รายงานการวิจัย

การผลิตกระถางเพาะชำต้นไม้จากวัสดุเหลือใช้ อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน

The Production of Plant pot by waste from Palm Oil Extraction Industry

นุชนาฎ นิลออ Nutchanat Ninlaor

กนกรัตน์ นาวีการ Kanokrat Navykarn

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณเงินรายได้ประจำปี พ.ศ. 2560

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัทพิทักษ์ปาล์มออยล์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์กากตะกอนน้ำมันปาล์ม เส้นใยปาล์ม และเถ้าปาล์มน้ำมัน เพื่อใช้เป็นวัสดุสำหรับทำการศึกษาวิจัย ขอขอบคุณอาจารย์กมลวรรณ โชติพันธ์ ผู้ริเริ่มทำโครงงานวิจัยนี้ที่ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการหาแนวทางเพื่อลดปริมาณของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยการนำของเสียมาใช้ประโยชน์ในการผลิตกระถาง เพาะชำ และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ได้สนับสนุนงบประมาณเงินรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2560 เพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้

นุชนาฎ นิลออ
กนกรัตน์ นาวีการ
กันยายน 2560

การผลิตกระถางเพาะชำต้นไม้จากวัสดุเหลือใช้อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน

นุชนาฎ นิลออ[1] และ กนกรัตน์ นาวีการ[1]

บทคัดย่อ

การผลิตกระถางเพาะชำต้นไม้ย่อยสลายได้จากวัสดุเหลือใช้อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตกระถางเพาะชำจากวัสดุย่อยสลายได้จากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน โดยทำการศึกษาอัตราส่วนของเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม ที่อัตราส่วน 100:0 70:30 50:50 30:70 และ 0:100.มาขึ้นรูปโดยการอัดลงในแม่พิมพ์กระถางที่มีปากกระถาง ขนาด.13×13. เซนติเมตร ก้นกระถาง ขนาด 9×9 เซนติเมตร ความสูงของกระถาง 14 เซนติเมตร และใช้กาวแป้งเปียกเป็นตัวประสานที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 15 20 25 และ 30 ผลการศึกษา พบว่า อัตราส่วนของเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม ที่อัตราส่วน 70:30.และความเข้มข้นของกาวแป้งเปียก ที่ร้อยละ 10.มีความเหมาะสมที่สุด โดยสามารถขึ้นรูปกระถางได้ดี และถอดออกจากแม่พิมพ์ได้ง่ายจากนั้นนำเส้นใยปาล์มน้ำมันและกากตะกอนน้ำมันปาล์มอัตราส่วนที่เหมาะสมมาผสมกับเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 10 20 30 40 และ 50.แล้วทำการทดสอบหาคุณสมบัติของกระถาง พบว่า กระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันที่ร้อยละ 50 มีค่าเฉลี่ยความชื้นสูงสุด เท่ากับร้อยละ 54.05±2.85.และมีความต้านทานการตกกระแทกที่ระดับความสูง 50 100 และ 150 เซนติเมตร ได้ดีที่สุด โดยกระถางมีรอยแตกร้าวน้อยที่สุด การทดสอบการอุ้มน้ำ การย่อยสลายของกระถาง และการปลูกผักบุ้ง พบว่า.กระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 มีค่าปริมาณน้ำที่ไหลออก ค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่หายไป และค่าเฉลี่ยของต้นผักบุ้งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) ดังนั้นเถ้าปาล์มน้ำมันที่นำมาผสมในการผลิตกระถางเพาะชำไม่มีผลต่อการอุ้มน้ำ การย่อยสลาย และการปลูกผักบุ้ง

จากผลการทดสอบทั้งหมดของงานวิจัยนี้ แสดงถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับผลิตกระถางโดยใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม ที่อัตราส่วน 70:30 กาวแป้งเปียกร้อยละ 10 และเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 50

คำสำคัญ : กระถางเพาะชำ อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน เส้นใยปาล์มน้ำมัน กากตะกอนน้ำมันปาล์ม เถ้า

---

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.สิเกา จ.ตรัง

The Production of Plant pot by waste from Palm Oil Extraction Industry

Nutchanat Ninlaor[1] and Kanokrat Navykarn[1]

ABSTRACT

Ratios of palm oil fiber to palm oil sludge were examined at 100:0 70:30 50:50 30:70 and 0:100. All of the mixing ratios were tested by compacting them into a forming device. The device size is 13×13 cm. at open top, 9×9 cm. at the bottom and 14 cm. hight. Starch glue were used as a binder which were varied at 10 15 20 25 and 30 percent. The results showed that the ratio of palm oil fiber to sludge at 70:30 percent with 10 percent glue was the optimal proportion. Plant pot forming at the ratio was appropriately and easily pulled out. After that, selected ratio was tested by adding different ratio of palm oil ash. The proportions were varied at 10 20 30 40 and 50 percent. The pot with 50 percent palm oil ash showed maximum humidity at 54.05±2.85 percent. This optimal mixing ratio also showed highest impact test by throwing them at 50 100 and 150 cm. above the floor. All of the tested pots had small ruptures. In addition, Water holding capacity, decomposition and morning glory planted experiment were investigated. The result showed that at 10 20 30 40 and 50 added proportion were not statistically signifcant ($p \geq 0.05$). Therefore, added palm oil ash in the plant nusery pots did not affect to water holding, degradation and morning glory plantation. Of these research results showed the optimal ratio of palm oil fiber to palm oil sludge was at 70:30, at glue 10 percent and palm oil fuel ash at2 50 percent.

Keywords : Plant pot, Palm Oil Extraction Industry, palm oil fiber, palm oil sludge, palm oil ash

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

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ.....ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ค
สารบัญ.....ง
สารบัญตาราง.....จ
สารบัญภาพ.....ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....1
1.2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....2
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....16
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....16
บทที่ 2 วิธีการดำเนินการวิจัย.....17
บทที่ 3 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล.....22
บทที่ 4 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....42
บรรณานุกรม.....43
ภาคผนวก.....45

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 : คุณสมบัติทางเคมีของกากตะกอนน้ำมันปาล์ม.....6
ตารางที่ 1.2 : องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าปาล์มน้ำมัน.....7
ตารางที่ 1.3 : คุณสมบัติทางกายภาพของเส้นใยปาล์มน้ำมัน.....8
ตารางที่ 2.1 : อัตราส่วนผสมของเส้นใยปาล์มน้ำมัน กากตะกอนน้ำมันปาล์ม และกาวแป้งเปียก.....18

ตารางผนวกที่ ก1 : ลักษณะการขึ้นรูปกระถางเพาะชำที่ผลิตจากเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม.และกาวแป้งเปียกที่อัตราส่วนต่างๆ.....47
ตารางผนวกที่ ก2 : ลักษณะการขึ้นรูปของกระถางเพาะชำที่ผลิตจากเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์มที่อัตราส่วน.70:30 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10.....52
ตารางผนวกที่ ก3 : ค่าความชื้นของกระถางเพาะชำที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 10 20 30 40 และ 50.....53
ตารางผนวกที่ ก4 : ลักษณะของกระถางเพาะชำที่ตกกระแทกพื้นที่ระดับความสูงต่างๆ.....54
ตารางผนวกที่ ก5 : ปริมาณน้ำที่ไหลออกจากกระถางเพาะชำที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 10 20 30 40 และ 50.....55
ตารางผนวกที่ ก6 : ค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่หายไปของกระถางเพาะชำที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 10 20 30 40 และ 50.....56
ตารางผนวกที่ ก7 : ค่าเฉลี่ยความสูงของต้นผักบุ้งที่ปลูกในกระถางเพาะชำที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 10 20 30 40 และ 50.....57

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 : บริเวณจุดรับซื้อผลปาล์ม....2
ภาพที่ 1.2 : การนึ่งปาล์มน้ำมัน....3
ภาพที่ 1.3 : การนวดทะลายผลปาล์ม....3
ภาพที่ 1.4 : การกวนผลปาล์ม....4
ภาพที่ 1.5 : การบีบน้ำมันจากผลปาล์มดิบ....4
ภาพที่ 1.6 : การกรองแยกน้ำมันปาล์มดิบ....5
ภาพที่ 1.7 : การแยกเส้นใยและเมล็ด....5
ภาพที่ 1.8 : กระบวนการกะเทาะเมล็ดและแยกเส้นใย....6
ภาพที่ 1.9 : เส้นใยปาล์มน้ำมัน....8
ภาพที่ 2.1 : แม่พิมพ์กระถางพร้อมเครื่องกดอัดไฮโดรลิค....19
ภาพที่ 2.2 : การศึกษาการผลิตกระถางจากเส้นใยปาล์มน้ำมัน กากตะกอนปาล์มน้ำมัน และเถ้าปาล์มน้ำมัน....21
ภาพที่ 3.1 : กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 100:0 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10....22
ภาพที่ 3.2 : กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 100:0 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 15....23
ภาพที่ 3.3 : กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 100:0 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 20....23
ภาพที่ 3.4 : กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 100:0 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 25....24
ภาพที่ 3.5 : กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 100:0 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 30....24
ภาพที่ 3.6 : กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 70:30 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10....25
ภาพที่ 3.7 : กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 70:30 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 15....25
ภาพที่ 3.8 : กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 70:30 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 20....26
ภาพที่ 3.9 : กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 70:30 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 25....26
ภาพที่ 3.10 : กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 70:30 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 30....27

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 3.11 : กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 50:50 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10.....27
ภาพที่ 3.12 : กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 50:50 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 15.....28
ภาพที่ 3.13 : กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 50:50 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 20.....28
ภาพที่ 3.14 : กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 50:50 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 25.....29
ภาพที่ 3.15 : กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 50:50 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 30.....29
ภาพที่ 3.16 : กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 30:70 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10.....30
ภาพที่ 3.17 : กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 30:70 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 15.....30
ภาพที่ 3.18 : กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 30:70 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 20.....31
ภาพที่ 3.19 : กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 30:70 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 25.....31
ภาพที่ 3.20 : กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 30:70 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 30.....32
ภาพที่ 3.21 : กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 0:100 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10.....32
ภาพที่ 3.22 : กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม ที่อัตราส่วน 70:30 กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 และเถ้าปาล์มน้ำมันที่ร้อยละ 10 20 30 40 และ 50.....33
ภาพที่ 3.23 : ค่าความชื้นของกระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 10 20 30 40 และ 50.....35
ภาพที่ 3.24 : ผลการทดสอบความต้านทานการตกกระแทกของกระถาง ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 10.....36
ภาพที่ 3.25 : ผลการทดสอบความต้านทานการตกกระแทกของกระถาง ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 20.....37
ภาพที่ 3.26 : ผลการทดสอบความต้านทานการตกกระแทกของกระถาง ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 30.....37
ภาพที่ 3.27 : ผลการทดสอบความต้านทานการตกกระแทกของกระถาง ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 40.....38

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 3.28 : ผลการทดสอบความต้านทานการตกกระแทกของกระถาง
ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 50.....38
ภาพที่ 3.29 : ผลการทดสอบการอุ้มน้ำของกระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน
ร้อยละ 10 20 30 40 และ 50.....39
ภาพที่ 3.30 : การทดสอบการย่อยสลายของกระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน
ร้อยละ 10 20 30 40 และ 50.....40
ภาพที่ 3.31 : ความสูงเฉลี่ยของต้นผักบุ้งในกระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน
ร้อยละ 10 20 30 40 และ 50.....41

ภาพผนวกที่ ข1 : เส้นใยปาล์มน้ำมัน.....59
ภาพผนวกที่ ข2 : กากตะกอนน้ำมันปาล์ม.....59
ภาพผนวกที่ ข3 : เถ้าปาล์มน้ำมัน.....60
ภาพผนวกที่ ข4 : แม่พิมพ์กระถางพร้อมเครื่องกดอัดไฮโดรลิค.....60
ภาพผนวกที่ ข5 : การบดกากตะกอนน้ำมันปาล์ม.....61
ภาพผนวกที่ ข6 : แป้งมันที่ผ่านการต้มสุก.....61
ภาพผนวกที่ ค1 : ทดสอบการหาค่าความชื้น.....63
ภาพผนวกที่ ค2 : ทดสอบความต้านทานการตกกระแทก ระดับ 50 เซนติเมตร.....63
ภาพผนวกที่ ค3 : ทดสอบความต้านทานการตกกระแทก ระดับ 100 เซนติเมตร.....64
ภาพผนวกที่ ค4 : ทดสอบความต้านทานการตกกระแทก ระดับ 150 เซนติเมตร.....64
ภาพผนวกที่ ค5 : ทดสอบการอุ้มน้ำของกระถาง.....65
ภาพผนวกที่ ค6 : ทดสอบการย่อยสลายและการปลูกผักบุ้ง.....65

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีศักยภาพในการผลิตน้ำมันสูง มีถิ่นกำเนิดมาจากแถบแอฟริกาตะวันตก ในประเทศไทยปาล์มน้ำมันสามารถปลูกได้ในพื้นที่ที่มีชั้นดินลึก มีสภาพอากาศร้อนชื้นและปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่า 1,800 มิลลิกรัมต่อปี ทำให้ปาล์มน้ำมันเจริญเติบโตได้ดีในภาคใต้ของประเทศไทย และพื้นที่ที่ปลูกมากที่สุด คือ จังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร สตูล และตรัง ปริมาณผลผลิตปาล์มน้ำมันในภาคใต้คิดเป็นร้อยละ 96 ของปริมาณผลผลิตทั้งหมด และมีพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 12.3 ต่อปี (ศูนย์ศึกษาการค้าระหว่างประเทศ, 2556)

การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมผลิตน้ำมันปาล์ม ส่งผลให้เกิดของเสียและวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิต ได้แก่ เส้นใยปาล์ม เถ้าปาล์ม กะลาปาล์ม และกากตะกอนน้ำมันปาล์มเป็นจำนวนมาก ซึ่งหากไม่มีการจัดการที่ถูกต้องจะก่อให้เกิดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมได้ ในปัจจุบันจึงได้มีการศึกษาโดยนำวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมผลิตปาล์มน้ำมันมาใช้ประโยชน์ เช่น เส้นใยปาล์ม ทะลายปาล์ม และกะลาปาล์ม มาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า ส่วนกากตะกอนน้ำมันปาล์มนำมาผสมรวมกับกากเยื่อใยปาล์มสามารถนำมาเป็นอาหารสัตว์ได้ เนื่องจากมีโปรตีนสูง และกากตะกอนน้ำมันปาล์มมีปริมาณธาตุอาหารสูง เช่น โปรตีน ไขมัน และไนโตรเจน จึงสามารถนำมาใช้เป็นธาตุอาหารให้กับต้นไม้ได้ นอกจากนี้เถ้าปาล์มน้ำมันที่ได้จากการเผาเส้นใยปาล์มน้ำมัน และกะลาปาล์มสามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงให้กับหม้อกำเนิดไอน้ำ เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า และมีการศึกษาเพื่อนำมาเป็นวัสดุในอุตสาหกรรมก่อสร้าง เนื่องจากมีลักษณะเป็นปอซโซลานที่มีคุณสมบัติของวัสดุประสานโดยบดเถ้าปาล์มให้มีความละเอียดสูงเมื่อผสมกับน้ำ ทำให้มีกำลังอัดสูงสามารถนำมาขึ้นรูปได้ง่าย (เลอพงศ์ และ พรฤดี, 2553)

ปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่า กระถางเพาะชำต้นไม้มักจะใช้กระถางพลาสติกในการเพาะชำ ซึ่งเป็นวัสดุย่อยสลายยาก ก่อให้เกิดปัญหาขยะมูลฝอย และหากมีการตกค้างในดินก็อาจมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในดินได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดที่จะนำวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน ได้แก่ เส้นใยปาล์ม กากตะกอนปาล์มน้ำมัน และเถ้าปาล์มน้ำมัน นำมาผลิตเป็นกระถางเพาะชำต้นไม้แทนการใช้กระถางพลาสติกและถุงเพาะชำ ซึ่งกระถางเพาะชำที่ผลิตขึ้นสามารถย่อยสลายได้ในขณะเดียวกันก็มีธาตุอาหารที่พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งนอกจากจะช่วยลดปัญหามลพิษที่จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ยังเป็นการเพิ่มมูลค่าจากการนำสิ่งเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันมาใช้ประโยชน์ได้อีกทางหนึ่ง

1.2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2.1 ปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชน้ำมันที่ให้ผลผลิตต่อไร่สูงกว่าพืชน้ำมันทุกชนิด และยังเป็นพืชที่มีต้นทุนการผลิตน้ำมันต่ำกว่าพืชชนิดอื่น น้ำมันปาล์มจึงเป็นพืชสำหรับการบริโภคที่มีราคาถูกที่สุด สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ และนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมได้อย่างกว้างขวางทั้งในอุตสาหกรรมอาหารและไม่ใช่อาหาร รวมถึงการนำไปใช้ในการผลิตพลังงานทดแทน

ในปี 2554 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตได้แล้วประมาณ 3.75 ล้านไร่ หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.63 เมื่อเทียบกับปีก่อน โดยร้อยละ 87.83 ของพื้นที่ปลูกทั้งหมดอยู่ในภาคใต้ และจังหวัดสุราษฎร์ธานี มีพื้นที่ให้ผลผลิตมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 25.37 รองลงมาคือ กระบี่ และชุมพร มีสัดส่วนร้อยละ 24.83 และ 19.40 ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบว่าพื้นที่การปลูกปาล์มน้ำมันในจังหวัดอื่น ๆ มีแนวโน้มจะขยายอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในเขตพื้นที่ภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคอีสาน (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554)

1.2.2 กระบวนการสกัดน้ำมันจากปาล์ม

กระบวนการสกัดน้ำมันจากปาล์ม เริ่มต้นจากการรับซื้อผลปาล์มน้ำมันดิบจากเกษตรกรจนถึงกระบวนการสิ้นสุดและส่งจำหน่ายซึ่งมีกระบวนการ ดังต่อไปนี้

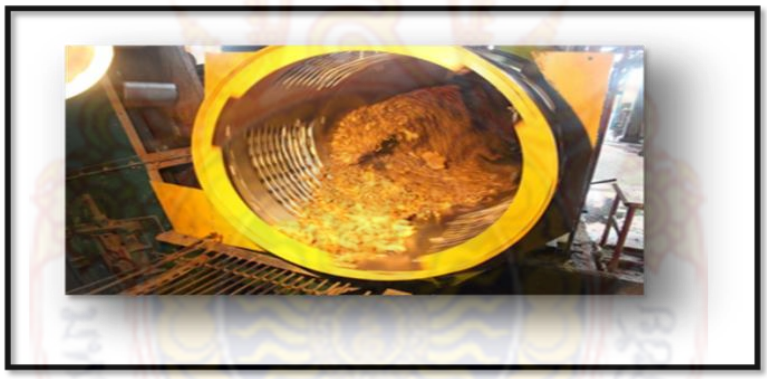
1.2.2.1 การรับผลปาล์มสด (Getting fresh) เป็นกระบวนการรับผลปาล์มสดจากสวนปาล์มและแหล่งต่างๆ ของโรงงาน และนำมากองไว้ที่ลานเทปาล์ม ดังภาพที่ 1.1

ภาพที่ 1.1 บริเวณจุดรับซื้อผลปาล์ม
ที่มา: บริษัท พิทักษ์ปาล์มออยล์ จำกัด (2559)

1.2.2.2 การนึ่งทะลายปาล์มด้วยไอน้ำ (Sterilization) นำทะลายผลปาล์มไปนึ่งที่อุณหภูมิ 103 - 105 องศาเซลเซียล ที่ความดัน 2.5 – 3 บรรยากาศ เป็นเวลา 50 – 75 นาที เพื่อหยุดปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดกรดขันอิสระในผลปาล์มและทำให้ผลปาล์มนุ่มหลุดออกจากขั้วผลได้ง่าย ดังภาพที่ 1.2

ภาพที่ 1.2 การนึ่งปาล์มน้ำมัน
ที่มา: บริษัท พิทักษ์ปาล์มออยล์ จำกัด (2555)

1.2.2.3 การนวดทะลายผลปาล์ม (Threshing) เป็นกระบวนการส่งทะลายผลปาล์มที่ผ่านการนึ่งเข้าเครื่องนวดผลปาล์มออกจากทะลาย สำหรับทะลายเปล่าจะถูกแยกออกไปย่อยด้วยหม้อกวนผลปาล์ม ดังภาพที่ 1.3



ภาพที่ 1.3 การนวดทะลายผลปาล์ม
ที่มา: บริษัท พิทักษ์ปาล์มออยล์ จำกัด (2555)

1.2.2.4 การกวนผลปาล์ม (Digestion) การนำผลปาล์มไปย่อยด้วยหม้อกวนผลปาล์ม เพื่อให้ส่วนเปลือกแยกออกจากเมล็ดโดยกวนที่อุณหภูมิ 90-100 องศาเซลเซียล นาน 20-30 นาที ดังภาพที่ 1.4

ภาพที่ 1.4 การกวนผลปาล์ม
ที่มา: บริษัท พิทักษ์ปาล์มออยล์ จำกัด (2555)

1.2.2.5 การบีบน้ำมันจากผลปาล์ม (Pressing) เป็นการนำผลปาล์มที่ผ่านการนึ่ง การนวดและการกวน แล้วเข้าเครื่องหีบแบบเกลียวคู่ จะได้น้ำมันปาล์มดิบที่มีองค์ประกอบคือ น้ำมันร้อยละ 60 น้ำร้อยละ 24 และของแข็งร้อยละ 10 ซึ่งในขั้นตอนนี้จะได้ส่วนของใยปาล์มและเมล็ดปาล์ม โดยน้ำมันปาล์มดิบจะไหลเข้าสู่สถานีทำความสะอาดน้ำมัน ส่วนใยปาล์มและเมล็ดปาล์มจะเข้าสู่เครื่องแยกใยและกะเทาะเมล็ดต่อไป ดังภาพที่ 1.5

ภาพที่ 1.5 การบีบน้ำมันจากผลปาล์มดิบ
ที่มา: บริษัท พิทักษ์ปาล์มออยล์ จำกัด (2555)

1.2.2.6 การกรองแยกน้ำมันปาล์มดิบ (Clarification) นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้จากการบีบ จากนั้นส่งเข้าถังกรองแยกเพื่อให้น้ำมันลอยตัวแยกออกจากน้ำและของแข็ง จากนั้นนำน้ำมันที่แยกได้เข้าสู่เครื่องเหวี่ยงเพื่อทำความสะอาดอีกครั้ง และไล่น้ำออกเพื่อทำให้แห้ง ส่งเข้าถังกวนน้ำมัน สำหรับรอการกลั่นหรือจำหน่ายต่อไป ดังภาพที่ 1.6

ภาพที่ 1.6 การกรองแยกน้ำมันปาล์มดิบ
ที่มา: คลังข้อมูลสารสนเทศระดับภูมิภาค (2552)

1.2.2.7 การแยกเส้นใยและเมล็ด (Depericarper) สำหรับกากผลปาล์มจะถูกนำมาแยกเส้นใยออกจากเมล็ด โดยใช้ไฟเบอร์ไซโคลน นำเมล็ดที่ได้มาทำความสะอาดโดยใช้โพลิซิ่งดรัม ส่วนกากที่ได้จากการสกัดจะถูกส่งไปยังเครื่องแยกเส้นใย ดังภาพที่ 1.7

ภาพที่ 1.7 การแยกเส้นใยและเมล็ด
ที่มา: คลังข้อมูลสารสนเทศระดับภูมิภาค (2552)

1.2.2.8 การกะเทาะเมล็ดและการแยกเส้นใย (Kernel discovery) การนำเมล็ดเข้าเครื่องริบเบอร์มิวล์ เพื่อกะเทาะกะลาออก จากนั้นแยกฝุ่นกะลาเล็กโดยใช้ดัสไซโคลน,แยกกะลาแห้งโดยใช้ไซโคลน แล้วนำไปแยกกะลาออกอีกครั้ง โดยใช้เครบัส จากนั้นนำเมล็ดในมาอบแห้งให้มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 ส่งเข้าไซโลขาย เพื่อรอจำหน่ายหรือบีบน้ำมันต่อ ดังภาพที่ 1.8

ภาพที่ 1.8 กระบวนการกะเทาะเมล็ดและแยกเส้นใย
ที่มา: บริษัท พิทักษ์ปาล์มออยล์ จำกัด (2555)

1.2.3 กากตะกอนน้ำมันปาล์ม

กากตะกอนน้ำมันปาล์ม (Palm Oil sludge) เป็นกากตะกอนจุลินทรีย์ ที่มีการย่อยสลายสมบูรณ์แล้ว เป็นแหล่งของอินทรียวัตถุ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแคลเซียม และธาตุอาหารรอง เช่น สังกะสีทองแดง และแมงกานีส ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นและสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช จากการศึกษารายงาน พบว่า การใส่กากตะกอนจุลินทรีย์ที่ได้จากการบำบัดน้ำเสีย ลงในดินกรดซึ่งมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) เป็น 4.86 พบว่า สามารถเพิ่มค่าความเป็นกรดเป็นด่าง อินทรียวัตถุ ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และฟอสฟอรัส ที่เป็นประโยชน์ของดินดังกล่าวได้ (อุไรวรรณ, 2545)

นอกจากนี้ กากตะกอนน้ำมันปาล์มยังมีประโยชน์ในการผสมรวมกับกากเยื่อใยปาล์ม ในอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อเป็นอาหารสัตว์ เนื่องจาก องค์ประกอบทางเคมีของกากตะกอนน้ำมันปาล์มที่เต็มไปด้วยกรดอะมิโน ซึ่งเป็นอนุพันธ์ที่สำคัญของโปรตีน แต่อายุการเก็บรักษาส่วนผสมดังกล่าว มีระยะเวลาอันสั้นเพียง 1-2 วัน เท่านั้น ซึ่งจากคุณสมบัติและองค์ประกอบของกากอินทรีย์เหลือทิ้งที่เต็มไปด้วยสารอาหารนี้เอง จึงมีผู้ทำการศึกษาคุณสมบัติของกากตะกอนน้ำมันปาล์ม ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 คุณสมบัติทางเคมีของกากตะกอนน้ำมันปาล์ม

กากตะกอนน้ำมันปาล์ม	ค่าที่วิเคราะห์ได้
ความเป็นกรดเป็นด่าง	5.09
การนำไฟฟ้า ($ds \cdot m^{-1}$)	4.99
ปริมาณอินทรียวัตถุร้อยละ	78.12
ปริมาณไขมันร้อยละ	17.72

ที่มา: เลอพงศ์ และ พรฤดี (2553)

1.2.4 เถ้าปาล์มน้ำมัน

1.2.4.1 เถ้าปาล์มน้ำมัน (Palm Oil fuel ash) เป็นวัสดุพลอยได้จากการเผาเส้นใยปาล์มน้ำมันผสมกับกะลาปาล์มน้ำมัน เพื่อเป็นพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้า เส้นใยปาล์มน้ำมันและกะลาปาล์มจะถูกเผาที่อุณหภูมิไม่เกิน 900 องศาเซลเซียส เถ้าปาล์มน้ำมันที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่จะตกลงมายังก้นเตา จึงเรียกว่า เถ้าก้นเตา (Bottom Ash) ส่วนเถ้าปาล์มน้ำมันที่มีขนาดเล็กว่า 1 ไมครอน จนถึงประมาณ 200 ไมครอน จะลอยไปกับอากาศร้อน จึงเรียกว่า เถ้าลอย (Fly Ash) ซึ่งจะถูกดักด้วยแรงลม (Multi Cyclone) เพื่อไม่ให้ออกสู่ภายนอกกับอากาศร้อน เถ้าปาล์มน้ำมันก่อนบดนั้นมีความพรุนมาก แต่เมื่อมีการปรับปรุงคุณภาพโดยการบดเถ้าปาล์มน้ำมันให้มีความละเอียดมากขึ้น ทำให้เถ้าปาล์มน้ำมันมีความพรุนลดลง

1.2.4.2 องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าปาล์มน้ำมัน ส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญของเถ้าปาล์มน้ำมัน ได้แก่ SiO_2 Fe_2O_3 และ CaO ส่วนประกอบทางเคมีเหล่านี้ มีความแตกต่างกันในเชิงปริมาณตามแหล่งที่มาของเถ้าปาล์มน้ำมัน จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของงานวิจัย ที่เกี่ยวข้อง พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของเถ้าปาล์มน้ำมันมีค่าแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าปาล์มน้ำมัน

สารประกอบทางเคมี (ร้อยละ)	จักรพล กลั่นมั่นคง (2543)	สุรพันธ์ สันธปวีย์ (2545)	ธิรสิทธิ์ แซ่ติ้ง (2547)
CaO	5.83	7.58	6.55
SiO_2	76.65	63.56	57.71
Al_2O_3	0.77	1.56	4.56
Fe_2O_3	2.26	1.42	3.30

ที่มา: สุรินทร์ มายูร (2550)

1.2.4.3 คุณสมบัติของสารปอซโซลาน (Pozzolan) คือ วัสดุที่มีส่วนประกอบทางเคมีส่วนใหญ่เป็นซิลิกา หรือซิลิกาและอลูมินา มีคุณสมบัติในการยึดประสานเล็กน้อยหรือไม่มีเลย แต่เมื่อบดจนเป็นผงละเอียดจะสามารถทำปฏิกิริยาเคมีกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) ที่เป็นผลผลิตจากปฏิกิริยาไฮเดรชั่นระหว่างปูนซีเมนต์กับน้ำที่อุณหภูมิปกติ ร่วมกับความชื้นก่อให้เกิดสารใหม่ซึ่งมีคุณสมบัติการยึดประสาน เรียกปฏิกิริยานี้ว่า “ปฏิกิริยาปอซโซลาน”

1.2.5 เส้นใยปาล์มน้ำมัน

เส้นใยปาล์มน้ำมัน เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตนน้ำมันปาล์ม ซึ่งมีปริมาณมาก เส้นใยมีความยาว 10-20 เซนติเมตร มีความแข็งแรงและหยาบ ดังภาพที่ 1.9 คุณสมบัติทางกายภาพของเส้นใยปาล์มน้ำมัน ดังตารางที่ 1.3

ภาพที่ 1.9 เส้นใยปาล์มน้ำมัน

ที่มา: ศูนย์สารสนเทศการเกษตร (2554)

ตารางที่ 1.3 คุณสมบัติทางกายภาพของเส้นใยปาล์มน้ำมัน

ความพรุนทางกายภาพของเส้นใยปาล์ม	
เส้นผ่าศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	150-500
ความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)	0.7-1.55
ความต้านทานแรงดึง (เมกกะปาสคาล)	248
การยืดตัว (ร้อยละ)	14

ที่มา: อังศุมา บุญใชยสุริยา (2554)

1.2.6 การนำของเสียจากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มมาใช้ประโยชน์

ของเสียที่ออกจากโรงงานปาล์มน้ำมันสามารถนำกลับไปใช้ประโยชน์ได้ มีดังต่อไปนี้

1.2.6.1 ทะลายเปล่า เป็นส่วนของทะลายที่สลัดผลปาล์มออกแล้ว ในอดีตทะลายเปล่ามีปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมมาก เนื่องจากเป็นที่วางไข่ของด้วงแรด ซึ่งเป็นแมลงที่กัดกินยอดปาล์มและมะพร้าว ดังนั้นโรงงานจะต้องเผาทะลายเปล่า ซึ่งทำได้ยากเนื่องจากมีความชื้นสูง แต่ปัจจุบันได้ใช้ทะลายเปล่าเป็นวัสดุในการเพาะเห็ด แต่ยังอาจนำไปใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าได้มากกว่าการเพาะเห็ด เนื่องจากในแกนทะลายเปล่ามีเส้นใยที่เหนียวสามารถนำมาใช้ทดแทนเส้นใยจากเปลือกมะพร้าวได้ นอกจากนั้นทะลายเปล่ายังมีปริมาณธาตุอาหารสูง (ไนโตรเจนประมาณร้อยละ 1 ฟอสฟอรัสประมาณร้อยละ 0.7 และโพแทสเซียมประมาณร้อยละ 3) ซึ่งสามารถนำไปเป็นวัสดุในการผลิตปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพได้ (ธีระพงศ์, 2551)

1.2.6.2 เส้นใยเปลือกผลปาล์ม เป็นส่วนของเปลือกนอกของผลปาล์มที่หีบน้ำมันออกแล้ว โดยปกติในโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม จะใช้เส้นใยเปลือกผลปาล์มเป็นเชื้อเพลิงให้กับหม้อผลิตไอน้ำ (boiler) เพื่อนำไอน้ำไปนึ่งทะลาย และผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับใช้ในโรงงาน เส้นใยเปลือกผลปาล์มมีปริมาณธาตุอาหารใกล้เคียงกับทะลายเปล่าแต่มีปริมาณโพแทสเซียมน้อยกว่า (โพแทสเซียมประมาณร้อยละ 0.5) จึงสามารถนำไปเป็นวัสดุในการผลิตปุ๋ยหมักได้เช่นกัน (ธีระพงศ์, 2551)

1.2.6.3 กากน้ำตาล เป็นของเหลว ซึ่งเป็นน้ำที่เกิดในหม้อนึ่งทะลายที่มีความดัน 3 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งในสภาวะความดันดังกล่าวจะทำให้แป้งในแกนทะลายปาล์มแตกตัวเป็นน้ำตาลได้ โดยปกติส่วนของของเหลวจะถูกแยกน้ำมันออก แล้วระบายสู่บ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงาน ดังนั้นหากนำส่วนของเหลวมาทำให้เข้มข้นจะได้โมลาส (molasses) หรือกากน้ำตาล เช่นเดียวกับที่ได้จากโรงงานหีบอ้อย กากน้ำตาลประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส และสารเคมี เช่น ปูนขาวที่ใช้ในการตกตะกอนให้น้ำอ้อยใส กากน้ำตาลมีระดับพลังงานระดับต่ำถึงปานกลาง ขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในกากน้ำตาล มีโพแทสเซียม และมีปริมาณน้ำในระดับสูง การนำกากน้ำตาลไปใช้ประโยชน์ เช่น ใช้ทำปุ๋ย ใช้เลี้ยงสัตว์ ใช้ผลิตแอลกอฮอล์ ใช้ในอุตสาหกรรมยีสต์ ใช้ทำผงชูรส และใช้ทำกรดน้ำส้ม แต่ส่วนใหญ่จะใช้ผลิตแอลกอฮอล์ และใช้เป็นอาหารสัตว์

1.2.6.4 กากสลัดจ์ ซึ่งเป็นเศษของเปลือกผลปาล์มหรือสิ่งเจือปนต่างๆ ที่ปะปนอยู่ในน้ำมันปาล์ม สิ่งเจือปนเหล่านี้จะถูกแยกออกในขั้นตอนสุดท้ายของการสกัดน้ำมัน กากสลัดจ์มีโปรตีนและแคลเซียมค่อนข้างสูง จะใช้เป็นอาหารเสริมสำหรับวัวนม นอกจากนั้นยังใช้ผสมกับทะลายเปล่า เปลือกผลปาล์ม เพื่อผลิตปุ๋ยหมักได้อีกด้วย

1.2.6.5 กะลา ในปัจจุบันใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อผลิตไอน้ำ กะลาสามารถแปรรูปเป็นถ่านกัมมันต์ (activate carbon) ได้ (ธีระพงศ์, 2551)

1.2.7 กระถางหรือภาชนะเพาะปลูก

1.2.7.1 ความหมาย

ตามพจนานุกรมฉบับบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2542 ได้ให้ความหมายของกระถางไว้ว่า กระถาง หมายถึง ภาชนะปากกว้าง มีรูปร่างต่างๆ สำหรับปลูกต้นไม้และอื่นๆ ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า Pot ซึ่งให้คำจำกัดความได้ว่า กระถางดินเผา (Clay pot) หรือกระถางพลาสติก (Plastic pot) มีรูที่ก้นเพื่อระบายน้ำออก ใช้สำหรับปลูกต้นไม้ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตามความเหมาะสมของต้นไม้ที่ปลูก ส่วนความสูงของกระถางขึ้นอยู่กับขนาดของปากกระถาง หรือมีสัดส่วนแตกต่างกันไป ตามความเหมาะสมของชนิดและความสูงของพืชหรือต้นไม้ที่ปลูก กระถางนำมาใช้เพื่อใส่ดินปลูกพันธุ์ไม้ลงไป ซึ่งอาจจะเป็นภาชนะขนาดเล็กที่ยกย้ายเคลื่อนที่ได้สะดวกหรือเป็นภาชนะใหญ่ที่ติดอยู่กับที่ เคลื่อนย้ายไปไหนไม่ได้ เช่น กระบะซีเมนต์ หรือกระบะคอนกรีตที่ออกแบบก่อสร้างติดอยู่กับอาคารสถานที่ ลักษณะของกระถางจะมีหลักสำคัญอยู่ 3 ประการด้วยกัน คือ

1) เป็นภาชนะที่มีปริมาตรจำกัด คือ มีด้านต่างๆ โดยรอบ แต่มีด้านหนึ่งเปิดเพื่อใช้ปลูกต้นไม้ในด้านหรือส่วนนั้น ภายในมีพื้นที่เพื่อบรรจุดินหรือเครื่องปลูกต้นไม้

2) เป็นภาชนะที่มีที่ระบายน้ำออกจากภาชนะนั้น อาจจะเป็นรูที่มีอยู่ทางส่วนล่างเพื่อให้น้ำที่ใช้รดต้นไม้ลงไปในภาชนะนั้นไม่ตกค้าง ขังอยู่ในภาชนะได้ การระบายน้ำออกจากภาชนะจะต้องมีปริมาณพอสมควรกับขนาด และปริมาตรของภาชนะนั้น ๆ ด้วย

3) เป็นภาชนะที่สามารถทนทานต่อความชื้นและมีอายุคงทนถาวรพอสมควร และเป็นภาชนะที่สามารถดูแลรักษาได้ง่าย เช่น การเปลี่ยนเครื่องปลูก หรือเปลี่ยนดิน การให้น้ำพันธุ์ไม้ (พงศธร และคณะ, 2551)

1.2.7.2 กระถางจากวัสดุธรรมชาติ

กระถางต้นไม้ที่ทำจากวัสดุธรรมชาติ คือ กระถางที่ประดิษฐ์มาจากวัสดุธรรมชาติที่หาได้ง่าย และวิธีทำไม่ยาก ประโยชน์ของการประดิษฐ์กระถางต้นไม้จากวัสดุธรรมชาติ เป็นการช่วยลดภาวะโลกร้อน ลดปริมาณการเผาขยะ ทำให้ลดแก๊สพิษในอากาศ และสามารถเพิ่มรายได้ให้กับครอบครัว นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ได้จริง กระถางต้นไม้ที่ทำจากวัสดุธรรมชาติทำให้มีความสวยงาม ดึงดูดความสนใจ เมื่อไม่ต้องการใช้แล้ว ก็สามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยได้ วิธีกำจัดก็ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมและธรรมชาติ เมื่อประดิษฐ์เสร็จแล้วทำให้ดูสวยงามกว่ากระถางพลาสติกทั่วไป เพราะกระถางต้นไม้ดังกล่าวสามารถนำไปตกแต่งสวนรอบๆ บ้าน หรือตามบริเวณที่เราต้องการ เนื่องจากกระถางเพาะชำย่อยสลายได้ที่ทำจากวัสดุธรรมชาติจะดูเป็นธรรมชาติกว่าวัสดุอื่นๆ วัสดุธรรมชาติที่สามารถนำมาประดิษฐ์เป็นกระถางต้นไม้ได้ดี เช่น ขุยมะพร้าว ฟางข้าว ผักตบชวา กาบกล้วย เป็นต้น กระถางต้นไม้ที่ประดิษฐ์ขึ้นมานั้น มีความคงทน และความสามารถในการอุ้มน้ำได้มากน้อยแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่ทำนำมาผลิตกระถาง (ปทุมทิพย์ และคณะ, 2548)

1.2.8 วัสดุประสานที่ใช้ในการอัดขึ้นรูปกระถาง

วัสดุประสานหรือกาวเป็นวัสดุที่ใช้เชื่อมติดวัสดุ 2 ชิ้นเข้าด้วยกัน สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ วัสดุประสานธรรมชาติ และวัสดุประสานสังเคราะห์ ซึ่งแต่ละประเภทจะมีคุณสมบัติของวัสดุประสาน และการนำไปใช้งานที่แตกต่างกัน ดังนี้

1.2.8.1 วัสดุประสานธรรมชาติ

1) กาวไขสัตว์ ทำมาจากหนังสัตว์และกระดูกของสัตว์ต่างๆ มีลักษณะเป็นวุ้น มีการจำหน่ายเป็นเม็ดและเกล็ด ต้องนำเม็ดหรือเกล็ดกาวมาผสมกับน้ำ ตั้งไฟเคี่ยวจนเหนียว จะติดและแข็งเมื่อน้ำระเหยออกไป

2) กาวเคซีน เป็นกาวที่ทำมาจากนม มีคุณสมบัติดีกว่ากาวไขสัตว์สามารถยึดเกาะกับวัสดุที่มีผิวพรุนได้ดี มีความต้านทานความชื้นสูง ผลิตออกมาในลักษณะผง เมื่อจะใช้ก็นำมาผสมกับน้ำ เมื่อใช้ติดวัสดุเข้าด้วยกันแล้วต้องรอให้น้ำระเหยออกก่อน จึงจะมีกำลังยึดเกาะเต็มที่ใช้เวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

3) กาวพืชหรือกาวแป้งมัน ทำมาจากแป้งหรือเดกซ์ทรีน มีความแข็งแรงในการยึดเกาะไม่มากนัก ส่วน Gum Arabic เป็นกาวพืชที่ละลายน้ำได้ ใช้ในการทำกาวติดดวงตราไปรษณียากร

4) กาวยางตามธรรมชาติ มีคุณสมบัติความเหนียว ติดแน่นดีมาก สามารถนำมาใช้โดยไม่ต้องเติมสารใดๆ เหมาะสำหรับการนำไปใช้งานประเภทต่างๆ กาวชนิดนี้มีจุดหลอมละลายต่ำ ต้องใช้ในขณะที่ร้อนหรือผสมกับสารละลายก็ได้

1.2.8.2 วัสดุประสานสังเคราะห์

1) ชนิดเทอร์โมเซตติ้ง

ก) กาวอีพอกซี เป็นกาวที่ระเหยและแห้งเร็ว ที่มีคุณสมบัติในการยึดเกาะ ใช้ได้กับวัสดุที่มีรูพรุนและผิวเรียบ รวมทั้งติดโลหะ กาวชนิดนี้จะแข็งตัวโดยปฏิกิริยาทางเคมี โดยไม่ต้องใช้สารที่เป็นตัวทำละลาย เมื่อแข็งตัวแล้วจะมีการหดตัวน้อยมาก

ข) กาวฟีโนลิก ใช้ในวงการอุตสาหกรรมกันมาก ผลิตออกจำหน่ายในรูปของเหลว ซึ่งบ่มโดยสารระเหยของสารละลาย

ค) กาวยูเรีย คล้ายกับกาวฟีโนลิก เหมาะสำหรับใช้กับวัสดุที่มีผิวพรุน และมักใช้ในอุตสาหกรรมไม้อัดและติดไม้ในงานเครื่องเรือน เป็นที่นิยมใช้กันมาก

ง) โพลีเอสเตอร์เรซิน ใช้ในปริมาณมากๆ เช่น ติดใยแก้วเป็นแผ่นชิ้นส่วนโครงสร้างบ้านใหญ่ๆ ทำเรือ ทำลังใส่ของ ทำวัสดุฉนวนไฟฟ้า ติดตัวถังรถยนต์ กาวชนิดนี้จะไม่หดตัวเมื่อแห้ง

จ) ซิลิโคน ทนอุณหภูมิสูงได้ถึง 260 องศาเซลเซียส ทนความชื้นได้ดี ใช้ในการติดใยแก้วกับวัสดุฉนวนไฟฟ้าบางชนิดในอุตสาหกรรมไฟฟ้า

ฉ) รีซอร์ซีนัลเรซิน เป็นกาวที่เหมาะสำหรับติดไม้ หรือวัสดุผิวพรุนต่างๆ แต่ไม่เหมาะกับวัสดุผิวเรียบ

2) ชนิดเทอร์โมพลาสติกซินเทติก

ก) ไวนีลเรซิน ใช้มากในอุตสาหกรรมทำกระจกนิรภัยรถยนต์ ซึ่งติดกระจก 2 แผ่นประกบกัน โดยใช้กาวนี้เป็นฟิล์มบางๆ ติดอยู่ระหว่างกลาง

ข) เซลลูโลสดีริเวทีฟ ละลายในสารละลายทำให้ได้กาวที่แห้งเร็ว เหมาะกับงานทั่วไป ทนความชื้นได้ดี ไม่เหมาะกับโลหะหรือกระจก

ค) อะครีลิก เป็นของเหลวคล้ายกาวลาเท็กซ์ เมื่อแข็งตัวหรือเซ็ตตัวแล้วจะไม่ละลาย สามารถทาสีทับและขัดแต่งผิวงานและสามารใช้กับวัสดุทั้งผิวเรียบเนียนและขรุขระได้ เหมาะสำหรับใช้ประสานรอยต่อ (เฉลิม, 2540)

1.2.8.3 กาวแป้งมันสำปะหลังหรือกาวแป้งเปียก

1) คุณสมบัติของกาวแป้งมันสำปะหลัง สามารถรักษาสภาพความเหนียวได้เหมือนเดิมไม่มีการคืนตัว แป้งมันที่จะใช้ทำกาวจะต้องเป็นแป้งบริสุทธิ์ มีความเป็นกรดต่ำ ซึ่งก็คือแป้งประเภทเด็กซทริน กาวเหล่านี้ส่วนใหญ่จะนำไปใช้ในการผลิตซองจดหมาย สติ๊กเกอร์ (ฐานข้อมูลงานวิจัยมันสำปะหลัง, 2554)

2) ความใสของแป้งเปียก แป้งเปียกจากแป้งที่ผ่านการย่อยมีความใสมากกว่าแป้งเปียกจากแป้งดิบ โดยแป้งเปียกจากแป้งที่ผ่านการย่อยด้วยกรดในน้ำ และเอทานอลเป็นระยะเวลาเท่ากัน จะมีความใสและความมันวาวใกล้เคียงกัน (ปฐมา และคณะ, 2558)

1.2.9 การย่อยสลายทางชีวภาพ

การย่อยสลายทางชีวภาพ (Biodegradation) เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมี เนื่องมาจากกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ อินทรีย์วัสดุย่อยสลายได้ทางชีวภาพควรเกิดการย่อยสลายที่สมบรูณ์ ไม่เป็นพิษ ในช่วงเวลาและสภาวะแวดล้อมที่กำหนด ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นสารประกอบขนาดเล็ก มีความเสถียร เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สมีแทน และน้ำ

1.2.9.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยสลายทางชีวภาพ

ปัจจัยสำคัญสำหรับการเกิดกระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพ คือ การปรับสภาพให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (จิตวรรณ, 2555) มีดังต่อไปนี้

1) อุณหภูมิ มีผลต่อการควบคุมทั้งกระบวนการทางเคมี และกายภาพหรือกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินโดยตรง อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะเร่งอัตราการย่อยสลายทางชีวภาพได้มาก โดยเฉพาะในช่วงอุณหภูมิ 25–35 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ ถ้าอุณหภูมิสูงกว่านี้ จะทำให้อัตราการย่อยสลายลดลง

2) ปริมาณแก๊สออกซิเจน แก๊สออกซิเจนช่วยในการย่อยสลายผ่านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นต่อการย่อยสลายทางชีวภาพโดยจุลินทรีย์ แม้ว่าในธรรมชาติจะมีจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจนอยู่มาก แต่จุลินทรีย์ชนิดที่ใช้ออกซิเจนมีปริมาณที่มากกว่า จึงทำให้การย่อยสลายของจุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจนเป็นกระบวนการย่อยสลายที่ช้าและทำให้เกิดกลิ่นเหม็น ส่วนกระบวนการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนเป็นกระบวนสร้างพลังงานที่มีประสิทธิภาพที่ดี

3) ความชื้น จะช่วยให้เกิดการย่อยสลายผ่านปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของการย่อยสลายทางชีวภาพและการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ หากดินมีความชื้นสูงเกินไป อัตราการย่อยสลายจะลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากขาดออกซิเจน แต่ถ้าความชื้นดินต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม อัตราการย่อยสลายจะค่อย ๆ ลดลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการทนสภาพแล้งของจุลินทรีย์ด้วย ความชื้นที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายอย่างรวดเร็วอยู่ที่ร้อยละ 45-55

4) ขนาดวัสดุ มีผลต่อการอุ้มน้ำ ความพรุน และการถ่ายเทอากาศ ยิ่งขนาดวัสดุเล็กจะมีผลให้กระบวนการย่อยสลายเร็วขึ้น เนื่องจากมีพื้นผิวสัมผัสมาก ทำให้จุลินทรีย์ทำการย่อยสลายได้มากขึ้น แต่ไม่ควรอัดแน่นเกินไป เพราะจะไปขัดขวางการแพร่กระจายของออกซิเจน แต่หากวัสดุเริ่มต้นมีขนาดใหญ่เกินไป จะมีความพรุนสูง จะทำให้แห้งได้ง่ายซึ่งส่งผลให้ปริมาณน้ำหรือความชื้นไม่เพียงพอต่อการหมักในระยะต่อมา

5) ความเป็นกรด-ด่าง เป็นอีกปัจจัยหนึ่ง ที่มีผลกระทบต่อการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในดิน โดยทั่วไปแล้ว เมื่อ pH เป็นกลางการสลายตัวจะเกิดขึ้นได้รวดเร็วกว่าในช่วงกรดหรือด่าง ดังนั้นการปรับ pH ของดินที่เป็นกรดให้เป็นกลาง จึงสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการสลายตัวของสารอินทรีย์ในดินด้วย ช่วง pH ของดินที่เป็นกรดจัด หรือเป็นด่างจัด มักมีผลยับยั้งการสลายตัวอย่างมาก นอกจากนี้ หากช่วง pH ของดินที่เป็นกรดค่อนข้างมาก กิจกรรมของแบคทีเรียในดินส่วนใหญ่จะลดลง ในขณะที่เชื้อรายังทนทานอยู่ได้ ดังนั้นกิจกรรมการย่อยสลายจึงเกิดจากเชื้อราเป็นส่วนใหญ่

6) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน จะช่วยให้เกิดการย่อยสลายเพื่อให้จุลินทรีย์นำธาตุจากสารอินทรีย์ไปใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุคาร์บอนซึ่งจุลินทรีย์ต้องนำมาใช้

สังเคราะห์สารประกอบโครงสร้างหลักของเซลล์กับธาตุไนไตรเจนที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีน กรดอะมิโน และกรดนิวคลีอิก ที่มีอยู่เป็นปริมาณมากในเซลล์จุลินทรีย์ ดังนั้นอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนต้องมีเพียงพอต่อความต้องการของจุลินทรีย์และการย่อยสลายจุลินทรีย์ดำเนินต่อไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่ความต้องการของจุลินทรีย์อยู่ในช่วง 20: 1 ถึง 30:1

1.2.10 การทดสอบคุณสมบัติของกระถางเพาะชำ

1.2.10.1 การทดสอบความต้านทานต่อการตกกระแทก

การทดสอบความต้านทานต่อการตกกระแทก หมายถึง ความสามารถของกระถางที่จะต้านแรงตกกระแทกพื้น ซึ่งทำให้กระถางที่ใช้ทดสอบการแตกร้าว และการเสียรูปทรงไปจากเดิม มีหน่วยเป็นเซนติเมตร คุณสมบัติดังกล่าวบ่งบอกถึงความแข็งแรงของกระถาง

1.2.10.2 การทดสอบการอุ้มน้ำของกระถาง

การทดสอบการอุ้มน้ำของกระถาง หมายถึง ความสามารถในการอุ้มน้ำของกระถางภายในเวลาที่กำหนด มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร ค่านี้จะบอกถึงของเหลวที่ใช้กับกระถาง เช่น น้ำ จะซึมเข้าไปในกระถางได้มากน้อยเพียงใด เป็นต้น ตลอดจนถึงมีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของกระถาง หากมีค่าการอุ้มน้ำได้มาก ย่อมมีความเหมาะสมในการนำไปปลูกพืช

1.2.10.3 การทดสอบการย่อยสลายของกระถาง

การทดสอบการย่อยสลายของกระถาง หมายถึง ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของกระถาง เนื่องมาจากกระบวนย่อยสลายของจุลินทรีย์ ซึ่งมีอิทรีย์วัตถุเป็นตัวย่อยสลายทางชีวภาพ จึงเกิดการย่อยสลายที่สมบูรณ์ ในช่วงเวลาและสภาวะแวดล้อมที่กำหนด (จิตวรรณ, 2555)

1.2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วีรชาติ และคณะ (2559) ได้ศึกษาการใช้วัสดุเหลือใช้ 2 ชนิดเป็นวัสดุประสาน คือ เถ้าก้นเตาจากโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้า อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง และกากแคลคาร์ไบด์ ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานผลิตก๊าซอะเซทีลีนจากจังหวัดสมุทรสาคร โดยมุ่งเน้นการพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตที่ทำจากวัสดุทั้ง 2 ชนิด เพื่อเป็นวัสดุประสานแทนปูนซีเมนต์ ตลอดจนใช้ปูนซีเมนต์เพื่อเร่งและพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตในอัตราร้อยละ 10 โดยน้ำหนักวัสดุ การศึกษาพบว่า คอนกรีตที่ไม่มีปูนซีเมนต์ในส่วนผสมสามารถสามารถพัฒนากำลังอัดได้สูงถึง 29.7 และ 36.8 เมกะปาสคาล ที่อายุ 28 วัน และ 90 วัน ตามลำดับ นอกจากนี้การใช้ปูนซีเมนต์ 55 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สามารถผลิตคอนกรีตที่ทีกำลังอัด 44.3 และ 51.4 เมกะปาสคาล ที่อายุ 28 และ 90 วัน ตามลำดับ ขณะที่คอนกรีตทั่วไป ที่มีกำลังอัดประมาณ 47 เมกะปาสคาลที่อายุ 28 วัน ต้องใช้ปูนซีเมนต์ในส่วนผสมถึง 450 ลูกบาศก์เมตร แสดงให้เห็นถึงการใช้คอนกรีตที่ทำจากกากแคลเซียมคาร์ไบด์ผสมเถ้าก้นเตาเป็นวัสดุประสาน สามารถให้กำลังอัดคอนกรีตสูง เป็นที่น่าพอใจในขณะที่สามารถลดการใช้ปูนซีเมนต์ได้จนวนมากในการผสมคอนกรีต

ปฐมา และคณะ (2558) ศึกษาผลการดัดแปลงแป้งมันสำปะหลังโดยการย่อยในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นร้อยละ 4 ในน้ำและเอทานอลที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 - 24 ชั่วโมง พบว่า แป้งที่ย่อยด้วยกรดในเอทานอลมีความหนืดขณะร้อนต่ำกว่าแป้งที่ย่อยด้วยกรดในน้ำที่ระยะเวลาการย่อยเดียวกัน 2 - 5 เท่า แป้งเปียกของแป้งย่อยด้วยกรดในน้ำและเอทานอลที่ระยะเวลาการย่อยเท่ากันมีความใสมากกว่าแป้งเปียกจากแป้งดิบและมีค่าใกล้เคียงกัน

จินตนา (2557) ศึกษาไม้พลาสติกที่ผลิตจากพอลิโพรไพลีนและเส้นใยธรรมชาติจากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน ได้แก่ เส้นใยทะลายปาล์มเปล่า เส้นใยทางใย และเส้นใยเปลือกผลปาล์ม โดยวิเคราะห์ขนาดของเส้นใยและองค์ประกอบทางเคมีก่อนทำการผสมสูตร แล้วศึกษาหาสูตรที่ผลเชิงกลดี เพื่อนำไปเป็นวัสดุทดแทนไม้ในเชิงพาณิชย์ ซึ่งทำการผสมสูตรด้วยเครื่องผสมแบบลูกกลิ้ง แล้วทำการอัดขึ้นรูป ทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ได้แก่ สมบัติเชิงกล สมบัติทางความร้อน การดูดน้ำ เพื่อเทียบกับไม้จริงบางชนิดและวัสดุทนแทนไม้ทุกชนิด

บูรณา (2557) ศึกษาการผลิตเยื่อกระดาษจากใบสัปปะรดที่ผ่านการต้มด้วยน้ำขี้เถ้า เป็นงานที่ศึกษาถึงกระบวนการผลิตแลสภาพที่เหมาะสมในการผลิตเยื่อใบสัปปะรด โดยวิธีการต้มด้วยน้ำด่างขี้เถ้าแทนการต้มโซเดียมไฮดรอกไซด์ และเปรียบเทียบสมบัติทางชิงกลของกระดาษถุงชาจากใบสัปปะรดกับกระดาษถุงชาทั่วไป การทดลองเริ่มจากการทำน้ำด่างขี้เถ้าและต้มเยื่อใยสัปปะรด ผลการทดลองพบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อใยสัปปะรด คือ การใช้ปริมาณความเข้มข้นของน้ำด่างขี้เถ้าอยู่ที่ 18 กรัมต่อลิตร อุณหภูมิ 165 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปริมาณเยื่อที่ได้คือ ร้อยละ 26 แล้วฟอกเยื่อด้วยน้ำด่างขี้เถ้า และคลอรีนไดออกไซด์ความเข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร เมื่อทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพระหว่างถุงชาทั่วไปกับถุงชาทำจากใบสัปปะรด พบว่าน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษเท่ากัน

จิตวรรณ (2555) เพื่อศึกษาหาแนวทางการจัดการกากเบียร์ซึ่งเป็นอินทรีย์วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเบียร์สู่การพัฒนากระถางต้นไม้ โดยมีการตรวจปริมาณองค์ประกอบพื้นฐานทางเคมี ปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ปริมาณโลหะหนัก สมบัติทางกายภาพและเคมี และวิเคราะห์หาสัดส่วนที่เหมาะสมของกากเบียร์ ดินเหนียว กลีเซอรอล และพอลิไวนิลอะซิเตท โดยใช้ดินเหนียวและพอลิไวนิลอะซิเตทช่วยในการยึดเกาะเพื่อขึ้นรูปเป็นกระถาง ดินเหนียวจะมีสภาพเป็นพลาสติกเมื่อเปียกน้ำ และจะแกร่งเมื่อแห้ง ส่วนพอลิไวนิลอะซิเตทจะอยู่ในรูปของอิมัลชั่นที่เจือจางด้วยน้ำ โดยใช้เป็นสารยึดเหนี่ยว (Binder) และยังช่วยเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวของส่วนผสมระหว่างดินเหนียวและกากเบียร์ในขั้นตอนการขึ้นรูปกระถางให้มีความแข็งแรงมากขึ้น ส่วนกลีเซอรอลจะใช้เป็นพลาสติกไซเซอร์ ทำให้ส่วนผสมมีลักษณะนิ่ม และยังช่วยเป็นตัวหล่อลื่นทำให้สะดวกในการถอดแบบแม่พิมพ์ได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังศึกษาความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งานของกระถาง โดยการทดสอบสมบัติเชิงกล เช่น ความต้านทานแรงกดและการตกกระแทก ตลอดจนศึกษาความสามารถในการย่อยสลายได้ทางชีวภาพของกระถาง พร้อมทั้งเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารของดินในภาวะควบคุมทั้งก่อนและหลังการย่อยสลายได้ทางชีวภาพของกระถาง

เลอพงศ์ และ พรฤดี (2553) ศึกษาศักยภาพของกากตะกอนปาล์มน้ำมัน เมื่อนำไปผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมพบว่า วัสดุอินทรีย์เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันนั้น

มีปริมาณธาตุอาหารหลัก ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง การนำไฟฟ้า และปริมาณอินทรีย์วัตถุที่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบหรือส่วนผสมในการผลิต เป็นบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับปลูกพืชได้ กระถางนั้นจะมีส่วนช่วยในการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้กับดินหลังจากการย่อยสลายไปตามธรรมชาติของกากตะกอนน้ำมันปาล์ม โดยสามารถย่อยสลายได้เองและส่งผลให้มีปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ดี

พงศธร และคณะ (2552) ทำการศึกษาและจัดสร้างกระถางจากที่ผลิตจากเศษวัสดุทางการเกษตร จำนวน 5 ชนิดด้วยกัน ได้แก่ กระถางที่ทำจากแกลบ กระถางที่ทำจากขี้เถ้าแกลบ และกระถางที่ทำจากขุยมะพร้าว กระถางที่ทำจากเศษใบไม้และวัชพืชต่างๆ จากการศึกษาพบว่ากระถางที่ทำจากขุยมะพร้าวมีความแข็งแรงและทนทานที่สุด นอกจากนี้ ผลจากการนำเอากระถางที่ทำจากขุยมะพร้าวไปใช้งานจริง พบว่า มีความแข็งแรงและทนทานของกระถางอยู่ในระดับที่ดี มีความยืดหยุ่นสูง รากของกิ่งสามารถชอนไชออกจากก้นของกระถางได้ดี มีความสามารถในการอุ้มน้ำ และการระบายความร้อนของกระถางอยู่ในระดับดี และเมื่อฝังกระถางลงในดินรากของกิ่งชำยังสามารถชอนไชออกทางด้านล่างและด้านข้างของกระถางได้ดี อีกทั้งกระถางที่ทำจากขุยมะพร้าวนี้ยังสามารถย่อยสลายเองได้ตามธรรมชาติได้อีกด้วย

พีระพงศ์ (2551) ได้ศึกษากระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม ได้น้ำมันปาล์มดิบประมาณร้อยละ 18.22 ซึ่งมีการนำไปแปรรูปน้ำมันเป็นน้ำมันบริโภคหรืออุตสากรรมต่อเนื่องอื่นๆ ส่วนของเหลือร้อยละ 78.82 ซึ่งได้แก่ ทะลายปาล์ม กากสลัดจ์ รวมถึงน้ำที่อยู่ในทะลายปาล์มจะถูกนำมาใช้ประโยชน์ โดยทะลายปาล์มเปล่าและกากสลัดจ์ จะถูกนำไปใช้ผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ เส้นใยเปลือกผลปาล์มและกะลาปาล์มจะใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวมวล ส่วนของเหลวในทะลายปาล์มจะแปรรูปเป็นโมลาส การนำเส้นใยเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์จะเป็นการเพิ่มมูลค่าของทะลายปาล์มให้สูงขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้ราคาปาล์มน้ำมันมีเสถียรภาพมากขึ้นด้วย

สุรินทร์ (2550) การนำเถ้าปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่ได้จากการนำเส้นใยผสมกับกะลาปาล์มน้ำมันไปเป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมผลิตน้ำมันปาล์มและมีคุณสมบัติเป็นวัสดุปอซโซลาน การใช้ปริมาณเส้นใยกับกะลาปาล์มน้ำมันและการใช้อุณหภูมิในการเผามีความแตกต่างกันไปในแต่ละโรงงาน ทำให้เถ้าน้ำมันที่ได้อาจมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป จึงได้ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและลักษณะทางกายภาพของเถ้าปาล์มน้ำมัน และศึกษากำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ที่มีอัตราส่วนวัสดุประสานต่อทรายเท่ากับ 1 : 2.75 และยังมีการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าปาล์มน้ำมันที่มีความละเอียดในระดับค้างบนตะแกรงเบอร์ 325 ร้อยละ 5 โดยเถ้าปาล์มน้ำมันที่ใช้มีทั้งที่เป็นเถ้าลอยและที่เป็นเถ้าลอยผสมเถ้าก้นเตาซึ่งได้มาจากแหล่งต่างๆ ในภาคใต้ 4 แหล่ง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เถ้าปาล์มน้ำมันแต่ละแหล่งมีองค์ประกอบทางเคมี ลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติเป็นวัสดุปอซโซลานที่แตกต่างกัน เถ้าปาล์มน้ำมันที่เป็นเถ้าลอยล้วนบางแหล่งมีอนุภาคกลมและผิวเรียบ เมื่อพิจารณาผลการทดสอบการรับแรงอัดของมอร์ตาร์ พบว่า เถ้าปาล์มน้ำมันที่เป็นเถ้าลอยล้วนที่ทำการศึกษา สามารถนำมาใช้แทนที่ปูนซีเมนต์ได้ในปริมาณร้อยละ 10 โดยน้ำหนักและมีบางแหล่งที่สามารถใช้ได้ในปริมาณสูงถึงร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก ดังนั้นการนำเถ้าปาล์มน้ำมันชนิดเถ้าลอยมาใช้แทนที่ปูนซีเมนต์สามารถทำได้ แต่จะต้องพิจารณาเลือกแหล่งที่มาและทดสอบหาปริมาณการแทนที่ที่เหมาะสม

ปทุมทิพย์ (2548) เพื่อศึกษาการผลิตกระถางต้นไม้ที่เสื่อมสภาพทางชีวภาพด้วยเครื่องอัดระบบไอดรอลิก โดยศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อความพรุนและความแข็งแรงของกระถางต้นไม้ ได้แก่ อัตราส่วนของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและวัชพืชน้ำ ได้แก่ ฟางข้าวต่อผักตบชวาต่อขี้เลื้อย โดยมีอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาลีเป็นวัสดุประสาน ในการขึ้นรูปกระถางต้นไม้ด้วยเครื่องอัดกระถางต้นไม้ระบบไฮครอลิค การคำนวณทางสถิติพบว่า ความพรุนและความแข็งแรงของกระถางต้นไม้ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของวัสดุ การทดสอบปลูกต้นไม้พบว่า กระถางต้นไม้มีการย่อยสลายและเกิดการแทงรากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์

อุไรวรรณ (2545) ศึกษาการใช้ประโยชน์กากตะกอนจุลินทรีย์จากโรงงานอุตสาหกรรมอาหารทะเล สำหรับเป็นปุ๋ยอินทรีย์ และสารปรับปรุงดิน โดยศึกษาความสามารในการปลดปล่อยธาตุอาหารของกากตะกอนจุลินทรีย์ชนิดใช้อากาศ โดยใส่ในดินเหมืองแร่ร้างร่วมกับวัสดุปลูก พบว่าเมื่อระยะเวลาผ่านไป ดินผสมที่หมักไว้มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินลดลง ยกเว้นสิ่งทดลองกลุ่มที่ผสมแกลบเผา ค่าความเป็นด่างของดินเพิ่มขึ้น ค่าการนำไฟฟ้าของดิน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีปริมาณเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการหมัก ส่วนค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์นั้นมีการปล่อยมากที่สุด 1 สัปดาห์หลังจากการบ่ม หลังจากนั้นลดลงและเมื่อเวลาผ่านไปมีการปลดปล่อยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ออกมาสะสมในดินอีกครั้ง

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.3.1 เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำเส้นใยปาล์ม กากตะกอนน้ำมันปาล์ม และเถ้าปาล์มจากกระบวนการผลิตภายในโรงงานอุตสากรรมปาล์มน้ำมันมาผลิตกระถางเพาะชำต้นไม้

1.3.2 เพื่อศึกษาคุณสมบัติของกระถางเพาะชำต้นไม้ที่ผลิตจากเส้นใยปาล์มนั้น กากตะกอนน้ำมันปาล์มและเถ้าปาล์มน้ำมันจากโรงงานอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ช่วยลดการใช้กระถางและถุงพลาสติกที่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมได้

1.4.2 เป็นการนำของเสียมาใช้ประโยชน์และเป็นการเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน

บทที่ 2 วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

2.1.1 วัสดุที่ใช้ในการศึกษา

เป็นวัสดุที่ได้จากบริษัทพิทักษ์ปาล์มออยล์ จำกัด

2.1.1.1 เส้นใยปาล์มน้ำมันได้จากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบออกจากผลปาล์มน้ำมันสด

2.1.1.2 กากตะกอนน้ำมันปาล์มจากโรงงานอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน เป็นของเสียที่รวบรวมจากบ่อบำบัดน้ำเสีย

2.1.1.3 เถ้าปาล์มน้ำมันได้จากกระบวนการเผา เศษกะลา เส้นใย และทะลายปาล์มเพื่อเป็นเชื้อเพลิงให้กับหม้อกำเนิดไอน้ำ

2.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

2.1.2.1 แม่พิมพ์กระถาง การขึ้นรูปกระถางโดยใช้เครื่องกดอัดไฮโดรลิค สำหรับผลิตกระถางเพาะชำโดยมีขนาดแม่พิมพ์ตัวเมีย ส่วนปากกระถาง กว้าง×ยาว เท่ากับ 13×13 เซนติเมตร ส่วนก้นกระถาง กว้าง×ยาว เท่ากับ 9×9 เซนติเมตร ความสูงของกระถาง เท่ากับ 14 เซนติเมตร ส่วนขนาดแม่พิมพ์ตัวผู้ ส่วนปากกระถาง กว้าง×ยาว เท่ากับ 9×9 เซนติเมตร ส่วนก้นกระถาง กว้าง×ยาว เท่ากับ 5×5 เซนติเมตร ความสูงกระถาง เท่ากับ 10 เซนติเมตร

2.1.2.2 ตะแกรงร่อนขนาด 0.5 มิลลิเมตร

2.1.2.3 ตู้อบความร้อน

2.1.2.4 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

2.2 วิธีการดำเนินการศึกษา

2.2.1 การเตรียมวัสดุเหลือใช้

2.2.1.1 เส้นใยปาล์มน้ำมัน

นำเส้นใยปาล์มน้ำมันจากส่วนของเปลือกผลปาล์มน้ำมันที่ได้จากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบออกจากผลปาล์ม มาล้างน้ำให้สะอาด แล้วนำไปผึ่งแดดให้แห้ง แล้วเก็บรักษาในถุงมิดชิด เพื่อเตรียมเป็นส่วนผสมในการขึ้นรูปกระถาง (จินตนา, 2557)

2.2.1.2 กากตะกอนปาล์มน้ำมัน

นำกากตะกอนปาล์มน้ำมัน ที่รวบรวมจากบ่อบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน นำมาผึ่งแดดให้แห้ง แล้วนำมาบดให้ละเอียด และเก็บรักษาในถุงมิดชิด เพื่อเตรียมขึ้นรูปกระถาง (เลอพงศ์ และ พรฤดี, 2553)

2.2.1.3 เถ้าปาล์มน้ำมัน

นำเถ้าปาล์มน้ำมัน ที่ได้จากกระบวนการเผา เศษกะลา เส้นใยปาล์ม และทะลายปาล์ม ซึ่งเป็นของเสียที่รวบรวมได้จากหม้อกำเนิดไอน้ำ มาผึ่งแดดให้แห้งแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด

0.5 มิลลิเมตร และเก็บรักษาในถุงพลาสติกมิดชิด เพื่อเตรียมเป็นส่วนผสมในการขึ้นรูปกระถาง (สุรินทร์, 2550)

2.2.1.4 สารละลายแป้งเปียกจากแป้งมันสำปะหลัง

สารละลายแป้งมันสำปะหลัง จะช่วยเพิ่มความสามารถในการยึดเกาะของกระถางเพาะชำ โดยศึกษาความเข้มข้นของแป้งเปียกร้อยละ 10 15 20 25 และ 30 (W/V) เตรียมโดยการชั่งแป้งมันสำปะหลัง 100 150 200 250 และ 300 กรัม ในน้ำ 1000 มิลลิลิตร ละลายให้เข้ากัน แล้วให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 นาที จากนั้นกวนส่วนผสมของสารละลายแป้งมันสำปะหลัง จนสารละลายแป้งเปียกมีความหนืดและใส เก็บในภาชนะ เพื่อนำไปใช้เป็นส่วนผสมในการขึ้นรูปกระถางต่อไป (เลอพงศ์ และ พรฤดี, 2553)

2.2.2 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปกระถางเพาะชำ

2.2.2.1 นำวัสดุเหลือใช้ที่ได้จากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน ได้แก่ เส้นใยปาล์มน้ำมัน และกากตะกอนน้ำมันปาล์มที่เตรียมไว้ มาผสมในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 2.1

2.2.2.2 ผสมคลุกเคล้าส่วนผสมในข้อ 2.2.2.1 กับกาวแป้งเปียกจากแป้งมันสำปะหลังที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 15 20 25 และ 30 (W/V) ในแต่ละความเข้มข้นใช้ปริมาตรแป้งเปียก 500 มิลลิลิตรต่อหนึ่งกระถาง

ตารางที่ 2.1 อัตราส่วนผสมของเส้นใยปาล์มน้ำมัน กากตะกอนน้ำมันปาล์ม และกาวแป้งเปียก

ชุดการทดลอง	เส้นใยปาล์มน้ำมัน (ร้อยละ)	กากตะกอนน้ำมันปาล์ม (ร้อยละ)	กาวแป้งเปียก (ร้อยละ)
1	100	0	10 15 20 25 30
2	70	30	10 15 20 25 30
3	50	50	10 15 20 25 30
4	30	70	10 15 20 25 30
5	0	100	10 15 20 25 30

2.2.2.3 นำส่วนผสมใส่ลงในแม่พิมพ์ตัวเมีย และกดทับด้วยแม่พิมพ์ตัวผู้ จากนั้นทำการอัดขึ้นรูปกระถางด้วยเครื่องกดอัดไฮโดรลิค ดังภาพที่ 2.1

2.2.2.4 ถอดกระถางเพาะชำออกจากแม่พิมพ์ นำไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม

2.2.2.5 เลือกอัตราส่วนที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากความยากง่ายในการถอดกระถางออกจากแม่พิมพ์ และความสมบูรณ์ของกระถาง

2.2.2.6 นำอัตราส่วนที่ได้ไปผสมกับเถ้าปาล์มน้ำมันที่อัตราส่วนร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 ตามลำดับ

2.2.2.7 ทำการอัดขึ้นรูปลงในแม่พิมพ์ เมื่อได้กระถางที่เสร็จสมบูรณ์ จากนั้นนำไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม

2.2.2.8 นำกระถางที่ได้ในแต่ละชุดการทดลองไปศึกษาคุณสมบัติของกระถาง ได้แก่ ลักษณะการขึ้นรูปของกระถาง การหาความชื้น การทดสอบความต้านทานการตกกระแทก การทดสอบการอุ้มน้ำของกระถาง การทดสอบการย่อยสลายของกระถาง และการปลูกพืช

ภาพที่ 2.1 แม่พิมพ์กระถางพร้อมเครื่องกดอัดไฮโดรลิค

2.2.3 การศึกษาคุณสมบัติของกระถางเพาะชำ

การหาคุณสมบัติของกระถางเพาะชำจากเส้นใยปาล์มน้ำมัน กากตะกอนปาล์มน้ำมัน และเถ้าปาล์มน้ำมัน ที่ได้แต่ละชุดการทดลอง นำมาทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

2.2.3.1 การทดสอบลักษณะการขึ้นรูปของกระถาง ทำการทดสอบ 5 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 15 ใบ ใช้กระถางจำนวนทั้งหมด 75 กระถาง โดยพิจารณาจากความยากง่ายในการถอดกระถางออกจากแม่พิมพ์ และความสมบูรณ์ของรูปกระถาง

2.2.3.2 การทดสอบความชื้น ทำการทดสอบ 5 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 9 ใบ ใช้กระถางจำนวน 45 กระถาง โดยนำกระถางที่อัดขึ้นรูปแล้วไปชั่งน้ำหนัก แล้วจดบันทึก หลังจากนั้น นำไปอบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส แล้วทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น และนำไปชั่งหาน้ำหนักของกระถางหลังอบ จนมีน้ำหนักคงที่ คำนวณได้จากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{(\text{น้ำหนักกระถางก่อนอบ-น้ำหนักกระถางหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักกระถางก่อนอบ}}$$

2.2.3.3 การทดสอบความต้านทานการตกกระแทก ทำการทดสอบ 5 ชุดการทดลอง ใช้กระถางจำนวน 45 กระถาง โดยปล่อยให้กระถางตกกระแทก ที่ระดับความสูง 50 100 และ 150 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยทุกระดับความสูงจะใช้กระถางจำนวน 3 กระถางต่อชุดการทดลอง โดยระบุตำแหน่งและลักษณะการตกกระแทก เช่น การตกกระแทกเกิดขึ้นที่ขอบกระถาง และด้านก้นของกระถาง (พรฤดี, 2552)

2.2.3.4 การทดสอบการอุ้มน้ำของกระถาง ทำการทดสอบ 5 ชุดการทดลอง ใช้กระถางจำนวน 15 กระถาง โดยใช้กระถางจำนวน 3 กระถางต่อชุดการทดลอง ทำการทดสอบโดยการใส่ดินลงไปในกระถาง 600 กรัม แล้วเทน้ำลงไป 1,000 มิลลิลิตร และจดปริมาณน้ำที่ไหลออกจากกระถาง เมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที โดยการเทน้ำลงในกระบอกตวง เพื่อวัดปริมาณน้ำหลังการทดสอบ แล้วจดค่าที่ได้

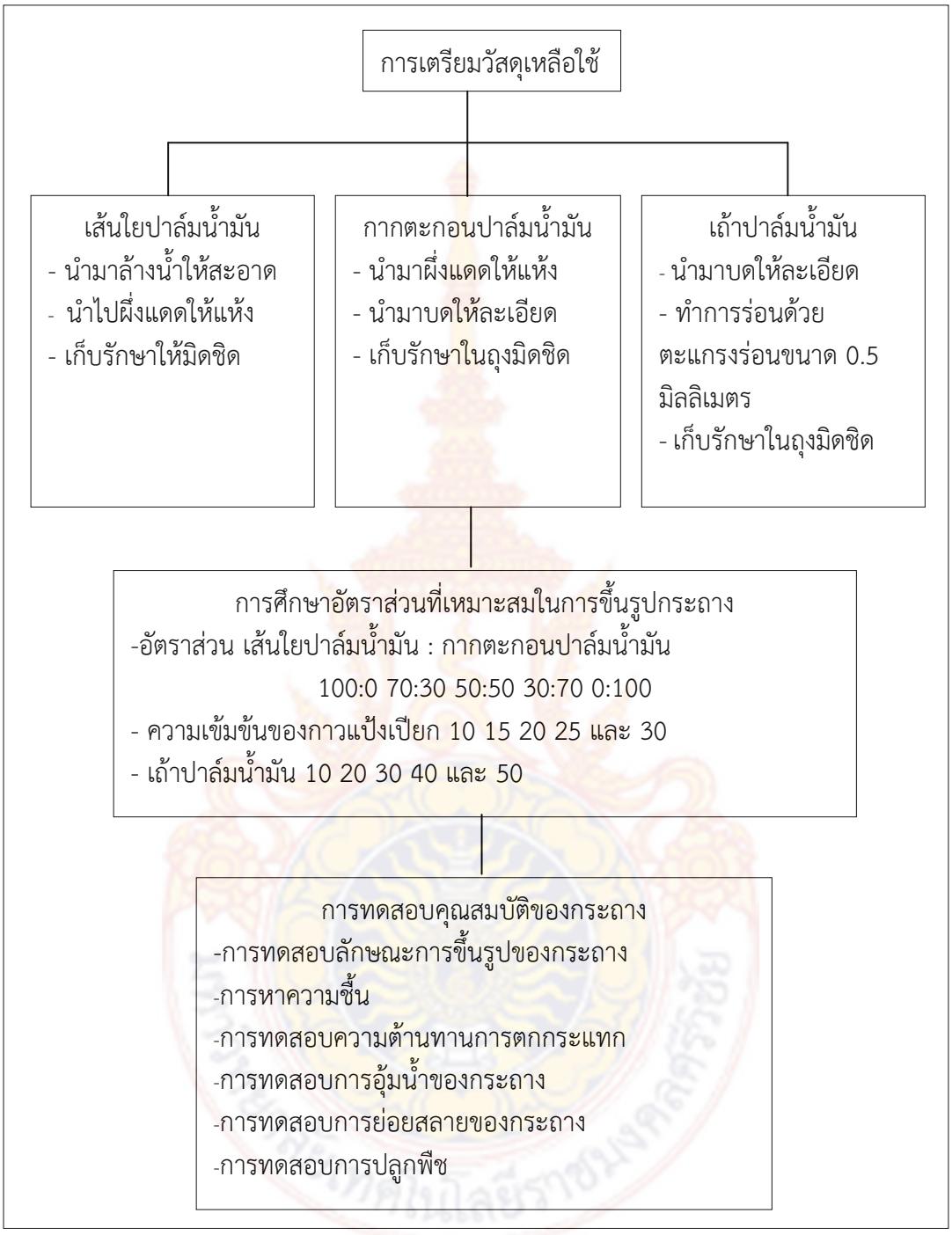
2.2.3.5 การทดสอบการย่อยสลายของกระถาง ทำการทดสอบ จำนวน 5 ชุดการทดลอง ใช้กระถางจำนวน 15 กระถาง โดยใช้กระถางจำนวน 3 กระถางต่อชุดการทดลอง ทำโดยฝังกระถางเพาะชำ ลงในถุงดำโดยใส่ดินที่ก้นถุงดำ 500 กรัม แล้วใส่กระถางลงไป จากนั้นใส่ดินเพิ่มลงไป 3,500 กรัม แล้วทำการรดน้ำปริมาณ 2 ลิตรให้ชุ่มทุกวัน โดยรดน้ำตอนเช้า 1 ลิตร และตอนเย็น 1 ลิตร เป็นเวลา 30 วัน เมื่อครบ 30 วัน จากนั้นนำถุงดำที่บรรจุกระถางไปผึ่งแดดให้แห้งเป็นเวลา 2 วัน แล้วชั่งน้ำหนักชุดการทดสอบเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลัง หาค่าเฉลี่ยและค่าน้ำหนักตัวอย่างที่หายไป (Weight loss) ตามวิธีของ Wan *et al*., 2009 จากสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{น้ำหนักที่หายไป (ร้อยละ)} = \frac{(\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักหลังการทดสอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}}$$

2.2.3.6 การทดสอบการปลูกพืช ทำการทดสอบ 5 ชุดการทดลอง ใช้กระถางจำนวน 15 กระถาง โดยใช้กระถางจำนวน 3 กระถางต่อชุดการทดลอง โดยใส่เมล็ดผักบุ้งลงในกระถาง และรดน้ำตอนเช้า 1 ลิตร ตอนเย็น 1 ลิตร เป็นเวลา 15 วัน จากนั้นวัดความสูงของผักบุ้งในกระถางแต่ละกระถาง โดยวัดความสูงของต้นผักบุ้งที่มีความสูงที่สุดเพียงหนึ่งต้นต่อชุดการทดลอง แล้วนำค่าที่ได้ ไปหาค่าเฉลี่ย จากสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{ความสูงเฉลี่ย (เซนติเมตร)} = \frac{\text{ผลรวมความสูงของต้นผักบุ้ง}}{\text{จำนวนต้นผักบุ้ง}}$$

แผนผังการศึกษาการผลิตกระถางจากเส้นใยปาล์มน้ำมัน กากตะกอนปาล์มน้ำมัน เถ้าปาล์มน้ำมัน และการทดสอบคุณสมบัติของกระถางดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 การศึกษาการผลิตกระถางจากเส้นใยปาล์มน้ำมัน กากตะกอนปาล์มน้ำมัน และเถ้าปาล์มน้ำมัน

บทที่ 3 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

การศึกษาการผลิตกระถางย่อยสลายได้จากเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์มที่อัตราส่วน 70:30 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 15 20 25 และ 30 และเถ้าปาล์มน้ำมันที่ร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 ตามลำดับ ผลการศึกษา ดังนี้

3.1 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปกระถางเพาะชำ

3.1.1 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเส้นใยปาล์มน้ำมัน กากตะกอนน้ำมันปาล์ม และกาวแป้งเปียก

การศึกษาอัตราส่วนเหมาะสมของเส้นใยปาล์มน้ำมัน กากตะกอนน้ำมันปาล์ม และกาวแป้งเปียก จะพิจารณาจากลักษณะการขึ้นรูปของกระถางที่อัตราส่วนต่างๆ ผลการศึกษา ดังนี้

3.1.1.1 อัตราส่วนกระถางที่ใช้ส่วนผสมของเส้นใยปาล์มน้ำมัน และกากตะกอนน้ำมันปาล์ม 100:0

1) กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 พบว่าส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดีและกระถางมีลักษณะเนื้อหยาบ สามารถถอดออกจากแม่พิมพ์ได้ง่ายแต่ขอบของกระถางไม่สม่ำเสมอ และกระถางบางใบจะเกิดการบิดเบี้ยวในระหว่างที่ผึ่งแดดให้แห้ง ดังภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1 กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 100:0 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10

2) กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 15 พบว่า ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดีและมีลักษณะเนื้อหยาบ สามารถถอดออกจากแม่พิมพ์ได้ง่าย แต่ขอบกระถางไม่สม่ำเสมอ และจะเกิดการบิดเบี้ยวในระหว่างที่ผึ่งแดดให้แห้ง ดังภาพที่ 3.2

ภาพที่ 3.2 กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 100:0 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 15

3) กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 20 พบว่า ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดีและมีลักษณะเนื้อหยาบ แต่กระถางบางใบมีความหนาไม่สม่ำเสมอและเกิดการบิดเบี้ยวในระหว่างที่ผึ่งแดดให้แห้ง ดังภาพที่ 3.3

ภาพที่ 3.3 กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 100:0 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 20

4) กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 25 พบว่า ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดีและมีลักษณะเนื้อหยาบ แต่กระถางมีความหนาไม่สม่ำเสมอ และกระถางบางใบเสียรูปทรงในระหว่างที่ผึ่งแดดให้แห้ง ดังภาพที่ 3.4

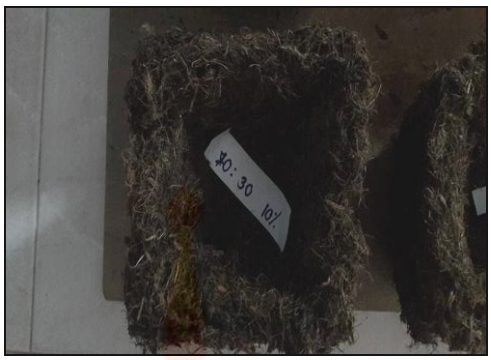
ภาพที่ 3.4 กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 100:0 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 25

5) กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 30 พบว่า ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดีและมีลักษณะเนื้อหยาบ แต่กระถางมีความแข็งแรง และเกิดการบิดเบี้ยวในระหว่างที่ผึ่งแดดให้แห้ง ดังภาพที่ 3.5

ภาพที่ 3.5 กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 100:0 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 30

3.1.1.2 อัตราส่วนกระถางที่ใช้ส่วนผสมของเส้นใยปาล์มน้ำมัน และกากตะกอนน้ำมันปาล์ม 70:30

1) กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดี ถอดออกจากแม่พิมพ์ได้ง่าย แต่กระถางบางใบเกิดการบิดเบี้ยวในระหว่างที่ผึ่งแดดให้แห้ง ดังภาพที่ 3.6

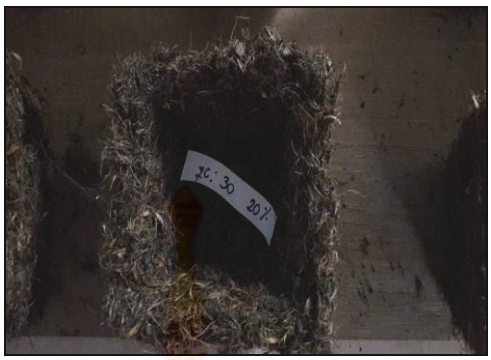


ภาพที่ 3.6 กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 70:30 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10

2) กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 15 พบว่า ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดี ถอดออกจากแม่พิมพ์ได้ง่าย แต่กระถางจะเกิดการบิดเบี้ยวและแตกร้าวในระหว่างการผึ่งแดดให้แห้ง ดังภาพที่ 3.7

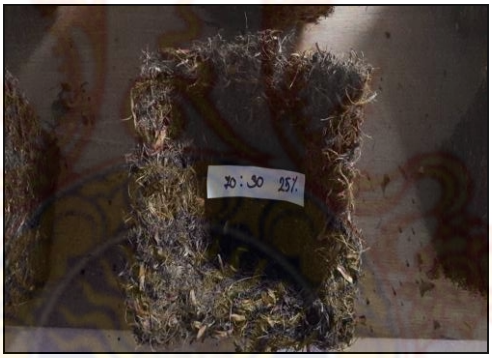
ภาพที่ 3.7 กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 70:30 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 15

3) กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 20 พบว่า ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดี ถอดออกจากแม่พิมพ์ได้ง่าย แต่กระถางบางใบรูปทรงไม่สมบูรณ์ขอบกระถางไม่มีความสม่ำเสมอ และจะเสียรูปทรงในระหว่างการผึ่งแดดให้แห้ง ดังภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 70:30 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 20

4) กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 25 พบว่า ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดี ถอดออกจากแม่พิมพ์ได้ง่าย แต่กระถางมีความหนาไม่สำเสมอ และเกิดการบิดเบี้ยวในระหว่างผึ่งแดดให้แห้ง ดังภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 70:30 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 25

5) กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 30 พบว่า ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดี ถอดออกจากแม่พิมพ์ได้ง่าย กระถางรูปทรงไม่สมบูรณ์ขอบกระถางไม่สม่ำเสมอ และเกิดการบิดเบี้ยวในระหว่างผึ่งแดดให้แห้ง ดังภาพที่ 3.10

ภาพที่ 3.10 กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 70:30 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 30

3.1.1.3 อัตราส่วนกระถางที่ใช้ส่วนผสมของเส้นใยปาล์มน้ำมัน และกากตะกอนน้ำมันปาล์ม 50:50

1) กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดี ส่วนผสมจะมีลักษณะเนื้อเนียนกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่อัตราส่วน 70:30 การถอดออกจากแม่พิมพ์ กระถางบางส่วนจะติดขึ้นมากับแม่พิมพ์ตัวผู้ ทำให้กระถางบางส่วนเสียรูปทรงและกระถางบางใบจะแตกในระหว่างการผึ่งแดดให้แห้ง ดังภาพที่ 3.11

ภาพที่ 3.11 กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 50:50 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10

2) กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 15 พบว่า ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดี ส่วนผสมจะมีลักษณะเนื้อเนียนกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่อัตราส่วน 70:30 การถอดออกจากแม่พิมพ์ กระถางบางส่วนจะติดขึ้นมากับแม่พิมพ์ตัวผู้ ทำให้กระถางบางส่วนจะเกิดการบิดเบี้ยวในระหว่างการผึ่งแดดให้แห้ง ดังภาพที่ 3.12

ภาพที่ 3.12 กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 50:50 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 15

3) กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 20 พบว่า ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดี ส่วนผสมจะมีลักษณะเนื้อเนียนกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่อัตราส่วน 70:30 ถอดออกจากแม่พิมพ์ กระถางบางส่วนจะติดขึ้นมากับแม่พิมพ์ตัวผู้ เมื่อดึงออกจากแม่พิมพ์ตัวเมียทำให้กระถางย่นตัวตามแรงดึง และกระถางบางใบจะเกิดการบิดเบี้ยวในระหว่างการผึ่งแดดให้แห้ง ดังภาพที่ 3.13

ภาพที่ 3.13 กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 50:50 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 20

4) กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 25 พบว่า ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดี ส่วนผสมจะมีลักษณะเนื้อเนียนกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่อัตราส่วน 70:30 ถอดออกจากแม่พิมพ์ กระถางบางส่วนจะติดขึ้นมากับแม่พิมพ์ตัวผู้ เมื่อดึงออกจากแม่พิมพ์ตัวเมียทำให้กระถางย่นตัวตามแรงดึง และกระถางบางใบจะเกิดการบิดเบี้ยวและแตกในระหว่างการผึ่งแดดให้แห้ง ดังภาพที่ 3.14

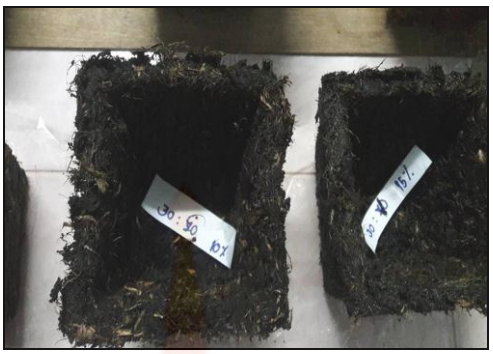
ภาพที่ 3.14 กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 50:50 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 25

5) กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 30 พบว่า ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดี ส่วนผสมจะมีลักษณะเนื้อเนียนกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่อัตราส่วน 70:30 ถอดออกจากแม่พิมพ์ กระถางบางส่วนจะติดขึ้นมากับแม่พิมพ์ตัวผู้ เมื่อดึงออกจากแม่พิมพ์ตัวเมียทำให้กระถางย่นตัวตามแรงดึง และกระถางบางใบจะแตกในระหว่างการผึ่งแดดให้แห้ง ดังภาพที่ 3.15

ภาพที่ 3.15 กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 50:50 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 30

3.1.1.4 อัตราส่วนกระถางที่ใช้ส่วนผสมของเส้นใยปาล์มน้ำมัน และกากตะกอนน้ำมันปาล์ม 30:70

1) กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดี ส่วนผสมจะมีลักษณะเนื้อเนียนกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่อัตราส่วน 50:50 การถอดออกจากแม่พิมพ์ กระถางโดยส่วนมากจะติดกับแม่พิมพ์ตัวผู้ เมื่อดึงออกจากแม่พิมพ์ตัวเมียทำให้กระถางเกิดการย่นตัวตามแรงดึง และกระถางบางใบจะเกิดการบิดเบี้ยวในระหว่างการผึ่งแดดให้แห้ง ดังภาพที่ 3.16



ภาพที่ 3.16 กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 30:70 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10

2) กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 15 พบว่า ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดี ส่วนผสมจะมีลักษณะเนื้อเนียนกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่อัตราส่วน 50:50 การถอดออกจากแม่พิมพ์ กระถางโดยส่วนมากจะติดขึ้นมากับแม่พิมพ์ตัวผู้ เมื่อดึงออกจากแม่พิมพ์ตัวเมีย ทำให้กระถางเกิดการย่นตัวตามแรงดึง และกระถางบางใบจะเกิดการบิดเบี้ยวในระหว่างการผึ่งแดดให้แห้ง ดังภาพที่ 3.17

ภาพที่ 3.17 กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 30:70 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 15

3) กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 20 พบว่า ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดี ส่วนผสมจะมีลักษณะเนื้อเนียนกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่อัตราส่วน 50:50 การถอดออกจากแม่พิมพ์ กระถางโดยส่วนมากจะติดขึ้นมากับแม่พิมพ์ตัวผู้ เมื่อดึงออกจากแม่พิมพ์ตัวเมีย ทำให้กระถางเกิดการย่นตัวตามแรงดึง และกระถางบางใบจะเกิดการบิดเบี้ยวและแตกในระหว่างการผึ่งแดดให้แห้ง ดังภาพที่ 3.18

ภาพที่ 3.18 กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 30:70 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 20

4) กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 25 พบว่า ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดี ส่วนผสมจะมีลักษณะเนื้อเนียนกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่อัตราส่วน 50:50 การถอดออกจากแม่พิมพ์ กระถางโดยส่วนมากจะติดขึ้นมากับแม่พิมพ์ตัวผู้ เมื่อดึงออกจากแม่พิมพ์ตัวเมีย ทำให้กระถางเกิดการย่นตัวตามแรงดึง และกระถางบางใบจะเกิดการบิดเบี้ยวและแตกร้าวในระหว่างการผึ่งแดดให้แห้ง ดังภาพที่ 3.19

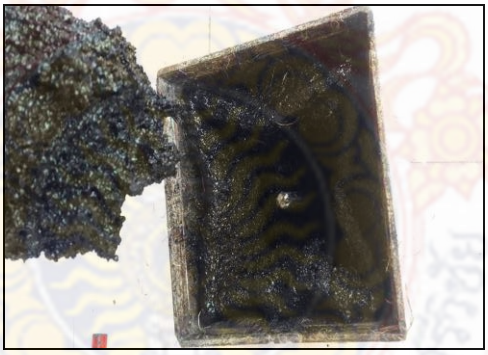
ภาพที่ 3.19 กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 30:70 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 25

5) กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 30 พบว่า ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดี ส่วนผสมจะมีลักษณะเนื้อเนียนกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่อัตราส่วน 50:50 การถอดออกจากแม่พิมพ์ กระถางโดยส่วนมากจะติดขึ้นมากับแม่พิมพ์ตัวผู้ เมื่อดึงออกจากแม่พิมพ์ตัวเมีย ทำให้กระถางเกิดการย่นตัวตามแรงดึง และกระถางบางใบจะเกิดการบิดเบี้ยวแตกร้าวในระหว่างการผึ่งแดดให้แห้ง ดังภาพที่ 3.20

ภาพที่ 3.20 กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 30:70 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 30

3.1.1.5 อัตราส่วนกระถางที่ใช้ส่วนผสมของเส้นใยปาล์มน้ำมัน และกากตะกอนน้ำมันปาล์ม 0:100

กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 15 20 25 และ 30 ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดีและมีเนื้อละเอียด พิจารณาการถอดออกจากแม่พิมพ์ กระถางจะติดขึ้นมากับแม่พิมพ์ตัวผู้ เมื่อถอดออกจากแม่พิมพ์ตัวเมียกระถางจะย่นตัวตามแรงดึงและไม่เป็นรูปทรงของกระถาง ดังภาพที่ 3.21

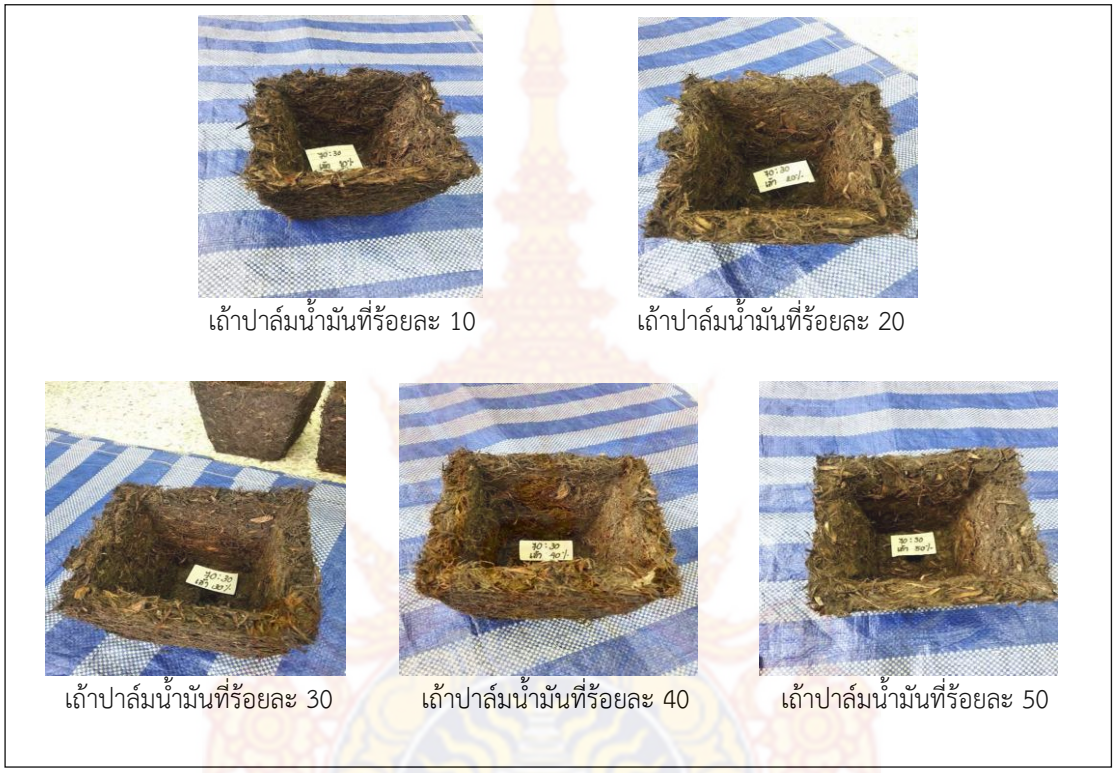


ภาพที่ 3.21 กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม อัตราส่วน 0:100 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10

กล่าวได้ว่า การขึ้นรูปของกระถางด้วยแม่พิมพ์เครื่องกดอัดไฮโดรลิคด้วยแรงคนที่อัตราส่วน 100:0 70:30 50:50 30:70 และ0:100 โดยใช้กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 15 20 25 และ 30 พบว่า กระถางเพาะชำที่อัตราส่วน 70:30 และความเข้มข้นของกาวแป้งเปียกที่ร้อยละ 10 มีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากกระถางสามารถถอดออกจากแม่พิมพ์ได้ง่าย และกระถางเสียรูปทรงน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับชุดการทดลองอื่นๆ

3.1.2 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเถ้าปาล์มน้ำมันในการขึ้นรูปกระถาง

การศึกษาปริมาณของเถ้าปาล์มน้ำมันในการขึ้นรูปกระถาง โดยนำเส้นใยปาล์มน้ำมันและกากตะกอนน้ำมันปาล์มที่อัตราส่วน 70:30 มาผสมกับเถ้าปาล์มน้ำมันที่อัตราส่วนร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 ตามลำดับ ผลการศึกษาดังภาพที่ 3.22 และมีรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 3.22 กระถางที่มีส่วนผสมเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม ที่อัตราส่วน 70:30 กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 และเถ้าปาล์มน้ำมันที่ร้อยละ 10 20 30 40 และ 50

3.1.2.1 เถ้าปาล์มน้ำมันที่อัตราส่วนร้อยละ 10 พบว่า ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดี การถอดออกจากแม่พิมพ์สามารถถอดออกได้ง่าย แต่กระถางบางใบส่วนขอบด้านบนจะติดขึ้นมากับแม่พิมพ์ตัวผู้ และกระถางบางใบเสียรูปทรงในระหว่างการผึ่งแดดให้แห้ง

3.1.2.2 เถ้าปาล์มน้ำมันที่อัตราส่วนร้อยละ 20 พบว่า ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดี การถอดออกจากแม่พิมพ์สามารถถอดออกได้ง่าย กระถางมีความสมบูรณ์ กระถางบางใบเสียหายเนื่องจากการเคลื่อนย้าย กระถางจะบิดเบี้ยวและแตกร้าวในระหว่างการผึ่งแดดให้แห้ง

3.1.2.3 เถ้าปาล์มน้ำมันที่อัตราส่วนร้อยละ 30 พบว่า ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดี การถอดออกจากแม่พิมพ์สามารถถอดออกได้ง่าย แต่กระถางบางใบจะติดแม่พิมพ์และเสียรูปทรงของกระถาง และเกิดการบิดเบี้ยวในระหว่างการผึ่งแดดให้แห้ง

3.1.2.4 เถ้าปาล์มน้ำมันที่อัตราส่วนร้อยละ 40 พบว่า ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดี การถอดออกจากแม่พิมพ์สามารถถอดออกได้ง่าย แต่กระถางบางใบส่วนขอบของกระถางจะติดขึ้นมากับแม่พิมพ์ตัวผู้ และกระถางจะแตกในระหว่างการผึ่งแดดให้แห้ง

3.1.2.5 เถ้าปาล์มน้ำมันที่อัตราส่วนร้อยละ 50 พบว่า ส่วนผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดี การถอดออกจากแม่พิมพ์สามารถถอดออกได้ง่าย แต่กระถางบางใบจะติดขึ้นมากับแม่พิมพ์ตัวผู้ทำให้กระถางบางส่วนเสียหาย และเกิดการบิดเบี้ยวในระหว่างการผึ่งแดดให้แห้ง

3.2 การศึกษาคุณสมบัติของกระถางเพาะชำ

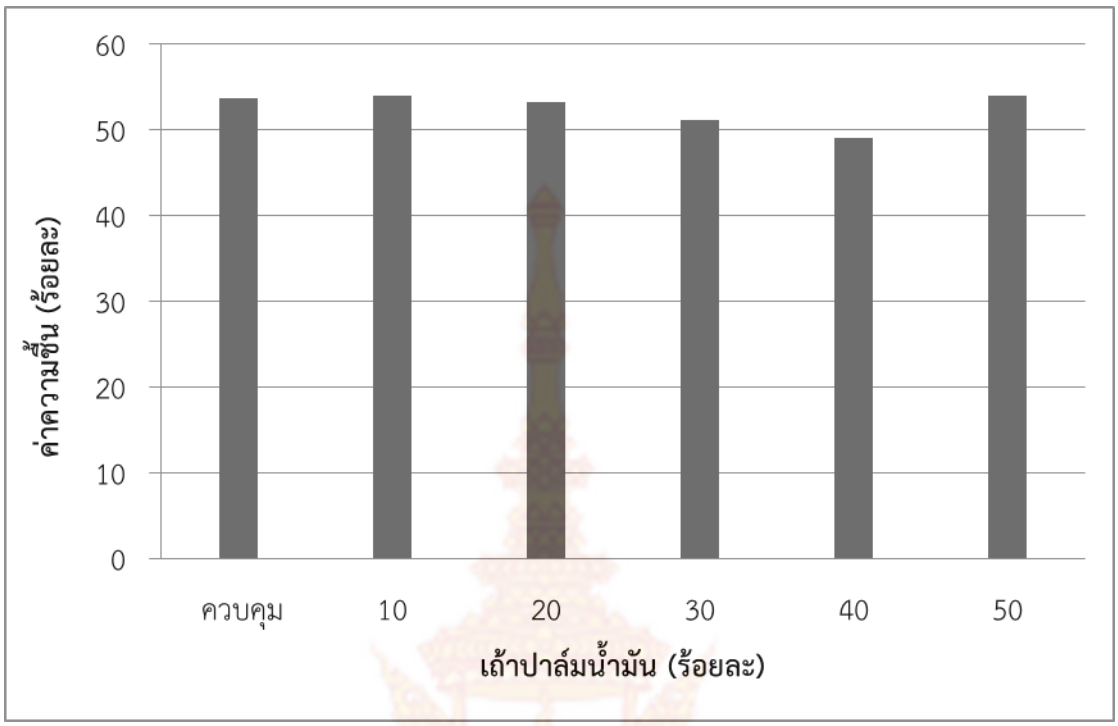
3.2.1 การทดสอบลักษณะการขึ้นรูปของกระถาง

การศึกษาปริมาณของเถ้าปาล์มน้ำมันในการขึ้นรูปกระถาง โดยนำเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์มที่อัตราส่วน 70:30 และใช้กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 มาผสมกับเถ้าปาล์มน้ำมันที่อัตราส่วนร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 พบว่า เมื่อผสมเถ้าปาล์มน้ำมันที่ร้อยละ 10 และ 20 การถอดออกจากแม่พิมพ์ สามารถถอดออกได้ง่าย แต่กระถาง 2 ใน 3 ใบ ส่วนขอบด้านบนจะติดขึ้นมากับแม่พิมพ์ตัวผู้ และจากการสังเกต พบว่า เมื่อกระถางแห้ง มีรูปทรงบิดเบี้ยว วัสดุจับตัวกันไม่แน่น และมีลักษณะเนื้อค่อนข้างหยาบ

เมื่อผสมเถ้าปาล์มน้ำมันที่ร้อยละ 30 40 และ 50 จากการสังเกต พบว่า กระถางสามารถถอดออกจากแม่พิมพ์ได้ง่าย กระถางจะมีความแข็งมากขึ้น เนื่องจากมีปริมาณเถ้าปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น ซึ่งเถ้าปาล์มน้ำมันมีคุณสมบัติเป็นวัสดุประสาน ช่วยยึดให้ส่วนผสมของกระถางมีความแข็งมากขึ้น และเมื่อผสมเถ้าปาล์มน้ำมันเพิ่มมากขึ้น จะทำให้สามารถขึ้นรูปทรงได้ง่ายขึ้น รูปทรงสมบูรณ์ มีลักษณะเนื้อค่อนข้างหยาบ ซึ่งสอดคล้องกับ สุรินทร์ (2550) กล่าวว่า ในเถ้าปาล์มน้ำมันมีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นวัสดุประสาน

3.2.2 การทดสอบความชื้น

กระถางที่ผลิตจากเส้นใยปาล์มน้ำมัน และกากตะกอนน้ำมันปาล์มที่อัตราส่วน 70:30 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ที่มีส่วนผสมของเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 ดังภาพที่ 3.23 พบว่า กระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันที่ร้อยละ 50 มีค่าเฉลี่ยความชื้นสูงสุด เท่ากับ 54.05±2.85 เนื่องจากเถ้าปาล์มน้ำมันมีความสามารถในการดูดความชื้น (บูรณา 2557) ดังนั้นเมื่อมีปริมาณเถ้าปาล์มน้ำมันมาก จึงทำให้มีความสามารถดูดความชื้นได้ดีกว่ากระถางที่มีปริมาณเถ้าปาล์มน้ำมันน้อยกว่า



ภาพที่ 3.23 ค่าความชื้นของกระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 10 20 30 40 และ 50

3.2.3 การทดสอบความต้านทานการตกกระแทก

การทดสอบความต้านทานการตกกระแทกของกระถางเพาะชำที่ผลิตจากเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์มที่อัตราส่วน 70:30 กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 และ เถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 ที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร 100 เซนติเมตร และ 150 เซนติเมตร ผลการศึกษา ดังนี้

3.2.3.1 กระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันที่ร้อยละ 10 พบว่า เมื่อตกกระแทกที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร กระถางไม่มีรอยแตกหรือรอยร้าว ที่ระดับความสูง 100 เซนติเมตร ขอบด้านบนและขอบด้านข้างมีรอยร้าว และที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตร กระถางแตกร้าวทั้งใบ ดังภาพที่ 3.24

3.2.3.2 กระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันที่ร้อยละ 20 พบว่า เมื่อตกกระแทกที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร ขอบด้านบนของกระถางแตกร้าว ที่ระดับความสูง 100 เซนติเมตร ด้านข้างของกระถางมีรอยร้าวจากปากกระถางถึงก้นกระถาง และที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตร ขอบด้านข้างของกระถางมีรอยร้าวจากปากกระถางถึงก้นกระถาง ดังภาพที่ 3.25

3.2.3.3 กระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันที่ร้อยละ 30 พบว่า เมื่อตกกระแทกที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร กระถางไม่มีรอยแตกหรือรอยร้าว ที่ระดับความสูง 100 เซนติเมตร กระถางจะมีรูปทรงบิดเบี้ยวและมีรอยร้าว และที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตร ด้านข้างของกระถางมีรอยร้าวจากปากกระถางถึงก้นกระถาง ดังภาพที่ 3.26

3.2.3.4 กระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันที่ร้อยละ 40 พบว่า เมื่อตกกระแทกที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร กระถางไม่มีรอยแตกหรือรอยร้าว ที่ระดับความสูง 100 เซนติเมตร ด้านข้างของกระถางมีรอยร้าวจากปากกระถางถึงก้นกระถาง และที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตร ขอบด้านข้างของกระถางมีรอยร้าว ดังภาพที่ 3.27

3.2.3.5 กระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันที่ร้อยละ 50 พบว่า เมื่อตกกระแทกที่ระดับความสูง 50 เซนติเมตร กระถางไม่มีรอยแตกหรือรอยร้าว ที่ระดับความสูง 100 เซนติเมตร กระถางไม่มีรอยแตกหรือรอยร้าว และที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตร ขอบด้านบนของกระถางมีรอยร้าว ดังภาพที่ 3.28

ระดับความสูง 50 เซนติเมตร

ระดับความสูง 100 เซนติเมตร

ระดับความสูง 150 เซนติเมตร

ภาพที่ 3.24 ผลการทดสอบความต้านทานการตกกระแทกของกระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 10

ระดับความสูง 50 เซนติเมตร

ระดับความสูง 100 เซนติเมตร

ระดับความสูง 150 เซนติเมตร

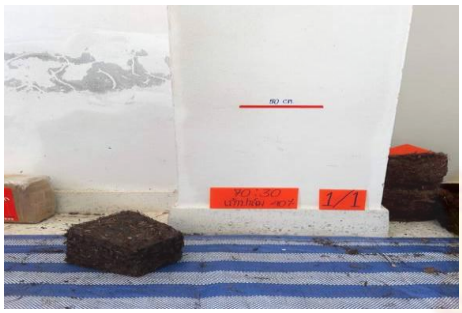
ภาพที่ 3.25 ผลการทดสอบความต้านทานการตกกระแทกของกระถาง ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 20

ระดับความสูง 50 เซนติเมตร

ระดับความสูง 100 เซนติเมตร

ระดับความสูง 150 เซนติเมตร

ภาพที่ 3.26 ผลการทดสอบความต้านทานการตกกระแทกของกระถาง ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 30



ระดับความสูง 50 เซนติเมตร

ระดับความสูง 100 เซนติเมตร

ระดับความสูง 150 เซนติเมตร

ภาพที่ 3.27 ผลการทดสอบความต้านทานการตกกระแทกของกระถาง ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 40

ระดับความสูง 50 เซนติเมตร

ระดับความสูง 100 เซนติเมตร

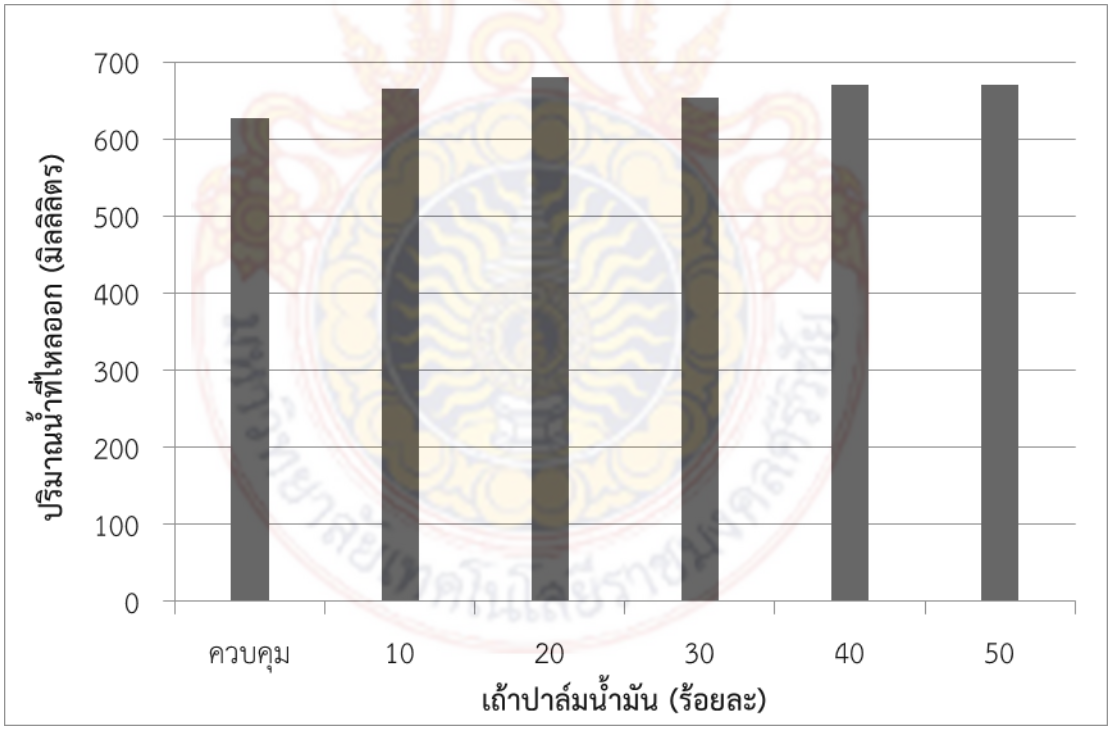
ระดับความสูง 150 เซนติเมตร

ภาพที่ 3.28 ผลการทดสอบความต้านทานการตกกระแทกของกระถาง ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 50

จากผลการศึกษาการทดสอบความต้านทานการตกกระแทก พบว่า กระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันที่ร้อยละ 50 เมื่อตกกระแทกที่ระดับความสูง 50 และ 100 เซนติเมตร กระถางจะไม่มีรอยแตกร้าว ในขณะที่เมื่อตกกระแทกที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตร ขอบด้านบนของกระถางมีรอยร้าว เนื่องจากเถ้าปาล์มน้ำมันมีคุณสมบัติเป็นวัสดุประสาน ดังนั้นกระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันปริมาณมากจึงมีความแข็งแรง และมีความต้านทานต่อแรงกระแทกได้มากกว่ากระถางที่มีปริมาณเถ้าปาล์มน้ำมันน้อยกว่า ซึ่งสอดคล้องกับ สุรินทร์ (2550) ได้กล่าวไว้ว่า เถ้าปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุปอซโซลานที่มีคุณสมบัติในการยึดประสานได้น้อย แต่เมื่อมีความละเอียดที่เหมาะสม และมีความชื้นเพียงพอสามารถทำปฏิกิริยากับด่าง หรือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ $Ca(OH)_2$ ซึ่งเป็นสารประกอบที่อยู่ในกากตะกอนน้ำมันปาล์ม ทำให้ได้สารประกอบที่มีคุณสมบัติในการประสานได้ดีคล้ายปูนซีเมนต์

3.2.4 การทดสอบการอุ้มน้ำของกระถาง

การทดสอบการอุ้มน้ำของกระถางที่ผลิตจากเส้นใยปาล์มน้ำมัน และกากตะกอนน้ำมันปาล์มที่อัตราส่วน 70:30 กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 และเถ้าปาล์มน้ำมันที่ร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 ดังภาพที่ 3.29

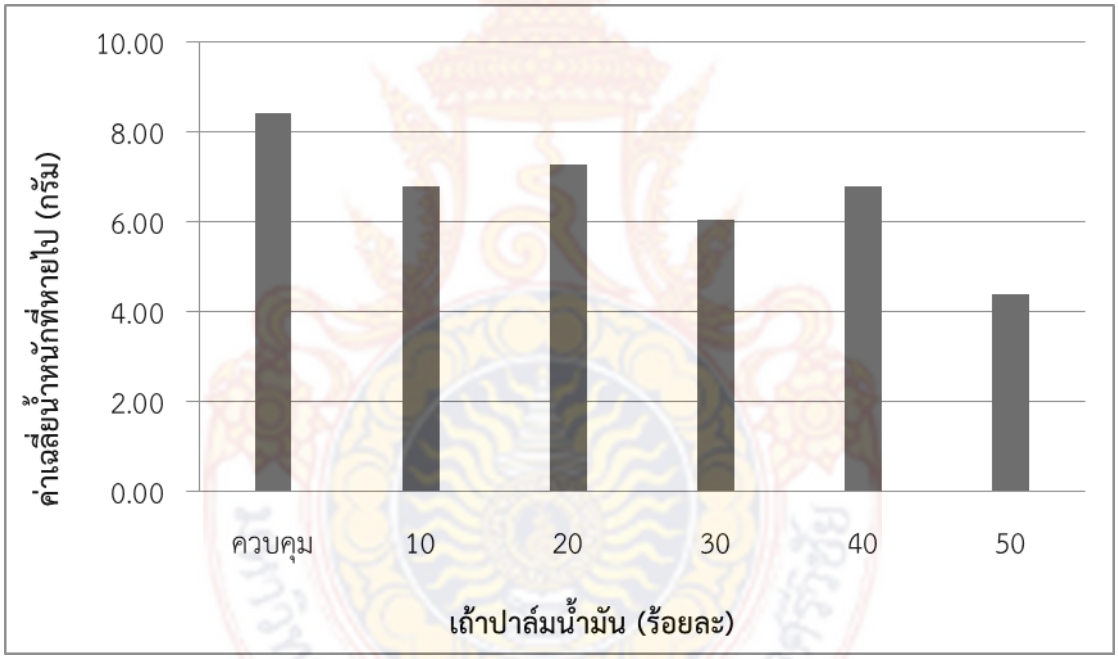


ภาพที่ 3.29 ผลการทดสอบการอุ้มน้ำของกระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน ร้อยละ 10 20 30 40 และ 50

จากภาพที่ 3.29 พบว่า ปริมาณน้ำที่ไหลออกจากกระถางไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) แสดงว่า เถ้าปาล์มน้ำมันไม่มีผลต่อการอุ้มน้ำของกระถาง เนื่องจากเถ้าปาล์มน้ำมันมีขนาดละเอียด และใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตกระถางในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับ สุรินทร์ (2550) ได้กล่าวไว้ว่า ถ้าหากเถ้าปาล์มน้ำมันมีความละเอียดมากขึ้นจะทำให้เถ้าปาล์มน้ำมันมีความพรุนลดลง ดังนั้น กระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 จึงมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำไม่แตกต่างกัน

3.2.5 การทดสอบการย่อยสลายของกระถาง

การทดสอบการย่อยสลายของกระถางที่ผลิตจากเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม ที่อัตราส่วน 70:30 กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 และเถ้าปาล์มน้ำมันที่ร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 เป็นระยะเวลา 30 วัน ผลการศึกษา ดังภาพที่ 3.30

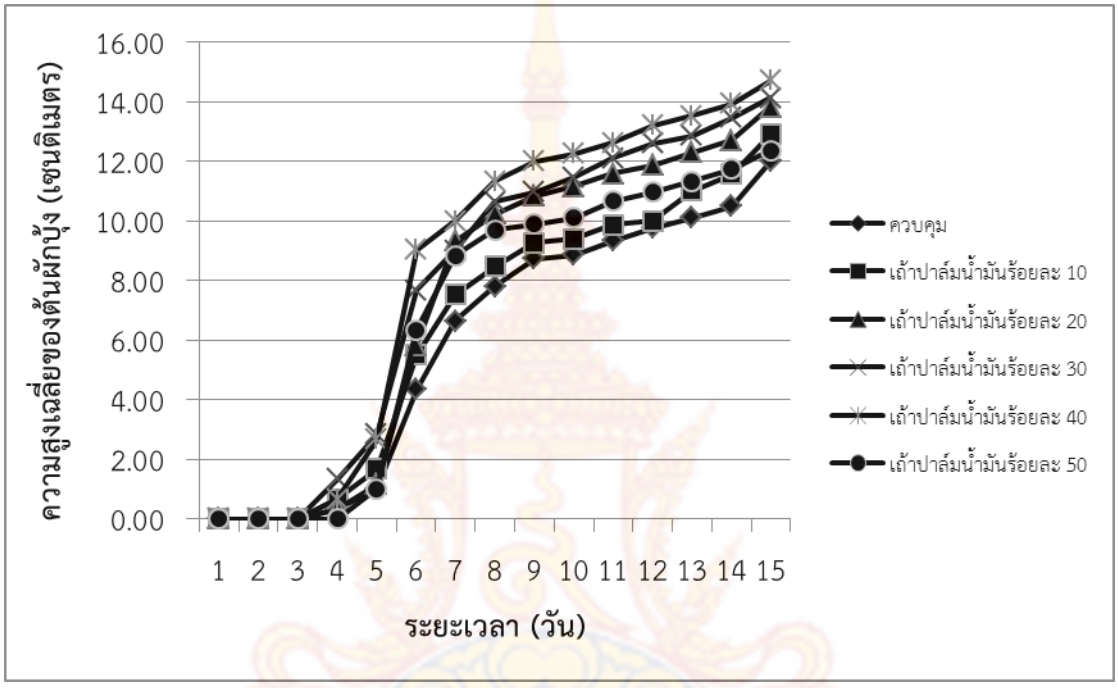


ภาพที่ 3.30 การทดสอบการย่อยสลายของกระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน ร้อยละ 10 20 30 40 และ 50

จากภาพที่ 3.20 เมื่อทดสอบการย่อยสลายกระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน พบว่า กระถางชุดควบคุมซึ่งไม่มีการผสมเถ้าปาล์มน้ำมันมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่หายไปของกระถางสูงกว่ากระถางที่มีส่วนผสมของเถ้าปาล์มน้ำมัน และกระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักการย่อยสลายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ดังนั้น ปริมาณเถ้าปาล์มน้ำมันไม่มีผลต่อการย่อยสลายของกระถาง เพราะปาล์มน้ำมันมีองค์ประกอบทางเคมี และมีคุณสมบัติในการยึดประสาน ซึ่งสอดคล้องกับ สุรินทร์ (2550) ได้กล่าวไว้ว่า เถ้าปาล์มน้ำมันมีองค์ประกอบทางเคมี ที่ประกอบด้วยซิลิกา และอลูมินา และมีคุณสมบัติในการยึดประสาน

3.2.6 การทดสอบการปลูกพืช

การทดสอบการปลูกพืชของกระถางที่ผลิตจากเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม ที่อัตราส่วน 70:30 กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 และเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 ผลการศึกษา ดังภาพที่ 3.31



ภาพที่ 3.31 ความสูงเฉลี่ยของต้นผักบุ้งในกระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 10 20 30 40 และ 50

จากภาพที่ 3.31 เมื่อปลูกต้นผักบุ้งในกระถางที่ผลิตจากเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม ที่อัตราส่วน 70:30 กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 พบว่า ความสูงเฉลี่ยของต้นผักบุ้งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) ดังนั้นเถ้าปาล์มน้ำมันจึงไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักบุ้ง เพราะในเถ้าปาล์มน้ำมันมีสารอาหาร เช่น ซิลิกา อลูมิเนียม ซึ่งเป็นธาตุอาหารรอง ซึ่งเป็นไม่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของต้นผักบุ้ง

บทที่ 4 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการผลิตกระถางย่อยสลายได้จากเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม ที่อัตราส่วน 100:0 70:30 50:50 30:70 และ 0:100 โดยใช้กาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 15 20 25 และ 30 เป็นตัวประสานในการขึ้นรูป พบว่า อัตราส่วนของเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนปาล์มน้ำมันที่อัตราส่วน.70:30.และความเข้มข้นของกาวแป้งเปียกที่ร้อยละ 10 มีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากกระถางสามารถถอดออกจากแม่พิมพ์ได้ง่าย และกระถางเสียรูปทรงน้อย เมื่อเทียบกับชุดการทดลองอื่น จากนั้นนำอัตราส่วนที่เหมาะสม มาผสมกับเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 แล้วทำการศึกษาคุณสมบัติของกระถาง พบว่า

4.1.1 ความชื้น พบว่า กระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 50 มีค่าเฉลี่ยความชื้นมากที่สุด เท่ากับ 54.05±2.85

4.1.2 ความต้านทานการตกกระแทก พบว่า กระถางที่สามารถทนต่อแรงตกกระแทกที่ระดับความสูง 50 100 และ 150 เซนติเมตร ได้ดีที่สุด คือ กระถางที่มีปริมาณเถ้าปาล์มน้ำมันที่ร้อยละ 50 กระถางมีรอยแตกร้าวน้อยสุด

4.1.3 การอุ้มน้ำของกระถาง พบว่า กระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันที่ร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 มีปริมาณน้ำไหลออกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

4.1.4 การย่อยสลายของกระถาง พบว่า การย่อยสลายของกระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันที่ร้อยละ 20 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่หายไปมากสุด เท่ากับ 7.27 กรัม และกระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันที่ร้อยละ 10 30 40 และ 50 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักการย่อยสลายที่ลดลง

4.1.5 การปลูกพืช พบว่า กระถางที่ผลิตจากเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์มที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 40 มีค่าความสูงเฉลี่ยของต้นผักบุ้งสูงที่สุด เท่ากับ 13.8 เซนติเมตร และกระถางที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 10 มีค่าความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 11.9 เซนติเมตร

4.2 ข้อเสนอแนะ

4.2.1 ควรเตรียมวัสดุที่ใช้ในการขึ้นรูปกระถางเพาะชำให้มีความละเอียด เพื่อทำให้กระถางมีความเรียบเนียนและสวยงาม

4.2.2 ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะรูปทรงของแม่พิมพ์แตกต่างกัน เช่น ทรงกลม ทรงห้าเหลี่ยม และทรงกรวย เป็นต้น

บรรณานุกรม

คลังข้อมูลสารสนเทศระดับภูมิภาค. 2552. การแปรรูปปาล์มน้ำมัน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : **http://www.arda.or.th.** (18 พฤษภาคม 2560).

จิตวรรณ เครือดำ. 2555. ลักษณะเฉพาะและสมบัติทางกายภาพของกากเบียร์เพื่อการประยุกต์กระถางปลูกต้นไม้ที่ย่อยสลายได้. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาเทคโนโลยีการบรรจุ ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุและวัสดุ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จินตนา สุขสวัสดิ์. 2557. ไม้พลาสติกคอมโพสิตจากพอลิพรอพิลีนและเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อเส้นใยทะลายปาล์มเปล่า เส้นใยทางใบ และเส้นใยเปลือกผลปาล์ม. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต**.** สาขาวิชาเทคโนโลยีพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**.**

เฉลิม สุจริต. 2540. **วัสดุการก่อสร้างสถาปัตยกรรม**. ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. 13 น.

ธนาวดี ลี้จากภัย. 2549. **พลาสติกย่อยสลายได้เพื่อสิ่งแวดล้อม.** ศูนย์เทคโนโลยีและวัสดุแห่งชาติ สานักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ไทยเอฟเฟคท์. กรุงเทพมหานคร. 138 น.

บริษัท พิทักษ์ปาล์มออยล์ จำกัด. 2555. สกัดน้ำมันปาล์มดิบ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : **http://www.emis.com** (20 พฤษภาคม 2560).

บริษัท พิทักษ์ปาล์มออยล์ จำกัด. 2559. สกัดน้ำมันปาล์มดิบ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : **http://www.emis.com** (18 เมษายน 2560).

บูรณา สืบคุณะ. 2557. **การผลิตเยื่อกระดาษจากใยสับปะรดที่ผ่านการต้มด้วยขี้เถ้าเพื่อนำมาผลิตถุงชา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ปฐมา จาตกานนท์, กุลฤดี แสงสีทอง, รุ่งทิวา วันสุขศรี และกล้าณรงค์ ศรีรอต, 2558. **สมบัติของฟิล์มจากแป้งมันสำปะหลังดัดแปรด้วยกรดในน้ำและเอทานอล**. สถาบันค้นคว้าศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. 10 น.

ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง, มาริสา จินะดิษฐ์, วราภรณ์ ธนะกุลรังสรรค์, สุรัตน์ บุญพึ่ง, จิรพล กลิ่นบุญ, ไชยยันต์ ไชยยะ และ ฉันทมณี วังสะจันทานนท์. 2548. **กระถางต้นไม้จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล. กรุงเทพมหานคร. 139 น.

พีระพงศ์ จันทรนิยม. 2551. กระบวนการไร้ของเสียในอุตสาหกรรมการสกัดน้ำมันปาล์ม. วารสารหาดใหญ่วิชาการ, 6 (2).

พรฤดี สงวนสุข. 2552. การพัฒนาบรรจุภัณฑ์กระถางจากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและกากตะกอนเยื่อกระดาษจากบ่อบำบัดน้ำเสียสำหรับกล้าไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พงศธร หนูเล็ก, จริณุวัฒน์ แสงมุกต์, และ ชินพันธ์ แซ่ลิ้ม. 2552. กระถางเพาะชำจากใยมะพร้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

เลอพงศ์ จารุพันธ์ และ พรฤดี สงวนสุข. 2553. **บรรจุภัณฑ์กระถางจากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและกากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสีย**. วิชาเทคโนโลยีการบรรจุและวัสดุ. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 7 น.

วีรชาติ ตั้งจิรภัทร, ชัย จาดุรพิทักษ์, อัครเดช อับดุลมาติน และ เพ็ญพิชชา คงเพิ่มโภศล. 2559. การพัฒนากำลังอัดของคอนกรีตโดยใช้วัสดุประสานจากเถ้าก้นเตาและกาแคลเซียมคาร์ไบด์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : **http://www.thaitca.or.th**. (16 ตุลาคม 2560).

ศูนย์ศึกษาการค้าระหว่างประเทศ. 2556. **อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน.** โครงการพัฒนาความร่วมมือด้านอุตสหกรรมกับประเทศเพื่อนบ้าน (ยุทธศาสตร์การพัฒนาความร่วมมือ ด้านอุตสากรรมภายใต้กรอบโครงการ พัฒนาเขตเศรษกิจสามฝ่าย อินโดนีเซีย-มาเลเซีย-ไทย: IMT-GT). มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. 176 น.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2554. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : **http://oae.go.th.** (24 พฤษภาคม 2560)

สุรินทร์ มายูร. 2550. การศึกษาอิทธิพลของเถ้าปาล์มน้ำมันจากแหล่งต่างๆของภาคใต้ตอนบนต่อคุณสมบัติของมอร์ตาร์ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมก่อสร้าง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์. 2545. **การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับการจัดการปุ๋ยเคมีเฉพาะพื้นที่เพื่อเพิ่มสมรรถนะการผลิตของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 2 ที่ปลูกในชุดดินบางเลน.** คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยศิลปากร**.**

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ผลการศึกษาคุณสมบัติของกระถางเพาะชำ

ตารางผนวกที่ ก1 ลักษณะการขึ้นรูปกระถางเพาะชำที่ผลิตจากเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม และกาวแป้งเปียกที่อัตราส่วนต่างๆ

อัตราส่วนของเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม	ความเข้มข้นของกาวแป้งเปียก (ร้อยละ)	กระถางใบที่	ลักษณะของกระถาง	การถอดออกจากแม่พิมพ์	ลักษณะรูปทรงของกระถาง
100 : 0	10	1	เนื้อหยาบ	ถอดง่าย	บิดเบี้ยว
		2	เนื้อหยาบ	ถอดง่าย	บิดเบี้ยว
		3	เนื้อหยาบ	ถอดง่าย	แตกร้าว
	15	1	เนื้อหยาบ	ถอดง่าย	แตกร้าว
		2	เนื้อหยาบ	ถอดง่าย	บิดเบี้ยว
		3	เนื้อหยาบ	ถอดง่าย	บิดเบี้ยว
	20	1	เนื้อหยาบ	ถอดง่าย	บิดเบี้ยว
		2	เนื้อหยาบ	ถอดง่าย	แตกร้าว
		3	เนื้อหยาบ	ถอดง่าย	บิดเบี้ยว
	25	1	เนื้อหยาบ	ถอดง่าย	บิดเบี้ยว
		2	เนื้อหยาบ	ถอดง่าย	บิดเบี้ยว
		3	เนื้อหยาบ	ถอดง่าย	แตกร้าว
	30	1	เนื้อหยาบ	ถอดง่าย	แตกร้าว
		2	เนื้อหยาบ	ถอดง่าย	บิดเบี้ยว
		3	เนื้อหยาบ	ถอดง่าย	แตกร้าว

ตารางผนวกที่ ก1 ลักษณะการขึ้นรูปกระถางเพาะชำที่ผลิตจากเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม และกาวแป้งเปียกที่อัตราส่วนต่างๆ (ต่อ)

อัตราส่วนของเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม	ความเข้มข้นของกาวแป้งเปียก (ร้อยละ)	กระถางใบที่	ลักษณะของกระถาง	การถอดออกจากแม่พิมพ์	ลักษณะรูปทรงของกระถาง
70 : 30	10	1	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	สมบูรณ์
		2	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	สมบูรณ์
		3	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	สมบูรณ์
	15	1	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	บิดเบี้ยว
		2	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	บิดเบี้ยว
		3	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	แตกร้าว
	20	1	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	แตกร้าว
		2	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	บิดเบี้ยว
		3	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	แตกร้าว
	25	1	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	แตกร้าว
		2	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	บิดเบี้ยว
		3	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	แตกร้าว
	30	1	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	บิดเบี้ยว
		2	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	บิดเบี้ยว
		3	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	แตกร้าว

ตารางผนวกที่ ก1 ลักษณะการขึ้นรูปกระถางเพาะชำที่ผลิตจากเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม และกาวแป้งเปียกที่อัตราส่วนต่างๆ (ต่อ)

อัตราส่วนของเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม	ความเข้มข้นของกาวแป้งเปียก (ร้อยละ)	กระถางใบ	ลักษณะของกระถาง	การถอดออกจากแม่พิมพ์	ลักษณะรูปทรงของกระถาง
50 : 50	10	1	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดยาก	แตกร้าว
		2	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดยาก	บิดเบี้ยว
		3	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดยาก	บิดเบี้ยว
	15	1	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดยาก	บิดเบี้ยว
		2	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดยาก	แตกร้าว
		3	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดยาก	บิดเบี้ยว
	20	1	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดยาก	บิดเบี้ยว
		2	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดยาก	แตกร้าว
		3	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดยาก	แตกร้าว
	25	1	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดยาก	แตกร้าว
		2	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดยาก	แตกร้าว
		3	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดยาก	บิดเบี้ยว
	30	1	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดยาก	แตกร้าว
		2	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดยาก	แตกร้าว
		3	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดยาก	แตกร้าว

ตารางผนวกที่ ก1 ลักษณะการขึ้นรูปกระถางเพาะชำที่ผลิตจากเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม และกาวแป้งเปียกที่อัตราส่วนต่างๆ (ต่อ)

อัตราส่วนของเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม	ความเข้มข้นของกาวแป้งเปียก (ร้อยละ)	กระถางใบที่	ลักษณะของกระถาง	การถอดออกจากแม่พิมพ์	ลักษณะรูปทรงของกระถาง
30 : 70	10	1	เนื้อละเอียด	ถอดยาก	บิดเบี้ยว
		2	เนื้อละเอียด	ถอดยาก	บิดเบี้ยว
		3	เนื้อละเอียด	ถอดยาก	แตกร้าว
	15	1	เนื้อละเอียด	ถอดยาก	บิดเบี้ยว
		2	เนื้อละเอียด	ถอดยาก	แตกร้าว
		3	เนื้อละเอียด	ถอดยาก	แตกร้าว
	20	1	เนื้อละเอียด	ถอดยาก	บิดเบี้ยว
		2	เนื้อละเอียด	ถอดยาก	แตกร้าว
		3	เนื้อละเอียด	ถอดยาก	แตกร้าว
	25	1	เนื้อละเอียด	ถอดยาก	แตกร้าว
		2	เนื้อละเอียด	ถอดยาก	บิดเบี้ยว
		3	เนื้อละเอียด	ถอดยาก	แตกร้าว
	30	1	เนื้อละเอียด	ถอดยาก	บิดเบี้ยว
		2	เนื้อละเอียด	ถอดยาก	แตกร้าว
		3	เนื้อละเอียด	ถอดยาก	แตกร้าว

ตารางผนวกที่ ก1 ลักษณะการขึ้นรูปกระถางเพาะชำที่ผลิตจากเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม และกาวแป้งเปียกที่อัตราส่วนต่างๆ (ต่อ)

อัตราส่วนของเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์ม	ความเข้มข้นของกาวแป้งเปียก (ร้อยละ)	กระถางใบที่	ลักษณะของกระถาง	การถอดออกจากแม่พิมพ์	ลักษณะรูปทรงของกระถาง
0 : 100	10	1	เนื้อละเอียด	ถอดไม่ได้	ไม่เป็นรูปทรง
		2	เนื้อละเอียด	ถอดไม่ได้	ไม่เป็นรูปทรง
		3	เนื้อละเอียด	ถอดไม่ได้	ไม่เป็นรูปทรง
	15	1	เนื้อละเอียด	ถอดไม่ได้	ไม่เป็นรูปทรง
		2	เนื้อละเอียด	ถอดไม่ได้	ไม่เป็นรูปทรง
		3	เนื้อละเอียด	ถอดไม่ได้	ไม่เป็นรูปทรง
	20	1	เนื้อละเอียด	ถอดไม่ได้	ไม่เป็นรูปทรง
		2	เนื้อละเอียด	ถอดไม่ได้	ไม่เป็นรูปทรง
		3	เนื้อละเอียด	ถอดไม่ได้	ไม่เป็นรูปทรง
	25	1	เนื้อละเอียด	ถอดไม่ได้	ไม่เป็นรูปทรง
		2	เนื้อละเอียด	ถอดไม่ได้	ไม่เป็นรูปทรง
		3	เนื้อละเอียด	ถอดไม่ได้	ไม่เป็นรูปทรง
	30	1	เนื้อละเอียด	ถอดไม่ได้	ไม่เป็นรูปทรง
		2	เนื้อละเอียด	ถอดไม่ได้	ไม่เป็นรูปทรง
		3	เนื้อละเอียด	ถอดไม่ได้	ไม่เป็นรูปทรง

ตารางผนวกที่ ก2 ลักษณะการขึ้นรูปของกระถางเพาะชำที่ผลิตจากเส้นใยปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนน้ำมันปาล์มที่อัตราส่วน 70:30 และกาวแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 10

เถ้าปาล์มน้ำมัน (ร้อยละ)	กระถางใบที่	ลักษณะของกระถาง	การถอดออกจากแม่พิมพ์	ลักษณะรูปทรงของกระถาง
10	1	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	บิดเบี้ยว
	2	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	บิดเบี้ยว
	3	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	บิดเบี้ยว
20	1	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	บิดเบี้ยว
	2	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	บิดเบี้ยว
	3	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	บิดเบี้ยว
30	1	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	สมบูรณ์
	2	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	สมบูรณ์
	3	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	สมบูรณ์
40	1	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	สมบูรณ์
	2	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	สมบูรณ์
	3	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	สมบูรณ์
50	1	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	สมบูรณ์
	2	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	สมบูรณ์
	3	เนื้อค่อนข้างหยาบ	ถอดง่าย	สมบูรณ์

ตารางผนวกที่ ก3 ค่าความชื้นของกระถางเพาะชำที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 10 20 30 40 และ 50

เถ้าปาล์มน้ำมัน (ร้อยละ)	น้ำหนักกระถางก่อนอบ(กรัม)	น้ำหนักกระถางหลังอบ(กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	ความชื้น (ร้อยละ)
ชุดควบคุม	905	420	485	53.59
	875	410	465	53.14
	850	390	460	54.12
เฉลี่ย				53.62±0.49
10	900	410	490	54.44
	870	390	480	55.17
	840	400	440	52.38
เฉลี่ย				53.99±1.45
20	890	430	460	51.68
	875	400	475	54.28
	890	410	480	53.93
เฉลี่ย				53.29±1.41
30	910	460	450	49.45
	960	450	510	53.12
	940	460	480	51.06
เฉลี่ย				51.21±1.84
40	830	430	400	48.19
	835	430	405	48.50
	825	410	415	50.30
เฉลี่ย				48.99±1.14
50	935	460	475	50.80
	960	430	530	55.20
	935	410	525	56.15
เฉลี่ย				54.05±2.85

ตารางผนวกที่ ก4 ลักษณะของกระถางเพาะชำที่ตกกระแทกพื้นที่ระดับความสูงต่างๆ

เถ้าปาล์มน้ำมัน (ร้อยละ)	ตกกระแทกที่ระดับความสูง (เซนติเมตร)		
	50	100	150
ชุดควบคุม	กระถางไม่มีรอยแตกหรือรอยร้าว	ขอบด้านบนและขอบด้านข้างของกระถางมีรอยร้าว	กระถางแตกร้าวทั้งใบ
10	กระถางไม่มีรอยแตกหรือรอยร้าว	ขอบด้านบนและขอบด้านข้างของกระถางมีรอยร้าว	กระถางแตกร้าวทั้งใบ
20	ขอบด้านบนของกระถางแตกร้าว	ด้านข้างของกระถางมีรอยร้าวจากปากกระถางถึงก้นกระถาง	ขอบด้านข้างของกระถางมีรอยร้าวจากปากกระถางถึงก้นกระถาง
30	กระถางไม่มีรอยแตกหรือรอยร้าว	กระถางรูปทรงบิดเบี้ยวและมีรอยร้าว	ด้านข้างของกระถางมีรอยร้าวจากปากกระถางถึงก้นกระถาง
40	กระถางไม่มีรอยแตกหรือรอยร้าว	ด้านข้างกระถางมีรอยร้าวจากปากกระถางถึงก้นกระถาง	ขอบด้านข้างของกระถางมีรอยร้าว
50	กระถางไม่มีรอยแตกหรือรอยร้าว	กระถางไม่มีรอยแตกหรือรอยร้าว	ขอบด้านบนของกระถางมีรอยร้าว

ตารางผนวกที่ ก5 ปริมาณน้ำที่ไหลออกจากกระถางเพาะชำที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 10 20 30 40 และ 50

เถ้าปาล์มน้ำมัน (ร้อยละ)	ชุดการทดลอง	ปริมาณน้ำที่ไหลออก (มิลลิลิตร)
ชุดควบคุม	1	640
	2	610
	3	630
	เฉลี่ย	627±15.07
10	1	680
	2	680
	3	640
	เฉลี่ย	667±23.09
20	1	670
	2	690
	3	680
	เฉลี่ย	680±10.00
30	1	690
	2	640
	3	630
	เฉลี่ย	653±32.14
40	1	670
	2	690
	3	650
	เฉลี่ย	670±55.68
50	1	650
	2	660
	3	700
	เฉลี่ย	670±26.46

ตารางผนวกที่ ก6 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่หายไปของกระถางเพาะชำที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันร้อยละ 10 20 30 40 และ 50

เถ้าปาล์มน้ำมัน (ร้อยละ)	ชุดการทดลอง	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	น้ำหนักหลัง (กรัม)	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่หายไปของกระถาง (กรัม)
ชุดควบคุม	1	5,400	5,100	5.55 (ไม่นำมาคำนวณ)
	2	5,540	5,100	7.94
	3	5,160	4,700	8.91
	เฉลี่ย			8.42
10	1	5,460	5,100	6.59
	2	5,520	5,100	7.60
	3	5,540	5,200	6.14
	เฉลี่ย			6.78
20	1	5,500	5,100	7.27
	2	5,500	5,040	8.36
	3	5,500	5,160	6.18
	เฉลี่ย			7.27
30	1	5,500	5,200	5.45
	2	5,500	5,100	7.27
	3	5,500	5,200	5.45
	เฉลี่ย			6.06
40	1	5,480	5,100	6.93
	2	5,200	5,100	1.92 (ไม่นำมาคำนวณ)
	3	5,400	5,040	6.67
	เฉลี่ย			6.80
50	1	5,300	5,100	3.77
	2	5,100	4,900	3.92
	3	5,600	5,300	5.36
	เฉลี่ย			4.40

ตารางผนวกที่ ก7 ค่าเฉลี่ยความสูงของต้นผักบุ้งที่ปลูกในกระถางเพาะชำที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน ร้อยละ 10 20 30 40 และ 50

ระยะเวลา	ความสูงเฉลี่ยของต้นผักบุ้ง (เซนติเมตร)					
	ชุดควบคุม	เถ้าปาล์มน้ำมัน ร้อยละ 10	เถ้าปาล์มน้ำมัน ร้อยละ 20	เถ้าปาล์มน้ำมัน ร้อยละ 30	เถ้าปาล์มน้ำมัน ร้อยละ 40	เถ้าปาล์มน้ำมัน ร้อยละ 50
1	ไม่งอก	ไม่งอก	ไม่งอก	ไม่งอก	ไม่งอก	ไม่งอก
2	ไม่งอก	ไม่งอก	ไม่งอก	ไม่งอก	ไม่งอก	ไม่งอก
3	ไม่งอก	ไม่งอก	ไม่งอก	ไม่งอก	ไม่งอก	ไม่งอก
4	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	ไม่งอก
5	1.0	1.7	0.7	2.3	3.0	0.7
6	5.3	5.5	7.5	7.6	9.1	6.3
7	7.0	7.5	9.3	9.0	10.0	8.8
8	7.8	8.4	10.2	10.6	11.3	9.7
9	8.9	9.2	10.8	10.9	12.0	9.8
10	9.0	9.4	11.2	11.3	12.3	10.1
11	9.0	9.6	11.4	11.7	12.5	10.6
12	9.2	10.0	11.6	11.9	12.8	10.9
13	9.8	10.2	11.8	12.3	13.0	11.2
14	11.0	11.5	12.3	13.1	13.3	11.5
15	11.0	11.9	12.9	13.3	13.8	12.2

ภาคผนวก ข
วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

ภาพผนวกที่ ข1 เส้นใยปาล์มน้ำมัน

ภาพผนวกที่ ข2 กากตะกอนน้ำมันปาล์ม

ภาพผนวกที่ ข3 เถ้าปาล์มน้ำมัน

ภาพผนวกที่ ข4 แม่พิมพ์กระถางพร้อมเครื่องกดอัดไฮโดรลิค

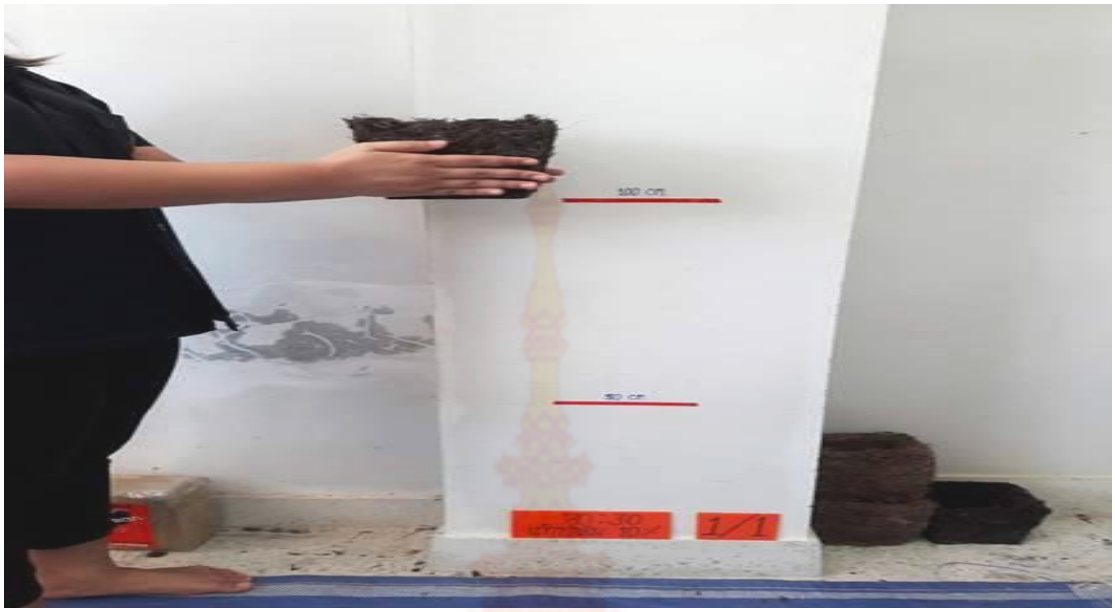
ภาพผนวกที่ ข5 การบดกากตะกอนน้ำมันปาล์ม

ภาพผนวกที่ ข6 แป้งมันที่ผ่านการต้มสุก

ภาคผนวก ค
การทดสอบคุณสมบัติของกระถาง

ภาพผนวกที่ ค1 ทดสอบการหาค่าความชื้น

ภาพผนวกที่ ค2 ทดสอบความต้านทานการตกกระแทก ระดับ 50 เซนติเมตร



ภาพผนวกที่ ค3 ทดสอบความต้านทานการตกกระแทก ระดับ 100 เซนติเมตร

ภาพผนวกที่ ค4 ทดสอบความต้านทานการตกกระแทก ระดับ 150 เซนติเมตร

ภาพผนวกที่ ค5 ทดสอบการอุ้มน้ำของกระถาง

ภาพผนวกที่ ค6 ทดสอบการย่อยสลายและการปลูกผักบุ้ง