การพัฒนาเครื่องมือในการขึ้นรูปกระถาง และการผลิตกระถางต้นไม้จากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน

Development of Hydraulic Plant Pot Press and Constructing Wooden Planting Containers from the Male Inflorescence of Oil Palm

เยาวลักษณ์ สุวรรณรัตน์

ปิยนุช มาสงค์

ฑิฆัมพร จันทร์ผ่อง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2564

การพัฒนาเครื่องมือในการขึ้นรูปกระถาง และการผลิตกระถางต้นไม้จากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน

Development of Hydraulic Plant Pot Press and Constructing Wooden Planting Containers from the Male Inflorescence of Oil Palm

เยาวลักษณ์ สุวรรณรัตน์

ปิยนุช มาสงค์

ฑิฆัมพร จันทร์ผ่อง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อปริญญานิพนธ์ การพัฒนาเครื่องมือในการขึ้นรูปกระถางและการผลิตกระถางต้นไม้จากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน

ชื่อ นามสกุล เยาวลักษณ์ สุวรรณรัตน์
ปิยนุช มาสงค์
ฑิฆัมพร จันทร์ผ่อง

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.วรนุช ดีละมัน

คณะกรรมการสอบได้ให้ความเห็นชอบปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ไว้แล้ว

.....ประธานกรรมการ
(ดร.กิติยศ ตั้งสัจจวงศ์)

.....กรรมการ
(ดร.ศุภชัย หิรัญศุภโชติ)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา
(ดร.วรนุช ดีละมัน)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อนุมัติให้นับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อปริญญานิพนธ์ การพัฒนาเครื่องมือในการขึ้นรูปกระถางและการผลิตกระถางต้นไม้จากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน

ชื่อ นามสกุล เยาวลักษณ์ สุวรรณรัตน์
ปิยนุช มาสงค์
ฑิฆัมพร จันทร์ผ่อง

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม
คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปีการศึกษา 2564

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการพัฒนาเครื่องมืออัดกระถางต้นไม้ชีวภาพเป็นระบบไฮดรอลิกส์และหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตกระถางชีวภาพจากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน โดยทำการทดสอบระยะเวลาในการย่อยสลาย ความพองตัว การดูดซึมน้ำ และปริมาณธาตุอาหารที่กระถางสามารถปลดปล่อยออกมาได้ ผลการพัฒนาเครื่องมือขึ้นรูปกระถางพบว่า เครื่องอัดกระถางไฮดรอลิกส์สามารถขึ้นรูปกระถางได้ โดยใช้เวลาประมาณ 1 นาทีต่อกระถาง ผลการทดสอบกระถางพบว่า อัตราส่วนของวัตถุดิบระหว่างช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันและเส้นใยมะพร้าว (95 : 5) มีความเหมาะสมที่สุด ผลการทดลองระยะเวลาการย่อยสลายของกระถาง 28 วัน พบว่ามีการย่อยสลายเท่ากับ 26.77% ผลการทดสอบความพองตัวและการดูดซึมน้ำที่ระยะเวลา 14 นาที มีค่าเท่ากับ 21.27% และ 52.50% ตามลำดับ และปริมาณธาตุอาหารหลักที่กระถางสามารถปลดปล่อยออกมาได้คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มีค่าเท่ากับ 2.20% 0.39% และ 2.30% ตามลำดับ ผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาเครื่องมืออัดขึ้นรูปกระถาง และเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรต่อไป

Thesis title Development of Hydraulic Plant Pot Press and Constructing Wooden Containers from the Male Inflorescence of Oil Palm

Author Yoawalak Suwannarat
Piyanut Masong
Thikamporn Chanpong

Degree Bachelor of Science
Major program Environmental Science and Technology
Faculty of Science and Technology
Academic Year 2021

ABSTRACT

This study aims to develop a hydraulic system for compressing the bio-pots and to determine the optimal ratio for the production of bio- pots from male inflorescences of oil palm. The parameters used to test bio- pots include decomposition time, swelling, absorption and nutrient content that those pots can release. The results of the development hydraulic pot compactor found that this tool can be used with approximately 1 minute per pot production time. The ratio of raw materials between male inflorescences of oil palm and coconut fiber (95: 5) was most suitable for pot making. The degradation time results of the 28-day were 26.77%. The results of the swelling and water absorption at 14 minutes were 21.27% and 52.50%, respectively. The nutrient released by the pots consisted of nitrogen, phosphorus and potassium were 2.20%, 0.39%, and 2.30%, respectively. The results of this study can be used as a basis for the development of a pot compactor and a guideline for adding value to agricultural waste.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลืออย่างยิ่งของคณาจารย์หลายท่าน คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ดร.วรนุช ดีละมัน อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ดร.กิติยศ ตั้งสัจจวงศ์ ประธานกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ และ ดร.ศุภชัย หิรัญศุภโชติ กรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ที่สละเวลาในการช่วยเหลือ ให้ความรู้ คำแนะนำ และคำปรึกษาตลอดจนช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ

ขอขอบคุณพระคุณ ดร.คณาวุฒิ อินทร์แก้ว หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ความอนุเคราะห์ในเรื่องสถานที่การทำวิจัย รวมทั้งอุปกรณ์ในการทำวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ที่อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ความสามารถต่างๆ ให้แก่คณะผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนเพื่อการวิจัยภายใต้โครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่เมตตา อบรมสั่งสอน ให้มีความรู้จนถึงปัจจุบันรวมถึงเพื่อนๆ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม รุ่นที่ 11 ที่ให้ความช่วยเหลือทั้งกำลังกายและกำลังใจในการศึกษาวิจัยจนสำเร็จปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

เยาวลักษณ์ สุวรรณรัตน์
ปิยนุช มาสงค์
ฑิฆัมพร จันทร์ผ่อง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(ก)
Abstract	(ข)
กิตติกรรมประกาศ	(ค)
สารบัญ	(ง)
สารบัญตาราง	(ฉ)
สารบัญภาพ	(ช)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 กรอบแนวคิดในการศึกษา	4
1.6 วิธีการดำเนินงาน	5
1.7 ระยะเวลาทำวิจัยและแผนดำเนินงานตลอดโครงงานวิจัย	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	7
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	33
3.1 พัฒนาเครื่องอัดขึ้นรูปกระถาง	33
3.2 วัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	38
3.3 เครื่องมือ	38
3.4 สารเคมี	38
3.5 ขั้นตอนการเตรียมงานวิจัย	39
3.6 ขั้นตอนการขึ้นรูปกระถาง	39

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล	51
4.1 การพัฒนาเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางแบบไฮดรอลิกส์	51
4.2 การศึกษาลักษณะสัณฐานของกระถางต้นไม้จากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน	52
4.3 การศึกษาระยะเวลาในการย่อยสลาย	54
4.4 ความพองตัวของกระถางต้นไม้	56
4.5 ความดูดซึมน้ำของกระถางต้นไม้	58
4.6 การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K)	60
4.7 การศึกษามูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของกระถางต้นไม้จากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน	62
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	65
5.1 สรุปผลการวิจัย	65
5.2 ข้อเสนอแนะ	66
เอกสารอ้างอิง	67
ภาคผนวก	72
ภาคผนวก ก รายงานผลการทดสอบธาตุอาหาร	73
ภาคผนวก ข ภาพประกอบการทดลอง	75
ประวัติการศึกษา	82

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
3.1 อัตราส่วนผสมของช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน	41
4.1 แสดงผลการศึกษาระยะเวลาในการย่อยสลาย	54
4.2 แสดงผลร้อยละการศึกษาระยะเวลาในการย่อยสลาย	54
4.3 แสดงผลการทดสอบความพองตัวของกระถางต้นไม้	56
4.4 แสดงผลร้อยละความพองตัวของชิ้นส่วนกระถางต้นไม้	56
4.5 แสดงผลการทดสอบความดูดซึมน้ำของกระถางต้นไม้	58
4.6 แสดงผลร้อยละความดูดซึมน้ำของชิ้นส่วนกระถางต้นไม้	58
4.7 แสดงผลการทดสอบธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่มีอยู่ในกระถางต้นไม้	60
4.8 เปรียบเทียบมูลค่าของกระถางต้นไม้จากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน	62
4.9 เปรียบเทียบราคาของกระถางต้นไม้ในท้องตลาด	63
4.10 การเปรียบเทียบการจัดการขยะพลาสติกและกระถางต้นไม้	64

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1.1 ผังแสดงกรอบแนวคิดในการศึกษา	4
2.1 ไฮดรอลิกส์	7
2.2 ข้อดีและข้อเสียของระบบไฮดรอลิกส์	9
2.3 แบบตัวกดอัดส่วนบน	10
2.4 แบบฐานรองกระถางส่วนล่าง	10
2.5 แบบหมุนมือของเครื่องอัดกระถาง	11
2.6 ฐานเหยียบเพื่อดันกระถางต้นไม้ขึ้น	11
2.7 กระถางปลูกต้นไม้	12
2.8 กระถางดินเผา	14
2.9 กระถางพลาสติก	15
2.10 กระถางเซรามิก	15
2.11 ลักษณะราก ลำต้น และใบของปาล์มน้ำมัน	17
2.12 ช่อดอกตัวเมียของปาล์มน้ำมัน	18
2.13 ช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน	18
2.14 ทะลายของปาล์มน้ำมัน	19
2.15 ผลของปาล์มน้ำมัน	20
2.16 ประโยชน์ของปาล์มน้ำมัน	21
2.17 ประโยชน์ของปาล์มน้ำมัน	22
2.18 โพลีไวนิลแอลกอฮอล์	25
2.19 โพลีไวนิลแอลกอฮอล์	25
3.1 ออกแบบเครื่องอัดกระถางขึ้นรูป	34
3.2 ออกแบบแม่พิมพ์และตัวอัดกระถางขนาดเล็ก	36
3.3 ออกแบบแม่พิมพ์และตัวอัดกระถางขนาดใหญ่	37
3.4 เตรียมช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันและนำไปตากแดดให้แห้ง	39
3.5 บดย่อยช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันด้วยเครื่องปั่น	40
3.6 ช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันหลังการบดย่อย	40

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
3.7 การเตรียมกาวโพลีไวนิลแอลกอฮอล์	42
3.8 การคลุกเคล้าส่วนผสมต่าง ๆให้เข้ากัน	42
3.9 จากนั้นเข้าสู่กระบวนการขึ้นรูปโดยใช้เครื่องอัดกระถาง	42
3.10 การทดสอบการย่อยสลายเมื่อผ่านไป 7 วัน	43
3.11 การทอดสอบการย่อยสลายเมื่อผ่านไป 14 วัน	43
3.12 ชิ้นทดสอบที่แช่น้ำสะอาด	44
3.13 ชิ้นทดสอบที่แช่น้ำสะอาด	45
3.14 เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน	46
3.15 เครื่อง UV-Visible Spectrophotometer	47
3.16 เครื่อง Atonic Absorption Spectrophotometer	49
3.17 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (SEM)	50
3.18 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (SEM)	50
4.1 เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางแบบไฮดรอลิกส์	51
4.2 ลักษณะสัณฐานของกระถางต้นไม้สูตรที่ 1 (100 : 0) ที่ 269 ไมโครเมตร	52
4.3 ลักษณะสัณฐานของกระถางต้นไม้สูตรที่ 2 (95 : 5) ที่ 269 ไมโครเมตร	53
4.4 แสดงการศึกษาระยะเวลาในการย่อยสลาย	55
4.5 แสดงผลการทดสอบความพองตัวของกระถางต้นไม้	57
4.6 แสดงผลการทดสอบความดูดซึมน้ำของกระถางต้นไม้	59
4.7 แสดงผลการทดสอบธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่มีอยู่ในกระถางต้นไม้	60

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ประชากรในประเทศไทยได้มีความสนใจในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์หรืออุปกรณ์ที่สามารถช่วยลดแรงประหยัดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตที่เร็วขึ้นทั้งนี้ได้มีการพัฒนาเครื่องมือในการขึ้นรูปกระถางต้นไม้อย่างง่ายโดยอาศัยแรงหมุนจากมือในการกดอัดขึ้นรูปกระถาง (manual) ซึ่งใช้เวลาในการอัดขึ้นรูปกระถางต้นไม้โดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 3 นาทีต่อกระถาง ทำให้เกิดความล่าช้าในการผลิตกระถางให้ตรงตามความต้องการการพัฒนาเครื่องอัดกระถางต้นไม้ให้มีระบบการทำงานแบบไฮดรอลิกส์ที่สามารถใช้งานได้จริงเพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการขึ้นรูปกระถางต้นไม้เพิ่มประสิทธิภาพในการอัดขึ้นรูปกระถางต้นไม้ให้มีความหนาแน่นคงทน และลดปัญหาทางสิ่งแวดล้อม

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมและมีพืชพันธุ์ธรรมชาติที่หลากหลายแตกต่างกันในแต่ละภูมิภาคซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยพื้นฐานทั้งพื้นที่ สภาพดิน น้ำ ประกอบกับสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมทำให้สามารถเพาะปลูกพืชได้หลายชนิด พืชที่นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายในทุกภูมิภาคตัวอย่างเช่น พืชยืนต้น พืชล้มลุก ไม้ผลและไม้ประดับ ทำให้ประเทศไทยสามารถส่งออกพืชเศรษฐกิจได้เป็นจำนวนมากทั้งในรูปแบบของพืชสดและผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแปรรูป อย่างไรก็ตามในกระบวนการแปรรูปของอุตสาหกรรมทางการเกษตรนอกจากจะได้ผลิตภัณฑ์ตามที่ผู้บริโภคต้องการแล้วยังก่อให้เกิดของเสียซึ่งมาจากกระบวนการผลิตเหล่านี้เกิดขึ้นด้วย ปัจจุบันของเสียจากอุตสาหกรรมเกษตรกำลังเพิ่มปริมาณขึ้นอย่างต่อเนื่อง ของเสียเหล่านี้ถ้ากำจัดไม่ถูกวิธีจะเป็นการเพิ่มปริมาณขยะและยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตามมาในอีกหลายด้าน เช่น มลพิษทางน้ำ มลพิษอากาศ และมลพิษทางดิน เป็นต้น ผนวกกับในปัจจุบันประชาชนทั่วไปและเกษตรกรส่วนใหญ่ของประเทศนิยมปลูกต้นไม้หรือเพาะชำต้นไม้ในกระถางและถุงพลาสติกเมื่อต้นไม้เจริญเติบโตเหมาะแก่การนำไปปลูกลงดินทำให้กระถางต้นไม้หรือถุงเพาะชำที่ใช้แล้วเหล่านี้กลายเป็นขยะเหลือทิ้งที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อยๆและกำจัดได้ยาก การฝังกลบขยะพลาสติกลงในดินต้องใช้เวลาในการย่อยสลายถึง 450 ปีซึ่งจะส่งผลกระทบต่อปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมนอกจากนี้การเผาขยะที่ผิดวิธียังก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ เช่นโรคทางเดินหายใจและโรคปอดต่างๆ (กรมควบคุมมลพิษ, 2564) การนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรหลายอย่างมาทำการพัฒนาผลิตเป็นกระถางชีวภาพที่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติมาทดแทนวัสดุที่ทำจากพลาสติกและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมขึ้น เช่น กระถางที่ผลิตขึ้นจากวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดและเส้นใยมะพร้าว (สุภาวรรณ สุจิณณา และอรจิรา, 2563) กระถางที่ผลิตจากเส้น

ใยปาล์มน้ำมันรวมกับผงคาร์บอน (วรรนิสา ภานุพงศ์ และณัฐฐา, 2557) ซึ่งช่วยลดปัญหาขยะพลาสติกลงได้ควบคู่ไปกับการนำเทคโนโลยีมาใช้ในกระบวนการขึ้นรูปกระถางต้นไม้แบบไฮดรอลิกส์จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดขยะพลาสติกและเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

ปัจจุบันมีการส่งเสริมการปลูกปาล์มน้ำมันและแนวโน้มการปลูกมีเพิ่มขึ้นทุกปี มีราคาจำหน่ายกะลาปาล์มอยู่ที่ 70 – 500 บาทต่อตัน เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยที่มากกว่าพืชน้ำมันอื่นๆ ทุกชนิด ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญต่อประเทศไทยพบมากบริเวณภาคใต้ของประเทศทั้งนี้ทุกส่วนของปาล์มน้ำมันสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายด้านนอกเหนือจากกระบวนการสกัดเป็นน้ำมันปาล์มแล้วยังสามารถนำเส้นใยปาล์มน้ำมันที่มีคุณสมบัติ คือ เหนียว ทนอากาศสามารถไหลเวียนผ่านได้ดี จึงใช้ในการทำโซฟาและที่นอนที่ใช้ในโรงพยาบาล (สุธน และณิชาภา , 2557) และสามารถนำเส้นใยปาล์มที่ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรมโดยการเอาไปทำปุ๋ยหมักชีวภาพทางการเกษตรได้อีกด้วย

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องอัดกระถางต้นไม้ให้มีระบบการทำงานแบบไฮดรอลิกส์ที่สามารถใช้งานได้จริง เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการขึ้นรูปกระถางต้นไม้และลดปัญหาทางสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ทางคณะผู้จัดทำยังมีความสนใจในการพัฒนากระถางต้นไม้ชีวภาพขึ้นจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรโดยการนำช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันมาเป็นวัตถุดิบหลักในการทำกระถางพร้อมทั้งเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอัดกระถางที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้อีกด้วย ทั้งนี้คณะผู้จัดทำหวังว่าผลการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรและผู้ที่สนใจในการผลิตกระถางต้นไม้ไว้ใช้เองในอนาคตเป็นการส่งเสริมให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องมือในการอัดขึ้นรูปกระถางแบบไฮดรอลิกส์

1.2.2 ศึกษาและผลิตกระถางต้นไม้ที่ย่อยสลายได้จากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน

1.2.3 เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบในการขึ้นรูปกระถางต้นไม้ให้สามารถใช้งานได้จริง

1.2.4 เพื่อศึกษาต้นทุนการผลิตของวัตถุดิบในการขึ้นรูปกระถางต้นไม้จากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 วัตถุดิบที่ใช้ คือ ช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน

1.3.2 ตัวประสาน คือ โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ (Polyvinyl alcohol)

1.3.3 เครื่องมืออัดขึ้นรูปกระถางแบบไฮดรอลิกส์ที่พัฒนาขึ้นในโครงงานครั้งนี้

1.3.4 ศึกษาอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบก่อนขึ้นรูปกระถางต้นไม้

1.3.5 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของกระถางต้นไม้ที่ได้จากการอัดขึ้นรูปโดยเครื่องอัดกระถาง

1.3.5.1 ระยะเวลาในการย่อยสลาย

1.3.5.2 ทดสอบความพองตัวของกระถางต้นไม้

1.3.5.3 ทดสอบความดูดซึมน้ำ

1.3.5.4 วิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K)

1.3.6 ดำเนินงานวิจัยที่ห้องปฏิบัติการสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ศูนย์พระนครเหนือ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ต้นแบบเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางต้นไม้แบบไฮดรอลิกส์

1.4.2 เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุที่เหลือทิ้งทางการเกษตร

1.4.3 เป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรและอุตสาหกรรมมาใช้ประโยชน์และลดการใช้กระถางพลาสติก เพื่อลดปัญหาภาวะโลกร้อน

1.4.4 สามารถนำความรู้ในการพัฒนาเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางแบบไฮดรอลิกส์ และวิธีการผลิตกระถางต้นไม้จากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันไปเผยแพร่ให้แก่เกษตรกรและชุมชน

1.5 กรอบแนวคิดในการศึกษา

ภาพ 1.1 ผังแสดงกรอบแนวคิดในการศึกษา

1.6 วิธีการดำเนินงาน

1.6.1 ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล

1.6.1.1 รายละเอียดของเครื่องมืออัดกระถางแบบไฮดรอลิกส์

1.6.1.2 ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์ของช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน/ปาล์มน้ำมัน

1.6.1.3 กระถางต้นไม้ที่มาจากธรรมชาติ ซึ่งสามารถใช้แทนกระถางต้นไม้ที่ทำจากพลาสติกหรือดินเผา

1.6.2 กำหนดอัตราส่วนผสมที่จะนำมาทำกระถางต้นไม้

1.6.3 ออกแบบเครื่องมืออัดขึ้นรูปกระถางแบบไฮดรอลิกส์

1.6.4 เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ที่จะนำมาทำกระถางต้นไม้

1.6.5 ขั้นตอนการทำกระถางต้นไม้

1.6.6 นำกระถางต้นไม้ที่ได้แล้วไปทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น

1.6.7 นำผลที่ทดสอบได้มาสรุปผลและจัดทำรายงานผลการดำเนินงาน

สถานที่ทำการทดลอง / เก็บข้อมูล ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ศูนย์พระนครเหนือ

1.7 ระยะเวลาทำวิจัยและแผนดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

1.7.1 ระยะเวลาการดำเนินงาน ตุลาคม 2563 ถึง กันยายน 2564

1.7.2 แผนดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

กิจกรรม	ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564											
	พ.ศ. 2563			พ.ศ. 2564								
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1. ศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลทฤษฎี		←	→									
2. ออแบบเครื่องมืออัดขึ้นรูปกระถางแบบไฮดรอลิกส์			←	→								
3. เตรียมวัสดุ - อุปกรณ์				←	→							
4. ออกแบบส่วนผสม					←	→						
5. ขึ้นรูปตัวอย่างวัสดุออกแบบ						←	—	→				
6. ทดสอบคุณสมบัติและทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆ									←	→		
7. วิเคราะห์ผล และสรุปผลการวิจัย										←	→	
8. จัดทำรูปเล่มโครงการ											←	→

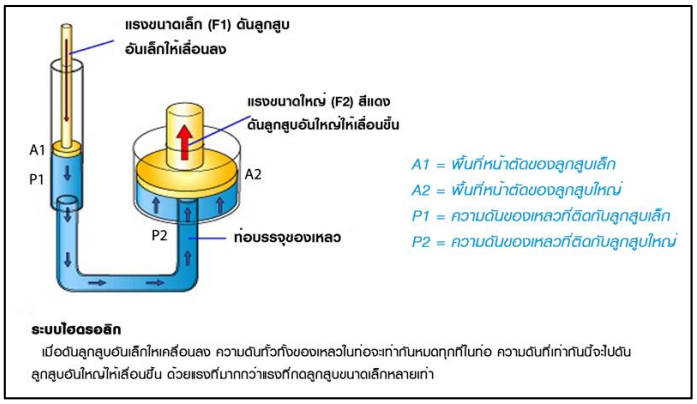
บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ไฮดรอลิกส์

ระบบไฮดรอลิกส์สามารถควบคุมอุปกรณ์ขนาดเล็ก ขนาดกลางหรือเครื่องจักรกลอัตโนมัติที่มีขนาดปานกลางไปจนถึงขนาดใหญ่หรืองานที่ต้องการกำลังมาก (Heavy Load) โดยทั่วไปแล้วการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์จะเหมือนกับระบบนิวแมติกส์ คือ จะมีการควบคุมทิศทางการทำงาน ส่วนอุปกรณ์และวงจรอื่นๆ จะเหมือนกันแต่จะแตกต่างตรงที่ระบบนิวแมติกส์จะใช้ลมเป็นตัวกลางในการส่งถ่ายพลังงานโดยปกติจะใช้ความดันที่ 6 – 8 บาร์ และลมจะถูกปล่อยทิ้งสู่บรรยากาศ ส่วนระบบไฮดรอลิกส์จะใช้น้ำมันเป็นตัวกลางในการส่งถ่ายพลังงานโดยปกติจะใช้ความดันที่ 30 - 400 บาร์ แต่น้ำมันจะไหลกลับสู่ถังเก็บน้ำมันเหมือนเดิม ตัวกลางระหว่างลมกับน้ำมันน้ำมันจะมีการยุบตัวน้อยกว่าระบบลมจึงทำให้ระบบไฮดรอลิกส์มีการทำงานที่ถูกต้องและแม่นยำกว่าระบบนิวแมติกส์ (เดชฤทธิ์ และ พรพจน์, 2559)



ภาพ 2.1 ไฮดรอลิกส์

ที่มา : https://www.pneu-hyd.co.th/

ระบบไฮดรอลิกส์ เป็นระบบที่ใช้อยู่ในเครื่องจักรและเครื่องทุ่นแรงหลายประเภท โดยทั่วไประบบไฮดรอลิกส์จะใช้กับงานที่มีลักษณะที่ต้องการแรงดึง แรงดัน แรงกด หรือแรงยก ที่ใช้แรงมากๆ ดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบไฮดรอลิกส์จึงมีความหลากหลายในการใช้งานแต่ละประเภท ถึงแม้ว่าสัญลักษณ์การทำงานจะเหมือนกัน แต่โครงสร้างในการทำงานจะแตกต่างกันไปตามความจำเป็นของงานเครื่องจักรที่ใช้ระบบไฮดรอลิกส์สำหรับควบคุมการทำงานสามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

1) เครื่องจักรที่อยู่กับที่จะถูกออกแบบมาให้ประหยัดพลังงาน ดังนั้นจะเลือกใช้อุปกรณ์การทำงานของระบบไฮดรอลิกส์ที่มีขนาดใหญ่แต่ใช้แรงดันในระบบต่ำจึงทำให้ประหยัดพลังงาน

2) เครื่องจักรที่เคลื่อนที่จะถูกออกแบบให้มีน้ำหนักเบาเพื่อสะดวกในการเคลื่อนที่ ดังนั้นจะเลือกใช้อุปกรณ์การทำงานของระบบไฮดรอลิกส์ที่มีขนาดเล็กแต่ใช้แรงดันในระบบสูงทำให้ได้กำลังในการทำงานสูงด้วย

2.1.1.1 ระบบไฮดรอลิกส์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมทั่วไป

สามารถแบ่งออกตามลักษณะการใช้งาน ดังนี้

1) ไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรม (Industrial Hydraulics) ไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรม คือ ไฮดรอลิกส์ที่ใช้ควบคุมเครื่องจักรในงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไปใช้ในเครื่องจักรชนิดอยู่กับที่ เช่น เครื่องฉีดพลาสติก (Injection Molding) เครื่องปั๊มชิ้นงาน (Press Machine) เป็นต้น

2) ไฮดรอลิกส์โมบายล์ (Mobile Hydraulics) คือ ไฮดรอลิกส์ที่ใช้ควบคุมเครื่องจักรในงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไปใช้ในเครื่องจักรที่มีการเคลื่อนที่โดยส่วนใหญ่จะมีการใช้งานในภาคสนาม เช่น รถโม่ปูน รถขุด รถบดถนน หรือรถเครนยกของบนตึกสูง (Tower Crane) เป็นต้น

3) ไฮดรอลิกส์เทคโนโลยี (Technology Hydraulics) ไฮดรอลิกส์เทคโนโลยี คือ ไฮดรอลิกส์ที่ใช้ควบคุมเครื่องจักรในงานอุตสาหกรรมหนักหรืออุตสาหกรรมที่ต้องการเทคโนโลยีชั้นสูง (Advanced Technology) ตลอดจนมีประสิทธิภาพและให้กำลังงานสูงด้วย เช่น เครื่องจักรขุดลอกแม่น้ำหรือลำคลอง (Dredge Industry) เครื่องจักรขุดเจาะน้ำมัน (Offshore Industry) หรือเครื่องจักรเทอร์ไบน์ (Turbine Industry) เป็นต้น (เดชฤทธิ์ และ พรพจน์, 2559)

2.1.1.2 ระบบไฮดรอลิกส์ในงานอุตสาหกรรม

ระบบไฮดรอลิกส์ถูกนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลาย ซึ่งหลักการของไฮดรอลิกส์จะใช้น้ำมันเป็นตัวกลางในการส่งผ่านจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งโดยน้ำมันจะเปลี่ยนพลังงานการไหลให้เป็นพลังงานกล เช่น เครื่องปั๊มชิ้นงาน (Press machine) ในระบบของเครื่องปั๊มชิ้นงานจะมีการส่งถ่ายกำลังการไหลของ น้ำมันไฮดรอลิกส์ไปยังอุปกรณ์ทำให้เครื่องจักรสามารถปั๊มชิ้นงานหรือขึ้นรูปชิ้นงาน

ระบบไฮดรอลิกส์สามารถแบ่งออกตามลักษณะการทำงานได้ดังนี้

1) ปั๊มไฮดรอลิกส์ (Hydraulics Pump) มีหน้าที่ควบคุมการจ่ายน้ำมันและดูดน้ำมันในระบบ

2) ถังพักน้ำมัน (Tank) มีหน้าที่พักน้ำมันในระบบตลอดจนทำความสะอาดน้ำมันและระบายความร้อนน้ำมัน

3) วาล์วควบคุมน้ำมัน (Pressure relief valve) หรือวาล์วนิรภัย มีหน้าที่ควบคุมความดันในระบบขณะที่ระบบมีความดันสูงเพิ่มขึ้น วาล์วจะควบคุมให้น้ำมันไหลกลับสู่ถังน้ำมัน

4) ชุดกรองน้ำมัน (Filter) มีหน้าที่กรองสิ่งสกปรกไม่ให้เข้าไปในระบบ ซึ่งถ้ามีสิ่งสกปรกเข้าไปในระบบอาจจะทำให้อุปกรณ์เสียหายได้

5) วาล์วปิด - เปิด (Shut off valve) มีหน้าที่ปิด – เปิดการไหลของน้ำมัน

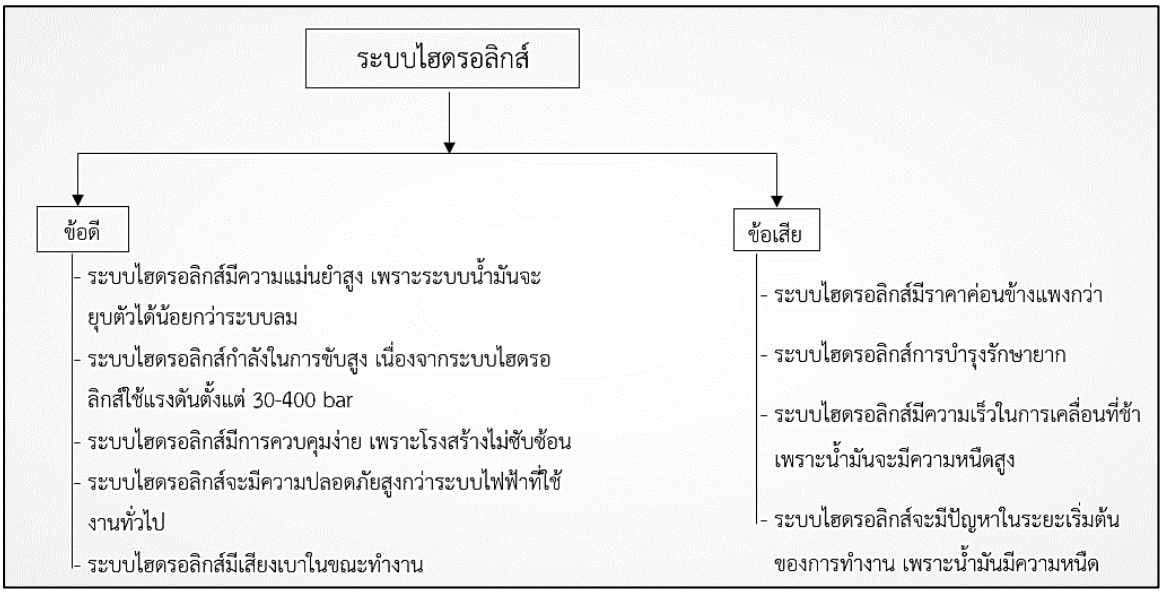
6) โซลีนอยด์วาล์ว (Solenoid valve) มีหน้าที่ควบคุมทิศทางการไหลของน้ำมัน

7) อุปกรณ์การทำงาน (Actuator) มีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานการไหลให้เป็นพลังงานกล เช่น ลูกสูบ (Piston) มอเตอร์ (Motor) เป็นต้น

8) ท่อน้ำมัน (Tube) มีหน้าที่สูงผ่านน้ำมันในระบบทั้งหมด

2.1.1.3 ข้อดีและข้อเสียของระบบไฮดรอลิกส์

ระบบไฮดรอลิกส์จะใช้น้ำมันเป็นตัวกลางในการส่งถ่ายพลังงาน ดังนั้นการที่จะนำระบบไฮดรอลิกส์ไปควบคุมเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม จะต้องศึกษาถึงข้อดีและข้อเสียของระบบน้ำมันก่อน ดังแผนภาพ 2.2. ดังนี้



ภาพ 2.2 ข้อดีและข้อเสียของระบบไฮดรอลิกส์

ที่มา : เดชฤทธิ์ และ พรพจน์, 2559

2.1.2 เครื่องอัดขึ้นรูปกระถาง

จากการศึกษาการออกแบบกระถางมีกำหนดเกณฑ์ โดยการออกแบบโดยแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนแรกกำหนดเกณฑ์ในการออกแบบและส่วนที่สองการออกแบบกระถาง โดยมีวิธีการในการออกแบบ ดังนี้

2.1.2.1 การกำหนดเกณฑ์ในการออกแบบ

1) แบบขึ้นรูปกระถางต้องมีลักษณะในการใช้งานที่แข็งแรง คงทน

2) แบบที่สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก มีความคงทนต่อแรงกดได้

3) แบบขึ้นรูปต้องมีราคาไม่แพงและหาได้ง่าย ประหยัดพื้นที่ใช้สอย

2.1.2.2 รายละเอียดของเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางแบบใช้มือหมุน

กำหนดรายละเอียดในการออกแบบกระถางโดยมีส่วนประกอบสองส่วน คือ ส่วนแรกเป็นแบบกดอัดที่อยู่ด้านบน ส่วนที่สองเป็นแบบฐานรองรับตัวอัดทำหน้าที่รับแรงอัดอยู่ส่วนล่าง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) ตัวกดอัดทำหน้าที่ส่วนบน การออกแบบต้องใช้วัสดุที่มีความแข็งสามารถรับรองแรงกดได้ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขอบด้านบน 11 เซนติเมตร และขอบด้านล่าง 16 เซนติเมตร ดังภาพ 2.3.

ภาพ 2.3 แบบตัวกดอัดส่วนบน

2) แบบฐานรองรับ ทำหน้าที่รองรับแรงกดอัดจากตัวกดที่อยู่ด้านบน ซึ่งแบบฐานรองรับอยู่ด้านล่างจะต้องใช้วัสดุที่มีขนาดแข็งแรงและสามารถรับน้ำหนักจากตัวกดอัดที่อยู่ด้านบนได้ แบบฐานรองรับที่อยู่ด้านล่างต้องมีขนาดใหญ่กว่าแบบตัวกดอัดที่ส่วนบน โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางปากกระถาง 15เซนติเมตร ก้นกระถาง 10 เซนติเมตร และความสูงกระถาง 15 เซนติเมตร ดังภาพ 2.4.

ภาพ 2.4 แบบฐานรองกระถางส่วนล่าง

3) แบบหมุนมือของเครื่องอัดกระถาง ใช้วัสดุเหล็กเกลียวตลอดเชื่อมกับตัวกดอัดส่วนบน ทำหน้าที่เป็นตัวจับหมุนเพื่ออัดกระถางต้นไม้

ภาพที่ 2.5 แบบหมุนมือของเครื่องอัดกระถาง

4) ฐานเหยียบดันกระถางต้นไม้ขึ้น ใช้วัสดุเหล็กที่แข็งแรงและคงทนต่อการเหยียบกระแทก

ภาพที่ 2.6 ฐานเหยียบเพื่อดันกระถางต้นไม้ขึ้น

2.1.3 กระถางหรือภาชนะปลูก

ตามพจนานุกรมฉบับบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 ได้ให้ความหมายของกระถางไว้ว่า กระถาง หมายถึง ภาชนะปากกว้างที่มีรูปร่างต่างๆ สำหรับปลูกต้นไม้และอื่นๆ ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า Pot ซึ่งให้คำจำกัดความไว้ว่าภาชนะทำด้วยดิน (Clay) หรือพลาสติกแข็ง (Hard Plastic) มีรูที่ก้นเพื่อระบายน้ำส่วนเกินออกไปใช้สำหรับปลูกต้นไม้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตามความเหมาะสมของต้นไม้ที่ปลูก ส่วนความสูงนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของปากกระถางอาจมีความสูงเท่ากับความกว้างของปากกระถางหรือมีสัดส่วนแตกต่างกันไปตามความเหมาะสมและความสูงของพืชที่ปลูก (เตือนใจ, 2561)

ภาพที่ 2.7. กระถางปลูกต้นไม้

ที่มา : บ้านและสวน, 2563

2.1.3.1 ลักษณะสำคัญของกระถาง

ภาชนะใดที่นำมาใช้เพื่อใส่ดินหรือเครื่องปลูกเพื่อใช้ปลูกพันธุ์ไม้ลงไปในนั้นแล้วอาจจะเรียกรวมทั้งหมดว่ากระถาง ซึ่งอาจจะเป็นภาชนะขนาดเล็กที่ยกย้ายเคลื่อนที่ได้สะดวกหรือเป็นภาชนะใหญ่โตที่ติดอยู่กับที่ยกเคลื่อนย้ายไปไหนไม่ได้ ที่ออกแบบก่อสร้างติดอยู่กับอาคารสถานที่ โดยเฉพาะสิ่งเหล่านี้จะถือว่าเป็นกระถางทั้งสิ้นเพราะมีหลักสำคัญอยู่ 3 ประการด้วยกัน คือ

1) เป็นภาชนะที่มีปริมาตรจำกัด คือมีด้านต่างๆ โดยรอบ แต่มีด้านหนึ่งเปิดเพื่อใช้ปลูกต้นไม้ในด้านหรือส่วนนั้น ภายในมีพื้นที่เพื่อบรรจุดินหรือเครื่องปลูกต้นไม้

2) เป็นภาชนะที่มีที่ระบายน้ำออกจากภาชนะ อาจจะเป็นรูที่มีอยู่ทางส่วนล่างเพื่อให้น้ำที่ใช้รดต้นไม้ลงไปในภาชนะนั้นไม่ตกค้างขังอยู่ในภาชนะนั้นได้

3) เป็นภาชนะที่สามารถทนทานต่อความชื้นและมีอายุคงทนถาวรพอสมควรและเป็นภาชนะที่สามารถดูแลรักษาได้ง่ายด้วย เช่นการเปลี่ยนเครื่องปลูก หรือเปลี่ยนดิน การให้น้ำพันธุ์ไม้ในภาชนะสะดวก

2.1.3.2 ประโยชน์ในการนำภาชนะและกระถางไปใช้งาน

1) เพื่อเพาะชำต้นกล้าหรือต้นไม้ขนาดเล็กที่ยังไม่แข็งแรงพอ เป็นการปลูกเพียงชั่วคราวเพื่อให้ต้นไม้เจริญเติบโตแข็งแรงดีแล้วนำไปปลูกลงในดิน กระถางที่ใช้อาจเป็นกระถางที่ทำมาจากวัสดุเหลือใช้ที่หาได้ในทั่วไปราคาไม่แพง หรืออาจจะดัดแปลงมาจากของเหลือใช้ภายในครัวเรือนที่สามารถนำมาเป็นกระถางเพาะชำหรือเป็นกระถางปลูกกิ่งตอน ซึ่งเป็นที่นิยมเพราะหาได้ง่ายในทั่วไปในแต่ละท้องที่ เช่น ปีบ กระป๋อง ขวดพลาสติก หม้อหรือหม้อดินที่ผ่านการใช้งานมีรู รอยแตกล้าว ทุบหม้อดินให้ได้ขนาดที่ต้องการแล้วนำมาปลูกพืชหรือในบางพื้นที่ทางภาคใต้ของประเทศไทยใช้กะลามะพร้าวที่ผ่านการคั้นเป็นน้ำกะทิแล้วนั้น เจาะรูตรงท้ายของกะลาเพื่อเป็นรูระบายน้ำนำมาเพาะเมล็ดพันธุ์หรือปลูกต้นไม้ประดับตกแต่งบ้าน ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีต่างๆหรือเรียกได้ว่าเป็นยุคของถุงพลาสติก ที่หาได้ตามทั่วไปและง่ายต่อการใช้งาน โดยในการใช้งานได้นำถุงพลาสติกมาเป็นกระถางปลูกหรือเพาะชำเมล็ดพันธุ์ เมื่อต้นไม้มีการเจริญเติบโตจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนกระถางโดยต้องฉีกถุงพลาสติกออกก่อน หากใช้กระถางที่เป็นกะลาหรือหม้อดินจะใช้งานได้ดีกว่ามีความทนทานสามารถใช้งานได้หลายครั้ง สิ่งสำคัญในการพิจรณาเลือกกระถางต้องมีความเหมาะสม เลือกระถางที่สะดวกในการถ่ายเทพันธุ์ไม้ออกจากกระถางได้ง่าย และไม่เกิดความเสียหายต่อกระถาง

2) เพื่อใช้เลี้ยงพันธุ์ไม้เฉพาะแต่ละชนิดแบ่งออกเป็นกระถางไม้ดินกับกระถางกล้วยไม้ กระถางทั้งสองชนิดนี้เป็นกระถางทึบเหมือนกันแต่จะต่างกันที่รูระบายน้ำของกระถาง ซึ่งกระถางไม้ดินมีรูระบายน้ำที่จำกัดต่างจากกระถางกล้วยไม้ที่มีรูระบายน้ำมากหรือโปร่งและที่สำคัญกระถางกล้วยไม้จะมีรูบริเวณขอบกระถางด้านบนใช้สำหรับร้อยลวดแขวนกระถาง กระถางกล้วยไม้ทำมาจากวัสดุที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความนิยมและความเหมาะสมของกล้วยไม้ เช่น ใช้กาบมะพร้าวมัดรวมกันเป็นผลมะพร้าวแล้วทำเป็นกระถางกล้วยไม้ นอกจากนี้บางส่วนยังทำมาจากไม้สักหรือที่เรียกกันว่า “กระเช้า” มีหลายลักษณะทีสามารถหาซื้อได้ในราคาที่เหมะสม ตามจำที่ต้องการ

3) เพื่อใช้ตกแต่งภายนอกภายในอาคาร รูปทรง สีสัน ลวดลายของกระถางจึงเป็นส่วนสำคัญเช่นเดียวกับวัตถุอื่นๆ ต้องมีสภาพเข้ากับตัวอาคารไม่ก็ให้เกิดความเสียหายแก่สถานที่ กระถางต้องมีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม กระถางที่ตั้งประดับนอกอาคารก็ควรเป็นกระถางที่ระเหยน้ำได้ง่าย ทั้งนี้รอยแตกล้าวของกระถางจะทำให้ดินที่ปลูกต้นไม้ในกระถางรั่วไหลออกมานอกกระถางได้โดยเฉพาะกระถางที่ตั้งกับพื้นจำเป็นต้องมีจานลองก้นกระถาง กระถางที่ตั้งภายในอาคารควรเป็นกระถางเคลือบเพื่อที่จะไม่ต้องรดน้ำบ่อยๆ ในส่วนของกระถางรองนอกจะไม่มีรูระบายน้ำไม่ทำให้เกิดความเสียหายแก่พื้นของอาคาร มีลักษณะรูปร่างกลมหรือเหลี่ยม นอกจากนี้กระถางแขวนหรือกระถางลอยอาจเป็นกระถางเคลือบ กระถางดินเผาหรือกระถางที่มีลักษณะอื่นๆ เช่น รูปเปลือกหอย รูปสัตว์ต่างๆ โดยแขวนให้ลอยอยู่ตามฝาผนัง ชายคาบ้าน (ไทยเกษตรศาสตร์, 2555)

2.1.3.3 วัสดุในการทำกระถางต้นไม้

1) กระถางดินเผา เป็นกระถางที่ทำจากดินเหนียวปั้นให้มีรูปทรงต่างๆ แล้วนำไปเข้าเตาเผาส่วนใหญ่มีรูปร่างเป็นทรงกลมนิยมใช้กันมานาน ปัจจุบันมีการพัฒนารูปทรงได้แปลกตามีให้เลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมหลายรูปแบบและหลายขนาด

ข้อดี มีโทนสีที่ดูเป็นธรรมชาติมีการระบายน้ำและอากาศดี เนื่องจากมีรูพรุนรอบรอบกระถางทำให้ต้นไม้เจริญเติบโตได้ดีโดยเฉพาะในระยะแรกของการและการเจริญเติบโตวัสดุปลูกทั้งด้านบนและด้านล่างของกระถางจะมีความชื้นไม่แตกต่างกันมาก อุณหภูมิของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของรากพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูร้อนเก็บความชื้นได้ดี

ข้อเสีย เปราะบางแตกหักได้ง่ายมีน้ำหนักมากไม่สะดวกในการขนย้ายราคาค่อนข้างแพงล้างและทำความสะอาดยากเนื่องจากมีตะไคร่และคราบเกลือบริเวณรอบรอบกระถางซึ่งเป็นผลเสียต่อการนำมาใช้ปลูกพืชบางชนิดเมื่อปลูกในกระถางตัวเต็มที่แล้วลากจะแผ่เต็มแผ่นเต็มไปจนชิดและสัมผัสขอบกระถางมีการสูญเสียปุ๋ยไปพร้อมกับน้ำที่ระบายออกทางก้นกระถาง

ภาพที่ 2.8 กระถางดินเผา

ที่มา : https://decor.mthai.com/garden/43332.html

2) กระถางพลาสติก เป็นกระถางที่ทำจากพลาสติกเนื้อแข็ง หรือวัสดุที่คล้ายคลึงกันมีให้เลือกใช้มากมายหลายรูปทรง

ข้อดี มีน้ำหนักเบา สะดวกในการขนย้าย วัสดุมีความคงทน เปราะแตกได้ยาก มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ราคาถูกกว่ากระถางประเภทอื่น มีให้เลือกหลากหลายรูปแบบ ผิวมันลื่นไม่มีตะไคร่น้ำเกาะข้างกระถาง ไม่มีรูพรุนจึงสามารถเก็บความชื้นได้ดีกว่ากระถางดินเผา

ข้อเสีย ไม่มีรูพรุนด้านข้างจึงถ่ายเทอากาศได้เพียงทางเดียว ซากพืชมีโอกาสขาดออกซิเจน ได้ความชื้นของวัสดุปลูกด้านบนและด้านล่างต่างกัน ถ้ารดน้ำมากไปต้นพืชเน่าตายได้ กรอบและแตกหักได้ง่ายถ้าวางตากแดดนานๆ

ภาพที่ 2.9. กระถางพลาสติก

ที่มา : https://www.mefarmsook.com/product/8323-6408%B3

กระถางเคลือบเซรามิก เป็นกระถางที่ทำจากดินเหนียว เช่นเดียวกับกระถางดินเผาแต่มีการเคลือบผิวอีกชั้น เพื่อเพิ่มความสวยงามคงทนมีรูปทรงต่างๆให้เลือกใช้มากมาย

ข้อดี ผิวด้านนอกเป็นมันลื่น เนื่องจากการเคลือบผิวจึงไม่มีขี้เกลือหรือตะไคร่น้ำเกาะ ทำให้ดูสะอาดอยู่เสมอมีทั้งแบบสีพื้นและลวดลายสวยงาม ทำความสะอาดง่าย

ข้อเสีย มีน้ำหนักค่อนข้างมากและแตกหักเสียได้ง่าย การเคลือบผิวกระถางทำให้มีช่องระบายน้ำและอากาศร้อนความชื้นของวัสดุปลูกด้านบนและด้านล่างต่างกันมาก เนื่องจากระบายน้ำได้เฉพาะทางรูใต้กระถางเท่านั้นบางครั้งผิวดินด้านบนแห้งและดินบริเวณก้นกระถางและราคาค่อนข้างแพงผิวกระถางเป็นมาและมีสีสันลวดลายสะดุดตา (บ้านและสวน, 2563)

ภาพที่ 2.10. กระถางเซรามิก

ที่มา : https://www.pimarn.co/product/%E0%B8%81

2.1.3.4 กระถางจากวัสดุธรรมชาติ

ปัจจุบันกระบวนการผลิตกระถางในภาคอุตสาหกรรม ภาคการเกษตรได้เล็งเห็นความสำคัญในการนำวัสดุเหลือใช้มาเป็นวัตถุดิบในการอัดขึ้นรูปกระถางที่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นที่นิยมกันแพร่หลาย กระถางต้นไม้ที่ทำจากวัสดุธรรมชาติเป็นกระที่มีความคิดสร้างสรรค์ ประดิษฐ์มาจากวัสดุธรรมชาติหรือที่เหลือทิ้งจากการเกษตรเพื่อทำมาผลิตกระถางที่ใช้ประโยชน์ได้จริง หากไม่ต้องการใช้ก็สามารถนำมาเป็นปุ๋ยเพื่อเป็นธาตุอาหารให้แก่พืช อีกทั้งวิธีการกำจัดก็ไม่ส่งเสียหรือมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม วัสดุธรรมชาติที่สามารถนำมาปลูกเป็นกระถางต้นไม้ได้เช่น กากมะพร้าว หญ้าแห้งและฟาง เป็นต้น ก่อนที่จะนำกระถางต้นไม้มาใช้จริงต้องมีการทดลองความแข็งแรง ทนทาน ความสามารถอุ้มน้ำได้มากน้อย อีกทั้งการย่อยสลายย่อมมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาผลิตว่ามีความเหมาะสมกับต้นไม้หรือพืชชนิดนั้นๆ (เตือนใจ, 2561)

2.1.4 ปาล์มน้ำมัน

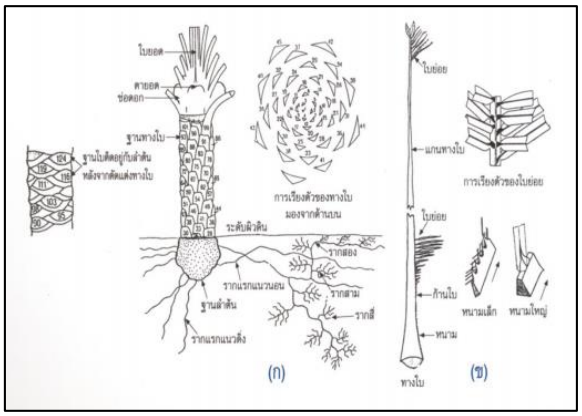
ปาล์มน้ำมัน (Elaeis guineensis Jacq.) จัดอยู่ในพืชตระกูลปาล์ม (family) Palmae หรือ Arecaceae ตระกูลย่อย (Sub - family) เดียวกับมะพร้าวคือ Cocoineae สกุล Elaeis ปาล์มน้ำมันเป็นพืชผสมข้ามใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชยืนต้นที่สามารถให้ผลผลิตทะลายสดได้ตลอดทั้งปี การเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มจะเริ่มจากปาล์มน้ำมันที่มีอายุได้ประมาณ 2 ปีครึ่ง หลังจากปลูกและสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตทะลายสดได้นานกว่า 20 ปี (กรมวิชาการเกษตร, ม.ป.ป.)

2.1.4.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของปาล์มน้ำมัน

1. ราก (Roots) เกิดขึ้นตรงฐานโคนของลำต้นเป็นระบบรากฝอย รากอ่อนจะงอกออกจากเมล็ดเป็นอันดับแรก เมื่อต้นกล้าอายุได้ประมาณ 2 - 4 เดือน รากอ่อนจะหยุดเจริญเติบโตและหายไป ระบบรากจริงจะงอกจากส่วนฐานของลำต้น ต้นปาล์มที่เจริญเติบโตเต็มที่นั้นทำหน้าที่ค้ำจุนลำต้น ดูดซับน้ำและธาตุอาหาร ประกอบด้วยรากแรกอยู่ในระดับแนวนอน รากสอง สาม และสี่ จะเกิดเรียงตามลำดับ โดยทั่วไปจะเกิดมากสามารถดูดซับน้ำและธาตุอาหารที่ปาล์มน้ำมาใช้ประโยชน์ที่ระดับความลึก 30 - 50 เซนติเมตร การแผ่กระจายของรากจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น สภาพของดิน ปริมาณของธาตุ อาหาร ความตื้นของระดับน้ำใต้ดิน เป็นต้น

2. ลำต้น (Stem) ปาล์มน้ำมันมีลำต้นตั้งตรงรูปร่างทรงกระบอก มีเนื้อเยื่อเจริญเฉพาะตรงปลายยอด (apical meristem) มียอดเดี่ยวรูปกรวย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 - 12 เซนติเมตร สูง 2.5 - 4 เซนติเมตร ประกอบด้วยใบอ่อนและเนื้อเยื่อเจริญ ต้นปาล์มน้ำมันในระยะ 3 ปีแรกจะเจริญเติบโตทางด้านกว้างหลังจากนั้นลำต้นจะยืดขึ้นปล้องฐานโคนใบและข้อจะปรากฏให้เห็นเมื่อปาล์มน้ำมันอายุมากแล้ว ลำต้นมีความสูงเพิ่มขึ้นประมาณ 35 - 60 เซนติเมตร ต่อปีขึ้นกับสภาพแวดล้อมและพันธุกรรม มีความสูงได้มากกว่า 30 เมตรและมีอายุยืนนานมากกว่า 100 ปี

3. ใบ (Leaves) ใบของปาล์มน้ำมันเป็นใบประกอบรูปขนนก (pinnate) ประกอบด้วยแกน ทางใบ ก้านใบ และใบย่อย จะมีจุดกำเนิดตาใบอยู่มากกว่า 50 ตาใบ ในปาล์มที่มีอายุ 5 - 6 ปี จำนวนใบหรือทางใบของปาล์มน้ำมันในแต่ละปีจะมีอยู่ระหว่าง 30 - 40 ทางใบ หลังจากนั้นจะลดลงเป็น 20 - 25 ทางใบต่อปี จะเกิดในลักษณะเป็นเกลียวรอบต้นโดยลักษณะการเวียนของทางใบปาล์มน้ำมันมี 2 แบบ ซึ่งสามารถสังเกตจากรอยแผลที่ฐานใบติดกับลำต้นหลังการตัดแต่งทางใบของต้นปาล์มแล้ว แบบแรก 14 คือ การเกิดทางใบแบบเวียนซ้าย (leaf-hand phyllotaxy) แบบที่สอง คือ การเกิดทางใบเวียนขวา (right-hand phyllotaxy) การสังเกตการเวียนของทางใบจะมีประโยชน์สำหรับการนับทางใบที่เกิดขึ้นทางใบเรียงอยู่ในลักษณะสองระดับเหลื่อมกันอย่างเป็นระเบียบ ทั้งนี้ทางใบปาล์มน้ำมันจะติดอยู่กับลำต้นหลายๆ ปี ไม่หลุดออกจากต้นง่ายๆ เคยพบว่าอยู่นานถึง 20 ปี จึงต้องมีการตัดแต่งทางใบคงเหลือตอใบค้างอยู่ที่ลำต้น

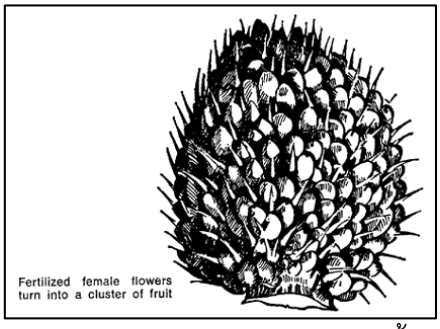


ภาพ 2.11. ลักษณะราก ลำต้น และใบของปาล์มน้ำมัน

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร, ม.ป.ป.

4. ช่อดอก (Inflorescences) ปาล์มน้ำมันเป็นพืชผสมข้าม ดอกเพศเมียและดอกเพศผู้แยกช่อดอกภายในต้นเดียวกัน (monoecious) ที่ตำแหน่งของทางใบมีตาดอก 1 ตา อาจจะพัฒนาเป็นช่อดอกเพศผู้หรือเพศเมีย บางครั้งจะพบว่ามีช่อดอกกะเทยซึ่งมีทั้งดอกเพศผู้และเพศเมียอยู่รวมกัน (hermaphrodite) การบานของดอกปาล์มน้ำมันแต่ละดอกไม่พร้อมกัน การพัฒนาจากระยะตาดอกจนถึงดอกบานพร้อมที่จะรับการผสม (anthesis) ใช้เวลาประมาณ 33 - 34 เดือน การเปลี่ยนเพศของตาดอก (sex differentiation) จะเกิดขึ้นในช่วง 20 เดือนก่อนดอกบานในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ช่อดอกจะพัฒนาเป็นช่อดอกเพศเมียเป็นส่วนใหญ่ การผสมเกสรมีลมและแมลงเป็นพาหะโดยเฉพาะด้วงงวงปาล์มน้ำมัน (Elaeidobius kamerunicus) เป็นแมลงที่ช่วยผสมเกสรที่สำคัญหลังจากการผสมเกสร 5 - 6 เดือน ช่อดอกตัวเมียจะพัฒนาไปเป็นทะลายที่สุกแก่เต็มที่สามารถเก็บเกี่ยวได้

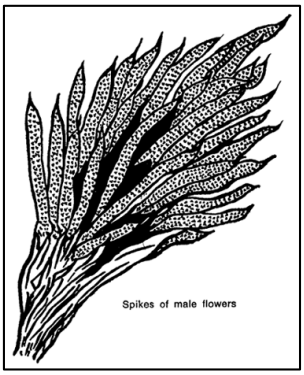
ช่อดอกตัวเมีย (female inflorescences) มีความยาวประมาณ 24 - 45 เซนติเมตร มีกาบหุ้ม (bract) เจริญเป็นหนามยาว 1 อัน กาบรอง (bractiole) 2 แผ่นและมีกลีบดอก (perianth) 2 ชั้นๆ ละ 3 กลีบ ห่อหุ้มรังไข่ 3 พูไว้ ยอดเกสรตัวเมียมี 3 แฉก เมื่อดอกบานแฉกจะโค้ง เปิดออกวันแรกกลีบดอกเป็นสีขาวตรงกลางมีต่อมผลิตของเหลว เหนียว วันต่อมาเปลี่ยนเป็นสีชมพู วันที่ 2 - 3 การบานของดอกจะเป็นระยะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการผสมพันธุ์ปาล์มน้ำมัน วันที่ 3 เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อน และวันที่ 4 เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหลังจากผสมเกสรแล้วยอดเกสรตัวเมียจะเปลี่ยนเป็นสีดำและแข็ง ปาล์มน้ำมันที่โตเต็มที่แล้วช่อดอกตัวเมียมีช่อดอกย่อยประมาณ 110 ช่อ และมีดอกตัวเมียประมาณ 4,000 ดอก



ภาพ 2.12. ช่อดอกตัวเมียของปาล์มน้ำมัน

ที่มา : http://www.fao.org/3/t0309e/T0309E01.htm

ช่อดอกตัวผู้ (male inflorescences) ประกอบด้วยช่อดอกย่อย (spikelet) มีลักษณะยาวเรียว คล้ายนิ้วมือ แต่ละอันยาวประมาณ 10 - 20 เซนติเมตร หนา 0.8 - 1.5 เซนติเมตร ดอกตัวผู้ที่เจริญเต็มที่ก่อนที่จะบานมีขนาดกว้าง 1.5 - 2 มิลลิเมตร ยาว 3 - 4 มิลลิเมตร ถูกห่อหุ้มด้วยกาบหุ้มรูปสามเหลี่ยม 1 แผ่น มีกลีบดอก 2 ชั้น ชั้นละ 3 กลีบ มีเกสรตัวผู้ 6 อัน รวมกันอยู่เป็นท่อตรงกลางดอก อับเกสรตัวผู้มี 2 พู ละอองเกสรจะหลุดจากช่อดอกทั้งหมดภายในเวลา 3 วัน ถ้าอากาศชื้นจะใช้เวลามากขึ้นละอองเกสรจะมีชีวิตอยู่ได้ 7 วัน แต่หลังจากวันที่ 4 ความมีชีวิตจะต่ำลง ต้นปาล์มน้ำมันที่โตเต็มที่ช่อดอกตัวผู้ 1 ดอกให้ละอองเกสรมีน้ำหนักประมาณ 30 - 50 กรัม

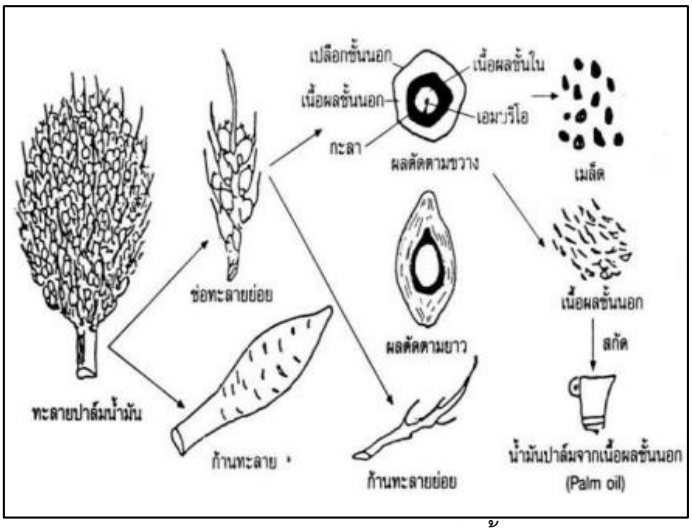


ภาพ 2.13. ช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน

ที่มา : http://www.fao.org/3/t0309e/T0309E01.htm

ช่อดอกผสมหรือกระเทย (mixed or hermaphrodyte inflorescences) ช่อดอกประเภทนี้ คือ ช่อดอกที่มีช่อดอกย่อยทั้งเพศผู้และเพศเมียอยู่ในช่อดอกเดียวกันเกิดขึ้นในบางโอกาสเท่านั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะที่ปาล์มเริ่มผลิตช่อดอกใหม่ (อายุประมาณ 3-4 ปี) โดยทั่วไปช่อดอกย่อยเพศผู้จะอยู่ทางส่วนโคนและปลายของช่อดอกใหญ่ ช่อดอกประเภทนี้เป็นลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ เพราะจะทำให้ผลผลิตต่ำ

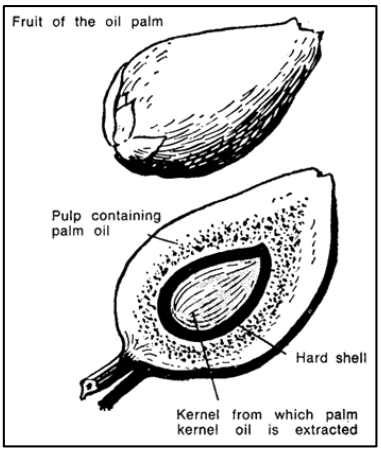
5. ทะลาย (bunch) ทะลายปาล์มน้ำมัน ประกอบด้วยก้านทะลาย ช่อทะลายย่อย และผล ในแต่ละทะลายมีปริมาณผล 45 - 70 เปอร์เซ็นต์ ทะลายปาล์มน้ำมันเมื่อสุกแก่เต็มที่มีน้ำหนักประมาณ 1 - 60 กิโลกรัม แปรไปตามอายุของปาล์มน้ำมันและปัจจัยสิ่งแวดล้อมแบบการปลูกเป็นการค้า ต้องการช่อดอกตัวผู้ ช่อดอกตัวเมีย ช่อดอกกระเทย ที่มีน้ำหนัก 10 - 25 กิโลกรัม จำนวนทะลายต่อต้นก็มีความแตกต่างเช่นกันโดยมีสหสัมพันธ์ทางลบกับน้ำหนักทะลาย



ภาพ 2.14. ทะลายของปาล์มน้ำมัน

ที่มา : ปรีดาวรรณ และคณะ, 2558

6. ผล (fruit) ผลปาล์มน้ำมันไม่มีก้านผล (sessile drup) รูปร่างมีหลายแบบตั้งแต่รูปเรียวแหลมจนถึงรูปไข่หรือรูปยาวรี ความยาวผลอยู่ระหว่าง 2 - 5 เซนติเมตร น้ำหนักผลประมาณ 3 - 30 กรัม ประกอบด้วยผิวเปลือกนอก (exocarp) ชั้นเปลือกนอก (mesocarp) เป็นเนื้อเยื่อเส้นใย สีส้มแดงเมื่อสุกและมีน้ำมันอยู่ในชั้นนี้ ปาล์มน้ำมันที่ปลูกเป็นการค้าโดยทั่วไปพบว่ามีสีผลที่ผิวเปลือกนอก 3 ลักษณะ คือ แบบแรกเมื่อผลดิบมีสีดำปลายผลมีสีงาช้างจะเปลี่ยนเป็นสีแดงเมื่อสุกแล้ว (deep reddish-orange) เรียกลักษณะนี้ว่า nigrescens แบบที่ 2 เมื่อผลดิบเป็นสีเขียวจะเปลี่ยนเป็นสีส้มเมื่อสุก (light reddish-orange) เรียกลักษณะนี้ว่า virescens โดยทั่วไปพบน้อยกว่าแบบแรก แบบที่ 3 เรียกว่า albescens มีสีผิวเปลือกเมื่อสุกเป็นสีเหลืองซีดโดยทั่วไปพบน้อยมาก



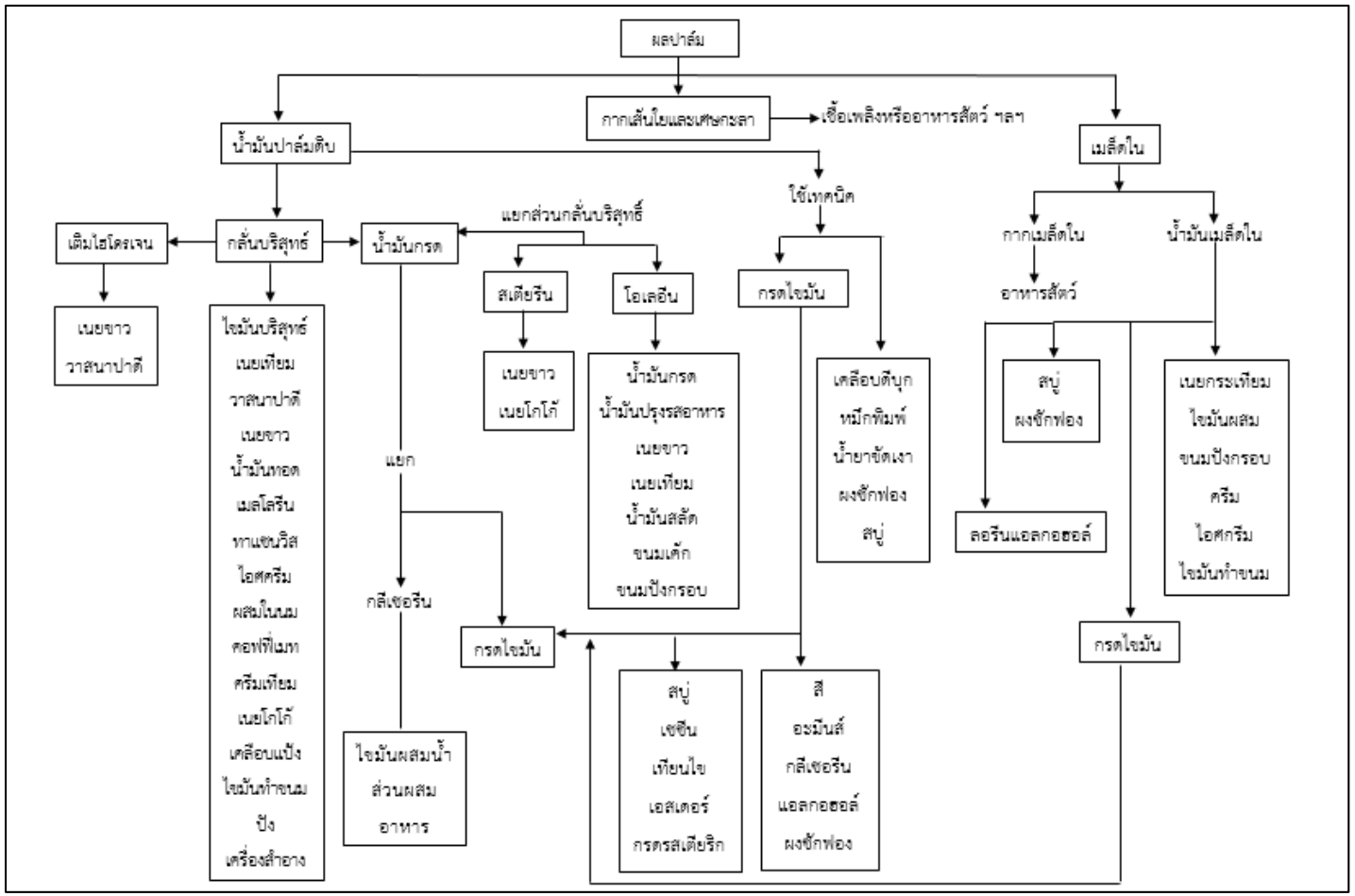
ภาพ 2.15. ผลของปาล์มน้ำมัน

ที่มา : http://www.fao.org/3/t0309e/T0309E01.htm

7. เมล็ด (seeds) เมล็ดของปาล์มน้ำมันมีลักษณะแข็ง ประกอบด้วยกะลา (endocarp) และเนื้อใน ซึ่งเจริญมาจากไข่ 1 - 3 อัน บางครั้งพบ 4 อัน ขนาดของเมล็ดขึ้นอยู่กับความหนาของกะลาและขนาดของเนื้อใน บนกะลาจะมีช่องสำหรับงอก (germ pore) 3 ช่อง ในกะลานั้นประกอบด้วยอาหารต้นอ่อน (endosperm) หรือเนื้อในสีขาวอมเทาซึ่งมีน้ำมันสะสมอยู่และมีเยื่อ (testa) สีน้ำตาลแก่หุ้มอยู่โดยมีเส้นใยรองรับระหว่างเยื่อหุ้มกับกะลาอีกชั้นหนึ่งภายในเนื้อในตรงกันข้ามกับช่องสำหรับงอกมีต้นอ่อนฝังตัวอยู่มีลักษณะตรงยาวประมาณ 3 มิลลิเมตร โดยปกติเมล็ดปาล์มน้ำมันมีการพักตัวซึ่งสามารถทำลายการพักตัวโดยการอบด้วยความร้อน เมล็ดจะงอกเมื่อได้รับการกระตุ้นโดยอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม ขบวนการงอกจะเกิดในระยะเวลา 3 - 4 วัน แต่ละเมล็ดจะใช้เวลาในการงอกแตกต่างกัน ต้นอ่อนในเมล็ดเริ่มมีการเจริญเติบโตนั้นยอดของใบเลี้ยงจะขยายใหญ่ขึ้นมีสีเหลือง เรียกว่า จาว (haustorium) และยังคงฝังตัวอยู่ในเนื้อในทำหน้าที่ดูดอาหารมาเลี้ยงต้นอ่อนและผลิตเอนไซม์ออกมาให้อาหารต้นอ่อนให้เป็นของเหลวไปเลี้ยงต้นอ่อนเป็นเวลาประมาณ 3 เดือน จนกระทั่งต้นอ่อนสามารถสังเคราะห์แสงเองได้ (กรมวิชาการเกษตร, ม.ป.ป.)

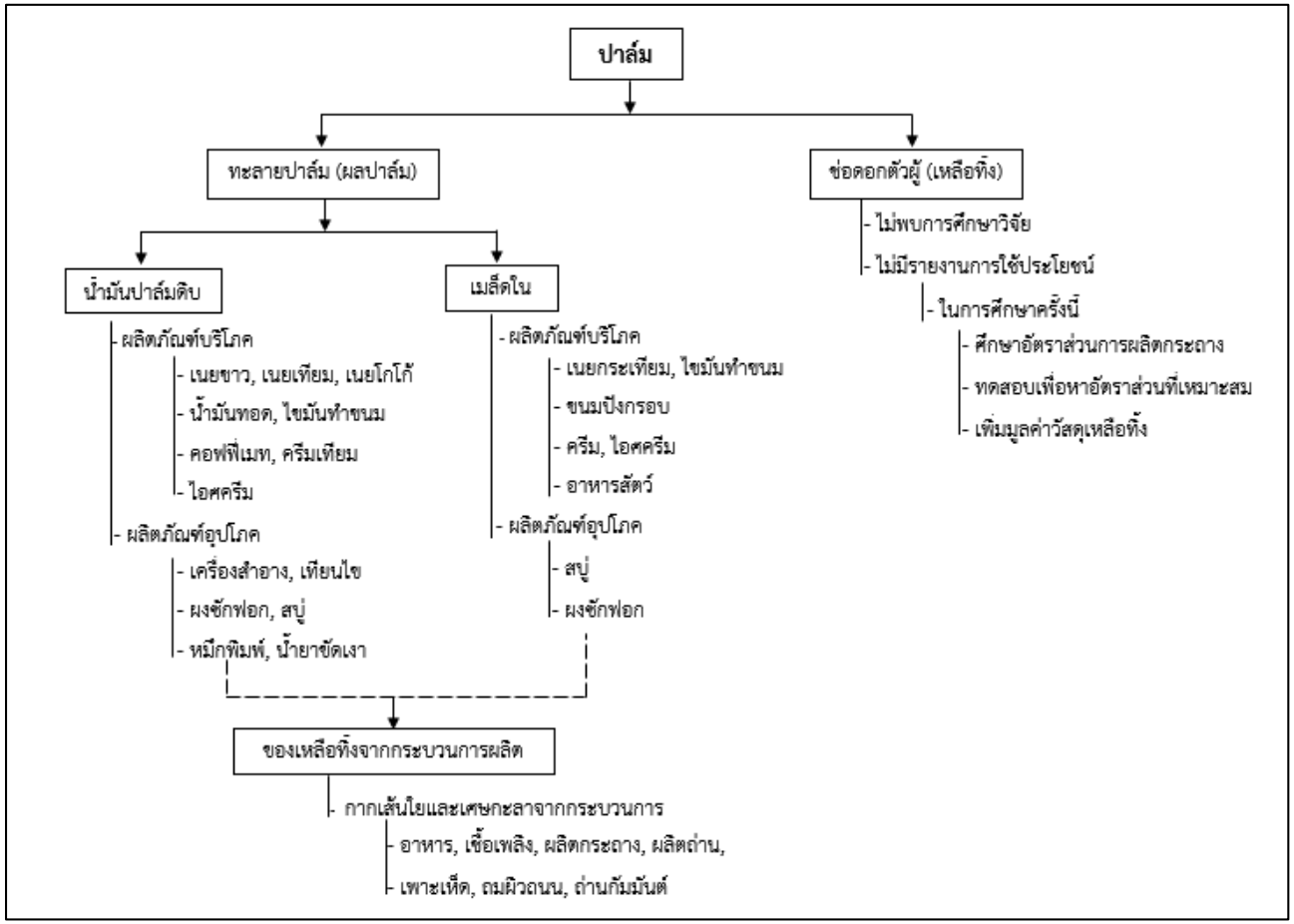
2.1.4.2 ประโยชน์ของปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมัน จัดเป็นพืชน้ำมันที่สามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ทั้งที่เป็นอาหารและที่ไม่ใช่อาหาร คือ มีประโยชน์ทั้งด้านบริโภคและอุปโภค ความหลากหลายของการใช้ประโยชน์สามารถสรุปเป็นภาพรวมได้ดังภาพ 2.13 เช่น ใช้น้ำมันปาล์ม โอเลอีน ทำอาหารในครัวเรือนหรือใช้ในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ที่ต้องการทอด เนยเทียม ไอศกรีม ขนมขบเคี้ยว ลูกกวาด สบู่ ผงซักฟอก และอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีคอล (Oleochemical) ซึ่งรวมถึงการผลิตเชื้อเพลิง (เมทานอล) เพื่อใช้กับเครื่องยนต์ เป็นต้น



ภาพ 2.16 ประโยชน์ของปาล์มน้ำมัน

ที่มา : ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, 2545



ภาพ 2.17 ประโยชน์ของปาล์มน้ำมัน

การเพิ่มมูลค่าในปาล์มน้ำมัน

1.วัตถุดิบทะลายสดปาล์มน้ำมัน

เกษตรกรสามารถเพิ่มมูลค่าในการผลิตวัตถุดิบทะลายสดปาล์มน้ำมันได้โดยการลดต้นทุนในการผลิตทุกๆ ด้าน พร้อมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทะลายสดของปาล์มน้ำมัน ดังนั้นเกษตรกรจึงจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับธรรมชาติของพืชและปัจจัยภายนอกที่พืชต้องการ โดยเฉพาะเรื่องการออกช่อดอกของปาล์มน้ำมันทั้งเพศผู้และเพศเมีย ซึ่งแต่ละช่อดอกต้องใช้เวลาในการเจริญและพัฒนาเป็นเวลานานประมาณ 3 ปี จึงจะโผล่พ้นทางใบปาล์มออกมาให้สังเกตเห็นได้ นอกจากนี้เกษตรกรต้องทราบว่าการจัดการสวนปาล์มที่ดีเป็นอย่างไร รวมทั้งการจัดการใช้ปุ๋ยอย่างถูกต้อง เหมาะสมและประหยัด เป็นต้น ซึ่งเรื่องต่างๆ เหล่านี้จำเป็นต้องอาศัยนักวิชาการที่มีความรู้และมีประสบการณ์ในการถ่ายทอดความรู้ที่ถูกต้องให้กับเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน

2.น้ำมันปาล์ม

ในน้ำมันปาล์มมีองค์ประกอบทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับวิตามินที่สำคัญ 2 ชนิด คือ วิตามินอีและสารแคโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในสร้างวิตามินเอ สารทั้งสองชนิดพบในน้ำมันปาล์มปริมาณสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับพืชชนิดอื่นๆ หากสามารถคิดค้นวิธีการสกัดทั้งวิตามินอีและสารแคโรทีนอยด์มาใช้ประโยชน์ได้โดยที่ปาล์มน้ำมันที่เหลือยังคงนำไปใช้ประโยชน์ได้จะช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับปาล์มน้ำมันได้อย่างมากมาย นอกจากนี้ปาล์มน้ำมันยังสามารถนำมาแปรรูปโดยผ่านกระบวนการทางเคมีภายใต้อุตสาหกรรมที่เรียกว่า โอลิโอเคมีคอล เพื่อให้ได้สารประกอบทางเคมีชนิดต่างๆ มากมาย และสามารถนำสารดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ ทั้งด้านบริโภคและอุปโภค เช่น อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เภสัชกรรม น้ำมันหล่อลื่น ไบโอดีเซล เป็นต้น ซึ่งหากประเทศไทยสามารถดำเนินการถึงจุดนี้ได้ จะทำให้อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันของไทยมีความมั่นคง ยั่งยืน และจะช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับปาล์มน้ำมันได้อย่างมาก

3.เนื้อไม้และวัสดุอื่นๆ

1) ต้น : ใช้ทำแผ่นไม้สำหรับผนังห้อง เพดาน โต๊ะ และเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ นอกจากนี้ต้นปาล์มยังสามารถนำมาทำเป็นแผ่นไม้บางๆ ทำหลังคาและทำเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่มีค่าซัลเฟอร์ต่ำซึ่งช่วยลดปัญหาภาวะมลพิษได้ดี

2) ทางใบปาล์ม : เมื่อใช้คลุมโคนต้นปาล์มหรือระหว่างแถวปาล์มจะช่วยรักษาความชื้นในดิน ลดการชะล้างของหน้าดิน และเมื่อย่อยสลายจะให้ธาตุอาหารที่ปาล์มนำไปใช้ประโยชน์ได้ ทางใบปาล์มยังสามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ นอกจากนี้ในใบปาล์มยังมีวิตามินอีซึ่งหากสามารถสกัดออกมาได้ก็จะช่วยเพิ่มมูลค่าได้มากมาย

3) ต้นและทางใบปาล์ม : สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้โดยตรง ต้นปาล์มมีคาร์โบไฮเดรตสูงซึ่งสามารถเปลี่ยนให้เป็นก๊าซหรือเชื้อเพลิงเหลวได้ นอกจากนี้ยังสามารถนำต้นทางใบและทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันมาทำเป็นเยื่อและกระดาษ

4) ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน : เมื่อใช้คลุมโคนต้นปาล์มจะมีประโยชน์เช่นเดียวกับการใช้ทางใบใช้เป็นเชื้อเพลิงและใช้ในการเพาะเห็ดฟาง นอกจากนี้ยังมีความพยายามทำซีเมนต์บอร์ดจากทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันด้วย

5) กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน : ส่วนใหญ่ใช้เป็นอาหารสัตว์ เนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารสูงคือ มีคาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน เส้นใย เถ้า และความชื้น

6) เส้นใยและกะลาปาล์ม : ส่วนใหญ่ใช้เป็นเชื้อเพลิง กะลาปาล์มที่เหลือบางส่วน ใช้สำหรับถมผิวถนนในสวนปาล์ม นอกจากนี้เส้นใยและกะลาปาล์มยังสามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมของวัสดุเพาะกล้าปาล์มหรือใช้คลุมบริเวณผิวดินในถุงเพาะกล้า สำหรับกะลาปาล์มเนื่องจากมีองค์ประกอบของธาตุคาร์บอนสูงจึงสามารถนำมาเผาทำเป็นถ่านกัมมันต์เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ เกี่ยวกับกรองฝุ่นหรือสิ่งเจือปนต่าง ๆ

7) ช่อดอกตัวผู้ : ยังไม่พบรายงานว่ามีการใช้ประโยชน์จากช่อดอกตัวผู้นอกจากการใช้ละอองเกสรเพื่อการผสมพันธุ์กับช่อดอกเพศเมียแต่จากการสังเกตพบว่าช่อดอกเพศผู้แต่ละเพศผู้แต่ละช่อดอกสามารถผลิตละอองเกสรได้จำนวนมากโดยช่อดอกหนึ่งๆ สามารถผลิตได้ประมาณ 30 - 50 กรัมต่อช่อดอก หากสามารถสกัดสารที่เป็นประโยชน์ออกมาใช้ประโยชน์ได้อาจจะเป็นเรื่องใหม่ในวงศ์การปาล์มน้ำมันและสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับช่อดอกเพศผู้ได้

8) กากตะกอนในโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม : สามารถนำกลับมาทำปุ๋ยให้กับปาล์มน้ำมันและพืชอื่นๆ โดยทำกากตะกอนให้แห้งเสียก่อนเนื่องจากเป็นแหล่งที่มีธาตุอาหารสูง นอกจากนี้กากตะกอนดังกล่าวยังสามารถนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ได้ดีอีกด้วย (ธีระ, 2545)

2.1.5 โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ (Polyvinyl alcohol, PVA,)

โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ เป็นสารโพลีเมอร์สังเคราะห์โมเลกุลใหญ่ชนิดหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ใช้เป็นตัวประสานและเพิ่มความเสถียรของอิมัลชันในกาว (abhesive) ใช้ในการเคลือบกระดาษและใช้เป็นสารตั้งต้นในการเตรียมโพลีไวนิลบิวทิริล (Polyvinyl butyryl, PVB) ซึ่งใช้เป็นตัวยึดระหว่างชั้นต่างๆ ของกระจกนิรภัย นอกจากนั้นแล้วโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ยังใช้เป็นเส้นใยสำหรับใช้ในงานหลายประเภทและใช้ทำเป็นแผ่นฟิล์มที่ละลายน้ำได้ใช้ในการบรรจุหีบห่อ (สุรศักดิ์, 2543) และโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ ยังเป็นพอลิเมอร์ประเภทชอบน้ำ (Hydrophilic polymer) จึงสามารถละลายในน้ำได้ง่ายและเป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ที่ผลิตขึ้นมากมายในหลายๆ ประเทศด้วยสมบัติทางกายภาพและความทนทานต่อสารเคมีที่สูง ทั้งยังมีความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพทำให้โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ถูกนำมาประยุกต์ใช้

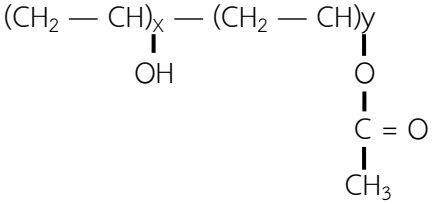
ในหลายๆ ผลิตภัณฑ์ทางการค้า เช่น การใช้งานโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ในการเป็นสารลดแรงตึงผิว (Emulsifier) และสารที่ทำให้คงตัว (Stabilizer) สำหรับอนุภาคแขวนลอย ใช้เป็นสารต้านการซึมน้ำ (Sizing agent) และสารเคลือบ (Coating) สำหรับอุตสาหกรรมกระดาษและสิ่งทอและใช้เป็นสารยึดติด (Adhesive) เป็นต้น นอกจากนี้โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ยังถูกนำมาใช้งานเกี่ยวกับทางการแพทย์และเภสัชกรรมเนื่องจากความไม่เป็นพิษ ไม่เป็นสารก่อมะเร็ง และสมบัติทางด้านการยึดติดทางชีวภาพพร้อมทั้งง่ายต่อการขึ้นรูป (อรุณวัฒน์, 2557)

ภาพ 2.18 โพลีไวนิลแอลกอฮอล์

ที่มา : https://dialogue-irk.ru/en/osnovnye-sredstva/e1203-polivinilovyi-spirt

2.1.5.1 โครงสร้างของโพลีไวนิลแอลกอฮอล์

โพลิไวนิลแอลกอฮอล์ เป็นโพลิเมอร์ที่ไม่สามารถสังเคราะห์ได้โดยตรงจากไวนิลแอลกอฮอล์โมโนเมอร์ เนื่องจากไวนิลแอลกอฮอล์โมโนเมอร์มีโครงสร้างที่ไม่เสถียรพอต่อการเกิดกระบวนการพอลิเมอไรเซชัน (polymerization) เพราะไวนิลแอลกอฮอล์โมโนเมอร์จะสลายตัวไปเป็น อะซิตัลดีไฮด์ (acetaldehyde) ในระหว่างกระบวนการสังเคราะห์เสียก่อน ดังนั้นในทางการค้าจะต้องสังเคราะห์โพลิไวนิลแอลกอฮอล์จากกลุ่มของไวนิลเอสเทอร์ (vinyl ester) สารที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ ไวนิลอะซิเตต (vinyl acetate) ซึ่งเมื่อสิ้นสุดกระบวนการแล้วจะได้โคโพลิเมอร์ (copolymer) ระหว่างไวนิลแอลกอฮอล์กับไวนิลอะซิเตต



ภาพ 2.19 โพลีไวนิลแอลกอฮอล์

ที่มา : สุรศักดิ์ ไวทยวงศ์สกุล, 2543

2.1.5.2 สมบัติทางกายของโพลีไวนิลแอลกอฮอล์

โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ มีคุณสมบัติขึ้นอยู่กับน้ำหนักโมเลกุลและระดับการไฮโดรไลซิส (degree of hydrolysis) โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ที่มีระดับการไฮโดรไลซิสสูง มีความเป็นผลึกสูง และสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลจะมีความสามารถที่ทนต่อแรงกระทำได้ดีกว่าโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ที่มีระดับการไฮโดรไลซิสต่ำ ทั้งนี้ความชื้นของสิ่งแวดล้อมหรือน้ำก็เป็นอีกหนึ่งตัวแปรที่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพของโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ เพราะน้ำทำหน้าที่เป็นพลาสติไซเซอร์ ความสามารถในการทนต่อแรงดึงของโพลีไวนิลแอลกอฮอล์จะแปรผกผันกับความสามารถในการยืดตัวออกของโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ คือ เมื่ออากาศมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ร้อยละ 50 ความสามารถในการทนต่อแรงดึงของโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ลดลงแต่ความสามารถในการยืดตัวออกจะเพิ่มขึ้น ในส่วนของการละลายน้ำของโพลีไวนิลแอลกอฮอล์เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นความสามารถในการละลายน้ำเพิ่มขึ้นและจะละลายได้หมดที่อุณหภูมิสูงกว่า 90 องศาเซลเซียล ขึ้นอยู่กับระดับการไฮโดรไลซิสของโมเลกุล ที่ระดับการไฮโดรไลซิสประมาณร้อยละ 80 โพลีไวนิลแอลกอฮอล์สามารถละลายน้ำได้ดี ผลของน้ำหนักโมเลกุลของโพลีไวนิลแอลกอฮอล์เมื่อน้ำหนักโมเลกุลสูงขึ้นความแข็งแรง ความต้านทานต่อการดึงยืดและความสามารถในการอ่อนตัวจะมีประสิทธิภาพที่ดี โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ที่มีระดับการไฮโดรไลซิสสูงจะไม่ละลายในไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon) คีโตน (ketones) และเอสเทอร์ (Ester) เพราะสภาพขั้วแตกต่างกัน (วรเวทย์, 2555)

2.1.5.3 ประโยชน์และการใช้งานโพลิไวนิลแอลกอฮอล์

โพลิไวนิลแอลกอฮอล์สามารถประยุกต์ใช้ได้หลากหลายในอุตสาหกรรมอาหารใช้เป็นสารเกาะยึดและการเคลือบผิวโดยใช้เป็นฟิล์มเคลือบผิวในงานสำหรับการป้องกันความชื้น และสำหรับการเคลือบตัวเม็ดยา โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ถูกพัฒนาเป็นตัวเคลือบผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อป้องกันความชื้น ก๊าซออกซิเจนและองค์ประกอบอื่นๆ ในสิ่งแวดล้อม ความหนืดของตัวโพลีเมอร์ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นสารเคลือบเม็ดยา แคปซูล และอื่นๆ ที่ใช้ในรูปแบบของของแข็ง (อรุณวัฒน์, 2557)

2.1.5.4 การนำมาใช้งานโพลีไวนิลแอลกอฮอล์

การใช้งานของโพลีไวนิลแอลกอฮอล์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1) การใช้งานที่อาศัยสมบัติการละลายในน้ำ เช่น ใช้เป็นตัวช่วยทำให้ระบบอิมัลชัน และระบบแขวนลอยต่างๆ มีความคงตัว ใช้เป็นสารยึดติด (adhesive) สำหรับกระดาษและไม้ใช้ทำแผ่นฟิล์มเคลือบกระดาษซึ่งมีความใสเหนียวและทนต่อการขีดข่วน

2) การใช้งานเมื่อนำโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ไปทำปฏิกิริยาเคมีแล้วทำให้ไม่สามารถละลายน้ำจึงนำมาใช้งาน ซึ่งโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ที่ไม่ละลายในน้ำนี้สามารถดูดน้ำและความชื้นได้เป็นอย่างดี (ประมาณร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก) จึงใช้เป็นเส้นใยแทนฝ้ายได้ ผ้าที่ทำด้วยเส้นใยโพลีไวนิลแอลกอฮอล์สวมใส่สบาย ซักง่าย ทนทานต่อการสึกหรอ และสามารถคงรูปได้เป็นอย่างดี (วรเวทย์, 2555)

2.1.6 **มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร**

มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการประเมินมูลค่าทางทรัพยากรสิ่งแวดล้อมเป็นความพยายามที่จะเอาสิ่งที่มีคุณค่าในมุมต่างๆ มาวัดหาค่าทางเศรษฐศาสตร์หรือทางการตลาด จึงเป็นเครื่องมือสำคัญ และสามารถวัดมูลค่าได้กว้างกว่ามูลค่าเชิงพาณิชย์ ทรัพยากรด้านสิ่งแวดล้อมได้นำมาคิดหามูลค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ที่กว้างมากขึ้น แต่ยังครอบคลุมไปถึงการดำรงชีวิตของทรัพยากร ระบบนิเวศวิทยา และความสมบูรณ์ของสิ่งแวดล้อมที่จะมีผลต่อการประเมินมูลค่า (สำนักงานบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยศิลปกร, 2562)

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีการเพาะปลูกพืชผลต่างๆ อยู่มากมาย ซึ่งผลผลิตที่ได้จากการทำเกษตรกรรมในปัจจุบันนั้นไม่เพียงแต่นำมาใช้เป็นอาหารเพื่อบริโภคทั้งภายในและนอกประเทศ แต่ปัจจุบันยังมีการนำไปแปลงเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพ วัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์และข้าวของเครื่องใช้ต่างๆ อีกมากมาย โดยเฉพาะเศษวัสดุเหลือทิ้งทางเกษตร เช่น เศษไม้ยางพารา ทะลาย กะลาปาล์มน้ำมัน กาบ กะลามะพร้าว แกลบ ฟางข้าว กากอ้อย ซังข้าวโพด เหง้ามันสำปะหลัง ซึ่งหากสามารถนำมาเข้าสู่กระบวนการจัดการที่ถูกต้อง และพัฒนาโดยนวัตกรรมและเทคโนโลยีต่างๆ จะสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเศรษฐกิจของประเทศเติบโตได้กว่านับแสนล้านบาทและยังสามารถสร้างให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์มากกว่าทิ้งหรือทำลาย รวมถึงเป็นแนวทางแก้ไขปัญหาการแสวงหาพลังงานทดแทนที่ยั่งยืนอีกด้วย (SME Thailand, 2019)

2.2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง และคณะ (2548) ได้ศึกษาผลิตกระถางต้นไม้ที่เสื่อมทางชีวภาพด้วยเครื่องอัดระบบไฮดรอลิกส์โดยศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อความพรุนและความแข็งของกระถางต้นไม้ ได้แก่ ฟางข้าว ผักตบชวา และขี้เลื่อย และตัวประสาน คือ แป้งมันสำปะหลังและแป้งสาลี ขึ้นรูปกระถางต้นไม้ด้วยเครื่องอัดกระถางต้นไม้ระบบไฮดรอลิกส์ที่ความดัน 800 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว พบว่าความพรุนและความแข็งแรงของกระถางต้นไม้ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของวัสดุอย่างมีนัยสำคัญและกระถางต้นไม้มีการย่อยสลายและเกิดการแทงรากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์

ซอลีฮะห์ สตันน็อต และนุจรี เอ็มเล่ง (2558) ได้ทำการศึกษาทะลายปาล์มเพาะเห็ดและใยปาล์มเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการผสมทะลายปาล์มที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วนำไปย่อยโดยเครื่องมือย่อยจนได้ทะลายปาล์มที่ละเอียดผสมกับใยปาล์มในอัตราส่วนที่แตกกันโดยมีกาวแป้งปริมาณ 150 กรัม เป็นตัวประสานและนำมาขึ้นรูปเป็นกระถางเพาะชำ จากการทดสอบลักษณะทางกายภาพของกระถาง คือ ทดสอบความแข็งแรง ทดสอบการอุ้มน้ำ และทดสอบการย่อยสลาย พบว่ามีการแตกบริเวณท้ายกระถางและกระถางมีส่วนแข็งแรงดีเพราะสภาพของกระถางหลังจากการทดสอบ พบว่ากระถางที่มีอัตราส่วนทะลายปาล์มเพาะเห็ดต่อใยปาล์ม 60 : 60 มีความสามารถในการอุ้มน้ำและการย่อยสลายได้ดีที่สุด ดังนั้นกระถางที่นำมาใช้ประโยชน์ในการเพาะชำได้ดี คือกระถางที่มีทะลายปาล์มในอัตราส่วน 60 : 60 และใช้กาวแป้งเป็นวัสดุประสาน 150 กรัม

เตือนใจ ปิยัง, กัตตินาฎ สกุลสวัสดิพันธ์ และวรรณวิภา ไชยชาญ (2561) ได้ทำการศึกษางานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตกระถางต้นไม้ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและก้อนเชื้อเห็ดเก่าโดยใช้ตัวประสานเป็นกาวแป้งเปียก โดยศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปและคุณสมบัติของกระถางต้นไม้ทำการศึกษาทั้งหมด 6 ชุดการทดลองที่อัตราส่วนผสมกากตะกอนน้ำมันปาล์มต่อก้อนเชื้อเห็ดเก่า ได้แก่ 5 : 0, 4 : 1, 3 : 2, 2 : 3, 1 : 4 และ 0 : 5 โดยน้ำหนัก นำไปขึ้นรูปกระถางด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิกส์ช่วง 100 - 150 นิวตัน ซึ่งทำการศึกษาคุณสมบัติค่าการดูดซับน้ำ ค่าการพองตัว ค่าความพรุน และการย่อยสลายของกระถางต้นไม้ ผลการศึกษาพบว่ากระถางต้นไม้ที่ใช้วัสดุประสานกาวแป้งเปียกสามารถขึ้นรูปได้ทุกชุดการทดลอง สำหรับคุณสมบัติของกระถางต้นไม้ พบว่าค่าการดูดซับน้ำ ค่าการพองตัว ค่าความพรุน และการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของวัสดุผสมอย่างมีนัยสำคัญเมื่อพิจารณาคุณสมบัติกระถางต้นไม้ที่อัตราส่วนผสมที่ 1 : 4 เหมาะต่อการขึ้นรูปได้ดีและคุณสมบัติเหมาะสมที่สุดโดยมีค่าการดูดซับน้ำ 91.18 ± 1.33

เปอร์เซ็นต์ ค่าการพองตัว 91.67 ± 1.11 เปอร์เซ็นต์ ค่าความพรุน 79.00 ± 3.25 เปอร์เซ็นต์ และมีการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้ย่อยสลายได้ช้าที่สุด

วิภา วิเศษสินธุ์ (2553) ได้ทำศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์กระถางชำจากขยะประเภทกระดาษภายในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ จากผลการศึกษาพบว่าสามารถใช้ปริมาณเยื่อกระดาษ ขี้เลื่อย และตัวประสาน ในอัตราส่วน 2 : 0.5 : 1 ตามลำดับ เพื่อขึ้นรูปกระถางเพาะชำ 1 ใบ ซึ่งมีน้ำหนักรวม 400 กรัม โดยใช้สภาวะความดันในการขึ้นรูปที่ 10 บาร์ ระยะเวลา 60 วินาที ผลการทดสอบสมบัติทางกลพบว่าความต้านทานแรงกดมีค่าเฉลี่ยสูงสุดโดยมีค่า 3110.83 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และผลการนำไปใช้งานจริงพบว่าที่ระยะเวลา 90 วัน มีอัตราการย่อยสลายร้อยละ 28.46 (โดยน้ำหนัก) และที่ระยะเวลา 180 วัน มีอัตราการย่อยสลายร้อยละ 38.86 ด้านค่าใช้จ่ายพบว่าโครงการวิจัยนี้สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านการสั่งซื้อกระถางเพาะชำให้แก่เทศบาลนครหาดใหญ่ได้ปีละ 37,080 บาท หรือมีจุดคุ้มทุนอยู่ที่ระยะเวลา 2 ปี

ณนกร หยกสหชาติ, ทศพร นามโฮง และภสุโชค หยกสหชาติ (2555) ได้ศึกษาการเตรียมบรรจุภัณฑ์จากซังข้าวโพดเทียนเหลือทิ้งด้วยวัสดุประสานธรรมชาติ 3 ชนิด คือ แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเหนียว และเจลาตินทำได้โดยการใช้ซังข้าวโพดบดละเอียดและวัสดุประสานธรรมชาติซึ่งมีการเติมกลีเซอรอลปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์โดยมวล น้ำปริมาณ 31 - 41 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และมีการผันแปรปริมาณของวัสดุประสาน 3 ระดับ คือ 25, 30 และ 35 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากนั้นนำมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 - 70 องศาเซลเซียส ประมาณ 10 นาที ศึกษาผลของลักษณะปรากฏและความแข็งของบรรจุภัณฑ์ต้นแบบต่อชนิดของวัสดุประสานธรรมชาติพบว่าวัสดุประสานจากแป้งมันสำปะหลังมีสีขาว ลักษณะข้นหนืด จับตัวเป็นก้อนอย่างรวดเร็วขณะให้ความร้อน และสามารถทำได้ยาก วัสดุประสานจากแป้ง ข้าวเหนียว มีสีขาวอมชมพู ลักษณะข้นหนืดและจับตัวเป็นก้อนเร็วกว่าแป้งมันสำปะหลัง ส่วนวัสดุประสานจากเจลาติน มีสีเหลืองเข้ม เป็นเนื้อเดียวกัน จับตัวแข็งที่อุณหภูมิห้องและสามารถทำได้ง่าย สำหรับค่าความแข็งของบรรจุภัณฑ์ต้นแบบมีค่าอยู่ในช่วง 5.54 – 12.97 กิโลกรัมต่อตารางมิลลิลิตร และปริมาณที่เหมาะสมในการเตรียมวัสดุประสาน คือ 35 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก สำหรับการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็นสารเสริมปริมาณ 10 กรัม แล้วนำมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 – 70 องศาเซลเซียส ประมาณ 10 นาที แล้วศึกษาผลของลักษณะปรากฏความยืดหยุ่นและความแข็งแรงของวัสดุประสานที่มีการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตแล้วตรวจสอบความหนาแน่น และความแข็งของบรรจุภัณฑ์ต้นแบบจากวัสดุประสานที่มีการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนต พบว่าวัสดุประสานที่มีการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตมีลักษณะปรากฏคล้ายกับวัสดุประสานที่ไม่มีการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนต แต่วัสดุประสานที่มีการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตมีปริมาณเพิ่มขึ้น การเติม

โซเดียมเดียมไบคาร์บอเนตส่งผลให้ความแข็งลดลงแต่ปริมาณและความเป็นเนื้อเดียวกันเพิ่มขึ้น สำหรับชนิดของวัสดุประสานที่เหมาะสมในการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์ คือเจลาติน

มลสุดา ลิวไธสง (2556) ได้ทำการศึกษาเรื่องการผลิตภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากกาบกล้วย งานวิจัยนี้เกี่ยวกับการผลิตภาชนะจากแหล่งวัตถุดิบที่สามารถปลูกทดแทนใหม่ได้ ซึ่งจะเลือกใช้กาบกล้วยที่สามารถหาได้ง่ายตามท้องถิ่นเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเส้นใยและใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน การขึ้นรูปใช้วิธีการอัดขึ้นรูปร้อน (Hot compression process) ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ความดัน 500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และใช้เวลาในการอัด 15 นาที จากนั้นจึงนำไปศึกษาอิทธิพลของความยาวเส้นใย จากการทดลองพบว่าสมบัติทางกลและสมบัติทางกายภาพที่สุด คือ กรณีที่มีอัตราส่วนระหว่างเส้นใยกล้วยต่อตัวประสานเท่ากับ 66.67 : 33.33 โดยน้ำหนัก และมีความยาวเส้นใยเท่ากับ 10 มิลลิเมตร สำหรับการศึกษาโครงสร้างสัณฐานวิทยาพบว่าชิ้นนี้ที่มีการผสมตัวประสานจะมีผิวหน้าเรียบแต่จะมีรูพรุนเกิดขึ้นภายในชิ้นงานมากกว่าชิ้นที่ไม่มีตัวประสาน นอกจากนี้ยังศึกษาเกี่ยวกับสาพันธุ์มันสำปะหลังที่หาได้ง่ายเพื่อนำหัวมันสำปะหลังมาผลิตเป็นตัวประสานทำการทดสอบเปรียบเทียบความหนืดของแป้งที่สกัดได้กับแป้งที่หาซื้อได้ตามท้องตลาด จากผลทดสอบพบว่าชิ้นงานที่อัดขึ้นรูปโดยใช้ตัวประสานจากแป้งมันสำปะหลังที่ขายตามท้องตลาดจะมีความหนืดและคุณสมบัติทางกลที่ดีที่สุด รองลงมา คือ ชิ้นงานที่ใช้ตัวประสานจากแป้งมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 และแป้งมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ตามลำดับ

ดารัตน์ มัจฉาวานิช และ รุจิกา ไชยยอด (2561) ได้ทำการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์กระถางเพาะชำจากขุยมะพร้าวผสมกากตะกอนอุตสาหกรรมอาหารทะเล ขึ้นรูปเป็นกระถางโดยวิธีกดอัดด้วยมือ (Hand Compression method) แล้วนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพและเคมีรวมถึงการย่อยสลายของกระถางเพาะชำโดยการฝัง (Burial test) ในสภาพธรรมชาติ ผลการศึกษาพบว่าสูตรกระถางเพาะชำจากขุยมะพร้าวผสมกากตะกอนอุตสาหกรรมอาหารทะเล สูตร S3 (50 : 50) เป็นสูตรที่เหมาะสมเนื่องจากในด้านความแข็งแรงของกระถาง มีความต้านทานแรงกดสูงสุดเท่ากับ 3100.93 นิวตัน การดูดซึมน้ำและความชื้นต่ำร้อยละเท่ากับ 228.54 ± 11.09 และ 6.62 ± 0.21 ตามลำดับ และสมบัติทางเคมีของกระถางเพาะชำพบว่าสูตร S3 (50 : 50) มีปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชทั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมีค่าร้อยละ 1.54, 0.93 และ 0.57 ตามลำดับ มีอินทรียวัตถุต่ำสุดร้อยละ 55.18 ± 1.23 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยหมัก สำหรับอัตราการย่อยสลายของกระถางเพาะชำ พบว่าอัตราการย่อยสลายของกระถางทุกสูตรจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา โดยสูตร S3 (50 : 50) มีการย่อยสลายสูงสุดร้อยละ 39.71 และมีค่า C/N ต่ำ เท่ากับ 13.98 ซึ่งค่า C/N หากสูงเกินไปอาจส่งผลให้อัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่ำจนดึงไนโตรเจนดินไปใช้ประโยชน์

ชาคริต ศรีทอง และคณะ (2559) ได้จัดทำงานวิจัยนี้ขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการกลุ่มสตรีสหกรณ์เกษตรกรคลองหลวง (คลองสอง) การสร้างข้อกำหนดเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางต้นไม้ที่ผลิตจากการกาแฟแบบกึ่งอัตโนมัติสร้างจากความต้องการของผู้ใช้ ได้แก่ เครื่องสามารถผลิตกระถางได้ครั้งละ 2 ใบ ระยะเวลาการกดอัดอยู่ในช่วงระยะเวลาเริ่มตั้งแต่ 0.1 วินาที แรงกดอัดกระถางอยู่ในช่วง 50 – 50,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ระบบรักษาความปลอดภัยของเครื่องใช้หลักการทำงานตามแบบวิศวกรรมความปลอดภัย และอัตรากำลังการผลิตเฉลี่ยกระถางโดยเฉลี่ย 4 ใบ ต่อ 1 นาที การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางทดสอบจากหลักการออกแบบการทดลองซึ่งกำหนดการทดสอบ 2 หัวข้อหลัก ได้แก่ ทดสอบการย่อยสลายในดินและการย่อยสลายในน้ำ ซึ่งกำหนดปัจจัยของการทดสอบ 3 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 น้ำหนักของกากกาแฟ ปัจจัยที่ 2 ตัวประสาน ปัจจัยที่ 3 แรงอัด ผลที่ได้จากการทดสอบพบว่าปัจจัยที่ส่งผลให้เครื่องเกิดประสิทธิภาพการผลิตเหมาะสมที่สุด คือ ใช้กากกาแฟ ขนาด 155 กรัม ตัวประสาน 55 กรัม และใช้แรงกดอัดขนาด 1,500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งสามารถทนต่อการย่อยสลายในดินได้ 44 วัน และทนต่อการย่อยสลายในน้ำได้ 24 วัน ในระยะเวลาดังกล่าวเป็นระยะเวลาที่ไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช

พรฤดี สงวนสุข (2552) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันปาล์มและเยื่อกระดาษ เพื่อพัฒนาเป็นบรรจุภัณฑ์รูปแบบกระถางสำหรับกล้าไม้ จากผลการวิจัยพบว่า สัดส่วนที่เหมาะสมของกากตะกอนน้ำมันปาล์มและกากตะกอนเยื่อกระดาษจากบ่อบำบัดน้ำเสียที่สามารถขึ้นรูปเป็นกระถางได้ด้วยวิธีการกดอัด คือ 100 : 0 และ 75 : 25 เปอร์เซ็นต์โดยมวล โดยมีสารละลายแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานที่ความเข้มข้นเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์โดยมวล เพื่อเพิ่มสมบัติด้านความแข็งแรงและยึดเกาะของกระถาง เมื่อทดสอบความต้านทานแรงกดและการตกกระแทก พบว่ากระถางขึ้นรูปสามารถต้านทานแรงกดสูงสุดเท่ากับ 2,544 นิวตัน และมีความต้านทานการตกกระแทกที่ความสูงเท่ากับ 65.20 เซนติเมตร เมื่อทดสอบการย่อยสลายของกระถางในดินที่มีสภาพน้ำท่วมขัง พบว่ากระถางสามารถย่อยสลายได้ 48.05 – 54.05 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าการย่อยสลายในดินที่มีสภาพรดน้ำทุก 7 วัน (38.98 – 41.95 เปอร์เซ็นต์) และสภาพแห้ง (7.06 – 7.71 เปอร์เซ็นต์) ในส่วนผสมของกระถางมีผลให้ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงขึ้น ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าบรรจุภัณฑ์กระถางจากตะกอนน้ำมันปาล์มและกากตะกอนเยื่อกระดาษจากบ่อบำบัดน้ำเสียสามารถประยุกต์กับกิจกรรมการเพาะกล้าไม้และสามารถย่อยสลายในดิน เพื่อให้คุณสมบัติที่สำคัญของดินบางประการซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของกล้าไม้ได้

จิตวรรณ เครือคำ, (2555) ได้ศึกษาการประยุกต์กากเบียร์ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกนะบวนการผลิตเบียร์เพื่อเป็นวัตถุดิบในการพัฒนาเป็นกระถางปลูกต้นไม้ที่ย่อยสลายได้ จากงานวิจัยพบว่ากากเบียร์ ให้ปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุดและมีปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นต่การเจริญเติบโตของพืช ปริมาณโลหะหนักอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานความเข้มข้นที่เป็นพิษต่อพืช จากอัตราส่วนผสมของกากเบียร์ ดินเหนียว กลีเซอรอล และพอลิไวนิลอะซิเตทของกระถางทั้ง 16 สูตร ที่ขึ้นรูปโดยวิธีกดอัดระบบไฮโดลิก พบว่าสูตรที่มีส่วนผสมของกากเบียร์ 75 กรัม ได้แก่ สูตรที่ 14 (BSG_{75} : $CLAY_{100}$: GLY_{25} : $PVAc_{50}$) และสูตรที่ 16 (BSG_{75} : $CLAY_{100}$: GLY_{50} : $PVAc_{50}$) สูตรที่มีส่วนผสมของกากเบียร์ 100 กรัม ได้แก่ สูตร 10 (BSG_{100} : $CLAY_{100}$: GLY_{25} : $PVAc_{50}$) สูตรที่ 12 (BSG_{100} : $CLAY_{100}$: GLY_{50} : $PVAc_{50}$) เหมาะสมในการขึ้นรูปเป็นกระถาง เมื่อทดสอบความแข็งแรงของกระถาง พบว่า สูตรที่ 14 และสูตรที่ 10 สามารถต้านทานแรงตกกระแทกในระดับความสูง 192 และ 142 เซนติเมตร ตามลำดับ คัดเลือกกระถาง สูตรที่ 14 และสูตรที่ 10 ซึ่งเป็นสูตรมีความแข็งแรงมาทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพ ภายหลังการทดสอบย่อยสลายทางชีวภาพในระยะเวลา 45 วัน โดยการวัดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่มาจากการย่อยสลายอินทรีย์คาร์บอนของกระถางพบว่าค่าการย่อยสลายของกระถางส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณไนโตรเจนอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 0.092-0.105 อินทรียวัตถุเท่ากับร้อยละ 2.155-2.276 และค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 0.419-0.422 เดซิซีเม้นต่อเมตร จากงานวิจัยจะเห็นได้ว่ากากเบียร์สามารถประยุกต์นำมาเป็นวัตถุดิบสำหรับกระถางปลูกต้นไม้แสดงให้เห็นถึงแนวทางในการแก้ไขปัญหาวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

บทที่ 3

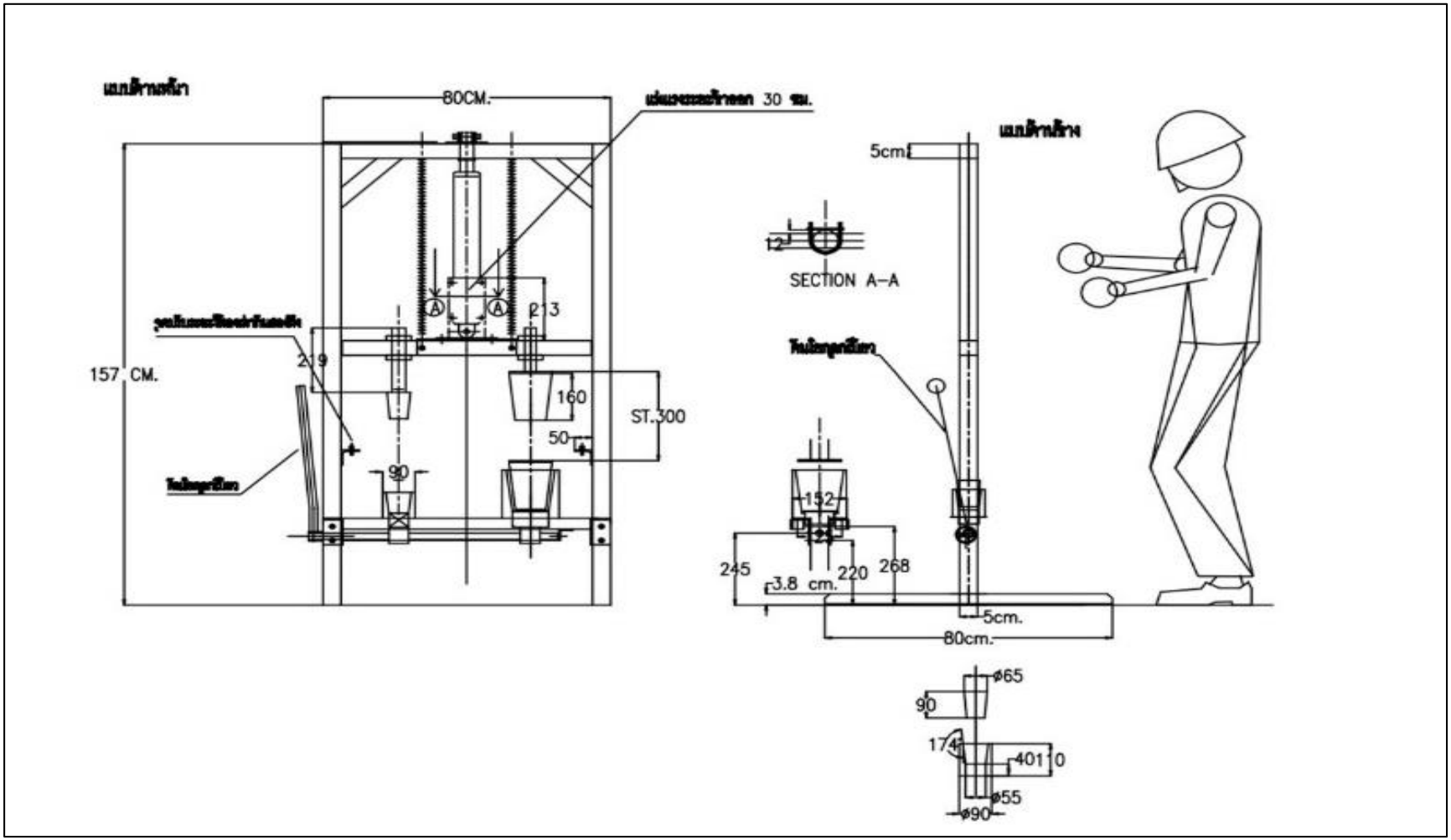
วิธีการดำเนินงาน

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อเป็นการพัฒนาเครื่องมืออัดขึ้นรูปกระถางที่ทำงานด้วยมือ (Manual) ให้เป็นระบบทำงานแบบไฮดรอลิกส์ (Hydraulic) เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและความหนาแน่นให้กับกระถางต้นไม้ เพื่อศึกษาช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาพัฒนาให้เป็นกระถางต้นไม้ เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบให้ขึ้นรูปกระถางต้นไม้ได้อย่างเหมาะสมให้มีคงทน แข็งแรง และศึกษาความพองตัว การดูดซึมของกระถางต้นไม้ พร้อมทั้งศึกษาวิเคราะห์หาธาตุอาหาร ไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) จากกระถางต้นไม้

3.1 พัฒนาเครื่องอัดขึ้นรูปกระถาง

3.1.1 การออกแบบเครื่องมืออัดขึ้นรูปกระถาง

ในการศึกษานี้ได้ออกแบบเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางแบบไฮดรอลิกส์ โดยเป็นกระบอกไฮดรอลิกส์ที่สามารถโยกแรงได้ 3 – 4 ตัน และแรงที่กดได้ 100 บาร์ และมีขนาดกระถาง 2 ขนาด ในการขึ้นรูปกระถางต้นไม้



ภาพ 3.1 ออกแบบเครื่องอัดกระถางขึ้นรูป

3.1.2 การออกแบบและสร้างแบบกระถางต้นไม้

จากการศึกษาออกแบบกระถางต้นไม้มีการกำหนดเกณฑ์ในการออกแบบ แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนแรกกำหนดเกณฑ์การออกแบบและส่วนที่สองการออกแบบกระถางต้นไม้ โดยมีวิธีการในการออกแบบ ดังนี้

3.1.2.1 การกำหนดเกณฑ์ในการออกแบบ

1) เครื่องมือที่พัฒนาต้องขึ้นรูปกระถางได้เร็วกว่าเครื่องอัดแบบมือหมุน

2) แบบขึ้นรูปกระถางต้นไม้ต้องมีลักษณะการใช้งานที่แข็งแรง คงทน

3) แบบที่เคลื่อนย้ายได้สะดวก มีความคงทนต่อแรงกดได้

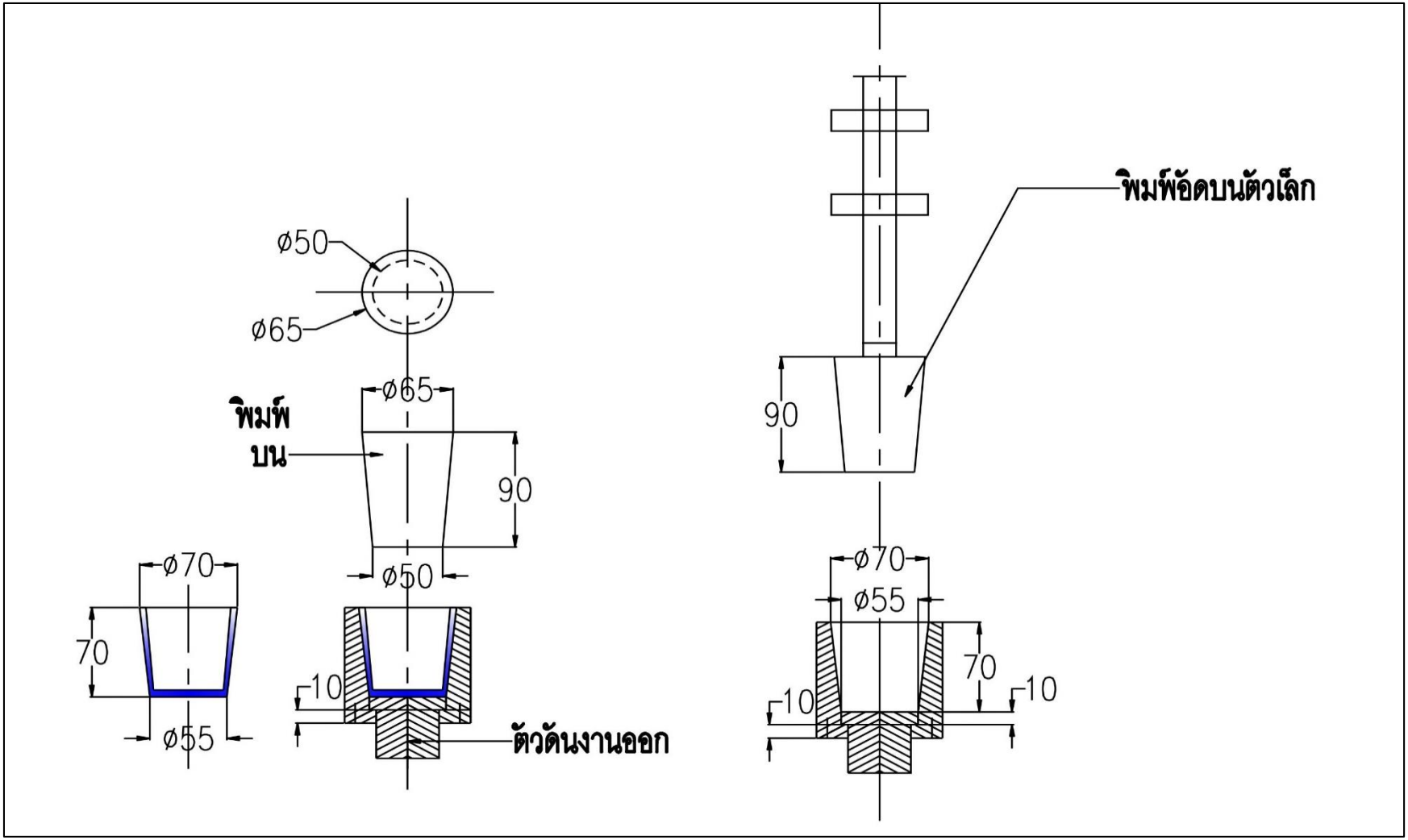
4) แบบขึ้นรูปต้องมีราคาไม่แพงและหาได้ง่าย ประหยัดพื้นที่ใช้สอย

3.1.2.2 การออกแบบกระถางต้นไม้

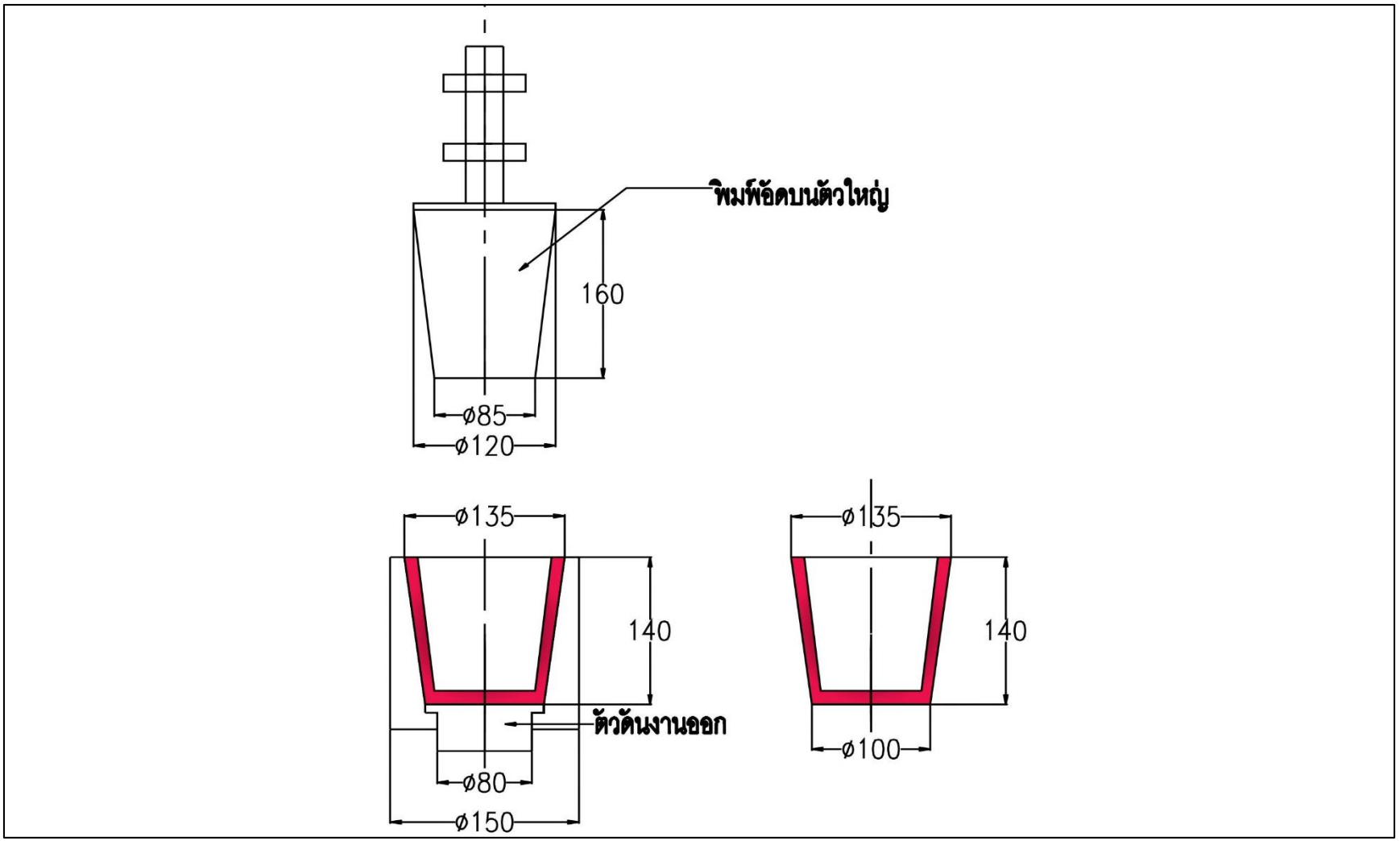
กำหนดรายละเอียดในการออกแบบกระถางต้นไม้โดยมีส่วนประกอบสองส่วน คือ ส่วนแรกแบบกดอัดอยู่ด้านบนและส่วนที่สองแบบฐานรองรับตัวอัดทำหน้าที่รับแรงอัดอยู่ด้านล่าง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) ตัวกดอัดที่ทำหน้าที่อยู่ส่วนบน การออกแบบใช้วัสดุ MC Nylon สามารถรับแรงกดได้ ตัวกดอัดที่อยู่ด้านบนมี 2 ขนาด ขนาดแรกมีเส้นผ่านศูนย์กลางขอบด้านบน 6.5 เซนติเมตร ขอบด้านล่าง 5 เซนติเมตร และขนาดที่สองมีเส้นผ่านศูนย์กลางขอบบน 12 เซนติเมตร ขอบด้านล่าง 8.5 เซนติเมตร

2) แบบฐานรองรับทำหน้าที่รองรับแรงอัดจากตัวกดอัดที่อยู่ส่วนบน จะต้องเป็นวัสดุ MC Nylon สามารถรับน้ำหนักจากตัวกดอัดที่อยู่ด้านบนได้ แบบฐานรองรับตัวอัดทำหน้าที่รับแรงอัดอยู่ด้านล่างต้องมีขนาดใหญ่กว่าตัวกดอัดด้านบน แบบฐานรองรับตัวอัดมี 2 ขนาด ขนาดแรกปากกระถางต้นไม้มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร ก้นกระถาง 5.5 เซนติเมตร และความสูงกระถาง 7 เซนติเมตร และขนาดที่สองปากกระถางต้นไม้มีเส้นผ่านศูนย์กลางปากกระถาง 13.5 เซนติเมตร ก้นกระถาง 10 เซนติเมตร ความสูงกระถาง 14 เซนติเมตร



ภาพที่ 3.2 ออกแบบแม่พิมพ์และตัวอัดกระถางขนาดเล็ก



ภาพที่ 3.3 ออกแบบแม่พิมพ์และตัวอัดกระถางขนาดใหญ่

3.2 วัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 วัสดุที่อัดขึ้นรูป คือ ช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน

3.2.2 แม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูป

3.2.3 บีกเกอร์

3.2.4 แท่งแก้วคนสารเคมี

3.2.5 เตาความร้อน

3.2.6 เครื่องชั่งละเอียด

3.2.7 เครื่องชั่งหยาบ

3.2.8 กะละมัง

3.2.9 เครื่องปั่น

3.2.10 ตู้อบ

3.2.11 ถุงมือยาง

3.2.12 ถาดอะลูมิเนียม

3.2.13 กระจกนาฬิกา

3.2.14 กระบอกตวง

3.2.15 คีมคีบ

3.2.16 ครกสแตนเลส 304 พร้อมสาก

3.3 เครื่องมือ

3.3.1 เครื่องอัดกระถาง

3.3.2 เครื่อง Scanning electron microscope (SEM) ยี่ห้อ Thermo Fisher Scientific

3.3.3 เวอร์เนียคาลิปเปอร์

3.4 สารเคมี

3.4.1 ตัวประสาน คือ โพลีไวนิลแอลกอฮอล์

3.5 ขั้นตอนการเตรียมงานวิจัย

3.5.1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.5.2 กำหนดกรอบแนวความคิด

3.5.3 นำช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันและโพลีไวนิลแอลกอฮอล์มาทำการทดลองขึ้นรูปกระถางต้นไม้

3.5.4 กำหนดวัสดุที่ศึกษา คือ ช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

3.5.5 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์

3.5.6 ออกแบบส่วนผสมและลักษณะวัสดุให้มีสมบัติตามความต้องการของผลิตภัณฑ์

3.5.7 ขึ้นรูปตัวอย่างวัสดุทดสอบ

3.5.8 ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของกระถางต้นไม้ที่ขึ้นรูปโดยเครื่องอัดกระถาง

3.6 ขั้นตอนการขึ้นรูปกระถาง

3.6.1 การเตรียมวัสดุ

การศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของวัสดุ ในขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประกอบพิจารณาในการออกแบบขึ้นรูปกระถางต้นไม้ให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของวัสดุที่จะนำมาผลิตกระถางต้นไม้ โดยมีวิธีการดำเนินงาน ดังนี้

3.6.1.1 ตากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันให้แห้ง และทำการลดขนาดของวัสดุ

ภาพที่ 3.4 เตรียมช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันและนำไปตากแดดให้แห้ง

ภาพที่ 3.5 บดย่อยช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันด้วยเครื่องปั่น

ภาพที่ 3.6 ช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันหลังการบดย่อย

3.6.2 การอัดขึ้นรูปกระถางต้นไม้

ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาอัตราส่วนผสมของวัสดุที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูป โดยการทดสอบนำกระถางต้นไม้มาอัดขึ้นรูปในเครื่องอัดกระถาง เพื่อนำกระถางต้นไม้ที่ได้ไปทดสอบหาค่าความแข็งแรงและพารามิเตอร์อื่นๆ ต่อไป โดยอัตราส่วนที่ใช้ในการขึ้นรูปกระถางต้นไม้ ดังแสดงในตารางที่ 3.1

3.6.2.3 อัตราส่วนผสมของช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนผสมของช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน

สูตรที่	**อัตราส่วนในการขึ้นรูปกระถาง**				
	น้ำหนักช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน (กรัม)	ร้อยละช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน	น้ำหนักเส้นใยมะพร้าว (กรัม)	ร้อยละเส้นใยมะพร้าว	กาวโพลีไวนิวแอลกอฮอล์ (กรัม)
1	340	100	-	-	120
2	320	95	20	5	120

3.6.2.4 การเตรียมวัสดุประสาน

เตรียมวัสดุประสาน โดยต้มน้ำ 600 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จากนั้นนำกาวโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ (Polyvinyl Alcohol) 120 กรัม ที่เตรียมไว้เทลงในบีกเกอร์ใช้แท่งคนสารคนให้กาวละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

3.6.2.5 ขั้นตอนการอัดขึ้นรูปกระถางต้นไม้

1) นำช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันมาชั่งให้ได้น้ำหนักที่กำหนดตามอัตราส่วน

2) เตรียมตัวประสาน

3) นำช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันที่เตรียมไว้ใส่ในภาชนะ จากนั้นนำกาวโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ที่เตรียมไว้ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน

4) นำวัสดุที่ผสมเข้ากันแล้วมาใส่ลงในเครื่องอัดกระถาง

ภาพที่ 3.7 การเตรียมกาวโพลีไวนิลแอลกอฮอล์

ภาพที่ 3.8 การคลุกเคล้าส่วนผสมต่าง ๆให้เข้ากัน

ภาพที่ 3.9 จากนั้นเข้าสู่กระบวนการขึ้นรูปโดยใช้เครื่องอัดกระถาง

3.6.3 การทดสอบและการประเมินผล

3.6.3.1 การศึกษาระยะเวลาในการย่อยสลาย

1) ชั่งน้ำหนักเริ่มต้นของกระถางต้นไม้ทั้ง 2 สูตร สูตรละ 3 ใบ ก่อนนำไปปลูกลงดิน และขุดหลุมขนาดความลึก 30 เซนติเมตร เพื่อนำกระถางต้นไม้ลงไปปลูก

2) กำหนดระยะเวลาของการทดสอบการย่อยสลายของกระถางต้นไม้ที่ระยะเวลา 7 วัน, 14 วัน, 21 วัน และ 28 วัน,

3) เมื่อครบตามระยะที่กำหนดไว้แล้วก็ขุดขึ้นมาชั่งน้ำหนัก เพื่อดูน้ำหนักของกระถางต้นไม้ที่หายไปจากน้ำหนักเริ่มต้น และจดบันทึกน้ำหนักทุกครั้ง

ภาพที่ 3.10 การทดสอบการย่อยสลายเมื่อผ่านไป 7 วัน

ภาพที่ 3.11 การทดสอบการย่อยสลายเมื่อผ่านไป 14 วัน

3.6.3.2 การทดสอบความพองตัวของกระถางต้นไม้

1) ตัดชิ้นทดสอบตามมาตรฐาน JIS A 5908-1994 ขนาด 50×50 มิลลิเมตร วัดความหนาชิ้นทดสอบทั้ง 4 มุม ด้วยเวอร์เนียร์ หาค่าเฉลี่ยเป็นความหนาก่อนแช่น้ำทั้ง 2 สูตร สูตรละ 3 ชิ้น

2) นำชิ้นทดสอบไปแช่น้ำสะอาดในภาชนะที่อุณหภูมิห้อง โดยตั้งชิ้นทดสอบให้ได้ฉากกับผิวน้ำ ให้ขอบบนอยู่ใต้ระดับผิวน้ำ แต่ละชิ้นห่างกันและต้องห่างจากผนังและก้นภาชนะไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร

3) เมื่อแช่น้ำครบ 0 นาที, 2 นาที, 4 นาที, 6 นาที, 8 นาที, 10 นาที, 12 นาที และ 14 นาที แล้วให้นำชิ้นทดสอบขึ้นมาและซับน้ำที่ผิวออกให้หมดด้วยผ้าหมาด และวัดความหนาชิ้นทดสอบด้วยเวอร์เนียร์อีกครั้ง บันทึกผล

4) นำค่าทั้งหมดที่ได้มาคำนวณหาค่าการพองตัวเมื่อแช่น้ำที่ 0 นาที, 2 นาที, 4 นาที, 6 นาที, 8 นาที, 10 นาที, 12 นาที และ 14 นาที จากสูตรดังนี้

<u>สูตรคำนวณ</u> % การพองตัวทางความหนา = $[(t_2 - t_1) / t_1] \times 100$

เมื่อ t_1 = ความหนาก่อนแช่น้ำ (มิลลิเมตร)

เมื่อ t_2 = ความหนาหลังแช่น้ำ (มิลลิเมตร)

ภาพที่ 3.12 ชิ้นทดสอบที่แช่น้ำสะอาด

3.6.3.3 ทดสอบความดูดซึมน้ำ

1) เตรียมกระถางต้นไม้ที่อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานทั้ง 2 สูตร สูตรละ 3 ชิ้น

2) นำกระถางที่เตรียมไว้แช่น้ำสะอาด เป็นเวลา 0 นาที, 2 นาที, 4 นาที, 6 นาที, 8 นาที, 10 นาที, 12 นาที และ 14 นาที เมื่อแช่น้ำครบตามเวลาที่กำหนดแล้ว นำกระถางที่ผ่านการแช่น้ำแล้ววางบนพื้นให้น้ำส่วนเกินไหลออกจากกระถางต้นไม้ทิ้งไว้ 5 นาที แล้วนำกระถางต้นไม้ไปชั่งน้ำหนัก บันทึกผล

3) เมื่อทำเสร็จแล้ว นำผลที่ได้ทำการคำนวณ ตามสูตรดังนี้

<u>สูตรคำนวณ</u> การดูดซึมน้ำ $[(W_2 - W_1) / W_1 \times 100]$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักก่อนแช่น้ำ (กรัม)

เมื่อ W_2 = น้ำหนักหลังแช่น้ำ (กรัม)

ภาพที่ 3.13 ชิ้นทดสอบที่แช่น้ำสะอาด

3.6.3.4 การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน (N)

<u>วิธีการกลั่น</u>

1) เปิดเครื่องกลั่นและล้างเครื่องกลั่น 1 ครั้งด้วยน้ำกลั่น

2) เติมบอริกแอซิดอินดิเคเตอร์ประมาณ 10 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปกรวย (Erlenmeyer flask) ขนาด 125 มิลลิลิตร นำไปวางที่ปลายของเครื่องกลั่นโดยให้ปลายจุ่มอยู่ในบอริกแอซิดอินดิเคเตอร์

3) ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่ได้จากการย่อยสลายด้วยกรดซัลฟิวริกปริมาตร 10 มิลลิลิตร ลงในหลอดกลั่น (Distillation Tube)

4) เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 40% ปริมาตร 15 มิลลิลิตร

5) เติมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร และกลั่นเป็นเวลา 5 นาที

ภาพที่ 3.14 เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน

ที่มา : https://www.ubu.ac.th/web/sec/content%20%20%20

วิธีการไทเทรต

ไทเทรตสารละลายที่จากการกลั่นด้วยสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 0.02 นอร์มอล จนสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง และบันทึกปริมาตรกรดที่ใช้เพื่อคำนวณหาปริมาณไนโตรเจน

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่าง (\%)} = \frac{(V_s - V_b) \times N \times 0.014 \times V_d \times 100}{W \times V_a}$$

V_s = ปริมาตรสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริกที่ใช้ไทเทรตตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

V_b = ปริมาตรสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริกที่ใช้ไทเทรต Blank (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นกรดซัลฟิวริกมาตรฐาน (0.02 นอร์มอล)

V_d = ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ได้จากการย่อยสลาย (100 มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

V_a = ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ (10 มิลลิลิตร)

3.6.3.5 การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส (P)

<u>การทำกราฟมาตรฐาน</u>

1) ปิเปตสารละลายมาตรฐานความเข้มข้น 100 พีพีเอ็ม ปริมาตร 0.75, 1.5 และ 2.25 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่ 2, 3, และ 4

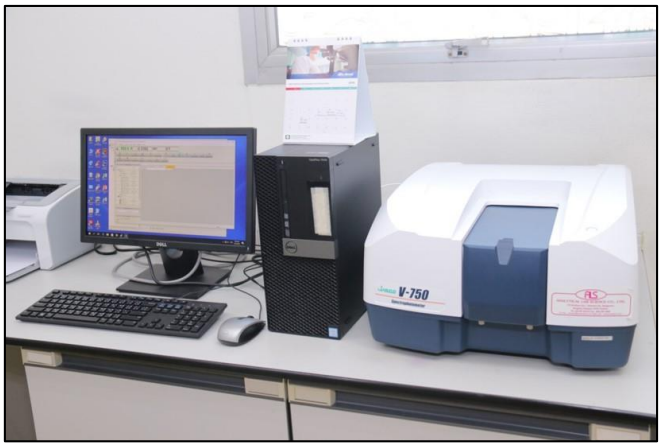
2) เติมน้ำกลั่นปริมาตร 5, 4.25, 3.5 และ 2.75 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

3) เติมสารละลายวานาเดต ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

4) เติมสารละลายโมลิบเดต ปริมาตร 5 มิลลิลิตร และวางหลอดทดลองทิ้งไว้อย่างน้อย 30 นาที

5) วัดความเข้มของสีด้วยเครื่อง UV-Visible Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร

6) ทำกราฟมาตรฐานจากค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกับค่าการดูดกลืนแสง



ภาพที่ 3.15 เครื่อง UV-Visible Spectrophotometer

ที่มา : https://science.swu.ac.th/Default.aspx?tabid

<u>การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในตัวอย่าง</u>

1) ปิเปตสสารละลายตัวอย่างที่ได้จากการย่อยสลายด้วยกรดผสม (**HNO_3** และ **$HClO_4$**) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง

2) เติมสารละลายวานาเดต ปริมาณ 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

3) เติมสารละลายโมลิบเดต ปริมาณ 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

4) วางหลอดทิ้งไว้อย่างน้อย 30 นาที

5) วัดความเข้มของสีด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร

6) หาความเข้มข้นจากกราฟมาตรฐานโดยนำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน และคำนวณหาปริมาตรฟอสฟอรัสในตัวอย่าง

การคำนวณ

ปริมาณฟอสฟอรัสในตัวอย่าง (พีพีเอ็ม) $= \frac{C \times V_f \times V_d}{W \times V_a}$

ปริมาณฟอสฟอรัสในตัวอย่าง (%) $= \frac{C \times V_f \times V_d \times 10^{-4}}{W \times V_a}$

C = ความเข้มข้นฟอสฟอรัสจากกราฟมาตรฐาน (พีพีเอ็ม)

V_f = ปริมาตรสุดท้าย (15 มิลลิลิตร)

V_d = ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ได้จากการย่อยสลาย (100 มิลลิลิตร

W = น้ำหนักตัวอย่างพืช (กรัม)

V_a = ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ (5 มิลลิลิตร)

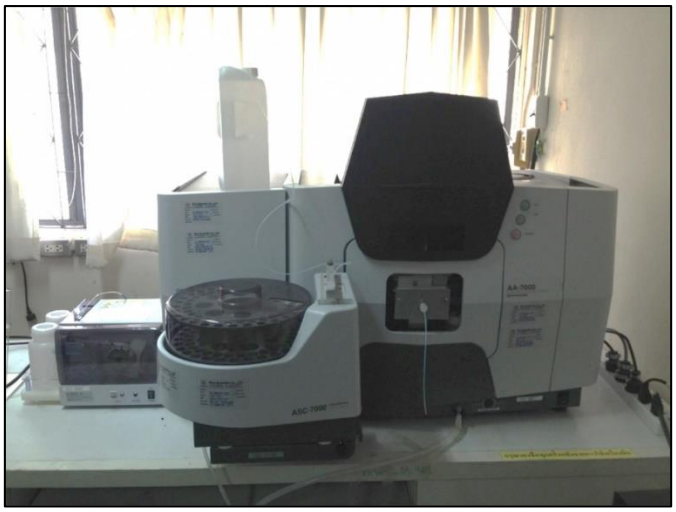
3.6.3.6 การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม (K)

การทำกราฟมาตรฐาน

1) เตรียมสารละลายมาตรฐานความเข้มข้น 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 พีพีเอ็ม จากสารละลายมาตรฐานที่มีโพแทสเซียมความเข้มข้น 100 พีพีเอ็ม

2) นำไปวัดค่าการเปล่งแสงด้วยเครื่องเฟลมอิมิสชั่นสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 766.5 นาโนเมตร

3) ทำกราฟมาตรฐาน จากค่าความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานกับการเปล่งแสง



ภาพที่ 3.16 เครื่อง Atonic Absorption Spectrophotometer
ที่มา : http://science.yru.ac.th/chemistry2016/page/350/Atomic

การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมในตัวอย่าง

1) วัดค่าการเปล่งแสงของสารละลายตัวอย่างด้วยเครื่องเฟลมอิมิสชั่นสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 766.5 นาโนเมตร

2) หาความเข้มข้นของโพแทสเซียมจากกราฟมาตรฐาน โดยนำค่าการเปล่งแสงที่วัดได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน และคำนวณหาปริมาณโพแทสเซียม

การคำนวณ

ปริมาณโพแทสเซียมในตัวอย่าง **(**พีพีเอ็ม**)** = $\frac{(C_s - C_b) \times V_d}{W}$

ปริมาณโพแทสเซียมในตัวอย่าง **(%)** = $\frac{(C_s - C_b) \times V_d \times 10^{-4}}{W}$

C_s = ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในสารละลายตัวอย่างจากกราฟมาตรฐาน

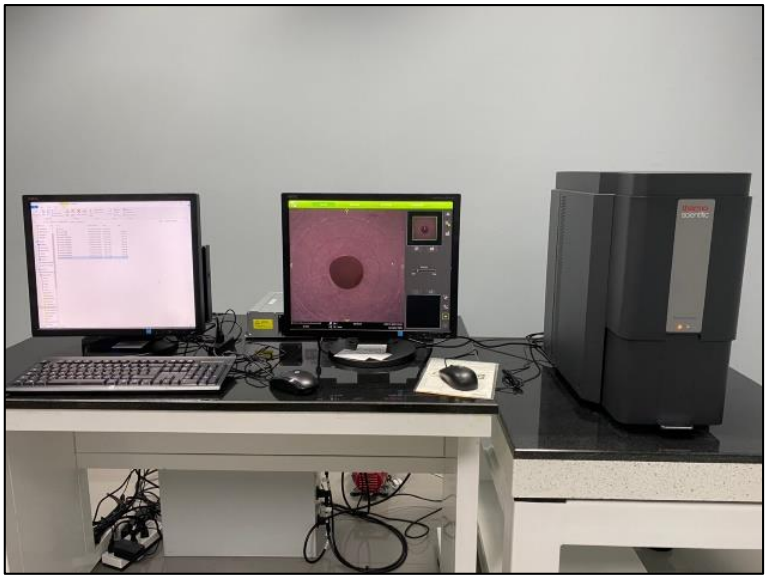
C_b = ความเข้มข้นของโพแทสเซียมใน blank จากกราฟมาตรฐาน **(**พีพีเอ็ม**)**

V_d = ปริมาตรสารละลายตัวอย่างที่ได้จากการย่อยสลาย *(*100 มิลลิลิตร*)*

W = น้ำหนักตัวอย่าง *(*กรัม*)*

3.6.3.7 การศึกษาลักษณะพื้นผิวของกระถางต้นไม้ชีวภาพ

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการทดสอบพื้นผิวของกระถางต้นไม้ชีวภาพที่จัดทำขึ้นจากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันที่มีส่วนผสมของวัตถุดิบแตกต่างกันจำนวน 2 สูตร คือ สูตรที่ 1 ช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน (100 : 0) และสูตรที่ 2 ช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันและเส้นใยมะพร้าว (95 : 5) โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (SEM)



ภาพที่ 3.17 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (SEM)

ภาพที่ 3.18 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (SEM)

บทที่ 4

ผลวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

ผลการศึกษาการพัฒนาเครื่องขึ้นรูปกระถางแบบไฮดรอลิกส์ และการผลิตกระถางต้นไม้ของช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรโดยมีการทดสอบระยะเวลาในการย่อยสลาย ความพองตัว ความดูดซึม การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) อัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปกระถางต้นไม้ และการศึกษามูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของกระถางต้นไม้

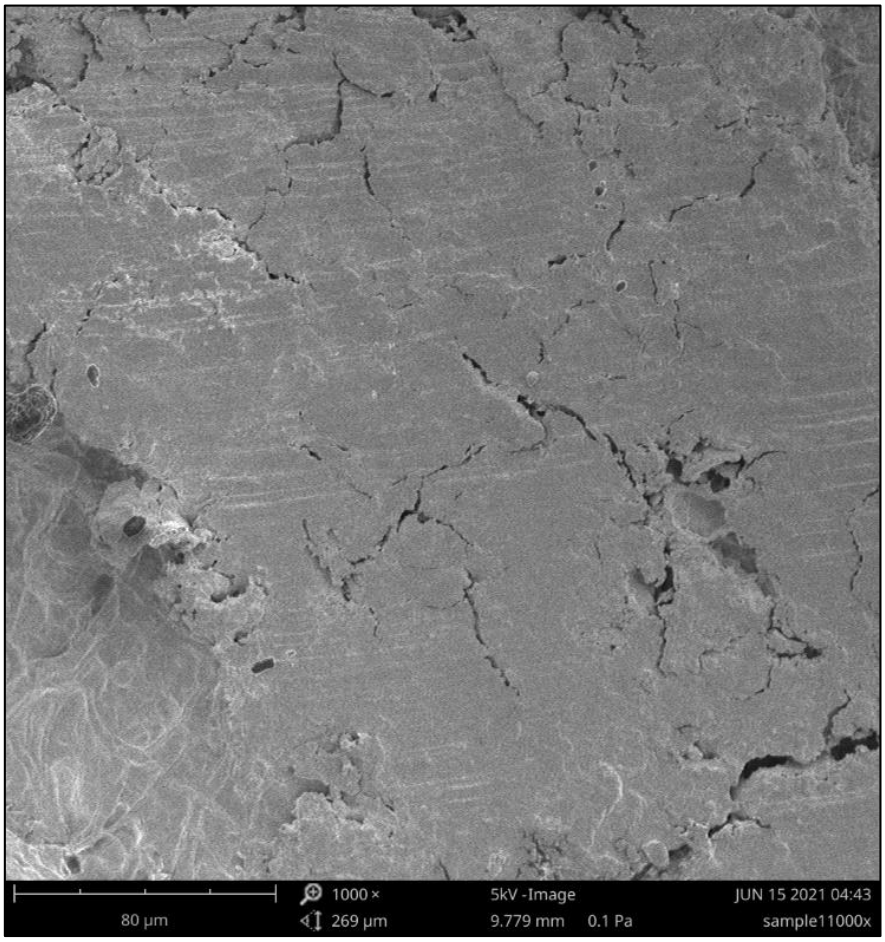
4.1 การพัฒนาเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางแบบไฮดรอลิกส์

ภาพที่ 4.1 เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางแบบไฮดรอลิกส์

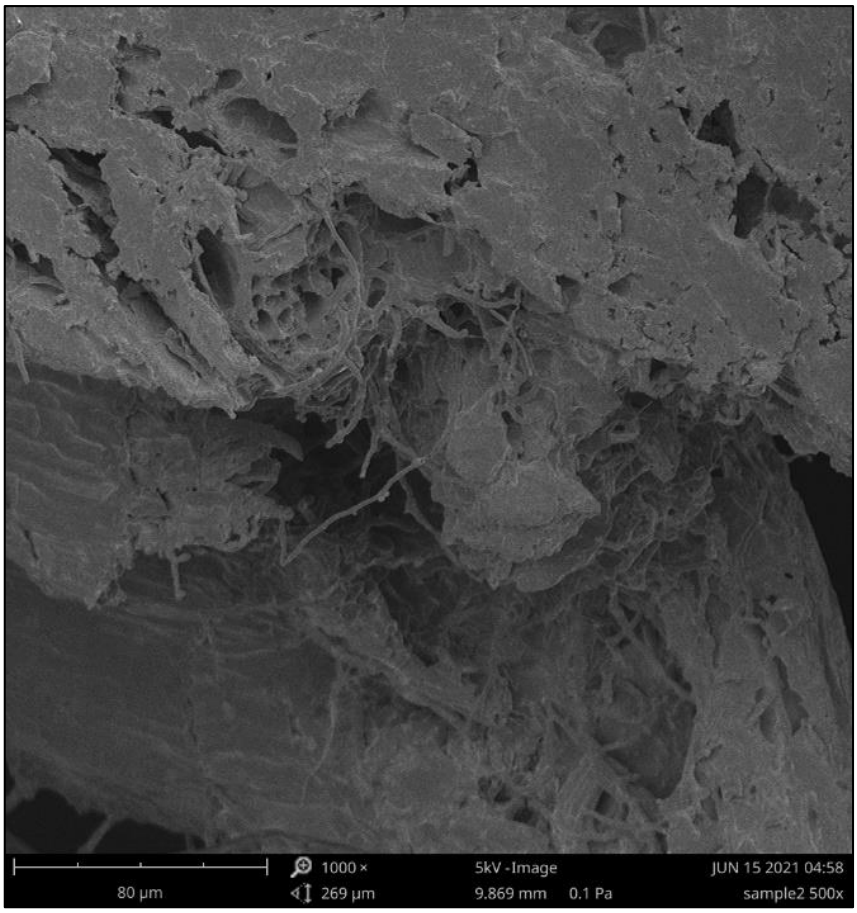
ผลการพัฒนาเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางแบบไฮดรอลิกส์ เป็นกระบอกไฮดรอลิกส์ที่สามารถโยกแรงได้ 3 – 4 ตัน และแรงที่กดได้ 100 บาร์ พบว่าในการอัดขึ้นรูปกระถางต้นไม้ชีวภาพในแต่ละครั้งจะใช้เวลาประมาณ 1 นาทีต่อกระถาง ได้จำนวนกระถาง 2 ใบต่อการอัดหนึ่งครั้ง ซึ่งพบว่ากระถางสามารถคงรูป คงทน และสามารถนำไปใช้งานได้จริง

4.2 การศึกษาลักษณะสัณฐานของกระถางต้นไม้จากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน

การขึ้นรูปกระถางเป็นไปตามขั้นตอนในบทที่ 3 หลังจากขึ้นรูปกระถางตามอัตราส่วนที่กำหนดได้สำเร็จ จึงนำตัวอย่างกระถางไปศึกษาลักษณะการเกาะยึดระหว่างส่วนผสมในการขึ้นรูปโดยใช้กล้องกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (SEM) ในกำลังขยายที่แตกต่างกัน ดังที่แสดงในภาพ 4.1



ภาพที่ 4.2 ลักษณะสัณฐานของกระถางต้นไม้สูตรที่ 1 (100 : 0) ที่ 269 ไมโครเมตร



ภาพที่ 4.3 ลักษณะพื้นผิวของกระถางต้นไม้สูตรที่ 2 (95 : 5) ที่ 269 ไมโครเมตร

ผลจากการศึกษาลักษณะการเกาะยึดระหว่างส่วนผสมในการขึ้นรูปกระถาง พบว่าลักษณะพื้นผิวของกระถางสูตรที่ 1 (ดังแสดงภาพที่ 4.2) มีลักษณะพื้นผิวที่ค่อนข้างเรียบ ชี้ให้เห็นว่าวัตถุดิบที่ใช้ขึ้นรูปกระถางในสูตรที่ 1 โดยใช้แรงกดที่ 100 บาร์ สามารถเกาะยึดกันได้ดี และลักษณะพื้นผิวของกระถางสูตรที่ 2 (ดังแสดงภาพที่ 4.3) ซึ่งมีส่วนผสมของเส้นใยมะพร้าวในการขึ้นรูปกระถาง พบว่าลักษณะพื้นผิวของกระถางที่ได้จากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนมีการยึดติดระหว่างเส้นใยและช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันได้ดี แต่อย่างไรก็ตามพื้นผิวของกระถางที่ได้จากสูตรที่ 2 มีลักษณะที่ไม่เรียบ มีความขรุขระ และมีช่องว่างระหว่างพื้นผิวค่อนข้างมาก

4.3 การศึกษาระยะเวลาในการย่อยสลาย

การออกแบบทดลองการย่อยสลายในดิน โดยนำกระถางต้นไม้จากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันและเส้นใยมะพร้าวไปทดสอบฝังกลบลงในดิน หลังจากนั้นสังเกตระยะเวลาในการย่อยสลาย ตามที่กำหนด 7 วัน, 14 วัน, 21 วัน และ 28 วัน ตามลำดับ ผลการย่อยสลายดัง ตารางที่ 4.2

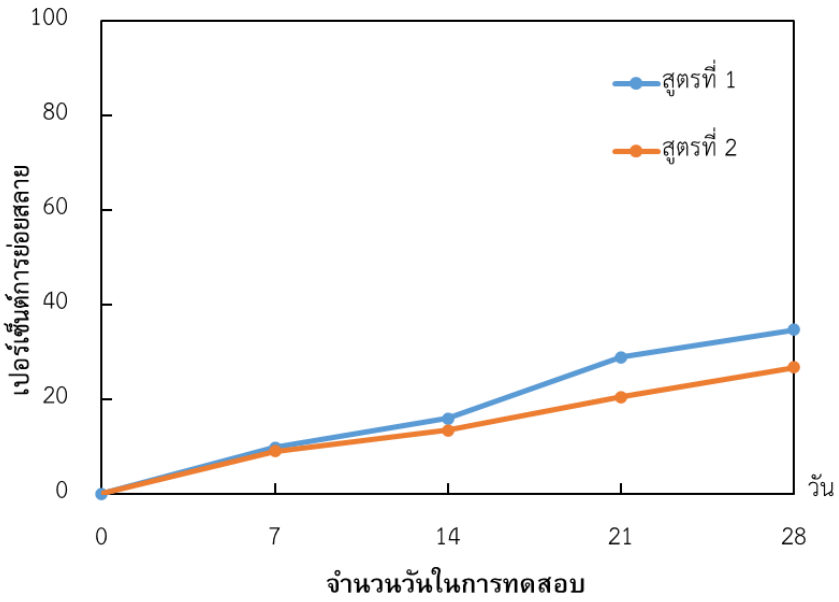
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการศึกษาระยะเวลาในการย่อยสลาย

สูตรการขึ้นรูปกระถาง	**น้ำหนักของกระถางที่ผ่านการย่อยสลายในระยะเวลาต่างๆ (กรัม/วัน)**				
	ก่อนทดสอบ	**7 วัน**	**14 วัน**	**21 วัน**	**28 วัน**
สูตรที่ 1	461.67	416.67	388.33	328.33	301.67
สูตรที่ 2	423.33	385.00	366.67	336.67	310.00

ตารางที่ 4.2 แสดงผลร้อยละการศึกษาระยะเวลาในการย่อยสลาย

สูตรการขึ้นรูปกระถาง	**ร้อยละของกระถางที่ผ่านการย่อยสลายในระยะเวลาต่างๆ (กรัม/วัน)**				
	ก่อนทดสอบ	**7 วัน**	**14 วัน**	**21 วัน**	**28 วัน**
ร้อยละของน้ำหนักกระถางที่หายไปจากการย่อยสลายของสูตรที่ 1	0	9.75	15.89	28.88	34.66
ร้อยละของน้ำหนักกระถางที่เหลือจากการย่อยสลายของสูตรที่ 1	100	90.25	84.11	71.12	65.34
ร้อยละของน้ำหนักกระถางที่หายไปจากการย่อยสลายของสูตรที่ 2	0	9.05	13.39	20.47	26.77
ร้อยละของน้ำหนักกระถางที่เหลือจากการย่อยสลายของสูตรที่ 2	100	90.95	86.61	79.53	73.23

กราฟแสดงการศึกษาระยะเวลาในการย่อยสลาย



ภาพที่ 4.4 แสดงการศึกษาระยะเวลาในการย่อยสลาย

จากตารางและกราฟผลการทดลองพบว่า การย่อยสลายของกระถางโดยใช้การวัดค่าน้ำหนักของกระถาง โดยวิธีการฝังกลบลงในดินใช้ระยะเวลาในการฝังกลบ 28 วัน และทำการขุดขึ้นมาชั่งน้ำหนักทุกๆ 7 วัน

พบว่ากระถางที่มีความแข็งแรงจะย่อยสลายได้ช้าที่สุด คือ สูตรที่ 2 (95 : 5) การย่อยสลายเมื่อผ่านไป 7 วัน มีค่าร้อยละ 9.05 เมื่อผ่านไป 14 วัน มีค่าร้อยละ 13.39 เมื่อผ่านไป 21 วัน มีค่าร้อยละ 20.47 และเมื่อผ่านไป 28 วัน มีค่าร้อยละ 26.77 และกระถางที่ย่อยสลายได้เร็วที่สุด คือ สูตรที่ 1 (100 : 0) การย่อยสลายเมื่อผ่านไป 7 วัน มีค่าร้อยละ 9.75 เมื่อผ่านไป 14 วัน มีค่าร้อยละ 15.89 เมื่อผ่านไป 21 วัน มีค่าร้อยละ 28.88 และการย่อยสลายเมื่อผ่านไป 28 วัน มีค่าร้อยละ 34.66

ดังนั้น กระถางต้นไม้สูตรที่ 1 จึงย่อยสลายได้เร็วที่สุดมีการเปลี่ยนแปลงทุกๆ สัปดาห์ เพราะใช้ช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันเป็นส่วนผสมเพียงอย่างเดียว แต่สูตรที่ 2 ย่อยสลายได้ช้า เพราะมีการผสมเส้นใยมะพร้าว ซึ่งในเส้นใยมะพร้าวพบว่ามีปริมาณลิกนินเป็นองค์ประกอบมากกว่า มักพบอยู่รวมกับเซลลูโลส เป็นสารอะโรมาติกไม่ละลายน้ำและไม่มีสมบัติทางการยืดหยุ่น พืชที่มีลิกนินมาก มีความแข็งแรงสูง การเสริมแรงด้วยเส้นใยมะพร้าวที่มีปริมาณลิกนินเป็นองค์ประกอบมาก จึงทำให้กระถางมีความแข็งแรงมากขึ้น (ปาริชาต, 2550) สามารถคงอยู่ในสภาพเดิม และใช้งานได้นาน

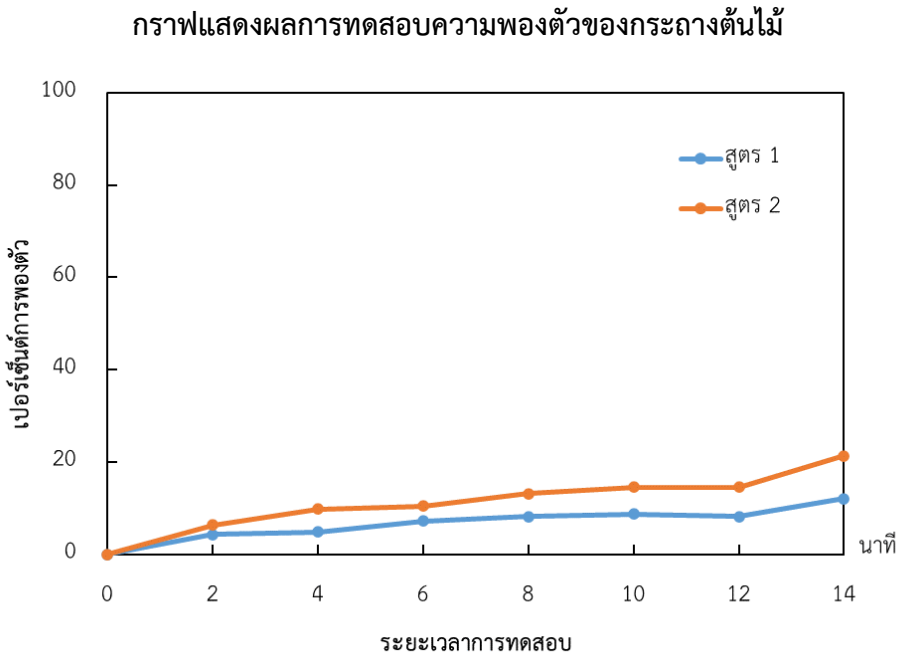
4.4 ความพองตัวของกระถางต้นไม้

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบความพองตัวของกระถางต้นไม้

สูตรที่	ความหนาก่อนทดลอง (มิลลิเมตร)	ความหนาของกระถาง (มิลลิเมตร)						
		2 นาที	4 นาที	6 นาที	8 นาที	10 นาที	12 นาที	14 นาที
1	1.71	1.78	1.79	1.83	1.85	1.8	1.85	1.92
2	1.23	1.31	1.35	1.36	1.39	1.41	1.41	1.49

ตารางที่ 4.4 แสดงผลร้อยละความพองตัวของชิ้นส่วนกระถางต้นไม้

สูตรที่	ความหนาก่อนทดลอง (มิลลิเมตร)	ร้อยละการพองตัวของชิ้นส่วนกระถาง						
		2 นาที	4 นาที	6 นาที	8 นาที	10 นาที	12 นาที	14 นาที
1	1.71	4.29	4.78	7.21	8.19	8.67	8.19	12.09
2	1.23	6.37	9.76	10.43	13.14	14.50	14.50	21.27



ภาพที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบความพองตัวของกระถางต้นไม้

จากตารางและกราฟผลการทดลองพบว่า กระถางที่มีการพองตัวมากที่สุด คือ สูตรที่ 2 (95 : 5) มีค่าพองตัวใน 2 นาที เท่ากับร้อยละ 6.37 ใน 4 นาที เท่ากับร้อยละ 9.76 ใน 6 นาที เท่ากับร้อยละ 10.43 ใน 8 นาที เท่ากับร้อยละ 13.14 ใน 10 นาที เท่ากับร้อยละ 14.50 ใน 12 นาที เท่ากับร้อยละ 14.50 และใน 14 นาที เท่ากับร้อยละ 21.27 และกระถางที่พองตัวน้อยที่สุด คือ สูตรที่ 1 (100 : 0) มีค่าพองตัวใน 2 นาที เท่ากับร้อยละ 4.29 ใน 4 นาที เท่ากับร้อยละ 4.78 ใน 6 นาที เท่ากับร้อยละ 7.21 ใน 8 นาที เท่ากับร้อยละ 8.19 ใน 10 นาที เท่ากับร้อยละ 8.67 ใน 12 นาที เท่ากับร้อยละ 8.19 และใน 14 นาที เท่ากับร้อยละ 12.09

ดังนั้น กระถางต้นไม้สูตรที่ 1 จึงมีค่าพองตัวน้อยที่สุด เนื่องจากกระถางต้นไม้สูตรที่ 1 เป็นการใช้ช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันร้อยละ 100 ซึ่งต่างจากสูตรที่ 2 ที่มีอัตราส่วนผสมของเส้นใยมะพร้าวและช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันผสมกัน ทำให้เกิดช่องว่างจึงทำให้ไม่สามารถอัดขึ้นรูปได้แน่น และเส้นใยมะพร้าวยังสามารถดูดซับน้ำได้ดีกระถางต้นไม้จึงมีการพองตัวมากและสลายตัวได้เร็ว

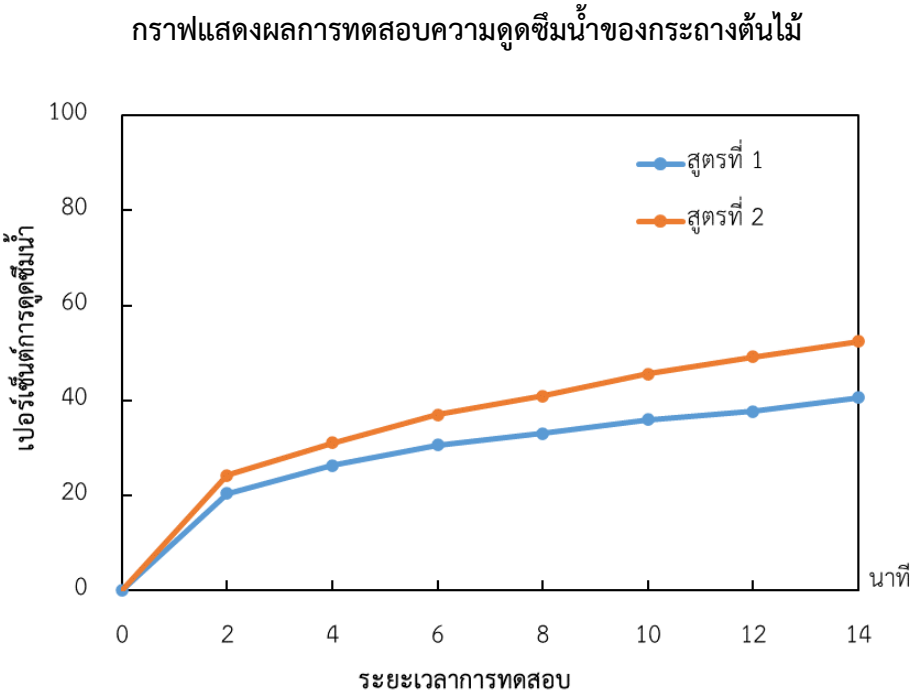
4.5 ความดูดซึมน้ำของกระถางต้นไม้

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบความดูดซึมน้ำของกระถางต้นไม้

สูตรที่	น้ำหนักก่อนทดลอง (กรัม)	น้ำหนักของชิ้นส่วนกระถาง เมื่อเวลาต่างกัน						
		2 นาที	4 นาที	6 นาที	8 นาที	10 นาที	12 นาที	14 นาที
1	25.15	30.24	31.73	32.80	33.39	34.13	34.56	35.30
2	24.05	29.89	31.54	32.95	33.91	35.01	35.89	36.68

ตารางที่ 4.6 แสดงผลร้อยละความดูดซึมน้ำชิ้นส่วนกระถาง

สูตรที่	น้ำหนักก่อนทดลอง(กรัม)	ร้อยละการดูดซึมน้ำชิ้นส่วนกระถาง						
		2 นาที	4 นาที	6 นาที	8 นาที	10 นาที	12 นาที	14 นาที
1	25.15	20.46	26.41	30.69	33.03	35.98	37.69	40.62
2	24.05	24.28	31.13	37.01	41.00	45.59	49.24	52.50



ภาพที่ 4.6 แสดงผลการทดสอบความดูดซึมน้ำของกระถางต้นไม้

จากตารางและกราฟผลการทดลองพบว่า การดูดซึมน้ำจะส่งผลต่อการรดน้ำต้นไม้ คือกระถางต้นไม้ที่มีความสามารถในการดูดซึมมากจะส่งผลให้มีความต้องการการรดน้ำต้นไม้น้อยลง โดยการทดลองแช่น้ำ 14 นาที และนำมาชั่งน้ำหนักทุกๆ 2 นาที

พบกระถางต้นไม้ที่ดูดซึมน้ำได้ดีที่สุด คือ สูตรที่ 2 (95 : 5) การดูดซึมน้ำภายใน 2 นาที มีค่าร้อยละ 24.28 การดูดซึมน้ำภายใน 4 นาที มีค่าร้อยละ 31.13 การดูดซึมน้ำภายใน 6 นาที มีค่าร้อยละ 37.01 การดูดซึมน้ำภายใน 8 นาที มีค่าร้อยละ 41.00 การดูดซึมน้ำภายใน 10 นาที มีค่าร้อยละ 45.59 การดูดซึมน้ำภายใน 12 นาที มีค่าร้อยละ 49.24 และการดูดซึมน้ำภายใน 14 นาที มีค่าร้อยละ 52.50 รองลงมา คือสูตรที่ 1 (100 : 0) การดูดซึมน้ำภายใน 2 นาที มีค่าร้อยละ 20.46 การดูดซึมน้ำภายใน 4 นาที มีค่าร้อยละ 26.41 การดูดซึมน้ำภายใน 6 นาที มีค่าร้อยละ 30.69 การดูดซึมน้ำภายใน 8 นาที มีค่าร้อยละ 33.03 การดูดซึมน้ำภายใน 10 นาที มีค่าร้อยละ 35.98 การดูดซึมน้ำภายใน 12 นาที มีค่าร้อยละ 37.69 และการดูดซึมน้ำภายใน 14 นาที มีค่าร้อยละ 40.62

ดังนั้น กระถางสูตรที่ 2 เป็นกระถางต้นไม้ที่ดูดซึมได้ดี เนื่องจากมีอัตราส่วนผสมของช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันและเส้นใยมะพร้าวทำให้เกิดช่องว่างทำให้ไม่สามารถอัดรูปได้แน่น จึงมีผลต่อการกักเก็บน้ำได้ดีไม่จำเป็นต้องรดน้ำบ่อย

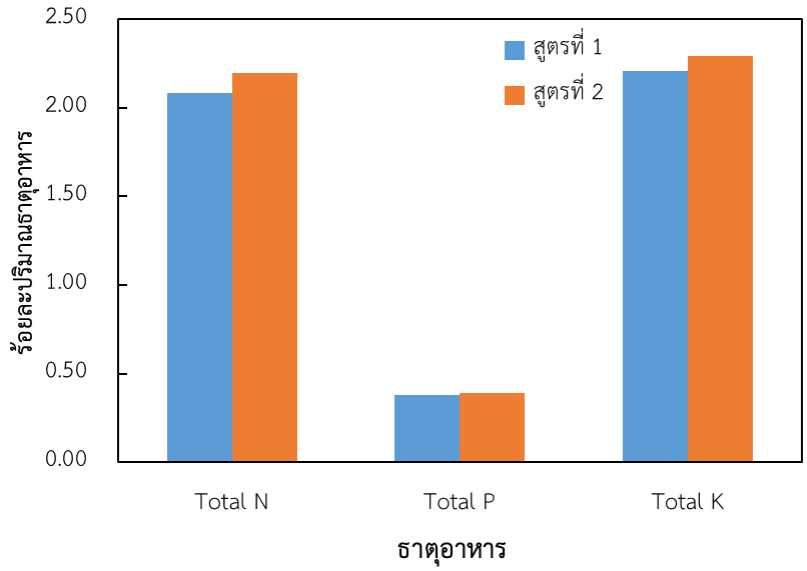
4.6 การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K)

ในการศึกษากระถางต้นไม้เพื่อให้ทราบถึงคุณสมบัติที่เหมาะสมของธาตุอาหารที่มีต่อพืช ดังนั้น ทางคณะผู้วิจัยจึงได้ศึกษาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดสอบธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่มีอยู่ในกระถางต้นไม้

วิเคราะห์	สูตร (ช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน : เส้นใยมะพร้าว)	ปริมาณธาตุอาหาร (%)
ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N)	1 (100 : 0)	2.09
	2 (95 : 5)	2.20
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P)	1 (100 : 0)	0.38
	2 (95 : 5)	0.39
โพแทสเซียมทั้งหมด (Total K)	1 (100 : 0)	2.21
	2 (95 : 5)	2.30

กราฟแสดงผลการทดสอบธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่มีอยู่ในกระถางต้นไม้



ภาพที่ 4.7 แสดงผลการทดสอบธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่มีอยู่ในกระถางต้นไม้

จากตารางและกราฟผลการทดลองพบว่าธาตุอาหารโพแทสเซียม, ฟอสฟอรัส และไนโตรเจน เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในการเจริญเติบโตของพืชโดยทดสอบความแข็งแรงจากกระถางทั้ง 2 สูตร คือสูตรที่ 1 (100 : 0) และสูตรที่ 2 (95 : 5)

พบว่ากระถางสูตรที่ 1 (100 : 0) มีธาตุไนโตรเจนทั้งหมดร้อยละ 2.09 มีธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมดร้อยละ 0.38 และมีธาตุโพแทสเซียมทั้งหมดร้อยละ 2.21 สูตรที่ 2 (95 : 5) มีธาตุไนโตรเจนทั้งหมดร้อยละ 2.20 มีธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมดร้อยละ 0.39 และมีธาตุโพแทสเซียมทั้งหมดร้อยละ 2.30

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารสรุปได้ว่า กระถางต้นไม้ที่มีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนสูงที่สุด คือสูตรที่ 2 (95 : 5) รองลงมาคือสูตรที่ 1 (100 : 0) กระถางต้นไม้ที่มีปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสสูงที่สุด คือสูตรที่ 2 (95 : 5) รองลงมา คือสูตรที่ 1 (100 : 0) และกระถางต้นไม้ที่มีปริมาณธาตุอาหารโพแทสเซียมสูงที่สุด คือสูตรที่ 2 (95 : 5) รองลงมา คือสูตรที่ 1 (100 : 0) ตามลำดับ เนื่องจากวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรที่ไม่มีมูลค่า ไม่สามารถนำไปจำหน่ายได้นั้น ยังมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์ธาตุอาหารแสดงให้เห็นว่าปริมาณการผสมวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ธาตุอาหารเพิ่มขึ้นเช่นกัน

ธาตุอาหารที่ทำการวิเคราะห์ทั้ง 3 ธาตุ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชซึ่งในดินมักจะมีธาตุอาหารไม่เพียงพอที่พืชต้องการ ดังนั้นกระถางที่คณะผู้จัดทำได้ผลิตขึ้นมามีธาตุอาหารทั้ง 3 ธาตุเป็นองค์ประกอบจึงเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชและช่วยลดค่าใช้จ่ายในการใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืช ธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่สำคัญมากในการส่งเสริมการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของพืช ได้แก่ พืชจะมีใบเขียวสด มีความแข็งแรงทำให้พืชออกดอกออกผลที่สมบูรณ์ ธาตุฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของรากพืชทำให้รากของพืชแข็งแรงแผ่กระจายได้รวดเร็ว ทั้งนี้ยังช่วยให้รากพืชดูดธาตุอาหารโพแทสเซียมมาใช้ประโยชน์ได้ดีซึ่งธาตุโพแทสเซียมจะทำหน้าที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากและมีส่วนสำคัญทำให้ใบแข็งแรง ชะลอการร่วงของใบอีกทั้งยังได้ผลผลิตที่หวาน ขนาดใหญ่ มีสีผิวที่ดีขึ้นทำให้ผลผลิตมีคุณภาพ

4.7 การศึกษาข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ของกระถางต้นไม้ช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน

ในการศึกษามูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของกระถางต้นไม้จากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันนี้ การศึกษาข้อมูลจากราคาของวัสดุที่นำมาขึ้นรูปกระถางต้นไม้ โดยการเปรียบเทียบจากปริมาณที่ใช้ในการขึ้นรูปกระถางต้นไม้

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบมูลค่าของกระถางต้นไม้จากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน

สูตรที่	อัตราส่วน	ส่วนผสมทั้งหมด	ต้นทุนการผลิต (บาท/กิโลกรัม)	ปริมาณที่ใช้ (กรัม/กระถาง)	ราคา (บาท/กระถาง)
1	100 : 0	ค่าวัตถุดิบ			
		ช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน	-	340	-
		เส้นใยมะพร้าว	-	-	-
		กาวโพลีไวนิลแอลกอฮอล์	235	120	28.2
รวมเป็นเงินทั้งหมด (บาท/กระถาง)				**28.2**	
2	95 : 5	ค่าวัตุดิบ			
		ช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน	-	320	-
		เส้นใยมะพร้าว	-	20	-
		กาวโพลีไวนิลแอลกอฮอล์	235	120	28.2
รวมเป็นเงินทั้งหมด (บาท/กระถาง)				**28.2**	

***หมายเหตุ :** ตารางแสดงมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ในครั้งนี้พิจารณาแค่ค่าวัตถุดิบในการผลิตกระถาง ไม่รวมค่าขนส่งวัตถุดิบและค่าอื่นๆ

ตารางที่ 4.9 การเปรียบเทียบราคาของกระถางต้นไม้ในท้องตลาด

ลำดับที่	ประเภทของกระถาง	ราคา (บาท)	แหล่งที่มา
1	**กระถางต้นไม้ชีวภาพ**	**28.2**	**การศึกษาครั้งนี้**
2	กระถางดินเผา 4 นิ้ว	35	shopee
3	กระถางเซรามิก 4 x 3.5 นิ้ว	36	shopee
4	กระถางพลาสติก 4 นิ้ว	10	mefarmsook
5	กระถางพลาสติก 12 นิ้ว	20	shopee
6	กระถางพลาสติก 6 นิ้ว	7	shopee
7	กระถางดินเผา 15 นิ้ว	98	baanandbeyond
8	กระถางเซรามิก 4 นิ้ว	120	supachok-ceramic

จากการศึกษามูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของกระถางต้นไม้ชีวภาพ ในการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีมูลค่าการผลิตที่ต้นทุน 28.2 บาทต่อหนึ่งกระถาง โดยมูลค่านี้ทำการประเมินจากราคาวัตถุดิบและกระบวนการผลิตทั้งหมด อย่างไรก็ตามเมื่อนำมูลค่าของกระถางที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกระถางที่จำหน่ายในท้องตลาด เช่น กระถางดินเผา กระถางเซรามิก และกระถางพลาสติก พบว่ากระถางพลาสติกมีราคาที่ถูกกว่ากระถางชนิดอื่นๆ ในส่วนของกระถางดินเผา และกระถางเซรามิกพบว่ามีราคาในระดับปานกลางถึงระดับค่อนข้างสูง ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ผลจากเปรียบเทียบราคา พบว่ากระถางต้นไม้ชีวภาพที่ได้จากการจัดทำในครั้งนี้มีราคาระดับปานกลาง แต่อย่างไรก็ตามในมุมมองด้านสิ่งแวดล้อมพบว่ากระถางต้นไม้ชีวภาพเหมาะสำหรับเป็นกระถางเพาะชำ เพราะกระถางสามารถนำฝังกลบลงดินและย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้แก่ดินและพืชอีกด้วย ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรอีกทั้งยังเป็นการสร้างอาชีพเสริมให้กับเกษตรกร

ผลจากการประเมินมูลค่าในการจัดการขยะ พบว่า กระถางต้นไม้ชีวภาพไม่ต้องมีค่าดำเนินการในการจัดการขยะ เนื่องจากมีการย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ในขณะที่หากใช้กระถางพลาสติกและเหลือทิ้งเป็นขยะจำนวนมากจะต้องมีค่าดำเนินการจัดการขยะ โดยในปี 2561 กรุงเทพมหานครจัดเก็บขยะมูลฝอยได้ 10,500 ตันต่อวัน เป็นขยะพลาสติก เช่น หลอด ถุงพลาสติก รวมถึงพลาสติกประเภทอื่นๆ 1,400 ตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 13 ของขยะที่จัดเก็บได้ สำหรับการกำจัดขยะมีทั้งการเผาซึ่งมีค่าใช้จ่ายตันละ 950 บาท และการฝังกลบ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายตันละ 700 บาท แต่การฝังกลบขยะพลาสติกต้องใช้เวลาย่อยสลาย 450 ปี หากจะฝังกลบไปเรื่อยๆ ขยะพลาสติกใต้ดินก็จะมหาศาล ดังนั้น วิธีการกำจัดที่ดีที่สุดคือ ต้องช่วยกันลดปริมาณขยะ

ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบการจัดการขยะพลาสติกและกระถางต้นไม้ชีวภาพ

ขยะพลาสติก	กระถางต้นไม้
การกำจัด และการเก็บ – ขน มีค่าใช้จ่าย	ไม่มีค่าใช้จ่าย
ใช้เวลาในการย่อยสลาย 450 ปี	ย่อยสลายเองตามธรรมชาติ ใช้เวลาการย่อยสลาย 1 - 2 เดือน (ช่วงทดสอบ)
มีค่าใช้จ่ายในการบำบัด	ไม่มีการบำบัด สามารถย่อยกลายเป็นปุ๋ยได้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการพัฒนาเครื่องมือในการอัดขึ้นรูปกระถางและการผลิตกระถางต้นไม้จากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน เป็นการออกแบบและพัฒนาเครื่องมืออัดขึ้นรูปกระถางแบบไฮดรอลิกส์ (Hydraulic) ที่ใช้งานได้จริง และการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรนำไปผลิตกระถางต้นไม้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบให้ขึ้นรูปกระถางต้นไม้ได้อย่างเหมาะสมให้มีความคงทน แข็งแรง ศึกษาวิธีการอัดขึ้นรูปกระถางต้นไม้จากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน และวิเคราะห์หาธาตุอาหาร ไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) จากกระถางต้นไม้ คณะผู้วิจัยสามารถสรุปผลและข้อเสนอแนะไว้ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาเครื่องมือในการอัดขึ้นรูปกระถางและการผลิตกระถางต้นไม้จากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน โดยทำการศึกษาออกแบบและพัฒนาเครื่องมืออัดขึ้นรูปกระถางที่ทำงานด้วยมือหมุน (Manual) ให้เป็นระบบทำงานแบบไฮดรอลิกส์ (Hydraulic) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน พบว่าเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นสามารถขึ้นรูปกระถางต้นไม้ได้จริง กระถางที่ได้มีรูปแบบคล้ายคลึงกับตามท้องตลาด สามารถคงรูปและมีความแข็งแรงเหมาะกับการนำไปใช้ประโยชน์ นอกจากนี้เมื่อนำกระถางที่ผลิตจากจากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันและเส้นใยมะพร้าวที่ได้จากการขึ้นรูปด้วยเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมาตรวจสอบพารามิเตอร์พบว่า

ผลการทดสอบแต่ละพารามิเตอร์นั้นย่อมมีวิธีการทดสอบที่แตกต่างกันไปจากการศึกษาระยะเวลาในการย่อยสลาย ความพองตัว ความดูดซึมน้ำ และการทดสอบการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ซึ่งได้นำกระถางต้นไม้ทั้ง 2 สูตร ไปทำการทดลอง ผลปรากฏว่ากระถางสูตรที่ 2 มีคุณสมบัติที่เด่นและเหมาะในการใช้งานมากกว่ากระถางสูตรที่ 1 เนื่องจากกระถางสูตรที่ 2 มีเส้นใยมะพร้าวที่มีเซลลูโลสเป็นส่วนประกอบหลักช่วยในการยึดเกาะเสริมโครงสร้างของกระถางให้มีความแข็งแรงขึ้นทำให้ยืดเวลาในการย่อยสลายได้ช้ากว่ากระถางสูตรที่ 1 ในส่วนของความดูดซึมน้ำและความพองตัว พบว่ากระถางสูตรที่ 2 มีค่าความดูดซึมและความพองตัวของกระถางต้นไม้ดีกว่าสูตรที่ 1 กล่าวคือ เส้นใยมะพร้าวที่เป็นส่วนผสมของสูตรที่ 2 โดยตามธรรมชาติของเส้นใยมะพร้าวมีโครงสร้างที่สามารถดูดซึมและกักเก็บน้ำทำให้สามารถดูดซึมน้ำได้เป็นอย่างดี มีค่าความพองตัวมากมีผลต่อปริมาณการลดน้ำของพืชและมีความแข็งแรงของกระถางต้นไม้ยังส่งผลต่ออายุการใช้งาน หากกระถางมีการดูดซึมน้ำได้ดีเป็นส่วนช่วยให้พืชดูดซึมน้ำไปใช้ใน

กระบวนการต่างๆ ในพืช ทำให้ไม่ต้องรดน้ำบ่อยครั้ง ทั้งนี้น้ำยังช่วยละลายแร่ธาตุให้แก่พืช การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) พบว่ากระถางสูตรที่ 2 มีแร่ธาตุที่เป็นธาตุอาหารหลักที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชในปริมาณที่สูงที่สุด มักจะได้รับจากดินไม่เพียงพอกับความต้องการของพืชกระถางต้นไม้ ที่จะเป็นส่วนเพิ่มธาตุอาหารที่มีความจำเป็นต่อพืช

ทั้งนี้การศึกษาข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ของกระถางต้นไม้ชีวภาพ เป็นการวัดค่าทางเศรษฐศาสตร์หรือทางการตลาดที่นำคุณค่าในมุมต่างๆ มาประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ ปัจจุบันกระถางต้นไม้ชีวภาพ กระถางดินเผา กระถางเซรามิกและกระถางพลาสติกมีราคาของแตกต่างกันตามวัสดุที่ใช้ผลิต โดยพบว่ากระถางพลาสติกมีราคาที่ถูกกว่ากระถางทั่วไปในท้องตลาด ในทางกลับกันกระถางต้นไม้ชีวภาพที่มีราคา 28.2 บาท ก็ยังเป็นราคาที่แพงกว่าเมื่อเทียบกับกระถางอื่นๆ ในท้องตลาด ซึ่งในแง่ของการจัดการนั้นกระถางดินเผา กระถางเซรามิก และกระถางพลาสติกไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ รวมถึงการใช้งบประมาณในการจัดการขยะ ซึ่งแน่นอนจะแตกต่างกับกระถางต้นไม้ชีวภาพที่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ และยังเป็นส่วนที่ช่วยเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืชได้อีกด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 จากการพัฒนาเครื่องมือในการขึ้นรูปกระถางต้นไม้ ควรมีการเปลี่ยนแปลงตัวเครื่องเพิ่มเติม เพราะในการนำกระถางออกจากแบบแม่พิมพ์สามารถนำออกมาได้ยากและทำให้กระถางมีรูปทรงที่ไม่สวยงาม

5.2.2 จากการออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ตัวผู้และแม่พิมพ์ตัวเมียในการอัดขึ้นรูปกระถางต้นไม้จากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มนั้น แบบแม่พิมพ์ไม่มีขอบกระถางทำให้ขอบกระถางไม่สวยงาม จึงควรออกแบบแม่พิมพ์รูปทรงที่ดีกว่านี้มีขอบกระถางที่สวยงาม

5.2.3 ควรเลือกใช้วัตถุดิบที่มีความหลากหลายในการผลิตกระถางต้นไม้ ซึ่งในประเทศไทยมีของเหลือทิ้งจากภาคการเกษตรหรือจากภาคส่วนอื่นๆ เป็นจำนวนมากที่สามารถนำมาปรับใช้เป็นวัตถุดิบและไม่ก่อให้เกิดผลเสียทางสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2564. **“ข้อมูลดัชนีคุณภาพอากาศ.”** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://air4thai.pcd.go.th/webV2/aqi_info.php?fbclid=IwAR1T2MsvTIe2XD3x6jxnkEb0PeTN, 18 กุมภาพันธ์ 2564.

กรมวิชาการเกษตร. ม.ป.ป. **ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของปาล์มน้ำมัน.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : https://www.arda.or.th/datas/file/1467711852.pdf, 22 ธันวาคม 2563.

จิตวรรณ เครือคำ. 2555. **“ลักษณะเฉพาะและสมบัติทางกายภาพเคมีของกากเบียร์เพื่อการประยุกต์กระถางปลูกต้นไม้ที่ย่อยสลายได้.”** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุและวัสดุ). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชาคริต ศรีทอง. 2559. **“การพัฒนาเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางต้นไม้ที่ผลิตจากการกาแฟและกากชาแบบกึ่งอัตโนมัติ.”** รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์.

ซอลีฮะห์ สตันน็อต และ นุจรี เอ็มเล่ง. 2558. **“การพัฒนากระถางเพาะชำชีวภาพจากทะลายปาล์มเพาะเห็ดและใยปาล์ม.”** รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. (โปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม). คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาราชภัฏสงขลา.

ฌนกร หยกสหชาติ, ทศพร นามโฮง และภสุโชค หยกสหชาติ. 2555. **“การใช้ประโยชน์ของซังข้าวโพดเทียนเหลือทิ้งจากวัตถุดิบ ทางการเกษตรสำหรับการผลิตบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม.”** รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร). คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์หันตรา.

ดารัตน์ มัจฉาวานิช. 2561. **“การพัฒนากระถางเพาะชำจากขุยมะพร้าวผสมกากตะกอนอุตสาหกรรมอาหารทะเล.”** รายงายวิจัยฉบับสมบูรณ์. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม). คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

เดชฤทธิ์ มณีธรรม และ พรพจน์ แพศิริ. 2559. **คัมภีร์การใช้งาน ระบบไฮดรอลิกส์ (Hydraulics System).** กรุงเทพ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. ม.ป.ท.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

เตือนใจ ปิยัง, กัตตินาฎ สกุลสวัสดิพันธ์ และวรรณวิภา ไชยชาญ. 2561. **“การผลิตกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มร่วมกับก้อนเชื้อเห็ดเก่า.”** รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

ไทยเกษตรศาสตร์. 2555. **ประเภทของภาชนะปลูกพันธุ์ไม้กระถาง.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : https://www.thaikasetsart.com/%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B9%, 27 กุมภาพันธ์ 2564.

ไทยรัฐ. 2561. **ขยะล้นกรุงชวนลดใช้ถุงพลาสติกวันละใบ ขยะพลาสติกลด 10 ล้านใบ.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : https://www.thairath.co.th/news/society/1316809, 13 พฤษภาคม 2564.

ทศพร ศรีวรกุล และคณะ. 2559. “การเตรียมเส้นใยเซลลูโลสจากเส้นใยมะพร้าวด้วยกระบวนการเคมีเพื่อใช้เป็นการเสริมแรง.” **Veridian E-JournalScience and Technology Silpakorn University**. 3, 5 (กันยายน – ตุลาคม) : 206 - 216

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2545. **“ปาล์มน้ำมันและการเพิ่มมูลค่า.”** จดหมายข่าวปาล์มน้ำมัน. 3, 4 (ธันวาคม – มกราคม) : 3 – 7

บริษัทนิวแอนด์ไฮด์. ม.ป.ป. **ไฮดรอลิก (Hydraulic).** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : https://www.pneu-hyd.co.th/, 26 มีนาคม 2564.

บริษัท ออลพร็อพเพอร์ตี้ มีเดีย จำกัด. 2563. **ไขข้อข้องใจค่าขยะ ไม่รวมในค่าส่วนกลาง พร้อมอัปเดตค่าขยะใหม่.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : https://www.ddproperty.com, 13 พฤษภาคม 2564.

บ้านและสวน. 2563. **ข้อแตกต่างของกระถางปลูกต้นไม้ แต่ละชนิด.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : https://www.baanlaesuan.com/50614/ideas/pot, 27 กุมภาพันธ์ 2564.

ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง และคณะ. 2548. **“กระถางต้นไม้จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร.”** รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยราชมงคลกรุงเทพ.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ปาริชาต โรหิตาคนี. 2550. **การเสริมแรงโพลีเอทิลีนด้วยเส้นใยจากกาบและก้านมะพร้าว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (ภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุ). สาขาวิชาวิทยาการและวิศวกรรมพอลิเมอร์. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปกร.

ปรีดาวรรณ ไชยศรีชลธาร และคณะ. 2558. **การศึกษาเทคนิคการวัดเปอร์เซ็นต์น้ำมันปาล์มในทะลายปาล์มน้ำมันอย่างรวดเร็ว โดยใช้ความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์น้ำมันกับค่าทางไฟฟ้า.** รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. กรมวิชาการเกษตร.

พรฤดี สงวนสุข. 2552. **“การพัฒนาบรรจุภัณฑ์กระถางจากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและกากตะกอนเยื่อกระดาษจากบ่อบำบัดน้ำเสียสำหรับกล้าไม้.”** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มลสุดา ลิวไธสง. 2556. **“การผลิตภาชนะย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากกาบกล้วย.”** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (วิศวกรรมเครื่องกล). คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. **ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETER (AAS).** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://science.yru.ac.th/chemistry2016/page/350/Atomic, 15 มีนาคม 2564

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. **เครื่องมือวิเคราะห์เชิงแสง.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://science.swu.ac.th/Default.aspx?tabid=7260&language, 15 มีนาคม 2564

วรรนิสา อินทร์จันทร์, ภานุพงศ์ ศรีลารัตน์ และณัฐฐา พานทอง. 2557. **การพัฒนากระถางต้นไม้จากผงคาร์บอนและเส้นใยปาล์มน้ำมัน** วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. (วิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ). คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

วรเวทย์ กาญจนันท์. 2555. **“ผลของยางธรรมชาติอิพ็อกไซด์ต่อสมบัติของฟิล์มและการยึดติดของพอลีไวนิลแอลกอฮอล์.”** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (เทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วิภา วิเศษสินธุ์. 2553. **“การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระถางเพาะชำจากขยะประเภทกระดาษภายในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่.”** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (วิศวกรรมอุตสาหกรรมและระบบ). คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. **เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน (Apparatus of Nitrogen Determination).** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.ubu.ac.th/web/sec/content/, 15 มีนาคม 2564

สุธน รุ่งเรือง และ ณิชาภา มินาบูลย์. 2557. **"การประยุกต์เส้นใยทะลายปาล์มเปล่าเสริมกำลังของแผ่นหลังคาชิงเกิ้ลทดแทนเส้นใยแก้ว."** รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. (วิศวกรรมโยธา). คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชมงคลรัตนโกสินทร์.

สุภาวรรณ เชื้อประทุม, สุจิณณา ใจบุญ และอรจิรา หอมเดช. 2563. **การพัฒนากระถางชีวภาพโดยวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดและเส้นใยมะพร้าว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. (วิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ). คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

สุรศักดิ์ ไวทยวงศ์สกุล. 2543. **"โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ : ตัวประสานในอุตสาหกรรมเซรามิกส์."** MTEC. (มกราคม – มีนาคม) : 14

สำนักงานบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยศิลปกร. 2562. **"การประเมินและวิเคราะห์มูลค่าเศรษฐศาสตร์ของทรัพยากรการท่องเที่ยวในพื้นที่พิเศษ ประจำปี 2562."** รายงานฉบับสมบรูณ์, กรุงเทพฯ.

อรุณวัฒน์ พรหมนิมิตร์. 2557. **"การเตรียมและสมบัติของภาชนะบรรจุอาหาร PVA-Chitosan ที่มีการเติมเคลย์ที่ผ่านการปรับปรุงด้วยอนุภาคเงิน."** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (ภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุ). คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

Inniiq. 2018. **หาคำตอบกัน ว่าทำไม? กระถางดินเผา ถึงดีที่สุดสำหรับ ปลูกต้นไม้**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://decor.mthai.com/garden/43332.html, 3 สิงหาคม 2564.

Mafarmsook. ม.ป.ป. **กระถางต้นไม้ เบอร์20กระถางพลาสติกทรงกลมดำ**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://decor.mthai.com/garden/43332.html, 3 สิงหาคม 2564.

Pimara nearly natural. ม.ป.ป. **กระถางเซรามิค 9 นิ้ว สีดำ.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.pimarn.co/product/%e0%b8%81, 3 สิงหาคม 2564.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Polyvinyl alcohol in medicine. ม.ป.ป. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://dialogue-irk.ru/en/osnovnye-sredstva/e1203-polivinilovyi-spirt-polivinilovyi-spirt-polivinilovyi/, 14 มีนาคม 2564.

SME Thailand. 2019. จับตา **'เศษวัสดุเหลือใช้ทางเกษตร' ขุมทรัพย์มูลค่านับแสนล้าน.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.smethailandclub.com/entrepreneur-4565-id.html, 13 มีนาคม 2564.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายงานผลการทดสอบธาตุอาหาร

ภาคผนวก ข ภาพประกอบการทดลอง

ภาคผนวก ก

รายงานผลการทดสอบธาตุอาหาร

หนังสือรับรองผลการวิเคราะห์

ชื่อลูกค้า คุณเยาวลักษณ์ สุวรรณรัตน์

ที่อยู่ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร

ชนิดตัวอย่าง พืช

ผู้นำส่งตัวอย่าง ส่งตัวอย่างทางไปรษณีย์

วันที่รายงานผลการวิเคราะห์ 26 เมษายน 2564

ผลการวิเคราะห์

SAMPLE DETAIL	LAB.NO.	PERCENT AS DRY MATTER					
		TOTAL N		P		K	
		Rep.1	Rep.2	Rep.1	Rep.2	Rep.1	Rep.2
สูตร 1 ปาล์มน้ำมัน	P.21/0397	2.08	2.09	0.38	0.38	2.20	2.22
สูตร 2 ปาล์มน้ำมันผสมเส้นใยมะพร้าว	P.21/0398	2.22	2.18	0.39	0.39	2.29	2.30
ANALYST		สุดาพร		อรวรรณ		มนทา	

สถานที่วิเคราะห์ ศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง
คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 90110 โทร.074-286061-62, 098-7154944

หมายเหตุ หนังสือรับรองผลการวิเคราะห์ฉบับนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่ส่งวิเคราะห์เท่านั้น และห้ามทำซ้ำเฉพาะบางส่วนของหนังสือฉบับนี้

ลงชื่อ.....
(นางสาวอรวรรณ พรหมสังคหะ)
รักษาการแทนหัวหน้าศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง

ภาคผนวก ข

ภาพประกอบการทดลอง

ภาคผนวกที่ ข1 เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางแบบไฮดรอลิกส์

ภาคผนวกที่ ข2 ช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันที่เหลือทิ้งของอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา

ภาคผนวกที่ ข3 นำช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมันไปตากให้แห้ง

ภาคผนวกที่ ข4 ขั้นตอนการบดย่อยช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน

ภาคผนวกที่ ข5 เตรียมตัวประสานสำหรับขึ้นรูปกระถาง

ภาคผนวกที่ ข6 คลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากัน

ภาคผนวกที่ ข7 นำส่วนผสมที่เข้ากันแล้วมาอัดขึ้นรูปกระถาง

สูตรที่ 1 สูตรที่ 2

ภาคผนวกที่ ข8 กระถางที่ได้จากการขึ้นรูปทั้ง 2 สูตร

ภาคผนวกที่ ข9 เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางและกระถางต้นไม้จากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน

ภาคผนวกที่ ข10 การศึกษาระยะเวลาในการย่อยสลาย

ภาคผนวกที่ ข11 ชิ้นส่วนกระถางในการทดสอบความพองตัวของกระถาง

ภาคผนวกที่ ข12 ชิ้นส่วนของกระถางในการทดสอบความดูดซึมน้ำของกระถาง

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล นางสาวเยาวลักษณ์ สุวรรณรัตน์

วัน เดือน ปี 5 มกราคม พ.ศ.2543

ภูมิลำเนา อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีการศึกษา**
วท.บ.	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2564
มัธยมศึกษาปีที่ 6	โรงเรียนระโนด	2560

ทุนการศึกษา

โครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2564 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ผลงานทางวิชาการ

การประชุมวิชาการระดับชาติ

ทิฆัมพร จันทร์ผ่อง, ปิยนุช มาสงค์, เยาวลักษณ์ สุวรรณรัตน์ และวรนุช ดีละมัน. 2564. **การพัฒนาเครื่องอัดกระถางแบบไฮดรอลิกส์และการผลิตกระถางต้นไม้จากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน.** งานประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ครั้งที่ 4 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล นางสาวปิยนุช มาสงค์

วัน เดือน ปี 14 กันยายน พ.ศ.2542

ภูมิลำเนา เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีการศึกษา**
วท.บ.	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2564
มัธยมศึกษาปีที่ 6	โรงเรียนราชดำริ	2560

ทุนการศึกษา

โครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2564 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ผลงานทางวิชาการ

การประชุมวิชาการระดับชาติ

ทิฆัมพร จันทร์ผ่อง, ปิยนุช มาสงค์, เยาวลักษณ์ สุวรรณรัตน์ และวรนุช ดีละมัน. 2564**. การพัฒนาเครื่องอัดกระถางแบบไฮดรอลิกส์และการผลิตกระถางต้นไม้จากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน.** งานประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ครั้งที่ 4 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล นางสาวฑิฆัมพร จันทร์ผ่อง

วัน เดือน ปี 17 ตุลาคม พ.ศ. 2542

ภูมิลำเนา อ.เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีการศึกษา**
วท.บ.	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2564
มัธยมศึกษาปีที่ 6	โรงเรียนเกาะสมุย	2560

ทุนการศึกษา

โครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2564 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ผลงานทางวิชาการ

การประชุมวิชาการระดับชาติ

ฑิฆัมพร จันทร์ผ่อง, ปิยนุช มาสงค์, เยาวลักษณ์ สุวรรณรัตน์ และวรนุช ดีละมัน. 2564. **การพัฒนาเครื่องอัดกระถางแบบไฮดรอลิกส์และการผลิตกระถางต้นไม้จากช่อดอกตัวผู้ของปาล์มน้ำมัน.** งานประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ครั้งที่ 4 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.