทิ้งต่างๆ ผ่านกระบวนการกำจัดด้วยหนอนแมลงวันลายและผ่านการย่อยสลายของเศษอาหารอินทรีย์คั่วร้อนได้เป็นปุ๋ยหมัก มีธาตุอาหารพืช ช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุให้แก่ดิน ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์ ช่วยเปลี่ยนสภาพของดินจากดินเหนียวหรือดินทรายให้เป็นดินร่วนทำให้สะดวกในการไถพรวน ช่วยสงวนรักษาความชุ่มชื้นในดินได้ดีขึ้น ทำให้การถ่ายเทอากาศในดินได้ดี

2. ปุ๋ยน้ำหมัก จากการนำพืช ผัก ผลไม้ มาหมัก ช่วยปรับสภาพความเป็น กรด – ด่าง ให้เป็นกลางในดินและน้ำ ช่วยแก้ปัญหาจากแมลงศัตรูพืช และโรคระบาดต่างๆ ช่วยปรับสภาพดินให้ร่วนซุย อุ่มน้ำ และให้อากาศผ่านได้อย่างเหมาะสม จะช่วยในการจับตัวของปุ๋ยหมักให้เป็นเม็ดสะดวกต่อการนำไปใช้งาน โดย (สุริยา, 2531) ได้รายงานว่ประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี 1. ปริมาณธาตุอาหาร ปริมาณธาตุอาหารหลักต่ำกว่า แต่มีธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ มีธาตุอาหารหลักสูงกว่า 2. การให้ผลผลิต ระยะสั้นให้ผลผลิตต่ำ แต่ระยะ ยาวให้ผลผลิตสูง ในระยะสั้นให้ผลผลิตสูง แต่ ระยะยาวให้ผลผลิตต่ำ 3. ผลต่อ

สมบัติทางเคมี ของดิน ปุ๋ยอินทรีย์ไม่มีผลกระทบต่อคุณสมบัติทางเคมี ของดิน ปุ๋ยเคมี บางชนิดทำให้ดินเป็น กรด 4. ผลต่อสมบัติทาง กายภาพของดิน ทำให้อนุภาคของดินจับตัวกัน เป็นก้อน ทำให้ดินอัดตัวแน่น 5. ผลต่อสมบัติทางชีวภาพ ของดิน เป็นอาหารที่ดีของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก หรือจุลินทรีย์ดิน เป็นอาหารของจุลินทรีย์แต่ทำให้ปุ๋ยอินทรีย์ในดินหมดไปอย่างรวดเร็ว (Dortmans et al., 2017) กล่าวว่าหนอนแมลงวันลายในระยะสุดท้าย พร้อมนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ นอกจากความสามารถในการผลิตแหล่งอาหารโปรตีนสูงแล้ว หนอนแมลงวันลายยังมีความสามารถ ที่น่าทึ่งในการเปลี่ยนเศษอาหารให้ กลายเป็นแหล่ง ปุ๋ยอินทรีย์พร้อมนำไปใช้ด้วย สอดคล้องกับการศึกษาของปิยะวัฒน์ ศรีธรรม และคณะ (2559) ได้ทดสอบการอัดของ เม็ดปุ๋ยด้วยเครื่องจากวัตถุดิบ 5 ประเภทได้แก่ ปุ๋ยคอกรำข้าว แกลบดำ กากน้ำตาลและน้ำพบว่า การจับตัวของ เม็ดปุ๋ยเข้ากันได้ดีที่ความชื้นระหว่างร้อยละ 26.66 – 33.33 และสามารถทำการผลิตเม็ดปุ๋ยสูงสุดครั้งละ 29 กิโลกรัมที่ความเร็วรอบในการผลิต 350 รอบต่อนาที ลักษณะทางกายภาพและเคมีของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด สำเร็จรูปสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีลักษณะใกล้เคียงกับปุ๋ยอินทรีย์ของบริษัทเอกชน มีเม็ดแข็งเล็กน้อย ความยาว เม็ดเฉลี่ย 0.4 – 1 เซนติเมตร ทำให้สามารถนำไปใช้งานได้ง่าย ลักษณะทางเคมีของปุ๋ยมีปริมาณธาตุอาหารหลัก ครบถ้วน ได้แก่ ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมซึ่งสามารถนำไปใช้กับพืชได้ เมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยชนิดอื่น

5.3 ข้อเสนอแนะของผู้วิจัย

5.3.1 หนอนแมลงวันลายมีสารอาหารโปรตีนสูง สามารถใช้ทดแทนเป็นอาหารสัตว์ เพื่อลดต้นทุนในการผลิตได้ หรือสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายมากขึ้น

5.3.2 ปุ๋ยหมัก เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่ง ที่ผ่านกระบวนการหมัก ช่วยในการบำรุงดิน ช่วยย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินให้เป็นอาหารแก่พืช ถ้าหากผลิตปุ๋ยหมักจากเศษวัตถุดิบจากเศษขยะอินทรีย์ได้ทุกชุมชน ถือเป็นการใช้ทรัพยากรที่อยู่อย่างคุ้มค่า และเป็นการลดต้นทุนการผลิตพืช อันเกิดจากการใช้ปุ๋ยที่ผลิตได้เอง ไม่ต้องซื้อหาในราคาแพงในยุคปัจจุบัน

บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ. คู่มือการทำปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอย (Composting). กรุงเทพฯ : ส่วนขยะมูลฝอยและสิ่ง
ปฏิกูล สำนักจัดการกากของเสียอันตราย กรมควบคุมมลพิษ, 2552.
- กรมวิชาการเกษตร. มาตรฐานปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยอินทรีย์ในประเทศไทย. สืบค้นเมื่อเดือน กรกฎาคม 2561
- กุลชาติ บุรณะ และทัศนีย์ แจ่มจรรยา. การติดตามขนาดประชากร การเพาะเลี้ยง และคุณค่าทางโภชนาของ
แมลงวันลาย. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น: 11(1) มกราคม-มีนาคม , 2554.
- จตุรงค์ เหลาแหลม, พนมพร วงษ์ปาน และเรียม ยินดี. หนอนแมลงวันลาย HERO จัดการขยะอินทรีย์ต้น
ทาง. วารสารสิ่งแวดล้อมและพิษ: 9(2) เมษายน-มิถุนายน, 2563.
- ชัยสิทธิ์ ทองจุ สุภชัย อาภา, ทศพล พรพรหม และ ศิริสุดา บุตรเพชร. การใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้จาก
โรงงานผลิตเอทานอลเพื่อเพิ่มผลผลิตของอ้อย, น. 86-99. ใน การประชุมวิชาการ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่10 สาขาพืชและ เทคโนโลยีชีวภาพ,
นครปฐม, 2556.
- ธงชัย มาลา. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ. พิมพ์ครั้งที่2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ, 2550.
- ธีระพงษ์ สว่างปัญญากร. คู่มือการผลิตปุ๋ยหมัก ไม่กลับกองระบบกองเดิมอากาศ. ศูนย์สาริตการ
ผลิตปุ๋ยหมักระบบกองเดิมอากาศ แม่โจ้ 70 ปี ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร คณะวิศวกรรม
และอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่, 2549.
- ปิยะวัฒน์ ศรีธรรม, วิทยา อิมสำราญ, พัทธ์ชัย บุญไทย และ สุภา สีสันมาก. เครื่องผสมพร้อมกับอัดเม็ดปุ๋ย
อินทรีย์. ในการประชุมวิชาการวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติระดับชาติ
ครั้งที่ 3, 25-26 พฤศจิกายน 2559. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2559.
- มุกดา สุขสวัสดิ์. ปุ๋ยอินทรีย์. พิมพ์ครั้งที่ 4. บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).
กรุงเทพฯ, 2548. 215 หน้า.

สมณพร สุทธิปากและคณะ. การกำจัดขยะอินทรีย์โดยหนอนแมลงวันลาย. การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 17, 24-25 พฤษภาคม 2561. โรงแรมเซนทารา จังหวัดอุดรธานี, 2561.

สมควร โพธารินทร์, สมณพร สุทธิปาก, รุณนิษฐ์สุขชนาภิรัตน์, กิรติ มณีสาย, ณัฐปภัทร์ จันทร์สาขาธนา, อารณ ศรีมาตร, รายงานสรุปผลการดำเนินโครงการ ผลิตภัณฑ์จากหนอนแมลงวันลาย เพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์ และอาหารสัตว์โปรตีนสูง ภายใต้โครงการ Innovation Hub-Agriculture&Food เพื่อสร้างเศรษฐกิจฐานนวัตกรรมของประเทศตามนโยบายประเทศไทย 4.0, 2561.

สุริยา สาสนรักกิจ. การประเมินประสิทธิภาพของอินทรีย์วัสดุเหลือใช้บางอย่างในการใช้ เป็นปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2531.

อภิชาติ สวนคำทอง, ดนุวัตี เฟื่องอัน, ประกิต โก๊ะสูงเนิน และ ธเนศ ไชยชนะ. การผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจากของเหลือทิ้งในกระบวนการผลิตเอทานอลและแก๊สชีวภาพจากลำไยตกเกรด. รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่, 2555.

อานัฐ ดันโซ. คู่มือการผลิตหนอนแมลงวัน. ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรธรรมชาติ เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2560.

อังคณา ปราบณรงค์. การใช้วัสดุรองพื้นต่างชนิดสำหรับเลี้ยงหนอนแมลงวันลาย (*Hermetia illucens* Linnaeus) ที่มีผลต่อการชักนำตัวหนอนเข้าสู่ระยะดักแด้. พัทลุง: มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง สถาบันวิจัยและพัฒนา, 2562.

Akmal, T., Jamil, F. Assessing health damages from improper disposal of solid waste in metropolitan Islamabad–Rawalpindi, **Pakistan. Sustainability**, 2021.13 (5), 2717.

Bradley, SW., and Sheppard, DC. House fly oviposition inhibition by larvae of *Hermetia illucens*, the black soldier fly 1,2,3. **Journal of Chemistry Ecology**, 1984. 10 (6): 853.

Cickova, H., Newton, G. L., & Kozanek, M. 2015. The Use of Fly Larvae for Organic Waste Treatment. **Waste Management**: 35, 68-80.

Dortmans, B., Diener, S., Verstappen, B., and Zurbrugg, C. Black Soldier Fly Biowaste Processing-A Step-by-Step Guide. Eawag: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, Dübendorf, Switzerland, 2017.

FAO. **Food wastage footprint: Impacts on natural resources**, 2013. Retrieved from <http://www.fao.org/3/i3347e/i3347e.pdf> (accessed 25 July 2021)

FAO. **The Future of Food and Agriculture – Trends and Challenges**. Rome, 2017

Fatchurochim, S., Geden, C.J., Axtell, R.C. Filth fly (Diptera) oviposition and larval development in poultry manure of various moisture levels. **Journal Entomol. Sci.**, 1989. 24 (2), 224–231.

Kinasih, I., Putra, R., Permana, A., Gusmara, F., Nurhadi, M., Anitasari, R. Growth Performance of Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens*) Fed on Some Plant Based Organic Wastes. Hayati **Journal Biosci.**, 2018. 25 (2), 79–84. <https://doi.org/10.4308/hjb.25.2.79>.

Lalander, C., S. Siener, C. Zurbrugg and B. Vinneras. Effects of feedstock on larval development and process efficiency in waste treatment with black soldier fly (*Hermetia illucens*). **Journal of Cleaner Production.**, 2019. 208: 211-219.

Muhammad Salam. Effect of different environmental conditions on the growth and development of Black Soldier Fly Larvae and its utilization in solid waste management and pollution mitigation. **Environmental Technology & Innovation journal**. 2022. homepage:www.elsevier.com/locate/eti

Newby, R. **Use of soldier fly larvae in organic waste management. Proceedings of “Compost 97” conference.**, 1997. Griffith university/Brisbane Hilton, 14-15 July 1997.

Newton, L., Sheppard, DC, Watson, DW., Burtle, G., and Dove, R. **Using of black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a value-added tool for the management of swine manure.** The animal and poultry waste management center. North Carolina University, 2005.

- Oliveira, F., K. Doelle, R. List, and J. R. O'Reilly. Assessment of Diptera: Stratiomyidae, genus *Hermetia illucens* (L., 1758) using electron microscopy. **J. Entomol. Zool. Stud.**, 2015. 3: 147-152.
- Pamintuan, K.R.S., Cajayon, J.A.B., Dableo, C.B., **Growth characteristics and lipid content of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larva reared in milkfish offal and mixed vegetable wastes.** ICBBEY, 2019. November 13–15, 2019, Shanghai, China. 10.1145/3375923.3375957.
- Parodi, A., Dijk, K., Loon, J.J.A., Boer, I.J.M., Schelt, J., Zanten, H.H.E., Black soldier fly larvae show a stronger preference for manure than for a mass-rearing diet. **J. Appl. Entomol.**, 2020. 144 (7), 560–565.
- Pastor, B., Velasquez, Y., Gobbi, P., Rojo, S. Conversion of organic wastes into fly larval biomass: Bottlenecks and challenges. **J. Insects Food Feed.**, 2015. 1 (3), 179–193.
- Shahida Anusha Siddiqui. Black soldier fly larvae (BSFL) and their affinity for organic waste processing: **Waste Management journal homepage**, 2022. www.elsevier.com/locate/wasman
- Sheppard, DC., Tomberlin, JK., Joyce, JA., Kiser, BC., and Sumner, SM. Rearing methods for the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae). **J. Med. Entomol.**, 2002. 39(4), 695-698.
- Surendra, K.C., Kuehnle, A. Embracing AgTech for food security and beyond. **Ind. Biotechnol.**, 2019. 15, 323–324.
- Tomberlin, JK., and Sheppard, DC. Lekking behavior of the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae). **Florida Entomologist.**, 2001. 84(4): 729-730.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การเตรียมอุปกรณ์และเหยื่อล่อแมลงวันลาย

การใช้เหยื่อล่อการวางไข่ของแมลงวันลายที่อยู่ตามธรรมชาติ



วงจรชีวิตของแมลงวันลาย ตั้งแต่ วางไข่จนถึงตัวเต็มวัย



เศษอาหารครัวเรือนที่รวบรวมจากครัวเรือน



โรงเรือนที่ใช้ในการทดลอง



ขยะอินทรีย์ครัวเรือนที่ผ่านการกำจัดด้วยหนอนแมลงวันลายที่ระยะเวลา 60 วัน



ภาคผนวก ข

การพัฒนาผลิตภัณฑ์วัสดุปรับปรุงดินจากปุ๋ยหมักเศษขยะครัวเรือน

การพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์วัสดุปรับปรุงดินจากปุ๋ยหมักเศษขยะครัวเรือน



วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตวัสดุปรับปรุงดิน

1. ปุ๋ยหมักเศษอาหารครัวเรือน

ปุ๋ยหมักขยะอินทรีย์ครัวเรือน จากการนำเศษขยะครัวเรือน เช่น เศษอาหาร เศษกระดูก ก้างปลา เปลือกผัก เปลือกผลไม้ เศษเหลือทิ้งต่างๆ ผ่านกระบวนการกำจัดด้วยหนอนแมลงวันลายและผ่านการย่อยสลายของเศษอาหารอินทรีย์ครัวเรือนได้เป็นปุ๋ยหมัก มีธาตุอาหารพืช ช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุให้แก่ดินผ่านตะแกรงร่อนคัดแยกปุ๋ยหมักที่มีความละเอียด

2. ปุ๋ยน้ำหมักจากเศษอาหารครัวเรือน

การผลิตปุ๋ยน้ำหมักจากเศษอาหารครัวเรือน

วัตถุดิบ

1. เศษผัก เศษผลไม้ 5 กิโลกรัม
2. น้ำตาลทรายแดงหรือกากน้ำตาล 1 กิโลกรัม
3. หัวเชื้อจุลินทรีย์
4. น้ำสะอาด

ขั้นตอน

1. นำเศษผักผลไม้ ที่มีในครัวเรือนทั้งเปลือก ใบ ผล และเมล็ด ผสมกับน้ำตาลทรายแดงหรือกากน้ำตาล คลุกเคล้าให้เข้ากัน หากใช้กากน้ำตาลซึ่งค่อนข้างข้นควรกวนให้เข้ากัน
2. บรรจุใส่ถุงตาข่ายหรือถุงปุ๋ย วางลงในถังพลาสติก ปิดฝาให้เรียบร้อย
3. ประมาณ 10 วัน จะได้น้ำจุลินทรีย์ซึมออกมา ให้เติมน้ำลงไป 5 เท่าของปริมาตรน้ำจุลินทรีย์ที่ได้ กดให้จมน้ำ หากลอยขึ้นมาจะทำให้การหมักไม่สมบูรณ์ เกิดกลิ่นเหม็นได้
4. สามารถเติมขยะสดเพิ่มลงไปได้ทุกวัน น้ำที่นำไปใช้ได้จะมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลเข้ม กลิ่นหอมเปรี้ยวอมหวาน ส่วนกากสามารถนำไปตากให้แห้ง โรยเป็นปุ๋ยให้กับต้นไม้ต่อไปได้

คุณสมบัติ นอกจากมีธาตุอาหารที่ช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ดีแล้ว ยังมีคุณสมบัติช่วยเพิ่มจุลินทรีย์ในดิน ช่วยย่อยสลายอินทรีย์วัตถุให้กลายเป็นปุ๋ยสำหรับพืช ทำให้ดินร่วนซุย และพัฒนาการเจริญเติบโตของพืช

3. เครื่องบดแบบสายพาน

เครื่องบดเนื้อ/บดหมู แบบสายพาน YAMADA เบอร์ 22 +มอเตอร์ 1/4HP สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตปุ๋ยป้อนเม็ด



เครื่องบดแบบสายพานสำหรับอัดเม็ดขยะอินทรีย์ครัวเรือนที่ผ่านการย่อยสลายได้เป็นปุ๋ยหมัก

ขั้นตอนการผลิตวัสดุปรับปรุงดินจากปุ๋ยหมักเศษขยะอินทรีย์ครัวเรือน

การทำวัสดุปรับปรุงดินจะช่วย เก็บความชื้นในดิน ปรับโครงสร้างดิน จากการนำเศษขยะครัวเรือนผ่านการย่อยสลายของเศษอาหารอินทรีย์ครัวเรือนได้เป็นปุ๋ยหมัก มีธาตุอาหารพืช ช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุให้แก่ดิน ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์ ช่วยเปลี่ยนสภาพของดินจากดินเหนียวหรือดินทรายให้เป็นดินร่วนทำให้สะดวกในการไถพรวน ช่วยสงวนรักษาความชุ่มชื้นในดินได้ดีขึ้น ทำให้การถ่ายเทอากาศในดินได้ดี มีส่วนผสม จาก

1. ปุ๋ยหมักขยะอินทรีย์ครัวเรือน จากการนำเศษขยะครัวเรือน เช่น เศษอาหาร เศษกระดูก ก้างปลา เปลือกผัก เปลือกผลไม้ เศษเหลือทิ้งต่างๆ ผ่านกระบวนการกำจัดด้วยหนอนแมลงวันลายและผ่านการย่อยสลายของเศษอาหารอินทรีย์ครัวเรือนได้เป็นปุ๋ยหมัก มีธาตุอาหารพืช ช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุให้แก่ดิน ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์ ช่วยเปลี่ยนสภาพของดินจากดินเหนียวหรือดินทรายให้เป็นดินร่วนทำให้สะดวกในการไถพรวน ช่วยสงวนรักษาความชุ่มชื้นในดินได้ดีขึ้น ทำให้การถ่ายเทอากาศในดินได้ดี

2. ปุ๋ยน้ำหมัก จากการนำพืช ผัก ผลไม้ มาหมัก ช่วยปรับสภาพความเป็น กรด – ด่าง ให้เป็นกลางในดินและน้ำ ช่วยแก้ปัญหาจากแมลงศัตรูพืช และโรคระบาดต่างๆ ช่วยปรับสภาพดินให้ร่วนซุย อุ่มน้ำ และให้อากาศผ่านได้อย่างเหมาะสม จะช่วยในการจับตัวของปุ๋ยหมักให้เป็นเม็ดสะดวกต่อการนำไปใช้งาน

คลุกเคล้าให้เข้ากันและให้ความชื้นด้วยน้ำหมักชีวภาพไปอัดปั้นเม็ด นำไปผึ่งให้แห้งและนำไปจำหน่ายหรือใช้ประโยชน์ต่อไป สามารถใช้ได้กับ ไม้ดอก ไม้ประดับ ไม้ผล พืชไร่ และพืชผักสวนครัวได้ทุกชนิด โดยการโรยบริเวณผิวดิน

ภาคผนวก ค
กำหนดการอบรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี

กำหนดการ

กิจกรรมการพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการจัดการขยะอินทรีย์ครัวเรือนโดยใช้หมอนแมลงวันลาย
ภายใต้โครงการวิจัยการจัดการขยะอินทรีย์ครัวเรือน โดยใช้หมอนแมลงวันลายและเทคโนโลยีที่เหมาะสม

วันที่ 30 มิถุนายน 2565

ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนพอเพียงก็เพียงพอ ตำบลห้วยสะแก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

เวลา 08.00 – 08.30 น.	ลงทะเบียน
เวลา 08.30 – 09.00 น.	พิธีเปิด
เวลา 09.00 – 12.00 น.	การถ่ายทอดองค์ความรู้ การพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการจัดการขยะอินทรีย์ครัวเรือนโดยใช้หมอนแมลงวันลาย วิทยากร โดย อาจารย์ธรรณภัทร วรปัสสุ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
เวลา 12.00 – 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
เวลา 13.00 – 16.00 น.	อบรมเชิงปฏิบัติการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยหมักอินทรีย์ครัวเรือนจากหมอนแมลงวันลาย วิทยากร โดย อาจารย์ธรรณภัทร วรปัสสุ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

หมายเหตุ: 1. เวลา 10.30-10.45 น. และ 14.30-14.45 น. รับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม

2. กำหนดการอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

ภาคผนวก ง
แบบประเมินความพึงพอใจ



แบบประเมินความพึงพอใจ

โครงการจัดการขยะอินทรีย์ครัวเรือน โดยใช้หมอนแมลงวันลายและเทคโนโลยีที่เหมาะสม

วันที่ 30 มิถุนายน 2565 ณ วิทยาลัยชุมชนพอเพียงที่เพียงพอ ตำบลห้วยสะแก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

คำอธิบาย แบบประเมินฉบับนี้มีทั้งหมด 3 ตอน ขอให้ผู้ตอบแบบประเมินกรอกให้ครบทั้ง 3 ตอน เพื่อเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ต่อไป

ตอนที่ 1 สถานภาพทั่วไป **คำชี้แจง** โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ หน้าข้อความ

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. อายุ ☐ ต่ำกว่า 25 ปี ☐ 25-30 ปี ☐ 31-40 ปี ☐ 41-50 ปี ☐ มากกว่า 50 ปี
3. การศึกษา ☐ ปริญญาตรี ☐ ปริญญาโท ☐ ปริญญาเอก ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....
4. อาชีพ ☐ ข้าราชการ/พนักงานรัฐ ☐ เกษตรกร ☐ รับจ้างทั่วไป ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

ตอนที่ 2 ระดับระดับความพึงพอใจ/ความรู้ความเข้าใจ/การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ **คำชี้แจง** โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความพึงพอใจของท่านเกี่ยวกับโครงการนี้ ระดับ 5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด

ประเด็นวัดความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. หัวข้อการบรรยาย					
1.1 การพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการจัดการขยะอินทรีย์ครัวเรือนโดยใช้หมอนแมลงวันลาย					
1.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์หมักอินทรีย์ครัวเรือนจากหมอนแมลงวันลาย					
2. สถานที่/ด้านการบริการให้บริการของเจ้าหน้าที่					
2.1 สถานที่จัดการอบรมมีความเหมาะสมกับรูปแบบโครงการ					
2.2 เจ้าหน้าที่ให้บริการด้วยความสุภาพ เป็นมิตร กระตือรือร้น เต็มใจให้บริการ					
2.3 การชี้แจงและให้คำแนะนำเกี่ยวกับการให้บริการที่ชัดเจน					
2.4 ความสามารถของวิทยากรในการถ่ายทอดความรู้					
2.5 การเปิดโอกาสให้ผู้ฟังซักถามหรือมีส่วนร่วม					
3. ด้านกระบวนการ ขั้นตอนการให้บริการ					
3.1 มีกระบวนการและขั้นตอนเป็นระบบชัดเจน					
3.2 ระยะเวลาดำเนินการมีความเหมาะสม					
3.3 มีการประสานงานและการประชาสัมพันธ์					
3.4 มีเอกสาร/แผ่นพับ/ข้อมูลต่าง ๆ ประกอบการอบรมให้บริการ					
4. ด้านความรู้ความเข้าใจ/คุณภาพในการให้บริการ					
4.1 ความรู้ที่ได้รับตรงตามวัตถุประสงค์/ความต้องการของผู้เข้าอบรม					
4.2 ความรู้ความเข้าใจ ก่อน เข้าอบรม					
4.3 ความรู้ความเข้าใจ หลัง เข้าอบรม					
5. การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์					
5.1 เนื้อหาที่ได้รับ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและการทำงานได้					
5.2 เอกสาร/สื่อ/นวัตกรรมที่ได้รับ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้					
5.3 ความรู้จากการอบรมสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นองค์ความรู้ใหม่ได้					
ความพึงพอใจในภาพรวมทั้งหมด					

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นายธนภัทร วรปัสสุ

Mr. Thanaput Worapussu

2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 1-4204-00042-06-6

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

4. ตำแหน่งทางวิชาการ -

5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก

สาขาวิชาเอกการประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยี

อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์

67000 โทรศัพท์ 056-717151, 085-740-9718

E-mail: thanaput_07@hotmail.com

6. ประวัติการศึกษา

วทบ. (การประมง)

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

วทม. (เทคโนโลยีการประมง)

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ -

8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

8.1 หัวหน้าโครงการวิจัย:

8.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว:

- ธนภัทร วรปัสสุ เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์ ประจวบ ฉายบุ เกียรติศักดิ์ เม่งอำพัน และ

จอมสุดา ดวงวงษา. 2554. ผลของฟรีไบโอติกและโพรไบโอติกต่อการเจริญเติบโตและระบบภูมิคุ้มกันของปลานิลแปลงเพศ (*Oreochromis niloticus*). น. 249-256 ใน งานประชุมวิชาการ มอบ.วิจัย ครั้งที่ 5. โรงแรมสุนิย์แกรน แอนด์ คอนเวนชั่น เซ็นเตอร์ จังหวัดอุบลราชธานี ระหว่างวันที่ 4-5 สิงหาคม 2554. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. (ผู้ร่วมวิจัย)

- เทพรรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์ ทิพสุคนธ์ พิมพ์พิมล และ ธนภัทร วรปัสสุ. 2554. การอนุบาลลูกปลาหมอในกระชังด้วยสูตรอาหารและความหนาแน่นที่ต่างกัน. วารสารเทคโนโลยีการประมง 5(2): 1-11 (ผู้ร่วมวิจัย)

8.3 งานวิจัยที่กำลังทำ: ผลของ 17 beta estradiol ต่อการแปลงเพศปลาหมอ แหล่งทุน ทุนวิจัยประเภททั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์