รายงานการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือใช้อินทรีย์ที่มีการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือน

Efficiency of Potting Media from Organic Wastes mixed with Vermicompost

วรรณวิภา ไชยชาญ Wanvipa Chaichan

เอนก สาวะอินทร์ Aneak Sawain

เตือนใจ ปิยัง Tuanjai Piyang

วีระศักดิ์ ไชยชาญ Weerasak Chaichan

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณเงินแผ่นดิน ประจำปี พ.ศ. 2561

การศึกษาประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือใช้อินทรีย์ที่มีการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือน

วรรณวิภา ไชยชาญ[1], เอนก สาวะอินทร์[1], เตือนใจ ปิยัง[1] และวีระศักดิ์ ไชยชาญ[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือใช้อินทรีย์ที่มีการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือน โดยใช้อัตราส่วนของวัสดุรองพื้น 7 อัตราส่วน คือ กากกาแฟ:ขี้เลื่อย:แกลบ:ปุ๋ยมูลไส้เดือน เท่ากับ 2:0:0:2, 0:2:0:2, 0:0:2:2, 1.33:1.33:0:1.33, 1.33:0:1.33:1.33, 0:1.33:1.33:1.33 และ1:1:1:1 ใช้กาวแป้งเปียกเป็นวัสดุประสาน อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลัง:น้ำ เท่ากับ 1:3 ผู้วิจัยขึ้นรูปแท่งเพาะชำด้วยเครื่องอัดไฮรโดรลิคแบบอัตโนมัติที่ 1,900 psi แท่งเพาะชำที่ผลิตได้รูปทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลางวงนอก 4 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลางวงใน 1 นิ้ว สูง 3.5 นิ้ว และหนา 1.5 นิ้ว จากผลการศึกษา พบว่า วัตถุดิบมีปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชหลงเหลืออยู่ สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแท่งเพาะชำได้ แท่งเพาะชำที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งานมากที่สุดคือ อัตราส่วน 0:1.33:1.33:1.33 มีค่าเฉลี่ยค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความชื้น ปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมทั้งหมด การดูดซับน้ำ การพองตัว การระเหยของน้ำ และการผุกร่อน เท่ากับ 6.02 8.77 เปอร์เซ็นต์ 63.42 เปอร์เซ็นต์ 0.48 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก 0.23 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก 0.36 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก 139.44 เปอร์เซ็นต์ 4.04 เปอร์เซ็นต์ 111.56 เปอร์เซ็นต์ และ 35.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการศึกษาศักยภาพของแท่งเพาะชำระหว่างเพาะชำกล้าพืช พบว่า ความสูงและความกว้างของต้นทานตะวัน โหระพา มะเขือเปราะ ผักกาดกวางตุ้งดอก และต้นพริกเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่า แท่งเพาะชำที่ผลิตสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

คำสำคัญ: แท่งเพาะชำ วัสดุเหลือใช้อินทรีย์ ปุ๋ยมูลไส้เดือน

[1]อาจารย์ สาขาสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.สิเกา จ.ตรัง
[2]อาจารย์ สาขาวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.สิเกา จ.ตรัง

Efficiency of Potting Media from Organic Wastes mixed with Vermicompost

Wanvipa Chaichan[1] Aneak Sawain[1] Tuanjai Piyang[1] and Weerasak Chaichan[2]

Abstract

Efficiency of potting media from organic wastes mixed with vermicompost studied the optimum ratio of forming, the physical and chemical properties of raw materials and potting media, performance of the potting media between seedling and comparison of the growth rate of plant seedlings. Researcher studied the ratio of used coffee ground : saw dust : ricestraw : vermicompost of 7 ratios of 2:0:0:2, 0:2:0:2, 0:0:2:2, 1.33:1.33:0:1.33, 1.33:0:1.33:1.33, 0:1.33:1.33:1.33 and 1:1:1:1. Pasty glue was used as binder. The ratio of Tapioca starch:water of 1:3. Researchers were formed potting media with hydraulic automatic machine presses using pressure of 1,900 psi. The cylindrical outer diameter, inner diameter, height and thick of 4 inches, 1 inches, 3.5 inches and 1.5 inches, respectively. The results indicated that raw materials include organic matter (OM) and essential nutrients. So, they can be used as raw material in the production of potting media. The suitable potting media is the ratio of coffee ground : saw dust : ricestraw : vermicompost of 0:1.33:1.33:1.33 The average pH, moisture content, organic matter, N-P-K, water absorption, thickness swelling, water evaporation and potting media weathering of 6.02, 8.77%, 63.42%, 1.3-0.56-0.63 % by weight, 139.44%, 4.04%, 111.56% and 35.1%, respectively. The performance of the potting media between seedling shown that the height and the width number of the seedlings of sunflower, basil, eggplant, striking Cantonese radish flower and chilli tree were increased. The results indicated that potting media that produced can be utilized.

Keywords: Potting Media, Organic Waste, Vermicomposting

[1]Department of Environment, Faculty of Science and Fisheries Technology. Rajamangala University of Technology Srivijaya, Sikao, Trang.

[2]Department of Engineering, Faculty of Engineering, and Technology. Rajamangala University of Technology Srivijaya, Sikao, Trang.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณแผ่นดิน ประจำปี พ.ศ. 2561 เป็นงานวิจัยเพื่อการศึกษาประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือใช้อินทรีย์ที่มีการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือน อันจะนำไปสู่จัดการขยะอินทรีย์ในรูปแบบหนึ่งและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ รวมถึงการสร้างรายได้ ตลอดจนผลการวิจัยสามารถนำไปใช้ในการส่งเสริมการใช้ประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม การเกษตรและภาคอุตสาหกรรม

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่ได้ให้การสนับสนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง คณาจารย์ และผู้ร่วมวิจัย ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ทั้งความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ สถานที่ และเครื่องมือวิเคราะห์ ขอขอบคุณสถานประกอบการที่อนุเคราะห์วัตถุดิบในการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจอันสำคัญยิ่ง และอีกหลาย ๆ ท่านที่ไม่สามารถกล่าวถึงไว้ในที่นี้ ประโยชน์อันใดที่เกิดจากงานวิจัยนี้ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของทุกท่านและหน่วยงาน ผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

วรรณวิภา ไชยชาญ และคณะ

กันยายน 2562

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณแผ่นดิน ประจำปี พ.ศ. 2561 เป็นงานวิจัยเพื่อการศึกษาประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือใช้อินทรีย์ที่มีการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือน อันจะนำไปสู่จัดการขยะอินทรีย์ในรูปแบบหนึ่งและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ รวมถึงการสร้างรายได้ ตลอดจนผลการวิจัยสามารถนำไปใช้ในการส่งเสริมการใช้ประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม การเกษตรและภาคอุตสาหกรรม

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่ได้ให้การสนับสนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง คณาจารย์ และผู้ร่วมวิจัย ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ทั้งความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ สถานที่ และเครื่องมือวิเคราะห์ ขอขอบคุณสถานประกอบการที่อนุเคราะห์วัตถุดิบในการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจอันสำคัญยิ่ง และอีกหลาย ๆ ท่านที่ไม่สามารถกล่าวถึงไว้ในที่นี้ ประโยชน์อันใดที่เกิดจากงานวิจัยนี้ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของทุกท่านและหน่วยงาน ผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

วรรณวิภา ไชยชาญ และคณะ

กันยายน 2562

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาของการวิจัย	1
1.2 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง	2
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	20
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	20
1.5 กรอบแนวคิดของการวิจัย	21
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	22
บทที่ 2 วิธีการดำเนินการวิจัย	23
2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	23
2.2 วิธีการศึกษา	24
บทที่ 3 ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย	33
3.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติกายภาพและเคมีของวัตถุดิบ	33
3.2 ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปแท่งเพาะชำ	37
3.3 ผลการศึกษาคุณสมบัติกายภาพและเคมีของของแท่งเพาะชำ	42
3.4 ผลการศึกษาการดูดซับน้ำ การพองตัว การระเหย และการผุกร่อนของแท่งเพาะชำ	44
3.5 ผลการศึกษาศักยภาพของแท่งเพาะชำระหว่างเพาะชำกล้าพืช	47

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ..... 71

4.1 สรุปผลการวิจัย..... 71

4.2 ข้อเสนอแนะ..... 73

บรรณานุกรม 74

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1-1	ความต้องการใช้เมล็ดกาแฟของโรงงานแปรรูปในประเทศไทย พ.ศ. 2551-2557.....	3
ตารางที่ 1-2	ผลผลิตกาแฟโลกปี 2551/52 -2556/57 (หน่วย : ล้านตัน).....	3
ตารางที่ 1-3	องค์ประกอบทางเคมีของกากกาแฟ.....	5
ตารางที่ 1-4	ปริมาณธาตุอาหารในกากกาแฟ.....	6
ตารางที่ 1-5	ผลการทดสอบสมบัติไม้ของไม้ยางพารา จำนวน 4 พันธุ์ เมื่อเปรียบเทียบกับไม้สัก....	8
ตารางที่ 1-6	คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีในเชื้อเพลิงชีวมวล.....	12
ตารางที่ 1-7	เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของปุ๋ยหมักชนิดต่าง ๆ ต่อพืช.....	16
ตารางที่ 1-8	ปริมาณธาตุอาหารพืชของปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ได้จากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ ของไส้เดือน สายพันธุ์ *Pheretima peguana* และ *Eisenia foetida*.....	17
ตารางที่ 1-9	การเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยมูลไส้เดือนในการปลูกพืช.....	18
ตารางที่ 2-1	อัตราส่วนของวัตถุดิบ.....	27
ตารางที่ 3-1	ผลการศึกษาคุณสมบัติของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแท่งเพาะชำ.....	35
ตารางที่ 3-2	ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความชื้น และค่าปริมาณอินทรียวัตถุของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ.....	36
ตารางที่ 3-3	ผลการขึ้นรูปแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ และอัตราส่วนความเข้มข้นแป้งต่างกัน	37
ตารางที่ 3-4	ผลการศึกษาคุณสมบัติกายภาพและเคมีของของแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ.....	43
ตารางที่ 3-5	การดูดซับน้ำของแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ.....	44
ตารางที่ 3-6	การพองตัวของแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ.....	44
ตารางที่ 3-7	การระเหยของน้ำของแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ.....	45
ตารางที่ 3-8	การผุกร่อนของแท่งเพาะชำ.....	46
ตารางที่ 3-9	การเจริญเติบโตของต้นทานตะวันที่ปลูกในแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ.....	47

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 3-10	การเจริญเติบโตของต้นโหระพาที่ปลูกในแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ.....	49
ตารางที่ 3-11	การเจริญเติบโตของต้นมะเขือเปราะที่ปลูกในแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ.....	51
ตารางที่ 3-12	การเจริญเติบโตของต้นกวางตุ้งดอกที่ปลูกในแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ.....	53
ตารางที่ 3-13	การเจริญเติบโตของต้นพริกขี้หนูที่ปลูกในแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ.....	55
ตารางที่ 3-14	ผลการศึกษาความสูงเฉลี่ยของต้นทานตะวันในระหว่างการเพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์.....	59
ตารางที่ 3-15	ผลการศึกษาความสูงเฉลี่ยของต้นโหระพาในระหว่างการเพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์	60
ตารางที่ 3-16	ผลการศึกษาความสูงเฉลี่ยของต้นมะเขือเปราะในระหว่างการเพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์.....	61
ตารางที่ 3-17	ผลการศึกษาความสูงเฉลี่ยของต้นกวางตุ้งดอกในระหว่างการเพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์.....	62
ตารางที่ 3-18	ผลการศึกษาความสูงเฉลี่ยของต้นพริกขี้หนูในระหว่างการเพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์.....	63
ตารางที่ 3-19	ผลการศึกษาความกว้างเฉลี่ยของต้นทานตะวันในระหว่างการเพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์.....	64
ตารางที่ 3-20	ผลการศึกษาความกว้างเฉลี่ยของต้นโหระพาในระหว่างการเพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์.....	65
ตารางที่ 3-21	ผลการศึกษาความกว้างเฉลี่ยของต้นมะเขือเปราะในระหว่างการเพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์.....	66
ตารางที่ 3-22	ผลการศึกษาความกว้างเฉลี่ยของต้นกวางตุ้งดอกในระหว่างการเพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์.....	67
ตารางที่ 3-23	ผลการศึกษาความกว้างเฉลี่ยของต้นพริกขี้หนูในระหว่างการเพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์.....	68

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1-1	ลักษณะโครงสร้างของไม้ยางพารา.....	7
ภาพที่ 1-2	คุณสมบัติทางเคมีของไม้ยางพารา.....	7
ภาพที่ 1-3	รูปแบบการตัดซอยไม้.....	10
ภาพที่ 1-4	วิธีการผลิตไม้แปรรูป อัดและอบน้ำยาไม้ยางพารา.....	11
ภาพที่ 1-5	กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย.....	22
ภาพที่ 2-1	การเตรียมวัตถุดิบก่อนนำไปขึ้นรูปแท่งเพาะชำ.....	25
ภาพที่ 2-2	การเตรียมแป้งเปียกก่อนนำไปขึ้นรูปแท่งเพาะชำ.....	25
ภาพที่ 2-3	ลักษณะรูปทรงแท่งเพาะชำ.....	28
ภาพที่ 2-4	การวัดการเจริญเติบโตของต้นพืช.....	32
ภาพที่ 3-1	อัตราส่วน (กากกาแฟ : ขี้เลื่อย : แกลบ : มูลไส้เดือน) อัตราส่วนกาวแป้งเปียก (แป้ง : น้ำ) เท่ากับ 1:3.....	41

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันทั้งภาคการเกษตรและภาคอุตสาหกรรมได้ให้ความสนใจเรื่องการดูแลสิ่งแวดล้อม และการลดภาวะโลกร้อน รวมไปถึงการนำวัสดุที่เหลือใช้ หรือการนำขยะมาก่อให้เกิดประโยชน์ ส่วนใหญ่ประชากรของประเทศไทยประกอบอาชีพเกษตรกรรม ซึ่งในแต่ละปีประเทศไทยมีการผลิตกล้าไม้ ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อถุงดำหรือถาดเพาะชำเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังมีปัญหาทางด้านมลพิษจากการเพาะชำกล้าไม้โดยใช้ถุงดำอีกด้วย ประกอบกับการใช้กระถางเพาะชำหรือถุงที่ทำจากพลาสติกจะไม่มีสารอาหารที่พืชต้องการ และเมื่อต้องการจะปลูกต้นกล้าลงดิน เกษตรกรจะต้องฉีกถุงพลาสติกหรือนำต้นกล้าออกจากกระถางพลาสติก ซึ่งอาจทำให้กระทบกระเทือนต่อระบบรากของต้นกล้าได้ นอกจากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นแล้วนั้นยังเกิดปัญหาการจัดการขยะมูลฝอยจากกิจกรรมการเพาะปลูกพื้นในพื้นที่เกษตรกรรม เป็นสาเหตุก่อให้เกิดปัญหาทางสิ่งแวดล้อม และหากมีการทำลายโดยการเผาจะก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศตามมา เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจของมนุษย์และสัตว์ และเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดภาวะโลกร้อนอีกด้วย

การวิจัยในครั้งนี้จึงเล็งเห็นถึงความสำคัญของการผลิตแท่งเพาะชำที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษกับสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มแร่ธาตุและสารอาหารให้แก่พืชที่ทำการเพาะชำก่อนนำไปปลูก จึงมีแนวคิดในการเลือกใช้วัสดุที่เป็นมิตรกับธรรมชาติ สามารถย่อยสลายได้และหาได้ง่ายในท้องถิ่น โดยจากการศึกษาวัสดุจากภาคการค้าและอุตสาหกรรม พบว่าวัสดุเหลือใช้และเป็นของเสียที่ก่อเกิดขึ้นในชุมชนสิ่งหนึ่งที่น่าสนใจ ได้แก่ กากกาแฟ ขี้เลื่อยจากโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และแกลบ ซึ่งกาแฟจัดเป็นเป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมมากเป็นอันดับหนึ่งและมีการซื้อขายเป็นอันดับสองรองจากปิโตรเลียม (Pushspa *et al*., 2012 ; Limousy *et al*., 2013 ; Solange *et al.,* 2011) ในปัจจุบันวัฒนธรรมการดื่มกาแฟของคนไทยก็เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย ทำให้ปริมาณกากกาแฟที่เหลือใช้หลังจากการชงกาแฟมีปริมาณมากขึ้นตามไปด้วย ส่วนใหญ่ยังไม่มีการนำกากกาแฟไปใช้ประโยชน์เท่าที่ควร โดยมักจะทิ้งกากกาแฟรวมไปกับขยะมูลฝอยอื่นๆ จากการศึกษาในเบื้องต้นกากกาแฟมีแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชและสามารถขึ้นรูปเป็นชิ้นงานต่าง ๆ ได้ จึงอาจสามารถนำมาผลิตเป็นแท่งเพาะชำได้ นอกจากนี้ ในปัจจุบันมีการเพิ่มจำนวนของอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา ซึ่งในกระบวนการผลิตในการแปรรูปไม้ยางพาราทุกครั้ง จะก่อให้เกิดผลพลอยได้ที่เกิดจากกระบวนการแปรรูป คือ ขี้เลื่อยออกมา ซึ่งสามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ และจากการศึกษาเบื้องต้น พบว่ามีการวิจัยเกี่ยวกับการผลิตแท่งเพาะปลูก แต่ยังไม่มีการผลิตแท่งเพาะปลูกที่มีส่วนผสมที่กล่าวมาข้างต้นแต่อย่างใด อีกทั้งแกลบที่เป็นเศษเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมสีข้าว มักมีการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตร เนื่องจากมีธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชและยังมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงอีกด้วย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดศึกษาการใช้วัสดุร่วมระหว่างกากกาแฟ ขี้เลื่อย และแกลบ เพื่อการผลิตแท่งเพาะชำที่ช่วยเพิ่มช่องว่างให้ดินและเพิ่มธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช และนอกจากนี้ยังมีการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่แท่งเพาะชำโดยมีการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือนเข้าไปในการผลิตแท่งเพาะชำอีกด้วย เนื่องจากปุ๋ยมูลไส้เดือนมีธาตุอาหารที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นการนำวัสดุดังกล่าวมาขึ้นรูปเป็นแท่งเพาะชำจึงเป็นทางเลือกที่มีคุณค่ายิ่งต่อธรรมชาติ ไม่ก่อให้เกิดขยะและสามารถย่อยสลายตัวเป็นปุ๋ย

หรือดินร่วน เพิ่มธาตุอาหารให้กับดินอันเป็นประโยชน์ต่อต้นกล้าและยังช่วยในการปรับปรุงดินอีกด้วย และนับว่าเป็นงานที่อาจเข้าข่ายนำไปสู่หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์หรือ OTOP ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการสร้างฐานการผลิตและส่งออกสินค้าเกษตรและอุตสาหกรรมสู่นานาประเทศต่อไป

1.2 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

1.2.1 กาแฟ

กาแฟเป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมเกือบทุกเพศ ทุกวัย เนื่องด้วยมีกลิ่นหอมชวนรับประทาน จนปัจจุบันกาแฟได้กลายเป็นอาหารที่จำเป็นและเป็นเครื่องดื่มประจำวันของบางคนไปแล้ว แต่น้อยคนนักที่จะทราบถึงประวัติจุดกำเนิดของกาแฟ กาแฟโดยแหล่งกำเนิดแล้วเปนพืชพื้นเมืองของอะบิสสิเนีย (Abyssinia) และอาระเบีย (Arabia) ถูกค้นพบในศตวรรษที่ 6 ราวปี ค.ศ. 575 ในประเทศอาระเบีย (Arabia) และในขณะเดียวกันบางท่านก็กล่าวว่ากาแฟเป็นพืชพื้นเมืองที่พบในเมืองคัฟฟา (Kaffa) ซึ่งเป็นจังหวัดหนึ่งของประเทศเอธิโอเปย (Ethiopia) กาแฟจึงได้ชื่อเรียกตามจังหวัดนี้ และยังได้เรียกแตกต่างกันออกไปอีกมาก (ปัญญารัฐ, 2545) ชาวอาระเบียเรียกพืชนี้ว่า คะวาฮ (Kawah) หรือ คะเวฮ (Kaweh) ซึ่งแปลว่า พลัง (Strength) หรือความกระปรี้กระเปรา (Vigor) ชาวตรุกี เรียกวา คะเวฮ (Kaveh) ต่อมาการเรียกชื่อกาแฟจึงได้เปลี่ยนแปลงไปตามแหลงตางๆ ของโลก เชน คัฟฟ (Koffee) ในอังกฤษ เรียกว่า คอฟฟ (Coffee) อันเป็นชื่อที่รูจักและใช้ในปัจจุบันนี้ เมื่อมาถึงประเทศไทย เรียกวา โกปี๊ ข้าวแผ่ และกาแฟ ในที่สุด

1.2.2 กาแฟในศตวรรษที่ 20 (RICMAS, 2550)

ในต้นศตวรรษที่ 20 บราซิลคือผู้ผลิตกาแฟรายใหญ่ที่สุดในโลก และในปัจจุบันผลิตผลกาแฟเกือบทั้งหมดมาจากอเมริกากลาง บราซิล และ ประเทศแถบร้อนในอเมริกาใต้ โดยที่บราซิลให้ผลผลิตประมาณ 100 ล้านถุง ซึ่งถือวาเป็นจำนวนที่มากที่สุด ด้วยสามารถให้กาแฟถึงเศษหนึ่งส่วนสี่ของผลิตผลทั้งหมด รองลงมาคือ เวียดนาม ด้วยผลผลิตประมาณ 8.5 ล้านถุง และเป็นที่แน่นอนว่ากาแฟที่มีการคั่วในครัวเรือนนั้นยอมถูกแทนที่ด้วยการใช้เครื่องมือที่ทันสมัย ในการคั่ว ในปี 1901 ด๊อกเตอร์ชาวญี่ปุ่นนามว่า Sartori Kato ได้ทำการคิดค้นกาแฟผงที่สามารถละลายได้ด้วยน้ำเป็นครั้งแรก หลังจากนั้นในปี 1938 บริษัท Nestlé ได้ทำการวางแผนการตลาดให้กับกาแฟผง (กาแฟสำเร็จรูป) และด้วยกาแฟสำเร็จรูปนี้เอง ทำให้เกิดผลกระทบกับแนวโน้มการบริโภคกาแฟสด ภายในเวลา 250 ปีที่ผานมา ยอดจำหน่ายกาแฟสำเร็จรูปเพิ่มขึ้น จากปี 1750: 600,000 ถุง, ปี 1850: 4 ล้านถุง, ปี 1950: 36 ล้านถุง ,ปี 1995: 94 ล้านถุง และปี 2000: 103 ล้านถุง ความต้องการกาแฟเพื่อจะใช้ทำเครื่องดื่มร้อนเป็นสินคาที่มีความสำคัญที่สุดเป็นอันดับสองรองลงมาจากปิโตรเลียม ด้วยแนวโน้มนี้จะเกิดขึ้นจากการสภาวะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ไดแก การผลิตมากเกินไป การใช้วัตถุดิบสิ้นเปลือง การยุบตัวของราคาสินค้า วิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ การบริโภคที่ลดลงระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 และการสร้างสนธิสัญญาเกี่ยวกับกาแฟขึ้นเพื่อรักษามาตรฐานของราคากาแฟ ในเยอรมันช่วงหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 กาแฟได้กลับกลายเป็นสัญลักษณ์ทางเศรษฐกิจที่ถูกฟื้นฟูขึ้นมาใหม่ และเป็นปรากฏการณที่น่าทึ่ง ดังนั้น การดื่มกาแฟจึงกลับมาสูสภาพเดิมอีกครั้งดังเช่นที่นิยมในเวลาที่ผ่านมา

ความต้องการใช้เมล็ดกาแฟของไทยในปี 2556 (กรมการค้าภายใน, 2557) กรมการค้าภายในกระทรวงพาณิชย์ มีการรายงานความต้องการใช้เมล็ดกาแฟในปี 2556 ของโรงงานแปรรูปในประเทศ

มีปริมาณสูงขึ้น จาก 67,628 ตัน ในปี 2555 เป็น 70,000 ตัน ในปี 2556 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.52 เนื่องจากการบริโภคในประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และคาดคะเนความต้องการใช้กาแฟของปี 2557 ว่าจะมีประมาณ 75,000 ตัน หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.14 ดังตารางที่ 1-1

ตารางที่ 1-1 ความต้องการใช้เมล็ดกาแฟของโรงงานแปรรูปในประเทศไทย พ.ศ. 2551-2557

ปี พ.ศ.	**ความต้องการใช้เมล็ดกาแฟของโรงงาน (ตัน)**
2551	57,500
2552	53,803
2553	58,000
2554	61,480
2555	67,620
2556	70,000
อัตราเพิ่ม/ลด (ร้อยละ)	**5.06**
2557*	**75,000**

หมายเหตุ * : ประมาณการ

ที่มา : กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์

จากตารางที่ 1-1 แสดงให้เห็นว่าความต้องการใช้เมล็ดกาแฟของโรงงานแปรรูปในประเทศไทยมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 เป็นต้นมาจนถึง ปี พ.ศ. 2557 มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในทุกๆ ปี ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลผลิตกาแฟโลกปี 2551/52 -2556/57 ดังแสดงในตารางที่ 1-2

ตารางที่ 1-2 ผลผลิตกาแฟโลกปี 2551/52 -2556/57 (หน่วย : ล้านตัน)

ประเทศ	**ปี 2551/52**	**ปี 2552/53**	**ปี 2553/54**	**ปี 2554/55**	**ปี 2555/56**	**อัตราเพิ่ม (ร้อยละ)**	**ปี 2556/57***
1 บราซิล	3.198	2.688	3.270	2.952	3.366	1.980	3.186
2. เวียดนาม	1.018	1.110	1.164	1.560	1.590	13.112	1.710
3. อินโดนีเซีย	0.600	0.630	0.559	0.498	0.630	-1.366	0.570
4. โคลัมเบีย	0.519	0.486	0.511	0.459	0.595	2.185	0.600
5. เอธิโอเปีย	0.331	0.360	0.368	0.379	0.380	3.330	0.381
6. อินเดีย	0.263	0.290	0.302	0.313	0.318	4.667	0.307
7. ฮอนดูรัส	0.194	0.213	0.239	0.336	0.279	12.553	0.300
8. เม็กซิโก	0.240	0.249	0.240	0.258	0.270	2.748	0.228
9. เปรู	0.240	0.198	0.246	0.312	0.258	6.177	0.231
10. กัวเตมาลา	0.273	0.240	0.237	0.264	0.252	-0.646	0.233
19. ไทย	0.048	0.054	0.051	0.051	0.051	0.643	0.051
อื่นๆ	1.250	1.194	1.240	1.260	1.207	-0.162	1.231
รวม	8.174	7.712	8.427	8.642	9.196	3.557	9.028

ที่มา: กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์ อ้างถึง กระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (ธันวาคม 2556)

จากตารางที่ 1-1 และ 1-2 แสดงให้เห็นว่าความต้องการบริโภคกาแฟไม่ว่าจะในประเทศไทยหรือต่างประเทศ ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้กระบวนการผลิตกาแฟ และเศษวัสดุที่เหลือใช้จากการบริโภคกาแฟเพิ่มสูงขึ้น อันส่งผลให้เกิดปัญหาขยะและการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีประสิทธิภาพและไม่ก่อให้เกิดมูลค่า ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องนำเศษวัสดุเหลือใช้จากกาแฟมาก่อให้เกิดประโยชน์และเกิดมูลค่าเพิ่มโดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

1.2.3 กากกาแฟ

หลังจากร้านค้าขายกาแฟทำการชงกาแฟแล้วเสร็จ สิ่งหนึ่งที่เป็นวัสดุเศษเหลือจากการชงกาแฟตามมาด้วยเสมอ คือ กากกาแฟ ซึ่งเกิดหลังจากขั้นตอนการเตรียมเครื่องดื่มกาแฟ เป็นผงกาแฟที่สัมผัสกับน้ำร้อนหรือไอน้ำร้อนภายใต้สภาวะที่เหมาะสมในการปลดปล่อยกลิ่นหอมและองค์ประกอบอื่นๆ ของเมล็ดกาแฟออกมาในรูปของของเหลว ส่วนที่เป็นของแข็งเหลืออยู่นั่นก็คือ กากกาแฟ กากกาแฟเป็นวัสดุที่ไม่มีมูลค่าทางการตลาดและมักจะถูกมองข้ามและจะถูกทิ้งไปเหมือนกับขยะชุมชนทั่วๆ ไป (Antonio and Roberto, 2012) ซึ่งหากปล่อยทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำ อาจทำให้ท่อน้ำอุดตันได้ และหากไม่มีการจัดเก็บกากกาแฟอย่างถูกวิธี จะทำให้กากกาแฟเป็นเชื้อราและอาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตได้ ปัจจุบันมีการวิจัยและนำกากกาแฟมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ มากขึ้น จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของประโยชน์ของกากกาแฟ สามารถแสดงดังต่อไปนี้

1.2.4 ประโยชน์ของกากกาแฟ

1) การศึกษาการใช้กากกาแฟเป็นวัสดุสำหรับการผลิตปุ๋ยหมัก พบว่ากากกาแฟสามารถใช้เป็นวัสดุหมักปุ๋ยได้เป็นอย่างดี เนื่องจากมีแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช อีกทั้งต้นไม้ที่ปลูกด้วยดินที่มีส่วนผสมของกากกาแฟจะช่วยป้องกันไม่ให้พวกหอยทากหรือตัวบุ้งมากัดกินใบไม้ (Pushpa *et al*., 2012 ; Antonio and Roberto, 2012)

2) การศึกษาเพื่อนำกากกาแฟมาใช้ในทางด้านพลังงานทางเลือก เช่น การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้กากกาแฟสำหรับการผลิตไบโอดีเซล (Nidia *et al*., 2012) การใช้ประโยชน์จากกากกาแฟ เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากกากกาแฟมีค่าความร้อนสูง คือ 5,000 kcal/kg (Silva *et al*., 1998) เป็นต้น

3) การนำกากกาแฟมาประดิษฐ์เป็นผลิตภัณฑ์ตกแต่งบ้าน เช่น การออกแบบโคมไฟจากกากกาแฟ ได้แก่ โคมไฟตั้งพื้น โคมไฟตั้งโต๊ะ และโคมไฟระย้า (พิจัยสุข, 2555)

4) กากกาแฟที่ใช้แล้วนำไปตากแดดให้แห้ง และบรรจุใส่ถุงผ้าเล็กๆ นำไปไว้ในตู้เย็น สามารถช่วยดูดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ หรือจะนำกากกาแฟใส่ไว้ในถ้วยและวางไว้ในตู้เย็นก็ได้ เพราะกากกาแฟมีสรรพคุณในการดูดกลิ่นได้ดี และถ้าอยากให้มีกลิ่นหอมเพิ่มขึ้น ก็ให้เอากลิ่นที่ชอบ เช่น กลิ่นส้ม กลิ่นวานิลา หรือกลิ่นดอกไม้ หยดลงไปในกากกาแฟจะเพิ่มความหอมให้กับตู้เย็นได้

5) นำกากกาแฟที่ตากแห้งและเก็บไว้ มาผสมน้ำและนำไปหมักผมจะช่วยให้ผมนุ่มและมีเงางาม ถ้านำไปขัดหน้าหรือขัดตัวก็จะทำให้ผิวนุ่ม สดใส ช่วยขจัดเซลล์ผิวที่ตาย และไม่จำเป็นต้องฟอกสบู่ซ้ำ หรือสระผมซ้ำเลย อาจจะใช้มะขามเปียกที่กรองเอาเมล็ดและใยหรือรกมะขามออกแล้วมาผสมรวมกับกากกาแฟด้วยก็จะทำให้เพิ่มสรรพคุณในการทำสปา

6) กากกาแฟมีคุณสมบัติเป็นตัวไล่มดตามพื้นดินที่มีมดเดินไปมา หรือทำรังอยู่ หากนำกากกาแฟโรยตามบริเวณที่มีมดอาศัยอยู่ มดจะค่อย ๆ หายไป

7) กากกาแฟสามารถนำมาทำเป็นสีย้อมผ้า หรืองานศิลปะ โดยการนำกากกาแฟมาละลายน้ำ จะได้สีน้ำตาลของกาแฟ

8) กากกาแฟผสมน้ำให้พอเปียก และนำมาถูกับมือสักพักแล้วล้างออก กลิ่นไม่พึงประสงค์จะหายไป เหลือแต่กลิ่นที่หอมสดชื่นของกาแฟติดอยู่ที่มือแทน

9) กากกาแฟเมื่อผสมน้ำแล้วนำไปขัดที่ผิวของสัตว์เลี้ยงจะทำให้ผิวและขนของสัตว์มีสุขภาพดีขึ้นและเงางาม สามารถช่วยไล่หมัดและพยาธิต่างๆที่อยู่บนขนสัตว์ได้อีกด้วย (พิจัยสุข, 2555)

1.2.5 องค์ประกอบทางเคมีของกากกาแฟ

กัญจ์ภัส และ ชนิดา (2556) ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้กากกาแฟเป็นสารช่วยในการกระจายตัวของซิลิกาในยางธรรมชาติ โดยมีการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกากกาแฟ ด้วยเครื่อง XRF (X-ray flurescence) ผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 1-3

ตารางที่ 1-3 องค์ประกอบทางเคมีของกากกาแฟ

ลำดับองค์ประกอบ	Compound Name	Concentration (%)
1	C	99.00
2	Na_2O	0.01
3	MgO	0.12
4	Al_2O_3	0.05
5	SiO_2	0.04
6	P_2O_5	0.13
7	SO_3	0.16
8	Cl	0.01
9	K_2O	0.33
10	CaO	0.12
11	MnO	0.01
12	Fe_2O_3	0.01

ที่มา: กัญจ์ภัส และ ชนิดาล, 2556

Solange *et al*. (2011) ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและการสกัดน้ำตาลจากกากกาแฟ โดยจากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกากกาแฟ พบว่า กากกาแฟมีธาตุอาหารต่างๆหลายชนิด ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักของพืช ดังแสดงในตารางที่ 1-4

ตารางที่ 1-4 ปริมาณธาตุอาหารในกากกาแฟ

Minerals	Concentration (mg/kg)
Potassium	3,549.0
Phosphorus	1,475.1
Magnesium	1,293.3
Calcium	777.4
Aluminum	279.3
Iron	118.7
Manganese	40.1
Copper	32.3
Zinc	15.1
Sulfer	Nd
Chromium	nd

nd: not detect
ที่มา: Solange *et al*., 2011

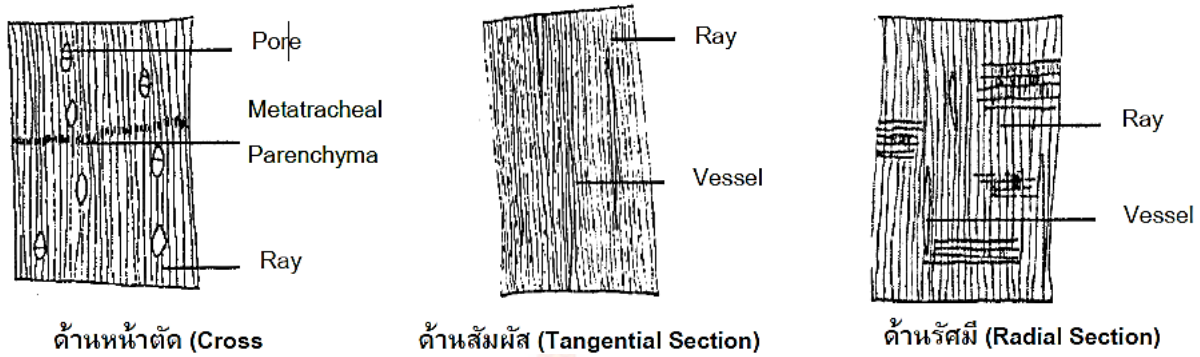
จากการศึกษาข้อมูลจากงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบและการใช้ประโยชน์จากกากกาแฟนั้น ทำให้ทราบถึงลักษณะสมบัติของกากกาแฟที่มีองค์ประกอบเป็นแร่ธาตุต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช อีกทั้งคุณสมบัติที่มีความสามารถในการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้เป็นประโยชน์ในการนำกากกาแฟไปใช้สำหรับการผลิตเป็นแท่งเพาะชำได้

1.2.6 ไม้ยางพารา

ไม้ยางพาราเป็นไม้ยืนต้น เป็นไม้ที่มีเนื้อไม้อ่อนและหยาบ มีความแข็งแรงและทนทานน้อยที่สุด มอดหรือปลวกชอบทำลาย การยืดหดตัวไม่สม่ำเสมอมากบ้างน้อยบ้างแล้วแต่ชนิดของไม้ สีของเนื้อไม้ก็แตกต่างกันออกไปจากสีอ่อนไปจนถึงสีเกือบเข้ม อยู่ในสกุล (Genus) Hevea และวงศ์ (Family) Euphorbiaceae มีถิ่นกาเนิด อยู่แถบลุ่มแม่น้ำอะเมซอนในทวีปอเมริกาใต้ โดยชาวพื้นเมืองเรียกว่า "เกาชู" (cao tchu) แปลว่า ต้นไม้ร้องไห้ จนถึงปี พ.ศ. 2313 (1770) โจเซฟ พรีสต์ลีย์ พบว่า ยางสามารถนำมาลบรอยดำของดินสอได้ เรียกว่า ยางลบ หรือตัวลบ (Rubber) ซึ่งเป็นศัพท์ใช้ในอังกฤษและเนเธอร์แลนด์เท่านั้น ศูนย์กลางของการเพาะปลูกและซื้อขายยางในอเมริกาใต้แต่ดั้งเดิมอยู่ที่รัฐปารา (Pará) ของบราซิล ยางชนิดนี้จึงมีชื่อเรียกว่า “ยางพารา” (ศูนย์การศึกษาการค้าระหว่างประเทศ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, 2556)

1.2.7 ลักษณะโครงสร้าง

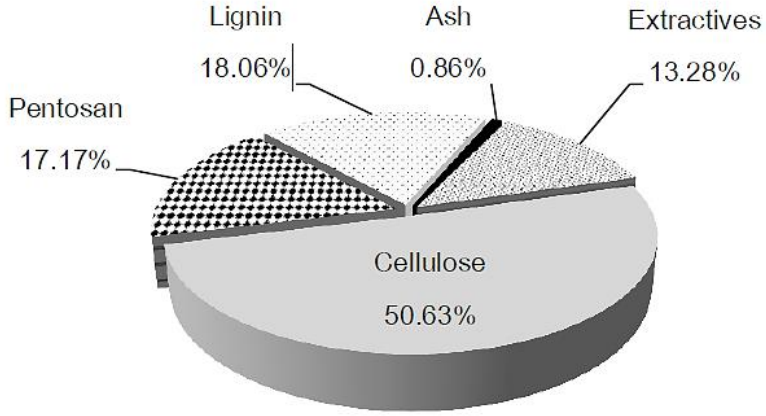
ไม้ยางพาราไม่มีวงเจริญเติบโตให้เห็นเด่นชัดทางด้านหน้าตัด แต่จะเห็นเป็นลายไม้เนื่องจากความแตกต่างระหว่างความแน่นของไฟเบอร์และปริมาณความหนาแน่นของหมู่เยื่อ Parenchyma ทางด้านข้าง Pore เดี่ยว และแฝด 2 - 3 คละกัน กระจายห่างๆ อย่างสม่ำเสมอ มี Metatracheal Parenchyma (concentric) ตัดกับ Ray เห็น เป็นลักษณะตาข่ายทางด้านหน้าตัด ดังแสดงในภาพที่ 1-1



ภาพที่ 1-1 ลักษณะโครงสร้างของไม้ยางพารา

ที่มา: ศูนย์การศึกษาการค้าระหว่างประเทศ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย (2556)

ไม้ยางพาราเป็นไม้ที่มีลักษณะลำต้นกลม สูงปานกลาง เปลือกสีเทาดำ มองทางด้านหน้าตัดจะเห็นท่อน้ำยาง (Latex Vessel) ต่อกันเป็นวงตามแนวด้านสัมผัส (Tangential) เนื้อไม้มีสีขาวอมเหลือง เมื่อสดและจะมีสีขาวจาง เมื่อแห้งเนื้อจะหยาบ (ปานกลาง) เสี้ยนตรง วงรอบปีไม่เห็นชัด ไม่มีแกนส่วนเรย์ (Ray) มีขนาดเล็กมากและมีสีอ่อนกว่าเนื้อไม้และพอร์ (Pore) เป็นแบบ Radial Multiple ซึ่งการเรียงตัวจะตัดกัน ระหว่างเรย์กับเมตาทราเคียพาเรงคิมา (Metatracheal parenchyma) ทำให้มองดูเนื้อไม้คล้ายตาข่าย มีความหนาแน่นพื้นฐาน (Basic Density) 0.56 – 0.65 กรัม/ลบ.ซม. สำหรับที่ความชื้น 15% มีความหนาแน่นประมาณ 0.67-0.74 กรัม/ลบ.ซม. โดยมีค่าใกล้เคียงกับไม้ Soft Maple ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับพันธุ์ของยางพารานั้นๆ สำหรับขนาดของเส้นใยไม้ยางพาราประมาณ 1.26 มม. โดยมีความกว้างประมาณ 0.021 ม.ม. คุณสมบัติทางเคมีของ ไม้ยางพาราสด เมื่อคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักอบแห้ง ประกอบด้วย สารแทรก (Extractives) 13.28% (สำหรับสารแทรกแบ่งเป็นสารที่สามารถละลายในน้ำรวม 10.36% และละลายได้ในสารละลายรวม 23.24%) เซลลูโลส (Cellulose) 50.63% (Holocellulose 78.72%, Alpha Cellulose 49.41%) เพนโตซาน (Pentosan) 17.17% ลิกนิน (Lignin) 18.06% และเถ้า (Ash) 0.86% ดังแสดงในภาพที่ 1-2



ภาพที่ 1-2 คุณสมบัติทางเคมีของไม้ยางพารา

ที่มา: ศูนย์การศึกษาการค้าระหว่างประเทศ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย (2556)

1.2.8 สมบัติของไม้ยางพารา

จากรายงานของศูนย์การศึกษาการค้าระหว่างประเทศ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย (2556) อ้างถึงการศึกษาของกฤษดา (2552) ว่า ไม้ยางพาราแต่ละพันธุ์ให้ผลผลิตไม้ที่มีความแตกต่างกัน จากการประเมินน้ำหนักสดไม้ยางพาราที่มีอายุ 18 ปี จากศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันกระบี่ จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ RRIM 600 พันธุ์ BPM 24 พันธุ์ RRIT 251 และพันธุ์ PB 235 โดยไม้ยางพาราที่ให้น้ำหนักสดของไม้ทั้งต้นมากที่สุด คือ พันธุ์ PB 235 รองลงมาคือ พันธุ์ RRIM 600 พันธุ์ RRIT 251 และพันธุ์ BPM 24 ส่วนไม้ยางพาราที่ให้ปริมาตรไม้ท่อนก่อนแปรรูปและผลิตไม้แปรรูปมากที่สุด คือ พันธุ์ PB 235 เป็นพันธุ์ที่ให้ปริมาณและผลผลิตไม้สูงกว่าอีก 3 พันธุ์ (พันธุ์ RRIM 600 พันธุ์ RRIT 251 และพันธุ์ BPM 24) ประมาณ 2 เท่า เนื่องจากพันธุ์ PB 235 เป็นพันธุ์ที่มีลำต้นเดี่ยวสูงตรง และมีกิ่งน้อย อย่างไรก็ตาม นอกจากพันธุ์ของไม้ยางพาราแล้วปริมาณผลผลิตไม้ยางพารายังแปรผันตามปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ อายุ ขนาดลำต้น จำนวนต้นที่เหลือต่อไร่ พื้นที่เพาะปลูก ปริมาณน้ำฝน คุณภาพดิน รวมไปถึงตาและรอยตำหนิบนต้นยางพารา เป็นต้น

ไม้ยางพารา เมื่อเป็นไม้สดจะมีเนื้อไม้สีขาวอมเหลือง เมื่อเนื้อไม้แห้งจะเปลี่ยนเป็นสีขาวจาง เป็นไม้ที่ไม่มีแก่น วงรอบปีไม่ชัดเจน จัดเป็นไม้ที่อยู่ในกลุ่มเนื้อแข็งปานกลาง เนื้อไม้ลักษณะหยาบปานกลางและเสี้ยนตรง จากการทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของไม้ยางพาราที่จำแนกตามสายพันธุ์ (4 สายพันธุ์) เทียบกับไม้สัก พบว่า เมื่อพิจารณาคุณสมบัติด้านกายสมบัติ (physical property) ได้แก่ ความชื้น ความหนาแน่น ความถ่วงจำเพาะ และด้านกลสมบัติ (strength property) ได้แก่ ความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน ความเค้นอัดขนานเสี้ยน ความเค้นเฉือนขนานเสี้ยน Modulus of Rupture (MOR) Modulus of elasticity (MOE) และความแข็งแรง ของไม้ยางพาราทั้ง 4 พันธุ์มีค่าใกล้เคียงกับไม้สัก ผลการทดสอบ แสดงดังตารางที่ 1-5

ตารางที่ 1-5 ผลการทดสอบสมบัติไม้ของไม้ยางพารา จำนวน 4 พันธุ์ เมื่อเปรียบเทียบกับไม้สัก

ค่าทดสอบ	พันธุ์ RRIM 600	พันธุ์ BPM 24	พันธุ์ RRIT 251	พันธุ์ PB 235	ไม้สัก*
สกายสมบัติ (physical property)					
- ความชื้น (%)	21.2	18.4	17.8	21.1	-
- ความหนาแน่น (ก./ซ.ม.^{3})	0.67	0.70	0.68	0.67	0.65
- ความถ่วงจำเพาะ	0.55	0.57	0.53	0.52	-
กลสมบัติ (strength property)					
- ความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน (MPa)	21.4	22.7	17.4	21.8	-
- ความเค้นอัดขนานเสี้ยน (MPa)	39.9	42.4	32.6	42.8	49.0
- ความเค้นเฉือนขนานเสี้ยน (MPa)	17.7	14.0	14.0	18.2	14.6
- Modulus of Rupture (MOR)	89.8	93.1	73.1	75.6	100.0
- Modulus of elasticity (MOE)	8,020	7,782	7,135	7,018	10,089
- ความแข็งแรง (N)	4,488	4,120	3,640	3,870	4,864

ที่มา: ศูนย์การศึกษาการค้าระหว่างประเทศ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย (2556)

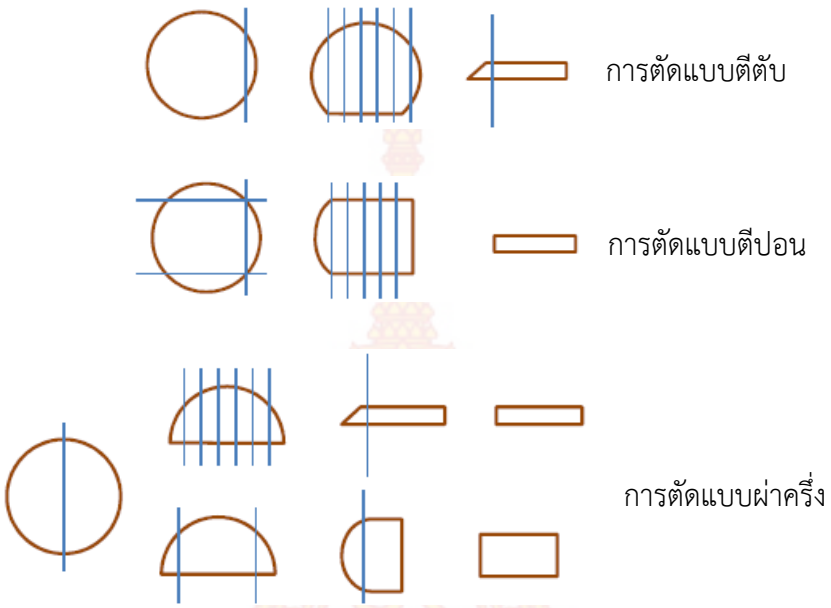
1.2.9 การแปรรูปไม้ยางพารา

หลังจากไม้ยางพาราถูกโค่นลงจะต้องทำการเลื่อยและอาบ-อบน้ำยาโดยเร็ว เพื่อป้องกันไม้ให้เกิดเชื้อราที่เป็นตำหนิบนเนื้อไม้ ส่งผลให้ไม้แปรรูปที่ได้มีราคาต่ำลง สำหรับไม้ยางพาราที่เข้าสู่โรงเลื่อยจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 นิ้วขึ้นไป สำหรับการแปรรูปรูปไม้ยางพารานั้น ผู้ที่มีหน้าที่เลือกตำแหน่งในการตัด การปรับทิศทาง และป้องกันไม้ท่อนเข้าเครื่องเลื่อย เรียกว่า “นายไม้” ส่วนผู้ที่ทำหน้าที่ช่วยพลิกและรับไม้ที่ผ่านเลื่อย เรียกว่า “หางม้า” การเลื่อยไม้ส่วนใหญ่จะใช้โต๊ะเลื่อยไฟฟ้าแบบสายพาน โดยเลื่อยไฟฟ้านั้นถือเป็นอุปกรณ์ที่กินไฟฟ้ามากที่สุดในโรงงานเนื่องจากของมอเตอร์ที่ใช้จะมีขนาดตั้งแต่ 15-50 แรงม้า ขึ้นอยู่กับขนาดของไม้ที่ตัดและอายุของโรงเลื่อย ส่วนใบเลื่อยที่ใช้ส่วนใหญ่นิยมใช้ใบเลื่อยสายพานขนาด 6 - 8 นิ้ว ในโรงเลื่อยส่วนใหญ่จะมีเครื่องลับใบเลื่อยและเจ้าหน้าที่ดูแลรักษาใบเลื่อยประจำโรงงานเพื่อคอยดูแลใบเลื่อยให้สามารถตัดไม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับการเลื่อยไม้ยางพาราจะแตกต่างกับทั่วไป เนื่องจากไม้ยางพารามีรูปร่างที่ไม่แน่นอน คือ ลำตัวของไม้ไม่ตรงตลอดทั้งท่อน มีความโค้ง มีตาไม้ และมีตำหนิบนต้นไม้มากโดยเฉพาะตำหนิตามธรรมชาติของไม้ยางพารา ส่วนมากมักจะเกิดมี Tension wood ในขณะที่ต้นไม้ยังยืนต้นอยู่ บ่อยครั้งที่เนื้อไม้ส่วนที่มี Tension wood เมื่อแปรรูปไม้แล้วพบว่าขุยหรือขนที่เกิดขึ้นขณะแปรรูปไม้สด ๆ ผสมกับน้ำยางที่ยังคงมีอยู่ในไม้ทำให้เกิดติดพันเลื่อย ทำให้เลื่อยติดขัดไม้ที่มี Tension wood นี้จะบิดงอง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม้แปรรูปที่มีขนาดบางกว้างและยาวจะยิ่งบิดงอง่ายและมากการไสกบหรือแต่งขัดเงาไม้ในส่วนนี้จะทำได้ยากกว่าไม้ปกติส่วนที่เป็น Tension wood นี้อีกเหมือนกันที่อาจเป็นสาเหตุอย่างหนึ่งที่ทำให้ใบเลื่อยบิดได้เนื่องจากมีความเข้มในไม้ (internal growth stresses) จากข้อจำกัดดังกล่าวทำให้ไม่สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอัตโนมัติในการตัดซอยได้ ทั้งนี้การตัดซอยไม้ยางพาราสามารถทำได้หลายรูปแบบ แต่การเลือกแนวการตัดซอยไม้ยางพารา ส่วนใหญ่จำเป็นต้องอาศัยวิจารณ์ญาณและความชำนาญของนายม้าในการพลิกไม้หลบบริเวณที่มีตำหนิและเลือกตัดไม้เพื่อให้ได้ไม้เกรดดี (ราคาสูง) ในปริมาณที่มากที่สุด สำหรับการคัดเกรดไม้ยางพาราแปรรูปจะกำหนดตามปริมาณช่วงความยาวที่มีตำหนิ ซึ่งโรงเลื่อยจะใช้วิธีการจ่ายค่าตอบแทนนายม้าแบบจ้างเหมาตามปริมาณไม้เกรดดีที่ตัดซอยได้เพื่อเป็นแรงจูงใจให้นายม้าคำนึงถึงคุณภาพของการตัดซอยไม้ไปพร้อมๆ กับปริมาณผลผลิตที่ตัดออกมาได้ และการตัดไม้ก็จะมีเจ้าหน้าที่คัดคุณภาพไม้คอยคัดแยกไม้ที่ตัดได้ อย่างไรก็ตามแนวทางนี้อาจทาให้นายม้ามุ่งเน้นการตัดซอยเฉพาะไม้ขนาดใหญ่เพื่อให้ได้ปริมาตรไม้ได้ที่มาก ซึ่งก่อให้เกิดการสูญเสียในส่วนของไม้ขนาดเล็กที่ยังมีประโยชน์ ดังนั้นโรงเลื่อยจึงต้องมีการวางสายการผลิต (Production Line) ที่เหมาะสมในแต่ละกรณี ซึ่งในกรณีทีไม้ยางพาราที่ป้อนเข้าสู่โรงเลื่อยมีขนาดใหญ่ควรจัดชุดเลื่อยเป็นแบบ 2-3 โต๊ะเลื่อย เพื่อทำการเลื่อยเปิดปีก และเลื่อยซอยไม้ขนาดใหญ่และเล็ก ตามลำดับ ส่วนกรณีที่ไม้ยางพาราที่ป้อนเข้าสู่โรงเลื่อยมีขนาดเล็กอาจจะใช้โต๊ะเลื่อยเพียงโต๊ะเดียวในการทำหน้าที่ทั้งตัดเปิดปีกไม้หรือตัดครึ่งไม้และทำการตัดซอยไม้ ในการกำหนดความหนาของไม้ยางพาราส่วนใหญ่นายม้าจะมีบล็อกสาหรับควบคุมขนาดเพื่อเป็นการบังคับระยะห่างระหว่างขอบไม้กับใบเลื่อย เพื่อให้สามารถตัดได้ความหน้าตามที่ต้องการเท่ากันตลอดความยาวของไม้ แต่ในกรณีที่พบการตำหนิ (ตาไม้ หรือไส้ไม้) นายม้าจะพิจารณาพลิกไม้กลับหัวท้ายหรือตัดหลบแนว เพื่อให้ได้ไม้ที่มีตำหนิตามความเหมาะสม

ไม้ดิบแปรรูปที่ตัดได้จากโต๊ะเลื่อยแต่ละชุดจะมีการแต้มสีบริเวณหัวไม้ ซึ่งสีที่ใช้แต้มนั้นจะกำหนดให้แตกต่างกันไปตามโต๊ะเลื่อยแต่ละชุดเพื่อใช้ในการตรวจสอบผลผลิตไม้ดิบแปรรูปของนายม้า แต่ละทีมและที่สำคัญสามารถใช้เป็นสัญลักษณ์ในการติดตามเส้นทางของไม้ตลอดทั้งกระบวนการผลิตในการแปรรูป

ไม้ยางพาราทุกครั้งจะเกิดผลพลอยได้ที่เกิดจากกระบวนการแปรรูป ได้แก่ เศษไม้และปีกไม้ที่ได้จากการซอย ส่วนหนึ่งจะถูกนำไปใช้เผาเป็นเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในกระบวนการอบไม้ ส่วนที่เหลือจากการใช้เป็นเชื้อเพลิงจะถูกขายให้กับโรงงานผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด (Particle Board) สำหรับขี้เลื่อยส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในการเผาเพื่อเป็นพลังงาน ส่วนที่เหลือในบางพื้นที่จะมีผู้รับขี้เลื่อยไม้ยางพาราไปใช้การเพาะเห็ด โดยรูปแบบของการตัดซอยไม้ แสดงดังภาพที่ 1-3

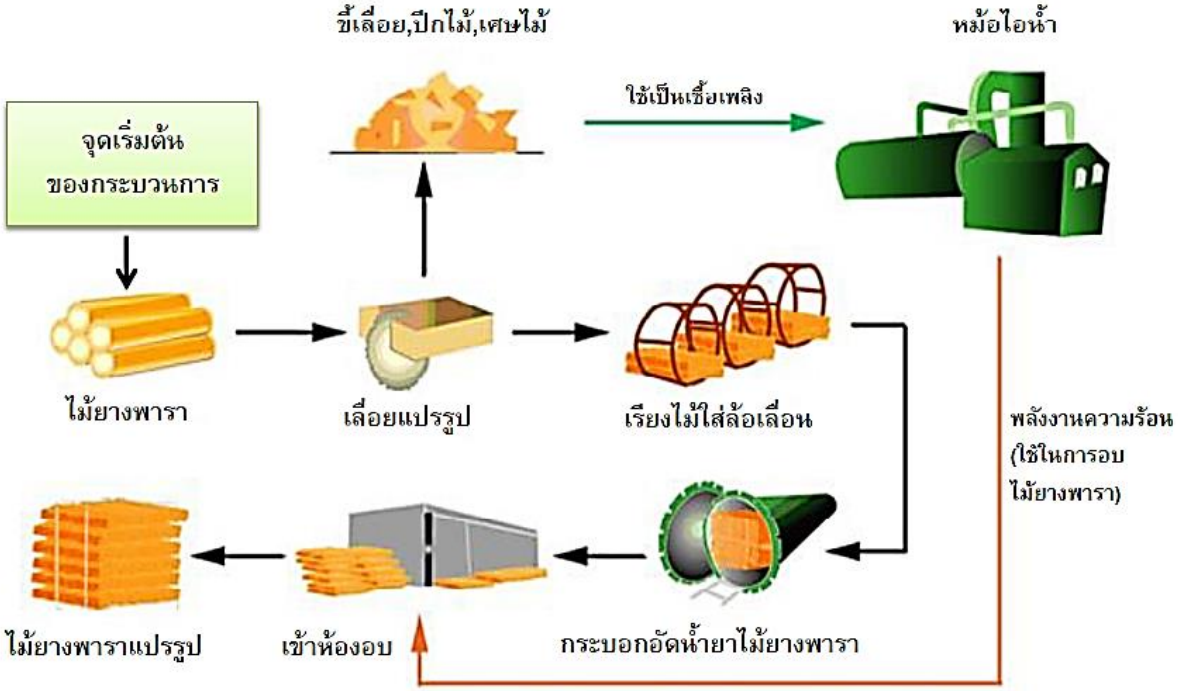


ภาพที่ 1-3 รูปแบบการตัดซอยไม้

ที่มา: ศูนย์การศึกษาการค้าระหว่างประเทศ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย (2556)

หลังจากไม้ยางพาราที่ผ่านการตัดซอยและคัดเกรดจะถูกนามาจัดลงแท่นวางสินค้า (พาเลท) เพื่อนำไปอัดน้ำยาถนอมเนื้อไม้โดยเร็ว เพื่อป้องกันไม้ให้เกิดเชื้อราและเพื่อไม่ให้เป็นสีแดงซึ่งเป็นลักษณะที่ลูกค้าไม่ต้องการ กระบวนการอัดน้ำยาถนอมเนื้อไม้ยางพาราส่วนใหญ่จะใช้เทคนิคสุญญากาศควบคู่กับการอัดความดัน (Vacuum-Pressure Impregnation Process) ซึ่งในการอัดน้ำยาจะมีการเติมสารเคมี (ไม้ยางพาราใช้สารประกอบโบรอน) ที่ออกฤทธิ์ในถังผสมน้ำยา ทั้งนี้อาจมีการผสมสารเคมีอื่น ๆ ซึ่งเป็นสูตรลับเฉพาะของแต่ละโรงงานเพื่อฟอกสีไม้ ขั้นตอนการอัดน้ำยาเริ่มต้นจากการที่คนงานจะทำการเข็นพาเลทไม้เข้าไปจัดเรียงในถังอัดน้ำยา จากนั้นจะมีการดูดเอาอากาศจากนอกถังอัดน้ำยาโดยการใช้ปั๊มดูด-อัดอากาศให้มีการคงในสภาพสุญญากาศระยะหนึ่งเพื่อดูดไอน้ำและอากาศออกจากเนื้อไม้ ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้น้ำยาถนอมเนื้อไม้ สามารถซึมผ่านเข้าไปในเนื้อไม้ได้ดียิ่งขึ้น จากนั้นจะทำการปล่อยน้ำยาถนอมเนื้อไม้ จากถังเข้าไปในถังอัดน้ำยาพร้อมกันนั้นก็ทำการอัดความดันเพื่อให้น้ำยาถนอมเนื้อไม้ ซึมผ่านเข้าไปในเนื้อไม้ เมื่ออัดน้ำยาถนอมเนื้อไม้เข้าเนื้อไม้ได้ที่แล้ว จะทำการหยุดการอัดน้ำยาถนอมเนื้อไม้และปล่อยน้ำยาออกจากถังอัดความดันไปเก็บไว้ในบ่อพัก (น้ำยานี้จะถูกดูดคืนขึ้นไปเก็บไปไว้ในถังน้ำยาถนอมเนื้อไม้เพื่อใช้งานในรอบต่อไป) หลังจากปล่อยน้ำยาออกจากถังก่อนที่จะนำไม้ออกจากถังอัดน้ำยาจะมีการดูดอากาศออกจากถังอีกรอบเพื่อดูดความชื้นและสารเคมีส่วนเกินออกจากไม้ เพื่อให้ไม้หมาดพอเหมาะกับการนำเข้าเตาอบ แต่อาจใช้วิธีการนำไม้ออกพึ่งอากาศแทนเพื่อให้สามารถใช้ถังน้ำยาในการอัดไม้รอบ

ต่อไปได้ ทั้งนี้กระบวนการอัดน้ำยาถนอมเนื้อไม้จะใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ไม้ยางพาราเป็นไม้ที่แห้งค่อนข้างช้า ตำหนิจากการบิดงอค่อนข้างมาก ไม้ยางพาราถูกทำลายจากแมลงและเชื้อราได้ง่าย จากเหตุผลที่กล่าวมาจึงนิยมอัดน้ำยาไม้แปรรูปก่อนเข้าอบแห้ง ส่วนการป้องกันการบิดงอทำได้โดยใช้น้ำหนักทับบนกองไม้เพื่อช่วยลดตำหนิดังกล่าว สำหรับในขั้นตอนการอบไม้ยางพารานั้น ในประเทศไทยโดยเฉพาะภาคใต้ของประเทศ โดยมากนิยมสร้างห้องอบหรือเตาอบ แล้วใช้พัดลมเป่าอากาศร้อนเข้าไปในเตาอบเพื่อทำให้ไม้แห้ง แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอบไม้ชนิดนี้มักจะมีคุณภาพไม่สู้ดี คือ ไม้ที่ได้มักจะมีตำหนิ เช่น แตกปลายแตกผิว หรืออาจโค้งงอได้เพราะการควบคุมการอบไม้มีหลักเกณฑ์ที่แน่นอนต้องใช้ความชำนาญของผู้ควบคุมเตาอบเป็นเกณฑ์ มีความสามารถที่จะควบคุมอุณหภูมิภายในเตาให้เป็นไปตามความต้องการได้ โดยวิธีการผลิตไม้แปรรูป อัดและอบน้ำยาไม้ยางพาราแสดงดังภาพที่ 1-4



ภาพที่ 1-4 วิธีการผลิตไม้แปรรูป อัดและอบน้ำยาไม้ยางพารา

ที่มา: ศูนย์การศึกษาการค้าระหว่างประเทศ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย (2556)

1.2.10 ขี้เลื่อย

จากภาพที่ 1-4 จะเห็นได้ว่าในขั้นตอนการเลื่อยแปรรูปไม้ยางพารา จะเกิดวัสดุที่เหลือใช้ได้แก่ ขี้เลื่อย ปีกไม้และเศษไม้ ซึ่งได้มีการนำขี้เลื่อยมาใช้ประโยชน์หลายด้าน เช่น ขายให้เกษตรกรผู้เพาะเห็ด หรือส่งโรงงาน (ไม้บอร์ดที่เอาขี้เลื่อยมาอัดแน่น) โรงงานทำธูป ยากันยุง ขายเป็นเชื้อเพลิง ทำเม็ดเชื้อเพลิง เช่น งานวิจัยของ Vladimir *et al*. (2011) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเผาไหม้ของเศษไม้เหลือใช้และเศษวัสดุทางการเกษตรของประเทศไทยในเตาเผาแบบฟลูอิดไดซ์เบด โดยทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีในเชื้อเพลิงชีวมวลทั้งสิ้น 4 ชนิด ได้แก่ แกลบ เปลือกเมล็ดทานตะวัน ขี้เลื่อยไม้ยางพารา และเปลือกยูคาลิปตัส ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 1-6

ตารางที่ 1-6 คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีในเชื้อเพลิงชีวมวล

Biomass fuel	Ultimate analysis (wt.%, as-received basis)					Proximate analysis (wt.%, as-received basis)				
	C	H	O	N	S	W	A	VM	FC	LHV (kJ/kg)
Rice husk	40.5	4.1	28.7	0.3	0.03	8.4	18.0	58.0	15.6	14,620
Sunflower shells	52.2	5.6	29.7	0.6	0.10	9.1	2.7	65.6	22.6	17,150
Rubberwood sawdust	46.7	5.7	33.5	1.8	0.04	6.6	5.7	61.5	26.2	17,070
Eucalyptus bark	25.8	2.9	19.2	0.2	0.02	47.5	4.4	41.5	6.6	8 320

ที่มา: Vladimir *et al*. (2011)

นอกจากนี้ ยังมีนักวิจัยได้ทำการศึกษาและนำขี้เลื่อยมาทำเป็นกระถาง คือ พรเทพ และ วรินทร์ (2554) ทำโครงการพัฒนากระถางต้นไม้จากขี้เลื่อย มีการขึ้นรูปกระถางเพาะชำโดยทำการศึกษาปัจจัย 3 ปัจจัย ได้แก่ ปริมาณขี้เลื่อย กาวแป้งเปียก และแรงดันในการขึ้นรูปกระถางเพาะชำ

1.2.11 แกลบ

“แกลบ” ทุกคนย่อมรู้จักดี และมองว่าเป็นของเหลือทิ้งทางการเกษตร ซึ่งได้จากกระบวนการสีข้าว ในปีหนึ่ง ๆ มีปริมาณแกลบสูงถึงประมาณ 5,878.14 พันตัน จากการสำรวจโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตร และสหกรณ์ ในปี 2540 ของเหลือทิ้งเหล่านี้บางส่วนถูกนำไปใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ย วัสดุปูรองนอน ในโรงเรือนเลี้ยงเป็ด เลี้ยงไก่ และในยุคที่ประเทศมีความต้องการพลังงานสูง แกลบถูกนำมาเป็นเชื้อเพลิง ทดแทนพลังงานจากน้ำมันดิบ จากสถิติการใช้พลังงานในประเทศไทย ในรายงานพลังงานของประเทศไทย ปี 2539 โดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน พบว่าทดแทนพลังงานได้เทียบเท่าน้ำมันดิบ 0.63 ล้านตัน นอกจากนี้ ขี้เถ้าที่ได้จากการเผาไหม้ของแกลบ ยังสามารถส่งออกขายต่างประเทศได้อีกในราคากิโลกรัมละ 3-4 บาท ซึ่งนับว่าเป็นผลพลอยได้นอกเหนือจากการใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน (สุรินทร์, 2540)

1.2.12 ลักษณะของแกลบ

แกลบทำหน้าที่ห่อหุ้มเมล็ดข้าวอยู่ภายนอกได้จากการสีข้าวเป็นสารประกอบจำพวกไฮโดรคาร์บอน และซิลิคอนโอออกไซด์หรือซิลิกา เมื่อพิจารณาแกลบให้ชัดขึ้นโดยนำมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะมีลักษณะผิวเป็นร่องเรียงกันและผิวแกลบมีความพรุนมาก (Colomna, 1974)

1.2.13 ประโยชน์ของแกลบ

นิรนาม (2557) แกลบที่ได้จากการสีข้าวเปลือกจะมีประมาณร้อยละ 22-25 โดยน้ำหนักจากเมล็ดข้าวเปลือก ทำให้การสีข้าวเปลือกแต่ละครั้งจะเกิดแกลบจำนวนมาก ซึ่งปัจจุบันมีการนำแกลบมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในหลายด้านด้วยกัน ได้แก่

1) เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในภาคครัวเรือน เช่น เชื้อเพลิงในเตาประหยัดพลังงาน เชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยแกลบ 1 กิโลกรัม สามารถให้พลังงานจากการเผาไหม้ได้สูงถึง 3,800 กิโลแคลอรี ซึ่งใกล้เคียงกับไม้ และถ่านไม้ที่ 4,000-5,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม จึงสามารถนำมาทดแทนเชื้อเพลิงจากไม้ได้เป็นอย่างดี

2) เป็นเชื้อเพลิงในภาคอุตสาหกรรม เช่น โรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าชีวมวล เชื้อเพลิงสำหรับเครื่องจักรไอน้ำของโรงสีข้าว เชื้อเพลิงโรงงานเครื่องปั้นดินเผา โรงงานผลิตปูนซีเมนต์ เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีการนำแกลบไปใช้ประโยชน์โดยการผลิตเป็นถ่านอัดแท่งจากแกลบ ซึ่งแกลบที่จะนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งจากแกลบได้ต้องเป็นแกลบที่แห้งสนิท ไม่มีความชื้น (ความชื้นไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์) แกลบส่วนใหญ่ที่นำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่ง จะนำมาจากไซโลเก็บแกลบ ซึ่งจะแห้งและมีความชื้นต่ำ สามารถนำมาใช้อัดได้ในทันที ส่วนที่ตากไว้ตามลานปูนนั้นไม่สามารถนำมาใช้ผลิตถ่านอัดแท่งได้ เพราะจะโดนทั้งฝนและน้ำค้าง ซึ่งทำให้แกลบนั้นมีความชื้นสูง ไม่มีคุณสมบัติพอที่จะนำมาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งได้ เนื่องจากเครื่องอัดด้วยกระบวนการอัดร้อนจะไม่สามารถใช้อัดให้เป็นแท่งได้ หากจะนำแกลบที่ตากไว้ตามลานมาใช้เป็นวัตถุดิบ จำต้องนำแกลบไปอบไล่ความชื้นใหม่ อาจใช้วิธีเดียวกันกับการอบข้าวหรือว่านำไปอบด้วยเตาโรตารี่ก็ได้ เพื่อให้ได้แกลบที่มีความชื้นไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ เหมือนที่ออกมาจากไซโลเก็บแกลบสำหรับแกลบที่นำออกมาจากไซโลเก็บแกลบนั้น สามารถนำไปเข้าเครื่องอัดแกลบ แล้วอัดออกมาเป็นแท่งฟืนจากแกลบได้เลยโดยไม่ต้องนำไปอบไล่ความชื้นก่อน เพราะแกลบที่ออกมาจากกระบวนการสีข้าว จะไม่มีความชื้นและไม่ต้องร่อน คัดขนาดเหมือนขี้เลื่อย เพราะขนาดของแกลบเท่ากันหรือว่าใกล้เคียงกันทุกเม็ด

การผลิตถ่านอัดแท่งจากแกลบจะมีการลงทุนที่ถูกกว่าการผลิตถ่านอัดแท่งจากขี้เลื่อย เนื่องจากอุปกรณ์การผลิตถ่านอัดแท่งจากแกลบ จะมีน้อยกว่าการผลิตถ่านอัดแท่งจากขี้เลื่อยเพียงแค่มีเครื่องอัดแกลบเครื่องเดียวก็สามารถผลิตงานได้โดยไม่ต้องมีเตาอบไล่ความชื้นก็ได้ จะอัดออกมาเป็นสินค้าแท่งฟืนจากแกลบ หรือว่านำไปเผาต่อเป็นถ่านอัดแท่งจากแกลบเลยก็ได้เช่นกัน เนื่องจากแกลบมีอุปทานพอเพียงในการผลิตเป็นเชื้อเพลิงแข็งเพื่อใช้ทดแทนฟืนและไม้ แต่อาจแปรผันตามฤดูการเก็บเกี่ยวข้าว สำหรับราคาแกลบไม่น่าจะมีปัญหา และถ้าหากจำเป็นต้องกักตุนแกลบไว้เพื่อการผลิตฟืนแกลบเป็นการค้าเงินทุนจมที่ต้องใช้ในการซื้อแกลบ ไม่สูงมากนัก เนื่องจากแกลบที่อัดแล้วไม่สามารถรักษาสภาพให้เป็นแท่งอยู่ได้ เมื่อถูกน้ำหรือน้ำฝนจะแปรสภาพเป็นแกลบบดเช่นเดิม แต่เมื่อนำแกลบที่อัดแล้วไปเผาให้เป็นถ่าน จะสามารถคงสภาพตามรูปที่อัดได้ ดังนั้น ทางผู้ผลิตจึงต้องอัดแกลบก่อนนำไปเผาเป็นถ่านอัดแท่ง เมื่อเทียบกับถ่านจากกะลามะพร้าวและถ่านจากขี้เลื่อยแล้ว จะได้ความแข็งแรง ความทนทาน และความหนาแน่นของถ่านใกล้เคียงกัน (ดวงดีเทคโนการเกษตร, 2551)

3) ใช้เป็นวัสดุขัดผิวทั้งในภาคครัวเรือน และอุตสาหกรรม

4) ใช้ในการเผาถ่านเพื่อลด และควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมสำหรับการเผาถ่าน ป้องการการลุกไหม้เป็นเปลวไฟ

5) เป็นส่วนผสมของวัสดุก่อสร้าง เช่น อิฐบล็อก อิฐมอญ รวมถึงผสมดินเหนียวสำหรับงานก่อต่าง ๆ

6) ใช้ในการปรับปรุงดินในหลายด้าน อาทิ การปรับปรุงดินเค็ม การเพิ่มความร่วนซุยของดิน การเพิ่มอินทรีย์วัตถุ และแร่ธาตุอาหารในดิน เป็นต้น

7) การใช้ประโยชน์ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ เช่น ใช้รองพื้นสำหรับฟาร์มไก่หรือสุกร

1.2.14 คุณสมบัติของแกลบ

แกลบมีคุณสมบัติ ได้แก่ มีแร่ธาตุโปแตสเซียมและแคลเซียมมีรูมากมายซึ่งจะเป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์ทำให้คลุมดินหรือนำไปผสมกับอินทรียวัตถุอย่างอื่น ช่วยลดความร้อนที่เกิดขึ้นเนื่องจากผ่านการย่อยสลายช่วยรักษาความชุ่มชื้นให้แก่หน้าดิน และในเถ้าแกลบมีซิลิกา (Silica, SiO_2) เป็นองค์ประกอบประมาณ 70-90 เปอร์เซ็นต์ และเถ้าแกลบมีความพรุน (Porosity) มาก น้ำหนักเบา มีพื้นที่ผิวมาก มีสมบัติดูดซับ (Absorbent) ดี อีกทั้งมีสมบัติเป็นฉนวนด้วย (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะ และวัสดุแห่งชาติ, 2545) และแกลบจะมีระดับปริมาณธาตุอาหารพืช คือ ไนโตรเจน 0.7 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.2 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 0.35 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณธาตุอาหารรอง คือ แคลเซียม 0.7 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียม 0.2 เปอร์เซ็นต์ และซัลเฟอร์ 0.05 เปอร์เซ็นต์ (ไทยเกษตรศาสตร์, 2554)

1.2.15 การเพาะเลี้ยงไส้เดือนดินเพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์

“ไส้เดือนดิน” จัดอยู่ในกลุ่มผู้ย่อยสลายซากอินทรีย์ในระบบนิเวศ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ตามที่อยู่อาศัยและนิสัยในการกินอาหารคือ ไส้เดือนดินที่อาศัยอยู่ตามผิวดินหรือใต้ซากอินทรีย์ และไส้เดือนดินที่อาศัยอยู่ใต้ดินโดยการขุดรูอยู่ โดยไส้เดือนดินที่อยู่ตามผิวดินหรือใต้ซากอินทรีย์จะมีประสิทธิภาพในการย่อย สารอินทรีย์ในดินได้ดีกว่า และมีการขยายพันธุ์ที่รวดเร็วกว่าด้วย โดยทั่วไปในธรรมชาติไส้เดือนดินมีอายุที่ยาวนาน ตั้งแต่ 4-10 ปีขึ้นอยู่กับชนิดของไส้เดือนดิน แต่เมื่อนำมาเพาะเลี้ยงมักพบว่าไส้เดือนดินมีอายุสั้นลง โดยทั่วไปจะมีอายุเฉลี่ยไม่เกิน 2 ปี

1.2.16 สภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดินประกอบด้วย

1) ความชื้น

ไส้เดือนดินแต่ละชนิดจะเจริญเติบโตได้ดี ในความชื้นที่แตกต่างกัน เช่น ความชื้นที่เหมาะสมต่อไส้เดือนดินที่อาศัยอยู่ใต้ดินคือ 40-70% ส่วนไส้เดือนดินที่อาศัยใต้กองมูลสัตว์หรือซากอินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ดี ที่ความชื้น 70-80% เป็นต้น

2) อุณหภูมิ

อุณหภูมิ ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดิน อยู่ในช่วง 15-28 องศาเซลเซียส โดยไส้เดือนดินในเขตร้อนจะทนต่ออุณหภูมิสูงได้ดีกว่าไส้เดือนดินในเขตอบอุ่น

3) ความเป็นกรด-ด่าง

ความเป็นกรด-ด่างของดินมีผลต่อไส้เดือนดิน โดยทั่วไปความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อไส้เดือนดินอยู่ในช่วง 6.0-8.0 อย่างไรก็ตามพบว่าไส้เดือนดินบางชนิดสามารถอาศัยอยู่ในสภาพที่เป็นกรดจัดได้ (3.7-4.7)

4) ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

ไส้เดือนดินจะสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในดินที่มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ระหว่าง 0.01-11.5% ถ้ามีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่สูงกว่าที่กำหนดจะเป็นอันตรายต่อไส้เดือนดิน

จากลักษณะการกินอาหาร (ซากอินทรีย์) และการอยู่อาศัยของไส้เดือนดิน ทำให้มีประโยชน์ต่อดินในแง่ของการย่อยสลายซากอินทรีย์ในดิน ทำให้ดินมีธาตุอาหารและสารต่าง ๆ ที่จำเป็น

ต่อการเจริญเติบโตของพืช รวมทั้งการเคลื่อนที่ไปหาอาหารของไส้เดือนดินเป็นการไชชอนดิน ทำให้ดินมีความร่วนซุย มีการระบายของน้ำและการแพร่กระจายของอากาศในดินได้ดี จึงเป็นประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตในดินไม่ว่าจะเป็นพืช จุลินทรีย์และสัตว์ขนาดเล็กอื่น ๆ วัตถุประสงค์ของการนำไส้เดือนดินมาเพาะเลี้ยงในประเทศไทย มีจุดมุ่งหมายอยู่ 2 ประการคือ ประการแรกเป็นอาหารสัตว์ ประการที่สอง คือนำมาใช้ย่อยสลายวัสดุเหลือทิ้งจากภาคการเกษตรและอาหารเพื่อผลิตเป็นปุ๋ย อินทรีย์ เช่น เศษผัก ผลไม้หรือมูลสัตว์ เป็นต้น

1.2.17 วิธีการเพาะเลี้ยงไส้เดือนดินสำหรับผลิตปุ๋ยอินทรีย์มีด้วยกันหลายชนิด โดยสามารถเลือกได้ตามความเหมาะสมดังนี้

1) การเลี้ยงไส้เดือนดินในภาชนะต่าง ๆ เช่น กระถางปลูกต้นไม้ ลังไม้ หรือบ่อซีเมนต์ เป็นต้น เป็นการเลี้ยงขนาดเล็ก และทำได้ทุกครัวเรือน ใช้พื้นที่น้อย การดูแลง่าย แต่ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้ก็น้อยตามขนาดของภาชนะที่เลี้ยง

2) การเลี้ยงไส้เดือนดินในภาชนะเป็นชั้น ๆ เช่น ชั้นไม้ หรือชั้นตู้พลาสติก เป็นต้น เป็นการเลี้ยงที่ใช้พื้นที่จำกัดได้ดี แต่มีข้อจำกัดคือต้องใช้แรงงานในการจัดการค่อนข้างมากและสิ้นเปลืองเวลา

3) การเลี้ยงไส้เดือนดินแบบแปลงกลางแจ้ง เป็นการเลี้ยงไส้เดือนดินที่ใช้เทคนิคง่าย ๆ ด้วยการตั้งกองอาหารเป็นแปลงสำหรับเลี้ยงไส้เดือนดิน คลุมอาหารของไส้เดือนดินด้วยฟางและตาข่ายสำหรับป้องกันสัตว์มาคุ้ยเขี่ย แต่มีข้อจำกัดตรงที่ไส้เดือนดินสามารถเลื้อยหนีออกได้ง่ายเมื่อสภาวะไม่เหมาะสม เช่น อาหารหมดหรือน้ำท่วม เป็นต้น

4) การเลี้ยงไส้เดือนดินในโรงเรือน เป็นการเลี้ยงที่นิยมสำหรับฟาร์มเกษตรกรส่วนใหญ่ เพราะ สามารถจัดการสภาพแวดล้อมต่าง ๆในการเลี้ยงไส้เดือนดินได้ง่าย เช่น การก่อบล็อกสำหรับทำซองหรือคอกเลี้ยงไส้เดือนดิน โรงเรือนจะมีขนาดเล็กหรือใหญ่ขึ้นอยู่กับต้นทุนของผู้เลี้ยงไส้เดือนดินเป็นหลัก

5) การผลิตไส้เดือนดินแบบอัตโนมัติ เป็นการเลี้ยงไส้เดือนดินอย่างเป็นระบบ ทำให้จัดการได้ง่าย แต่มีข้อจำกัดตรงที่ต้นทุนสูงมาก ดังนั้นต้องมีการศึกษาพันธุ์ที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด

ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากไส้เดือนดิน มีอยู่ 2 ชนิดคือ ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดแห้งและปุ๋ยอินทรีย์ชนิดน้ำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบหรืออาหารที่ใช้ โดยทั่วไปถ้าเป็นจากเศษพืชหรือผักจะได้ปุ๋ยอินทรีย์ทั้งชนิดน้ำและแห้ง แต่มีปริมาณน้อย ส่วนมูลสัตว์จะได้ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่มากกว่า แต่ไม่ได้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดน้ำ (ศูนย์การอบรมการเลี้ยงไส้เดือนธีธัชฟาร์ม, ม.ป.พ.)

1.2.18 ปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน

ปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน (Vermicompost) หมายถึง เศษซากอินทรีย์วัตถุต่างๆ รวมทั้งดินและจุลินทรีย์ที่ไส้เดือนดินกินเข้าไปแล้วผ่านกระบวนการย่อยสลาย อินทรียวัตถุเหล่านั้นภายในลำไส้ของไส้เดือนดิน แล้วจึงขับถ่ายเป็นมูลออกมาทางรูทวาร ซึ่งมูลที่ได้จะมีลักษณะเป็นเม็ดสีดำ มีธาตุอาหารพืชอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ในปริมาณที่สูงและมีจุลินทรีย์จำนวนมาก ซึ่งในกระบวนการผลิตปุ๋ยหมัก

โดยใช้ไส้เดือนดินขยะอินทรีย์ที่ไส้เดือนดินกินเข้าไป และผ่านการย่อยสลายในลำไส้แล้วขับถ่ายออกมา มูลไส้เดือนดินที่ได้เรียกว่า “ปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน”

1.2.19 คุณสมบัติของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน

ลักษณะ โครงสร้างทางกายภาพของปุ๋ยหมักไส้เดือนดินมีลักษณะเป็นเม็ดร่วนละเอียด มีสีดำออกน้ำตาล โปร่งเบา มีความพรุนระบายน้ำและอากาศได้ดีมาก มีความจุความชื้นสูงและมีประมาณอินทรียวัตถุสูงมาก ซึ่งผลจากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ที่ไส้เดือนดินดูดกินเข้าไปภายในลำไส้ และด้วยกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่อยู่ในลำไส้และน้ำย่อยของไส้เดือนดินจะช่วย ให้ธาตุอาหารหลาย ๆ ชนิดที่อยู่ในเศษอินทรียวัตถุเหล่านั้นถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถ นำไปใช้ได้ เช่น เปลี่ยนไนโตรเจน ให้อยู่ในรูปไนเตรท หรือ แอมโมเนีย ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ และนอกจากนี้ ยังมีส่วนประกอบของธาตุอาหารพืชชนิดอื่นและจุลินทรีย์หลายชนิด ที่เป็นประโยชน์ต่อดิน รวมทั้งสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิดที่เกิดจากกิจกรรมของ จุลินทรีย์ในลำไส้ของไส้เดือนดินอีกด้วย

การใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินและน้ำหมักมูลไส้เดือนดินในการปลูกพืชจะส่งผลให้ดินมีโครงสร้างดีขึ้น คือทำให้ดินกักเก็บความชื้นได้มากขึ้น มีความโปร่งร่วนซุย รากพืชสามารถชอนไชและแพร่กระจายได้กว้าง ดินมีการระบายน้ำและอากาศได้ดี ทำให้จุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์บริเวณรากพืชสามารถสร้างเอนโซม์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้จุลินทรีย์ดินที่ปนออกมากับมูลของไส้เดือนดินยังสามารถสร้างเอ็นไซม์ฟอสฟาเตสได้อีกด้วย ซึ่งจะมีส่วนช่วยเพิ่มประมาณฟอสฟอรัสในดินให้สูงขึ้นได้ (ศูนย์การอบรมการเลี้ยงไส้เดือน ธีธัชฟาร์ม, ม.ป.พ.) ได้มีการเปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของปุ๋ยหมักชนิดต่างที่มีผลต่อพืช แสดงดังตารางที่ 1-7

ตารางที่ 1-7 เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ ต่อพืช

ชนิดของปุ๋ยหมัก	ปริมาณธาตุอาหารต่างชนิดของปุ๋ยหมักที่มีต่อพืช (เปอร์เซ็นต์)					
	N	P	K	Ca	Mg	C/N ratio
ปุ๋ยหมักมูลไก่	2.59	2.93	3.39	7.79	1.07	8.3
ปุ๋ยหมักมูลไก่ผสมขุยมะพร้าว	2.01	1.32	1.79	4.70	0.52	14.9
ปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดิน	0.92	1.95	0.38	9.76	0.64	21.6
ปุ๋ยหมักมูลไก่ผสมขุยมะพร้าวและฟางข้าว	0.59	0.23	0.29	0.85	0.09	59.0

ที่มา: สุพาภรณ์ (2549)

สำหรับปริมาณธาตุอาหารของพืชที่พบในปุ๋ยมูลไส้เดือนจะมีความแตกต่างออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบและสายพันธุ์ของไส้เดือนที่ใช้ อาณัฐ (2548) ได้มีการศึกษาปริมาณธาตุอาหารพืชของปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ได้จากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ของไส้เดือนสายพันธุ์ *Pheretima peguana* และ *Eisenia foetida* ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 1-8

ตารางที่ 1-8 ปริมาณธาตุอาหารพืชของปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ได้จากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ของไส้เดือน สายพันธุ์ *Pheretima peguana* และ *Eisenia foetida*

ชนิดของขยะอินทรีย์	pH	EC (mS/cm)	ปริมาณธาตุอาหารพืช (%)				
			N	P	K	Ca	Mg
ไส้เดือนสายพันธุ์ *Pheretima peguana*							
เศษอาหาร	6.6	1,200	0.277	0.051	0.234	0.203	0.062
เศษผัก	6.8	1,300	0.383	0.152	0.403	0.317	0.122
เศษผลไม้	6.6	1,800	0.375	0.116	0.345	0.088	0.037
มูลวัว	7.0	3,800	1.185	0.759	1.306	1.511	0.501
ไส้เดือนสายพันธุ์ *Eisenia foetida*							
เศษอาหาร	6.3	2,500	0.864	0.301	0.635	0.875	0.215
เศษผัก	6.7	2,400	0.767	0.264	0.526	0.782	0.160
เศษผลไม้	6.8	2,300	0.718	0.377	0.659	1.282	0.241
มูลวัว	6.7	2,300	1.217	0.613	0.743	1.832	0.376

ที่มา: อานัฐ (2548)

นอกจากนี้ ได้มีการนำปุ๋ยมูลไส้เดือนมาใช้เป็นปุ๋ยหรือวัสดุปลูกสำหรับการปลูกพืชหลายชนิด อาทิเช่น Edward and Burrow (1988) ได้มีการนำปุ๋ยมูลไส้เดือนมาใช้เป็นวัสดุปลูก ทำให้พืชผัก เช่น มะเขือเทศ มะเขือม่วง กะหล่ำ และพืชดอกบางชนิด เช่น ดาวเรืองฝรั่งเศส มีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าการปลูกในวัสดุปลูกทางการค้า และการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนที่ผลิตจากมูลวัว มีผลต่อการเพิ่มการงอกของเมล็ด ปริมาณรากและจำนวนของดอกพิทูเนีย (Norman *et al.*, 2008) และ อานัติ (2548) ได้มีการเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยมูลไส้เดือนในการปลูกพืช ดังตารางที่ 1-9

ตารางที่ 1-9 การเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยมูลไส้เดือนในการปลูกพืช

ปัจจัย	การใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกพืช	การใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนในการปลูกพืช
ราคา/หน่วย	ค่อนข้างแพง	ราคาใกล้เคียงกับปุ๋ยเคมี
อัตราการใช้	ใช้น้อยเห็นผลเร็ว	ใช้มากเห็นผลช้า
ธาตุอาหาร/หน่วย	ตามสูตรที่ระบุ	ธาตุอาหารหลักมีน้อย แต่ธาตุอาหารรองที่จุลธาตุมีเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของการปลูกพืชแต่ละครั้ง
ฮอร์โมนพืช	ไม่มี	มีฮอร์โมนออกวิน ไซโตไคนิน และนิบเบอเรลลิน ความเข้มข้นขึ้นอยู่กับชนิดของขยะที่นำมาใช้ผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือน โดยจะมีมากในเศษผลไม้
อินทรียวัตถุ	ไม่มี	มีสูงมากประมาณ 95%
จุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์	ไม่มี	มีหลายชนิด เช่น แบคทีเรีย เชื้อรา และแอคติโนไมซีส
ผลกระทบเมื่อใช้เป็นเวลานาน	ทำให้ดินแข็ง การระบายน้ำและอากาศไม่ดี รากพืชเจริญเติบโตได้น้อยและอ่อนแอต่อโรคและแมลง สิ่งมีชีวิตในดินตายโดยเฉพาะจุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์ ดินเป็นกรดเพิ่มขึ้นธาตุอาหารที่ใส่ถูกดูดซับไว้ในดิน	ทำให้โครงสร้างของดินดีขึ้นเรื่อยๆ สิ่งมีชีวิตในดินเพิ่มขึ้น กักเก็บความชื้นได้สูง รากพืชเจริญได้กว้าง มีอินทรียวัตถุในดินเพิ่มสูงขึ้น พืชเจริญเติบโตได้เร็วและแข็งแรง

ที่มา: อานัฐ (2548)

1.2.20 ประโยชน์และความสำคัญของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน

1) ส่งเสริมการเกิดเม็ดดิน

2) เพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุแก่ดิน

3) เพิ่มช่องว่างในดินให้การระบายน้ำและอากาศดียิ่งขึ้น

4) ส่งเสริมความพรุนของผิวหน้าดิน ลดการจับตัวเป็นแผ่นแข็งของหน้าดิน

5) ช่วยให้ระบบรากพืชสามารถแพร่กระจายตัวในดินได้กว้าง

6) เพิ่มขีดความสามารถในการดูดซับน้ำในดิน ทำให้ดินชุ่มขึ้น

7) เพิ่มธาตุอาหารพืชให้แก่ดินโดยตรงและเป็นแหล่งอาหารของสัตว์และจุลินทรีย์ในดิน

8) เพิ่มศักยภาพการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน

9) ช่วยลดความเป็นพิษของธาตุอาหารพืชบางชนิดที่มีปริมาณมาเกินไป เช่น อลูมินัม และแมงกานีส

10) ช่วยเพิ่มความต้านทานในการเปลี่ยนแปลงระดับความเป็นกรด-เบส (Buffer capacity) ทำให้การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นไม่เร็วเกินไปจนเป็นอันตรายต่อพืช

11) ช่วยควบคุมปริมาณไส้เดือนฝอยในดิน เนื่องจากการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจะทำให้มีปริมาณจุลินทรีย์ที่สามารถขับสารพวกอัลคาลอยด์และกรดไขมันที่เป็นพิษต่อไส้เดือนฝอยได้เพิ่มขึ้น

12) มีส่วนประกอบของกรดฮิวมิคซึ่งเป็นตัวกักเก็บธาตุอาหาร ที่จำเป็นต่อพืชหลายชนิด เช่น ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) เหล็ก (Fe) และทองแดง (Cu) ซึ่งธาตุอาหารเหล่านี้จะถูกเก็บอยู่ในโมเลกุลของกรดฮิวมิค อยู่ในรูปพร้อมใช้ และจะถูกปลดปล่อยออกมาเมื่อพืชต้องการ (ศูนย์การอบรมการเลี้ยงไส้เดือนธีธัชฟาร์ม, ม.ป.พ.)

1.2.21 การใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินเป็นส่วนผสมของวัสดุปลูกและวัสดุเพาะกล้าพืช

นอกจากการนำปุ๋ยมูลไส้เดือนดินไปใช้เป็นปุ๋ยแล้ว ยังสามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมของวัสดุปลูกและวัสดุเพาะกล้าพืชได้ วัสดุปลูกพืชหรือวัสดุเพาะกล้าพืชที่มีส่วนผสมของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจะมี ธาตุอาหารพืชอยู่ในปริมาณที่เจือจางและอยู่ในรูปพร้อมใช้ ซึ่งจะค่อย ๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับต้นกล้าพืชในการเจริญเติบโตระยะแรกได้อย่างเหมาะสม ประกอบกับปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินมีโครงสร้างที่โปร่งเบาระบายน้ำและอากาศได้ดี และจุความชื้นได้มาก ดังนั้น ต้นกล้าพืชจะสามารถเจริญเติบโตออกรากและชอนไชได้ดีมาก ในการนำมาปลูกพืชจำพวกไม้ดอกไม้ประดับจะส่งเสริมให้พืชออกดอกได้ดีมาก เนื่องจาก จุลินทรีย์ในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินสามารถสร้างเอนไซม์ฟอสฟาเตสได้ จึงทำให้วัสดุปลูกนั้นมีปริมาณของฟอสฟอรัสเพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้พืชออกดอกได้ดียิ่งขึ้น

คุณสมบัติของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่นำมาใช้เป็นวัสดุปลูกพืชจะแตกต่างกันตามวัสดุที่นำมาใช้ผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน แต่โดยทั่วไปแล้วโครงสร้างของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จะมีลักษณะที่ คล้ายกัน คือ จะมีส่วนประกอบของธาตุอาหารพืชอยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้ มีส่วนประกอบของธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมเกือบทุกชนิดที่พืชต้องการ ในการนำปุ๋ยมูลไส้เดือนดินมาใช้เป็นวัสดุปลูก ควรจะนำมาผสมกับวัสดุปลูกชนิดอื่นๆ ก่อน เนื่องจากปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจะประกอบด้วยอินทรียวัตถุเป็นส่วนใหญ่ และมีอนุภาคของดินอยู่น้อย ดังนั้น ในการนำปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ได้มาผสมกับวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ จะได้ผลดีกว่าและสิ้นเปลืองน้อยกว่าการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินเพียงอย่างเดียว ซึ่งในการปลูกพืชสวนประดับสามารถนำปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินมาเจือจางได้หลายระดับ

1.2.22 แท่งเพาะชำ

แท่งเพาะชำจัดเป็นวัสดุปลูกพืชรูปแบบหนึ่ง ที่นำมาใช้ในการเพาะปลูกพืชในเบื้องต้น โดยพืชที่เพาะปลูกจะอาศัยแท่งเพาะชำเป็นที่หาอาหาร ใช้เป็นที่หยั่งราก เพื่อให้รากของพืชมีที่ยึดเกาะ ทำให้ลำต้นพืชตั้งตรง และทำให้ใบพืชสามารถรับแสงได้ โดยทั่วไป แท่งเพาะชำจะมีคุณลักษณะที่ต้องการดังนี้

1) มีความคงรูป ไม่ยุ่ยสลายง่ายเมื่อนำไปใช้แช่น้ำหรือรดน้ำ

2) มีโครงสร้างที่โปร่งสามารถให้ก๊าซออกซิเจนผ่านเข้าออกได้ง่าย

3) มีความสามารถในการอุ้มน้ำเพียงพอที่จะให้รากดูดไปใช้เลี้ยงส่วนต่างๆ ของพืชได้

มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับแท่งเพาะชำ เช่น ดวงสมร และคณะ (2551) ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร โดยทำการทดสอบประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำกล้าไม้ในเรือนทดลองเป็นเวลา 3 เดือน โดยวัสดุที่นำมาใช้ในการอัดแท่งเพาะชำประกอบด้วย กากตะกอนหม้อกรอง กากอ้อยจากโรงงานน้ำตาล แกลบเผา มูลไก่ และดินตะกอนก้นบ่อ ทำการอัดแท่งเพาะชำสูตรต่าง ๆ 7 สูตร วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพก่อนที่จะนำไปทดสอบเพาะกล้าไม้ ประกอบด้วย 7 ตำรับการทดลอง ใช้กระถินยักษ์เป็นพืชทดสอบ ผลการทดลองพบว่า ก่อนการทดลองปริมาณธาตุไนโตรเจนไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติระหว่างตำรับการทดลอง ส่วนปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ความชื้นและความพรุนรวม มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณกากตะกอนหม้อกรองเพิ่มขึ้น ด้านการเจริญเติบโตของพืช และผลผลิตมวลพืช พบว่าในตำรับที่มีกากตะกอนหม้อกรองผสมอยู่ในอัตราสูงจะดีกว่าในตำรับที่มีกากตะกอนหม้อกรองผสมอยู่ในอัตราที่ต่ำ จากการทดลองอาจจะสรุปได้ว่า คุณสมบัติทางกายภาพของแท่งเพาะชำน่าจะมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชในระยะแรกมากกว่าคุณสมบัติทางเคมี นอกจากนี้ได้มีการผลิตแท่งเพาะชำจากหญ้าแฝกและแกลบดำ (ดำรงศักดิ์, ม.ป.พ.) ได้ดำเนินการศึกษาโดยใช้หญ้าแฝกเป็นวัตถุดิบหลัก และมีการผสมแกลบดำ ดิน และใช้วัสดุประสานคือกาว polyvinyl alcohol (PVA) ผลการศึกษาพบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูป คือ หญ้าแฝก ต่อ แกลบดำ ต่อ ดิน ต่อ กาว PVA เท่ากับ 1:1:0.5:0.25 และเมื่อนำแท่งเพาะชำมาทดสอบ พบว่า สามารถดูดซับน้ำได้ร้อยละ 234 หรือดูดซับน้ำได้มากกว่าน้ำหนักแท่งเพาะชำเริ่มต้นในเวลา 180 นาที สำหรับการระเหยของน้ำระเหยไปเพียงร้อยละ 31 ในเวลา 12 ชั่วโมง แสดงให้เห็นว่ามีปริมาณน้ำคงเหลือในแท่งเพาะชำร้อยละ 69 และในแท่งเพาะชำยังมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช จากคุณลักษณะของแท่งเพาะชำสามารถสรุปได้ว่ามีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการนำมาปลูกพืชและยังมีปริมาณธาตุอาหารที่สามารถนำมาใช้ในการเริ่มต้นปลูกพืชได้

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.3.1 เพื่อศึกษาอัตราส่วนของวัตถุดิบและวัสดุตัวประสานที่มีความเหมาะสมต่อการผลิตแท่งเพาะชำ

1.3.2 เพื่อศึกษาคุณสมบัติของแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือใช้อินทรีย์ที่มีการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือน

1.3.3 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือใช้อินทรีย์ที่มีการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือนในระหว่างการเพาะชำต้นกล้าพืช

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.4.1 งานวิจัยนี้ใช้วัตถุดิบหลักที่ผลิตแท่งเพาะชำ 4 ชนิด คือ

1) กากกาแฟที่รวบรวมจากผู้ประกอบการธุรกิจร้านกาแฟในพื้นที่จังหวัดตรัง

2) ขี้เลื่อยไม้ยางพาราโดยรวบรวมจากโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา

3) แกลบที่รวบรวมจากผู้ประกอบการโรงสีข้าวในพื้นที่จังหวัดตรัง

4) ปุ๋ยมูลไส้เดือน

1.4.2 งานวิจัยนี้ใช้วัสดุประสาน คือ กาวแป้งเปียกจากแป้งมันสำปะหลัง

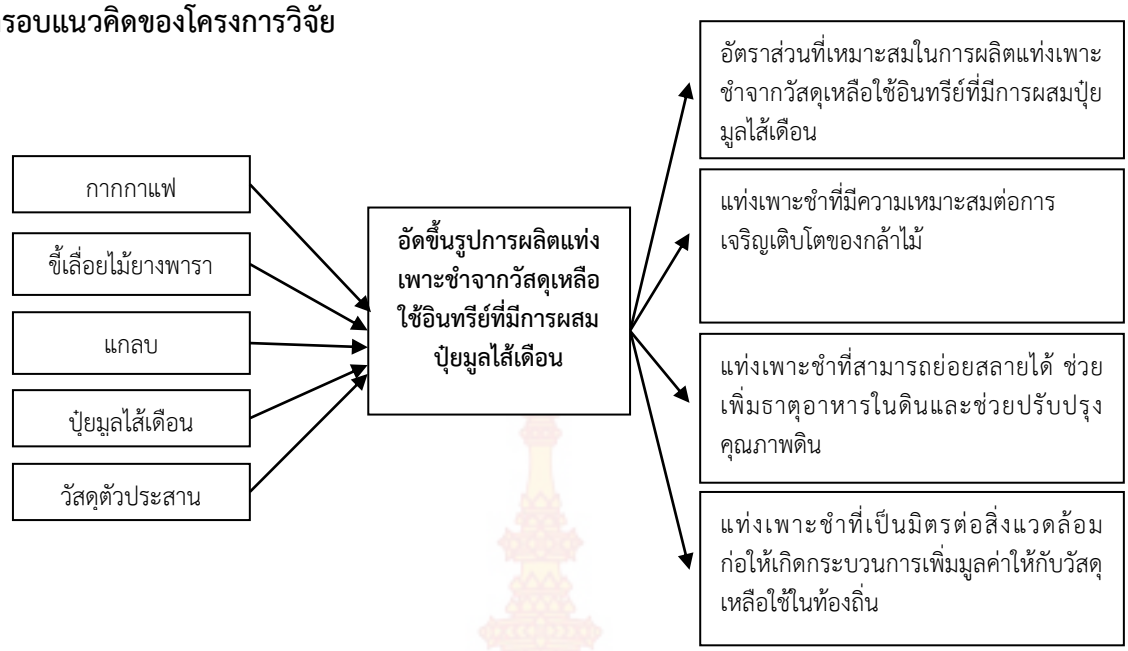
1.4.3 การตรวจสอบคุณสมบัติของแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือใช้อินทรีย์ที่มีการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือน ได้แก่ คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ การดูดซับน้ำ การระเหยของน้ำ การผุกร่อน คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) และแร่ธาตุต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบ

1.4.4 การตรวจสอบศักยภาพของแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือใช้อินทรีย์ที่มีการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือน ระหว่างเพาะชำกล้าพืช ได้แก่ การศึกษาและเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าพืชชนิดที่ทำการทดลอง

1.5 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

จากการเพิ่มขึ้นของประชากรในปัจจุบันส่งผลให้การผลิตสินค้าเพื่อตอบสนองความต้องการและบริโภคสินค้าได้เพิ่มจำนวนขึ้นไปด้วย ซึ่งกาแฟก็นับเป็นสินค้าประเภทหนึ่งที่คนส่วนใหญ่นิยมบริโภค ทำให้มีการประกอบธุรกิจร้านค้าขายกาแฟเพิ่มจำนวนมากขึ้น ทำให้ปริมาณกากกาแฟที่เหลือใช้หลังจากการชงกาแฟมีปริมาณมากขึ้นตามไป นอกจากนี้ อุตสาหกรรมหนึ่งที่กำลังเติบโตและมีจำนวนโรงงานเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก คือ อุตสาหกรรมการแปรรูปไม้ยางพาราซึ่งจากกระบวนการแปรรูปไม้ยางพาราในขั้นตอนการเลื่อยไม้ จะทำให้เกิดสิ่งเหลือใช้ คือ ขี้เลื่อยเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ส่วนธุรกิจอาหารทะเลมีสิ่งเหลือใช้ประเภทหนึ่ง คือ เปลือกหอย ซึ่งสามารถนำมาทำการรีไซเคิลเป็นปูนขาวและนำไปใช้ประโยชน์ได้ และในปัจจุบันมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี ได้มีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการย่อยสลายของไส้เดือน คือ ปุ๋ยมูลไส้เดือน ซึ่งเป็นปุ๋ยซึ่งมีกระบวนการผลิตที่ง่ายมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช ประกอบกับปัจจุบันการเพาะชำกล้าไม้มีการใช้ถุงหรือกระถางพลาสติก ส่งผลให้มีการก่อเกิดขยะจากกิจกรรมการเพาะปลูกหรือจากกิจกรรมทางการเกษตร โดยเฉพาะขยะจำพวกพลาสติกที่เกิดจากการนำต้นกล้าออกจากถุงหรือกระถางพลาสติกเพาะชำ ทำให้เกิดปัญหาการเพิ่มขึ้นของขยะที่ย่อยสลายยาก ดังนั้นจากสาเหตุดังกล่าว ทีมผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นที่จะนำวัสดุธรรมชาติที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นและมีปริมาณเพียงพอต่อการผลิต โดยศึกษาการผลิตแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือใช้อินทรีย์ที่มีการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือน ซึ่งเป็นวัสดุธรรมชาติที่สามารถหาได้ง่ายและราคาถูกมาช่วยในการลดปัญหาการจัดการสิ่งแวดล้อม อีกทั้งวัตถุดิบที่เลือกใช้ยังมีธาตุอาหารที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลงเหลืออยู่ สามารถย่อยสลายได้ง่าย ช่วยปรับปรุงดิน เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และก่อให้เกิดกระบวนการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น โดยมีกรอบแนวคิดของโครงการ ดังแสดงในภาพที่ 1-5

กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย



ภาพที่ 1-5 กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ทราบถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปของแท่งเพาะชำจากเศษวัสดุชีวมวลผสมปุ๋ยมูลไส้เดือน

1.6.2 ทราบถึงคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมีของแท่งเพาะชำจากเศษวัสดุชีวมวลผสมปุ๋ยมูลไส้เดือน

1.6.3 เป็นทางเลือกให้กับชุมชน ภาคเกษตรกรรม และภาคอุตสาหกรรมในการผลิตผลิตภัณฑ์จากวัสดุเหลือใช้ชีวมวลที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

1.6.4 เพื่อลดปัญหาทางด้านมลพิษจากการเพาะชำกล้าไม้โดยการใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมแทนการใช้ถุงดำหรือถาดเพาะชำ

บทที่ 2
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือใช้อินทรีย์ที่มีการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือนเพื่อศึกษาอัตราส่วนของวัตถุดิบและวัสดุตัวประสานที่มีความเหมาะสมต่อการผลิตแท่งเพาะชำ คุณสมบัติของแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือใช้อินทรีย์ที่มีการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือน และประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือใช้อินทรีย์ที่มีการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือนในระหว่างการเพาะชำต้นกล้าพืชโดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548 พ.ศ. 2555 และ พ.ศ. 2557 เพื่อรับรองการผลิตแท่งเพาะชำ โดยมีอุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

2.1.1 วัตถุดิบ

1) กากกาแฟ
2) ขี้เลื่อยไม้ยางพารา
3) แกลบ
4) ปุ๋ยมูลไส้เดือน

2.1.2 วัสดุประสาน

กาวแป้งเปียกจากแป้งมันสำปะหลัง อัตราส่วน (แป้ง : น้ำ) เท่ากับ 1:2 1:3 และ 1:4

2.1.3 อุปกรณ์การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง

1) เครื่องชั่งอย่างละเอียด ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
2) บีกเกอร์
3) น้ำกลั่น
4) แท่งแก้วคนสาร
5) เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH Meter)

2.1.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าความชื้น

1) ถ้วยอบ
2) เครื่องชั่งอย่างละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3) ตู้ดูดความชื้น (Desiccator)
4) ตู้อบ (Hot Air Oven)
5) ตัวอย่างแท่งเพาะชำ

2.1.5 อุปกรณ์การวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM)

1) เครื่องชั่งอย่างละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
2) ขวดรูปชมพู่
3) บิวเรต
4) ปิเปต
5) จุกยาง

6) บีกเกอร์
7) ขวดปรับปริมาตร
8) เฟอรัสซัลเฟต
9) ออร์โทรฟีแนนโทรลีนอินดิเคเตอร์
10) โพแทสเซียมไดโครเมต
11) กรดซัลฟูริก 98 เปอร์เซ็นต์
12) ซิลเวอร์ซัลเฟต
13) กระบอกตวง
14) น้ำกลั่น

2.1.6 อุปกรณ์การวิเคราะห์การดูดซับน้ำ
1) เครื่องชั่งอย่างละเอียด ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
2) ถังน้ำ
3) ตัวอย่างแท่งเพาะชำ

2.1.7 อุปกรณ์การวิเคราะห์การระเหยน้ำ
1) เครื่องชั่งอย่างละเอียด ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
2) ตะกร้า
3) ตัวอย่างแท่งเพาะชำ

2.1.8 อุปกรณ์การวิเคราะห์การผุกร่อน
1) เครื่องชั่งเครื่องชั่งอย่างละเอียด ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
2) ถังน้ำ
3) ตะกร้า
4) ตัวอย่างแท่งเพาะชำ

2.1.9 เครื่องบดและตะแกรงร่อน ขนาด 2 มิลลิเมตร

2.1.10 เครื่องขึ้นรูปแท่งเพาะชำ

2.1.11 อุปกรณ์สำหรับวัดการเจริญเติบโตของต้นพืช เวอร์เนียคาลิปเปอร์แบบดิจิตอล

2.2 วิธีการศึกษา

2.2.1 การเตรียมวัตถุดิบ และตัวประสาน

ขี้เลื่อย รวบรวมขี้เลื่อยจากโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราหลังจากนั้นจะทำการร่อนเพื่อคัดแยกขนาดของขี้เลื่อย ขนาดของขี้เลื่อยมาใช้ในการขึ้นรูปแท่งเพาะชำอยู่ระหว่าง 2 มิลลิเมตร (กิตติธัช และ ชานนท์, 2559)

แกลบ รวบรวมจากโรงสีข้าวในชุมชนจังหวัดตรัง ซึ่งเป็นวัสดุเศษเหลือทางการเกษตรในชุมชน หลังจากนั้นนำมาตากเพื่อลดความชื้น และทำการบดเพื่อลดขนาด และร่อนเพื่อคัดแยกขนาดของแกลบให้เหมาะกับการขึ้นรูปแท่งเพาะชำ โดยจะเลือกแกลบที่มีขนาด 2 มิลลิเมตร

(ก) (ข)

ภาพที่ 2-1 การเตรียมวัตถุดิบก่อนนำไปขึ้นรูปแท่งเพาะชำ
(ก) การนำกากกาแฟมาตากแดดให้แห้งเพื่อลดความชื้น
(ข) การนำขี้เลื่อยและแกลบมาตากแดดให้แห้งเพื่อลดความชื้น

กาวแป้งเปียก เตรียมโดยนำแป้งมันสำปะหลังผสมกับน้ำ ที่อัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลัง:น้ำเปล่า 3 อัตราส่วน คือ 1:2 1:3 และ 1:4 เพื่อศึกษาสูตรของกาวที่เหมาะสมในการใช้ขึ้นรูปแท่งเพาะชำแล้วนำมากวนตั้งบนไฟอ่อน ๆ ประมาณ 15 นาที จะได้กาวแป้งเปียก สีใส มีลักษณะเหนียวคนจนให้เย็นจะได้กาวแป้งเปียกที่สามารถนำมาใช้งานได้ (ตรีรัตน์ และ สาวิตรี, 2560)

(ก) (ข)

ภาพที่ 2-2 การเตรียมแป้งเปียกก่อนนำไปขึ้นรูปแท่งเพาะชำ
(ก) การกวนแป้งเปียก
(ข) แป้งเปียกที่พร้อมใช้งาน

2.2.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของวัตถุดิบ

1) การทดสอบความเป็นกรด-ด่าง

วิธีการวิเคราะห์

- ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 100 มิลลิลิตร
- เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนเข้ากันทิ้งไว้ประมาณ 30.นาทีในขณะที่ตั้งทิ้งไว้ให้คนเป็นครั้งคราว
- นำมาวัดความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

2) ความชื้น

ความชื้นของแท่งเพาะชำมีผลต่อการงอกและอัตราของการงอกของเมล็ด โดยความชื้นมีความจำเป็นต่อการเปลี่ยนรูปของธาตุอาหารภายในเมล็ด และยังช่วยส่งเสริมการแบ่งเซลล์ (ดวงสมร และคณะ, 2551)

วิธีวิเคราะห์

- ชั่งน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ บันทึกค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่ง
- นำไปอบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในตู้ดูดความชื้นประมาณ 15 นาที
- นำมาชั่งน้ำหนักอีกครั้ง จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ เพื่อหาน้ำหนักที่สูญหาย คำนวณความชื้น.(เปอร์เซ็นต์).ดังนี้

$$\text{ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{มวลของตัวอย่างก่อนอบ-มวลของตัวอย่างหลังอบ}}{\text{มวลของตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

3) การวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุ

ปริมาณอินทรียวัตถุเป็นสิ่งสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้น ปริมาณอินทรียวัตถุในแท่งเพาะชำจึงมีความสำคัญ คือ หากใช้แท่งเพาะชำที่มีปริมาณอินทรียวัตถุจะเป็นการเพิ่มการเจริญเติบโตของพืช การวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- การเตรียมตัวทำปฏิกิริยา

(ก) สารละลายมาตรฐาน โพแทสเซียมไดโครเมต 1 นอร์มอล โดยเตรียมโพแทสเซียมไดโครเมต ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จำนวน 49.0247 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 600 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร คนให้ละลายหมด ถ่ายและล้างใส่ขวดปรับปริมาตร ขนาด 1,000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเขย่าให้เข้ากัน

(ข) สารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต.0.5.นอร์มอล ชั่ง $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ จำนวน 196.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร ทำให้เย็นและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้จนปริมาตร 1 ลิตร ปริมาตรของเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ทำปฏิกิริยากับโพแทสเซียมไดโครเมทในสารละลาย Blank จะนำมาคำนวณนอร์มอลที่แท้จริงของเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต

(ค) ออร์โทรฟีแนนโทรลีนเตรียมโดยละลายออร์โทรฟีแนนโทรลีน 14.85.กรัมและเฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSo_4.7H_2O$) 6.95 กรัม ปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

- วิธีวิเคราะห์

(ก) การย่อยสลาย ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียด 100 มิลลิกรัม ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250.มิลลิลิตร เติม 1 นอร์มอล โพแทสเซียมไดโครเมต 10 มิลลิลิตร และเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร ภายในตู้ดูดควัน แล้วเขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ค้างคืน

(ข) การไทเทรต เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ลงในข้อ1) ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เติมอินดิเคเตอร์ที่ 0.5 มิลลิลิตร ไทเทรตด้วยเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต จนได้สารละลายสีเขียว และเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นน้ำตาลปนแดง แสดงว่าถึงจุดยุติ บันทึกผลคำนวณจากสมการ ดังนี้

$$\text{อินทรีย์คาร์บอน (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{0.3896 \times N \times \text{ml of } K_2Cr_2O_7 \text{ (C-D)}}{\text{w of sample (g)} \times C} \times 100$$

กำหนดให้

C = ปริมาตรของ $FeSo_4.7H_2O$ ที่ ไตเตรต พอดีกับ $K_2Cr_2O_7$ ใน Blank (มิลลิลิตร)

D = ปริมาตรของ $FeSo_4.7H_2O$ ที่ ไตเตรต พอดีกับ $K_2Cr_2O_7$ ในตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน $K_2Cr_2O_7$ (นอร์มอล)

W = มวลของตัวอย่าง (กรัม)

หลังจากการคำนวณปริมาณอินทรีย์คาร์บอน จะทำการการคำนวณปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) คำนวณจากสมการต่อไปนี้

ปริมาณอินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์) = ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (เปอร์เซ็นต์) x 1.724

2.2.3 การผสมวัตถุดิบและการขึ้นรูปแท่งเพาะชำ

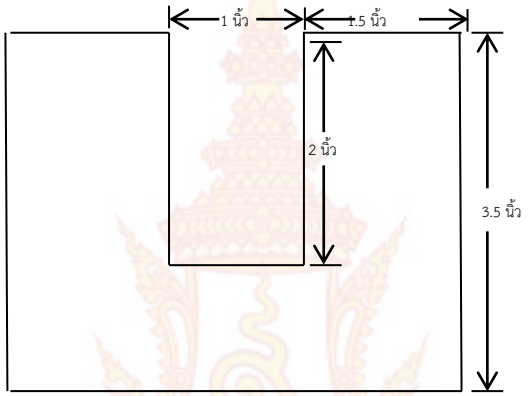
ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยนำกากกาแฟ ขี้เลื่อย แกลบ และมูลไส้เดือน ตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้มาผสมกับกาวแป้งเปียก โดยใช้เครื่องผสม ใช้เวลาในการผสมตามความเหมาะสม โดยงานวิจัยนี้กำหนดชุดการทดลองออกเป็น 7 ชุดการทดลอง โดยใช้อัตราส่วน กากกาแฟ:ขี้เลื่อย:แกลบ:มูลไส้เดือน ดังตาราง 1-10

ตารางที่ 2-1 อัตราส่วนของวัตถุดิบ

ชุดการทดลอง	อัตราส่วนผสม			
	กากกาแฟ	ขี้เลื่อย	แกลบ	มูลไส้เดือน
1	2	0	0	2
2	0	2	0	2
3	0	0	2	2
4	1.33	1.33	0	1.33
5	1.33	0	1.33	1.33
6	0	1.33	1.33	1.33
7	1	1	1	1

2.2.4 การศึกษาอัตราส่วนระหว่างวัตถุดิบและปริมาณกาวที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปแท่งเพาะชำ

สำหรับการอัดขึ้นรูปแท่งเพาะชำ ผู้วิจัยนำวัตถุดิบที่ผสมตามตารางที่ 1-10 มาขึ้นรูปด้วยเครื่องขึ้นรูปแท่งเพาะชำ โดยแท่งเพาะชำจะมีรูปทรงกระบอกสูง 3.5 นิ้วเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 4 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงของช่องว่างภายในแท่งเพาะชำ 1 นิ้วและ 2 นิ้ว ตามลำดับ และแท่งเพาะชำหนา 1.5 นิ้ว (ภาพที่ 1-6) ในการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปแท่งเพาะชำ ผู้วิจัยใช้ปริมาณกาวในการผสมกับวัตถุดิบที่แตกต่างกัน เพื่อหาปริมาณกาวแป้งเปียกที่เหมาะสมในการขึ้นรูปแท่งเพาะชำในแต่ละอัตราส่วน หลังจากนั้นจะศึกษาความเป็นไปได้ของการอัดขึ้นรูปแท่งเพาะชำ และจะทำการศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ เฉพาะแท่งเพาะชำที่สามารถขึ้นรูปได้เท่านั้น



ภาพที่ 2-3 ลักษณะรูปทรงแท่งเพาะชำ

2.2.5 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแท่งเพาะชำ

ผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแท่งเพาะชำเฉพาะแท่งเพาะชำในอัตราส่วนที่ขึ้นรูปได้เท่านั้น โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังนี้

1) การวัดความเป็นกรด-ด่าง

วิธีการวิเคราะห์

- ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 100 มิลลิลิตร
- เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนเข้ากันทิ้งไว้ประมาณ 30.นาทีในขณะที่ตั้งทิ้งไว้ให้คนเป็นครั้งคราว
- นำมาวัดความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

2) ความชื้น

ความชื้นของแท่งเพาะชำมีผลต่อการงอก และอัตราของการงอกของเมล็ด โดยความชื้นมีความจำเป็นต่อการเปลี่ยนรูปของธาตุอาหารภายในเมล็ดและยังช่วยส่งเสริมการแบ่งเซลล์ (ดวงสมร และคณะ, 2551)

วิธีวิเคราะห์

- ชั่งน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ บันทึกค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่ง
- นำไปอบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในตู้ดูดความชื้นประมาณ 15 นาที
- นำมาชั่งน้ำหนักอีกครั้ง จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ เพื่อหาน้ำหนักที่ สูญหาย คำนวณความชื้น.(เปอร์เซ็นต์).ดังนี้

$$\text{ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{มวลของตัวอย่างก่อนอบ-มวลของตัวอย่างหลังอบ}}{\text{มวลของตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

3) การดูดซับน้ำ

การดูดซับน้ำของแท่งเพาะชำเป็นการทดสอบเพื่อหาระยะเวลาการแช่น้ำก่อนการนำไปใช้งานมีขั้นตอน ดังนี้

- ชั่งน้ำหนักแท่งเพาะชำแต่ละอัตราส่วน แล้วบันทึกค่าไว้
- นำแท่งเพาะชำไปแช่ในน้ำ
- ทุกระยะเวลา 10 นาที นำแท่งเพาะชำขึ้นมาจากน้ำนำมาชั่งน้ำหนักและบันทึกค่าไว้ (ดำรงศักดิ์, ม.ป.ป.)
- ทำการทดสอบจนกระทั่งมีความแตกต่างของน้ำหนักไม่เกิน 0.1 กรัม นำผลการทดสอบที่ได้มาคำนวณร้อยละอัตราการดูดซับน้ำ ดังนี้

$$\text{การดูดซับน้ำ (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{(น้ำหนักหลังแช่น้ำ (กรัม) - น้ำหนักก่อนแช่น้ำ (กรัม))}}{\text{น้ำหนักก่อนแช่น้ำ (กรัม)}} \times 100$$

4) การระเหยของน้ำ

การทดสอบการระเหยน้ำของแท่งเพาะชำเป็นการทดสอบเพื่อนำมาหาระยะเวลาการรดน้ำตามความต้องการของพืชในแต่ละชนิด มีขั้นตอนดังนี้

- นำแท่งเพาะชำที่ดูดซับน้ำจนอิ่มตัว มาชั่งน้ำหนักแล้วบันทึกผล
- นำแท่งเพาะชำใส่ในตะกร้าที่มีลักษณะโปร่งวางไว้ในที่ร่ม
- นำไปชั่งน้ำหนักทุก ๆ 6 ชั่วโมง แล้วบันทึกค่าไว้
- ทดสอบจนกระทั่งพบว่ามีความแตกต่างของน้ำหนักไม่เกิน 0.1 กรัม นำผลการทดสอบที่ได้มาคำนวณร้อยละอัตราการระเหยของน้ำ ดังนี้

$$\text{การระเหยของน้ำ (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{(น้ำหนักที่ดูดซับน้ำเต็มที่ (กรัม) - น้ำหนักที่ดูดซับน้ำที่เวลาต่าง ๆ (กรัม))}}{\text{น้ำหนักของน้ำในแท่งเพาะชำ (กรัม)}} \times 100$$

5) การผุกร่อน

การทดสอบการผุกร่อนของแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือใช้อินทรีย์ที่มีการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือน เป็นการทดสอบเพื่อใช้ในการคำนวณประกอบในการทดสอบการระเหยน้ำ มีวิธีการทดสอบดังนี้

- นำแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือใช้อินทรีย์ที่มีการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือน จำนวน 56 แท่ง ชั่งน้ำหนักและบันทึกผล

- นำแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือใช้อินทรีย์ที่มีการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือนทั้ง 56 แท่ง แช่ในน้ำจนอิ่มตัว (ตามที่ได้จากการทดลองการดูดซับน้ำ)

- แบ่งการทดลองออกเป็น 8 ชุดการทดลอง โดยใช้แท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือใช้อินทรีย์ที่มีการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือนชุดการทดลองละ 7 แท่ง มีรายละเอียดดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 แท่งเพาะชำอันที่ 1-7 ใส่ตะกร้าที่มีลักษณะโปร่งวางไว้ในที่ร่ม รดน้ำวันละ 2 ครั้ง เช้าและเย็น จนครบ 1 สัปดาห์ หยุดการรดน้ำปล่อยให้แห้งในที่ร่ม จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักจนได้น้ำหนักคงที่ พร้อมบันทึกค่า

ชุดการทดลองที่ 2 แท่งเพาะชำอันที่ 8-14 ดำเนินการเช่นเดียวกับชุดการทดลองที่ 1 โดยเพิ่มระยะเวลารดน้ำเป็น 2 สัปดาห์

ชุดการทดลองที่ 3 แท่งเพาะชำอันที่ 15-21 ดำเนินการเช่นเดียวกับชุดการทดลองที่ 1 โดยเพิ่มระยะเวลารดน้ำเป็น 3 สัปดาห์

ชุดการทดลองที่ 4 แท่งเพาะชำอันที่ 22-28 ดำเนินการเช่นเดียวกับชุดการทดลองที่ 1 โดยเพิ่มระยะเวลารดน้ำเป็น 4 สัปดาห์

ชุดการทดลองที่ 5 แท่งเพาะชำอันที่ 29-35 ดำเนินการเช่นเดียวกับชุดการทดลองที่ 1 โดยเพิ่มระยะเวลารดน้ำเป็น 5 สัปดาห์

ชุดการทดลองที่ 6 แท่งเพาะชำอันที่ 36-42 ดำเนินการเช่นเดียวกับชุดการทดลองที่ 1 โดยเพิ่มระยะเวลารดน้ำเป็น 6 สัปดาห์

ชุดการทดลองที่ 7 แท่งเพาะชำอันที่ 43-49 ดำเนินการเช่นเดียวกับชุดการทดลองที่ 1 โดยเพิ่มระยะเวลารดน้ำเป็น 7 สัปดาห์

ชุดการทดลองที่ 8 แท่งเพาะชำอันที่ 50-56 ดำเนินการเช่นเดียวกับชุดการทดลองที่ 1 โดยเพิ่มระยะเวลารดน้ำเป็น 8 สัปดาห์

สำหรับการทดสอบการผุกร่อนของแท่งเพาะชำนั้นทดสอบเฉพาะที่ขึ้นรูปได้และคำนวณค่าที่หายไปได้จาก สมการนี้

$$\text{น้ำหนักที่หายไป (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนรดน้ำ- น้ำหนักหลังรดน้ำ}}{\text{น้ำหนักก่อนรดน้ำ}} \times 100$$

- .

6) การวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุ

ปริมาณอินทรียวัตถุเป็นสิ่งสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้น ปริมาณอินทรียวัตถุในแห่งเพาะชำจึงมีความสำคัญ คือ หากใช้แห่งเพาะชำที่มีปริมาณอินทรียวัตถุจะเป็นการเพิ่มการเจริญเติบโตของพืช การวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- การเตรียมตัวทำปฏิกิริยา

(ก) สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต 1 นอร์มอล โดยเตรียมโพแทสเซียมไดโครเมต ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 105.องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จำนวน 49.0247 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 600 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร คนให้ละลายหมด ถ่ายและล้างใส่ขวดปรับปริมาตร ขนาด 1,000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเขย่าให้เข้ากัน

(ข) สารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.5 นอร์มอล ชั่ง $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ จำนวน 196.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร ทำให้เย็นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร ปริมาตรของเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ทำปฏิกิริยากับโพแทสเซียมไดโครเมทในสารละลาย.Blank.จะนำมาคำนวณนอร์มอลที่แท้จริงของเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต

(ค) ออร์โทรฟีแนนโทรลีนเตรียมโดยละลายออร์โทรฟีแนนโทรลีน 14.85 กรัมและเฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSo_4.7H_2O$) 6.95 กรัม ปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

- วิธีวิเคราะห์

(ก) การย่อยสลาย ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียด 100 มิลลิกรัม ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร เติม 1 นอร์มอล โพแทสเซียมไดโครเมต 10 มิลลิลิตร และเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร ภายในตู้ดูดควัน แล้วเขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ค้างคืน

(ข) การไทเทรต เติมน้ำกลั่น.100.มิลลิลิตร ลงในข้อ1) ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เติมอินดิเคเตอร์ที่ 0.5 มิลลิลิตร ไทเทรตด้วยเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต จนได้สารละลายสีเขียว และเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นน้ำตาลปนแดง แสดงว่าถึงจุดยุติ บันทึกผลคำนวณจากสมการ ดังนี้

$$\text{อินทรีย์คาร์บอน (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{0.3896 \times N \times \text{ml of } K_2Cr_2O_7\ (C-D)}{\text{w of sample (g)} \times C} \times 100$$

กำหนดให้

C = ปริมาตรของ $FeSO_7.7H_2O$ ที่ ไตเตรต พอดีกับ $K_2Cr_2O_7$ใน Blank (มิลลิลิตร)

D = ปริมาตรของ $FeSO_7.7H_2O$ ที่ ไตเตรต พอดีกับ $K_2Cr_2O_7$ในตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน $K_2Cr_2O_7$ (นอร์มอล)

W = มวลของตัวอย่าง (กรัม)

หลังจากการคำนวณปริมาณอินทรีย์คาร์บอน จะทำการการคำนวณปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) คำนวณจากสมการต่อไปนี้

ปริมาณอินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์) = ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (เปอร์เซ็นต์) x 1.724

3.6 การตรวจสอบศักยภาพของแท่งเพาะชำ

งานวิจัยนี้จะนำพืชมาปลูกในแท่งเพาะชำเพื่อทดสอบศักยภาพของแท่งเพาะชำโดยพืชที่ผู้วิจัยเลือกมาใช้ปลูก คือ ต้นกล้าทานตะวัน โหระพา มะเขือเปราะ กวางตุ้งดอก และพริกขี้หนู ที่มีการเพาะเมล็ดไว้แล้ว เป็นเวลา 7 วัน ปลูกในแท่งเพาะชำ แท่งละ 1 ต้น รวมถึงมีการปลูกต้นกล้าพริกในกระถางและถุงดำ (ชุดควบคุม) ทำการรดน้ำในปริมาณที่เท่ากัน วันละ 2 ครั้ง ใช้ระยะเวลาในการปลูก 60 วัน จากนั้นเมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดจะทำการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นพืช โดยพิจารณาจากการวัดความสูงของต้นพืชจากโคนต้นถึงปลายยอดที่สูงที่สุด วัดขนาดความกว้างของโคนต้นและนับจำนวนใบของต้นพืชทุกๆ 7 วัน จนครบ 60 วัน (มณีฉัตร, ม.ป.ป.) เพื่อจะนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบเพื่อศึกษาแท่งเพาะชำที่มีความเหมาะสมในการเพาะปลูกพืชมากที่สุดและยังรวมไปถึงการศึกษาการย่อยสลายในสภาวะแวดล้อมจริง

(ก) (ข)

ภาพที่ 2-4 การวัดการเจริญเติบโตของต้นพืช
(ก) การวัดความสูงของต้นพืชโดยใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์
(ข) การวัดความกว้างของต้นโดยใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์

บทที่ 3
ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือใช้อินทรีย์ที่มีการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือนมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาอัตราส่วนของวัตถุดิบและวัสดุตัวประสานที่มีความเหมาะสมต่อการผลิตแท่งเพาะชำ โดยผู้วิจัยได้เลือกอัตราส่วน กาวแป้งเปียก (แป้งมันสำปะหลัง:น้ำเปล่า เท่ากับ 1:2, 1:3 และ 1:4) เพื่อใช้เป็นตัวประสานในการขึ้นรูปแท่งเพาะชำ 7 ชุดการทดลอง คือ อัตราส่วน กากกาแฟ:ขี้เลื่อย:แกลบ:ปุ๋ยมูลไส้เดือน เท่ากับ 2:0:0:2, 0:2:0:2, 0:0:2:2, 1.33:1.33:0:1.33, 1.33:0:1.33:1.33, 0:1.33:1.33:1.33 และ 1:1:1:1 ทำการขึ้นรูปแท่งเพาะชำด้วยแรงอัด 1,900 psi แท่งเพาะชำที่ผลิตได้จะมีรูปทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลางวงนอก 4 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์ช่องเพาะกล้าไม้ 1 นิ้ว สูง 3.5 นิ้ว และหนา 1.5 นิ้ว มวลของแท่งเพาะชำ ประมาณ 600 กรัม ศึกษาคุณสมบัติของแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือใช้อินทรีย์ที่มีการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือน ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความชื้น ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณธาตุอาหาร การดูดซับน้ำ การระเหยของน้ำ การพองตัว และการผุกร่อน อีกทั้งยังเปรียบเทียบคุณสมบัติของแท่งเพาะชำที่ได้กับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548 พ.ศ. 2555 และ พ.ศ. 2557 เพื่อให้ได้ซึ่งแท่งเพาะชำที่มีคุณภาพเหมาะแก่การเพาะชำ และศึกษาประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือใช้อินทรีย์ที่มีการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือนในระหว่างการเพาะชำต้นกล้าพืช ผู้วิจัยได้เลือกพืชที่ใช้ในการทดลอง 5 ชนิด ได้แก่ ต้นทานตะวัน ต้นโหระพา ต้นมะเขือเปราะ ต้นผักกาดกวางตุ้งดอก และต้นพริกขี้หนู ทดลองปลูกในแท่งเพาะชำและชุดควบคุม เป็นเวลา 60 วัน รดน้ำวันละ 2 ครั้ง ผู้วิจัยจะศึกษาความสูง ความกว้างของโคนต้น และจำนวนใบ ทุก ๆ 7 วัน ผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

3.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติกายภาพและเคมีของวัตถุดิบ

งานวิจัยนี้ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติกายภาพและเคมีของวัตถุดิบของ กากกาแฟ ขี้เลื่อย แกลบ และปุ๋ยมูลไส้เดือน ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ความชื้น ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมทั้งหมด)

จากตารางที่ 3-1 พบว่า กากกาแฟ ขี้เลื่อย แกลบ และปุ๋ยมูลไส้เดือน มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เฉลี่ย เท่ากับ 5.51 6.59 6.38 และ 7.07 ตามลำดับ ซึ่งวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดมีความเป็นกรดอ่อนไปจนถึงกลาง และวัตถุดิบที่มีค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างที่สูงสุด และต่ำสุด คือ กากกาแฟ และปุ๋ยมูลไส้เดือน ตามลำดับ จากผลการทดลองข้างต้นจะเห็นได้ว่า วัตถุดิบทั้ง 4 ชนิดที่ผู้วิจัยเลือกใช้มีค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง ที่เหมาะสมในการผลิตแท่งเพาะชำและการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลของกรมวิชาการเกษตร (2550) ความเป็นกรด-ด่าง ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช อยู่ระหว่าง 5.0-7.0

ค่าเฉลี่ยความชื้น อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์โดยกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 โดยเกณฑ์มาตรฐานกำหนด คือ ไม่เกิน 35 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ค่าเฉลี่ยความชื้นของ กากกาแฟ ขี้เลื่อย แกลบ และปุ๋ยมูลไส้เดือน เท่ากับ 17.31, 31.60, 13.58 และ 21.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ขี้เลื่อยมีค่าเฉลี่ยความชื้นสูงสุด เนื่องจากขี้เลื่อยที่นำมาเป็นวัตถุดิบนั้น เป็นขี้เลื่อยที่ได้จากโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา ซึ่งทำการเก็บขี้เลื่อยไว้ในโรงขี้เลื่อยที่มีหลังคา ทำให้ขี้เลื่อยไม่ได้รับแสงแดด ประกอบกับผู้วิจัยไม่ได้มีการลดความชื้นแต่อย่างใด จึงทำให้ความชื้นของขี้เลื่อยสูง สำหรับวัตถุดิบที่มีความชื้นรองลงมา คือ

มูลไส้เดือน เนื่องจากมูลไส้เดือนที่เลือกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบนั้นมาจากการร่อนมูลไส้เดือนแล้วมีการตากลมในที่ร่มเท่านั้น ส่งผลให้มีค่าเฉลี่ยความชื้นค่อนข้างสูง ส่วนกากกาแฟและแกลบมีค่าเฉลี่ยความชื้นน้อยที่สุด เนื่องจากกากกาแฟ มีการตากแดดจนแห้ง หากมีความชื้นหลงเหลือจะทำให้เกดเชื้อรา ในส่วนของแกลบที่นำมาเป็นวัตถุดิบ ได้ผ่านการสีจากโรงสีข้าวมาก่อน ซึ่งถือว่าเป็นการลดความชื้นมาแล้ว จากผลการทดลองข้างต้นจะเห็นได้ว่า วัตถุดิบทั้ง 4 ชนิดที่ผู้วิจัยเลือกใช้มีค่าเฉลี่ยความชื้น ที่เหมาะสมในการผลิตแท่งเพาะชำและการเจริญเติบโตของพืช

วัตถุดิบทั้ง 4 ชนิด มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงสุด คือ กากกาแฟ รองลงมา คือ แกลบ ขี้เลื่อยและปุ๋ยมูลไส้เดือน ตามลำดับ ซึ่งมีค่าปริมาณอินทรียวัตถุ เท่ากับ 93.40 79.55 59.52 และ 19.40 เปอร์เซ็นต์ สำหรับธาตุอาหารของกากกาแฟ ขี้เลื่อย แกลบ และปุ๋ยมูลไส้เดือน จะมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 2.50 0.08 0.61 และ 1.21 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช มีค่าเท่ากับ 0.24 0.04 0.13 และ 0.56 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เท่ากับ 0.68 0.77 0.40 0.81 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ จากผลการทดลองข้างต้นจะเห็นได้ว่า วัตถุดิบทั้ง 4 ชนิดที่ผู้วิจัยเลือกใช้มีปริมาณอินทรียวัตถุ และยังมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชหลงเหลืออยู่ จึงมีความเป็นไปได้ในการนำวัตถุดิบทั้ง 4 ชนิดมาขึ้นรูป และผลิตเป็นแท่งเพาะชำได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นว่าการนำปุ๋ยมูลไส้เดือนมาเป็นส่วนผสมในแท่งชำสามารถเพิ่มปริมาณธาตุอาหารได้อีกด้วย ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 ผลการศึกษาคุณสมบัติของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแท่งเพาะชำ

วัตถุดิบที่ใช้ขึ้นรูปแท่งเพาะชำ	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ค่าความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณอินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Total P_2O_5) เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก	โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Total K_2O) เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
กาแฟ	5.51±0.02	17.31±0.20	93.40±1.88	2.50	0.24	0.68
ขี้เลื่อย	6.59±0.04	31.60±0.36	59.52±0.28	0.08	0.04	0.77
แกลบ	6.38±0.01	13.58±0.41	79.55±1.12	0.61	0.13	0.40
มูลไส้เดือน	7.07±0.01	21.14±0.47	19.40±0.99	1.21	0.56	0.81

หมายเหตุ: ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ส่งวิเคราะห์ตัวอย่าง ห้องปฏิบัติการกลาง ศูนย์บริการวิชาการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตารางที่ 3-2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความชื้น และค่าปริมาณอินทรียวัตถุของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วน (กากกาแฟ : ขี้เลื่อย : แกลบ : มูลไส้เดือน)	**ค่าความเป็นกรด-ด่าง**	**ค่าความชื้น (เปอร์เซ็นต์)**	**ปริมาณอินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์)**
2 : 0 : 0 : 2	5.72±0.08	11.92±0.03	53.17±3.38
0 : 2 : 0 : 2	6.94±0.06	15.39±0.08	61.44±2.61
0 : 0 : 2 : 2	6.55±0.08	12.82±0.16	50.26±6.72
1.33 : 1.33 : 0 : 1.33	5.80±0.02	4.57±0.48	66.48±1.48
1.33 : 0 : 1.33 : 1.33	5.76±0.03	4.45±0.07	63.28±2.81
0 : 1.33 : 1.33 : 1.33	6.72±0.08	4.66±1.43	61.79±1.36
1 : 1 : 1 : 1	5.87±0.02	5.51±2.43	68.80±2.38

จากตารางที่ 3-1 วัตถุดิบทั้ง 4 ชนิด มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ความชื้น และค่าปริมาณอินทรียวัตถุ ต่างกัน เมื่อนำวัตถุดิบที่ใช้ในการขึ้นรูปแท่งเพาะชำมาผสมกันตามอัตราส่วน (กากกาแฟ: ขี้เลื่อย:แกลบ:ปุ๋ยมูลไส้เดือน) เท่ากับ 2:0:0:2, 0:2:0:2, 0:0:2:2, 1.33:1.33:0:1.33, 1.33:0:1.33:1.33, 0:1.33:1.33:1.33 และ1:1:1:1 จะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 5.72 6.94 6.55 5.80 5.76 6.72 และ5.87 ค่าความชื้น เท่ากับ 11.92 15.39 12.82 4.57 4.45 4.66 และ 5.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าปริมาณอินทรียวัตถุ 53.17 61.44 50.26 66.48 63.28 61.79 และ 68.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากผลการทดลองข้างต้นจะเห็นได้ว่า วัตถุดิบทั้ง 7 อัตราส่วน มีค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช อยู่ระหว่าง 5.0-7.0 ค่าความชื้น มีค่าเหมาะสมในการเก็บรักษาวัตถุดิบ รวมถึงปริมาณอินทรียวัตถุ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์โดยกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2555 โดยเกณฑ์มาตรฐานกำหนด คือ ไม่น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

3.2 ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปแท่งเพาะชำ

ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปแท่งเพาะชำ ดังนี้

ตารางที่ 3-3 ผลการขึ้นรูปแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ และอัตราส่วนความเข้มข้นแป้งต่างกัน

อัตราส่วน กากกาแฟ : ขี้เลื่อย : แกลบ : มูลไส้เดือน	อัตราส่วน (แป้ง : น้ำ)	ผลการขึ้นรูป			แรงดันอัดแท่งเพาะชำ (psi)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
2 : 0 : 0 : 2	1:2				1,900
	1:3				
	1:4				
0 : 2 : 0 : 2	1 : 2				1,900
	1 : 3				
	1 : 4				

ตารางที่ 3-3 (ต่อ) ผลการขึ้นรูปแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ และอัตราส่วนความเข้มข้นแป้งต่างกัน

อัตราส่วน กากกาแฟ : ขี้เลื่อย : แกลบ : มูลไส้เดือน	**อัตราส่วน (แป้ง : น้ำ)**	**ผลการขึ้นรูป**			**แรงดันอัดแท่งเพาะชำ (psi)**
		ครั้งที่ 1	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**	
0 : 0 : 2 : 2	1 : 2				1,900
	1 : 3				
	1 : 4				
1.33 : 1.33 : 0 : 1.33	1 : 2				1,900
	1 : 3				
	1 : 4				

ตารางที่ 3-3 (ต่อ) ผลการขึ้นรูปแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ และอัตราส่วนความเข้มข้นแป้งต่างกัน

อัตราส่วน กากกาแฟ : ขี้เลื่อย : แกลบ : มูลไส้เดือน	**อัตราส่วน (แป้ง : น้ำ)**	**ผลการขึ้นรูป**			**แรงดันอัดแท่งเพาะชำ (psi)**
		ครั้งที่ 1	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**	
1.33 : 0 : 1.33 : 1.33	1 : 2				1,900
	1 : 3				
	1 : 4				
0 : 1.33 : 1.33 : 1.33	1 : 2				1,900
	1 : 3				
	1 : 4				

ตารางที่ 3-3 (ต่อ) ผลการขึ้นรูปแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ และอัตราส่วนความเข้มข้นแป้งต่างกัน

อัตราส่วน กากกาแฟ : ขี้เลื่อย : แกลบ : มูลไส้เดือน	อัตราส่วน (แป้ง : น้ำ)	ผลการขึ้นรูป			แรงดันอัดแท่งเพาะชำ (psi)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1 : 1 : 1 : 1	1 : 2				1,900
	1 : 3				
	1 : 4				

จากตารางที่ 3-3 การขึ้นรูปแท่งเพาะชำโดยใช้ กากกาแฟ ขี้เลื่อย แกลบ และปุ๋ยมูลไส้เดือน เป็นวัตถุดิบหลักในผลิตแท่งเพาะชำ และใช้กาวแป้งเปียกเป็นวัสดุประสานที่อัตราส่วนต่างกัน ทำการผสมวัตถุดิบกับวัสดุประสานโดยแบ่งชุดการทดลองออกเป็น 7 ชุด คือ อัตราส่วนของ กากกาแฟ:ขี้เลื่อย:แกลบ:ปุ๋ยมูลไส้เดือน ได้แก่ 2:0:0:2, 0:2:0:2, 0:0:2:2, 1.33:1.33:0:1.33, 1.33:0:1.33:1.33, 0:1.33:1.33 1.33 และ 1:1:1:1 พบว่า อัตราส่วนกาวแป้งเปียก (แป้ง : น้ำ) เท่ากับ 1:2 1:3 และ1:4 สามารถขึ้นรูปได้ทุดชุดการทดลอง ดังนั้นผู้วิจัยได้เลือกอัตราส่วน (แป้ง : น้ำ) เท่ากับ 1:3 มาใช้ในการทดลองคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแท่งเพาะชำและศึกษาการประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของพืช (ดังภาพที่ 3-1) เนื่องจาก เมื่อแท่งเพาะชำหลังจากขึ้นรูปและวางทิ้งไว้ในที่ร่มจนค่าความชื้นลดลง แท่งเพาะชำในอัตราส่วน 1:2 และ 1:3 มีความแข็งแรงที่สุด แต่ทั้งนี้การขึ้นรูปในอัตราส่วน (แป้ง : น้ำ) เท่ากับ 1:2 นั้นสามารถกวนกาวแป้งได้ยาก และอาจจะส่งผลต่อการผลิตแท่งเพาะชำในเชิงพาณิชย์ต่อไป

(ก) (ข) (ค)

(ง) (จ) (ฉ)

(ช)

ภาพที่ 3-1 อัตราส่วน (กากกาแฟ:ขี้เลื่อย:แกลบ:มูลไส้เดือน)
อัตราส่วนกาวแป้งเปียก (แป้ง:น้ำ) เท่ากับ 1:3
(ก) 2:0:0:2 (ข) 0:2:0:2 (ค) 0:0:2:2 (ง) 1.33:1.33:0:1.33
(จ) 1.33:0:1.33:1.33 (ฉ) 0:1.33:1.33:1.33 และ (ช) 1:1:1:1

3.3 ผลการศึกษาคุณสมบัติกายภาพและเคมีของของแท่งเพาะชำ

การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแท่งเพาะชำที่พร้อมต่อการเพาะชำกล้าไม้ในอัตราส่วน กากกาแฟ:ขี้เลื่อย:แกลบ:ปุ๋ยมูลไส้เดือน ได้แก่ 2:0:0:2, 0:2:0:2, 0:0:2:2, 1.33:1.33:0:1.33, 1.33:0:1.33:1.33, 0:1.33:1.33 1.33 และ 1:1:1:1 ที่อัตราส่วน อัตราส่วนกาวแป้งเปียก (แป้ง : น้ำ) เท่ากับ 1:3 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ความชื้น ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณธาตุอาหารหลัก การดูดซับน้ำ การระเหยของน้ำ การพองตัว และการผุกร่อน ผลการศึกษา ดังนี้

จากตารางที่ 3-4 แสดงค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง พบว่า อัตราส่วนที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุดและต่ำสุดคือ 0:2:0:2 และ 1:1:1:1 มีค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 6.84±0.09 และ 4.75±0.08 ตามลำดับ ซึ่งชุดที่มีค่าสูงสุด มีค่าอยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548 (กำหนดค่าความเป็นกรด – ด่าง 5.5 – 8.5) แสดงให้เห็นว่าแท่งเพาะชำทั้ง 7 ตัวอย่าง มีความเป็นกรดอ่อน ดังนั้นความเป็นกรด-ด่างของแท่งเพาะชำขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิต pH จะมีค่าใกล้เคียงกับความเป็นกลาง (pH 7) ทั้งนี้เนื่องมาจากกระบวนการยอยสลายของวัสดุอินทรียของสวนประกอบของแทงเพาะชำในระหวางการทดลอง ทำให้เกิดผลผลิตที่ฤทธิ์เปนกรด (ดวงสมร และคณะ, 2551) ค่าความชื้น มีค่าสูงสุดและต่ำสุดที่อัตราส่วน 1.33:0:1.33:1.33 และ 0:2:0:2 มีค่าเฉลี่ยความชื้นเท่ากับ 12.52±0.85และ 7.46±0.35 เปอร์เซ็นต์ มีค่าอยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548 (กำหนดปริมาณความชื้นและสิ่งที่ระเหยได้ไม่เกิน 35 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) ปริมาณอินทรียวัตถุ มีค่าสูงสุดและต่ำสุดที่อัตราส่วน 0:2:0:2 และ 2:0:0:2 มีค่าเฉลี่ยอินทรียวัตถุ เท่ากับ 63.81±2.32 และ 57.20±3.07 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2555 (กำหนดให้ปริมาณอินทรียวัตถุไม่น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) ค่าไนโตรเจนทั้งหมด มีค่าสูงสุดและต่ำสุดที่อัตราส่วน 2:0:0:2 และ 0:1.33:1.33:1.33 มีค่าเท่ากับ 1.85 และ 0.48 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งค่าที่มากที่สุดอยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2557 กำหนดไม่น้อยกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก สอดคล้องกับงานวิจัยของดวงสมร และคณะ (2551) ปริมาณธาตุอาหารหลักในแท่งเพาะชำหลังการทดลองบางชุดการทดลองมีปริมาณที่สูงขึ้น เชน ปริมาณไนโตรเจน วัสดุที่ใช้ประกอบเป็นแท่งเพาะชำจะยังมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีชีวภาพอยูตลอดเวลา เกิดกระบวนการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ ค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช มีค่าสูงสุดและต่ำสุดที่อัตราส่วน 2:0:0:2 และ 0:2:0:2 มีค่าเท่ากับ 0.38 และ 0.22 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก มีค่าไม่ถึงเกณฑ์ค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2557 กำหนดไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก แต่ถือว่ายังมีธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของพืช ค่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช มีค่าสูงสุดและต่ำสุดที่อัตราส่วน 2:0:0:2 และ 1:1:1:1 มีค่าเท่ากับ 0.50 และ 0.29 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ค่าสูงสุดของแท่งเพาะชำอยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2557 กำหนดไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งธาตุอาหารหลักในอัตราส่วน 2:0:0:2 อยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2557 กำหนดไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก แสดงดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 ผลการศึกษาคุณสมบัติกายภาพและเคมีของของแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วน (กากกาแฟ : ขี้เลื่อย : แกลบ : มูลไส้เดือน)	**ค่าความเป็นกรด-ด่าง**	**ค่าความชื้น (เปอร์เซ็นต์)**	**ปริมาณอินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์)**	**ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก**	**ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Total P_2O_5) เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก**	**โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Total K_2O) เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก**
2 : 0 : 0 : 2	6.37±0.13	7.95±0.03	57.20±3.07	1.85	0.38	0.50
0 : 2 : 0 : 2	6.84±0.09	7.46±0.35	63.81±2.32	0.64	0.22	0.33
0 : 0 : 2 : 2	6.03±0.57	7.76±1.01	59.16±1.97	0.82	0.32	0.30
1.33 : 1.33 : 0 : 1.33	6.08±0.06	8.80±0.38	63.55±1.37	1.11	0.25	0.35
1.33 : 0 : 1.33 : 1.33	4.96±0.01	12.52±0.85	62.95±1.65	1.17	0.29	0.30
0 : 1.33 : 1.33 : 1.33	6.02±0.02	8.77±0.23	63.42±3.02	0.48	0.23	0.36
1 : 1 : 1 : 1	4.75±0.08	12.10±1.04	61.08±2.07	0.94	0.27	0.29
ดินเพาะปลูก	7.99±0.03	-	-	-	-	-
แป้งเปียก	7.52±0.02	-	-	<0.02	<6.00	<0.50
เกณฑ์ค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548 พ.ศ. 2555 และ พ.ศ. 2557	ค่าความเป็นกรด – ด่าง 5.5 – 8.5	ปริมาณความชื้นและสิ่งที่ระเหยได้ ไม่เกิน 35 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก	ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Matter) ไม่น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก	ไม่น้อยกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก	ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก	ไม่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
				หรือปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่ต่ำกว่า 2.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก		

3.4 ผลการศึกษาการดูดซับน้ำ การพองตัว การระเหย และการผุกร่อนของแท่งเพาะชำ

การศึกษาการดูดซับน้ำของแท่งเพาะชำเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 77.33-139.44 เปอร์เซ็นต์ โดยแท่งเพาะชำที่มีค่าการดูดซับน้ำที่สูงและต่ำสุด คือ แท่งเพาะชำที่ขึ้นรูปในอัตราส่วน กากกาแฟ:ขี้เลื่อย:แกลบ:มูลไส้เดือน เท่ากับ 0:1.33:1.33:1.33 และ 2:0:0:2 มีค่าการดูดซับน้ำเท่ากับ 139.44±5.20 และ 77.33±3.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากผลเฉลี่ยค่าการดูดซับน้ำของแท่งเพาะชำ โดยผู้วิจัยทำการนำแท่งเพาะชำไปแช่น้ำจนอิ่มตัว โดยแท่งเพาะชำอัตราส่วน 6 อัตราส่วนใช้ระยะเวลาในการอิ่มตัวของน้ำเท่ากับ 30 นาที แต่อัตราส่วน 2:0:0:2 ใช้เวลามากกว่า 30 นาที ในการดูดซับน้ำให้อิ่มตัว แสดงให้เห็นว่าแท่งเพาะชำมีการดูดซับน้ำที่ดีและค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ดำรงศักดิ์ และกิตติพร (2540) ทำการทดสอบการดูดซับน้ำเพื่อหาระยะเวลาในการแช่น้ำก่อนนำแท่งเพาะชำจากหญ้าแฝกและแกลบดำไปใช้งาน การแช่น้ำที่ได้ผลดีที่สุดต้องให้แท่งเพาะชำจมอยู่ในน้ำตลอดเวลาที่แช่น้ำ ซึ่งผลการทดลองจากการนำแท่งเพาะชำจากหญ้าแฝก และแกลบดำไปทดสอบการดูดซับน้ำใช้ระยะเวลาในการอิ่มตัวของแท่งเพาะชำ 120 นาที ดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 การดูดซับน้ำของแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วน (กากกาแฟ : ขี้เลื่อย : แกลบ : มูลไส้เดือน)	**ค่าเฉลี่ยการดูดซับน้ำของแท่งเพาะชำ (เปอร์เซ็นต์)**
2 : 0 : 0 : 2	77.33±3.01
0 : 2 : 0 : 2	108.17±4.66
0 : 0 : 2 : 2	101.09±0.35
1.33 : 1.33 : 0 : 1.33	126.04±5.00
1.33 : 0 : 1.33 : 1.33	112.28±9.11
0 : 1.33 : 1.33 : 1.33	139.44±5.20
1 : 1 : 1 : 1	121.45±0.47

ตารางที่ 3-6 การพองตัวของแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วน (กากกาแฟ : ขี้เลื่อย : แกลบ : มูลไส้เดือน)	**ค่าเฉลี่ยการพองตัวของแท่งเพาะชำ (เปอร์เซ็นต์)**
2 : 0 : 0 : 2	2.18±0.22
0 : 2 : 0 : 2	1.41±0.60
0 : 0 : 2 : 2	2.23±0.80
1.33 : 1.33 : 0 : 1.33	1.69±0.95
1.33 : 0 : 1.33 : 1.33	1.68±0.51
0 : 1.33 : 1.33 : 1.33	4.04±0.79
1 : 1 : 1 : 1	2.81±0.44

จากตารางที่ 3-6 การศึกษาการพองตัวของแท่งเพาะชำเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.41-4.04 เปอร์เซ็นต์ โดยแท่งเพาะชำที่มีค่าการพองตัวที่สูงและต่ำสุด คือ แท่งเพาะชำที่ขึ้นรูปในอัตราส่วน กากกาแฟ:ขี้เลื่อย: แกลบ:มูลไส้เดือน เท่ากับ 0:1.33:1.33:1.33 และ 0:2:0:2 มีค่าการพองตัวเท่ากับ 4.04±0.79 และ 1.41±0.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลเฉลี่ยค่าการดูดซับน้ำของแท่งเพาะชำ โดยค่าพองตัวของแท่งเพาะชำสูงสุดมีค่าการดูดซับน้ำสูงสุด

ตารางที่ 3-7 การระเหยของน้ำของแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วน (กากกาแฟ : ขี้เลื่อย : แกลบ : มูลไส้เดือน)	**ระยะเวลาการระเหยน้ำของแท่งเพาะชำ (ชั่วโมง)**	**อัตราการระเหยของน้ำ (เปอร์เซ็นต์)**
2 : 0 : 0 : 2	54	109.62
0 : 2 : 0 : 2	96	105.19
0 : 0 : 2 : 2	66	101.44
1.33 : 1.33 : 0 : 1.33	78	112.53
1.33 : 0 : 1.33 : 1.33	66	97.94
0 : 1.33 : 1.33 : 1.33	96	111.56
1 : 1 : 1 : 1	72	107.51

จากตารางที่ 3-7 ศึกษาค่าเฉลี่ยการระเหยของน้ำของแท่งเพาะชำ 7 อัตราส่วน ทุก ๆ 6 ชั่วโมง เมื่อเวลาผ่านไป ค่าเฉลี่ยการระเหยของน้ำสูงสุดอัตราส่วน 0:1.33:1.33:1.33 เท่ากับ 111.56 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุด คือ 2:0:0:2 เท่ากับ 109.62 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการทดสอบการระเหยน้ำของแท่งเพาะชำเพื่อเป็นการทดสอบเพื่อนำมาหาระยะเวลาการรดน้ำตามความต้องการของพืชดังนั้นหากผู้ใช้นำแท่งเพาะชำไปใช้งานต้องแช่น้ำจนอิ่มตัว และแท่งเพาะชำที่ผลิตได้สามารถอุ้มน้ำไว้ได้ 96 ชั่วโมง หรือ 4 วันในที่ร่มมีลมพัดโดยไม่ต้องรดน้ำ และการศึกษาการผุกร่อนของแท่งเพาะชำ 7 อัตราส่วน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าทุกๆสัปดาห์ แต่ละอัตราส่วนจะมีการผุกร่อนไปเรื่อยๆ เริ่มจากสัปดาห์แรกมีการผุกร่อนสูงสุดที่อัตราส่วน 2:0:0:2 มีค่าการผุกร่อนเท่ากับ 34.70±0.82 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจาก มีส่วนผสมของกาแฟ และมูลไส้เดือน ซึ่งว่ามีอนุภาคเล็กมาก เมื่อผ่านการขึ้นรูปแล้วแห้งจะมีรอยแตกภายนอกอย่างมาก เมื่อรดน้ำเลยทำให้ผุกร่อนโดยง่าย และในสัปดาห์ที่ 2 เริ่มมีการผุกร่อนเพิ่มขึ้นทุกๆ อัตราส่วน เนื่องจากการรดน้ำวันละ 2 ครั้ง และในสัปดาห์ที่ 3-8 มีการผุกร่อนในทุกๆสัปดาห์ ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นและคงที่ และไม่สามารถยกได้ในขณะที่มีความชื้นอยู่ ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่า น้ำหนักของแท่งเพาะชำที่หายไปมากขึ้นตามระยะเวลาที่รดน้ำ ระยะเวลาการใช้งานของแท่งเพาะชำสามารถใช้งานได้มากกว่า 8 สัปดาห์ ทำให้ต้นกล้าสามารถเจริญเติบโตได้เต็มที่ในช่วงระยะแรกก่อนที่แท่งเพาะชำจะย่อยสลาย และแท่งเพาะชำที่จะสามารถผุกร่อนได้ดีที่สุดคือ แท่งเพาะชำอัตราส่วน 0:1.33:1.33:1.33 ค่าการผุกร่อนเท่ากับ 35.11±1.22 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับ เสกสรร (2562) ได้ทำการพัฒนาอัตราส่วนผสมวัสดุปลูกให้มีสมบัติที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของกล้าไม้ยืนต้นที่มีอายุการเจริญเติบโตภายในระยะเวลา 2-4 แสดงในตารางที่ 3-8

ตารางที่ 3-8 การผุกร่อนของแท่งเพาะชำ

อัตราส่วน (กากกาแฟ : ขี้เลื่อย : แกลบ : มูลไส้เดือน)	ค่าเฉลี่ยการผุกร่อน (เปอร์เซ็นต์)								
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8	ค่าเฉลี่ยการผุกร่อน (เปอร์เซ็นต์)
2 : 0 : 0 : 2	34.70±0.82	34.80±0.93	35.40±2.96	33.09±2.22	31.41±2.25	30.55±1.00	29.69±5.42	30.46±2.14	32.51±2.22
0 : 2 : 0 : 2	18.42±0.81	23.12±1.82	27.50±0.42	28.07±2.54	32.18±1.17	30.59±1.05	32.64±0.97	33.65±1.96	28.27±1.34
0 : 0 : 2 : 2	14.99±1.46	24.44±3.15	28.21±1.19	28.50±0.17	41.13±2.66	41.07±8.69	39.18±0.90	37.59±1.53	31.89±2.47
1.33 : 1.33 : 0 : 1.33	15.98±1.15	19.08±4.49	29.32±2.34	29.03±2.57	32.99±1.48	36.88±1.51	37.96±2.08	35.63±0.52	29.61±2.02
1.33 : 0 : 1.33 : 1.33	15.68±2.15	24.20±1.46	33.73±1.89	35.22±2.04	41.82±1.96	38.30±0.81	41.64±1.21	38.29±0.40	33.61±1.49
0 : 1.33 : 1.33 : 1.33	23.09±0.62	35.99±4.63	37.99±1.08	36.09±0.42	35.24±0.41	37.13±0.37	37.02±0.19	38.34±2.08	35.11±1.22
1 : 1 : 1 : 1	24.19±3.56	28.32±4.22	30.51±1.27	31.87±3.62	32.37±2.95	34.36±0.58	35.99±0.76	35.69±2.38	31.67±2.42

3.5 ผลการศึกษาศักยภาพของแท่งเพาะชำระหว่างเพาะชำกล้าพืช

ตารางที่ 3-9 การเจริญเติบโตของต้นทานตะวันที่ปลูกในแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วน กากกาแฟ: ขี้เลื่อย: แกลบ: มูลไส้เดือน	การเจริญเติบโตของต้นทานตะวัน								
	เริ่มต้น	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน
ชุดควบคุม (กระถางเพาะชำ)									
ชุดควบคุม (ถุงเพาะ)									
2 : 0 : 0 : 2									
0 : 2 : 0 : 2									
0 : 0 : 2 : 2									

ตารางที่ 3-9 (ต่อ) การเจริญเติบโตของต้นทานตะวันที่ปลูกในแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วน กากกาแฟ: ขี้เลื่อย:แกลบ: มูลไส้เดือน	การเจริญเติบโตของต้นทานตะวัน								
	เริ่มต้น	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน
1.33 : 0 : 1.33 :1.33									
0 : 1.33 : 1.33 :1.33									
1 : 1 : 1 : 1									

ตารางที่ 3-10 การเจริญเติบโตของต้นโหระพาที่ปลูกในแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วน กากกาแฟ: ขี้เลื่อย: แกลบ: มูลไส้เดือน	การเจริญเติบโตของต้นโหระพา								
	เริ่มต้น	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน
ชุดควบคุม (กระถางเพาะ)									
ชุดควบคุม (ถุงเพาะ)									
2 : 0 : 0 : 2									
0 : 2 : 0 : 2									
0 : 0 : 2 : 2									

ตารางที่ 3-10 (ต่อ) การเจริญเติบโตของต้นโหระพาที่ปลูกในแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วน กากกาแฟ: ขี้เลื่อย:แกลบ: มูลไส้เดือน	การเจริญเติบโตของต้นโหระพา								
	เริ่มต้น	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน
1.33 :1.33 : 0 : 1.33									
1.33 : 0 : 1.33 :1.33									
0 : 1.33 : 1.33 :1.33									
1 : 1 : 1 : 1									

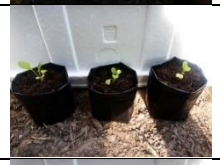
ตารางที่ 3-11 การเจริญเติบโตของต้นมะเขือเปราะที่ปลูกในแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วน กากกาแฟ: ขี้เลื่อย:แกลบ: มูลไส้เดือน	การเจริญเติบโตของต้นมะเขือเปราะ								
	เริ่มต้น	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน
ชุดควบคุม (กระถางเพาะ)									
ชุดควบคุม (ถุงเพาะ)									
2 : 0 : 0 : 2									
0 : 2 : 0 : 2									
0 : 0 : 2 : 2									

ตารางที่ 3-11 (ต่อ) การเจริญเติบโตของต้นมะเขือเปราะที่ปลูกในแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วน กากกาแฟ: ขี้เลื่อย:แกลบ: มูลไส้เดือน	การเจริญเติบโตของต้นมะเขือเปราะ								
	เริ่มต้น	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน
1.33 : 1.33 : 0 : 1.33									
1.33 : 0 : 1.33 : 1.33									
0 : 1.33 : 1.33 : 1.33									
1 : 1 : 1 : 1									

ตารางที่ 3-12 การเจริญเติบโตของต้นกวางตุ้งดอกที่ปลูกในแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วน กากกาแฟ: ขี้เลื่อย: แกลบ: มูลไส้เดือน	**การเจริญเติบโตของต้นกวางตุ้งดอก**								
	เริ่มต้น	**7 วัน**	**14 วัน**	**21 วัน**	**28วัน**	**35 วัน**	**42 วัน**	**49 วัน**	**56 วัน**
ชุดควบคุม (กระถางเพาะ)									
ชุดควบคุม (ถุงเพาะ)									
2 : 0 : 0 : 2									
0 : 2 : 0 : 2									
0 : 0 : 2 : 2									

ตารางที่ 3-12 (ต่อ) การเจริญเติบโตของต้นกวางตุ้งดอกที่ปลูกในแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วน กากกาแฟ: ขี้เลื่อย:แกลบ: มูลไส้เดือน	การเจริญเติบโตของต้นกวางตุ้งดอก								
	เริ่มต้น	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน	56 วัน
1.33 : 1.33 : 0 : 1.33									
1.33 : 0 : 1.33 : 1.33									
0 : 1.33 : 1.33 : 1.33									
1 : 1 : 1 : 1									

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

ตารางที่ 3-13 การเจริญเติบโตของต้นพริกขี้หนูที่ปลูกในแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วน กากกาแฟ: ขี้เลื่อย:แกลบ: มูลไส้เดือน	**การเจริญเติบโตของต้นพริกขี้หนู**								
	เริ่มต้น	**7 วัน**	**14 วัน**	**21 วัน**	**28วัน**	**35 วัน**	**42 วัน**	**49 วัน**	**56 วัน**
ชุดควบคุม (กระถางเพาะ)									
ชุดควบคุม (ถุงเพาะ)									
2 : 0 : 0 : 2									
0 : 2 : 0 : 2									
0 : 0 : 2 : 2									

ตารางที่ 3-13 (ต่อ) การเจริญเติบโตของต้นพริกขี้หนูที่ปลูกในแท่งเพาะชำตามอัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วน กากกาแฟ: ขี้เลื่อย:แกลบ: มูลไส้เดือน	การเจริญเติบโตของต้นพริกขี้หนู								
	เริ่มต้น	**7 วัน**	**14 วัน**	**21 วัน**	**28วัน**	**35 วัน**	**42 วัน**	**49 วัน**	**56 วัน**
1.33 : 1.33 : 0 : 1.33									
1.33 : 0 : 1.33 : 1.33									
0 : 1.33 : 1.33 : 1.33									
1 : 1 : 1 : 1									

จากตารางที่ 3-9 และตารางที่ 3-14 พบว่าการทดลองประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำ โดยมีการปลูกพืช 5 ชนิด ได้แก่ ต้นทานตะวัน ต้นโหระพา ต้นมะเขือเปราะ ต้นผักกาดกวางตุ้งดอก และต้นพริกขี้หนู เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของต้นพืชในแท่งเพาะชำและกระถาง (ชุดควบคุม) อัตราส่วนกากกาแฟ:ขี้เลื่อย:แกลบ:มูลไส้เดือน เท่ากับ 2:0:0:2 0:2:0:2 0:0:2:2 1.33:1.33:0:1.33 1.33:0:1.33:1.33 0:1.33:1.33:1.33 1:1:1:1 กระถางเพาะชำ และถุงเพาะชำ มีความสูงเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของทานตะวันที่เพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยการวางบนดิน เท่ากับ 812.67 811.53 1047.47 446.21 824.37 961.23 656.40 586.60 และ 618.10 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยแท่งเพาะชำที่มีความสูงของต้นทานตะวันที่สูงและต่ำสุดคือ 0:0:2:2 และ กระถางเพาะชำ ตามลำดับ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแท่งเพาะชำที่มีความสูงของต้นทานตะวันในอัตราส่วน 0:0:2:2 รองลงมาคือ 0:1.33:1.33:1.33 ซึ่งมีส่วนผสมระหว่างแกลบและมูลไส้เดือน เมื่อเปรียบเทียบการใช้แท่งเพาะชำเพาะต้นกล้าทานตะวันเป็นเวลา.8.สัปดาห์.ทำให้เห็นได้ชัดว่าความสูงของต้นกล้าสูงกว่าต้นทานตะวันที่ปลูกในกระถาง (ชุดควบคุม) ดังนั้น การใช้แท่งเพาะชำในการเพาะต้นทานตะวันน่าจะมีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพกว่าการใช้กระถางในการเพาะชำ

จากตารางที่ 3-10 และตารางที่ 3-15 พบว่าการทดลองประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำ โดยมีการปลูกพืช ต้นโหระพา ตามอัตราส่วนกากกาแฟ:ขี้เลื่อย:แกลบ:มูลไส้เดือน ได้แก่ 2:0:0:2, 0:2:0:2, 0:0:2:2, 1.33:1.33:0:1.33, 1.33:0:1.33:1.33, 0:1.33:1.33 1.33 และ 1:1:1:1 กระถางเพาะชำ และถุงเพาะชำ มีความสูงเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของโหระพาที่เพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยการวางบนดิน เท่ากับ. 225.87 150.47 316.83 158.50 202.37 309.13 171.03 124.23 และ 85.60 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยแท่งเพาะชำที่มีความสูงของต้นโหระพาสูงสุดและต่ำสุดคือ 0:0:2:2 และ ถุงเพาะชำ ตามลำดับ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแท่งเพาะชำที่มีความสูงของต้นโหระพาในอัตราส่วน 0:0:2:2 รองลงมา คือ 0:1.33:1.33:1.33 ซึ่งมีส่วนผสมระหว่างแกลบและมูลไส้เดือน เมื่อเปรียบเทียบการใช้แท่งเพาะชำเพาะต้นโหระพาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำให้เห็นได้ชัดว่าความสูงของต้นกล้าสูงกว่าต้นโหระพาที่ปลูกในกระถาง (ชุดควบคุม) สอดคล้องกับ อุชฎา และคณะ (2553) เลือกใช้ขี้เลื่อย แกลบดิบ ฟางข้าว วัสดุคลุมดิบสำหรับการเพาะปลูกหน่อไม้ฝรั่ง พบว่า ขี้เลื่อยและแกลบดิบ มีอิทธิพลส่งเสริมให้หน่อไม้ฝรั่งมีน้ำหนักหน่อดีขึ้น

จากตารางที่ 3-11 และตารางที่ 3-16 พบว่าการทดลองประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำ โดยมีการปลูกพืชมะเขือเปราะ ตามอัตราส่วนกากกาแฟ:ขี้เลื่อย:แกลบ:มูลไส้เดือน ได้แก่ 2:0:0:2, 0:2:0:2, 0:0:2:2, 1.33:1.33:0:1.33, 1.33:0:1.33:1.33, 0:1.33:1.33 1.33 และ 1:1:1:1 กระถางเพาะชำ และถุงเพาะชำ มีความสูงเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของทะเขือที่เพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยการวางบนดิน เท่ากับ 55.30 34.30 33.00 ตาย 37.90 73.20 97.40 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งมะเขือที่ปลูกในกระถางเพาะชำ และถุงเพาะชำ ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ถึง 8 สัปดาห์ โดยแท่งเพาะชำที่มีความสูงของต้นมะเขือสูงสุดคือ 1:1:1:1 และ และรองลงมาคือ 0:1.33:1.33:1.33 จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแท่งเพาะชำที่มีความสูงของต้นมะเขือสูงสุดและรองลงมานั้น มีส่วนผสมระหว่างแกลบและมูลไส้เดือน เมื่อเปรียบเทียบการใช้แท่งเพาะชำเพาะต้นมะเขือเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำให้เห็นได้ชัดว่าความสูงของต้นกล้าสูงกว่าที่ปลูกในชุดควบคุม

จากตารางที่ 3-12 และตารางที่ 3-17 พบว่าการทดลองประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำ โดยมีการปลูกพืชผักกาดกวางตุ้งดอก ตามอัตราส่วนกากกาแฟ:ขี้เลื่อย:แกลบ:มูลไส้เดือน ได้แก่ 2:0:0:2,

0:2:0:2, 0:0:2:2, 1.33:1.33:0:1.33, 1.33:0:1.33:1.33, 0:1.33:1.33 1.33 และ 1:1:1:1 กระถางเพาะชำ และถุงเพาะชำ มีความสูงเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของผักกาดกวางตุ้งดอกที่เพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยการวางบนดิน เท่ากับ 63.73 106.33 127.30 96.60 69.35 170.90 91.03 102.05 และ 53.25 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยแท่งเพาะชำที่มีความสูงของต้นผักกาดกวางตุ้งดอกสูงสุดและต่ำสุดคือ 0:1.33:1.33:1.33 และ ถุงเพาะชำ ตามลำดับ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแท่งเพาะชำที่มีความสูงของต้นผักกาดกวางตุ้งดอกสูงสุดในอัตราส่วน 0:1.33:1.33:1.33 รองลงมาคือ 0:0:2:2 ซึ่งมีส่วนผสมระหว่างแกลบและมูลไส้เดือน เมื่อเปรียบเทียบการใช้แท่งเพาะชำเพาะต้นโหระพาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำให้เห็นได้ชัดว่าความสูงของต้นกล้าในแท่งเพาะชำสูงกว่าที่ปลูกในควบคุม

จากตารางที่ 3-13 และตารางที่ 3-18 พบว่าการทดลองประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำ โดยมีการปลูกพืชพริกขี้หนู ตามอัตราส่วน กากกาแฟ:ขี้เลื่อย:แกลบ:มูลไส้เดือน เท่ากับ 2:0:0:2 0:2:0:2 1.33:0:1.33:1.33 และ 0:1.33:1.33:1.33 มีความสูงเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของต้นพริกขี้หนูที่เพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยการวางบนดิน 37.40 31.40 55.25 และ 51.20 มิลลิเมตรตามลำดับ โดยมีอัตราส่วนที่ต้นพืชไม่สามารเจริญโตมาถึงสัปดาห์ที่ 8 ได้ ได้แก่ กระถางเพาะชำ ถุงเพาะชำ 0:0:2:2. 1.33:1.3:0:1.33 และ 1:1:1:1 โดยแท่งเพาะชำที่มีความสูงของต้นพริกขี้หนูสูงสุด 1.33:0:1.33:1.33 รองลงมาคือ 0:1.33:1.33:1.33 จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแท่งเพาะชำที่มีความสูงของต้นพืชสูงสุด มีส่วนผสมระหว่างกากกาแฟ แกลบและมูลไส้เดือน สอดคล้องกับกองปฐพีวิทยา (2537) ไนโตรเจนมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเพิ่มผลผลิตของพริกชี้ฟ้า โดยเฉพาะในระยะแรกของการเจริญเติบโตจนถึงระยะพริกให้ผลผลิต ซึ่งถ้าพริกแสดงอาการขาดธาตุไนโตรเจนต้นพริกจะแคระแกร็น ทำให้ผลผลิตต่ำได้ในที่สุด เมื่อเปรียบเทียบการใช้แท่งเพาะชำเพาะต้นโหระพาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำให้เห็นได้ชัดว่าความสูงของต้นกล้าในแท่งเพาะชำสูงกว่าที่ปลูกในควบคุม

ตารางที่ 3-14 ผลการศึกษาความสูงเฉลี่ยของต้นทานตะวันในระหว่างการเพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์

อัตราส่วน กากกาแฟ : ขี้เลื่อย : แกลบ : มูลไส้เดือน	ความสูงของต้นทานตะวัน (มิลลิเมตร)								
	ความสูงเริ่มต้น	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8
ชุดควบคุม (กระถางเพาะ)	172.07	192.83	229.50	270.60	325.40	384.10	449.20	508.87	586.60
ชุดควบคุม (ถุงเพาะ)	163.97	194.27	222.73	256.75	305.50	343.77	406.83	534.66	618.10
2 : 0 : 0 : 2	99.07	115.90	157.93	232.77	314.33	404.33	501.77	657.93	812.67
0 : 2 : 0 : 2	76.07	96.57	127.13	179.47	258.60	351.47	492.40	662.47	811.53
0 : 0 : 2 : 2	127.57	174.40	273.30	372.23	492.17	610.50	748.97	889.37	1047.47
1.33 : 1.33 : 0 : 1.33	107.50	129.30	164.40	203.39	255.13	304.60	323.70	408.50	446.21
1.33 : 0 : 1.33 : 1.33	77.77	103.50	132.97	209.07	297.40	393.40	509.73	667.60	824.37
0 : 1.33 : 1.33 : 1.33	109.90	143.73	198.10	300.77	447.13	548.57	646.33	819.33	961.23
1 : 1 : 1 : 1	94.20	111.33	131.40	164.27	217.87	277.63	437.30	533.25	656.40

ตารางที่ 3-15 ผลการศึกษาความสูงเฉลี่ยของต้นโหระพาในระหว่างการเพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์

อัตราส่วน กากกาแฟ : ขี้เลื่อย : แกลบ : มูลไส้เดือน	ความสูงต้นโหระพา (มิลลิเมตร)								
	ความสูงเริ่มต้น	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8
ชุดควบคุม (กระถางเพาะ)	23.93	30.63	29.07	30.67	33.13	35.17	45.83	101.13	124.23
ชุดควบคุม (ถุงเพาะ)	21.17	27.97	32.83	35.70	40.83	49.93	65.70	78.23	85.60
2 : 0 : 0 : 2	30.57	34.67	36.03	42.77	74.97	96.20	116.07	184.13	225.87
0 : 2 : 0 : 2	28.27	32.50	34.97	38.67	46.93	69.80	108.60	137.63	150.47
0 : 0 : 2 : 2	27.60	38.13	41.27	52.13	96.67	141.63	207.93	286.40	316.83
1.33 : 1.33 : 0 : 1.33	25.73	30.77	32.70	38.13	59.10	76.67	100.47	138.63	158.50
1.33 : 0 : 1.33 : 1.33	17.87	24.47	27.93	31.20	45.73	79.77	126.17	182.43	202.37
0 : 1.33 : 1.33 : 1.33	30.47	38.47	45.27	53.60	89.30	147.03	212.10	286.37	309.13
1 : 1 : 1 : 1	26.30	32.73	35.57	37.67	42.67	70.73	125.50	177.13	171.03

ตารางที่ 3-16 ผลการศึกษาความสูงเฉลี่ยของต้นมะเขือเปราะในระหว่างการเพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์

อัตราส่วน กากกาแฟ : ขี้เลื่อย : แกลบ : มูลไส้เดือน	ความสูงต้นมะเขือเปราะ (มิลลิเมตร)								
	ความสูงเริ่มต้น	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8
ชุดควบคุม (กระถางเพาะ)	15.10	18.80	18.43	21.43	22.00	23.10	26.45	-	-
ชุดควบคุม (ถุงเพาะ)	14.17	17.70	19.67	23.17	-	-	-	-	-
2 : 0 : 0 : 2	12.00	15.03	17.47	22.70	33.37	37.17	41.13	52.30	55.30
0 : 2 : 0 : 2	12.57	14.43	16.07	14.30	17.20	24.05	26.95	30.30	34.30
0 : 0 : 2 : 2	10.37	12.83	15.27	19.53	18.53	21.67	22.70	33.90	33.00
1.33 : 1.33 : 0 : 1.33	13.80	15.53	17.23	17.80	19.60	18.40	19.00	-	-
1.33 : 0 : 1.33 : 1.33	10.70	12.67	15.97	18.33	22.47	28.80	33.63	35.70	37.90
0 : 1.33 : 1.33 : 1.33	14.37	20.87	21.40	22.43	26.80	31.83	37.07	52.50	73.20
1 : 1 : 1 : 1	16.33	23.33	21.77	24.87	29.13	32.70	44.97	54.57	97.40

หมายเหตุ: เครื่องหมาย - หมายถึง ต้นพืชตาย

ตารางที่ 3-17 ผลการศึกษาความสูงเฉลี่ยของต้นกวางตุ้งดอกในระหว่างการเพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์

อัตราส่วน กากกาแฟ : ขี้เลื่อย : แกลบ : มูลไส้เดือน	**ความสูงต้นกวางตุ้งดอก (มิลลิเมตร)**								
	ความสูงเริ่มต้น	**สัปดาห์ที่ 1**	**สัปดาห์ที่ 2**	**สัปดาห์ที่ 3**	**สัปดาห์ที่ 4**	**สัปดาห์ที่ 5**	**สัปดาห์ที่ 6**	**สัปดาห์ที่ 7**	**สัปดาห์ที่ 8**
ชุดควบคุม (กระถางเพาะ)	26.83	32.67	38.00	39.30	40.93	44.07	68.37	91.40	102.05
ชุดควบคุม (ถุงเพาะ)	39.80	49.53	37.57	37.83	44.25	47.63	59.73	34.10	53.25
2 : 0 : 0 : 2	40.20	42.17	42.93	44.30	45.57	46.97	53.10	60.07	63.73
0 : 2 : 0 : 2	41.03	43.17	44.00	44.80	46.77	66.77	76.67	98.97	106.33
0 : 0 : 2 : 2	37.17	40.00	42.23	59.90	75.47	84.63	110.30	115.00	127.30
1.33 : 1.33 : 0 : 1.33	28.83	27.97	34.43	36.30	37.37	41.37	59.37	60.47	96.60
1.33 : 0 : 1.33 : 1.33	31.70	38.20	34.03	36.97	47.25	51.15	57.35	61.95	69.35
0 : 1.33 : 1.33 : 1.33	34.83	36.37	37.77	40.10	51.05	108.85	142.25	168.55	170.90
1 : 1 : 1 : 1	34.43	36.50	37.67	38.67	40.63	43.90	63.37	90.73	91.03

ตารางที่ 3-18 ผลการศึกษาความสูงเฉลี่ยของต้นพริกขี้หนูในระหว่างการเพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์

อัตราส่วน กากกาแฟ : ขี้เลื่อย : แกลบ : มูลไส้เดือน	ความสูงต้นพริกขี้หนู (มิลลิเมตร)								
	ความสูงเริ่มต้น	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8
ชุดควบคุม (กระถางเพาะ)	15.70	17.10	21.57	22.85	23.87	27.05	29.05	30.45	-
ชุดควบคุม (ถุงเพาะ)	17.87	18.50	21.17	21.97	24.07	25.80	26.10	28.30	-
2 : 0 : 0 : 2	14.73	18.00	19.97	21.83	23.60	28.93	38.65	40.15	37.40
0 : 2 : 0 : 2	21.10	24.10	25.77	26.53	28.30	29.00	29.47	29.90	31.40
0 : 0 : 2 : 2	11.43	18.03	19.03	19.77	20.37	21.53	26.40	-	-
1.33 : 1.33 : 0 : 1.33	9.03	12.87	14.83	15.77	17.63	18.67	19.00	-	-
1.33 : 0 : 1.33 : 1.33	16.03	20.13	22.33	23.33	25.37	30.27	35.73	42.30	55.25
0 : 1.33 : 1.33 : 1.33	13.30	18.20	20.43	20.87	22.07	24.93	27.37	35.20	51.20
1 : 1 : 1 : 1	13.67	15.03	17.57	19.53	19.25	23.70	20.90	-	-

ตารางที่ 3-19 ผลการศึกษาความกว้างเฉลี่ยของต้นทานตะวันในระหว่างการเพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์

อัตราส่วน กากกาแฟ : ขี้เลื่อย : แกลบ : มูลไส้เดือน	ความกว้างของต้นทานตะวัน (มิลลิเมตร)								
	ความสูงเริ่มต้น	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8
ชุดควบคุม (กระถางเพาะ)	2.93	2.93	2.93	2.83	3.17	3.40	3.60	4.10	4.27
ชุดควบคุม (ถุงเพาะ)	2.37	2.63	3.03	2.98	3.40	3.60	3.50	3.70	3.80
2 : 0 : 0 : 2	2.57	3.07	3.43	3.53	4.10	5.13	5.63	6.00	6.43
0 : 2 : 0 : 2	2.10	2.50	3.00	3.07	3.73	4.47	5.40	6.23	6.37
0 : 0 : 2 : 2	2.83	3.40	3.77	3.90	4.97	5.57	6.30	7.20	7.77
1.33 : 1.33 : 0 : 1.33	2.60	3.00	3.13	3.07	3.33	3.50	3.53	3.53	3.53
1.33 : 0 : 1.33 : 1.33	2.50	2.87	3.23	3.47	4.13	4.73	5.33	6.20	7.23
0 : 1.33 : 1.33 : 1.33	2.67	2.97	3.57	3.93	5.23	5.80	6.27	6.73	7.13
1 : 1 : 1 : 1	2.70	3.13	3.20	3.43	3.63	3.93	4.65	5.15	5.70

ตารางที่ 3-20 ผลการศึกษาความกว้างเฉลี่ยของต้นโหระพาในระหว่างการเพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์

อัตราส่วน กากกาแฟ : ขี้เลื่อย : แกลบ : มูลไส้เดือน	ความกว้างของต้นโหระพา (มิลลิเมตร)								
	ความสูงเริ่มต้น	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8
ชุดควบคุม (กระถางเพาะ)	0.80	1.10	1.20	1.30	1.43	1.43	1.40	1.67	1.93
ชุดควบคุม (ถุงเพาะ)	0.80	1.10	1.17	1.23	1.40	1.40	1.50	1.53	1.53
2 : 0 : 0 : 2	0.77	0.87	1.07	1.23	1.40	1.50	1.60	2.10	2.23
0 : 2 : 0 : 2	0.77	0.93	1.10	1.13	1.10	1.23	1.53	2.13	2.07
0 : 0 : 2 : 2	0.83	1.10	1.17	1.33	1.73	2.20	2.33	3.20	3.43
1.33 : 1.33 : 0 : 1.33	0.73	1.00	1.10	1.13	1.37	1.50	1.57	1.73	2.13
1.33 : 0 : 1.33 : 1.33	0.83	1.03	1.13	1.23	1.23	1.47	1.67	2.17	2.23
0 : 1.33 : 1.33 : 1.33	0.93	1.10	1.10	1.27	1.20	1.67	2.17	2.50	2.60
1 : 1 : 1 : 1	0.73	1.03	1.10	1.23	1.20	1.33	1.63	1.93	2.17

หมายเหตุ: เครื่องหมาย - หมายถึง ต้นพืชตาย

ตารางที่ 3-21 ผลการศึกษาความกว้างเฉลี่ยของต้นมะเขือเปราะในระหว่างการเพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์

อัตราส่วน กากกาแฟ : ขี้เลื่อย : แกลบ : มูลไส้เดือน	ความกว้างของต้นมะเขือเปราะ (มิลลิเมตร)								
	ความสูงเริ่มต้น	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8
ชุดควบคุม (กระถางเพาะ)	0.70	0.97	1.03	1.03	1.20	1.25	1.30	-	-
ชุดควบคุม (ถุงเพาะ)	0.63	0.77	0.93	1.00	-	-	-	-	-
2 : 0 : 0 : 2	0.80	1.00	1.03	1.03	1.27	1.80	1.87	2.70	2.77
0 : 2 : 0 : 2	0.73	0.93	1.00	1.03	1.00	1.15	1.20	1.55	2.10
0 : 0 : 2 : 2	0.73	1.03	1.07	1.13	1.17	1.13	1.27	1.50	2.10
1.33 : 1.33 : 0 : 1.33	0.77	0.90	1.03	1.03	1.05	1.10	1.10	-	-
1.33 : 0 : 1.33 : 1.33	0.67	0.97	1.03	1.10	1.10	1.23	1.30	1.37	1.47
0 : 1.33 : 1.33 : 1.33	0.90	1.20	1.13	1.23	1.30	1.47	1.53	2.10	2.85
1 : 1 : 1 : 1	0.70	0.90	1.03	1.10	1.10	1.20	1.43	1.67	3.80

หมายเหตุ: เครื่องหมาย - หมายถึง ต้นพืชตาย

ตารางที่ 3-22 ผลการศึกษาความกว้างเฉลี่ยของต้นกวางตุ้งดอกในระหว่างการเพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์

อัตราส่วน กากกาแฟ : ขี้เลื่อย : แกลบ : มูลไส้เดือน	ความกว้างของต้นกวางตุ้งดอก (มิลลิเมตร)								
	ความสูงเริ่มต้น	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8
ชุดควบคุม (กระถางเพาะ)	1.50	1.93	2.07	2.10	2.17	2.20	2.20	2.60	2.65
ชุดควบคุม (ถุงเพาะ)	1.57	1.93	2.10	2.17	2.27	2.47	2.50	2.55	2.60
2 : 0 : 0 : 2	1.33	1.93	2.27	2.40	2.47	2.53	2.57	2.63	2.73
0 : 2 : 0 : 2	1.67	1.93	2.03	2.10	2.30	2.50	2.67	2.73	2.77
0 : 0 : 2 : 2	1.53	2.47	2.67	2.87	2.90	2.97	3.35	3.70	3.90
1.33 : 1.33 : 0 : 1.33	1.93	2.27	2.33	2.33	2.37	2.27	2.73	2.57	2.00
1.33 : 0 : 1.33 : 1.33	1.77	2.23	2.57	2.60	2.95	2.95	2.95	2.95	3.10
0 : 1.33 : 1.33 : 1.33	1.63	1.87	2.23	2.30	2.45	2.75	3.45	4.05	4.45
1 : 1 : 1 : 1	1.57	2.03	2.27	2.33	2.47	2.53	2.60	2.63	2.77

ตารางที่ 3-23 ผลการศึกษาความกว้างเฉลี่ยของต้นพริกขี้หนูในระหว่างการเพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์

อัตราส่วน กากกาแฟ : ขี้เลื่อย : แกลบ : มูลไส้เดือน	ความกว้างของต้นพริกขี้หนู (มิลลิเมตร)								
	ความสูงเริ่มต้น	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8
ชุดควบคุม (กระถางเพาะ)	0.67	0.77	0.80	0.90	0.93	0.95	0.95	0.95	-
ชุดควบคุม (ถุงเพาะ)	0.63	0.70	0.80	0.87	0.90	0.97	0.95	1.00	-
2 : 0 : 0 : 2	0.70	0.78	0.80	0.97	1.00	1.00	1.10	1.15	1.10
0 : 2 : 0 : 2	0.60	0.80	0.80	0.80	0.83	0.83	0.83	0.83	1.00
0 : 0 : 2 : 2	0.67	0.77	0.80	0.83	0.90	0.90	0.90	-	-
1.33 : 1.33 : 0 : 1.33	0.60	0.70	0.73	0.83	0.83	0.83	0.80	-	-
1.33 : 0 : 1.33 : 1.33	0.67	0.77	0.83	0.90	0.97	0.97	1.07	1.17	1.40
0 : 1.33 : 1.33 : 1.33	0.63	0.77	0.77	0.80	0.83	0.87	1.20	1.40	1.40
1 : 1 : 1 : 1	0.67	0.77	0.80	0.80	0.80	0.80	0.90	-	-

หมายเหตุ: เครื่องหมาย - หมายถึง ต้นพืชตาย

การทดลองประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำ โดยมีการปลูกพืช 5 ชนิด ได้แก่ ต้นทานตะวัน ต้นโหระพา ต้นมะเขือเปราะ ต้นผักกาดกวางตุ้งดอก และต้นพริกขี้หนู เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของต้นพืชในแท่งเพาะชำและกระถาง (ชุดควบคุม) จากตารางที่ 3-19 อัตราส่วนกากกาแฟ:ขี้เลื่อย:แกลบ:มูลไส้เดือน เท่ากับ 2:0:0:2 0:2:0:2 0:0:2:2 1.33:1.33:0:1.33 1.33:0:1.33:1.33 0:1.33:1.33:1.33 1:1:1:1 กระถางเพาะชำ และถุงเพาะชำ มีความกว้างต้นเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของทานตะวันที่เพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยการวางบนดิน 6.43 6.37 7.77 3.53 7.23 7.13 5.70 4.27 และ 3.80 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยแท่งเพาะชำที่มีความกว้างของต้นทานตะวันที่สูงและต่ำสุดคือ 0:0:2:2 และ กระถางเพาะชำ ตามลำดับ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแท่งเพาะชำที่มีความสูงของต้นทานตะวันในอัตราส่วน 0:0:2:2 รองลงมาคือ 0:1.33:1.33:1.33 ซึ่งมีส่วนผสมระหว่างแกลบและมูลไส้เดือน เมื่อเปรียบเทียบการใช้แท่งเพาะชำเพาะต้นกล้าทานตะวันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำให้เห็นได้ชัดว่าความสูงของต้นกล้ามีลำต้นใหญ่กว่าต้นทานตะวันที่ปลูกในกระถาง (ชุดควบคุม) ดังนั้นการใช้แท่งเพาะชำในการเพาะต้นทานตะวันน่าจะมีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพกว่าการใช้กระถางในการเพาะชำ

จากตารางที่ 3-20 พบว่าการทดลองประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำ โดยมีการปลูกพืชต้นโหระพา ตามอัตราส่วนกากกาแฟ:ขี้เลื่อย:แกลบ:มูลไส้เดือน เท่ากับ 2:0:0:2 0:2:0:2 0:0:2:2 1.33:1.33:0:1.33 1.33:0:1.33:1.33 0:1.33:1.33:1.33 1:1:1:1 กระถางเพาะชำ และถุงเพาะชำ มีความกว้างเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของโหระพาที่เพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยการวางบนดิน เท่ากับ 2.23 2.07 3.43 2.13 2.23 2.60 2.17 1.93 และ 1.53 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยแท่งเพาะชำที่มีความกว้างของต้นโหระพาสูงสุดและต่ำสุดคือ 0:0:2:2 และ ถุงเพาะชำ ตามลำดับ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแท่งเพาะชำที่มีความกว้างของต้นโหระพาในอัตราส่วน 0:0:2:2 รองลงมาคือ 0:1.33:1.33:1.33 ซึ่งมีส่วนผสมระหว่างแกลบและมูลไส้เดือน เมื่อเปรียบเทียบการใช้แท่งเพาะชำเพาะต้นโหระพาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำให้เห็นได้ชัดว่าความกว้างของต้นกล้าใหญ่กว่าต้นโหระพาที่ปลูกในกระถาง (ชุดควบคุม)

จากตารางที่ 3-21 พบว่าการทดลองประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำ โดยมีการปลูกพืชมะเขือเปราะ ตามอัตราส่วนกากกาแฟ:ขี้เลื่อย:แกลบ:มูลไส้เดือน เท่ากับ 2:0:0:2 0:2:0:2 0:0:2:2 1.33:1.33:0:1.33 1.33:0:1.33:1.33 0:1.33:1.33:1.33 1:1:1:1 กระถางเพาะชำ และถุงเพาะชำ มีความสูงเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของทะเขือที่เพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยการวางบนดิน เท่ากับ 2.77 2.10 2.10 ตาย 1.47 2.85 3.80 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งมะเขือที่ปลูกในกระถางเพาะชำ และถุงเพาะชำ ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ถึง 8 สัปดาห์ โดยแท่งเพาะชำที่มีความกว้างของต้นมะเขือสูงสุดคือ 1:1:1:1 และ และรองลงมาคือ 0:1.33:1.33:1.33 จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแท่งเพาะชำที่มีความกว้างของต้นมะเขือสูงสุดและรองลงมานั้น มีส่วนผสมระหว่างแกลบและมูลไส้เดือน เมื่อเปรียบเทียบการใช้แท่งเพาะชำเพาะต้นมะเขือเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำให้เห็นได้ชัดว่าความกว้างของต้นกล้าใหญ่กว่าที่ปลูกในชุดควบคุม

จากตารางที่ 3-22 พบว่าการทดลองประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำ โดยมีการปลูกพืชผักกาดกวางตุ้งดอก ตามอัตราส่วนกากกาแฟ:ขี้เลื่อย:แกลบ:มูลไส้เดือน เท่ากับ 2:0:0:2 0:2:0:2 0:0:2:2 1.33:1.33:0:1.33 1.33:0:1.33:1.33 0:1.33:1.33:1.33 1:1:1:1 กระถางเพาะชำ และถุงเพาะชำ มีความกว้างเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของผักกาดกวางตุ้งดอกที่เพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยการวางบนดิน เท่ากับ 2.73 2.77 3.90 2.00 3.10 4.45 2.77 2.65 และ 2.60 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยแท่งเพาะชำที่มีความกว้างของต้นผักกาดกวางตุ้งดอกสูงสุดและต่ำสุดคือ 0:1.33:1.33:1.33 และ ถุงเพาะชำ

ตามลำดับ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแท่งเพาะชำที่มีความกว้างของต้นผักกาดกวางตุ้งดอกสูงสุดในอัตราส่วน 0:1.33:1.33:1.33 รองลงมาคือ 0:0:2:2 ซึ่งมีส่วนผสมระหว่างแกลบและมูลไส้เดือน เมื่อเปรียบเทียบการใช้แท่งเพาะชำเพาะต้นโหระพาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำให้เห็นได้ชัดว่าความกว้างของต้นกล้าในแท่งเพาะชำใหญ่กว่าที่ปลูกในควบคุม

จากตารางที่ 3-23 พบว่าการทดลองประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำ โดยมีการปลูกพืชพริกขี้หนูตามอัตราส่วน กากกาแฟ:ขี้เลื่อย:แกลบ:มูลไส้เดือน เท่ากับ 2:0:0:2 0:2:0:2 1.33:0:1.33:1.33 และ 0:1.33:1.33:1.33 มีความกว้างเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของต้นพริกขี้หนูที่เพาะชำเป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยการวางบนดิน 1.10 1.00 1.40 และ 1.40 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยมีอัตราส่วนที่ต้นพืชไม่สามารเจริญเติบโตมาถึงสัปดาห์ที่ 8 ได้ ได้แก่ กระถางเพาะชำ ถุงเพาะชำ 0:0:2: 2 1.33:1.33:0:1.33 และ 1:1:1:1 โดยแท่งเพาะชำที่มีความกว้างของต้นพริกขี้หนูสูงสุด 1.33:0:1.33:1.33 รองลงมาคือ 0:1.33:1.33:1.33 จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแท่งเพาะชำที่มีความกว้างของต้นพืชสูงสุด มีส่วนผสมระหว่างกากกาแฟแกลบและมูลไส้เดือน เมื่อเปรียบเทียบการใช้แท่งเพาะชำเพาะต้นโหระพาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำให้เห็นได้ชัดว่าความกว้างของต้นกล้าในแท่งเพาะชำโตกว่าที่ปลูกในควบคุม สอดคล้องกับ ชูศักดิ์ และคณะ (2553) การใช้แกลบดิบในการคลุมดินบริเวณที่ปลูกสับปะรด ในช่วงฤดูฝน พบว่า สับปะรดมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าสับปะรดที่คลุมดินด้วยวัสดุอื่น

บทที่ 4
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือใช้อินทรีย์ที่มีการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือนในการอัดขึ้นรูปแท่งเพาะชำจาก กากกาแฟ ขี้เลื่อย แกลบ และปุ๋ยมูลไส้เดือน ด้วยแรงอัด 1,900 psi แท่งเพาะชำที่ผลิตได้รูปทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลางวงนอก 4 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลางวงใน 1 นิ้ว สูง 3.5 นิ้ว และหนา 1.5 นิ้ว มวลของแท่งเพาะชำแต่ละแท่งหลังอัดขึ้นรูป ประมาณ 600 กรัม สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

4.1.1 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของวัตถุดิบ

จากการศึกษาคุณสมบัติของวัตถุดิบ คือ จาก กากกาแฟ ขี้เลื่อย แกลบ และปุ๋ยมูลไส้เดือน พบว่า ยังมีธาตุอาหารหลงเหลืออยู่ และยังมีธาตุองค์ประกอบ อื่น ๆ ซึ่งมีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความชื้น ปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมทั้งหมด) พบว่าวัตถุดิบทั้ง 4 ชนิด ที่เหมาะสมสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแท่งเพาะชำได้

4.1.2 การศึกษาการขึ้นรูปของแท่งเพาะชำ

อัตราส่วน กากกาแฟ:ขี้เลื่อย:แกลบ:ปุ๋ยมูลไส้เดือน เท่ากับ เท่ากับ 2:0:0:2, 0:2:0:2, 0:0:2:2, 1.33:1.33:0:1.33, 1.33:0:1.33:1.33, 0:1.33:1.33:1.33 และ 1:1:1:1 สามารขึ้นรูปได้ในทุกอัตราส่วน ที่อัตราส่วน กาวแป้งเปียก (แป้ง:น้ำ ; 1:2 1:3 และ 1:4) ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกอัตราส่วน แป้ง:น้ำ เท่ากับ 1:3 มาใช้ในการทดสอบต่อไป เนื่องจากการกวนแป้งเปียก แป้ง:น้ำ เท่ากับ 1:2 ไม่สามารถกวนให้สุกได้ทั้งหมด เนื่องด้วยปริมาณของแป้งที่มาก และอัตราส่วนกาวแป้งเปียก แป้ง:น้ำ เท่ากับ 1:4 สามารถขึ้นรูปแท่งเพาะชำได้ แต่เมื่อแท่งเพาะชำแห้ง ไม่มีความแข็งแรงเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงเลือกใช้อัตราส่วน แป้ง:น้ำ เท่ากับ 1:3 ในการทดลอง

4.1.3 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของของแท่งเพาะชำที่สมบูรณ์แล้ว

ค่าความเป็นกรด-ด่าง และ ในแท่งเพาะชำที่ขึ้นรูปได้ ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตแท่งเพาะชำเมื่อวัตถุดิบมาผสมกันตามอัตราส่วน กากกาแฟ:ขี้เลื่อย:แกลบ:ปุ๋ยมูลไส้เดือน จะได้แท่งเพาะชำที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ใกล้เคียง 7 (สภาวะกลาง) มากที่สุด คือ 0:2:0:2 มีค่าเท่ากับ 6.84

ค่าความชื้นในแท่งเพาะชำที่ขึ้นรูปได้ ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตแท่งเพาะชำเมื่อวัตถุดิบมาผสมกันตามอัตราส่วน กากกาแฟ:ขี้เลื่อย:แกลบ:ปุ๋ยมูลไส้เดือน จะได้แท่งเพาะชำที่มีค่าความชื้นอยู่ในช่วง 7-12 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณอินทรียวัตถุในแท่งเพาะชำที่ขึ้นรูปได้ ทั้ง 7 อัตราส่วนมีค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรียวัตถุ อยู่ในช่วง 57-63 เปอร์เซ็นต์ จากผลการศึกษา พบว่าแท่งเพาะชำจากชีวมวลผสมมูลไส้เดือน

ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยตามค่ามาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2555 (กำหนดให้ปริมาณอินทรียวัตถุไม่น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)

สำหรับการศึกษาไนโตเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมทั้งหมด ของแท่งเพาะชำ พบว่า แท่งเพาะชำที่อัตราส่วน กากกาแฟ:ขี้เลื่อย:แกลบ:ปุ๋ยมูลไส้เดือน เท่ากับ 2:0:0:2, 0:2:0:2, 0:0:2:2, 1.33:1.33:0:1.33, 1.33:0:1.33:1.33, 0:1.33:1.33:1.33 และ1:1:1:1 อัตราส่วนที่มีค่าไนโตเจนทั้งหมดสูงสุดคือ 2:0:0:2 มีค่าเท่ากับ 1.85 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช สูงสุดคือ 2:0:0:2 มีค่าเท่ากับ 0.38 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และปริมาณโพแทสเซียมที่มีประโยชน์ต่อพืชสูงสุด คือ 2:0:0:2 เท่ากับ 0.50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

ค่าเฉลี่ยการดูดซับน้ำ ค่าเฉลี่ยการพองตัว และค่าเฉลี่ยการผุกร่อนของแท่งเพาะชำ ที่อัตราส่วน กากกาแฟ:ขี้เลื่อย:แกลบ:ปุ๋ยมูลไส้เดือนทั้ง 7 อัตราส่วน พบว่า อัตราส่วน 0:1.33:1.33:1.33 มีความสามารถในการดูดซับน้ำ การพองตัว และการผุกร่อนได้ดีที่สุด มีค่าเท่ากับ 139.44 4.04 และ 35.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยการระเหยของน้ำของแท่งเพาะชำ พบว่าค่าเฉลี่ยการระเหยของน้ำมีค่าการระเหยของน้ำที่สูง คือ แท่งเพาะชำที่ขึ้นรูปในอัตราส่วน กากกาแฟ:ขี้เลื่อย:แกลบ:ปุ๋ยมูลไส้เดือน อัตราส่วน 0:1.33:1.33:1.33 ค่าเฉลี่ยการระเหย เท่ากับ 111.56 เปอร์เซ็นต์

4.1.4 การศึกษาศักยภาพของแท่งเพาะชำระหว่างเพาะชำกล้าพืช

ค่าการตรวจสอบศักยภาพของแท่งเพาะชำด้านความสูง และความกว้างของต้นพืช 5 ชนิด ได้แก่ ต้นทานตะวัน ต้นโหระพา ต้นมะเขือเปราะ ต้นผักกาดกวางตุ้งดอก และต้นพริกขี้หนู ผลการศึกษา พบว่าความสูง และความกว้างของต้น ในอัตราส่วน กากกาแฟ:ขี้เลื่อย:แกลบ:ปุ๋ยมูลไส้เดือน เท่ากับ 2:0:0:2, 0:2:0:2, 0:0:2:2, 1.33:1.33:0:1.33, 1.33:0:1.33:1.33, 0:1.33:1.33:1.33 และ1:1:1:1

- ความสูงและความกว้างของต้นทานตะวัน สูงสุด คือแท่งเพาะชำในอัตราส่วน 0:0:2:2 และรองลงมาคือ 0:1.33:1.33:1.33

- ความสูงและความกว้างของต้นโหระพา สูงสุด คือแท่งเพาะชำในอัตราส่วน 0:0:2:2 และรองลงมาคือ 0:1.33:1.33:1.33

- ความสูงและความกว้างของต้นมะเขือเปราะ สูงสุด คือแท่งเพาะชำในอัตราส่วน 1:1:1 :1 และรองลงมาคือ 0:1.33:1.33:1.33

- ความสูงและความกว้างของต้นผักกาดกวางตุ้งดอก สูงสุด คือแท่งเพาะชำในอัตราส่วน 0:1.33:1.33:1.33 และรองลงมาคือ 0:0:2:2

- ความสูงและความกว้างของต้นพริกขี้หนู สูงสุด คือแท่งเพาะชำในอัตราส่วน 1.33:0:1.33:1.33 และรองลงมาคือ 0:1.33:1.33:1.33

ดังนั้นจากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของวัตถุดิบ และของแท่งเพาะชำ ผลการศึกษาพบว่า กากกาแฟ:ขี้เลื่อย:แกลบ:ปุ๋ยมูลไส้เดือน ยังมีธาตุอาหารที่เป็นธาตุอาหารหลักในการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นจึงสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแท่งเพาะชำได้ โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด คือ 0:1.33:1.33:1.33 เนื่องจากเป็นอัตราส่วนที่มีปริมาณธาตุอาหารหลักในการเจริญเติบโตของพืชสูงที่สุด ซึ่งมีความเหมาะสมในการนำมาปลูกพืช และสามารถเป็นแนวทางในการนำ

วัสดุเหลือใช้มาก่อให้เกิดประโยชน์แก่เกษตรกร และชุมชน เป็นแนวทางในการสร้างผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอีกทางหนึ่งด้วย

4.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติบางประการของแท่งเพาะชำ เช่น ความแข็งแรงของแท่งเพาะชำ ความหนาแน่นของแท่งเพาะชำ เป็นต้น

2. ควรทดลองการขึ้นรูปของแท่งเพาะชำหลายขนาด เพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองอันนำไปสู่การพัฒนาการผลิตแท่งเพาะชำจากชีวมวลผสมปุ๋ยมูลไส้เดือน

3. ควรเพิ่มการใช้วัสดุอื่น ๆ เป็นวัสดุร่วมในการผลิตแท่งเพาะชำ และเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้กับแท่งเพาะชำจากชีวมวลผสมปุ๋ยมูลไส้เดือน

บรรณานุกรม

กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์. 2557. **ความต้องการใช้เมล็ดกาแฟของไทยในปี 2556**. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=17903&filename =index, 14 สิงหาคม 2561.

กรมวิชาการเกษตร. 2555. **การขอขึ้นทะเบียน การออกใบสำคัญการขึ้นทะเบียน การขอแก้ไขรายการทะเบียน และการแก้ไขรายการทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2555**. เล่ม 129 ตอนพิเศษ 59ง ราชกิจจานุเบกษา ประกาศ ณ วันที่ 6 มีนาคม พ.ศ. 2555.

กรมวิชาการเกษตร. 2557. **กำหนดเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์. เล่ม 131 ตอนพิเศษ 29ง ราชกิจจานุเบกษา** ประกาศ ณ วันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2557.

กัญจ์ภัส สรัชนพพรสิน และ ชนิดา ชิ้มเจริญ. 2556. ความเป็นไปได้ในการใช้กากกาแฟเป็นสารช่วยในการกระจายตัวของซิลิกาในยางธรรมชาติ. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี วิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์. 2557. **ความต้องการใช้เมล็ดกาแฟของไทยในปี 2556**. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=17903&filename =index ,14 สิงหาคม 2557.

เฉลิม บัวสิงห์ และ ศตภิษ ไกรษี. 2553. **กระถางย่อยสลายเองตามธรรมชาติจากขี้เลื่อยยางพารา.** จังหวัดศรีสะเกษ.

ชูศักดิ์ สัจจพงษ์, จินดารัตน์ ชื่นรุ่ง, รพีพร ศรีสถิต, บพิตร อุไรพงษ์ และเหรียญทอง พานสายตา. 2553. **การศึกษาสับปะรดบริโภคด้วยการใช้น้ำ การให้ปุ๋ย และวัสดุคลุมดิน.** แหล่งที่มา: http://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=663, 12 สิงหาคม 25620.

ดวงสมร ตุลาพิทักษ์, เทพฤทธิ์ ตุลาพิทักษ์ และแก้วใจ อ้อชัยภูมิ. 2551. การทดสอบประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร. **วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.** 13(8): 939-945 .

ดำรงศักดิ์ เหล่าแสงธรรม. ม.ป.ป. การผลิตแท่งเพาะชำจากหญ้าแฝกและแกลบดำ. กรมวิจัยและพัฒนา 3 กองการวิจัยกรมวิทยาศาสตร์บริการเชียงราย.

ปญญารัฐ ไมสนธิ์. 2545. การศึกษาโครงสรางตลาดกาแฟผง สำเร็จรูปในประเทศไทย. วิทยานิพนธ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร.

ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง, มาริสา จินะดิษฐ์, สุรัตน์ บุญพึ่ง และจิระพล กลิ่นบุญ. 2550. การวิจัยกระถางต้นไม้จากเศษวัสดุเหลือใช้ทางเกษตร. วิทยานิพนธ์ คณะวิชาเทคโนโลยีเคมี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.

พรเทพ แก้วเชื้อ และวรินทร์ เกียรตินุกูล. 2554. **โครงการพัฒนากระถางต้นไม้จากขี้เลื่อย.** การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ ประจำปี 2554. โรงแรม เอส ดี อเวนิว กรุงเทพมหานคร. 8-9 กันยายน พ.ศ. 2554

พิจัยสุข แถวเที่ยง. 2555. โครงการออกแบบโคมไฟจากกากกาแฟ. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาศิลปมหาบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ ภาควิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วิทยาลัยการอาชีพด่านซ้าย. 2552. **กระถางดอกไม้เศษวัสดุเหลือใช้ leavings flowerpots.** วิทยาลัยการอาชีพด่านซ้าย จังหวัดเลย.

วุฒิชัย เกื้อเล็กและคณะ. 2553. **ผลิตภัณฑ์กระถางต้นไม้จากวัสดุธรรมชาติ.** วิทยาลัยการอาชีพบางแก้ว.

ศูนย์การศึกษาการค้าระหว่างประเทศ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. 2556. **รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการพัฒนาความร่วมมือด้านอุตสาหกรรมกับประเทศเพื่อนบ้าน (ยุทธศาสตร์การพัฒนาความร่วมมือด้านอุตสาหกรรม ภายใต้กรอบโครงการพัฒนาเขตเศรษฐกิจสามฝ่าย)**. กรุงเทพมหานคร.

เสกสรร สีหวงษ์. 2562. **แท่งวัสดุปลูกกล้าไม้ยืนต้นที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม**. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาลัยเกษตรศาสตร์. แหล่งที่มา: https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=35450, 23 สิงหาคม 2562.

สุพาภรณ์ ดาดง. 2549. การศึกษากายวิภาคและการบำบัดกากตะกอนแห้งจากศูนย์ผลิตภัณฑ์นมโดยไส้เดือนดิน *Eudrilus eugeniae*. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สัตววิทยา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อุชฏา สุขจันทร์, อรัญญา ขันตินวิทย์, ดิเรก นรานาฎกรณ์ และอุบล หินเธาว์. 2553. **การปรับปรุงคุณภาพหน่อไม้ในช่วงฤดูร้อน**. แหล่งที่มา:http://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=958, 11 สิงหาคม 2562.

สุจิน สุนีย์ และธีรเวท ฐิติกุล. 2552. โครงการวิจัย เรื่อง เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางจากขุยและใยมะพร้าว. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

อดิศร ไกรนรา. มปพ. การผลิตกระถางต้นไม้จากเศษวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์ม. **การประชุมวิชาการ “วลัยลักษณ์วิจัย” ครั้งที่ 3**. หน้า 257-264.

อำนาจ อมฤก. 2554. การศึกษาการพองตัวของกระถางขึ้นรูปจากเส้นใยกกช้าง. **การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2554**. 20-21 ตุลาคม พ.ศ. 2554.

อานัฐ ตันโช. 2548. **เทคนิคการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน.** พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, ปทุมธานี.

Antonio Zuorro and Roberto Lavecchia. 2012. Spent coffee ground as a valuable source of phenolic compounds and bioenergy. **Journal of Cleaner Production**. 34: 49-56.

Edwards, C.A. and Burrows, I. 1988. The potential of earthworm composts as plant growth media, in Earthworms in Environmental and Waste management, (eds C.A. Edwards and E.F. Neuhauser). **SPB Accad. Publ., The Netherlands**, pp. 211-20.

Limousy, L., Jeguirim, M., Dutournié, P., Kraiem, N., Lajili, M. and Said. R. 2013. Gasesous products and particulate matter emissions of biomass residential boiler fired with spent coffee grounds pellets. **Fuel**. 107: 323-329.

Norman, Q. A., C.A. Edwards, A. Babenko, J. Cannon, P. Galvis, and J.D. Metzger. 2008. Influences of vermicomposts, produced by earthworms and microorganisms from cattle manure, food waste and paper waste, on the germination, growth and flowing of petunias in the greenhouse. **Applied soil ecology** 39: 91-99.

Níidia S. Caetano, Vânia F.M. Silva and Teresa M. Mata. 2012. Valorization of Coffee Grounds for Biodiesel Production. **Chemical Engineering Transactions**. 26: 267-272.

Pushpa S.M., M. Madhava Naidu. 2012. Sustainable management of coffee industry by-product and value addition – A review. **Resources, Conservation and Recycling**. 66: 45-58.

RICMAS. 2557. **กาแฟ**. แหลงที่มา: http://www.ricmas-thailand.jura.com/th/ccth/coffee/coffee_history.htm?slot=4, 4 สิงหาคม 2557.

Salange I. M., Livia M. C., João P.A. Silva, Inês C. R. and José A. T.. 2011. A study on chemical constituents and sugars extraction from spent coffee grounds. **Cabohydrate Polymer**. 83: 368-374.

Silva M. A., Nebra S. A., Silva M. J. M. and Sanchez C. G.. 1998. The use of biomass residues in the Brazillian Soluble coffee industry. **Biomass and Bioenergy**. 14: 457-467.

Vladimir I. Kuprianov., Porametr Arromdee., Songpol Chakritthakul., Rachadaporn Kaewklum and Kasama Sirisomboon. 2011. Combustion of some Thai agricultural and wood residues in a pilot swirling fluidized-bed combustor. World Renewable Energy Congress 2011.