



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนารูปแบบที่เหมาะสมในการผลิตปุ๋ยหมักจากขยะชุมชน

Development Suitable Pattern for the Products of

Compost from Solid Waste.

อิสระ ตั้งสุวรรณ

สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2559

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนารูปแบบที่เหมาะสมในการผลิตปุ๋ยหมักจากขยะชุมชน

**Development Suitable Pattern for the Products of
Compost from Solid Waste.**

อิสระ ตั้งสุวรรณ

สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ทุนอุดหนุนโดย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2559

ชื่องานวิจัย	การพัฒนารูปแบบที่เหมาะสมในการผลิตปุ๋ยหมักจากขยะชุมชน Development Suitable Pattern for the Products of Compost from Solid Waste.
ผู้วิจัย	อิสระ ตั้งสุวรรณ
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2559

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติของขยะภายในศูนย์กำจัดขยะ ตำบลท่าอีนุญ จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อนำมาใช้ในการผลิตปุ๋ยหมักภายในชุมชน นอกจากนี้ยัง ศึกษาถึงคุณภาพของปุ๋ยหมัก ที่ผลิตจากขยะย่อยสลายได้ภายในศูนย์กำจัดขยะตำบลท่าอีนุญ จังหวัดเพชรบูรณ์ ในรูปแบบที่แตกต่างกัน พร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่าง ระหว่างคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิต จากรูปแบบต่างๆ ดังกล่าวด้วย โดยกระบวนการที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมักได้แก่วิธีการหมักแบบใช้ออกซิเจน โดยกำหนดรูปแบบที่ใช้ในการผลิตออกเป็น 2 รูปแบบด้วยกัน ประกอบด้วย รูปแบบที่ 1 โดยใช้เศษอาหาร เศษหญ้าและใบไม้ เศษผักผลไม้ในอัตราส่วน 3:2:1 โดยน้ำหนัก และใช้สารเร่งจุลินทรีย์ พด.1 เป็นตัวเร่งในกระบวนการหมักปุ๋ย และรูปแบบที่ 2 โดยใช้เศษอาหาร เศษหญ้าและใบไม้ เศษผักผลไม้ในอัตราส่วน 3:2:1 โดยน้ำหนัก และใช้น้ำหมักชีวภาพจากมะขาม เป็นตัวเร่งในกระบวนการหมักปุ๋ย จากการวิจัยผลดังนี้คือ (1) องค์ประกอบของขยะที่พบมากที่สุดภายในศูนย์กำจัดขยะ ตำบลท่าอีนุญ จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้แก่เศษอาหารและอินทรีย์สาร คิดเป็นร้อยละ 46.98 รองลงมาได้แก่ขยะรีไซเคิลจำพวกพลาสติก กระดาษ และแก้ว คิดเป็นร้อยละ 22.92 8.69 และ 5.37 ตามลำดับ (2) คุณภาพของปุ๋ยหมักที่ได้จากการผลิตตามรูปแบบที่ 1 พบว่า ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะรูปแบบที่ 1 ในวันที่ 15 มี pH มีค่าเฉลี่ย 6.71 ค่าการนำไฟฟ้า 2.42 ms/cm ค่าอินทรีย์วัตถุมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 38.50 อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน มีค่าเฉลี่ย 17.80:1 โพแทสเซียมมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 1.15 และไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 1.25 มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานข้างต้นทุกพารามิเตอร์ ยกเว้นปริมาณความชื้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 33.23 และปริมาณฟอสฟอรัสมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.36 เท่านั้นที่พบว่ายังไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักของกรมพัฒนาที่ดิน และในวันที่ 30 พบว่า มีความเป็นกรดและด่าง มีค่าเฉลี่ย 6.60 ค่าการนำ

ไฟฟ้า 4.34 ms/cm ค่าอินทรีซ์วัตต์มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 73.93 โปแทสเซียมมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 1.43 และไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 1.13 มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานข้างต้นทุกพารามิเตอร์ ยกเว้นปริมาณความชื้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 43.47 อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ย 38.13:1 และปริมาณฟอสฟอรัสมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.30 เท่านั้นที่พบว่ายังไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักของกรมพัฒนาที่ดิน ส่วนปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะรูปแบบที่ 2 ในวันที่ 15 มีความเป็นกรดและด่างมีค่าเฉลี่ย 6.22 ค่าการนำไฟฟ้า 1.80 ms/cm และค่าอินทรีซ์วัตต์มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 39.80 มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานข้างต้น ยกเว้นปริมาณความชื้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 31.40 อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ย 17.80:1 ฟอสฟอรัสมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.19 โปแทสเซียมมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.85 และไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.98 ที่พบว่ายังไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักของกรมพัฒนาที่ดิน ส่วนปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะรูปแบบที่ 2 ในวันที่ 30 พบว่า มีความเป็นกรดและด่างค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.45 ค่าการนำไฟฟ้า 4.70 ms/cm ค่าอินทรีซ์วัตต์มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 68.40 และไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 1.02 มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานข้างต้น ยกเว้นปริมาณความชื้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 40.80 อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ย 45.10:1 ฟอสฟอรัสมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.29 และโปแทสเซียมมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.84 ที่พบว่ายังไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักของกรมพัฒนาที่ดิน (3) การเปรียบเทียบของปุ๋ยหมักที่ได้รับจากการผลิตทั้ง 2 รูปแบบ พบว่า ปุ๋ยหมักที่ได้รับจากการผลิตตามรูปแบบที่ 1 และ 2 มีคุณภาพแตกต่างกันไม่มากนัก พบว่าปุ๋ยหมักที่ได้รับจากการผลิตตามรูปแบบที่ 1 มีคุณภาพดีกว่าปุ๋ยหมักที่ผลิตตามรูปแบบที่ 2 เล็กน้อย โดยเฉพาะในส่วนของค่า ธาตุอาหารหลัก คือ ฟอสฟอรัส (P) โปแทสเซียม (K) และปริมาณไนโตรเจน (N) ทั้งในวันที่ 15 และในวันที่ 30 ของการหมัก

(ก)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำคำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกๆ ท่าน เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำให้แก่ผู้วิจัย จึงขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

อิสระ ตั้งสุวรรณ

30 มีนาคม 2560

ชื่องานวิจัย การพัฒนารูปแบบที่เหมาะสมในการผลิตปุ๋ยหมักจากขยะชุมชน
Development Suitable Pattern for the Products of Compost from Solid Waste.

ผู้วิจัย อิสระ ตั้งสุวรรณ

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2559

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติของขยะภายในศูนย์กำจัดขยะ ตำบลท่าอิบุญ จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อนำมาใช้ในการผลิตปุ๋ยหมักภายในชุมชน นอกจากนี้ยัง ศึกษาถึงคุณภาพของปุ๋ยหมัก ที่ผลิตจากขยะย่อยสลายได้ภายในศูนย์กำจัดขยะตำบลท่าอิบุญ จังหวัดเพชรบูรณ์ ในรูปแบบที่แตกต่างกัน พร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่าง ระหว่างคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิต จากรูปแบบต่างๆ ดังกล่าวด้วย โดยกระบวนการที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมักได้แก่วิธีการหมักแบบใช้ออกซิเจน โดยกำหนดรูปแบบที่ใช้ในการผลิตออกเป็น 2 รูปแบบด้วยกัน ประกอบด้วย รูปแบบที่ 1 โดยใช้เศษอาหาร เศษหญ้าและใบไม้ เศษผักผลไม้ในอัตราส่วน 3:2:1 โดยน้ำหนัก และใช้สารเร่งจุลินทรีย์ พด.1 เป็นตัวเร่งในกระบวนการหมักปุ๋ย และรูปแบบที่ 2 โดยใช้เศษอาหาร เศษหญ้าและใบไม้ เศษผักผลไม้ในอัตราส่วน 3:2:1 โดยน้ำหนัก และใช้น้ำหมักชีวภาพจากมะขาม เป็นตัวเร่งในกระบวนการหมักปุ๋ย จากการวิจัยผลดังนี้คือ (1) องค์ประกอบของขยะที่พบมากที่สุดภายในศูนย์กำจัดขยะ ตำบลท่าอิบุญ จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้แก่เศษอาหารและอินทรีย์สาร คิดเป็นร้อยละ 46.98 รองลงมาได้แก่ขยะรีไซเคิลจำพวกพลาสติก กระดาษ และแก้ว คิดเป็นร้อยละ 22.92 8.69 และ 5.37 ตามลำดับ (2) คุณภาพของปุ๋ยหมักที่ได้จากการผลิตตามรูปแบบที่ 1 พบว่า ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะรูปแบบที่ 1 ในวันที่ 15 pH มีค่าเฉลี่ย 6.71 ค่าการนำไฟฟ้า 2.42 ms/cm ค่าอินทรีย์วัตถุมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 38.50 อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน มีค่าเฉลี่ย 17.80:1 โพแทสเซียมมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 1.15 และไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 1.25 มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานข้างต้นทุกพารามิเตอร์ ยกเว้นปริมาณความชื้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ

(ข)

ละ 33.23 และปริมาณฟอสฟอรัสมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.36 เท่านั้นที่พบว่ายังไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักของกรมพัฒนาที่ดิน และในวันที่ 30 พบว่า pH มีค่าเฉลี่ย 6.60 ค่าการนำไฟฟ้า 4.34 ms/cm ค่าอินทรีย์วัตถุมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 73.93 โพแทสเซียมมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 1.43 และไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 1.13 มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานข้างต้นทุกพารามิเตอร์ ยกเว้นปริมาณความชื้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 43.47 อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ย 38.13:1 และปริมาณฟอสฟอรัสมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.30 เท่านั้นที่พบว่ายังไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักของกรมพัฒนาที่ดิน ส่วนปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะรูปแบบที่ 2 ในวันที่ 15 pH มีค่าเฉลี่ย 6.22 ค่าการนำไฟฟ้า 1.80 ms/cm และค่าอินทรีย์วัตถุมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 39.80 มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานข้างต้น ยกเว้นปริมาณความชื้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 31.40 อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ย 17.80:1 ฟอสฟอรัสมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.19 โพแทสเซียมมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.85 และไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.98 ที่พบว่ายังไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักของกรมพัฒนาที่ดิน ส่วนไนปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะรูปแบบที่ 2 ในวันที่ 30 พบว่า pH ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.45 ค่าการนำไฟฟ้า 4.70 ms/cm ค่าอินทรีย์วัตถุมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 68.40 และไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 1.02 มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานข้างต้น ยกเว้นปริมาณความชื้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 40.80 อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ย 45.10:1 ฟอสฟอรัสมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.29 และโพแทสเซียมมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.84 ที่พบว่ายังไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักของกรมพัฒนาที่ดิน (3) การเปรียบเทียบของปุ๋ยหมักที่ได้รับจากการผลิตทั้ง 2 รูปแบบ พบว่า ปุ๋ยหมักที่ได้รับจากการผลิตตามรูปแบบที่ 1 และ 2 มีคุณภาพแตกต่างกันไม่มากนัก พบว่าปุ๋ยหมักที่ได้รับจากการผลิตตามรูปแบบที่ 1 มีคุณภาพดีกว่าปุ๋ยหมักที่ผลิตตามรูปแบบที่ 2 เล็กน้อย โดยเฉพาะในส่วน of ค่า ธาตุอาหารหลัก คือ ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) และปริมาณไนโตรเจน (N) ทั้งในวันที่ 15 และในวันที่ 30 ของการหมัก

(ก)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำคำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกๆ ท่าน เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำให้แก่ผู้วิจัย จึงขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

อิสระ ตั้งสุวรรณ

30 มีนาคม 2560

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ของการวิจัย.....	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ความหมายและการจำแนกประเภทของขยะ.....	4
2.2 องค์ประกอบของขยะ.....	8
2.3 คุณสมบัติทางการกายภาพและทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับการนำขยะ มาทำปุ๋ยหมัก.....	10
2.4 การทำปุ๋ยหมักย่อยสลายได้.....	12
2.5 หัวเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการวิจัย.....	20
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	23
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	28
3.1 เครื่องมือในการวิจัยและอุปกรณ์.....	23
3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	30
3.3 ขั้นตอนดำเนินการ.....	31

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4	การเก็บข้อมูล.....	33
3.5	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	34
บทที่ 4	ผลการวิจัย.....	35
4.1	การศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติของขยะในศูนย์กำจัดขยะ ตำบลท่าอินุญ จังหวัดเพชรบูรณ์.....	35
4.2	การศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะภายในศูนย์กำจัดขยะ ตำบลท่าอินุญ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์.....	37
4.3	ผลการเปรียบเทียบปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะภายในศูนย์กำจัดขยะ ตำบลท่าอินุญ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ในรูปแบบที่แตกต่างกัน....	45
บทที่ 5	สรุปผลการทดลอง.....	49
5.1	สรุปผลการศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติของขยะในศูนย์กำจัดขยะ ตำบลท่าอินุญ จังหวัดเพชรบูรณ์.....	49
5.2	สรุปผลการศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะภายในศูนย์กำจัดขยะ ตำบลท่าอินุญ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์.....	49
5.3	ผลการเปรียบเทียบปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะย่อยสลายได้ในรูปแบบ ที่แตกต่างกัน.....	51
5.4	ข้อเสนอแนะ.....	51
	บรรณานุกรม.....	53
	ภาคผนวก.....	55
	ภาคผนวก ก	56
	ภาคผนวก ข	59
	ภาคผนวก ค	63
	ภาคผนวก ง	68
	ประวัติคณะผู้วิจัย.....	73

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	ประเภทของขยะที่เหมาะสมสำหรับทำปุ๋ยหมัก.....16
2.2	อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน(C/N ratio) ของวัสดุอินทรีย์ ประเภทต่าง ๆ.....17
3.1	คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี.....34
4.1	องค์ประกอบของขยะศูนย์กำจัดขยะ ตำบลท่าอินุญ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์.....36
4.2	การเปลี่ยนแปลงระยะเวลาและอุณหภูมิในการหมักปุ๋ยแบบที่ 1.....38
4.3	คุณภาพของปุ๋ยหมักทางกายภาพและเคมีแบบที่ 1.....40
4.4	การเปลี่ยนแปลงระยะเวลาและอุณหภูมิในการหมักปุ๋ยแบบที่ 2.....42
4.5	คุณภาพของปุ๋ยหมักทางกายภาพและเคมีแบบที่ 2.....44
4.6	คุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะย่อยสลายได้เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน ของกรมพัฒนาที่ดิน (15 วัน).....45
4.7	คุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะย่อยสลายได้เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน ของกรมพัฒนาที่ดิน (30 วัน).....47

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	องค์ประกอบของขยะชุมชนจากเทศบาลทั่วประเทศ.....9
2.2	สมการการหมักปุ๋ยจากขยะแบบใช้ออกซิเจน.....14
2.3	สมการการหมักปุ๋ยจากขยะแบบไม่ใช้ออกซิเจน.....15
2.4	สายพันธุ์ราและจุลินทรีย์ในสารเร่งซูเปอร์ พด.1.....21
3.1	ถังหมักปุ๋ยจากขยะแบบใช้อากาศ.....29
3.2	วิธีการสุ่มตัวอย่างเพื่อศึกษาองค์ประกอบของขยะ.....31
4.1	องค์ประกอบของขยะศูนย์กำจัดขยะ ตำบลท่าอินุญ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์.....37
4.2	การเปลี่ยนแปลงระยะเวลาและอุณหภูมิในการหมักปุ๋ยแบบที่ 1.....38
4.3	การเปลี่ยนแปลงระยะเวลาและอุณหภูมิในการหมักปุ๋ยแบบที่ 2.....41

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาทางเศรษฐกิจโดยการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้โดยขาดหลักการอนุรักษ์ มุ่งเน้นในการสร้างรายได้ในชุมชนก่อให้เกิดการเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมา ในขณะที่ปัญหาการขยายตัวของชุมชน เนื่องจากการเพิ่มจำนวนประชากร เป็นการเพิ่มความรุนแรงของปัญหาสิ่งแวดล้อม ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนที่สำคัญ ได้แก่ ปัญหาขยะมูลฝอย โดยขยะมูลฝอยที่มีลักษณะแตกต่างกันไปตามแหล่งกำเนิด เช่น มูลฝอยจากบ้านเรือนส่วนใหญ่จะเป็นเศษอาหารที่เหลือจากการปรุงอาหารและการบริโภค รวมทั้งเศษอาหาร พลาสติกและของที่ไม่ใช้แล้ว โดยมูลฝอยอินทรีย์จากบ้านเรือน หรือโรงเรียน เป็นมูลฝอยที่ย่อยสลายง่ายจึงต้องรีบกำจัดเพราะถ้าปล่อยไว้นานจะส่งผลให้เกิดกลิ่นเหม็นได้ การที่ขยะส่งกลิ่นเหม็นและเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคย่อมเกิดผลกระทบต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิตของประชาชนโดยตรง ดังนั้นจึงควรมีการจัดการขยะให้ถูกวิธี โดยในชุมชนตำบลท่าอิบุญ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ มีสถานที่รับกำจัดขยะของบริษัทเอกชน รับกำจัดขยะจากพื้นที่รอบๆข้างหลายตำบล ซึ่งทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมา

ดังนั้นผู้วิจัยและคณะในฐานะเป็นอาจารย์ในสังกัด มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ซึ่งอยู่ในพื้นที่วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นในพื้นที่ชุมชนตำบลท่าอิบุญ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้พบปัญหาต่างๆจากขยะชุมชน จึงดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยและคณะมีแนวคิดในการจัดตั้งศูนย์การเรียนรู้สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรในด้านการจัดการขยะ ในรูปแบบการพัฒนารูปแบบที่เหมาะสมในการผลิตปุ๋ยหมักจากขยะชุมชนซึ่งช่วยลดปัญหาขยะในชุมชนและเป็นการใช้ประโยชน์ของขยะในด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม รวมถึงได้ผลพลอยได้จากปุ๋ยซึ่งสามารถนำมาใช้ในการเกษตรในชุมชน ซึ่งการศึกษานี้จะเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์ของขยะอินทรีย์ในระบบ โดยนำไปสร้างศูนย์การเรียนรู้การจัดการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรในด้านการจัดการขยะที่ชุมชนตำบลท่าอิบุญ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อที่จะให้ชาวบ้านในชุมชนสามารถจัดการขยะได้ถูกต้อง นำไปทำผลิตปุ๋ย ซึ่งลดปริมาณของเสียจากขยะอินทรีย์ เกิดการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดีแก่ชุมชน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติของขยะเพื่อนำมาใช้ในการผลิตปุ๋ยหมักภายในชุมชน

1.2.2 เพื่อศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะภายในชุมชนในรูปแบบที่แตกต่างกัน

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะภายในชุมชนในรูปแบบที่แตกต่างกัน

1.3 ขอบเขตการวิจัย

การศึกษารูปแบบที่เหมาะสมในการผลิตปุ๋ยหมักจากขยะเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ในชุมชนครั้งนี้ ได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยเพื่อให้มีความชัดเจนและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ออกเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วยขอบเขตด้านเนื้อหา ด้านตัวแปร และด้านเวลา มีต่อไปนี้

1.3.1 ด้านเนื้อหา

ศึกษาศักยภาพในด้านองค์ประกอบของขยะภายในชุมชน และคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับการนำขยะย่อยสลายได้มาแปรสภาพเพื่อใช้ประโยชน์ในรูปของการทำปุ๋ยหมัก ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวได้แก่ ปริมาณความชื้น (Moisture content) องค์ประกอบทางเคมี (Chemical components) และอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) นอกจากนี้ยังศึกษาถึงคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะย่อยสลายได้ภายในชุมชนในรูปแบบที่แตกต่างกันเพื่อหาข้อสรุปว่ารูปแบบใดที่สามารถผลิตปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดีที่สุด ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้กำหนดให้ใช้กระบวนการหมักปุ๋ยแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic decomposition) โดยใช้ขยะที่เกิดขึ้นภายในชุมชนในสัดส่วนที่แตกต่างกัน

1.3.2 ด้านตัวแปร

ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในครั้งนี้แบ่งออกตามสมมติฐานการวิจัยได้ดังนี้

1) ตัวแปรสำหรับสมมติฐานข้อ 1 ประกอบด้วย

- ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ชนิดของขยะย่อยสลายได้ภายในชุมชน ซึ่งประกอบด้วยเศษอาหาร เศษหญ้าและใบไม้ และเศษผักผลไม้ ตามลำดับ

- ตัวแปรตาม ได้แก่ คุณสมบัติของขยะย่อยสลายได้ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตปุ๋ยหมักดังนี้คือ ปริมาณความชื้น (Moisture content) องค์ประกอบทางเคมี (Chemical components) และอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ตามลำดับ

2) ตัวแปรสำหรับสมมติฐานข้อ 2 ประกอบด้วย

- ตัวแปรอิสระ ได้แก่ รูปแบบในการผลิตปุ๋ยหมักจากขยะย่อยสลายได้ ดังนี้คือ รูปแบบที่ 1 (เศษอาหาร : เศษหญ้าและใบไม้ : เศษผักผลไม้ ในสัดส่วน 3:2:1 โดยเพิ่มเชื้อเร่งซูเปอร์ พด.1) และรูปแบบที่ 2 (เศษอาหาร : เศษหญ้าและใบไม้ : เศษผักผลไม้ ในสัดส่วน 3:2:1 โดยเพิ่มน้ำหมักชีวภาพจากมะขาม) ตามลำดับ

- ตัวแปรตาม ได้แก่ คุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตได้ ดังนี้คือ ปริมาณความชื้น (Moisture content) ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) และธาตุอาหารหลักที่จำเป็นสำหรับพืช ได้แก่ ค่าไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ตามลำดับ

1.3.3 ระยะเวลาในการศึกษาวิจัย 1 ปี 1 ตุลาคม 2559 ถึง 30 กันยายน 2560

1.4 ประโยชน์ของการวิจัย

1.4.1 ทำให้ทราบถึงศักยภาพในการนำขยะย่อยสลายได้ซึ่งเกิดขึ้นภายในชุมชนกลับมาใช้ประโยชน์ในรูปของการทำปุ๋ยหมัก

1.4.2 ทำให้ได้รูปแบบที่เหมาะสมในการหมักปุ๋ยจากขยะย่อยสลายได้หรือขยะอินทรีย์เพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ภายในชุมชน

1.4.3 ช่วยแก้ปัญหาหมักจากขยะที่ทำให้เกิดผลกระทบด้านลบต่อสภาพลักษณะของชุมชน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาปฏิกิริยาของพืชจากขยะชุมชนโดยใช้น้ำหมักชีวภาพ(EM)ครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมและทบทวนเอกสารตลอดจนงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องต่างๆโดยปรากฏรายละเอียดหัวข้อดังต่อไปนี้

- 2.1 ความหมายและการจำแนกประเภทของขยะ
- 2.2 องค์ประกอบของขยะ
- 2.3 คุณสมบัติทางการกายภาพและทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับการนำขยะมาทำปุ๋ยหมัก
- 2.4 การทำปุ๋ยหมักย่อยสลายได้
- 2.5 หัวเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการวิจัย
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายและการจำแนกประเภทขยะ

2.1.1 ความหมาย

มีผู้ให้ความหมายของคำว่า “ขยะ” หรือ “ขยะมูลฝอย” หรือ “มูลฝอย” ไว้แตกต่างกันออกไปแต่เมื่อพิจารณาความหมายโดยรวมแล้วพบว่ามีความใกล้เคียงกันดังนั้นจึงได้รวบรวมความหมายที่เกี่ยวข้องของคำดังกล่าวเอาไว้ดังนี้

Shah (2000) กล่าวว่าขยะ หมายถึงสิ่งต่างๆที่ใช้ในกิจกรรมการดำเนินชีวิตของมนุษย์แล้วถูกทิ้งขว้างเนื่องจากไม่สามารถใช้งานได้อีกต่อไปหรือไม่เป็นที่พึงประสงค์ของผู้ใช้หรืออาจด้วยเหตุผลอื่นๆที่ทำให้สิ่งเหล่านั้นกลายสภาพเป็นสิ่งที่หมดคุณค่าหรือไม่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตอีกต่อไป

กรมควบคุมมลพิษ (2550) ได้ให้ความหมายของคำว่า “ขยะมูลฝอย” ไว้ดังนี้คือขยะมูลฝอยเป็นเศษวัสดุที่ไม่มีผู้ใดต้องการเช่นเศษอาหารเศษกระดาษเศษพลาสติกเครื่องใช้ที่ชำรุดเศษวัสดุจากการเกษตรอุตสาหกรรมการก่อสร้างตลอดจนถึงไม้ใบหญ้าหรือซากสัตว์ขยะมูลฝอยบางอย่างมีคุณค่าในตัวเองและอาจเป็นสิ่งที่ต้องการของบุคคลอีกกลุ่มก็ได้เช่นกระดาษพลาสติกและเสื้อผ้าเก่า เป็นต้น

พระราชบัญญัติการสาธารณสุขพ.ศ. 2550 ได้ให้คำจำกัดความของ “มูลฝอย” ไว้ใน มาตรา 4 ว่าหมายถึงเศษกระดาษเสขฝ้าเสขอาหารเสขสินค้ำเสขวัสดุสูงพลสดิกภษณะที่ใส่อาหาร เฝ้ามูลสัตว์หรือชษกสัตว์รวมตลอดถึงสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนนตลาดที่เสขสัตว์หรือที่อื่นส่วน พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคณภษสิ่งแวดล้อมแห่งชษดิพ.ศ. 2535 ได้กล่าวถึงค้ำว่า “ของ เสข” ไว้ว่าหมายถึงขษมูลฝอยสิ่งปฏิกูลน้เสขอากาศเสขมลสารหรือวัตถุอันตรายอื่นใดซึ่งถูก ปล่อยทิ้งหรือมีที่มษจากแหล่งก้ำเนคมลพิษตลอดจนกษกะคอนซึ่งตค้ำงจากสิ่งเหล่านั้นซึ่งจากค้ำ จักคความตามกฏหมษฉบับนี้ได้รวม “ขษมูลฝอย” ไว้เป็นของเสขประเภทหนึ่งนอกเหนือจาก ของเสขอื่นๆเช่นน้เสขและอากาศเสข

2.1.2 การจ้ำเนกของประเภทของขษ

โดยทั่วไปการจ้ำเนกประเภทของขษสามารถกระทำได้หลายลักษณะเช่นการจ้ำเนก ตามแหล่งก้ำเนคได้แก่ขษจากชุมชนขษจากโรงงานอุตสาหกรรมขษจากเกษตรกรรมและขษ จากสถานพษบาลหรือการจ้ำเนกตามลักษณะทษภษภษได้แก่ขษเป็ขษขษแห่งเฝ้ามูลสัตว์ ต่างๆเสขสิ่งก่อสร้าง ฯลฯ เป็นต้นซึ่งอำนคิตะ ปินดษ (2553) ได้จ้ำเนกประเภทของขษดังนี้

1. การจ้ำเนกตามแหล่งก้ำเนค

เป็นการจ้ำเนกตามแหล่งที่มีขษเกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆซึ่งแหล่งก้ำเนคที่สำคัญ ของขษมีอยู่ 4 ประเภทดังต่อไปนี้

- ขษจากชุมชน (municipal waste) ได้แก่ขษที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมประจำวันของ ประชาชนที่อาศัยอยู่ภษในชุมชนเมืองและชนบทประกอบด้วยขษจากบ้านเรือนอาคารสำนักงาน โรงเรียนสถาบันการศึกษาอาคารพษณษย์โรงแรมคอนโดมิเนียมตลาดสดตลาดนัดและแหล่งชุมชน อื่นๆเช่นสวนสาธารณะและชษหาด เป็นต้น

- ขษจากโรงงานอุตสาหกรรม (industrial waste) ได้แก่ขษที่เกิดขึ้นจากภษการ ผลิตสินค้ำในโรงงานอุตสาหกรรมและสถานประกอบการต่างๆซึ่งโดยปกติแล้วขษที่เกิดขึ้นจาก ภษอุตสาหกรรมนี้จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือขษทั่วไปที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับ กระบวนการผลิตสินค้ำโดยตรงเช่นขษที่เกิดขึ้นจากสำนักงานและโรงอาหารภษในโรงงาน เป็นต้น อีกส่วนหนึ่งก็คือขษที่เกิดขึ้นในขั้นตอนของกระบวนการผลิตสินค้ำ (process waste) ซึ่งขษใน

ส่วนนี้มีทั้งที่ไม่เป็นอันตรายเช่นเศษวัสดุดิบจำพวกเศษผ้าเศษไม้เศษหนังและเศษพลาสติก ฯลฯ กับขยะที่เป็นอันตรายเช่นตะกอนโลหะหนักกากตะกอนน้ำมันกรดต่างตัวทำลายและกากสีเป็นต้น

- ขยะจากภาคเกษตรกรรม (agricultural waste) ได้แก่ขยะที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ในภาคการเกษตรทั้งจากการเพาะปลูกในเรือสวนไร่นาและจากการเลี้ยงสัตว์ประกอบด้วยซากพืชซากสัตว์มูลสัตว์ต่อช่วงชานอ้อยเศษหญ้าและเศษใบไม้รวมไปจนถึงภาชนะบรรจุสารเคมีและเคมีภัณฑ์ที่เสื่อมสภาพแล้วเป็นต้น

- ขยะจากสถานพยาบาล (hospital waste) ได้แก่ขยะที่มีแหล่งกำเนิดจากโรงพยาบาลสถานอนามัยคลินิกรักษาโรคคนและสัตว์ซึ่งเป็นขยะที่มีเชื้อโรคปะปนอยู่ในปริมาณที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ที่สัมผัสได้เช่นผ้าพันแผลเข็มฉีดยาชิ้นส่วนของอวัยวะต่างๆเป็นต้น นอกจากนี้ยังหมายถึงขยะที่เกิดจากห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

2. การจำแนกตามลักษณะทางกายภาพ

เป็นการจำแนกขยะตามลักษณะที่ปรากฏและมองเห็นจากภายนอกซึ่งสามารถจำแนกออกได้ดังนี้

- ขยะเปียก (garbage) หมายถึงขยะที่เป็นสารอินทรีย์ชนิดต่างๆและมีความชื้นสูงสามารถย่อยสลายได้ง่ายโดยกระบวนการทางชีวภาพเช่นเศษอาหารเศษพืชผักและผลไม้เศษหญ้าเป็นต้นดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการเก็บขนและนำไปกำจัดทำลายอย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันกลิ่นเหม็นจากการเน่าเสียของขยะประเภทนี้

- ขยะแห้ง (rubbish and trash) หมายถึงขยะที่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ซึ่งมีความชื้นต่ำย่อยสลายด้วยกระบวนการทางชีวภาพได้ยากเช่นเศษกระดาษกล่องกระดาษเศษกิ่งไม้ใบไม้เศษยางเศษผ้าเศษแก้วหรือขวดแก้วเศษหนังหรือผลิตภัณฑ์หนังเศษกระป๋องโลหะเศษพลาสติกเป็นต้น

- เถ้า (ash) หมายถึงซากของแข็งที่เหลือหลังจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงประเภทฟืนหรือถ่านหินที่ใช้สำหรับเป็นแหล่งให้พลังงานความร้อนทั้งในบ้านพักอาศัยในอาคารหรือในโรงงานต่างๆ ฯลฯ

- เศษสิ่งก่อสร้าง (demolition and construction waste) หมายถึงขยะที่เกิดจากการก่อสร้างหรือการรื้อถอนอาคารเช่นเศษเหล็กเศษอิฐเศษปูนซีเมนต์เศษกระเบื้องเซรามิกเศษท่อพีวีซีเศษสายไฟเศษหินและเศษไม้เป็นต้น

- ซากสัตว์ต่างๆ (dead animals) หมายถึงซากสัตว์ต่างๆทั้งที่เกิดขึ้นในชุมชนเช่นสัตว์เลี้ยงตามบ้านเรือนที่ตายลงจากภาคเกษตรกรรมเช่นซากสัตว์ในฟาร์มปศุสัตว์ต่างๆที่อาจตายลงจากการเกิดโรคระบาดและจากภาคอุตสาหกรรมเช่นเศษชิ้นส่วนของสัตว์ที่เหลือจากโรงงานผลิตอาหารสำเร็จรูปหรืออาหารกระป๋องเป็นต้น

- ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย (Sludge) หมายถึงกากตะกอนที่เกิดจากการบำบัดน้ำเสียในระบบบำบัดน้ำเสียของชุมชนหรือภายในโรงงานทั้งหลายโดยอาจมีลักษณะเป็นของแข็งหรือกึ่งของแข็งมีทั้งส่วนที่สามารถย่อยสลายได้และย่อยสลายไม่ได้ด้วยกระบวนการทางชีวภาพกากตะกอนเหล่านี้หากปล่อยทิ้งไว้โดยไม่กำจัดก็อาจถูกชะล้างสู่แหล่งน้ำหรือไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินได้

- ซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Waste from Electrical and Electronic Equipment, WEEE) หมายถึงขยะที่เกิดขึ้นจากภาคธุรกิจซึ่งผลิตสินค้าประเภทผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ออกมาจำหน่ายในตลาดและเมื่อสินค้าเหล่านั้นเสื่อมสภาพหรือหมดอายุการใช้งานลงก็จะกลายเป็นขยะที่ต้องนำไปกำจัดทำลายซึ่งส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากขยะประเภทนี้ได้แก่ซากตู้เย็นเครื่องรับโทรทัศน์เครื่องเสียงเครื่องซักผ้าเครื่องปรับอากาศเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เป็นต้น

3. การจำแนกตามองค์ประกอบ

- ขยะอินทรีย์ (organic waste) ได้แก่ขยะที่สามารถย่อยสลายได้ด้วยกระบวนการทางชีวภาพโดยมีจุลินทรีย์ทำหน้าที่ย่อยสลายเช่นเศษอาหารเศษพืชผักและผลไม้เศษหญ้าเศษใบไม้และกิ่งไม้รวมทั้งซากสัตว์และมูลสัตว์ต่างๆเป็นต้นขยะประเภทนี้สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ในรูปของการนำมาหมักทำปุ๋ยหรือนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานความร้อนซึ่งถือว่าเป็นพลังงานทดแทนประเภทหนึ่งได้

- ขยะที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ได้หรือขยะรีไซเคิล (recycle waste) ได้แก่ขยะที่มีศักยภาพในการนำมาแปรรูปเพื่อใช้ประโยชน์ได้อีกเช่นแก้วกระดามโลหะเหล็กพลาสติก

อะลูมิเนียมหนังและยางเป็นต้นขยะประเภทนี้เมื่อนำมาทำการคัดแยกและผ่านกระบวนการแปรรูปแล้วสามารถนำมาเป็นวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิตสินค้าหรืออาจนำไปเป็นส่วนผสมกับวัตถุดิบใหม่เพื่อลดปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติลงได้

- ขยะที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ (non-recycle waste) ได้แก่ขยะที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีกเช่นเศษผ้าเศษอิฐและเศษปูนจากการก่อสร้างเศษวัสดุต่างๆจากการรีไซเคิลอาหารเก่าจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงตลอดจนเศษชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บางชนิดเป็นต้นขยะเหล่านี้ไม่มีศักยภาพในการนำกลับมาใช้ได้อีกจึงต้องนำไปกำจัดทำลายยังสถานที่ฝังกลบเท่านั้น

- ขยะติดเชื้อ (infectious waste) ได้แก่ขยะที่มีเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่ซึ่งจะทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ได้เช่นเนื้อเยื่อหรือชิ้นส่วนอวัยวะต่างๆรวมทั้งเครื่องใช้ที่สัมผัสกับผู้ป่วยเช่นผ้าพันแผลเข็มฉีดยามีดผ่าตัดและเสื้อผ้าผู้ป่วยเป็นต้น

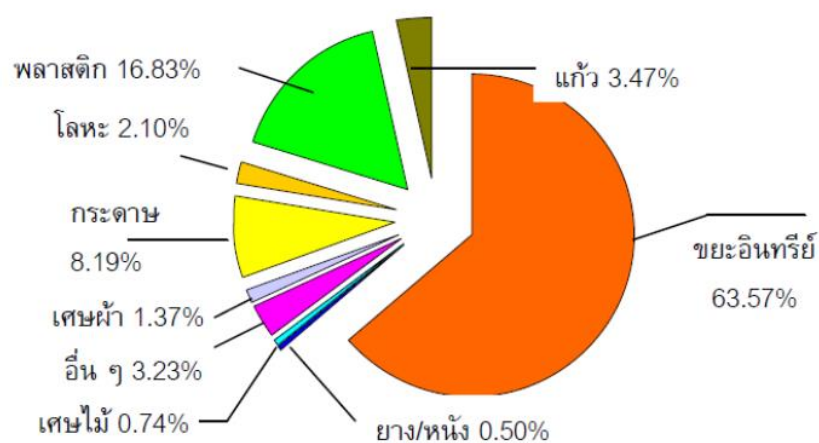
2.2 องค์ประกอบของขยะ

องค์ประกอบของขยะจะเปลี่ยนไปตามสภาพภูมิอากาศฤดูกาลและพฤติกรรมทางเศรษฐกิจ สังคมวิถีชีวิตตลอดจนอุปนิสัยและแบบแผนในการบริโภคของแต่ละชุมชนอย่างไรก็ตามขยะที่มีแหล่งกำเนิดมาจากชุมชนมักมีองค์ประกอบหลักๆดังนี้คือ

1. ขยะอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้เช่นเศษอาหารเศษใบไม้เศษหญ้า
2. ขยะที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ได้หรือขยะรีไซเคิลเช่นแก้วกระดาสโลหะพลาสติก

อะลูมิเนียมหนังและยาง

3. ขยะที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีกต่อไปเช่นเศษผ้าเศษวัสดุก่อสร้างเก่าจากการเผาไหม้และอื่นๆนอกจากนี้ยังมีขยะพิษหรือขยะอันตรายบางชนิดปนเปื้อนอยู่ด้วยจากผลการศึกษาของกรมควบคุมมลพิษในปีพ.ศ. 2547 พบว่าองค์ประกอบของขยะชุมชนที่รวบรวมจากเทศบาลทั่วประเทศมีสัดส่วนของขยะอินทรีย์มากที่สุดถึงร้อยละ 63.57 ส่วนขยะรีไซเคิลประเภทต่างๆอันได้แก่พลาสติกกระดาสแก้วและโลหะจะพบในสัดส่วนรองลงมาคือร้อยละ 16.83, 8.19, 3.47 และ 2.10 ตามลำดับ ดังรูป 2.1



รูปที่ 2.1 องค์ประกอบของขยะชุมชนจากเทศบาลทั่วประเทศ

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2548

จากรูปที่ 2.1 แสดงถึงองค์ประกอบของขยะชุมชนจากเทศบาลทั่วประเทศแต่โดยทั่วไปแล้ว องค์ประกอบทางกายภาพของขยะชุมชนมีการจำแนกออกเป็นประเภทต่างๆจำนวน 11 ประเภทด้วยกันดังนี้คือ (กรมควบคุมมลพิษ, 2552)

1. เศษอาหาร
2. กระดาษชนิดต่างๆ ได้แก่
 - 2.1 กระดาษขาวขนาด A4
 - 2.2 กระดาษหนังสือพิมพ์
 - 2.3 กระดาษหนังสือหรือนิตยสาร
 - 2.4 กระดาษแข็ง
 - 2.5 กระดาษคราฟ (เช่น กระดาษลูกฟูกสีน้ำตาล)
 - 2.6 กระดาษกล่องนมหรือกล่องน้ำผลไม้
3. พลาสติกชนิดต่างๆ ได้แก่

3.1 PET หมายถึงพลาสติกที่กั้นขวดมีรอยเชื่อมรวมเป็นจุดตรงกลางเช่นขวดน้ำอัดลม ขวดน้ำมันพืชขวดน้ำปลาขวดน้ำดื่มด้ามแปรงสีฟันและถ้วยเป็นต้น

3.2 HDPE เช่นขวดน้ำขาวขุ่นขวดนมขวดสบู่เหลวและขวดแชมพูเป็นต้น

3.3 PVC เช่นพลาสติกห่อเนื้อสัตว์อุปกรณ์การแพทย์เป็นต้น

3.4 LDPE เช่นถุงซิปลงเย็นถุงบรรจุอาหารแช่แข็งถุงนมเป็นต้น

3.5 PP เช่นถุงร้อนฝาปิดภาชนะกระบอกเข็มฉีดยากล่องอาหารเข้าไมโครเวฟได้หลอด กาแฟถ้วยพลาสติกร้อนเป็นต้น

3.6 PS เช่นกล่องใส่ช็อคโกแลตใส่อาหารสะดวกซื้อถาดอาหารถ้วยไอศกรีมของเล่นเด็ก ไม้บรรทัดเป็นต้น

3.7 EPS เช่นกล่องโฟมใส่อาหารโฟมกันกระแทกเป็นต้น

4. แก้วชนิดต่างๆ ได้แก่ แก้วสีขาวใส, แก้วสีชา, แก้วสีเขียว

5. โลหะต่างๆ ได้แก่อะลูมิเนียมเช่นกระป๋องน้ำอัดลมกระป๋องเบียร์ฟอลด์ยี่ห้อขนมเป็นต้น, เหล็กเช่นกระป๋องนมกระป๋องใส่ผลไม้กระป๋องและอาหารกระป๋องเป็นต้น, สังกะสีเคลือบ, ทองแดง และทองเหลือง, ตะกั่ว

6. ยาง

7. หนัง

8. ผ้า

9. ไม้

10. ของเสียอันตรายจากชุมชนเช่นถ่านไฟฉายถ่านโทรศัพท์มือถือแบตเตอรี่ โทรศัพท์มือถือกระป๋องบรรจุสารเคมีกระป๋องสเปรย์หลอดไฟฟ้าเป็นต้น

11. อื่นๆเช่นผ้าอนามัยผ้าอ้อมสำเร็จรูปกระดาษทิชชูเป็นต้น

2.3 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับการนำขยะมาทำปุ๋ยหมัก

การแปรสภาพขยะที่ย่อยสลายได้เพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ในการทำปุ๋ยหมักนั้น จำเป็นจะต้องทราบถึงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของขยะว่ามีศักยภาพเพียงพอหรือไม่ ซึ่งในที่นี้จะขอกล่าวถึงคุณสมบัติทั้ง 2 ด้านของขยะ โดยสังเขปดังนี้ (Tchobanoglous et al., 1993)

2.3.1 คุณสมบัติทางกายภาพ

คุณสมบัติทางกายภาพ (physical property) ประกอบด้วยปริมาณความชื้น น้ำหนัก จำเพาะ ขนาด และการยอมให้น้ำซึมผ่าน แต่คุณสมบัติที่จะเกี่ยวข้องกับการนำขยะไปหมักทำปุ๋ยก็คือปริมาณความชื้น (moisture content) ซึ่งปริมาณความชื้นของขยะจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ คือ องค์ประกอบของขยะ ฤดูกาลและสภาพภูมิอากาศ ฯลฯ เช่น ขยะที่เกิดขึ้นในช่วงฤดูฝนย่อมจะมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงกว่าขยะที่มีอยู่ในช่วงฤดูร้อนอันเนื่องมาจากน้ำฝนที่ตกลงมาจนทำให้ขยะเกิดความเปียกชื้น หรือขยะที่เป็นเศษอาหารและเศษผักผลไม้ก็ย่อมจะมีน้ำเป็นส่วนประกอบมากกว่าขยะจำพวกเศษไม้ เป็นต้น จากการศึกษาพบว่าเศษพืชผักและผลไม้มีปริมาณความชื้นสูงถึงร้อยละ 75 ในขณะที่เศษไม้มีปริมาณความชื้นต่ำเพียงร้อยละ 25 เท่านั้น ในกรณีที่จะนำขยะมาทำปุ๋ยหมักนั้นความชื้นที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่างร้อยละ 50-60 จึงจะทำให้จุลินทรีย์สามารถทำงานได้ดี หากมีความชื้นสูงเกินไปจะทำให้สัดส่วนของออกซิเจนที่มีอยู่ตามช่องว่างระหว่างอนุภาคของขยะต่ำลงเนื่องจากถูกแทนที่ด้วยความชื้น ซึ่งจะทำให้เกิดสภาวะการย่อยสลายแบบไร้อากาศ (anaerobic condition) รวมทั้งทำให้อุณหภูมิภายในกองขยะลดต่ำลงด้วยซึ่งสภาวะเช่นนี้ถือได้ว่าไม่เหมาะสมต่อการท างานของจุลินทรีย์ แต่ถ้าความชื้นต่ำเกินไปก็มีผลทำให้ปฏิกิริยาการย่อยสลายเกิดช้าลงด้วยเช่นกัน

2.3.2 คุณสมบัติทางเคมี

คุณสมบัติทางเคมี (chemical property) เป็น อีก ปัจจัยหนึ่ง ที่ใช้ในการประเมินว่ามีวิธีดำเนินการกับขยะอย่างไรจึงจะเหมาะสมมากที่สุด เช่น การที่จะตัดสินใจนำเอาขยะอินทรีย์ไปทำปุ๋ยหมักหรือไม่ก็ต้องทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีเสียก่อนว่า ขยะดังกล่าวมีธาตุอาหารหลัก (major element) ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อพืชมากน้อยเพียงใด ถ้าหากพบธาตุอาหารหลักในปริมาณมากก็แสดงว่ามีความเหมาะสมที่จะนำขยะมาทำเป็นปุ๋ยหมักได้ รวมทั้งพิจารณาถึงอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ที่เหมาะสมต่อการหมักทำปุ๋ยด้วย เพราะเป็นคุณสมบัติที่มีส่วนสำคัญต่อการหมักทำปุ๋ยเนื่องจากไนโตรเจนมีผลต่อการสร้างเซลล์ใหม่ของจุลินทรีย์ หากอัตราส่วนนี้มีค่าสูงเกินไปซึ่งหมายถึงมีปริมาณไนโตรเจนน้อย จุลินทรีย์ก็จะเพิ่มจำนวนน้อยลงตามไปด้วยเพราะต้องอาศัยไนโตรเจนในการเจริญเติบโต แต่ในทางตรงกันข้ามถ้า

อัตราส่วนต่ำเกินไปซึ่งหมายถึงมีปริมาณไนโตรเจนมากก็จะเกิดก๊าซแอมโมเนีย (NH) แพร่กระจายออกสู่บรรยากาศมาก

(1) ส่วนประกอบทางเคมี (chemical component) ขยะทุกประเภทมีส่วนประกอบ 3 ทางเคมีดังนี้คือ ธาตุหลักได้แก่ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) ส่วน ธาตุรองได้แก่ไนโตรเจน (N) และซัลเฟอร์ (S) และขี้เถ้า (Ash) ตามลำดับ แต่ส่วนประกอบทางเคมีที่เป็นประโยชน์ต่อการทำปุ๋ยหมักก็คือไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ตามลำดับ มีการศึกษาพบว่าขยะประเภทเศษอาหารและเศษหญ้ามีส่วนประกอบของ N ร้อยละ 2.8 และ 3 ตามลำดับ

(2) อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) เป็นปัจจัยที่มีส่วนสำคัญต่อการหมักทำปุ๋ยเนื่องจากไนโตรเจนมีผลต่อการสร้างเซลล์ใหม่ของจุลินทรีย์ หากอัตราส่วนนี้มีค่าสูงเกินไปซึ่งหมายถึงมีปริมาณไนโตรเจนน้อย จุลินทรีย์ก็จะเพิ่มจำนวนน้อยลงไปด้วยเพราะต้องอาศัยไนโตรเจนในการเจริญเติบโต แต่ในทางตรงกันข้ามหากอัตราส่วนต่ำเกินไปซึ่งหมายถึงมีปริมาณไนโตรเจนมากขึ้น ก็จะทำให้เกิดก๊าซแอมโมเนีย (NH) แพร่กระจายออกสู่บรรยากาศมาก โดยปกติอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วงระหว่าง 20 : 1 ถึง 40 : 1 ซึ่งถ้าหากมีอัตราส่วนที่สูงหรือต่ำกว่านี้ก็ต้องปรับสภาพของขยะให้มีอัตราส่วนอยู่ในช่วงดังกล่าวก่อนนำไปทำการหมักเป็นปุ๋ยต่อไป

2.4 การทำปุ๋ยหมักจากขยะย่อยสลายได้

การทำปุ๋ยหมัก (composting) หมายถึงการย่อยสลายของวัสดุหรืออินทรีย์สารที่ได้จากขยะโดยอาศัยกระบวนการทางชีววิทยาของจุลินทรีย์ทำให้เปลี่ยนสภาพสารอินทรีย์ในขยะไปเป็นสารที่มีประโยชน์ในการบำรุงดินที่เรียกว่า “วัสดุปรับปรุงดิน (humus-like material)” ซึ่งเป็นวัสดุที่มีลักษณะคงรูปสีค่อนข้างดำมีความชื้นเล็กน้อยและไม่มีการเหม็น (กรมควบคุมมลพิษ, 2552) ส่วนของยุทธโธสถสภา (2541) ได้ให้ความหมายของ “ปุ๋ยหมัก” ไว้ว่าหมายถึงปุ๋ยธรรมชาติที่เกิดจากการสลายตัวของเศษซากพืชซากสัตว์และมูลฝอยหลายชนิดแบบใช้อากาศและไม่ใช้อากาศซึ่งเปลี่ยนรูปอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์สามารถนำไปปรับปรุงคุณภาพดินได้สำหรับขยะที่นำมาใช้หมักทำปุ๋ยก็คือขยะอินทรีย์ที่เกิดขึ้นจากแหล่งต่างๆ ได้แก่ เศษผักและผลไม้ที่เหลือทิ้งจากครัวเรือนหรือจากตลาดสดเศษใบไม้และเศษหญ้าจากพื้นที่ทำการเกษตรและจากการตกแต่งสวนรวมทั้งเศษอาหารจากบ้านเรือนหรือในสถาบันการศึกษาเป็นต้น

2.4.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำปุ๋ยหมัก

การนำขยะอินทรีย์มาหมักทำปุ๋ยซึ่งเป็นขบวนการย่อยสลายทางธรรมชาตินั้น จำเป็นต้องคำนึงถึงการทำงานของจุลินทรีย์ซึ่งทำหน้าที่ในการย่อยสลายดังกล่าวหากจุลินทรีย์ ดำรงชีวิตอยู่ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมก็จะทำให้การหมักทำปุ๋ยดำเนินไปได้ด้วยดีแต่ถ้าสภาวะการณ ต่างๆไม่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แล้วก็จะส่งผลต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ใน ขยะทำให้เกิดอุปสรรคต่อการหมักทำปุ๋ยตามมาด้วยซึ่งกรมควบคุมมลพิษ (2552) และอานันต์ดิษฐ์ ปินตา (2553) ได้กล่าวถึงปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการหมักทำปุ๋ยดังนี้

(1) มีความชื้นเหมาะสมซึ่งในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบใช้ออกซิเจน ส่วนใหญ่พบว่าอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ในขยะของจุลินทรีย์จะสูงขึ้นเมื่อความชื้นของกอง ปุ๋ยหมักมีประมาณร้อยละ 50-60 แต่หากความชื้นสูงเกินไปจะทำให้สัดส่วนของออกซิเจนที่มีอยู่ ตามช่องว่างระหว่างอนุภาคของขยะต่ำลงเนื่องจากถูกแทนที่ด้วยความชื้นซึ่งจะทำให้เกิดสภาวะ การย่อยสลายแบบไร้อากาศ (anaerobic condition) รวมทั้งทำให้อุณหภูมิภายในกองขยะลดต่ำลง ด้วยซึ่งสภาวะเช่นนี้ถือได้ว่าไม่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์แต่ถ้าความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 50 ก็จะมีผลทำให้ปฏิกิริยาการย่อยสลายเกิดช้าลงด้วยเช่นกัน

(2) มีขนาดของขยะหรือวัสดุหมักที่เหมาะสมระหว่าง 0.5-1.5 นิ้วซึ่งขยะที่มีขนาด เล็กจะสามารถย่อยสลายได้เร็วเพราะมีพื้นที่ผิวสัมผัสกับจุลินทรีย์มากและอยู่ใกล้ชิดกันทำให้ จุลินทรีย์เติบโตได้ทั่วถึงแต่มีข้อเสียคือทำให้ปริมาณออกซิเจนภายในกองปุ๋ยหมักลดลงส่วนขยะที่ มีขนาดใหญ่เกินไปจะทำให้ภายในกองปุ๋ยหมักมีช่องว่างมากส่งผลให้กองปุ๋ยไม่ร้อนและย่อยสลาย ช้าลง

(3) มีอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักที่เหมาะสมซึ่งควรอยู่ในช่วงระหว่าง 15-40 °C หรือไม่ควรสูงเกินกว่า 60 °C โดยอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะมีผลต่ออัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ในกอง ขยะให้สูงขึ้นตามไปด้วยแต่ถ้าหากสูงมากเกินไปก็มีผลยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ได้เช่นกัน 4.มีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ที่เหมาะสมขยะที่มี C/N ratio ต่ำจะหมัก ไม่ได้ผลดีเนื่องจากจุลินทรีย์ต้องใช้คาร์บอนเป็นทั้งแหล่งพลังงานและการสร้างเซลล์จึงต้องการใน ปริมาณที่มากกว่าไนโตรเจนซึ่งใช้สำหรับการสร้างเซลล์อย่างเดียวกว่า C/N ratio ที่เหมาะสมสำหรับ การย่อยสลายสารอินทรีย์ควรอยู่ระหว่าง 20-40 ต่อ 1 ทั้งนี้มีผู้เสนอค่า C/N ratio ที่แตกต่างออกไป เช่นกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2541) กล่าวว่า C/N ratio ที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วงระหว่าง 25-35 ต่อ 1 เป็นต้น

(5) มีปริมาณออกซิเจนเพียงพอต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ในขยะโดยจุลินทรีย์ที่ ดำรงชีวิตโดยใช้ออกซิเจนในอากาศซึ่งถ้ากองขยะอยู่ในสภาพที่มีออกซิเจนน้อยเกินไปจะทำให้

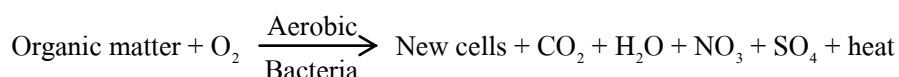
กระบวนการย่อยสลายเปลี่ยนไปเป็นแบบไร้อากาศได้ ดังนั้นจึงควรทำการพลอกกลับกองปุ๋ยหมักบ่อยๆเพื่อให้มีการหมุนเวียนของอากาศภายในกองปุ๋ยได้ดีขึ้น

(6) การกลับกองปุ๋ยในระหว่างกระบวนการหมักปุ๋ยจุลินทรีย์จะใช้ออกซิเจนในการเผาผลาญวัตถุดิบที่ออกซิเจนถูกใช้หมดกระบวนการหมักปุ๋ยจะช้าลงและอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักลดลงจึงควรกลับกองปุ๋ยหมักเพื่อให้อากาศหมุนเวียนในกองปุ๋ยเพื่อเป็นการเพิ่มออกซิเจนให้กับจุลินทรีย์และเป็นการกลับวัสดุที่อยู่ด้านนอกเข้าข้างในซึ่งช่วยให้การย่อยสลายเร็วขึ้น

2.4.2 กระบวนการทำปุ๋ยหมัก

กรมควบคุมมลพิษ (2552) ได้อธิบายรูปแบบของการหมักปุ๋ยจากขยะย่อยสลายได้ว่า มี 2 รูปแบบด้วยกันคือการหมักแบบใช้ออกซิเจนและการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนดังรายละเอียดต่อไปนี้

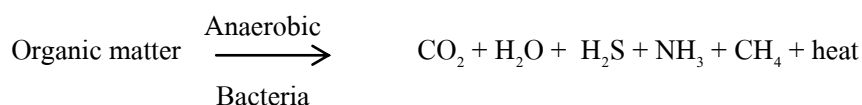
(1) การหมักแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic decomposition) คือกระบวนการที่จุลินทรีย์ชนิดที่ดำรงชีพโดยใช้ออกซิเจนได้รับสารอาหารแล้วเกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและมีการย่อยสลายอินทรีย์สารให้กลายเป็นแร่ธาตุกระบวนการนี้ไม่ก่อให้เกิดปัญหามากนักเนื่องจากไม่ทำให้เกิดก๊าซที่มีกลิ่นเหม็นแต่จะได้ปุ๋ยที่มีคุณสมบัติและองค์ประกอบของไนเตรท (NO_3) และซัลเฟต (SO_4) ดังสมการในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 สมการ การหมักปุ๋ยจากขยะแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic decomposition)

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2552)

(2) การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic decomposition) เป็นกระบวนการซึ่งจุลินทรีย์ชนิดที่ดำรงชีพโดยไม่ใช้ออกซิเจนได้รับสารอาหารแล้วเจริญเติบโตและมีการย่อยสลายอินทรีย์สารให้แปรสภาพเป็นแร่ธาตุแต่กระบวนการนี้มักมีปัญหาทำให้เกิดก๊าซที่มีกลิ่นเหม็นเช่น ก๊าซไข่เน่า (H_2S) และแอมโมเนีย (NH_3) รวมทั้งคุณภาพของปุ๋ยที่ได้จะค่อนข้างต่ำและใช้เวลาในการหมักนานกว่าการหมักแบบใช้ออกซิเจนกระบวนการนี้จะมีก๊าซมีเทน (CH_4) เกิดขึ้นมาด้วยดังสมการในรูปที่ 2.3 ซึ่งก๊าซชนิดนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นแหล่งพลังงานสำหรับใช้ในกิจการต่างๆได้



รูปที่ 2.3 สมการ การหมักปุ๋ยจากขยะแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2552)

2.4.3 รูปแบบของการทำปุ๋ยหมัก

การนำขยะย่อยสลายได้มาหมักทำปุ๋ยกระทำได้หลายรูปแบบด้วยกันดังนี้

(Shah, 2000)

(1) การหมักโดยให้กองขยะสัมผัสกับออกซิเจนตามธรรมชาติ (Windrow composting) เป็นการนำขยะมากองให้เป็นแถวยาวมีลักษณะครึ่งวงกลมคล้ายโดมโดยมีความสูงประมาณ 1-1.6 เมตร และกว้างประมาณ 2.4-3.6 เมตร และมีความยาวตามความเหมาะสมของพื้นที่ ในระหว่างทำการหมักต้องพลิกกลับกองขยะ 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ตลอดระยะเวลาของการหมักประมาณ 1 เดือนเพื่อให้ขยะมีโอกาสสัมผัสกับอากาศอย่างทั่วถึงซึ่งจะช่วยให้กระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์แบบใช้ออกซิเจนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและต้องควบคุมปัจจัยอื่นๆให้มีความเหมาะสมเช่นปรับปริมาณความชื้นให้อยู่ประมาณในช่วงร้อยละ 50-60 หรือการนำขยะมาทำเป็นชิ้นเล็กๆที่มีขนาดประมาณ 2.5-7.5 ซม.ก่อนนำมากองเป็นแถว

(2) การหมักโดยเติมอากาศเข้าสู่กองขยะ (Aerated static pile composting) เพื่อทำให้กระบวนการย่อยสลายจุลินทรีย์แบบใช้ออกซิเจนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพวิธีการก็คืออากาศจะถูกส่งเข้าไปโดยผ่านรูหรือช่องของตัวภาชนะหรือถังใส่ขยะซึ่งออกแบบให้กระจายทั่วภาชนะ จากนั้นมีการใช้พัดลมดูดอากาศที่อยู่ภายในกองขยะให้ระบายออกสู่ภายนอกโดยผ่านระบบท่อที่วางไว้ทั้งนี้เพื่อออกซิเจนมีการหมุนเวียนอยู่ตลอดเวลาภายในกองขยะทำให้เกิดการย่อยสลายของจุลินทรีย์ที่ใช้อากาศอย่างต่อเนื่องนอกจากนี้การส่งอากาศเข้าไปตามรูหรือช่องของภาชนะยังออกแบบให้มีการควบคุมอุณหภูมิของอากาศควบคู่ไปด้วยซึ่งเป็นการช่วยควบคุมอุณหภูมิภายในกองขยะให้อยู่ในระดับที่พอเหมาะต่อปฏิกิริยาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ตลอดเวลาและเป็นการฆ่าเชื้อโรคบางชนิดที่มีอยู่ภายในกองขยะด้วย

(3) การหมักโดยระบบปิด (In-vessel composting) วิธีนี้เป็นการนำขยะที่จะทำปุ๋ยมาบรรจุลงในถังขนาดใหญ่ที่มีฝาปิดมิดชิดและมีช่องเติมอากาศเข้าสู่ด้านล่างของถังสำหรับหลักการการทำงานของระบบนี้จะเป็นเช่นเดียวกับระบบเปิดทั้ง 2 ระบบที่กล่าวมาข้างต้นแต่ระบบนี้มีข้อดีคือสามารถควบคุมปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายของจุลินทรีย์เช่นอุณหภูมิปริมาณความชื้น

ปริมาณออกซิเจน ฯลฯ ได้ดีกว่าและมีผลต่อการลดระยะเวลาในการหมักทำปุ๋ยให้น้อยลงเหลือเพียงประมาณ 14 วันและใช้พื้นที่ในการดำเนินการน้อยลง

อย่างไรก็ตาม ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์รูปแบบของการหมักปุ๋ยโดยใช้วิธีการหมักแบบเติมอากาศเข้าสู่กองขยะ (Aerated static pile composting) ทั้งนี้ได้ทำการออกแบบอุปกรณ์ในการหมักปุ๋ยอย่างง่ายด้วยการใช้ถังน้ำมันขนาด 200 ลิตรวางตามแนวนอนบนขาตั้งและมีการเจาะรูรอบถังเพื่อให้อากาศสามารถถ่ายเทเข้าสู่ภายในถังได้โดยมีแกนหมุนสำหรับพลิกกลับขยะที่อยู่ในถังดังกล่าวได้ตลอดเวลาตามความต้องการ

2.4.4 ประเภทของขยะที่นำมาทำปุ๋ยหมัก

ในการทำปุ๋ยหมักจากขยะต้อง มีการเลือกประเภทขยะ ย่อยสลายได้ ที่จะนำมาใช้หมัก ซึ่งประเภทของขยะ ย่อยสลายได้ ที่เหมาะสมและไม่เหมาะสมที่จะนำมาทำปุ๋ยหมัก ได้รวบรวมไว้ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ประเภทของขยะที่เหมาะสมสำหรับทำปุ๋ยหมัก

ขยะสีน้ำตาล ^{1/}	ขยะสีเขียว ^{2/}	ขยะที่ไม่ควรนำมาทำปุ๋ยหมัก
หญ้าแห้ง	ต้นหญ้าและใบไม้สด	กระดูก
ฟางข้าว	เศษอาหาร	น้ำมันปรุงอาหาร
กิ่งไม้และเศษไม้	ผักและเปลือกผลไม้	ผลิตภัณฑ์อาหารนม
ขี้เลื่อย	เปลือกไข่	มูลสุนัขและแมว
เปลือกไม้	ดอกไม้	วัชพืชที่มีเมล็ด

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, (2552)

หมายเหตุ : 1/ หมายถึง ขยะที่มีคาร์บอนมากส่วนใหญ่เป็นขยะแห้ง

2/ หมายถึง ขยะที่มีไนโตรเจนมากส่วนใหญ่เป็นขยะเปียก

สำหรับประเภทของขยะที่นิยมนำมาใช้ทำปุ๋ยหมักได้แก่ หญ้าแห้ง กิ่งไม้และเศษไม้ ฟางข้าว หญ้าและใบไม้สด เศษอาหาร ผักและเปลือกผลไม้ เป็นต้น ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ได้เลือกขยะประเภทเศษอาหาร เศษใบไม้และหญ้า และเศษผักผลไม้ มาใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักปุ๋ย เพราะเป็นขยะ ที่เกิดขึ้นเป็นประจำทุกวันภายในศูนย์กำจัดขยะเอกชน ตำบลท่าอิฐ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ และมีจำนวนรวมกันมากพอที่จะนำมาใช้แปรสภาพเป็นปุ๋ยหมักเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ภายในชุมชนได้

อนึ่ง สิ่งที่ต้องคำนึงถึง ในการเลือกประเภทของขยะมาทำปุ๋ยหมักก็คือคุณสมบัติที่เหมาะสมของขยะซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการกระบวนการหมักปุ๋ยตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยคุณสมบัติดังกล่าวได้แก่ อัตราส่วนระหว่างคาร์บอน ต่อ ไนโตรเจน (C/N ratio) นั่นเอง ซึ่ง ค่า C/N ratio ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ในระหว่างกระบวนการหมักปุ๋ยแบบใช้อากาศ ควรอยู่ในช่วงตั้งแต่ 20-40:1 หรือ 25-35:1 ในตารางที่ 2.2 เป็นการรวบรวมรายชื่อขยะย่อยสลายได้ ประเภทต่างๆ ที่มี ค่า C/N ratio ในระดับที่แตกต่างกันไป ตัวอย่างเช่น ขยะประเภทมูลสัตว์ เช่น มูลวัว มีค่า C/N ratio ที่ระดับ 13-17:1 ขยะประเภทซากพืช เช่น ฟางข้าว มีค่า C/N ratio ที่ระดับ 80-125:1 ในขณะที่ขยะประเภทอื่น ๆ เช่น เปลือกมะพร้าวและแกลบ มีค่า C/N ratio ที่ระดับ 167:1 และ 152:1 ตามลำดับ เป็นต้น (ชัยทัศน์ ไพรินทร์, 2549).

ตารางที่ 2.2 อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน(C/N ratio) ของวัสดุอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ

วัสดุอินทรีย์	ค่า C:N ratio
มูลวัว	13 - 17
มูลควาย	12 - 23
มูลหมู	14 - 16
มูลเป็ด	17 - 29
ฟางข้าว	80 – 125
ต้นข้าวโพด	60
ชานอ้อย	140 - 190
ขี้เลื่อย	200 - 400
ผักตบชวา	34
เปลือกถั่วลิสง	75
ขุยมะพร้าว	167
แกลบ	152
ต้นปอกระเจา	115
เปลือกมันสำปะหลัง	58
ไส้ปอเทือง	52
ต้นหญ้าขน	35
ต้นถั่วอ่อน	20
ต้นถั่วแก่	40

ที่มา: ชัยทัศน์ ไพรินทร์ (2549)

2.4.5 มาตรฐานปุ๋ยหมัก

โดยทั่วไปวัสดุเหลือใช้หรือของเสียต่างๆที่นำมาทำปุ๋ยหมักควรมีธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต่อการเติบโตของพืชคือไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) อย่างเหมาะสมดังนั้นการทำปุ๋ยหมักจากขยะจึงต้องเลือกประเภทของขยะที่จะนำมาใช้หมักให้เหมาะสมด้วยเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อพืชให้มากที่สุดซึ่งกรมพัฒนาที่ดินกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้กำหนดคุณภาพของปุ๋ยหมักโดยออกประกาศมาตรฐานปุ๋ยหมักขึ้นตามพระราชบัญญัติปุ๋ยฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2550) ไว้ดังนี้คือ (สำนักนิเทศและการถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน, 2550)

(1) ปุ๋ยหมักเกรด 1 หมายถึงปุ๋ยอินทรีย์ชนิดไม่เป็นของเหลวที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30 โดยน้ำหนักเป็นปุ๋ยที่ทำจากวัสดุอินทรีย์และผ่านการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์จนแปรสภาพจากรูปเดิมเมื่อนำไปให้พืชจะให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตพืชโดยมาตรฐานที่กำหนดประกอบด้วย

- 1) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก
- 2) อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) เท่ากับ 20:1
- 3) ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) ไม่เกิน 10 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร
- 4) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 5.5-8.5
- 5) ปริมาณโซเดียม (Na) ไม่เกินร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก
- 6) ปริมาณธาตุอาหารหลัก
 - ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.00 ของน้ำหนัก
 - ฟอสเฟตทั้งหมด (Total P_2O_5) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.50 ของน้ำหนัก
 - โพแทสเซียมทั้งหมด (Total K_2O) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.50 ของน้ำหนัก
- 7) ความชื้นไม่เกินร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก
- 8) ขนาดของปุ๋ยไม่เกิน 12.5 x 12.5 มิลลิเมตร
- 9) หินและกรวดขนาดตั้งแต่ 5 มิลลิเมตรขึ้นไปไม่เกินร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนัก
- 10) ต้องไม่พบเศษพลาสติกแก้ววัสดุมีคมหรือโลหะอื่นๆ
- 11) ปริมาณธาตุโลหะหนัก
 - Arsenic (As) ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 - Cadmium (Cd) ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 - Chromium (Cr) ไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 - Copper (Cu) ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

- Lead (Pb) ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

- Mercury (Hg) ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

12) การย่อยสลายที่สมบูรณ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

(2) ปุ๋ยหมักเกรด 2 หมายถึงปุ๋ยอินทรีย์ชนิดไม่เป็นของเหลวที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุไม่ต่ำกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนักเป็นปุ๋ยที่ทำจากวัสดุอินทรีย์ซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ขึ้นสับหมักบดร่อนสกัดหรือด้วยวิธีการอื่นและวัสดุอินทรีย์ถูกย่อยสลายสมบูรณ์ด้วยจุลินทรีย์ แต่ไม่ใช่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยชีวภาพมาตรฐานที่กำหนดประกอบด้วย

1) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก

2) อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) เท่ากับ 20:1

3) ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) ไม่เกิน 10 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร

4) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 6.0-7.5

5) ปริมาณโซเดียม (Na) ไม่เกินร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก

6) ปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนักหรือ

- ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก

- ฟอสเฟตทั้งหมด (Total P_2O_5) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก,

- โพแทสเซียมทั้งหมด (Total K_2O) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก

7) ปริมาณความชื้นของปุ๋ยหมักไม่เกินร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก

8) ขนาดของปุ๋ยไม่เกิน 12.5 x 12.5 มิลลิเมตร

9) หินและกรวดขนาดตั้งแต่ 5 มิลลิเมตรขึ้นไปไม่เกินร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนัก

10) ต้องไม่พบเศษพลาสติกแก้ววัสดุมีคมหรือโลหะอื่นๆ

11) ปริมาณธาตุโลหะหนัก

- Arsenic (As) ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

- Cadmium (Cd) ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

- Chromium (Cr) ไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

- Copper (Cu) ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

- Lead (Pb) ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

- Mercury (Hg) ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

11) การย่อยสลายที่สมบูรณ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

(3) ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงหมายถึงปุ๋ยอินทรีย์ชนิดไม่เป็นของเหลวที่มีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่น้อยกว่าร้อยละ 9 และไม่เกินร้อยละ 20 โดยน้ำหนักโดยได้จากการนำวัสดุ

อินทรีย์และหรืออินทรีย์ธรรมชาติทางการเกษตรที่มีธาตุอาหารสูงมาผ่านกระบวนการหมักจน
สลายตัวสมบูรณ์หรือการนำปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านการสลายตัวสมบูรณ์แล้วผสมกับวัสดุอินทรีย์และหรือ
อินทรีย์ธรรมชาติทางการเกษตรที่มีธาตุอาหารสูงมาตรฐานที่กำหนดคือ

- 1) ปริมาณอินทรีย์วัตถุรับรอง (Organic Matter) ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 20 ของน้ำหนัก
- 2) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) ไม่เกิน 20:1
- 3) ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) ไม่เกิน 15 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร
- 4) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 5.5-10
- 5) ปริมาณโซเดียม (Na) ไม่เกินร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก
- 6) ปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 9.0 และไม่เกินร้อยละ 20.0

โดยน้ำหนักหรือ

- ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก
 - ฟอสเฟตทั้งหมด (Total P_2O_5) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 2.5 โดยน้ำหนัก
 - โพแทสเซียมทั้งหมด (Total K_2O) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก
- 7) ปริมาณความชื้นของปุ๋ยอินทรีย์ไม่เกินร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก
 - 8) ขนาดของปุ๋ยไม่เกิน 12.5 x 12.5 มิลลิเมตร
 - 9) หินและกรวดขนาดใหญ่กว่า 5 มิลลิเมตรไม่เกินร้อยละ 2.0 ของน้ำหนัก
 - 10) ต้องไม่พบเศษพลาสติกแก้ววัสดุมีคมหรือโลหะอื่นๆ
 - 11) ปริมาณธาตุโลหะหนัก
 - Arsenic (As) ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 - Cadmium (Cd) ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 - Chromium (Cr) ไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 - Copper (Cu) ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 - Lead (Pb) ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 - Mercury (Hg) ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

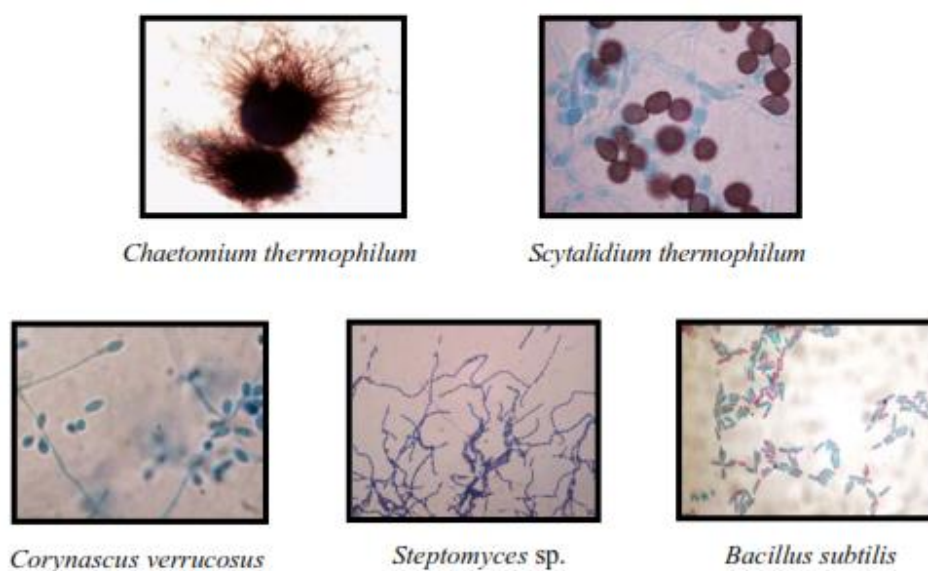
2.5 หัวเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการวิจัย

2.5.1 สารซูเปอร์เร้ง พด. 1

หัวเชื้อจุลินทรีย์ หมายถึง จุลินทรีย์ที่มีจำนวนเซลล์ต่อหน่วยสูงที่ถูกเพาะเลี้ยงโดย
กรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์สำหรับผลิตปุ๋ยชีวภาพ หัวเชื้อจุลินทรีย์เกิดจากกระบวนการเลี้ยงขยาย

จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ให้เจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนมากขึ้น ซึ่งในปัจจุบันได้มีสารเร่งที่ใช้เกี่ยวกับการทำปุ๋ยหมักอยู่ทั้งหมดประมาณ 8 ชนิด (สำนักงานเกษตรและการถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน, 2550) สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้สารเร่งซูปเปอร์ พด. 1 เนื่องจากเป็นสารเร่งที่เหมาะสมต่อการทำปุ๋ยหมักจากขยะย่อยสลายได้จำพวกเศษอาหาร เศษหญ้า เศษใบไม้ และเศษผักผลไม้ซึ่งกำหนดให้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตปุ๋ยหมัก

สารเร่งซูปเปอร์ พด.1 เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ทนอุณหภูมิสูงมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้ จากการเกษตรและอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรที่มีองค์ประกอบของเซลลูโลสและไขมันที่ย่อยสลายยากเพื่อผลิตปุ๋ยหมักในเวลารวดเร็ว สารเร่งซูปเปอร์ พด.1 ประกอบด้วยราย่อยเซลลูโลส ได้แก่ *Scytalidium thermophilum*, *Chaetomium thermophilum*, *Corynascus verrucosus* *Scopulariopsis brevicaulis* แอคติโนมัยซีตย่อยเซลลูโลส *Streptomyces* sp. 2 สายพันธุ์ และจุลินทรีย์ย่อยไขมัน ได้แก่ *Bacillus subtilis* 2 สายพันธุ์ ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 สายพันธุ์ราและจุลินทรีย์ในสารเร่งซูปเปอร์ พด.1

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน, 2546

จุดเด่นของสารเร่งซูปเปอร์ พด.1

1. มีประสิทธิภาพสูงในการย่อยสารประกอบเซลลูโลส
2. สามารถย่อยสลายน้ำมันหรือไขมันในวัสดุหมักที่สลายด้วยยาก
3. ผลิตปุ๋ยหมักในระยะเวลารวดเร็ว และมีคุณภาพ
4. เป็นจุลินทรีย์ที่ทนอุณหภูมิสูง
5. เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถสร้างสปอร์จึงเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นาน

6. สามารถย่อยวัสดุเหลือใช้ได้หลากหลายและครอบคลุมมากขึ้น

2.5.2 น้ำหมักชีวภาพ

น้ำหมักชีวภาพเป็นสิ่งที่ได้จากกระบวนการหมักเศษพืชหรือสัตว์โดยอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่มีน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงาน รวมถึงการใช้เอนไซม์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือมีการเติมเอนไซม์เพื่อเร่งการย่อยสลาย ทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลายได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น (กรมวิชาการเกษตร, 2542) น้ำหมักชีวภาพสามารถแบ่งได้ตามชนิดของวัสดุหมักและคุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพ โดยนิยมใช้ผัก ผลไม้ สมุนไพรและสัตว์มาหมักผ่านกระบวนการ 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการหมักโดยใช้วัตถุดิบที่มีความเข้มข้นสูงซึ่งมีอินทรีย์สารที่มีประโยชน์อยู่เป็นจำนวนมากแยกออกจากเซลล์ และขั้นที่จุลินทรีย์หลายชนิดที่มีอยู่ในน้ำหมักชีวภาพ ได้แก่ แบคทีเรีย เชื้อรา ยีสต์ เป็นต้น ทำการย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ต่างๆ ให้มีขนาดเล็กลงโดยมีน้ำตาลเป็นแหล่งอาหารและพลังงานให้แก่จุลินทรีย์ทำให้จำนวนเซลล์ของจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้นในระหว่างกระบวนการหมักผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการหมักจะมีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลประกอบไปด้วย น้ำจุลินทรีย์ต่างๆ ธาตุอาหารพืช เศษวัสดุ ที่นำมาหมักรวมถึงแอลกอฮอล์ คาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซอื่นๆ จากกระบวนการหมักโดยทั่วไปน้ำหมักชีวภาพจะมีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อนๆ ค่าการนำไฟฟ้าประมาณ 2-12 ds/m โดยน้ำหมักชีวภาพจากสัตว์จะมี ค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าจากพืช และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนประมาณ 2/1-70/1 ส่วนธาตุอาหารและสารประกอบต่างๆ เช่นพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน สอร์บอน เอ็นไซม์ และจุลินทรีย์ชนิดต่างๆมีปริมาณแตกต่างกันไป ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยสลายและคุณภาพของน้ำหมักชีวภาพได้แก่ วัสดุหมัก แหล่งคาร์บอนของจุลินทรีย์ การให้อากาศ ค่าความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ และระยะเวลาในการหมัก (กองเกษตรเคมี, 2545)

น้ำหมักชีวภาพสามารถนำมาใช้ได้หลากหลายโดยเฉพาะในด้านการเกษตร น้ำหมักชีวภาพจากผักและผลไม้เหมาะสำหรับเพิ่มธาตุอาหารและฮอร์โมนให้แก่พืช ส่วนน้ำหมักชีวภาพจากสัตว์เหมาะสำหรับการเพิ่มธาตุอาหารพืช น้ำหมักชีวภาพจากสมุนไพร เหมาะสำหรับการป้องกัน กำจัดศัตรูพืชและใช้สำหรับชักล้างทำความสะอาด และน้ำหมักชีวภาพจากผักผลไม้ที่ผลิต อย่างถูกสุขลักษณะสามารถนำมาบริโภคเพื่อสุขภาพได้ น้ำหมักชีวภาพยังสามารถนำมาใช้เป็น หัวเชื้อสำหรับทำปุ๋ยอินทรีย์โดยการนำเศษวัสดุเหลือใช้ผสมคลุกเคล้ารวมกับมูลสัตว์ แกลบดำ รำละเอียดและน้ำหมักชีวภาพเจือจางอัตราส่วน 1:500 คลุมด้วยกระสอบป่านใช้เวลา 3 วัน สามารถนำไปใช้ได้ (มุกดา สุขสวัสดิ์, 2545) จุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพจากผักผลไม้ต่างๆ ส่วนใหญ่คือกลุ่มย่อยสลายเซลล์ได้แก่ รา (1.5×10^2 cfu/ml) แบคทีเรีย (4.5×10^2 cfu/ml) และแอคติโนมัยซิส (5.1×10^2 cfu/ml) นอกจากนี้ยังพบยีสต์ (3.5×10^2 cfu/ml) และ Azotobacter (1.6×10^2 cfu/ml) (สุริยา

สาสนรักกิจ และคณะ, 2547) จากสมบัติทางเคมี และสารอาหารที่พบในน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิด นั้น ยังมีปริมาณของธาตุอาหารที่ค่อนข้างน้อย และฮอร์โมนพืชที่ตรวจพบก็เป็นเพียงสารที่ช่วยในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืชไม่ใช่อาหารหลักที่ทำให้พืชเจริญเติบโตได้ แต่จะช่วยส่งเสริมให้มีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้นเท่านั้น ดังนั้นในการนำน้ำหมักชีวภาพไปใช้ในการปลูกพืชควรใช้ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อื่น ๆ หรือใช้ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ เนื่องจากน้ำหมักชีวภาพไม่สามารถใช้ทดแทนปุ๋ยได้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วนิดา สังข์ชื่น (2554) การศึกษากระบวนการผลิตและประสิทธิภาพปุ๋ยน้ำหมักต่อการผลิตข้าวของเกษตรกรใน อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้และเข้าใจในกระบวนการผลิตปุ๋ยน้ำหมัก ซึ่งส่วนใหญ่ได้รับความรู้จากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร และสื่อโทรทัศน์การใช้ปุ๋ยน้ำหมักในการผลิตข้าวเกษตรกรให้เหตุผลว่า เป็นการลดต้นทุนการผลิต และทำให้ผลผลิตมีคุณภาพดีขึ้น รวมทั้งใช้สะดวกและสามารถผลิตได้เองส่วนสูตรน้ำหมักที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงมี 3 สูตร ได้แก่ ปุ๋ยน้ำหมักจุลินทรีย์หน่อกล้วยใช้ในระยะเตรียมดิน ปุ๋ยน้ำหมักปลาและหอยเชอรี่ใช้ในระยะการเจริญเติบโตของข้าว และปุ๋ยน้ำหมักไข่ไก่หรือฮอร์โมนไข่ใช้ระยะอายุข้าว 60 วันหรือข้าวเริ่มตั้งท้อง เนื่องจากปุ๋ยทั้งสามสูตรนี้ทำได้ง่าย สะดวก หาวัสดุได้ในท้องถิ่น และสามารถลดต้นทุนในการผลิตข้าวได้ หากนำปุ๋ยน้ำหมักไปใช้ในระยะเวลาที่เหมาะสม จะทำให้ต้นข้าวแข็งแรง ด้านทานโรคและทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น

กฤษณู แก้วสุวรรณ ภรณ์ ต่างวิวัฒน์ และเบญจมาศ อยู่ประเสริฐ (2555) ศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพในนาข้าวของเกษตรกร อำเภอสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่า เกษตรกรได้รับความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีจากเจ้าหน้าที่โครงการ เกษตรกรเกือบทุกรายทำนาหว่าน ส่วนน้อยที่เคยใช้น้ำ ชีวภาพจากพืช และ น้ำหมักชีวภาพจากสัตว์ ซึ่งใช้ในระยะเตรียมดิน เตรียมเมล็ด ระยะเจริญเติบโต และระยะที่แมลงศัตรูระบาด โดยวิธีการปล่อยเข้าแปลงนา และฉีดพ่นอัตราที่นิยมใช้คือ 40 –50 ซีซีต่อ น้ำ 20 ลิตรต่อไร่ ส่วนปุ๋ยหมักที่เคยใช้เป็นปุ๋ยหมักที่ผลิตจากมูลสัตว์ โดยให้แบบหว่านทั่วแปลงนาอัตราเฉลี่ย 38.64 กิโลกรัม/ไร่ เกษตรกรใช้พร้อมกับการปลูก ใช้หลังจากปักดำอายุ 7-15 วัน และหลังปักดำ อายุ 1 เดือนอัตราที่นิยมเฉลี่ย 22.50 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนสาเหตุที่เกษตรกรไม่ใช้น้ำหมักชีวภาพและปุ๋ย หมัก เพราะยังมีความรู้ไม่เพียงพอและขาดแคลนแรงงาน

สุธีรา สุนทรารักษ์ (2553) ได้วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักจากเศษอาหารร่วมกับเศษวัสดุเหลือทิ้งทาง การเกษตร ได้แก่ เศษผัก ฟางข้าว ผักตบชวา และเศษใบไม้ (ใบจามจุรี) พบว่า ปุ๋ยหมักจากเศษอาหารร่วมกับเศษใบจามจุรี มีคุณภาพดีกว่าปุ๋ยหมักในทุกกรรมวิธีทั้งในด้านลักษณะภายนอกและปริมาณธาตุอาหารหลัก เนื้อปุ๋ยหมักมีลักษณะอ่อนนุ่ม ชุ่ม ขาดง่าย มีกลิ่นคล้ายดิน สีของวัสดุหมักมีสีน้ำตาลเข้มและมีการย่อยสลายได้ดีกว่าทุกกรรมวิธีทั้ง ๆ ที่ไม่มีการตัดย่อยเศษวัสดุก่อนท การหมัก อีกทั้งมีปริมาณธาตุอาหารหลัก จัดอยู่ในเกณฑ์สูงกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแม้ว่าจะมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่น้อยกว่าปุ๋ยหมักจากเศษอาหารร่วมกับผักตบชวา แต่ก็ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จึงสรุปได้ว่า ปุ๋ยหมักจากเศษอาหารร่วมกับเศษใบจามจุรีสามารถใช้ประโยชน์ทางการเกษตร โดยการนำมาเป็นปุ๋ยหมักได้ และเพื่อให้ได้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดียิ่งขึ้น

วิภาวดี อันท้วม น้ำทิพย์ ขันตยาภรณ์และวราภา มหากาญจนกุล (2553) ศึกษาการอยู่รอดของเชื้อในปุ๋ยมูลสัตว์ 4 ชนิด เป็นเวลา 21 วันพบว่า *Escherichia coli* ในปุ๋ยมูลค่างควาและปุ๋ยมูลสุกร เก็บที่ 25 องศาเซลเซียส มีชีวิตรอดได้ 12 วัน ในขณะที่เซลล์ *E. coli* ในปุ๋ยมูลวัวและปุ๋ยมูลไก่รอดชีวิต ได้ 6 วัน เมื่ออุณหภูมิเพิ่มเป็น 40 องศาเซลเซียส พบว่า เชื้อ *E. coli* ในปุ๋ยมูลค่างควารอดชีวิตได้ 6 วัน แต่ไม่พบเซลล์รอดชีวิตในปุ๋ยมูลสุกร ปุ๋ยมูลวัว และปุ๋ยมูลไก่หลังจากเก็บ 1 วัน ส่วน *Salmonella enteritidis* serovar Hittingfoss และ Augustenborg ในปุ๋ยมูลค่างควาและปุ๋ยมูลสุกรเก็บที่ 25 องศาเซลเซียส รอดชีวิต 21 วัน ในปุ๋ยมูลวัวและปุ๋ยมูลไก่อรอดชีวิตได้ 18 และ 15 วัน ตามลำดับ เซลล์ 21 รอดชีวิตในปุ๋ยมูลค่างควาและปุ๋ยมูลวัวเก็บที่ 40 องศาเซลเซียสได้ 6 วัน ส่วนในปุ๋ยมูลสุกรรอดชีวิตได้ 3 วัน และไม่พบเซลล์ทั้งสองชนิดรอดชีวิตในปุ๋ยมูลไก่ใน 1 วันของการเก็บ ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอด ของเซลล์แบคทีเรียสองชนิดนี้คือ อุณหภูมิและชนิดของปุ๋ย

สุทธิพลรักษา (2554) ได้ศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากผักตบชวาผสมมูลวัวโดยใช้สารเร่งชีวภาพในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน พบว่า การหมักผักตบชวาผสมมูลวัว อัตราส่วน 3:1 ทำการหมักแบบใช้ออกซิเจน 3 รูปแบบคือ บ่อที่ไม่ใส่สารเร่งชีวภาพ บ่อที่ใส่สารเร่งชีวภาพอัตราส่วน 1:100 และ 1:50 ควบคุมความชื้นให้อยู่ในช่วงร้อยละ 50–70 วัดอุณหภูมิและความชื้นทุกวัน พลิกกลับกองปุ๋ย หมักทุก 10 วัน พบว่า สารเร่งชีวภาพที่ได้มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลมีกลิ่นหอมหมักดอง วัดค่าความเป็น กรดต่างเท่ากับ 3.5 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ย่อยเซลลูโลสได้เท่ากับ 1.2×10^7 cfu/ml จากนั้นนำสารเร่งชีวภาพที่ได้ไปใช้เป็นสารเร่งปุ๋ยหมัก เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการทำปุ๋ยหมักของ ทั้ง 3 รูปแบบ พบว่า บ่อที่ใส่สารเร่งชีวภาพอัตราส่วน 1:50 ใช้เวลาหมักเร็วกว่า

บ่อที่ ไม่ ใ ส่ สารเร่งชีวภาพ คิดเป็นร้อยละ 17.01 แตกต่างกันทางสถิติ มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการ หมักแตกต่างกัน ทางสถิติ ส่วน ปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม) และ สภาพความเป็น กรด-ด่างของปุ๋ย หมักในทุกรูปแบบบ่อไม่แตกต่างกัน โดยสรุป การใช้สารเร่งชีวภาพที่อัตราส่วนความเข้มข้นมากทำให้เกิดการย่อยสลายเร็วกว่าและมีอุณหภูมิสูงกว่าการใช้สารเร่งชีวภาพอัตราส่วนความเข้มข้นน้อย แต่อัตราส่วนของสารเร่งชีวภาพ ไม่มีผลต่อปริมาณของธาตุอาหารหลัก และค่าความเป็นกรด-ด่างในปุ๋ยหมักจากผักตบชวาผสมมูลวัว จึงควรมีการส่งเสริมให้เกษตรกรนำสารเร่งชีวภาพไปใช้ในการลด ระยะเวลาการทำปุ๋ยหมักต่อไป

นนทรัฐ อินยิ้ม (2549) ศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากขยะในถังหมักแบบใช้อากาศโดยได้ออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลเพื่อศึกษาผลของปัจจัย 2 ประการ ได้แก่ อัตราส่วนผสมของขยะซึ่งแสดงในรูปของอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน และอัตราการเติมอากาศเข้าสู่ถังหมักปุ๋ย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายขยะ สำหรับขยะที่นำมาหมักทำปุ๋ยประกอบด้วยเศษอาหารจากโรงอาหาร ใบไม้แห้งที่หล่นตามพื้นภายในมหาวิทยาลัยรามคำแหง และเศษผักจากตลาดสด โดยเหตุผลที่นำเศษผักมาหมักร่วมกับเศษอาหารและใบไม้แห้งก็เพื่อเพิ่มปริมาณไนโตรเจนให้กับวัสดุหมักและปรับอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนของวัสดุหมักให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม จากผลการทดลองพบว่าอัตราส่วนผสมของขยะ (หรืออัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน) และอัตราการเติมอากาศเข้าสู่ถังหมักมีผลต่อประสิทธิภาพการลดอินทรีย์คาร์บอนของขยะในถังหมักที่ระดับในนัยสำคัญ .01 โดยขยะที่มีอัตราส่วนการผสมของเศษอาหาร ใบไม้แห้ง และเศษผักเท่ากับ 2:1:1 โดยน้ำหนักแห้ง หรือมีค่า C/N ratio ของขยะที่ผสมกันแล้วอยู่ในช่วง 25-30:1 จะมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนลดลงมากที่สุดส่วนอัตราการเติมอากาศที่มีผลต่อการลดอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุดคือ 300 ลิตรต่อนาที่ต่อปริมาตรถังหมัก 1 ลบ.ม. และเมื่อพิจารณาถึงปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักที่ได้พบว่าอัตราส่วนการผสมของขยะมีผลต่อไนโตรเจนและโพแทสเซียมที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 แต่ไม่มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัส ในขณะที่อัตราการเติมอากาศไม่มีผลต่อปริมาณธาตุอาหารทั้ง 3 ชนิด ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์คุณภาพของปุ๋ยหมักที่ได้จากการหมักขยะพบว่า ปุ๋ยหมักที่ได้มีคุณภาพใกล้เคียงกับมาตรฐานปุ๋ยหมัก โดยมีค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 23.27 อินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ยร้อยละ 18.93 ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียมเฉลี่ยร้อยละ 1.67, 0.78, และ 0.95 ตามลำดับ และมีค่าพีเอชเฉลี่ย 7.74 และค่า C/N ratio ประมาณ 11:1

นคร สุริยานนท์ (2552) ศึกษาผลของการเติมอากาศแบบแพสซีฟต่อการทำปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์ครัวเรือน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบของถังหมักขยะอินทรีย์ในครัวเรือนที่มีการเติมอากาศด้วยวิธีแพสซีฟแบบต่างๆ 5 ประเภท ต่อสมรรถนะการหมักในถังหมักพลาสติกโพลีเอทิลีน ขนาด 200 ลิตร โดยมีรายละเอียดของแต่ละถังดังนี้ ถังใบที่ 1 มีช่องเปิดขนาด 5 x 10 เซนติเมตร จำนวน 8 ช่องโดยรอบบริเวณด้านล่าง ของถัง ถังใบที่ 2 มีช่องเปิดขนาด 5 x 10 เซนติเมตร จำนวน 16 ช่องโดยรอบบริเวณด้านล่างของถัง ถังใบที่ 3 และ 4 มีลักษณะเหมือนถังใบที่ 1 และ 2 ตามลำดับแต่มีการเพิ่มท่อระบายความร้อนแบบปล่องทำด้วยท่อพีวีซีต่อกับกรวยที่จุกกึ่งกลางของถัง ถังใบที่ 5 ทำการเจาะรูขนาด 40 มิลลิเมตรข้างถัง บริเวณด้านล่างของถังต่อกับท่อแอลดีพีขนาด 38 มิลลิเมตรยาว 3 เมตร เจาะรูตลอดความยาวท่อ และถังใบที่ 6 เป็นถังควบคุมไม่มีการเจาะช่องเติมอากาศ วัสดุในการหมักได้แก่เศษอาหาร เศษใบไม้แห้ง และเศษผักผลไม้ ผสมกันในอัตราส่วน 3.5:1 โดยน้ำหนักเปียก มีการเติมวัสดุหมักประมาณ 1.76 กิโลกรัม วันละ 1 ครั้งเป็นเวลา 30 วัน โดยปริมาณวัสดุหมักรวมทั้งสิ้น 52.8 กิโลกรัม/ถัง ทำการวัดอุณหภูมิตลอดช่วงการหมักในถังหมักวันละ 1 ครั้งและทำการวิเคราะห์หาความชื้นแฉะ และของแข็งระเหยได้ พีเอช คาร์บอนไนโตรเจน และดรชนีการงอกของเมล็ดผักกาดสลัดแต่ละ 1 ครั้งตั้งแต่วันที่วัสดุหมักเติมถึงเป็นเวลา 120 วัน ผลการศึกษาพบว่าวัสดุหมักภายในถังหมักใบที่ 1-6 ใช้ระยะเวลาในการหมักจนวัสดุหมักเข้าสู่สถานะเสถียรที่อายุการหมักเท่ากับ 77, 77, 70, 56, 77 และ 91 วันตามลำดับหลังวัสดุหมักเติมถึง ถังหมักใบที่ 4 ใช้เวลาในการย่อยสลายขยะอินทรีย์สั้นที่สุดโดยใช้เวลาในการหมักประมาณ 56 วันหลังจากวัสดุหมักเติมถึง และมีการลดลงของมวลและสัดส่วนของปุ๋ยหมักที่มีขนาดเล็กกว่า 12.5 มิลลิเมตรสูงที่สุดที่ร้อยละ 61.5 และ 82.3 ตามลำดับ

ภัทรา วงษ์พันธุ์กมลและคณะ. (2552) การทำปุ๋ยหมักเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการลดปริมาณขยะอินทรีย์จำนวนมากที่เกิดในประเทศไทย โดยทำการทดลองหมักปุ๋ยแบบกองแถว โดยใช้เศษวัสดุทางการเกษตรในการหมักปุ๋ยคือขยะแห้งสับน้ำตาลต่อขยะสดสีเขียวที่มีสัดส่วน 4 ต่อ 1 โดยปริมาตร ซึ่งใช้ตัวปรับความชื้น 3 ประเภท คือ น้ำเปล่า น้ำหมักปุ๋ยชีวภาพจากสารเร่งพด.2 ต่อ น้ำ 1:10 และ กากน้ำตาล พารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวิเคราะห์ในการวิจัยครั้งนี้ คือ อุณหภูมิ ความชื้น ความนำไฟฟ้า อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ความเป็นกรดด่าง และค่าธาตุอาหารหลักไนโตรเจนต่อธาตุฟอสฟอรัสต่อธาตุโพแทสเซียม จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า กองปุ๋ยหมักที่ใช้กากน้ำตาลเป็นตัวปรับความชื้น จะให้ผลดังนี้ คือ อุณหภูมิมีค่า 29.67 - 56 องศาเซลเซียส ความชื้นมีค่า 50 - 60 เปอร์เซ็นต์ ความนำไฟฟ้ามีค่า 5.21 เดซิซิเมน/เมตร อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนมีค่า 15.18 ความเป็นกรดด่างมีค่า 7.99 และ ค่าธาตุอาหารหลักไนโตรเจนต่อธาตุ ฟอสฟอรัสต่อธาตุ

โพแทสเซียมมีค่า 2.54 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก : 0.28 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก : 1.43 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า ปุ๋ยหมักที่ใช้กากน้ำตาลเป็นตัวปรับความชื้น จะให้ปุ๋ยหมักอินทรีย์ที่มีคุณภาพดีกว่าการทดลองที่ใช้น้ำเปล่า และปุ๋ยหมักชีวภาพจากสารเร่ง พด.2 เป็นตัวปรับความชื้นเนื่องจากมีค่าพารามิเตอร์ต่างๆอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามกรมวิชาการเกษตรพ.ศ.2548 มากกว่า

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือวิจัยและอุปกรณ์

1. เศษผักผลไม้
2. เศษหญ้าและใบไม้
3. เครื่องชั่งขนาด 60 กิโลกรัมสำหรับใช้ชั่งน้ำหนักขยะประเภทต่างๆ ที่คัดแยกไว้
4. ถุงมือสำหรับเก็บตัวอย่างขยะประเภทต่างๆ
5. คีมคีบชิ้นส่วนของขยะ
6. ผ้าพลาสติกปูพื้นสำหรับเทกองขยะเพื่อคัดแยกองค์ประกอบ
7. ถังพลาสติกสำหรับใส่ขยะที่นำไปชั่งน้ำหนัก
8. ถุงดำสำหรับบรรจุตัวอย่างขยะย่อยสลายได้เพื่อนำส่งไปวิเคราะห์คุณสมบัติในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

9. ภาชนะรองรับมูลอินทรีย์ เช่น ตะกร้า เป้ง
10. มูลอินทรีย์ที่คัดแยกออกจากขยะมูลฝอยทั่วไปใส่ภาชนะที่จัดเตรียมให้และมูลฝอยอินทรีย์แห้ง (เศษใบไม้ หญ้าแห้ง)

11. สารเร่งซูเปอร์ พด 1. ผลิตภัณฑ์พัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
สำหรับใช้เป็นตัวเร่งในกระบวนการหมักปุ๋ยจากขยะย่อยสลายได้

12. น้ำหมักชีวภาพผลิตจากมะขาม

13. ถังหมักปุ๋ยแบบใช้อากาศ ได้แก่ ถังเหล็กที่มีปริมาตร 200 ลิตร ซึ่งวางในแนวนอนบนขาตั้งเหล็กรูปสี่เหลี่ยม มีการเจาะรูขนาดประมาณ 1.0 นิ้วด้านข้างโดยรอบตัวถังเพื่อให้อากาศภายนอกสามารถถ่ายเทเข้าสู่ภายในถังหมักปุ๋ยได้ตลอดเวลา อันเป็นการรักษาสภาพแวดล้อมของการหมักปุ๋ยให้เป็นแบบใช้ออกซิเจน บริเวณด้านในถังมีการติดตั้งแกนกลางพร้อมใบพัดเพื่อให้เวลาหมุนถังหมักปุ๋ยได้มีการผสมให้เข้ากัน บริเวณข้างของตัวถังหมักเจาะเป็นฝาขนาดประมาณ 12 x 9 นิ้ว เพื่อใช้สำหรับเติมขยะที่จะหมักลงไปในถัง ส่วนด้านท้ายของถังยังการติดตั้งแกนเหล็กสำหรับหมุน ถังหมักเพื่อให้เกิดการพลิกกลับกองปุ๋ยหมักภายในถังได้ตามความต้องการ ดังรูปที่

3.1



รูปที่ 3.1 ถังหมักปุ๋ยจากขยะแบบใช้อากาศ

14. อุปกรณ์อื่นๆ เช่น ถังน้ำ จอบ พลั่ว ตะกร้า ผ้าใบ ฯลฯ
15. บีกเกอร์ขนาด 50 ml.
16. แท่งแก้ว
17. pH meter
18. เครื่องปั่นและตะแกรงร่อน
19. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
20. ถ้วยกระเบื้อง
21. คู่มือไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้
22. โถดูดความชื้นที่มีสารดูดความชื้น
23. เครื่องย่อยตัวอย่าง

24. ตู้อบ (Hot air oven)
25. เครื่องชั่งน้ำหนักอย่างละเอียด
26. เครื่องกลั่นไนโตรเจน
27. เครื่องจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Scubber)
28. หลอดย่อยตัวอย่างและที่วางหลอดย่อยตัวอย่าง
29. ปีเปตขนาด 10 ml. และบิวเรต
30. ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml.
31. บีกเกอร์ขนาด 250 ml.

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามเพื่อนำมาใช้ในการดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนโดยจำแนกตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา ดังนี้

3.2.1 การศึกษาองค์ประกอบ

ทำการการศึกษาองค์ประกอบของศูนย์กำจัดขยะ ตำบลท่าอิบุญ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ดำเนินการเก็บตัวอย่างขยะภายในกองขยะในศูนย์กำจัดขยะชุมชน ตำบลท่าอิบุญ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ตามจุดต่างๆ โดยรอบเพื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบของขยะที่เกิดขึ้นภายในศูนย์กำจัดขยะ ตำบลท่าอิบุญ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งในการเก็บตัวอย่างขยะดังกล่าว โดยการสุ่มตัวอย่างขยะ 15 วันต่อ 1 ครั้ง เป็นระยะเวลา 3 เดือน รวมทั้งหมด 6 ครั้ง

3.2.2 การศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะย่อยสลายได้

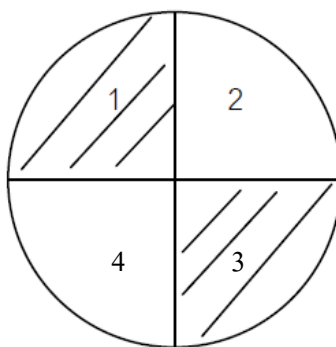
ดำเนินการผลิตปุ๋ยหมักจากขยะย่อยสลายได้โดยใช้กระบวนการหมักแบบใช้อากาศ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดรูปแบบของการผลิตปุ๋ยหมักจากขยะออกเป็น 2 รูปแบบคือ (1) การผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้เศษอาหาร เศษหญ้าและใบไม้ เศษผักผลไม้ในอัตราส่วน 3:2:1 โดยน้ำหนัก และใช้สารเร่งชุปเปอร์ พด.1 เป็นตัวเร่งในกระบวนการหมักปุ๋ย และ (2) การผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้เศษอาหาร เศษหญ้าและใบไม้ เศษผักผลไม้ และใช้น้ำหมักชีวภาพจากมะขามในอัตราส่วน 3:2:1 โดยน้ำหนัก โดยแต่ละรูปแบบใช้ระยะเวลาในการหมักนานประมาณ 3-4 สัปดาห์ จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างปุ๋ยที่หมักได้นำมาวิเคราะห์หาคุณภาพของปุ๋ยหมักดังกล่าวต่อไป

3.3 ขั้นตอนดำเนินการ

3.3.1 การศึกษาองค์ประกอบและความหนาแน่นของขยะ

- องค์ประกอบของขยะ

1. สุ่มตัวอย่างขยะที่ต้องการศึกษาองค์ประกอบจำนวนประมาณ 10 ถังแล้วนำมาเทกองรวมกันบนผ้าใบที่เตรียมไว้จากนั้นคลุกเคล้าขยะให้เข้ากัน
2. แบ่งขยะกองดังกล่าวออกเป็น 4 ส่วนเท่าๆกันแล้วสุ่มตัวอย่างขยะจากส่วนที่ 1 กับ 3 หรือส่วนที่ 2 กับ 4 ดังรูปที่ 3.2 ซึ่งจะได้ปริมาณตัวอย่างขยะประมาณ 500 ลิตร จากนั้นทำซ้ำอีก 2 ครั้งจนได้ปริมาณตัวอย่างขยะประมาณ 50 ลิตร



รูปที่ 3.2 วิธีการสุ่มตัวอย่างเพื่อศึกษาองค์ประกอบของขยะ

3. นำขยะที่ได้ตามข้อ 2. ซึ่งจะใช้เป็นตัวอย่างมาแยกองค์ประกอบของขยะตามประเภทขยะที่กำหนดไว้ข้างต้น
4. ชั่งและบันทึกน้ำหนักของขยะแต่ละประเภทที่แยกได้
5. นำข้อมูลน้ำหนักขยะแต่ละประเภทมาคำนวณหาค่าร้อยละโดยเทียบกับน้ำหนักของขยะทั้งหมดซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$C = W_i / W \times 100$$

โดยที่ C = ร้อยละขององค์ประกอบขยะแต่ละประเภท

W_i = น้ำหนักขยะแต่ละประเภท

W = น้ำหนักขยะรวม

- ความหนาแน่นของขยะ

การหาความหนาแน่นปกติของมูลฝอย ให้นำมูลฝอยสดมาตวงด้วยภาชนะตวงมูลฝอยที่ทราบปริมาตรแน่นอนและมีขนาดไม่น้อยกว่า 100 ลิตร ให้เติมภาชนะตวงโดยไม่มีการกดทับให้แน่นใดๆทั้งสิ้น แล้วยกภาชนะตวงมูลฝอยสูงจากพื้นประมาณ 30 เซนติเมตร ปล่อยให้กระแทกพื้น 3 ครั้ง หากปริมาณของมูลฝอยในถังตวงลดต่ำกว่าระดับที่ใช้วัดปริมาณให้เติมมูลฝอยเพิ่มลงไปจนได้ระดับที่กำหนดไว้ แล้วนำภาชนะตวงมูลฝอยที่บรรจุมูลฝอยดังกล่าวไปชั่งน้ำหนักเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณค่าความหนาแน่น ทดลองหาค่าความหนาแน่นหลายๆครั้ง กับมูลฝอยชุดอื่นแล้วนำค่าที่ได้มาเฉลี่ยซึ่งจะเป็นความหนาแน่นปกติ ให้ทำการตรวจวัด 3 ค่าต่อตัวอย่างที่ทำการสำรวจในแต่ละวัน ความหนาแน่นปกติมีหน่วยเป็น กิโลกรัม/ลิตร หรือกิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร จากผลการทดลองข้างต้น สามารถนำมาคำนวณได้โดยใช้สูตร

$$\text{ความหนาแน่นของมูลฝอย (Bulk density) } D = \frac{(W1-W2)}{V}$$

เมื่อ D = ความหนาแน่นปกติ (Bulk density) (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

$W1$ = น้ำหนักมูลฝอยสดรวมน้ำหนักภาชนะตวงมูลฝอย (กิโลกรัม)

$W2$ = น้ำหนักภาชนะตวงมูลฝอย (กิโลกรัม)

V = ปริมาตรภาชนะตวงมูลฝอย (ลูกบาศก์เมตร)

3.3.2 การศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะย่อยสลายได้

1. จัดเตรียมวัตถุดิบที่จะใช้ในการหมักทำปุ๋ยซึ่งได้แก่ ขยะย่อยสลายได้ทั้ง 3 ประเภทตามสัดส่วนที่เหมาะสม
2. ทำการสับขยะจำพวกเศษผักผลไม้กับเศษหญ้าและใบไม้ให้มีขนาด 0.5-1.5 นิ้ว โดยประมาณ ทั้งนี้เพื่อให้การย่อยสลายโดยจุลินทรีย์เป็นไปได้ง่ายและดียิ่งขึ้น
3. นำขยะแต่ละประเภทตามสัดส่วนที่กำหนดตามข้อ 1. เทใส่ลงในถังหมักปุ๋ยให้ได้ปริมาณรวมกันเท่ากับ $\frac{3}{4}$ ของปริมาณถังหมักปุ๋ย โดยเว้นพื้นที่ว่างด้านบนเหลือไว้เป็นที่ระบายอากาศภายในถัง ซึ่งเป็นการป้องกันมิให้เกิดสภาพขาดออกซิเจนอันจะส่งผลเสียต่อกระบวนการหมักทำปุ๋ยได้

4. ตรวจสอบปริมาณความชื้นของขยะภายในถังหมักซึ่งควรจะต้องให้มีความชื้นไม่ต่ำกว่าร้อยละ 40 หากพบว่ามีความชื้นที่ต่ำกว่าหมักทำปุ๋ยมีสภาพแห้งเกินไปให้พรมน้ำลงบนขยะตามสมควรเพื่อเป็นการปรับระดับความชื้นให้เพิ่มสูงขึ้น

5. ปิดฝาและหมุนแกนเหล็กที่อยู่ด้านท้ายของถังหมักปุ๋ยเพื่อทำการพลิกกลับขยะภายในถังหมักอย่างน้อยวันละ 1-2 ครั้งทุกๆ วัน ทั้งนี้เพื่อปรับสภาพภายในถังหมักให้มีออกซิเจนน้อยเกินไปซึ่งจะทำให้กระบวนการย่อยสลายเปลี่ยนไปเป็นแบบไร้อากาศได้

6. สังเกตและจดบันทึกข้อมูลรายวัน เช่น ระดับอุณหภูมิภายในถังหมักปุ๋ย ปริมาณความชื้น ซึ่งโดยปกติอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วงระหว่าง 15-40 °C ทั้งนี้ อุณหภูมิในช่วงเริ่มต้นจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ และค่อยๆ ลดลงในภายหลังจนคงที่ ซึ่งเป็นการแสดงว่ากระบวนการหมักปุ๋ยได้เสร็จสมบูรณ์แล้ว

7. นำปุ๋ยหมักที่ผ่านกระบวนการหมักตามข้อ 6. แล้วออกจากถังหมัก แล้วสุ่มตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของปุ๋ยในขั้นตอนต่อไป

3.4 การเก็บข้อมูล

สำหรับการผลิตปุ๋ยหมักจากขยะย่อยสลายได้โดยอาศัยกระบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic decomposition) โดยนำตัวอย่างปุ๋ยหมักที่ได้ส่งตรวจ ณ ศูนย์ทดสอบวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของปุ๋ยหมักที่ผ่านกระบวนการหมักเรียบร้อยแล้ว ซึ่งประกอบด้วยคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี

ดัชนีคุณภาพ	วิธีการวิเคราะห์
อุณหภูมิ	Thermometer
ความชื้น [*]	Total Dried at 105 °C
ความเป็นกรด-ด่าง [*]	pH meter (1:5)
ค่าการนำไฟฟ้า [*]	Conductivity meter (1:10)
ค่าอินทรีย์วัตถุ [*]	Walkley and Black,
ค่าอินทรีย์คาร์บอน [*]	Walkley and Black,
อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) [*]	Calculation
ฟอสฟอรัส (Total P ₂ O ₅) [*]	ย่อยและวัดสี
โพแทสเซียม (K ₂ O) [*]	Atomic Absorption Spectroscopy
ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) [*]	Kjeldahl method

หมายเหตุ : * ค่าดัชนีคุณภาพที่ทำการวิเคราะห์โดยศูนย์ทดสอบวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยนครสวรรค์

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ โดยการนำข้อมูลที่รวบรวมได้จากการทดลองมาประมวลผลโดยใช้ค่าทางสถิติพื้นฐาน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปุ๋ยหมักกับค่ามาตรฐานปุ๋ยหมักขึ้นตามพระราชบัญญัติปุ๋ยฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2550)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากวัตถุประสงค์ของการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบที่เหมาะสมในการผลิตปุ๋ยหมักจากขยะชุมชน ซึ่งประกอบด้วย (1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติของขยะเพื่อนำมาใช้ในการผลิตปุ๋ยหมักภายในชุมชน (2) เพื่อศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะภายในชุมชนในรูปแบบที่แตกต่างกัน และ (3) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะภายในชุมชนในรูปแบบที่แตกต่างกัน นั้น มีผลการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนตามวัตถุประสงค์ สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

4.1 การศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติของขยะในศูนย์กำจัดขยะ ตำบลท่าอินุญ จังหวัดเพชรบูรณ์

องค์ประกอบและคุณสมบัติของขยะ

การศึกษาลักษณะของขยะภายในศูนย์กำจัดขยะตำบลท่าอินุญ การศึกษาลักษณะของขยะที่เกิดขึ้นภายในตำบลท่าอินุญในครั้งนี้ ได้ทำการจำแนก ขยะที่สำรวจพบในบ่อขยะในตำบลท่าอินุญออกเป็นประเภทต่างๆ รวมทั้งหมด 9 ประเภท ประกอบด้วย (1) เศษอาหารและอินทรีย์สาร (2) กระดาษ (3) พลาสติก (4) เศษผ้า (5) แก้ว (6) เศษไม้ (7) โลหะ (8) เศษหินและกระเบื้อง และ (9) อื่นๆ ตามลำดับ โดยปริมาณขยะแต่ละประเภทที่สำรวจพบจากการเก็บข้อมูลจำนวน 6 ครั้ง มีรายละเอียดดังแสดงไว้ในตาราง 4.1 ซึ่งสามารถจัดเรียงลำดับประเภทของขยะจากมากไปหาน้อยได้ดังต่อไปนี้

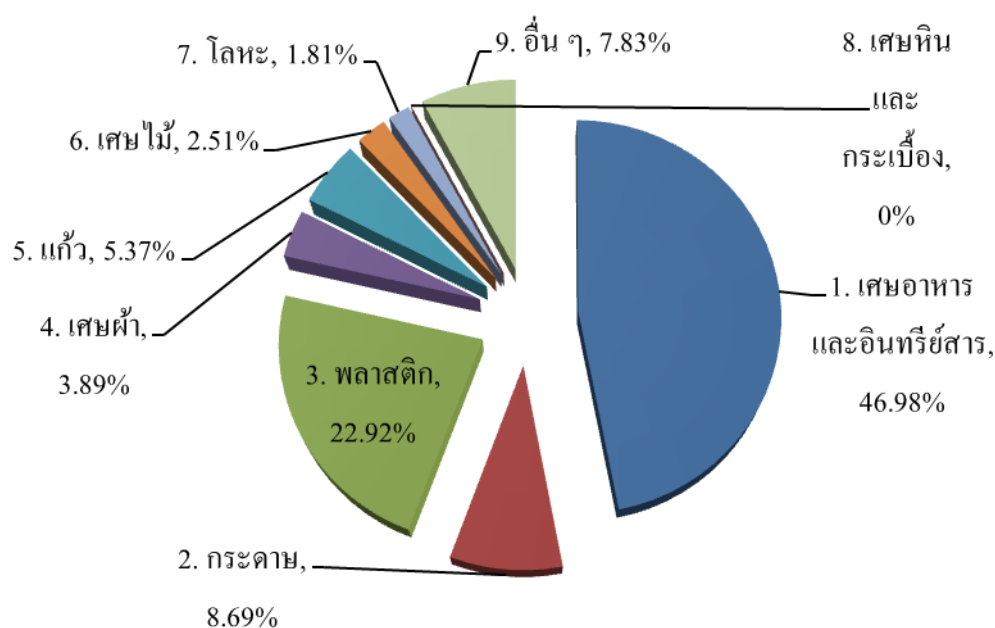
1. เศษอาหารและอินทรีย์สารเศษ คิดเป็นร้อยละ 46.98
2. กระดาษ คิดเป็นร้อยละ 8.69
3. พลาสติก คิดเป็นร้อยละ 22.92
4. เศษผ้า คิดเป็นร้อยละ 3.89
5. แก้ว คิดเป็นร้อยละ 5.37
6. เศษไม้ คิดเป็นร้อยละ 2.51
7. โลหะ คิดเป็นร้อยละ 1.81
8. เศษหิน และกระเบื้อง คิดเป็นร้อยละ 0.00
9. อื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 7.83

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่า ขยะย่อยสลายได้จำเศษอาหารและอินทรีย์สารเศษ มีปริมาณที่เกิดขึ้นในแต่ละวันมากที่สุดถึงร้อยละ 46.98 รองลงมาได้แก่ขยะรีไซเคิลจำพวกพลาสติก กระดาษ และแก้ว ซึ่งมีปริมาณคิดเป็นร้อยละ 22.92 , 8.69 และ 5.37 ตามลำดับ หรือมีปริมาณรวมกันคิดเป็นร้อยละ 36.98 (รูปที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบของขยะศูนย์กำจัดขยะ ตำบลท่าอินุญ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

องค์ประกอบขยะ	ปริมาณขยะ (กิโลกรัม)						รวม	ร้อยละ (%)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6		
1. เศษอาหารและอินทรีย์สาร	12.2	13.9	14.3	12.9	13.4	15.5	82.2	46.98
2. กระดาษ	2.9	1.3	2.2	4.6	1.4	2.8	15.2	8.69
3. พลาสติก	6.9	5.6	6.8	7.5	5.3	8	40.1	22.92
4. เศษผ้า	0	2.8	0	0	3	1	6.8	3.89
5. แก้ว	1.8	1.4	3	1	2.2	0	9.4	5.37
6. เศษไม้	1.3	0.6	0	0	1.7	0.8	4.4	2.51
7. โลหะ	0	1.3	0.3	0	1.3	0.27	3.17	1.81
8. เศษหินและกระเบื้อง	0	0	0	0	0	0	0	0.00
9. อื่น ๆ	1.4	1.4	3.6	3.5	1.5	2.3	13.7	7.83
รวม	26.5	28.3	30.2	29.5	29.8	30.67	174.97	100.00

ผลจากการศึกษาองค์ประกอบของขยะภายในศูนย์กำจัดขยะ ตำบลท่าอินุญ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ในการวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่า ขยะย่อยสลายได้ที่เกิดขึ้นร้อยละ 46.98 มีปริมาณมากเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการผลิตปุ๋ยหมักเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ ส่วนในกรณีของขยะรีไซเคิลจำพวกพลาสติก กระดาษ และแก้ว ซึ่งมีปริมาณรวมกันมากถึงร้อยละ 36.98 ก็นับว่ามีจำนวนมากเช่นเดียวกัน โดยสามารถคัดแยกและรวบรวมเพื่อนำไปจำหน่ายให้กับผู้ประกอบการรับซื้อขยะรีไซเคิล อันจะก่อให้เกิดรายได้เสริมอีกทางหนึ่งด้วย



รูปที่ 4.1 องค์ประกอบของขยะศูนย์กำจัดขยะ ตำบลท่าอินุญ อำเภอห่มสั๊ก จังหวัดเพชรบูรณ์

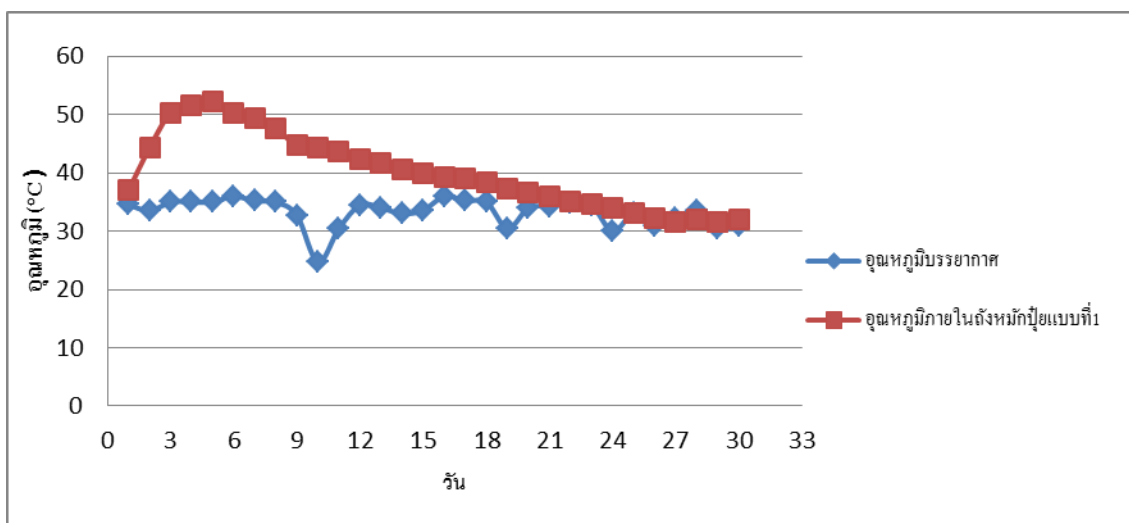
4.2 การศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะภายในศูนย์กำจัดขยะ ตำบลท่าอินุญ อำเภอห่มสั๊ก จังหวัดเพชรบูรณ์

4.2.1 การศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะรูปแบบที่ 1

ผลการศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะรูปแบบที่ 1 โดยใช้เศษอาหาร เศษหญ้า และใบไม้เศษผักผลไม้ในอัตราส่วน 3:2:1 โดยน้ำหนัก และใช้สารเร่งจุลินทรีย์ พด.1 เป็นตัวเร่งในกระบวนการหมักปุ๋ย มีรายละเอียดดังนี้

(1) ระยะเวลาและอุณหภูมิในการหมักปุ๋ย

การหมักปุ๋ยจากขยะที่ย่อยสลายได้โดยกระบวนการใช้ออกซิเจน ตามรูปแบบที่ 1 ใช้ระยะเวลารวมทั้งสิ้น 30 วัน เริ่มตั้งแต่วันที่ 21 เมษายน ถึง 20 พฤษภาคม พ.ศ. 2559 จำนวน 30 วัน ซึ่งสามารถแสดงกระบวนการหมักปุ๋ยในรูปของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในถังหมักปุ๋ยได้ดังภาพที่ 4.2 และตารางที่ 4.2 ต่อไปนี้ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค)



รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงระยะเวลาและอุณหภูมิในการหมักปุ๋ยแบบที่ 1

ตารางที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงระยะเวลาและอุณหภูมิในการหมักปุ๋ยแบบที่ 1

ลำดับที่	วันที่	อุณหภูมิบรรยากาศ (°C)	อุณหภูมิภายในถังหมักปุ๋ยแบบที่ 1 (°C) (เฉลี่ย 3 ครั้ง)
1	21/4/2559	34.6	37.00
2	22/4/2559	33.5	44.33
3	23/4/2559	35	50.33
4	24/4/2559	35	51.67
5	25/4/2559	35	52.33
6	26/4/2559	36	50.33
7	27/4/2559	35.2	49.33
8	28/4/2559	35	47.67
9	29/4/2559	32.7	44.67
10	30/4/2559	24.7	44.33
11	1/5/2559	30.5	43.67
12	2/5/2559	34.5	42.33
13	3/5/2559	34	41.67

(ต่อ) ตารางที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงระยะเวลาและอุณหภูมิในการหมักปุ๋ยแบบที่ 1

ลำดับที่	วันที่	อุณหภูมิบรรยากาศ (°C)	อุณหภูมิภายในถังหมักปุ๋ยแบบที่ 1 (°C) (เฉลี่ย 3 ครั้ง)
14	4/5/2559	33	40.67
15	5/5/2559	33.6	40.00
16	6/5/2559	36	39.33
17	7/5/2559	35.2	39.00
18	8/5/2559	35	38.33
19	9/5/2559	30.5	37.33
20	10/5/2559	34	36.67
21	11/5/2559	34.3	36.00
22	12/5/2559	34.8	35.00
23	13/5/2559	34.4	34.67
24	14/5/2559	30	34.00
25	15/5/2559	33.1	33.00
26	16/5/2559	31	32.33
27	17/5/2559	32.3	31.67
28	18/5/2559	33.6	32.00
29	19/5/2559	30.5	31.67
30	20/5/2559	30.8	32.00

จากรูปที่ 4.2 และตารางที่ 4.2 พบว่า อุณหภูมิในการหมักปุ๋ยจากขยะย่อยสลายได้ด้วย กระบวนการใช้ออกซิเจนตลอดการหมักอยู่ในช่วง 52-34 องศาเซลเซียส โดยเกิดปฏิกิริยาย่อยสลาย อินทรีย์วัตถุโดยจุลินทรีย์สูงที่สุดในช่วงแรกของการหมักปุ๋ยคือระหว่างวันที่ 22/4/2559 ถึง 28/4/2559 ซึ่งมีอุณหภูมิที่วัดได้ในถังหมักปุ๋ย ตั้งแต่ 44 °C ขึ้นไปทุกวัน และปฏิกิริยาย่อยสลาย ดังกล่าวเริ่มลดระดับลงในช่วงที่สองคือระหว่างวันที่ 29/4/2559 ถึง 9/5/2559 โดยที่สามารถวัด อุณหภูมิในถังหมักได้ประมาณ 44 °C ถึง 37 °C หลังจากนั้นเมื่อเข้าสู่ช่วงที่สามคือระหว่างวันที่ 10/5/2559 ถึง 20/5/2559 ปรากฏผลว่าอุณหภูมิภายในถังหมักปุ๋ยอยู่ในสภาพคงตัวที่ระดับประมาณ

36 °C ถึง 31 °C ซึ่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิของอากาศภายนอกจึงพอจะสรุปได้ว่าปฏิกิริยาย่อยสลายอินทรีย์วัตถุโดยจุลินทรีย์ใกล้เคียงเสร็จสิ้นลงแล้ว อันหมายถึงกระบวนการหมักทำปุ๋ยจากขยะกัญชงยุติลงเช่นเดียวกัน

(2) คุณภาพของปุ๋ยหมักทางกายภาพและเคมี

คุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะย่อยสลายได้โดยกระบวนการใช้ออกซิเจนตามรูปแบบที่ 1 ซึ่งวิเคราะห์โดยศูนย์ทดสอบวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยธนบุรีปรากฏผลดังแสดงตามตารางที่ 4.3 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.3 คุณภาพของปุ๋ยหมักทางกายภาพและเคมีแบบที่ 1

ค่าที่วัด	หน่วย	ค่าที่ทดสอบ (เฉลี่ย 3 ครั้ง)	
		15 วัน	30 วัน
ค่าความชื้น	ร้อยละ	33.23	43.47
ความเป็นกรด - ด่าง (โดยน้ำหนักร้อยละ)	-	6.71	6.60
ค่าการนำไฟฟ้า (โดยน้ำหนักร้อยละ)	ms/cm	2.42	4.34
ค่าอินทรีย์วัตถุ (โดยน้ำหนักร้อยละ)	ร้อยละ	38.50	73.93
ค่าอินทรีย์คาร์บอน (โดยน้ำหนักร้อยละ)	ร้อยละ	22.30	42.90
C/N Ratio	-	17.80:1	38.13:1
ฟอสฟอรัส (Total P ₂ O ₅) (โดยน้ำหนักร้อยละ)	ร้อยละ	0.36	0.30
โพแทสเซียม (K ₂ O) (โดยน้ำหนักร้อยละ)	ร้อยละ	1.15	1.43
ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N)	ร้อยละ	1.25	1.13

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะย่อยสลายได้ตามรูปแบบที่ 1 มีในช่วง 15 วัน มีคุณภาพดังนี้คือ ปริมาณความชื้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 33.23 ความเป็นกรด-ด่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.71 ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.42 ms/cm ค่าอินทรีย์วัตถุมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 38.50 ค่าอินทรีย์คาร์บอนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 22.30 อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.80:1 ส่วนองค์ประกอบทางเคมีในรูปของปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและไนโตรเจน พบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.36 1.15 และ 1.25 ตามลำดับ

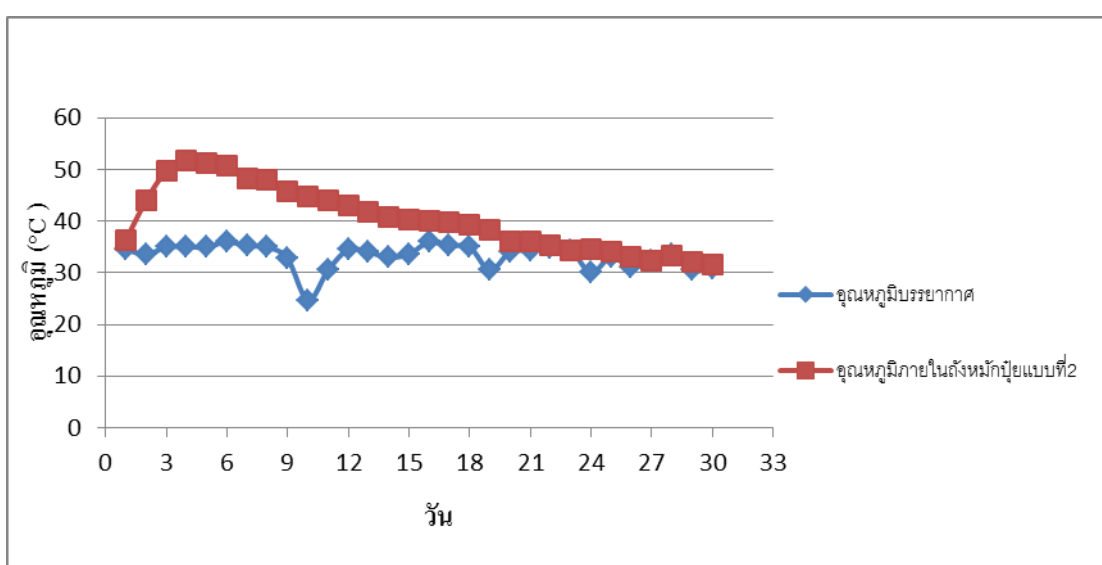
ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะย่อยสลายได้ตามรูปแบบที่ 1 มีในช่วง 30 วันมีคุณภาพ ดังนี้คือ ปริมาณความชื้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 43.47 ความเป็นกรด-ด่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.60 ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 ms/cm ค่าอินทรีย์วัตถุมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 73.93 ค่าอินทรีย์คาร์บอนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 42.90 อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 38.13:1 ส่วนองค์ประกอบทางเคมีในรูปของปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและไนโตรเจน พบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.30 1.43 และ 1.13 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.3

4.2.1 การศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะรูปแบบที่ 2

ผลการศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะรูปแบบที่ 2 โดยใช้เศษอาหาร เศษหญ้า และใบไม้เศษผักผลไม้ในอัตราส่วน 3:2:1 โดยน้ำหนัก และใช้น้ำหมักชีวภาพจากมะขาม เป็นตัวเร่งในกระบวนการหมักปุ๋ย มีรายละเอียดดังนี้

(1) ระยะเวลาและอุณหภูมิในการหมักปุ๋ย

การหมักปุ๋ยจากขยะที่ย่อยสลายได้โดยกระบวนการใช้ออกซิเจน ตามรูปแบบที่ 2 ใช้ระยะเวลารวมทั้งสิ้น 30 วัน เริ่มตั้งแต่วันที่ 21 เมษายน ถึง 20 พฤษภาคม พ.ศ. 2559 จำนวน 30 วัน ซึ่งสามารถแสดงกระบวนการหมักปุ๋ยในรูปของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในถังหมักปุ๋ยได้ ดังภาพที่ 4.3 และตารางที่ 4.4 ต่อไปนี้ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค)



รูปที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงระยะเวลาและอุณหภูมิในการหมักปุ๋ยแบบที่ 2

ตารางที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงระยะเวลาและอุณหภูมิในการหมักปุ๋ยแบบที่ 2

ลำดับที่	วันที่	อุณหภูมิบรรยากาศ (°C)	อุณหภูมิภายในถังหมักปุ๋ยแบบที่ 2 (°C) (เฉลี่ย 3 ครั้ง)
1	21/4/2559	34.6	36.33
2	22/4/2559	33.5	44.00
3	23/4/2559	35	49.67
4	24/4/2559	35	51.67
5	25/4/2559	35	51.33
6	26/4/2559	36	50.67
7	27/4/2559	35.2	48.33
8	28/4/2559	35	48.00
9	29/4/2559	32.7	45.67
10	30/4/2559	24.7	44.67
11	1/5/2559	30.5	44.00
12	2/5/2559	34.5	43.00
13	3/5/2559	34	41.67
14	4/5/2559	33	40.67
15	5/5/2559	33.6	40.33
16	6/5/2559	36	40.00
17	7/5/2559	35.2	39.67
18	8/5/2559	35	39.33
19	9/5/2559	30.5	38.33
20	10/5/2559	34	36.00
21	11/5/2559	34.3	36.00
22	12/5/2559	34.8	35.33

(ต่อ) ตารางที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงระยะเวลาและอุณหภูมิในการหมักปุ๋ยแบบที่ 2

ลำดับที่	วันที่	อุณหภูมิบรรยากาศ (°C)	อุณหภูมิภายในถังหมักปุ๋ยแบบที่ 2 (°C) (เฉลี่ย 3 ครั้ง)
23	13/5/2559	34.4	34.33
24	14/5/2559	30	34.67
25	15/5/2559	33.1	34.00
26	16/5/2559	31	33.00
27	17/5/2559	32.3	32.33
28	18/5/2559	33.6	33.33
29	19/5/2559	30.5	32.00
30	20/5/2559	30.8	31.67

จากรูปที่ 4.4 และตารางที่ 4.4 พบว่า อุณหภูมิในการหมักปุ๋ยจากขยะย่อยสลายได้ด้วย กระบวนการใช้ออกซิเจนตลอดการหมักอยู่ในช่วง 52-34 องศาเซลเซียส โดยเกิดปฏิกิริยาย่อยสลาย อินทรีย์วัตถุโดยจุลินทรีย์สูงที่สุดในช่วงแรกของการหมักปุ๋ยคือระหว่างวันที่ 22/4/2559 ถึง 1/5/2559 ซึ่งมีอุณหภูมิที่วัดได้ในถังหมักปุ๋ย ตั้งแต่ 44 °C ขึ้นไปทุกวัน และปฏิกิริยาย่อยสลาย ดังกล่าวเริ่มลดระดับลงในช่วงที่สองคือระหว่างวันที่ 2/5/2559 ถึง 9/5/2559 โดยที่สามารถวัด อุณหภูมิในถังหมักได้ประมาณ 43 °C ถึง 38 °C หลังจากนั้นเมื่อเข้าสู่ช่วงที่สามคือระหว่างวันที่ 10/5/2559 ถึง 20/5/2559 ปรากฏผลว่าอุณหภูมิภายในถังหมักปุ๋ยอยู่ในสภาพคงตัวที่ระดับประมาณ 36 °C ถึง 31 °C ซึ่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิของอากาศภายนอกจึงพอจะสรุปได้ว่าปฏิกิริยาย่อยสลาย อินทรีย์วัตถุโดยจุลินทรีย์ใกล้เสร็จสิ้นลงแล้ว อันหมายถึงกระบวนการหมักทำปุ๋ยจากขยะก็ยุติลง เช่นเดียวกัน

(2) คุณภาพของปุ๋ยหมักทางกายภาพและเคมี

คุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิต จากขยะย่อยสลายได้โดยกระบวนการใช้ออกซิเจนตามรูปแบบที่ 2 ซึ่งวิเคราะห์โดยศูนย์ทดสอบวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร ปรากฏผลดังแสดงตามตารางที่ 4.5 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.5 คุณภาพของปุ๋ยหมักทางกายภาพและเคมีแบบที่ 2

ค่าที่วัด	หน่วย	ค่าที่ทดสอบ (เฉลี่ย 3 ครั้ง)	
		15 วัน	30 วัน
ค่าความชื้น	ร้อยละ	31.40	40.80
ความเป็นกรด - ด่าง (โดยน้ำหนักร้อยละ)	-	6.22	6.45
ค่าการนำไฟฟ้า (โดยน้ำหนักร้อยละ)	ms/cm	1.80	4.70
ค่าอินทรีย์วัตถุ (โดยน้ำหนักร้อยละ)	ร้อยละ	39.80	68.40
ค่าอินทรีย์คาร์บอน (โดยน้ำหนักร้อยละ)	ร้อยละ	23.07	39.67
C/N Ratio	-	23.67:1	45.10:1
ฟอสฟอรัส (Total P ₂ O ₅)(โดยน้ำหนักร้อยละ)	ร้อยละ	0.19	0.29
โพแทสเซียม (K ₂ O)(โดยน้ำหนักร้อยละ)	ร้อยละ	0.85	0.84
ไนโตรเจนทั้งหมด(Total N)	ร้อยละ	0.98	1.02

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะย่อยสลายได้ตามรูปแบบที่ 2 มีในช่วง 15 วัน มีคุณภาพดังนี้คือ ปริมาณความชื้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 31.40 ความเป็นกรด-ด่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.22 ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.80 ms/cm ค่าอินทรีย์วัตถุมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 39.80 ค่าอินทรีย์คาร์บอนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 23.07 อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.67:1 ส่วนองค์ประกอบทางเคมีในรูปของปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและไนโตรเจน พบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.19 0.85 และ 0.98 ตามลำดับ

ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะย่อยสลายได้ตามรูปแบบที่ 2 มีในช่วง 30 วันมีคุณภาพดังนี้คือ ปริมาณความชื้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 40.80 ความเป็นกรด-ด่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.45 ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 ms/cm ค่าอินทรีย์คาร์บอนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 68.40 ค่าอินทรีย์คาร์บอนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 39.67 อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 45.10:1 ส่วน

องค์ประกอบทางเคมีในรูปของปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและไนโตรเจน พบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.29 0.84 และ 1.02 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.5

4.3 ผลการเปรียบเทียบปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะภายในศูนย์กำจัดขยะ ตำบลท่าอิฐ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ในรูปแบบที่แตกต่างกัน

ผลการเปรียบเทียบคุณภาพปุ๋ยหมักที่ได้รับจากการผลิตปุ๋ยตามรูปแบบที่ 1 การผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้เศษอาหาร เศษหญ้าและใบไม้ เศษผักผลไม้ในอัตราส่วน 3:2:1 โดยน้ำหนัก และใช้สารเร่งซูปเปอร์ พล.1 เป็นตัวเร่งในกระบวนการหมักปุ๋ย และตามรูปแบบที่ 2 โดยใช้เศษอาหาร เศษหญ้าและใบไม้ เศษผักผลไม้ และใช้น้ำหมักชีวภาพจากมะขามในอัตราส่วน 3:2:1 โดยน้ำหนักมีรายละเอียดดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.6 และ 4.7 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4.6 คุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะย่อยสลายได้เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดิน (15 วัน)

ค่าที่วัด	หน่วย	รูปแบบการผลิตปุ๋ยหมัก (15วัน)		มาตรฐาน ปุ๋ยอินทรีย์
		แบบที่ 1	แบบที่ 2	
ค่าความชื้น	ร้อยละ	33.23	31.40	< 30.0
ความเป็นกรด - ด่าง (โดยน้ำหนักแห้ง)		6.71	6.22	5.5-8.5
ค่าการนำไฟฟ้า (โดยน้ำหนักแห้ง)	ms/cm	2.42	1.80	ไม่เกิน 10 เดซิซีเมน/เมตร
ค่าอินทรีย์วัตถุ (โดยน้ำหนักแห้ง)	ร้อยละ	38.50	39.80	≥ 30
ค่าอินทรีย์คาร์บอน (โดยน้ำหนักแห้ง)	ร้อยละ	22.30	23.07	-
C/N Ratio		17.80:1	23.67:1	20:1
ฟอสฟอรัส (Total P_2O_5) (โดยน้ำหนักแห้ง)	ร้อยละ	0.36	0.19	≥ 0.50
โพแทสเซียม (K_2O) (โดยน้ำหนักแห้ง)	ร้อยละ	1.15	0.85	≥ 0.50
ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N)	ร้อยละ	1.25	0.98	≥ 1.0

จากตารางที่ 4.7 เมื่อนำผลการวิเคราะห์คุณภาพของปุ๋ยหมักข้างต้น(15วัน)ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง) ของกรมพัฒนาที่ดินแล้วปรากฏผลดังนี้คือ ปริมาณความชื้นของปุ๋ยหมักที่ทดลองทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ทั้ง 2 รูปแบบ ค่าการนำไฟฟ้า มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักทั้ง 2 รูปแบบ ค่าอินทรีย์วัตถุ มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมัก โดยมีค่าไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30 ของน้ำหนัก ทั้ง 2 รูปแบบ อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) พบว่า ปุ๋ยหมักแบบที่ 1 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักของกรมพัฒนาที่ดินกล่าวคือ ในขณะที่อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้เท่ากับ 20:1 และปุ๋ยหมักแบบที่ 2 มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมัก โดยปริมาณฟอสฟอรัส (P) มีค่าไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักของกรมพัฒนาที่ดิน ทั้งปุ๋ยหมักแบบที่ 1 และ 2 ค่าโพแทสเซียม (K) มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ทั้ง 2 รูปแบบ ปริมาณไนโตรเจน (N) ปุ๋ยหมักแบบที่ 1 มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมัก ส่วนปุ๋ยหมักแบบที่ 2 มีค่าไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักของกรมพัฒนาที่ดิน

ปุ๋ยหมักที่ได้รับจากการผลิตตามรูปแบบที่ 1 และ 2 ในช่วง 15 วัน มีคุณภาพแตกต่างกันไม่มากนักสำหรับบางพารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าความชื้น ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า ค่าอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) ปริมาณไนโตรเจน (N) ส่วนค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) พบว่ามีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก คือ C/N ratio ของปุ๋ยหมักที่ผลิตตามรูปแบบที่ 2 มีค่าเท่ากับ 23.67:1 โดยสูงกว่า C/N ratio ของปุ๋ยหมักที่ผลิตตามรูปแบบที่ 1 ซึ่งมีค่าเพียง 17.80:1 เท่านั้น เป็นต้น อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมของคุณภาพปุ๋ยหมักในทุกพารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวิเคราะห์แล้วจะเห็นได้ว่า ปุ๋ยหมักที่ได้รับจากการผลิตตามรูปแบบที่ 1 มีคุณภาพดีกว่าปุ๋ยหมักที่ผลิตตามรูปแบบที่ 2 เล็กน้อย โดยเฉพาะในส่วน of ค่าธาตุอาหารหลัก คือ ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) และปริมาณไนโตรเจน (N)

ตารางที่ 4.7 คุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะย่อยสลายได้เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดิน (30 วัน)

ค่าที่วัด	หน่วย	รูปแบบการผลิตปุ๋ยหมัก (30วัน)		มาตรฐาน ปุ๋ยอินทรีย์
		แบบที่ 1	แบบที่ 2	
ค่าความชื้น	ร้อยละ	43.47	40.80	< 30.0
ความเป็นกรด - ด่าง (โดยน้ำหนักรวบรวม)		6.60	6.45	5.5-8.5
ค่าการนำไฟฟ้า (โดยน้ำหนักรวบรวม)	ms/cm	4.34	4.70	ไม่เกิน 10 เดซิซีเมน/เมตร
ค่าอินทรีย์วัตถุ (โดยน้ำหนักรวบรวม)	ร้อยละ	73.93	68.40	≥ 30
ค่าอินทรีย์คาร์บอน (โดยน้ำหนักรวบรวม)	ร้อยละ	42.90	39.67	-
C/N Ratio		38.13:1	45.10:1	ไม่เกิน 20:1
ฟอสฟอรัส (Total P ₂ O ₅) (โดยน้ำหนักรวบรวม)	ร้อยละ	0.30	0.29	≥ 0.50
โพแทสเซียม (K ₂ O)(โดยน้ำหนักรวบรวม)	ร้อยละ	1.43	0.84	≥ 0.50
ไนโตรเจนทั้งหมด(Total N)	ร้อยละ	1.13	1.02	≥ 1.0

จากตารางที่ 4.8 เมื่อนำผลการวิเคราะห์คุณภาพของปุ๋ยหมักข้างต้น(30วัน)ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง) ของกรมพัฒนาที่ดินแล้วปรากฏผลดังนี้คือ ปริมาณความชื้นของปุ๋ยหมักที่ทดลองทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 2 รูปแบบ ค่าการนำไฟฟ้า มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักทั้ง 2 รูปแบบ ค่าอินทรีย์วัตถุ มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมัก โดยมีค่าไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30 ของน้ำหนัก ทั้ง 2 รูปแบบ อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) พบว่า ปุ๋ยหมักแบบที่ 1และแบบที่ 2 มีค่าเกินกว่าค่าเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักของกรมพัฒนาที่ดิน กล่าวคือ อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน เท่ากับ 20:1 ปริมาณฟอสฟอรัส (P) มีค่าไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักของกรมพัฒนาที่ดิน ทั้งปุ๋ยหมักแบบที่ 1และ 2 ค่าโพแทสเซียม (K) มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ทั้ง 2 รูปแบบ ปริมาณไนโตรเจน (N) ค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ทั้ง 2 รูปแบบ

ปุ๋ยหมักที่ได้รับจากการผลิตตามรูปแบบที่ 1 และ 2 ในช่วง 30 วัน มีคุณภาพแตกต่างกันไม่มากนัก สำหรับบางพารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าความชื้น ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า ฟอสฟอรัส (P) ปริมาณไนโตรเจน (N) ส่วนค่าอินทรีย์วัตถุ ค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) และค่าโพแทสเซียม (K) พบว่ามีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมของคุณภาพปุ๋ยหมักในทุกพารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวิเคราะห์แล้วจะเห็นได้ว่า ปุ๋ยหมักที่ได้รับจากการผลิตตามรูปแบบที่ 1 มีคุณภาพดีกว่าปุ๋ยหมักที่ผลิตตามรูปแบบที่ 2 เล็กน้อย โดยเฉพาะในส่วนของคุณค่าธาตุอาหารหลัก คือ ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) และปริมาณไนโตรเจน (N)

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบที่เหมาะสมในการผลิตปุ๋ยหมักจากขยะชุมชน มีรายละเอียดของผลการทดลองโดยสรุปรวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ จากการดำเนินงานวิจัยสามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ข้อตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

5.1 การศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติของขยะในศูนย์กำจัดขยะ ตำบลท่าอิฐ

จังหวัดเพชรบูรณ์

การศึกษาองค์ประกอบของขยะที่เกิดขึ้นภายในศูนย์กำจัดขยะ ตำบลท่าอิฐ จังหวัดเพชรบูรณ์ ในครั้งนี้ ได้ทำการจำแนก ขยะที่สำรวจพบในบ่อขยะในตำบลท่าอิฐออกเป็นประเภทต่างๆ รวมทั้งหมด 9 ประเภท เรียงลำดับจากขยะที่มีปริมาณมากไปหาน้อยดังนี้คือ (1) เศษอาหารและอินทรีย์สาร คิดเป็นร้อยละ 46.98 (2) พลาสติก คิดเป็นร้อยละ 22.92 (3) กระดาษ คิดเป็นร้อยละ 8.69 (4) แก้ว คิดเป็นร้อยละ 5.37 (5) เศษผ้า คิดเป็นร้อยละ 3.89 (6) เศษไม้ คิดเป็นร้อยละ 2.51 (7) โลหะ คิดเป็นร้อยละ 1.81 (8) เศษหิน กระเบื้อง คิดเป็นร้อยละ 0.00 และ (9) อื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 7.83ตามลำดับ ซึ่งจากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่า ขยะย่อยสลายได้จำพวกเศษอาหารและอินทรีย์สาร มีปริมาณที่เกิดขึ้นในแต่ละวันมากที่สุด รองลงมาได้แก่ขยะรีไซเคิลจำพวกพลาสติก กระดาษ และแก้ว ตามลำดับ

5.2 การศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะภายในศูนย์กำจัดขยะ ตำบลท่าอิฐ อำเภอหล่ม

สัก จังหวัดเพชรบูรณ์

5.2.1 ผลการศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะรูปแบบที่ 1 โดยใช้เศษอาหาร เศษหญ้าและใบไม้ เศษผักผลไม้ในอัตราส่วน 3:2:1 โดยน้ำหนัก และใช้สารเร่งจุลินทรีย์ พด.1 เป็นตัวเร่งในกระบวนการหมักปุ๋ย ในวันที่ 15 และวันที่ 30 มีคุณภาพดังนี้คือ ปริมาณความชื้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 33.23 และ 43.47 ความเป็นกรดและด่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.71 และ 6.60 ค่าการนำไฟฟ้า 2.42 ms/cm และ 4.34 ms/cm ค่าอินทรีย์วัตถุ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 38.50 และ 73.93 ค่าอินทรีย์คาร์บอนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 22.30 และ 42.90 อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.80:1 และ 38.13:1 ส่วนองค์ประกอบทางเคมีในรูปของปริมาณ

ฟอสฟอรัสมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.36 และ 0.30 โพแทสเซียมมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 1.15 และ 1.43 ในโตรเจนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 1.25 และ 1.13 ตามลำดับ เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยหมักเกรด 1 ของกรมพัฒนาที่ดินแล้ว พบว่า ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะรูปแบบที่ 1 ในวันที่ 15 มีความเป็นกรดและค่าการนำไฟฟ้า ค่าอินทรีย์วัตถุ อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน โพแทสเซียม และไนโตรเจน มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานข้างต้นทุกพารามิเตอร์ ยกเว้นปริมาณความชื้นและปริมาณฟอสฟอรัส เท่านั้นที่พบว่ายังไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักของกรมพัฒนาที่ดิน และในวันที่ 30 พบว่า มีความเป็นกรดและค่าการนำไฟฟ้า ค่าอินทรีย์วัตถุ โพแทสเซียม และไนโตรเจน มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานข้างต้นทุกพารามิเตอร์ ยกเว้นปริมาณความชื้น อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน และปริมาณฟอสฟอรัส เท่านั้นที่พบว่ายังไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักของกรมพัฒนาที่ดิน

5.2.2 ผลการศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะรูปแบบที่ 2 โดยใช้เศษอาหาร เศษหญ้าและใบไม้ เศษผักผลไม้ในอัตราส่วน 3:2:1 โดยน้ำหนัก และใช้น้ำหมักชีวภาพจากมะขามเป็นตัวเร่งในกระบวนการหมักปุ๋ย ในวันที่ 15 และวันที่ 30 มีคุณภาพดังนี้คือ ปริมาณความชื้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 31.40 และ 40.80 ความเป็นกรดและค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.22 และ 6.45 ค่าการนำไฟฟ้า 1.80 ms/cm และ 4.70 ms/cm ค่าอินทรีย์วัตถุ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 39.80 และ 68.40 ค่าอินทรีย์คาร์บอนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 23.67:1 และ 39.67 อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.80:1 และ 45.10:1 ส่วนองค์ประกอบทางเคมีในรูปของปริมาณฟอสฟอรัสมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.19 และ 0.29 โพแทสเซียมมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.85 และ 0.84 ในโตรเจนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.98 และ 1.02 ตามลำดับ เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยหมักเกรด 1 ของกรมพัฒนาที่ดินแล้ว พบว่า ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะรูปแบบที่ 1 ในวันที่ 15 มีความเป็นกรดและค่าการนำไฟฟ้า ค่าอินทรีย์วัตถุ มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานข้างต้น ยกเว้นปริมาณความชื้น อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และไนโตรเจน ที่พบว่ายังไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักของกรมพัฒนาที่ดิน ส่วนในปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะรูปแบบที่ 2 ในวันที่ 30 พบว่า มีความเป็นกรดและค่าการนำไฟฟ้า ค่าอินทรีย์วัตถุ และไนโตรเจน มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานข้างต้น ยกเว้นปริมาณความชื้น อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่พบว่ายังไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยหมักของกรมพัฒนาที่ดิน

5.3 การเปรียบเทียบปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะย่อยสลายได้ในรูปแบบที่ต่างกัน

การเปรียบเทียบของปุ๋ยหมักที่ได้รับจากการผลิตทั้ง 2 รูปแบบ พบว่า ปุ๋ยหมักที่ได้รับจากการผลิตตามรูปแบบที่ 1 และ 2 มีคุณภาพแตกต่างกันไม่มากนัก ทั้งในวันที่ 15 และวันที่ 30 ของการหมัก พบว่าวันที่ 15 มีคุณภาพแตกต่างกันไม่มากนักสำหรับบางพารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าความชื้น ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า ค่าอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) ปริมาณไนโตรเจน (N) ส่วนค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) พบว่ามีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก คือ C/N ratio ของปุ๋ยหมักที่ผลิตตามรูปแบบที่ 2 มีค่าเท่ากับ 23.67:1 โดยสูงกว่า C/N ratio ของปุ๋ยหมักที่ผลิตตามรูปแบบที่ 1 ซึ่งมีค่าเพียง 17.80:1 เท่านั้น เป็นต้น อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมของคุณภาพปุ๋ยหมักในทุกพารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวิเคราะห์แล้วจะเห็นได้ว่า ปุ๋ยหมักที่ผลิตตามรูปแบบที่ 1 มีคุณภาพดีกว่าปุ๋ยหมักที่ผลิตตามรูปแบบที่ 2 เล็กน้อย โดยเฉพาะในส่วนของคุณค่า ธาตุอาหารหลัก คือ ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) และปริมาณไนโตรเจน (N) และในวันที่ 30 มีคุณภาพแตกต่างกันไม่มากนักสำหรับบางพารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าความชื้น ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า ฟอสฟอรัส (P) ปริมาณไนโตรเจน (N) ส่วนค่าอินทรีย์วัตถุ ค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) และค่าโพแทสเซียม (K) พบว่ามีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมของคุณภาพปุ๋ยหมักในทุกพารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวิเคราะห์แล้วจะเห็นได้ว่า ปุ๋ยหมักที่ผลิตตามรูปแบบที่ 1 มีคุณภาพดีกว่าปุ๋ยหมักที่ผลิตตามรูปแบบที่ 2 เล็กน้อย โดยเฉพาะในส่วนของคุณค่า ธาตุอาหารหลัก คือ ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) และปริมาณไนโตรเจน (N)

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ควรทำการศึกษาอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนของขยะย่อยสลายได้ประเภทอื่นๆ ที่เกิดขึ้น เช่น หญ้าสด หญ้าแห้ง ใบไม้สด ใบไม้แห้ง กิ่งไม้สด กิ่งไม้แห้ง ฯลฯ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลว่าขยะแต่ละประเภทมีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการนำมาทำปุ๋ยหมักมากน้อยเพียงใด

5.4.2 ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะย่อยสลายได้ระหว่างการหมักปุ๋ยด้วยวิธีใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน ทั้งนี้เพื่อที่จะทราบว่าวิธีการหมักปุ๋ยทั้ง 2 แบบให้ผลผลิตปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไรเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดกระบวนการหมักปุ๋ยจากขยะที่มีประสิทธิภาพต่อไป

บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ. 2550. คู่มือแนวทางและข้อกำหนดเบื้องต้นการลดและใช้ประโยชน์จาก
ขยะมูลฝอย. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมควบคุมมลพิษ. 2552. คู่มือการดำเนินงานลดและคัดแยกขยะมูลฝอยภายในอาคารสำนักงาน.
กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมควบคุมมลพิษ. 2552. คู่มือการทำปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอย. กรุงเทพฯ:
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมวิชาการเกษตร. มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548.
- ชัยทัศน์ ไพรินทร์ . 2549. การจัดการดิน ภาควิชาปฐพีศาสตร์. คณะเกษตรศาสตร์.
มหาวิทยาลัยขอนแก่น. พิมพ์ครั้งที่ 2
- ธีระพงษ์ สว่างปัญญางกูร เสมอขวัญ ตันติกุล และชนวัฒน์ นิทัศน์วิจิตร. 2547. การศึกษาความ
เป็นไปได้ในการผลิตปุ๋ยหมักจากเศษพืชในเชิงอุตสาหกรรมด้วยระบบกองเติมอากาศ.
คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- ธันวดี ศรีธาวีรัตน์. 2547. การศึกษากระบวนการทำปุ๋ยหมักจากเศษอาหารร่วมกับเศษวัสดุเหลือ
ทิ้งทางการเกษตร. มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.
- นคร สุริยานนท์. 2552. การศึกษาผลของการเติมอากาศแบบแพสซีฟต่อการทำปุ๋ยหมักจากขยะ
อินทรีย์ครัวเรือน. เชียงใหม่: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นนทรัฐ อินย์ม . 2549. การศึกษาการหาอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนและอัตราการเติม
อากาศที่เหมาะสมในการทำปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอยชุมชน. คณะวิศวกรรมศาสตร์.
มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ภัทรา วงษ์พันธุ์กมล ยุทธนา มานะกิจ และอาณัฐ ฮาวกันทะ. 2552. การหมักทำปุ๋ยชีวภาพจาก
กากน้ำตาล. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาควิชาพืชเชียงใหม่
- มลจิรา พวงสดและปนัดดา มะลิหอม. 2542. การวิเคราะห์ลักษณะมูลฝอยเบื้องต้นภายใน
สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์
สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา.
- ขงยุทธ โอสดสภา . 2541. ศัพท์ในวงการปุ๋ย. ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเกษตรศาสตร์.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ.
- ลดาวัดย์ วัฒนะจิระ . 2546. การทำปุ๋ยหมักจากเศษใบไม้แห้งและขยะโดยวิธีการหมักแบบใช้

- ออกซิเจน. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม.
คณะวิชาโยธา. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ เชียงใหม่.
- สำนักนิเทศและการถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน. 2550. เอกสารเพื่อการถ่ายทอดความรู้
และเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
สรพรรณ อมตธรรม. 2546. การศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากเศษอาหารโดยใช้เทอร์โมฟิลิก
แบคทีเรีย. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
อาณัติ ต๊ะปิ่นตา. 2553. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอย. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์
แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาณัติ ต๊ะปิ่นตา. 2555. รูปแบบที่เหมาะสมในการผลิตปุ๋ยหมักจากขยะย่อยสลายได้เพื่อนำกลับมา
ใช้ประโยชน์ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- อุษา วิเศษสุมน. 2547. แนวทางในการปรับปรุงการจัดการขยะของมหาวิทยาลัย ธรรมศาสตร์
ศูนย์รังสิต. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์วิทยาเขตศูนย์รังสิต.
- Shah, K.L. (2000). **Basics of solid and hazardous waste management technology.**
New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H. and S. Vigil. (1993). **Integrated solid waste manage-
ment: Engineering principles and management issues.** New Jersey: McGrawHill, Inc.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีการสุ่มตัวอย่างเพื่อศึกษาองค์ประกอบของขยะ



ภาพ ก-1 นำขยะมากองรวมกันก่อนจะแบ่งเป็น4ส่วน



ภาพ ก-2 แบ่งกองขยะที่เตรียมไว้เป็น4ส่วนเท่ากัน



ภาพ ก-3 เลือกขยะ2ส่วนที่อยู่ตรงข้ามกันมาใช้ในการแยกขยะ



ภาพ ก-4 นำขยะที่เลือกมา 2 ส่วน ผสมคลุกเคล้ากันให้ทั่ว



ภาพ ก-5 ทำการคัดแยกองค์ประกอบของขยะแต่ละประเภทออกจากกัน



ภาพ ก-6 นำขยะแต่ละประเภทที่คัดแยกออกจากกันมาชั่งน้ำหนักและจดบันทึก

ภาคผนวก ข

ขั้นตอนการผลิตปุ๋ยหมักจากขยะที่ย่อยสลายได้



ภาพ ข-1 นำเศษผักผลไม้และใบไม้มาหั่นให้มีขนาดเล็ก



ภาพ ข-2 นำวัตถุดิบทั้งหมดมาเทรวมกัน



ภาพ ข-3 คลุกเคล้าขยะให้เข้ากันเพื่อที่จะพรมน้ำหมักชีวภาพ



ภาพ ข-4 เมื่อคลุกเคล้าขยะเข้ากันแล้วทำการพรมน้ำหมักชีวภาพ



ภาพ ข-5 นำขยะที่คลุกเคล้าเรียบร้อยแล้วนำมาใส่ถังหมักให้หมด



ภาพ ข-6 การหมุนถังหมักปุ๋ยเพื่อคลุกเคล้าวัตถุดิบในการหมักปุ๋ยให้ผสมเข้าด้วยกันอีกครั้ง



ภาพ ข-7 การตรวจสอบสภาพภายในถังหมักระหว่างกระบวนการหมักปุ๋ย

ภาคผนวก ค

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในถังหมักปุ๋ยแบบใช้อากาศ
ตามการผลิตปุ๋ยรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2

ตาราง ก-1 ผลการวัดอุณหภูมิภายในและภายนอกถังหมักปุ๋ย จากการผลิตตามรูปแบบที่ 1

ลำดับที่	วัน	อุณหภูมิ บรรยากาศ*	อุณหภูมิภายในถังหมักปุ๋ย (c°)			ค่าเฉลี่ย
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1	21/4/2559	34.6	36	38	37	37.00
2	22/4/2559	33.5**	42	47	44	44.33
3	23/4/2559	35	50	51	50	50.33
4	24/4/2559	35	51	52	52	51.67
5	25/4/2559	35	51	53	53	52.33
6	26/4/2559	36	50	51	50	50.33
7	27/4/2559	35.2	49	50	49	49.33
8	28/4/2559	35	47	48	48	47.67
9	29/4/2559	32.7	45	45	44	44.67
10	30/4/2559	24.7**	43	44	46	44.33
11	1/5/2559	30.5	43	43	45	43.67
12	2/5/2559	34.5	43	42	42	42.33
13	3/5/2559	34	42	43	40	41.67
14	4/5/2559	33	42	40	40	40.67
15	5/5/2559	33.6	40	39	41	40.00
16	6/5/2559	36	39	39	40	39.33
17	7/5/2559	35.2	39	39	39	39.00
18	8/5/2559	35	38	39	38	38.33
19	9/5/2559	30.5**	37	37	38	37.33
20	10/5/2559	34	37	37	36	36.67
21	11/5/2559	34.3	35	37	36	36.00
22	12/5/2559	34.8	35	35	35	35.00
23	13/5/2559	34.4	34	35	35	34.67

(ต่อ) ตาราง ค-1 ผลการวัดอุณหภูมิภายในและภายนอกถังหมักปุ๋ย จากการผลิตตามรูปแบบที่ 1

ลำดับที่	วันที่	*อุณหภูมิ บรรยากาศ (°C)	อุณหภูมิภายในถังหมักปุ๋ย (°C)			ค่าเฉลี่ย
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
24	14/5/2559	30**	34	34	34	34.00
25	15/5/2559	33.1	33	32	34	33.00
26	16/5/2559	31**	32	32	33	32.33
27	17/5/2559	32.3	32	32	31	31.67
28	18/5/2559	33.6	32	32	32	32.00
29	19/5/2559	30.5**	32	32	31	31.67
30	20/5/2559	30.8**	32	32	32	32.00

หมายเหตุ * ข้อมูลรายงานอุณหภูมิ สถานีอุดุนิยมวิทยาเพชรบูรณ์

** เกิดฝนตก

ตาราง ก-2 ผลการวัดอุณหภูมิภายในและภายนอกถังหมักปุ๋ย จากการผลิตตามรูปแบบที่ 2

ลำดับที่	วัน	อุณหภูมิ บรรยากาศ*(°C)	อุณหภูมิภายในถังหมักปุ๋ย (°C)			ค่าเฉลี่ย
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1	21/4/2559	34.6	36	36	37	36.33
2	22/4/2559	33.5**	43	45	44	44.00
3	23/4/2559	35	50	49	50	49.67
4	24/4/2559	35	51	52	52	51.67
5	25/4/2559	35	51	52	51	51.33
6	26/4/2559	36	51	51	50	50.67
7	27/4/2559	35.2	49	47	49	48.33
8	28/4/2559	35	48	48	48	48.00
9	29/4/2559	32.7	45	45	47	45.67
10	30/4/2559	24.7**	44	44	46	44.67
11	1/5/2559	30.5	44	43	45	44.00
12	2/5/2559	34.5	44	43	42	43.00
13	3/5/2559	34	42	42	41	41.67
14	4/5/2559	33	42	40	40	40.67
15	5/5/2559	33.6	40	40	41	40.33
16	6/5/2559	36	41	39	40	40.00
17	7/5/2559	35.2	40	39	40	39.67
18	8/5/2559	35	39	39	40	39.33
19	9/5/2559	30.5**	39	37	39	38.33
20	10/5/2559	34	36	37	35	36.00
21	11/5/2559	34.3	35	37	36	36.00
22	12/5/2559	34.8	36	34	36	35.33
23	13/5/2559	34.4	34	34	35	34.33

(ต่อ) ตาราง ค-2 ผลการวัดอุณหภูมิภายในและภายนอกถังหมักปุ๋ย จากการผลิตตามรูปแบบที่ 2

ลำดับที่	วันที่	*อุณหภูมิ บรรยากาศ (°C)	อุณหภูมิภายในถังหมักปุ๋ย (°C)			ค่าเฉลี่ย
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
24	14/5/2559	30**	34	35	35	34.67
25	15/5/2559	33.1	35	33	34	34.00
26	16/5/2559	31**	33	32	34	33.00
27	17/5/2559	32.3	32	32	33	32.33
28	18/5/2559	33.6	34	33	33	33.33
29	19/5/2559	30.5**	31	32	33	32.00
30	20/5/2559	30.8**	31	32	32	31.67

หมายเหตุ * ข้อมูลรายงานอุณหภูมิ สถานีอุดุนิยมวิทยาเพชรบูรณ์

** เกิดฝนตก

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะย่อยสลายได้
ตามวิธีการผลิตรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2

ตาราง ง-1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะย่อยสลายได้ตามวิธีการผลิตรูปแบบที่ 1 (15 วัน)

ลำดับ	ค่าที่วัด	หน่วย	ผลการวิเคราะห์คุณภาพปุ๋ย (15 วัน)			ค่าเฉลี่ย
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1	ค่าความชื้น	ร้อยละ	32	43.1	24.6	33.23
2	ความเป็นกรด - ด่าง (โดยน้ำหมักแห้ง)	-	6.66	6.71	6.75	6.71
3	ค่าการนำไฟฟ้า (โดยน้ำหมักแห้ง)	ms/cm	2.13	2.6	2.52	2.42
4	ค่าอินทรีย์วัตถุ (โดยน้ำหมักแห้ง)	ร้อยละ	38.6	38	38.9	38.50
5	ค่าอินทรีย์คาร์บอน (โดยน้ำหมักแห้ง)	ร้อยละ	22.4	22	22.5	22.30
6	C/N Ratio	-	19.7	18.1	15.6	17.80
7	ฟอสฟอรัส (Total P ₂ O ₅) (โดยน้ำหมักแห้ง)	ร้อยละ	0.369	0.36	0.36	0.36
8	โพแทสเซียม (K ₂ O) (โดยน้ำหมักแห้ง)	ร้อยละ	1.44	1.16	0.85	1.15
9	ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N)	ร้อยละ	1.13	1.17	1.44	1.25

ตาราง ง-2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะย่อยสลายได้ตามวิธีการผลิตรูปแบบที่ 1 (30 วัน)

ลำดับ	ค่าที่วัด	หน่วย	ผลการวิเคราะห์คุณภาพปุ๋ย (30 วัน)			ค่าเฉลี่ย
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1	ค่าความชื้น	ร้อยละ	41.5	44.4	44.5	43.47
2	ความเป็นกรด - ด่าง (โดยน้ำหมักแห้ง)	-	6.68	6.59	6.54	6.60
3	ค่าการนำไฟฟ้า (โดยน้ำหมักแห้ง)	ms/cm	4.37	4.31	4.33	4.34
4	ค่าอินทรีย์วัตถุ (โดยน้ำหมักแห้ง)	ร้อยละ	73.1	73.2	75.5	73.93
5	ค่าอินทรีย์คาร์บอน (โดยน้ำหมักแห้ง)	ร้อยละ	42.4	42.5	43.8	42.90
6	C/N Ratio	-	40.7	36	37.7	38.13
7	ฟอสฟอรัส (Total P ₂ O ₅) (โดยน้ำหมักแห้ง)	ร้อยละ	0.32	0.3	0.29	0.30
8	โพแทสเซียม (K ₂ O) (โดยน้ำหมักแห้ง)	ร้อยละ	1.51	1.62	1.16	1.43
9	ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N)	ร้อยละ	1.04	1.18	1.16	1.13

ตาราง ง-3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะย่อยสลายได้ตามวิธีการผลิตรูปแบบที่ 2 (15 วัน)

ลำดับ	ค่าที่วัด	หน่วย	ผลการวิเคราะห์คุณภาพปุ๋ย (15 วัน)			ค่าเฉลี่ย
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1	ค่าความชื้น	ร้อยละ	38.6	35	20.6	31.40
2	ความเป็นกรด - ด่าง (โดยน้ำหมักแห้ง)	-	6.34	6.39	5.93	6.22
3	ค่าการนำไฟฟ้า (โดยน้ำหมักแห้ง)	ms/cm	1.95	1.91	1.55	1.80
4	ค่าอินทรีย์วัตถุ (โดยน้ำหมักแห้ง)	ร้อยละ	37	42.2	40.2	39.80
5	ค่าอินทรีย์คาร์บอน (โดยน้ำหมักแห้ง)	ร้อยละ	21.4	24.5	23.3	23.07
6	C/N Ratio	-	24.1	22.2	24.7	23.67
7	ฟอสฟอรัส (Total P ₂ O ₅) (โดยน้ำหมักแห้ง)	ร้อยละ	0.18	0.19	0.19	0.19
8	โพแทสเซียม (K ₂ O) (โดยน้ำหมักแห้ง)	ร้อยละ	0.96	0.93	0.67	0.85
9	ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N)	ร้อยละ	0.89	1.1	0.94	0.98

ตาราง ง-3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะย่อยสลายได้ตามวิธีการผลิตรูปแบบที่ 2 (30 วัน)

ลำดับ	ค่าที่วัด	หน่วย	ผลการวิเคราะห์คุณภาพปุ๋ย (15 วัน)			ค่าเฉลี่ย
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1	ค่าความชื้น	ร้อยละ	36.1	42.8	43.5	40.80
2	ความเป็นกรด - ด่าง (โดยน้ำหมักแห้ง)	-	6.35	6.46	6.54	6.45
3	ค่าการนำไฟฟ้า (โดยน้ำหมักแห้ง)	ms/cm	6.01	4.04	4.04	4.70
4	ค่าอินทรีย์วัตถุ (โดยน้ำหมักแห้ง)	ร้อยละ	71.9	66.2	67.1	68.40
5	ค่าอินทรีย์คาร์บอน (โดยน้ำหมักแห้ง)	ร้อยละ	41.7	38.4	38.9	39.67
6	C/N Ratio	-	43.4	45.7	46.2	45.10
7	ฟอสฟอรัส (Total P ₂ O ₅) (โดยน้ำหมักแห้ง)	ร้อยละ	0.31	0.27	0.29	0.29
8	โพแทสเซียม (K ₂ O) (โดยน้ำหมักแห้ง)	ร้อยละ	0.79	0.8	0.93	0.84
9	ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N)	ร้อยละ	0.96	0.94	1.17	1.02

ประวัติผู้วิจัย

1. ตำแหน่งในโครงการ

1. ตำแหน่งในโครงการ หัวหน้าโครงการ

2. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายอิสระ ตั้งสุวรรณ

3. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย สายวิชาการ

4. สังกัด/ หมายเลขโทรศัพท์ /โทรสาร/ E-mail : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

หมายเลขโทรศัพท์ 056-717-122 โทรสาร 056-717-123 e-mail address : itsara_31@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาพืชไร่ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
คุณทหารลาดกระบัง

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

6.1 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

6.2 นิเวศวิทยาเกษตร

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ (งานวิจัยที่ทำแล้วเสร็จ : ชื่อ
เรื่อง ปีที่พิมพ์ และสถานที่ในการวิจัย งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อเรื่อง แหล่งทุน สถานะในโครงการ)

7.1 การดูดซับฟีนอลและอนุพันธ์ของฟีนอลในสารละลายด้วยกกลสามเหลี่ยมและ
บอน

7.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพถังดักไขมันน้ำประหยัดพลังงานและถังดัก

7.3 โครงการจ้างศึกษาและออกแบบก่อสร้างศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย โดยวิธีเผา
ทำลายระบบปลอดมลพิษแบบครบวงจรบนพื้นที่เกาะล้าน เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี

7.4 การศึกษาความเหมาะสม สำรวจ ตรวจสอบและออกแบบรายละเอียดศูนย์
กำจัดขยะมูลฝอยแบบครบวงจร เทศบาลเมืองพัทลุง

7.5 การประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม นิคมอุตสาหกรรมเอส อาร์ ไทด์

อ. ศรีมโหสถ จ.ปราจีนบุรี โดย วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์