



แผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร
Green Walls Panel from Agricultural waste

นางสาวกมลชนก บุญพิมพ์
นายอัครเดช มารยาตร

ปีการศึกษา 2564

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

แผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

Green Walls Panel from Agricultural waste

นางสาวกมลชนก บุญพิมพ์

นายอัครเดช มารยาตร

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีภูมิทัศน์

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและภูมิทัศน์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ปีการศึกษา 2564

ใบรับรองปัญหาพิเศษ



หัวข้อปัญหาพิเศษ : แผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร
ผู้จัดทำ : นางสาวกมลชนก บุญพิมพ์
นายอัครเดช มารยาตร
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไตรภพ บุญธรรม
ปีการศึกษา : 2564

คณะกรรมการสอบปัญหาพิเศษ

..... อาจารย์ที่ปรึกษา (ประธานกรรมการ)
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไตรภพ บัญธรรม)

..... กรรมการ
(อาจารย์ต้นพล มากพ่อง)

..... กรรมการ
(อาจารย์ชนกนันท์ ปันตบแต่ง)

..... หัวหน้าสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและภูมิทัศน์
(อาจารย์เยาวรัตน์ วงศ์ศรีสกุลแก้ว)

ลิขสิทธิ์ของคณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อปัญหาพิเศษ	:	แผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร
ผู้จัดทำ	:	นางสาวกมลชนก บุญพิมพ์ นายอัครเดช มารยาตร
สาขา	:	เทคโนโลยีภูมิทัศน์
อาจารย์ที่ปรึกษา	:	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไตรภพ บุญธรรม
ปีการศึกษา	:	2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้ 1) เพื่อศึกษาลักษณะรูปแบบแผ่นปลูกพืชและคุณสมบัติของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร 2) เพื่อศึกษาอัตราส่วนการขึ้นรูปของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร 3) เพื่อทดสอบการดูดซึมของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร 4) เพื่อศึกษาพืชพรรณที่เหมาะสมในการนำมาทดลองให้สอดคล้องกับแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร โดยวัสดุที่นำมาใช้การทดลองประกอบด้วย กาวไอโซไซยาเนต ฟางข้าว ขุยมะพร้าว แกลบ และก้อนเชื้อเห็ดเก่า และทำการขึ้นรูปขนาด $40 \times 40 \times 40$ เซนติเมตร โดยแบ่งส่วนผสมออกเป็น 5 สูตร และกำหนดให้ส่วนผสมต้นแบบ คือ ฟางข้าว : ขุยมะพร้าว : แกลบ : ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ในอัตราส่วน 30 : 30 : 40 : 0 และทำการแทนที่แกลบด้วยก้อนเชื้อเห็ดเพิ่มขึ้นทีละ 10% โดยแต่ละสูตรมีกาวไอโซไซยาเนต 10% ของน้ำหนักวัสดุปลูก เพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติการดูดซึมน้ำ และนำมาเปรียบเทียบว่าอัตราส่วนผสมแต่ละสูตรต่อการดูดซึมน้ำต่อมานำมาขึ้นรูปแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งขนาด $30 \times 30 \times 10$ เซนติเมตร และขั้นตอนต่อมาทำการคัดเลือกพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้งจำนวน 1 ชนิด และนำไปติดตั้งบนแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง โดยทำการทดสอบอัตราการเจริญเติบโตบนแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง 30 วัน และทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต คือ ความสูง จำนวนใบ ขอบปล้อง และเส้นผ่าศูนย์กลางของใบ

ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำพบว่าสูตรที่ 1 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของฟางข้าว : ขุยมะพร้าว : แกลบ : ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ในอัตราส่วนร้อยละ 30 : 30 : 40 : 0 มีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำเฉลี่ยมากที่สุด 136.54 รองลงมาคือ สูตรที่ 2 มีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำเฉลี่ย 136.05 สูตรที่ 3 มีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำเฉลี่ย 132.22 สูตรที่ 4 มีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำเฉลี่ย 130.28 และสูตรที่ 5 มีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำเฉลี่ย 127.77 ตามลำดับ และการทดสอบอัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้พบว่าสูตรที่ 4 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของฟางข้าว : ขุยมะพร้าว : แกลบ : ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ในอัตราส่วนร้อยละ 30 : 30 : 10 : 30 ทำให้พรรณไม้เจริญเติบโตมากที่สุด รองลงมาคือ สูตรที่ 3 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 1 ตามลำดับ ส่วนการเปรียบเทียบการดูดซึมน้ำของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งต่ออัตราเจริญเติบโตของพรรณไม้ พบว่าสูตรที่ 4 อัตราการเจริญเติบโตความสูงที่มีค่ามากที่สุด คือ 8.08 เซนติเมตร และมีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 130.28

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เล่มนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไตรภพ บุญธรรม ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำวิจัย เป็นอย่างสูง ซึ่งท่านได้ให้คำปรึกษา และคำแนะนำในการทำงาน ตลอดจนการสอนข้าพเจ้าให้รู้จัก การคิดวิเคราะห์การทำงานอย่างเป็นระบบมาโดยตลอด

นอกจากนี้ข้าพเจ้าได้รับความช่วยเหลือจากเพื่อนร่วมการศึกษาในการร่วมกันทำการวิจัย และกำลังใจที่ดี ได้แก่ นายวสุพล ช่วงสกุลศรี นายภัทรพล พรหมมินทร์ นายชยณัฐ ลิ้มเสรี นายสตรกร จันทร์ศิริ และนายนาวิ บุญพัวพันธ์ ซึ่งบุคคลที่กล่าวมาช่วยเหลือ ให้กำลังใจ ทำให้งานวิจัยเล่มนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุดท้ายนี้หากงานวิจัยเล่มนี้มีข้อบกพร่องประการใด ขออภัยมา ณ โอกาสนี้และคณะผู้วิจัย ขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว หากความดีหรือประโยชน์อันใดจากงานวิจัยนี้ขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

กมลชนก บุญพิมพ์

อัครเดช มารยาตร

มีนาคม 2565

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญภาพ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญแผนภูมิ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 นิยามศัพท์	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 วิธีการดำเนินงาน	3
1.7 ลำดับขั้นตอนการศึกษา	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 สวนแนวตั้ง (Vertical Garden)	5
2.2 พรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง (Plants for Vertical Gardens)	10
2.3 วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร (Agricultural Waste)	12
2.4 แผ่นปลูกพืช (Green Walls Panel)	17
2.5 การดูดซึม (Water Adsorption)	18
2.6 การเจริญเติบโต (Growth Rate Ratio)	19
2.7 คุณสมบัติแผ่นใยผ้าเฟลท์	22
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	
3.1 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย	26
3.2 สมมุติฐานในงานวิจัย	26
3.3 การเตรียมการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล	27
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	34
3.5 กรอบแนวคิดในการวิจัย	35
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล	
4.1 การทดสอบการดูดซึมน้ำ	36
4.2 อัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้	37
4.3 เปรียบเทียบการดูดซึมของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง ต่ออัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้	41

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	43
5.2 ข้อเสนอแนะ	43
บรรณานุกรม	44
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก การคัดเลือกพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง	
ภาคผนวก ข การทดสอบอัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้เป็นระยะเวลา 30 วัน	
ภาคผนวก ค การเก็บผลทดสอบการดูดซึม	
ภาคผนวก ง การเตรียมส่วนผสมสำหรับผลิตแผ่นปลูกพืช	
ภาคผนวก จ ขั้นตอนการอัดแผ่นปลูกพืช	
ภาคผนวก ฉ ขั้นตอนการทำการอบแผ่นปลูกพืช	
ภาคผนวก ช ขั้นตอนการใส่แผ่นเฟลท์ และปลูกบนกำแพง	
ภาคผนวก ซ การทดสอบการดูดซึม	
ภาคผนวก ฌ การบันทึกข้อมูลและอัตราการเจริญเติบโต	
ประวัติผู้จัดทำ	

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 สวนแนวตั้ง (Vertical Garden) แบบ Green Façade	6
ภาพที่ 2.2 แผงกั้นไม้แบบกั้น (Modular Trellis Panel)	6
ภาพที่ 2.3 แผงระบบกริดและระบบสายเชือก	7
ภาพที่ 2.4 สวนแนวตั้ง (Vertical Garden) แบบ Living Walls	7
ภาพที่ 2.5 ภาพตัดโครงสร้างผนังไม้เลื้อย	8
ภาพที่ 2.6 ภาพตัดโครงสร้างผนังผ้า	8
ภาพที่ 2.7 ภาพตัดโครงสร้างแผ่นผนังสีเขียว	9
ภาพที่ 2.8 พรรณไม้เลื้อยสำหรับสวนแนวตั้ง	11
ภาพที่ 2.9 พรรณไม้พุ่มสำหรับสวนแนวตั้ง	11
ภาพที่ 2.10 พรรณไม้คลุมดินสำหรับสวนแนวตั้ง	12
ภาพที่ 2.11 ก้อนเชื้อเห็ดเก่า	13
ภาพที่ 2.12 ก้อนเห็ดปกติ	13
ภาพที่ 2.13 ก้อนเห็ดกินก่อน	14
ภาพที่ 2.14 ก้อนเห็ดตาย	14
ภาพที่ 2.15 ก้อนเห็ดเน่า	15
ภาพที่ 2.16 แกลบ	15
ภาพที่ 2.17 ขุยมะพร้าว	16
ภาพที่ 2.18 ฟางข้าว	16
ภาพที่ 2.19 แผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง	17
ภาพที่ 2.20 การวัดความสูงของต้นพืชด้วยไม้บรรทัด	20
ภาพที่ 2.21 การวัดน้ำหนักสดของต้นพืชด้วยเครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง	20
ภาพที่ 2.22 การวัดน้ำหนักแห้งของต้นพืชด้วยเครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง	21
ภาพที่ 2.23 การวัดพื้นที่ใบพืชด้วยการวาดเส้นรอบแผ่นใบลงบนกระดาษกราฟ	21
ภาพที่ 2.24 การวัดปริมาตรรวมของต้นพืชโดยวิธีการแทนที่น้ำ	22
ภาพที่ 2.25 คุณสมบัติแผ่นใยผ้าเฟลท์	22
ภาพที่ 3.1 กาวไอโซไซยาเนต	27
ภาพที่ 3.2 ฟางข้าว	27
ภาพที่ 3.3 ขุยมะพร้าว	28
ภาพที่ 3.4 แกลบ	28
ภาพที่ 3.5 ก้อนเชื้อเห็ดเก่า	29

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 3.6 (ก) กาวไอโซไซยาเนต (ข) ฟางข้าว (ค) ชูยมะพร้าว แกลบ ก้อนเชื้อเห็ดเก่า	29
ภาพที่ 3.7 ลักษณะและขนาดแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร	30
ภาพที่ 3.8 การขึ้นรูปแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง	31
ภาพที่ 3.9 การทดสอบหาการดูดซึม	32

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 ร้อยละอัตราส่วนผสมที่ใช้ในการทดลอง	30
ตารางที่ 3.2 อัตราส่วนผสมที่ใช้ในการทดลอง (2 แผ่น)	31
ตารางที่ 3.3 แสดงพรรณไม้ที่หาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด	33
ตารางที่ 3.4 แสดงพรรณไม้สวนแนวตั้งที่ใช้ในการทดลอง	33
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบการดูดซึมของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง	36
ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้ บนแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งวันที่ 1 (24/02/65) ถึงวันที่ 30 (25/03/65)	41

สารบัญแผนภูมิ

	หน้า
แผนภูมิที่ 1.1 ลักษณะสวนแนวตั้ง (Vertical Garden)	2
แผนภูมิที่ 1.2 ลำดับขั้นตอนการศึกษา	4
แผนภูมิที่ 3.1 กรอบแนวความคิดในการวิจัย	35
แผนภูมิที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบการดูดซึมน้ำเฉลี่ยของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง	37
แผนภูมิที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบความสูงของหลิวใบ สูตรที่ 1-5	38
แผนภูมิที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบจำนวนใบของหลิวใบ สูตรที่ 1-5	39
แผนภูมิที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบขนาดข้อปล้อง (ซม.) ของหลิวใบ สูตรที่ 1-5	39
แผนภูมิที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบเส้นผ่าศูนย์กลางของใบ (ซม.) ของหลิวใบ สูตรที่ 1-5	40
แผนภูมิที่ 4.6 แสดงผลการทดสอบการดูดซึมน้ำต่ออัตราเจริญเติบโตของพรรณไม้	42

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันพื้นที่อยู่อาศัยหรืออาคารสำนักงานต่าง ๆ ล้วนมีข้อจำกัดเรื่องพื้นที่ และได้รับผลกระทบความร้อนจากแสงอาทิตย์ ซึ่งสวนแนวตั้ง (Vertical Garden) สามารถช่วยการลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้ โดยสวนแนวตั้งที่นิยมใช้ คือ Living walls

อีกทั้งยังเป็นที่ยอดนิยมในหลายประเทศ เนื่องมาจากก่อให้เกิดความสวยงาม สามารถกันแสงแดดให้กับอาคาร และเป็นการลดอุณหภูมิที่ผิวของอาคารได้อีกทาง โดยวัสดุที่นำมาผลิตเป็นองค์ประกอบในการติดตั้งสวนแนวตั้ง ส่วนใหญ่เกิดจากการใช้พลาสติกแทบทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นวัสดุในงานอุตสาหกรรม การเกษตร หรือแม้กระทั่งวัสดุประกอบอาคาร และเพื่อเป็นการช่วยลดปริมาณการใช้พลาสติก เช่น ปัญหาภาวะโลกร้อน ปัญหาการจัดการขยะพลาสติก ดังนั้นจึงเกิดแนวคิดในการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้เป็นส่วนประกอบในการทำแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง

งานวิจัยชิ้นนี้ได้เลือกนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร คือ ก้อนเชื้อเห็ด เกษตรกรส่วนใหญ่นำไปทิ้งหรือใส่โคนต้นไม้ในสวน โดยก้อนเชื้อเห็ดนั้นเกิดจากขี้เลื่อยและอาหารเสริมต่าง ๆ เช่น ปูนขาว ยิปซัม เกลือ โพแทสเซียม แป้ง น้ำตาล รากมอส ซึ่งก้อนเชื้อเห็ดมีธาตุอาหารที่ปรุงพืชได้มากกว่าปุ๋ยหมักทั่วไป โดยมีธาตุอาหารหลัก NPK และธาตุอาหารรอง Ca Mg S โดยงานวิจัยเรื่องนี้ได้นำมาเป็นส่วนผสมเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง และทดสอบการดูดซึมน้ำของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง โดยมีการใช้ฟางข้าวซึ่งเป็นเส้นใยธรรมชาติในการยึดเกาะ งานวิจัยชิ้นนี้เมื่อแล้วเสร็จจะมีประโยชน์ต่อการช่วยลดปริมาณการใช้พลาสติก เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาวได้ และเพิ่มคุณค่าของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรให้เกิดประโยชน์สูงสุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 ศึกษาลักษณะรูปแบบแผ่นปลูกพืช และคุณสมบัติของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

1.2.2 ศึกษาอัตราส่วนการขึ้นรูปของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

1.2.3 ทดสอบการดูดซึมน้ำของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

1.2.4 ศึกษาพืชพรรณที่เหมาะสมในการนำมาทดลองให้สอดคล้องกับแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ศึกษาสวนแนวตั้งแบบ Living Walls

1.3.2 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร จำนวน 5 ชุด

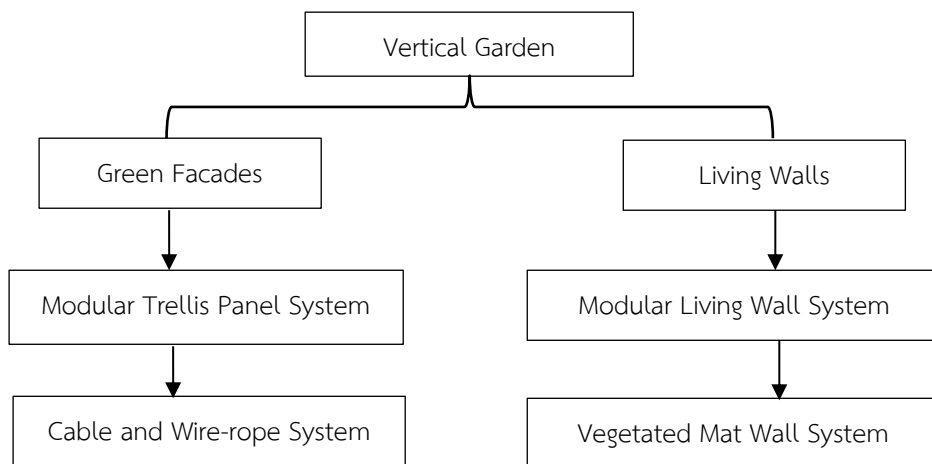
1.3.3 ทำการปลูกพืชสำหรับติดตั้งบนแผ่นปลูกพืช จำนวน 1 ชนิด

1.4 นิยามศัพท์

1.4.1 สวนแนวตั้ง (Vertical Garden) คือ ผนังสีเขียวรูปแบบหนึ่งที่ทำให้พรรณไม้เลื้อยยึดติดกับผนังอาคารตามธรรมชาติหรือให้พรรณไม้เลื้อยยึดติดกับโครงสร้าง โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท

1.4.1.1 Green Facades คือ รูปแบบผนังสีเขียวแบบหนึ่ง โดยพรรณไม้สามารถเติบโตขึ้นไปบนพื้นผิวในแนวตั้งหรือเลื้อยทอดลงมา โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ Modular Trellis Panel System และ Cable and Wire-rope System

1.4.1.2 Living Walls คือ การใช้กระถางต้นไม้ ถังกระสอบ หรือวัสดุซึมซับน้ำ เช่น ผ้าใยสังเคราะห์ Geotextile ทำการปลูกต้นไม้แนวตั้งโดยใช้วัสดุที่ใช้ในการปลูกเป็นตัวยึดกับผนังอาคาร โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แบบ Modular Living wall System และ Vegetated Mat Wall System (เอกราช ลักษณะสัมฤทธิ์, 2559)



แผนภูมิที่ 1.1 ลักษณะสวนแนวตั้ง (Vertical Garden)

1.4.2 วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร (Agricultural Waste) คือ เศษที่เหลือจากการแปรรูปผลผลิต เช่น ก้อนเชื้อเห็ดเก่า แกลบ ขุยมะพร้าว ฟางข้าว

1.4.3 พรรณไม้สวนแนวตั้ง

1.4.3.1 ไม้เลื้อย เหมาะกับการปลูกพันธุ์ไม้ลงดินในกระบะหรือกระถาง แล้วปล่อยให้เติบโตเลื้อยทอดไปตามผนังหรือโครงสร้างเพื่อยึดเกาะ เช่น โครงเหล็ก โครงไม้ ลวดสลิง โดยต้นไม้ที่ใช้

ปลูกควรเป็นต้นไม้ที่มีน้ำหนักเบา ได้แก่ ตีนตุ๊กแก ม่านบาหลี่ เคราฤๅษี เดปกระดุม โคร่งเครงเลื้อย พุดต่าง เป็นต้น

1.4.3.2 ไม้พุ่ม เหมาะกับการปลูกแบบเป็นกระถางแขวน ถาดปลูก แบบผ้า พืชตระกูลเฟิร์นเหมาะมากที่จะนำมาจัดสวนแนวตั้งแบบนี้ เนื่องจากเป็นพืชที่ทนทาน และเลี้ยงง่าย เช่น หลิวใบ เฟิร์นสไปนาง เฟิร์นใบมะขาม เฟิร์นข้าหลวงหลังลาย เป็นต้น

1.4.3.3 ไม้คลุมดิน พรรณไม้ในกลุ่มนี้สามารถนำมาจัดสวนแนวตั้งแบบที่เป็นกระถางติดผนัง ทั้งถาดปลูกแบบกระถางแขวน แบบผ้า หรือแบบอื่น ๆ ซึ่งพันธุ์ไม้คลุมดินที่เหมาะสมกับการทำสวนแนวตั้ง ได้แก่ พรมญี่ปุ่น พรมออสเตรเลีย เปเปอร์โรเมีย ไผ่ฟิลิปปินส์ เป็นต้น (แนะนำพรรณไม้จัดสวนแนวตั้ง สำหรับบ้านพื้นที่จำกัด สืบค้นจาก <https://www.bnbhome.com>)

1.4.4 แผ่นปลูกพืช หมายถึง แผ่นที่มีลักษณะเป็นถุงหรือใช้ท่อ โดยวัสดุที่ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นแผ่นพลาสติกขาวหรือดำ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบรูปแบบสวนแนวตั้ง และลักษณะพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง

1.5.2 ทราบอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรสำหรับแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง

1.5.3 ทราบคุณสมบัติแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

1.5.4 ทราบผลการทดสอบการดูดซึมของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

1.6 วิธีการดำเนินงาน

1.6.1 เตรียมวัสดุการทดลอง คือ กาวไอโซไซยานต ฟางข้าว ขุยมะพร้าว แกลบ และก้อนเชื้อเห็ดเก่า

1.6.2 ขึ้นรูปแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง และออกแบบรูปร่างและขนาดของแผ่นปลูกพืช จำนวนหน่วยการทดลองทั้งหมด 5 หน่วยการทดลอง 2 ซ้ำ

1.6.3 ทดสอบการดูดซึมน้ำ

1.6.4 คัดเลือกพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้งจำนวน 1 ชนิด และนำมาทดสอบอัตราการเจริญเติบโต 30 วัน โดยเก็บข้อมูล ความสูง จำนวนใบ ขอบปล้อง เส้นผ่าศูนย์กลางของใบ

1.6.5 เปรียบเทียบการดูดซึมน้ำของแผ่นปลูกพืชแต่ละชนิดต่ออัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้สวนแนวตั้ง

1.6.6 สรุปและวิจารณ์ผล

1.6.7 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

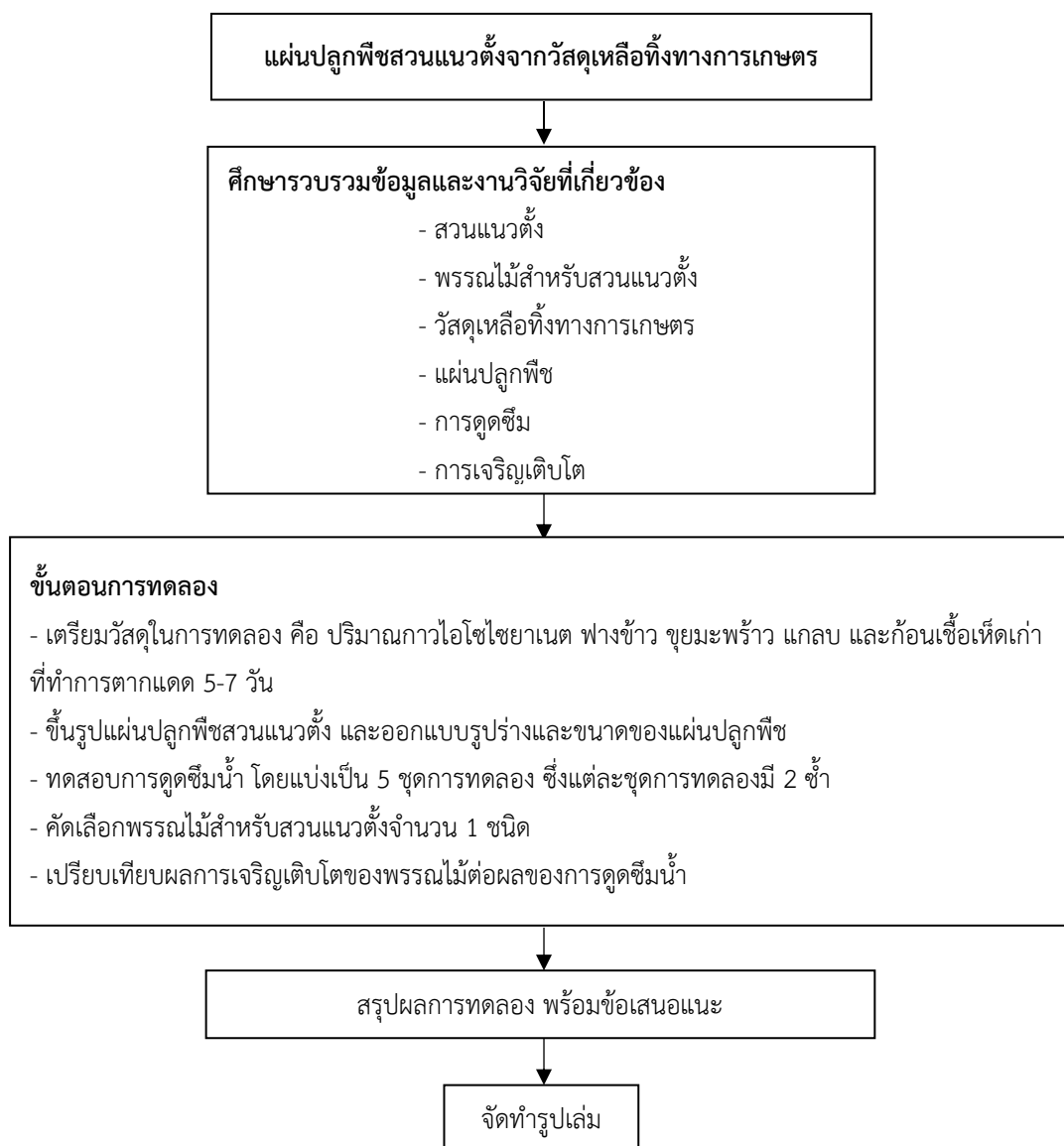
1.6.7.1 ตัวแปรต้น คือ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร แผ่นปลูกพืช

1.6.7.2 ตัวแปรตาม คือ การดูดซึมน้ำ การเจริญเติบโต

1.6.7.3 ตัวแปรควบคุม คือ

- 1) สถานที่ตั้งและสภาพแวดล้อม
- 2) รูปแบบ และขนาดของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง
- 3) ปริมาณกาโอไฮโซไซยานต ฟางข้าว ขุยมะพร้าว แกลบ ก้อนเชื้อเห็ดเก่า
- 4) พรรณไม้ที่ใช้ในการทดลอง : หลิวใบ
- 5) ยาเร่งยาก B1

1.7 ลำดับขั้นตอนการศึกษา



แผนภูมิที่ 1.2 ลำดับขั้นตอนการศึกษา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิจัยเรื่องแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำมาเรียบเรียงได้หัวข้อดังต่อไปนี้

- 1) สวนแนวตั้ง (Vertical Garden)
- 2) พรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง (Plants for Vertical Gardens)
- 3) วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร (Agricultural Waste)
- 4) แผ่นปลูกพืช (Green Walls Panel)
- 5) การดูดซับน้ำ (Water Adsorption)
- 6) การเจริญเติบโต (Growth Rate Ratio)
- 7) คุณสมบัติแผ่นใยผ้าเฟลท
- 8) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สวนแนวตั้ง (Vertical Garden)

2.1.1 ความหมายและรูปแบบการติดตั้งสวนแนวตั้ง (Vertical Garden)

ปัจจุบันนี้แนวทางในการออกแบบตกแต่งงานภูมิทัศน์บ้านพักอาศัย หรือร้านค้าต่าง ๆ เริ่มมีการนำธรรมชาติ หรือต้นไม้เข้ามาเป็นองค์ประกอบในงานมากขึ้น หนึ่งในแนวทางนั้นคือการใช้สวนแนวตั้งหรือ Vertical Garden โดยอาจกล่าวได้ว่า สวนแนวตั้ง คือการตกแต่งสถานที่ด้วยต้นไม้ และวัสดุธรรมชาติต่าง ๆ โดยเฉพาะในมิติแนวตั้ง ได้แก่ กำแพง เสา ผนังตึก หรืออาจหมายถึงวัสดุโครงสร้างที่มีการสร้างขึ้นชั่วคราวเพื่อประยุกต์ใช้ในการจัดสวนแนวตั้ง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

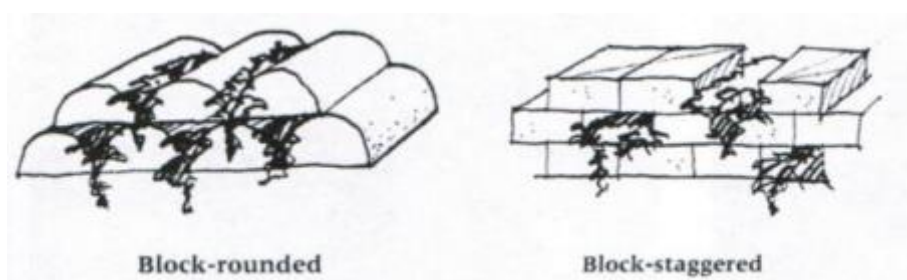
2.1.1.1 Green Facades คือ ระบบผนังสีเขียวที่พืชปีนขึ้น หรือพืชที่เรียงซ้อนกัน สามารถยึดตัวอยู่กับผนังที่มีอยู่หรือสร้างเป็นโครงสร้างแบบอิสระ เช่น รั้วหรือเสา



ภาพที่ 2.1 สวนแนวตั้ง (Vertical Garden) แบบ Green Facade

ที่มา : <http://www.growinggreenguide.org>

1) แผงกันไม้แบบกัน (Modular Trellis Panel) ระบบโมดูลาร์ หรือระบบสำเร็จรูปนี้เป็นแผ่นน้ำหนักรวม และแผงสามมิติที่แข็งแรง มีน้ำหนักเบาซึ่งทำจากลวดเหล็กชุบสังกะสี และลวดเชื่อมที่เคลือบด้วยผงซึ่งรองรับพืชที่มีทั้งหน้าปัด และความลึกของแผงระบบนี้ได้รับการออกแบบมาเพื่อยึดขั้วไม้เลื้อยออกจากพื้นผิวผนัง เพื่อไม่ให้วัสดุปลูกติดกับอาคารรูปร่างและเส้นโค้งที่ทำจากเหล็กกล้าที่นำกลับมาใช้ใหม่ และสามารถรีไซเคิลได้ เนื่องจากแผ่นยึดแข็งแรงจึงสามารถใช้งานได้ระหว่างโครงสร้างและสามารถใช้สำหรับผนังสีเขียวแบบอิสระ เป็นการออกแบบไม้กันระหว่างกันเว้น และเว้นที่ไว้สำหรับให้พืชนั้นสามารถเลื้อยผ่านได้ (เอกราช ลักษณะสัมฤทธิ์, 2559)



ภาพที่ 2.2 แผงกันไม้แบบกัน (Modular Trellis Panel)

ที่มา : <http://www.intechopen.com>

2) ระบบกริดและระบบสายเชือก (Grid and wire-rope net systems) โดยใช้สายเคเบิล ออกแบบมาเพื่อรองรับในส่วนของการเติบโตของพืชที่ป็นขึ้นไป โดยเฉพาะต้นและใบที่หนาแน่น ส่วนลวดตาข่ายมักใช้เพื่อรองรับพืชที่โตช้ากว่า ทั้งสองระบบใช้สายเคเบิลเหล็กแรงดึงสูง และอุปกรณ์เสริมขนาดและรูปแบบต่าง ๆ สามารถใช้งานได้เนื่องจากเส้นลวดแนวตั้งและแนวนอนมีความยืดหยุ่น และจะเชื่อมต่อผ่านตัวหนีบเพื่อยึดโครงสร้างของเส้นลวดไว้ (Ozgur Burhan Timurand Elif Karaca, 2013)



ภาพที่ 2.3 แผงระบบกริดและระบบสายเชือก

ที่มา : <http://www.intechopen.com>

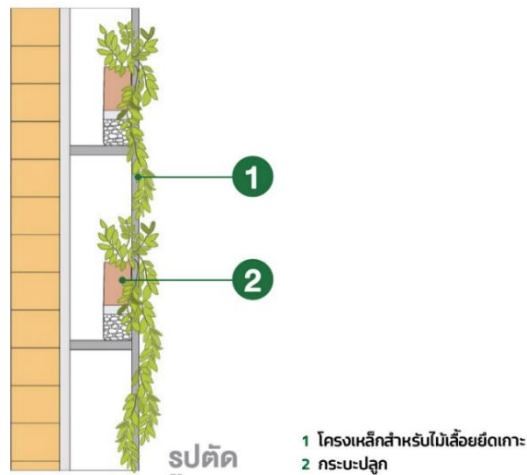
2.1.1.2 Living Walls คือ ระบบผนังของผนัง ประกอบไปด้วย แผงติดตั้งพืชส่วนตั้งต้น หรือแผงวางแนวตั้งหรือผ้าที่ติดตั้งสำหรับปลูกพืช ระบบนี้สามารถทำมาจากพลาสติก ผ้าสังเคราะห์



ภาพที่ 2.4 สวนแนวตั้ง (Vertical Garden) แบบ Living Walls

ที่มา : <http://viagemmundoafora.com>

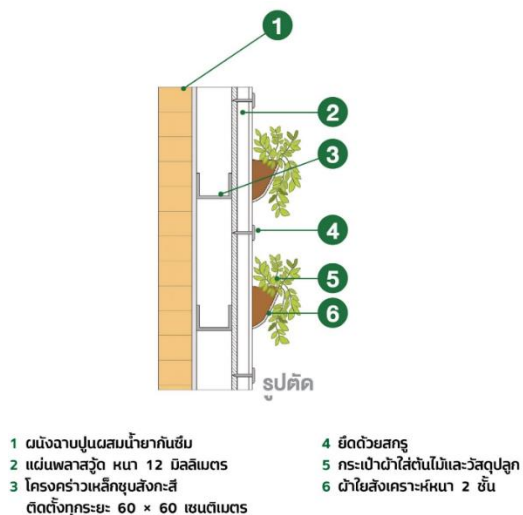
1) ผนังไม้เลื้อย ใช้วิธีปลูกพรรณไม้ลงดินในกระบะหรือกระถาง และทำการปล่อยให้ต้นเจริญเติบโตทอดเลื้อยไปตามผนังหรือโครงสร้างเพื่อยึดเกาะ เช่น โครงเหล็ก โครงไม้ ลวดสังกะสี หรือเชือกไนลอน วัสดุปลูก ดินร่วนผสมใบไม้ผุ กาบมะพร้าวสับ ขุยมะพร้าว พรรณไม้ ควรเลือกไม้เลื้อยตามปริมาณแสงที่บริเวณนั้นได้รับ อาจเป็นไม้เลื้อยประดับ เช่น สร้อยอินทนิล เหลืองชัชวาล พวงชมพู มอร์นิงกลอรี ไอวี หรือเลือกพืชสมุนไพร เช่น ดีปลี รางจืด หรืออาจปลูกไม้ผลที่ทอดเลื้อย เช่น องุ่น เสาวรส เป็นต้น



ภาพที่ 2.5 ภาพตัดโครงสร้างผนังไม้เลื้อย

ที่มา : <http://baanlaesuan.com>

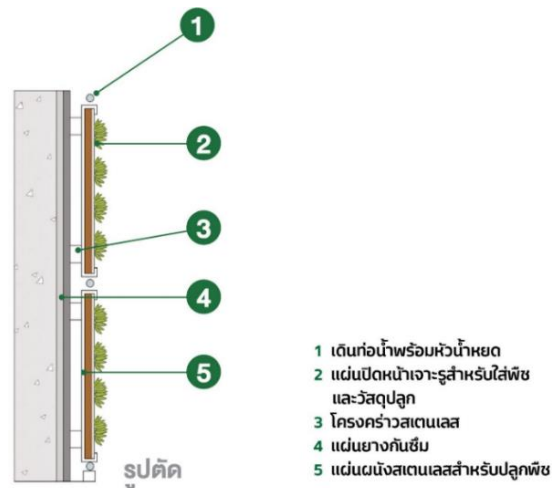
2) ผนังผ้า ประกอบด้วยโครงสร้างหลัก 3 อย่าง คือ โครงเหล็ก สำหรับรับน้ำหนักของสวนแนวตั้งทั้งหมด แผ่นพีวีซียึดกับโครงเหล็กทำหน้าที่เป็นชั้นกันน้ำ และถุงผ้าทำหน้าที่แทนภาชนะปลูกอาจทำจากวัสดุพอลิเอไมด์ (polyamide) หรือผ้าใยสังเคราะห์ที่นิยมใช้กันมาก คือ จีโอเทกซ์ไทล์ เพราะทนทาน ดูดซับน้ำและสารละลายได้ดี รากพืชสามารถยึดเกาะได้ แล้วใช้ลวดเย็บยึดติดกับผนัง เว้นระยะของถุงผ้าเพื่อระบายอากาศเป็นช่วง ๆ แล้วเดินระบบน้ำหยดไปตามโครงสร้างเพื่อให้ น้ำ และสารอาหารวัสดุปลูกจากมะพร้าวสับละเอียด ไยมะพร้าว ไยปาล์ม สแฟกนัมมอส เวอร์มิคูไลท์ พรอนไม้เลือกใช้ตามปริมาณแสงแดดที่ได้รับ เน้นไม้โตช้า และดูแลรักษาง่าย ถ้าปลูกพรอนไม้ที่โตเร็วต้องหมั่นตัดแต่งสม่ำเสมอเพื่อควบคุมการเจริญเติบโต



ภาพที่ 2.6 ภาพตัดโครงสร้างผนังผ้า

ที่มา : <http://baanlaesuan.com>

3) แผ่นผนังเขียว ใช้แผ่นหรือพลาสติกหรือโลหะที่มีน้ำหนักเบายึดกับโครงเหล็กโดยแบ่งเป็นช่อง ๆ เพื่อบรรจุพรรณไม้ เหมาะกับการปลูกพืชขนาดเล็กเนื่องจากมีพื้นที่บรรจุวัสดุปลูกน้อย วัสดุปลูกใช้วัสดุปลูกทดแทนดินน้ำหนักเบา เช่น ขุยมะพร้าว โยมะพร้าว โยปาล์ม พีทมอส สแฟกนัมมอส เวอร์มิคูไลท์ เพอร์ไลต์ พรรณไม้ควรเลือกพรรณไม้ที่มีระบบรากตื้น เนื่องจากระบบนี้มีพื้นที่ใส่วัสดุปลูกน้อย พวกไม้คลุมดินขนาดเล็ก เช่น หนวดปลาชุก หูเสือ หูเสียด่าง ริบบิ้นเขียว ผักเป็ดเขียว ผักเป็ดแดง ก้ามปูหลุด หัวใจสีแดง หรือพืชอวบน้ำ เช่น กุหลาบหิน เป็นต้น



ภาพที่ 2.7 ภาพตัดโครงสร้างแผ่นผนังสีเขียว

ที่มา : <http://baanlaesuan.com>

2.1.2 ประโยชน์ของสวนแนวตั้ง

ประโยชน์ของสวนแนวตั้งนอกจากทำเพื่อแก้ไขปัญหาพื้นที่อย่างในเมือง และความสวยงาม แล้วยังมีประโยชน์อีกหลายด้าน คือ

2.1.2.1 พื้นที่ในการเพาะปลูกน้อยโดยเฉพาะพื้นที่ในเขตชุมชนที่มีข้อจำกัดของขนาดที่ดิน

2.1.2.2 ช่วยลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร อีกทั้งยังช่วยลดอุณหภูมิในเขตชุมชนเมืองได้อีกทางหนึ่ง โดยพืชจะนำความร้อนจากแสงอาทิตย์ไปใช้ในการสังเคราะห์แสง และการคายน้ำ คืนความชุ่มชื้นให้กับชุมชนเมือง

2.1.2.3 ช่วยปรับปรุงคุณภาพอากาศให้ดีขึ้น โดยช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศถึงแม้ในช่วงเวลากลางคืนพืชจะหยุดการสังเคราะห์แสง ดูดซับก๊าซออกซิเจนแล้วคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่เมื่อเทียบกับการหายใจ เข้า-ออก ของมนุษย์นั้นถือว่าปริมาณน้อยมาก และสามารถช่วยกรองฝุ่นละอองจากอากาศภายนอกได้

2.1.2.4 ช่วยในการหมุนเวียนปริมาณน้ำ และบำบัดคุณภาพของน้ำให้ดีขึ้น พืชจะช่วยในการป้องกันฝนสาดเข้ามาในอาคาร และช่วยดูดซับน้ำเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ในทางกลับกันเมื่อพืชคายน้ำก็จะช่วยลดอุณหภูมิในอากาศได้อีกทาง

2.1.2.5 ช่วยในการปรับระบบนิเวศในเมือง ทั้งในด้านทัศนียภาพ และด้านการผ่อนคลายทางด้านจิตใจ

2.1.2.6 ระดับเสียงลดลง ดินและพืชที่ใช้ในการทำสวน มีคุณสมบัติการดูดซับเสียงด้วยเหตุนี้จึงลดการทำงานของเสียงที่เกิดขึ้นทั้งในอาคารและพื้นที่ใกล้เคียง

2.1.2.7 ทำหน้าที่เป็นฉนวนกันความร้อนสำหรับอาคารร้อน และเย็นรวมทั้งประหยัดพลังงานสำหรับอาคาร อีกทั้งสวนแนวตั้งทำให้ที่อยู่อาศัยลดความต้องการเครื่องปรับอากาศและลดการใช้พลังงานของอาคารในเมือง (Burhan Timur and Elif Karaca, 2013 : 21)

สรุป สวนแนวตั้ง คือการตกแต่งสถานที่ด้วยต้นไม้และวัสดุธรรมชาติต่าง ๆ โดยเฉพาะในมิติแนวตั้ง ได้แก่ กำแพง เสา ผนังตึก เพื่อประยุกต์ใช้ในการจัดสวนแนวตั้ง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่

Green Facades คือ ระบบผนังสีเขียวที่พืชปีนขึ้นหรือพืชที่เรียงซ้อนกัน สามารถยึดตัวอยู่กับผนังที่มีอยู่หรือสร้างเป็นโครงสร้างแบบอิสระ เช่น รั้วหรือเสา

Living Walls คือ การใช้กระถางต้นไม้ ถังกระสอบ หรือวัสดุซึมซับน้ำ ทำการปลูกต้นไม้แนวตั้ง โดยใช้วัสดุที่ใช้ในการปลูกเป็นตัวยึดกับผนังอาคาร สวนแนวตั้งช่วยลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายใน ช่วยลดอุณหภูมิในเขตชุมชนเมือง ช่วยปรับปรุงคุณภาพอากาศให้ดีขึ้น ช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ช่วยในการปรับระบบนิเวศในเมือง ทั้งในด้านทัศนียภาพ และด้านการผ่อนคลายทางด้านจิตใจ (เอกราช ลักษณะสัมฤทธิ์, 2559)

2.2 พรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง (Plants for Vertical Gardens)

2.2.1 ไม้เลื้อย เป็นพืชที่ไม่สามารถทรงตัวได้โดยลำพัง จึงมักเลื้อยพันต้นไม้ใหญ่หรือสิ่งพยุงเป็นที่ยึดเกาะเพื่อให้ลำต้นเจริญอยู่ได้ ธรรมชาติให้คุณสมบัติที่มีอวัยวะพิเศษช่วยในการเลื้อยเกาะและปรับตัวทอดยอด เพื่อรับแสงไม่ตีบตันหนทางเจริญเติบโต จึงทำให้มีจำนวนชนิดของไม้เลื้อยในธรรมชาติมากกว่าไม้ประเภทอื่น นอกจากดอกและใบที่สวยงามตามชนิดพันธุ์แล้ว เถาหรือลำต้นของไม้เลื้อยที่ทอดตัวอย่างอ่อนช้อย ยังช่วยลดความแข็งกระด้าง เมื่อนำมาปลูกตกแต่งให้เลื้อยห้อยหรือย้อยเป็นพวงตามรั้วและกำแพงบ้าน นิยมนำมาปลูกประดับซุ้มและตัดปรับตามรูปทรงที่กำหนดให้เราได้อาศัยใบที่แน่นทึบเป็นร่มเงาช่วยพรางแสงอาทิตย์ร้อนแรงให้ลดลง บดบังสิ่งที่ไม่น่ามองเสริมสร้างความชุ่มชื้นของสภาพแวดล้อมแก่พันธุ์ไม้ประดับบางชนิดในบริเวณโดยรอบ ช่วยดูดซับมลพิษ อีกทั้งความอ่อนช้อยของไม้เลื้อยบางชนิดเป็นที่มาของลวดลายในโลกของงานศิลปะ (แนะนำพรรณไม้จัดสวนแนวตั้ง สำหรับบ้านพื้นที่จำกัด สืบค้นจาก <https://www.bnbhome.com>)



ม่านบาหลี่

จันทร์กระจ่างฟ้า

คอนสวรรค์

ภาพที่ 2.8 พรรณไม้เลื้อยสำหรับสวนแนวตั้ง

ที่มา : <http://baanlaesuan.com>

2.2.2 ไม้พุ่ม หมายถึง พรรณไม้ที่มีลำต้นตั้งตรงเป็นอิสระโดยไม่ต้องอาศัยต้นไม้หรือวัสดุอื่นพาดพิง มีอายุนานปี และมีความสูงไม่มากนัก การแตกกิ่งก้านแขนง จะมีมากในระดับต่ำ ไม่สูงจากพื้นมากนัก ไม้พุ่มส่วนใหญ่จึงมีรูปทรงเป็นพุ่ม สามารถตัดแต่งให้เป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้ง่าย เช่น หลิวใบ ช้องนาง พู่ระหง ปีกอเนี้ย นิยมปลูกในสถานที่เพื่อเพิ่มความสวยงาม แบ่งออกเป็น ไม้พุ่มขนาดใหญ่ ไม้พุ่มขนาดกลาง และไม้พุ่มขนาดเล็ก



หลิวใบ

ปีกอเนี้ย

หมากผู้หมากเมีย

ภาพที่ 2.9 พรรณไม้พุ่มสำหรับสวนแนวตั้ง

ที่มา : <http://baanlaesuan.com>

2.2.3 ไม้คลุมดิน เป็นพืชที่มีทรงพุ่มเตี้ย หรือเจริญเติบโตแนวราบ มีระบบรากและลำต้นแน่น มีทั้งไม้ดอกและไม้ใบ มีความสูงเต็มที่ตั้งแต่ 0.15-0.30 เมตร เช่น สนเลื้อย กระดุมทองเลื้อย ผกากรองเลื้อย กาบหอยแครงแครง ดาดตะกั่ว ชะพลู ต้อยติ่งฝรั่ง เป็นต้น



พรรณมอสเตเรีย



ก้ามปูหลุด



บลูฮาวาย

ภาพที่ 2.10 พรรณไม้คลุมดินสำหรับสวนแนวตั้ง

ที่มา : <https://www.howtobegarden.com>

สรุป พรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้งสามารถแบ่งประเภท ได้แก่ ไม้เลื้อย เป็นพืชที่ไม่สามารถทรงตัวได้โดยลำพัง จึงมักเลื้อยพันต้นไม้ใหญ่หรือสิ่งพองเป็นที่ยึดเกาะเพื่อให้ลำต้นเจริญอยู่ได้ ช่วยลดความแข็งแรงกระด้างเมื่อนำมาปลูกตกแต่งให้เลื้อยห้อย หรือย้อยเป็นพวงตามรั้วและกำแพงบ้านช่วยพรางแสงอาทิตย์ร้อนแรงให้ลดลง (แนะนำพรรณไม้จัดสวนแนวตั้ง สำหรับบ้านพื้นที่จำกัด สืบค้นจาก <https://www.bnbhome.com>) ไม้พุ่ม หมายถึง พรรณไม้ที่มีลำต้นตั้งตรงเป็นอิสระโดยไม่ต้องอาศัยต้นไม้หรือวัสดุอื่นพาดพิง และมีความสูงไม่มากนัก แบ่งออกเป็น ไม้พุ่มขนาดใหญ่ ไม้พุ่มขนาดกลาง และ ไม้พุ่มขนาดเล็ก ไม้คลุมดิน เป็นพืชที่มีทรงพุ่มเตี้ย หรือเจริญเติบโตแนวราบ มีระบบรากและลำต้นแน่นมีความสูงเต็มที่ตั้งแต่ 0.15-0.30 เมตร เช่น หลิวเลื้อย สนเลื้อย กระดุมทองเลื้อย เป็นต้น

2.3 วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร (Agricultural Waste)

วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร (Agricultural waste) คือ เศษที่เหลือจากการแปรรูปผลผลิต เช่น ก้อนเชื้อเห็ดเก่า แกลบ ขุยมะพร้าว ฟางข้าว ประเภทของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรสามารถแบ่งได้ดังต่อไปนี้

2.3.1 วัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด

2.3.1.1 วัสดุที่เหลือใช้ประเภทฟางข้าว จะมีลักษณะเป็นท่อนยาว และผ่านการย่อยสลายจุลินทรีย์บางชนิด ขณะเพาะเห็ดฟางมาบ้างแล้ว และเห็ดได้ใช้พลังงานจากฟางข้าวไปส่วนหนึ่ง ทำให้องค์ประกอบทางเคมี คือแร่ธาตุอาหารบางชนิดลดน้อยลงกว่าเดิม

2.3.1.2 ขี้เลื่อยชนิดต่าง ๆ มีรูปลักษณะเป็นชิ้นส่วนเล็ก ๆ แต่ยังมีองค์ประกอบทางเคมีที่ซับซ้อนกว่า ฟางข้าวจะมีการสลายตัวได้ช้ากว่า

2.3.1.3 วัสดุที่เป็นท่อนไม้ ควรย่อยให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ จะช่วยให้มีการย่อยสลายได้ดีขึ้น แต่เนื่องจากวัสดุดังกล่าวได้ผ่านการเพาะเห็ดมาบ้าง แล้วธาตุอาหารทุกชนิดในวัสดุจึงลดน้อยลงไปในกระบวนการหมักเพื่อผลิตเป็นปุ๋ยหมักจำเป็นต้องเพิ่มเติม หรือปรับปรุงแต่งให้วัสดุดังกล่าวอยู่ในลักษณะที่เหมาะสมในการย่อยสลายของจุลินทรีย์ที่อยู่ในกองปุ๋ยหมัก (อัจฉรา บุญโรจน์ และวัชรวิทย์ รัชมี 2559)

2.3.1.4 ก้อนเชื้อเห็ดเก่า เป็นก้อนเชื้อเห็ดหมดอายุ สามารถนำก้อนเห็ดที่อายุการเก็บดอกเห็ดไปแล้ว 3 เดือน ก้อนเชื้อเห็ดมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช ทั้งธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ธาตุอาหารรอง แมกนีเซียม แคลเซียม และธาตุอาหารอีกหลายชนิด ก้อนเชื้อเห็ดจะเป็นปุ๋ยที่มีคุณภาพดีมาก จะมีธาตุอาหารที่ปลูกพืชได้มากกว่าปุ๋ยหมักทั่วไป มีลักษณะที่ต่างกันสามารถพิจารณาคัดแยกก้อนเห็ดปกติ คือ



ภาพที่ 2.11 ก้อนเชื้อเห็ดเก่า

1) ก้อนเห็ดปกติ คือ ก้อนเห็ดที่มีอายุครบ 3 เดือน หลังจากเปิดหน้าก้อน เก็บดอกเห็ดแล้ว เป็นก้อนเห็ดที่มีธาตุอาหารสมบูรณ์ และเส้นใยเห็ดยังเดินอยู่ สามารถเก็บดอกเห็ดได้ต่อไปจนกว่าจะหมดสภาพ เริ่มเสื่อมให้ปล่อยไว้นาน



ภาพที่ 2.12 ก้อนเห็ดปกติ

ที่มา : <https://www.gotoknow.org>

2) ก้อนเห็ดกินก้อน คือ ก้อนเห็ดที่มีอายุการเก็บดอกเห็ดแล้ว 3 เดือน แต่ธาตุอาหารที่มากับก้อนเห็ดเดิมเริ่มหมด และเป็นเวลาที่ก้อนเห็ดเริ่มย่อยสลายก้อนจะเริ่มยุบตัว มีเส้นใยเห็ด

ยังเดินอยู่จากการกินธาตุอาหารอินทรีย์จากการย่อยสลายก้อน ยังสามารถเก็บดอกเห็ดได้อยู่จนกว่าก้อนจะยุบตัวมากเส้นใยเห็ดจะเริ่มเสื่อม



ภาพที่ 2.13 ก้อนเห็ดกินก้อน

ที่มา : <http://banhed3380.blogspot.com>

3) ก้อนเห็ดตาย คือ ก้อนเห็ดที่ขาดธาตุอาหารก้อน 3 เดือน เส้นใยเห็ดตายเนื่องจากไม่มีธาตุอาหารเพียงพอ เศษวัสดุที่มากับก้อนซีลี้อย่างไม่สามารถเป็นปุ๋ยได้สามารถนำไปใช้หมักทำปุ๋ยได้เลย โดยใช้เวลามาก 45 วัน จึงใช้เป็นปุ๋ยได้



ภาพที่ 2.14 ก้อนเห็ดตาย

ที่มา : <http://banhed3380.blogspot.com>

4) ก้อนเห็ดเน่า คือ ก้อนเห็ดที่เชื้อเห็ดหรือเส้นใยของเห็ดตายก่อนอายุ 1 เดือนก้อนเห็ดจะถูกย่อยสลายในตัวเองตั้งแต่เริ่มแรก จากจุลินทรีย์ภายในก้อน สามารถนำไปใช้ทำเป็นปุ๋ยหมักได้ ใช้เวลามากกว่าเวลาที่เปิดหน้าก้อนกับเวลามากทั้งหมดเป็นเวลา 3 เดือน จึงนำไปใช้เป็นปุ๋ยให้กับต้นไม้ได้ (พรศิลป์ สีเผือก และคณะ, 2559)



ภาพที่ 2.15 ก้อนเห็ดเน่า

ที่มา : <https://www.gotoknow.org>

2.3.2 แกลบ (Rice Husk) ถือเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่ได้จากกระบวนการสีข้าวเปลือก ซึ่งทำให้เกิดเศษของเปลือกข้าวออกมา มีลักษณะสีเหลืองทอง สีเหลืองอ่อน สีนํ้าตาลแดงขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ข้าว แกลบประกอบด้วยสารอินทรีย์ และซิลิกา ปริมาณสารอินทรีย์จะประกอบด้วยธาตุคาร์บอนประมาณร้อยละ 51 ออกซิเจนร้อยละ 42 ส่วนที่เหลือจะเป็นไฮโดรเจน และไนโตรเจน ส่วนซิลิกาจะพบมากบริเวณผิวนอกของแกลบจึงทำให้แกลบมีความแข็งสูงสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุขัดผิวได้ ประโยชน์สำคัญของการใช้แกลบ คือ สามารถหาได้ในปริมาณมาก และแกลบมีคุณสมบัติในการเพิ่มปริมาณของปุ๋ยหมักที่ผลิตได้ แกลบเป็นแหล่งของคาร์บอนที่มีความหนาแน่น ซึ่งเมื่อทำเป็นปุ๋ยหมักแล้วสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการอุ้มนํ้า และเก็บกักสารอาหารของดิน ปรับปรุงกระบวนการเกิดเม็ดดิน สร้างรูปพรุนการซึมผ่านของนํ้า และช่วยเสริมสร้างลักษณะทางกายภาพที่ดีของดินอีกหลายประการ สิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ แกลบมีปริมาณคาร์บอนสูง และควรนำไปผสมกับวัสดุอื่น ๆ ที่มีไนโตรเจนสูง เช่น ปุ๋ยสีเขียว และมูลสัตว์



ภาพที่ 2.16 แกลบ

ที่มา : <http://blog.arda.or.th>

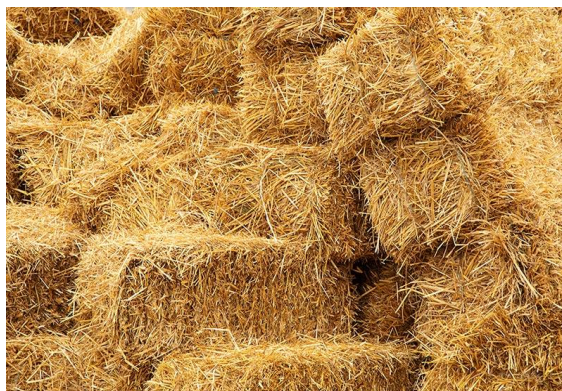
2.3.3 ขุยมะพร้าว คือส่วนที่อยู่ในกาบมะพร้าว เป็นส่วนที่ถูกสกัดออกจากกาบมะพร้าว โดยนำ กาบมะพร้าวไปทำการปั่นเอาใยออก ขุยมะพร้าวจะมีลักษณะเป็นผงสีน้ำตาล มีความละเอียดประมาณเม็ดทราย แห้งสนิท ซึ่งขุยมะพร้าวจะมีคุณสมบัติที่เบา อุ่นน้ำได้ดี และเก็บความชื้นไว้ได้นาน เมื่อจะใช้ต้องพรมน้ำให้ขุยมะพร้าวมีความชื้นพอเหมาะ ไม่แฉะ และไม่แห้งเกินไป ในการใช้ขุยมะพร้าวในการเพาะปลูกพืชก็ควรใช้ให้ถูกวิธี ถ้าเราใช้ไม่ถูกก็จะทำให้เกิดผลเสียต่อพืชที่เราปลูกได้ เนื่องจากว่าในขุยมะพร้าวหรือ กาบมะพร้าวจะมีความฝาดหรือสารแทนนิน (Tannin) ซึ่งสารตัวนี้จะละลายน้ำแล้วจะเกิดกรดแทนนิก (Tannic Acid) มีสีน้ำตาลดำ จะทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไอออน เมื่อทำปฏิกิริยากันแล้วจะกลายเป็นเกลือที่ไม่ละลาย เมื่อนำกากมะพร้าวหรือขุยมะพร้าวไปปลูกพืชผัก พืชก็จะแสดงอาการออกมา



ภาพที่ 2.17 ขุยมะพร้าว

ที่มา : <http://blog.arda.or.th>

2.3.4 ฟางข้าว (Rice straw) เป็นส่วนของต้นข้าวที่หลงเหลือจากการเก็บเกี่ยวโดยปกติ เกษตรกรมักนิยมเผาทำลาย เพื่อความสะดวกในการไถเตรียมดิน ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียของน้ำในดิน อินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารที่สำคัญ ทำลายจุลินทรีย์และแมลงที่เป็นประโยชน์ในดิน และยังเป็นการสร้างมลพิษทางอากาศ



ภาพที่ 2.18 ฟางข้าว

ที่มา : <https://www.salika.com>

สรุป วัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด ก้อนเชื้อเห็ดจะเป็นปุ๋ยที่มีคุณภาพดีมาก จะมีธาตุอาหารที่ปลูกพืชได้มากกว่าปุ๋ยหมักทั่วไป แกลบมีคุณสมบัติในการเพิ่มปริมาณของปุ๋ยหมักที่ผลิตได้ แกลบเป็นแหล่งของคาร์บอนที่มีความหนาแน่น ซึ่งเมื่อทำเป็นปุ๋ยหมักแล้ว สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการอุ้มน้ำและเก็บกักสารอาหารของดิน ขุยมะพร้าวจะมีคุณสมบัติที่เบา อุ้มน้ำได้ดี และเก็บความชื้นไว้นาน

2.4 แผ่นปลูกพืช (Green Walls Panel)

แผ่นปลูกพืช หมายถึง การนำวัสดุเหลือใช้มาทำวัสดุที่ใช้ในการปลูกพืชเพื่อให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ ที่ง่ายต่อการปลูกและติดตั้ง อาจมีส่วนประกอบเป็นพวกเศษเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น ก้อนเชื้อเห็ดเก่า แกลบ ขุยมะพร้าว ฟางข้าว หรืออาจเป็นวัสดุที่เป็นเส้นใยมีความพรุนสูง เหมาะแก่การยึดเกาะของรากพืช และอุ้มน้ำได้ดี มีธาตุอาหารพอเหมาะแก่การเจริญเติบโตของพืช มีความเป็นกรดเป็นด่างปานกลาง

คุณสมบัติและส่วนประกอบของแผ่นปลูกพืช คือ การนำเอาวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร มาใช้เป็นส่วนผสมในการทำแผ่นปลูกพืช เพราะเป็นการเพิ่มคุณค่าของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ให้มีประโยชน์สูงสุด เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม วัสดุมีความอุ้มน้ำ และระบายอากาศได้ดี ส่วนประกอบที่ใช้ในการทำแผ่นปลูกพืชจะเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ไม่ว่าจะเป็นก้อนเชื้อเห็ดที่มีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำได้ดี เศษใยหรือขุยมะพร้าวเป็นวัสดุที่มีเส้นใยแข็งแรง เหมาะแก่การยึดเกาะของราก และส่วนผสมที่ใช้ในการขึ้นรูปแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง คือ กาวไอโซไซยาเนต ซึ่งใช้กับอุตสาหกรรมแผ่นอัดเพื่อหาสัดส่วนที่ทำให้คงรูปได้ดี (พาสินี สุนากร และทรงกลด จารุสมบัติ, 2555)



ภาพที่ 2.19 แผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง

ที่มา : <http://www.caras.arch.ku.ac.th>

สรุป แผ่นปลูกพืช หมายถึง การนำวัสดุเหลือใช้มาทำวัสดุที่ใช้ในการปลูกพืชเพื่อให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ ที่ง่ายต่อการปลูกและติดตั้ง มีส่วนประกอบเป็นเศษเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น ก้อนเชื้อเห็ดเก่า แกลบ ขุยมะพร้าว ฟางข้าว คุณสมบัติและส่วนประกอบของปลูกพืชสวนแนวตั้ง

ใช้ในการทำแผ่นปลูกพืชจะเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ก้อนเชื้อเห็ดที่มีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำได้ดี เศษใยหรือขุยมะพร้าวเป็นวัสดุที่มีเส้นใยแข็งแรง เหมาะแก่การยึดเกาะของราก และส่วนผสมที่ใช้ในการขึ้นรูปแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง คือกาโอไฮโดรเจล ซึ่งใช้กับอุตสาหกรรมแผ่นอัด เพื่อหาสัดส่วนที่ทำให้คงรูปได้ดี (พาสินี สุนากร และทรงกลด จารุสมบัติ, 2555)

2.5 การดูดซึม (Water Adsorption)

การดูดซึม หมายถึง การที่น้ำขึ้นงานนั้น ๆ มาทดสอบว่าต้องใช้อัตราส่วนผสมอะไร แต่ละส่วนผสมมีค่าการดูดซับน้ำได้มากน้อยเพียงใด ส่วนผสมที่ใช้มีผลต่อการกักเก็บน้ำทำให้ประหยัดน้ำในการรดน้ำของแผ่นปลูกพืช

การทดสอบการดูดซึม เป็นการทดสอบว่าชิ้นงานที่ทำนั้น ๆ มีความสามารถในการดูดซับน้ำเข้าไปได้เท่าไร เช่น เมื่อนำชิ้นงานนั้นไปใส่ในอ่างที่บรรจุน้ำเตรียมไว้ แล้วรอเป็นเวลาตามที่เรากำหนดไว้ เมื่อนำชิ้นมาก็จะพบว่าชิ้นงานนั้นมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเท่าไร โดยการดูว่าชิ้นงานนั้นมีการดูดซึมมากน้อย ก็คือชั่งน้ำหนักชิ้นงานก่อน และหลังการจุ่มน้ำ

2.5.1 การทดสอบการดูดซึมน้ำ Water absorption (ASTM D570)

ความสามารถในการดูดซึมของพลาสติกส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับชนิด และคอมโพสิตของวัสดุ ตัวอย่างเช่น วัสดุที่ประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจน และคาร์บอน อันได้แก่ โพลีโพรพิลีน โพลีสไตรีน เป็นวัสดุที่ทนน้ำมากในขณะที่วัสดุที่มีองค์ประกอบของออกซิเจนหรือกลุ่มออกซิไฮโดรเจน จะไวต่อการดูดซึมน้ำมาก วัสดุที่ประกอบด้วยคลอรีน โบรมีน หรือฟลูออรีนจะเป็นวัสดุที่ทนน้ำ ลักษณะการดูดซึมน้ำของพลาสติกอาจเปลี่ยนแปลงโดยการเติมสารเติมแต่งตัวอย่างเช่น เส้นใย เส้นใยแก้ว เป็นต้น พลาสติกบางประเภทดูดซึมน้ำได้น้อยมากที่อุณหภูมิห้องแต่ที่อุณหภูมิสูงๆ ความสามารถในการดูดซึมน้ำจะเพิ่มขึ้น วัสดุหรืออุปกรณ์ที่ต้องการให้มีการดูดซึมน้ำต่ำได้แก่ ใบกวนในเครื่องซักผ้า ผลิตภัณฑ์สำหรับสำหรับใส่อาหาร สปริงเกอร์ เป็นต้น

การทดสอบการดูดซึมน้ำของพลาสติกสามารถทำได้ง่ายโดยอุปกรณ์ที่ใช้ได้แก่ เครื่องชั่งวิเคราะห์ (Analytical balance) ที่มีความละเอียดถึงทศนิยม 4 ตำแหน่ง ตู้อบ (Over) ที่สามารถให้อุณหภูมิในการอบอย่างสม่ำเสมอ และโถดูดความชื้นน้ำของพลาสติก (Desiccators) ขึ้นทดสอบอาจเป็นลักษณะแผ่นดิสก์ แท่ง หรือท่อ ขนาดเปลี่ยนแปลงตามชนิดของขึ้นทดสอบ (กฤติยา วงศ์เลน, 2555)

วิธีการทดสอบการดูดซึมน้ำ

การทดลองนี้ได้ทำการทดสอบการดูดซึมโดยการนำไปแช่น้ำ 1 ชั่วโมง คำนวณการดูดซึมน้ำได้จากสมการ

$$A = \frac{w_2 - w_1}{w_1} \times 100$$

เมื่อ A = ร้อยละของการดูดซึมน้ำ
 w_1 = ค่าน้ำหนักของชิ้นงานก่อนแช่น้ำ
 w_2 = ค่าน้ำหนักของชิ้นงานหลังแช่น้ำ

สรุป การดูดซึม หมายถึง การที่นำชิ้นงานนั้น ๆ มาทดสอบว่าต้องใช้อัตราส่วนผสมอะไร แต่ละส่วนผสมมีค่าการดูดซับน้ำได้มากน้อยเพียงใด ส่วนผสมที่ใช้มีผลต่อการกักเก็บน้ำทำให้ประหยัดน้ำในการรดน้ำของแผ่นปลูกพืช การทดสอบการดูดซึมน้ำ Water absorption (ASTM D570) ลักษณะการดูดซึมน้ำของพลาสติกอาจเปลี่ยนแปลงโดยการเติมสารเติมแต่งตัวอย่างเช่น เส้นใย เส้นใยแก้ว เป็นต้น พลาสติกบางประเภทดูดซึมน้ำได้น้อยมากที่อุณหภูมิห้องแต่ที่อุณหภูมิสูง ๆ ความสามารถในการดูดซึมน้ำจะเพิ่มขึ้น การทดสอบการดูดซึมน้ำของพลาสติกสามารถทำได้ง่ายโดยอุปกรณ์ที่ใช้ได้แก่ เครื่องชั่งวิเคราะห์ (Analytical balance) ที่มีความละเอียดถึงทศนิยม 4 ตำแหน่ง ตู้อบ (Over) ที่สามารถให้อุณหภูมิในการอบอย่างสม่ำเสมอ และโถดูดความชื้นน้ำของพลาสติก (Desiccators) ขึ้นทดสอบอาจเป็นลักษณะแผ่นดิสก์ แท่ง หรือท่อ ขนาดเปลี่ยนแปลงตามชนิดของชิ้นทดสอบ ทดสอบ (กฤติยา วงศ์เลน, 2555)

2.6 การเจริญเติบโต (Growth Rate Ratio)

เราสามารถมองเห็นการเปลี่ยนแปลงของต้นพืชที่แสดงว่าพืชกำลังเจริญเติบโตได้ แต่ในการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชนั้น ไม่อาจบอกได้จากการประมาณด้วยสายตาเพราะแต่ละคนมีระดับการรับรู้ที่แตกต่างกัน นักวิทยาศาสตร์จึงคิดวิธีการวัดการเจริญเติบโต แม้ว่าการเจริญเติบโตของพืชมีทั้งการเพิ่มมวลหรือปริมาตรอย่างถาวร การวัดการเจริญเติบโตจึงต้องวัดควบคู่กับเวลาหรืออายุพืชด้วย ค่าที่แสดงการเติบโตที่นิยมใช้ ได้แก่ ความสูง ความยาว เส้นรอบวง เส้นผ่าศูนย์กลาง น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง พื้นที่ใบ และปริมาตร เป็นต้น เมื่อนำข้อมูลตัวเลขที่แสดงการเติบโตมาสร้างกราฟความสัมพันธ์กับเวลา จะได้กราฟการเติบโต ซึ่งส่วนใหญ่จะมีเส้นกราฟเป็นรูปตัว S วิธีการวัดการเติบโตของพืชที่ใช้กันโดยทั่วไปมีดังนี้

2.6.1 ความสูง

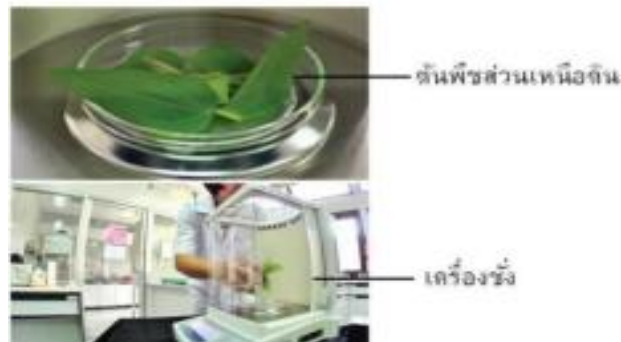
การวัดความสูงสามารถใช้บอกระดับการเติบโตของพืชได้ เป็นการวัดความยาวสูงสุดของสิ่งที่สนใจศึกษา เช่น ความสูงของต้นพืช วัดจากส่วนโคนตั้งแต่บริเวณรอยต่อกับส่วนราก ขึ้นมาจนถึงปลายยอด ข้อผิดพลาดมักเกิดจากการไม่รู้จักรัศมีของพืชแต่ละชนิด ทำให้ได้ค่าความสูงที่ไม่ใช่ค่าความสูงของต้นที่แท้จริง แต่เป็นค่าความสูงของต้นรวมกับความยาวของ ใบ เช่น ถั่วที่มีก้านใบสูงเกินปลายยอดขึ้นมา หรือข้าวที่มีส่วนต้นและปลายยอดซ้อนตัวอยู่ในกาบใบ เป็นต้น อุปกรณ์ที่จำเป็น คือ ไม้บรรทัด สายวัด อุปกรณ์ ประมาณค่าความสูงของต้นไม้เป็นต้น



ภาพที่ 2.20 การวัดความสูงของต้นพืชด้วยไม้บรรทัด

2.6.2 น้ำหนักสด

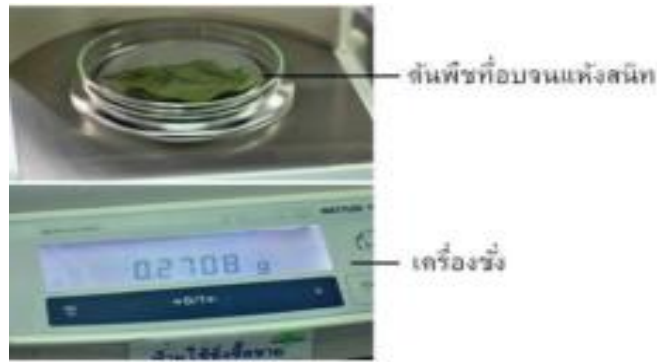
การชั่งน้ำหนักสดเป็นการวัดมวลแห้งของพืชรวมกับมวลของน้ำภายในต้นพืช การวัดให้ได้ค่าน้ำหนักสดที่ตรงกับความเป็นจริงจึงต้องระมัดระวังปัจจัยที่มีผลให้ปริมาณน้ำภายในต้นพืชเปลี่ยนแปลงไป เช่น การตัดต้นพืชแล้ววางทิ้งไว้นานก่อนที่จะชั่งน้ำหนักพืชจะเหี่ยวทำให้ได้ค่าน้ำหนักสดที่ต่ำกว่าค่าจริง การเก็บตัวอย่างในตอนเช้า และตอนบ่ายที่พืชมีอัตราเร็วในการคายน้ำต่างกัน ก็มีผลให้ได้ค่าน้ำหนักสดที่ไม่เท่ากันได้เป็นต้น อุปกรณ์ที่จำเป็น คือ เครื่องชั่ง



ภาพที่ 2.21 การวัดน้ำหนักสดของต้นพืชด้วยเครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2.6.3 น้ำหนักแห้ง

การชั่งน้ำหนักแห้งเป็นการวัดเฉพาะมวลแห้งของพืช การวัดให้ได้ค่าน้ำหนักแห้งที่ตรงกับความเป็นจริงต้องคำนึงถึงวิธีการที่ใช้กำจัดน้ำภายในต้นพืช โดยตัวอย่างพืชต้องผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ และในระยะเวลาที่เหมาะสมพืชที่มีขนาดใหญ่มีชิ้นเนื้อเยื่อหนาหรือมีน้ำมากต้องใช้ระยะเวลา นานกว่าพืชที่มีขนาดเล็กบาง และมีน้ำหนักน้อย โดยมีเกณฑ์ว่าพืชต้องผ่านการอบแห้งจนกระทั่งมีน้ำหนักคงที่ไม่เพิ่มขึ้นหรือ ลดลงอีกเมื่อเวลาผ่านไป โดยทั่วไปอุณหภูมิที่นิยมใช้คือ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 24-48 ชั่วโมง อุปกรณ์ที่จำเป็น คือ เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง ตู้อบแห้งควบคุมอุณหภูมิ



ภาพที่ 2.22 การวัดน้ำหนักแห้งของต้นพืชด้วยเครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2.6.4 พื้นที่ใบรวมทั้งต้น

วิธีใช้วัดพื้นที่ใบรวมทั้งต้นที่ใช้ในปัจจุบันมีหลายวิธี เช่น การวาดเส้นรอบแผ่นใบลงบนกระดาษกราฟ การใช้เครื่องวัดพื้นที่ใบ การประมาณค่าพื้นที่ใบจากกราฟ ความสัมพันธ์ระหว่างค่าผลคูณความกว้างคูณความยาวของแผ่นใบกับค่าพื้นที่ใบ เป็นต้น พื้นที่ใบรวมต่อต้นบ่งบอกถึงการเติบโตของพืชได้เพราะเป็นขนาดของแผ่นใบที่เพิ่มขึ้นตามเวลา และยังสะท้อนถึงพื้นที่ที่รับแสงเพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงด้วย อุปกรณ์ที่จำเป็น เช่น ไม้บรรทัด กระดาษกราฟ เครื่องวัดพื้นที่ใบ เป็นต้น

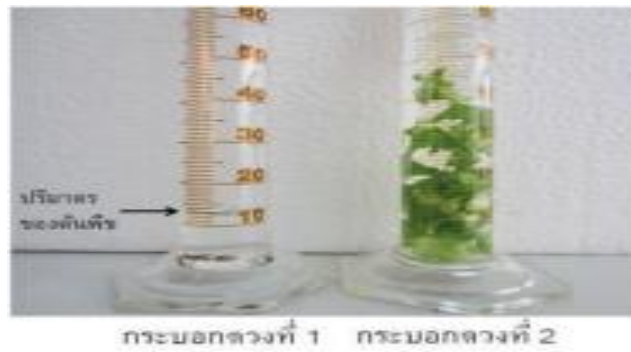


ภาพที่ 2.23 การวัดพื้นที่ใบพืชด้วยการวาดเส้นรอบแผ่นใบลงบนกระดาษกราฟ

2.6.5 ปริมาตร

การวัดปริมาตรรวมของต้นพืชทำได้โดยวิธีการแทนที่น้ำ ตัวอย่างที่แสดงในสื่อการสอนมีขั้นตอนการวัด คือ

- 1) เติมน้ำในกระบอกตวงที่ 1 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร
 - 2) ตัดต้นพืช ให้เล็กลงและใส่ลงใน กระบอกตวงที่ 2 ขนาด 100 มิลลิลิตร
 - 3) เทน้ำจากกระบอกตวงที่ 1 ลงไปให้ท่วมตัวอย่างพืชและถึงสเกล 100 มิลลิลิตรของกระบอกตวงที่ 2
 - 4) ปริมาตรน้ำที่เหลืออยู่ในกระบอกตวงที่ 1 คือปริมาตรรวมของต้นพืชนั้นเป็นต้น
- อุปกรณ์ที่จำเป็น คือ กระบอกตวง (อัญชลี ใจดี, 2554)



ภาพที่ 2.24 การวัดปริมาตรรวมของต้นพืชโดยวิธีการแทนที่น้ำ

2.7 คุณสมบัติแผ่นใยผ้าเฟลท์

แผ่นเฟลท์ มีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำได้ดี เก็บความชุ่มชื้นได้ดี เหมาะสำหรับใช้เป็นวัสดุปลูกสำหรับสวนแนวตั้งได้ โดยส่วนประกอบของแผ่นเฟลท์ ประกอบด้วย โดยจากการศึกษาลักษณะของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง การทดลองทั้งหมดยังไม่ติดแผ่นเฟลท์ ทำให้มีการให้น้ำเพิ่มขึ้น หากติดแผ่นเฟลท์ แล้ว ทำให้แผ่นปลูกพืชดูดซับน้ำได้มากขึ้น เพราะคุณสมบัติของแผ่นเฟลท์ ได้แก่ ดูดซับน้ำได้ดี เก็บความชื้นได้ดี สามารถนำไปทำสวนแนวตั้งได้



ภาพที่ 2.25 คุณสมบัติแผ่นใยผ้าเฟลท์

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น จากเอกสารที่เกี่ยวข้อง จากงานวิจัยและสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ เพื่อกำหนดแนวทางในการดำเนินการศึกษา เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการทดลอง พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

กระบวน วัฒนปรีชานนท์ และเอกสิทธิ์ วัฒนปรีชานนท์ (2534) ได้ศึกษาการนำวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร ได้แก่ ทราาย แกลบ ขุยมะพร้าว ขี้เถ้าแกลบ ขี้เเลื่อย ชานอ้อย และฟางข้าว มาใช้เป็นวัสดุปลูกมะเขือเทศนอกฤดูโดยไม่ใช้ดิน ผลการทดลองโดยพิจารณาในเรื่องของวัสดุปลูกพบว่าการใช้ขุยมะพร้าว หรือวัสดุปลูกที่มีขุยมะพร้าวผสมอยู่ด้วย มักให้ผลดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกอื่น ๆ ทั้งในแง่ของการเจริญเติบโตทางลำต้นไปจนกระทั่งการเก็บเกี่ยวตลอดระยะเวลาทำการทดลอง ซึ่งให้จำนวนผลและผลผลิตต่อต้นจำนวนมากที่สุด และพิจารณาด้านความสมบูรณ์ของต้น จะพบว่าต้นมะเขือเทศที่ปลูกในวัสดุที่ผสมด้วยขุยมะพร้าว ขี้เถ้าแกลบ หรือทราายเป็นส่วนใหญ่สามารถใช้เป็นวัสดุปลูกที่ให้การเจริญเติบโตทางลำต้นได้ดีมาก และยังเป็นต้นที่มีลักษณะสมบูรณ์ดีที่สุดอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองจากงานวิจัยอื่นที่เคยมีผู้ทดลองปลูกผักบางชนิดและพบว่าได้ผลดีเช่นกัน และจากการศึกษานี้สามารถสรุปผลได้ว่า มีความเป็นไปได้ที่จะนำขี้เถ้าแกลบและขุยมะพร้าวมาใช้เป็นวัสดุปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ซึ่งให้ผลดีและหาได้ง่ายภายในประเทศ

เจนจิรา ชุมภูคำ สิริกาญจนา ตาแก้ว และณัฐพงศ์ จันจุฬา (2559) ได้ศึกษาผลของวัสดุปลูกต่อการงอกของเมล็ด การรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะลเบอร์รี่พันธุ์เวียดนาม GQ2 พบว่า หากใช้ขี้เถ้าแกลบเพียงอย่างเดียวอาจจะไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า เนื่องจากขี้เถ้าแกลบมีความเป็นด่างสูง โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 8.25 ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าของพืชทั่วไปนั้น ISTA (1985) ได้กำหนดค่าความเป็นกรด-ด่างของวัสดุปลูกว่าควรอยู่ระหว่าง 5.5-6.5 ซึ่งหากวัสดุปลูกมีส่วนผสมของขี้เถ้าแกลบมากเกินไปจะมีผลทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าต่ำ

เมธวัชพัชร เขียววิชัย และปิยะณัฐ ฝกามาศ (2557) ได้ทำการศึกษาคัดเลือกชนิดพืช และวัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับสวนบนหลังคาคอนกรีต โดยทดสอบพืช 8 ชนิด ได้แก่ หลิวไต้หวัน กาบหอยแครงแคระ เศรษฐีเรือนนอก ผักเป็ดแดง ลิ้นมังกรแคระ เทียนทอง ว่านหางจระเข้ และซีดัม ปลูกในกระบะขนาด 21x39 เซนติเมตร ที่มีดินเป็นวัสดุปลูก ความลึก 10 เซนติเมตร รดน้ำวันละครั้งนาน 3 เดือน พบว่า เทียนทอง มีอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุด รองลงมา คือ เศรษฐีเรือนนอก หลิวไต้หวัน ว่านหางจระเข้ และซีดัม ตามลำดับ จากนั้นนำพืชดังกล่าวปลูกทดสอบกับวัสดุปลูก ได้แก่ ขุยมะพร้าว มะพร้าวสับ แอ้แกลบ และวัสดุผสม (ขุยมะพร้าว : มะพร้าวสับ : แอ้แกลบ 1 : 1 : 1) ความลึก 10 เซนติเมตร ในกระบะขนาด 21x39 เซนติเมตร นาน 5 เดือน บนหลังคา รดน้ำสัปดาห์ละ 2 ครั้ง พบว่า หลิวไต้หวัน ว่านหางจระเข้ และซีดัม มีดัชนีการเจริญเติบโต และการครอบคลุมพื้นที่เฉลี่ยสูงขึ้นในวัสดุปลูกทุกชนิด โดยสูงสุดในวัสดุปลูกที่เป็นมะพร้าวสับ จากการทดลอง สรุปได้ว่า หลิวไต้หวัน ว่านหางจระเข้ และซีดัม ที่ปลูกในมะพร้าวสับมีความเหมาะสมสำหรับการปลูกในสวนบนหลังคา จากนั้นเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านการลดความร้อนเข้าสู่ห้องที่มีสวน และไม่มีสวนบนห้องหลังคา ห้องที่มีสวนบนหลังคามีอุณหภูมิต่ำกว่า และความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าห้องที่ไม่มีสวนบนหลังคา และห้องที่มีสวนบนหลังคาสามารถช่วยลดภาระการทำความเย็นจากเครื่องปรับอากาศได้มากถึง 73.81 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับห้องที่ไม่มีสวนบนหลังคา

ปริยานุช จุลกะ พิจิตรา แก้วสอน และบัณฑิตา จินประสม (2557) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำกากกาแฟมาใช้เป็นส่วนผสมของวัสดุปลูก โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง โดยการทดลองที่ 1 จะศึกษาเกี่ยวกับวัสดุเพาะเมล็ด ที่มีส่วนผสมแตกต่างกัน พบว่า การเพาะเมล็ดมะเขือเทศในพีทมอส และขุยมะพร้าว กากกาแฟ ปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 75 : 20 : 5 มีความงอกสูงที่สุด และใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกน้อยที่สุด ในขณะที่การใช้ขุยมะพร้าว และกากกาแฟ อัตราส่วน 75 : 25 มีการเจริญเติบโตทางความสูงของต้น จำนวนใบ เส้นผ่าศูนย์กลาง น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของลำต้น และรากน้อยที่สุด ซึ่งอาจเป็นเพราะในกากกาแฟมีสารแทนนินที่มีความเป็นพิษต่อราก ส่งผลให้การเจริญเติบโตลดลง ส่วนการทดลองที่ 2 เป็นการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้าในวัสดุปลูกต่างชนิดกัน ซึ่งพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติโดยการใช้กากกาแฟทดแทนปุ๋ยหมัก หากใช้ในปริมาณน้อยจะไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศ แต่ทั้งนี้หากเพิ่มสัดส่วนของกากกาแฟในวัสดุปลูกจะมีผลทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าลดลง แสดงให้เห็นว่าการใช้กากกาแฟเป็นส่วนผสมของวัสดุปลูกควรใช้ในปริมาณที่เหมาะสมจึงจะมีประสิทธิภาพในการใช้ทดแทนปุ๋ยหมักได้

เตือนใจ ปิยัง และคณะ (2561) การผลิตกระถางต้นไม้ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจากกากตะกอนน้ำมันปาล์ม และวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด กล่าวไว้ว่า ชุดการทดลองที่ 5 ที่มีอัตราส่วนผสม กากตะกอนน้ำมันปาล์ม : วัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด 1:4 มีคุณสมบัติเหมาะสมเนื่องจากกระถางต้นไม้สามารถขึ้นรูปได้ดี และมีค่าการดูดซับน้ำ 91.18 ± 1.33 เปอร์เซ็นต์ ค่าการพองตัว 91.67 ± 1.11 เปอร์เซ็นต์ ค่าความพรุน 79.00 ± 3.25 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากกระถางมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้ดีทำให้ประหยัดน้ำที่ใช้ในการรดน้ำของกระถางต้นไม้ และการเสื่อมสภาพของกระถางต้นไม้ย่อยสลายได้ช้าที่สุด

ปิยณัฐ โตอ่อน และคณะ (2557) ที่ได้ศึกษาเรื่องอัตราการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้กระถางต้นไม้จากปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว และใบมะพร้าว จากผลการทดลองพบว่าอัตราการเจริญเติบโตของพืช มีความสัมพันธ์กับส่วนผสม ระหว่างปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าวและใบมะพร้าวอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าที่ดีที่สุด (response optimizer) ของอัตราการเจริญเติบโตของพืชสูงสุด (maximum) อยู่ที่ร้อยละ 70 จะต้องใช้ปุ๋ยคอก 63.74 กรัม คิดเป็นร้อยละ 9.11 ขุยมะพร้าว 596.25 กรัม คิดเป็นร้อยละ 85.18 และใบมะพร้าว 40 กรัม คิดเป็นร้อยละ 5.71 ของน้ำหนักโดยรวม

สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6 เรื่อง ที่ได้ทำการศึกษา การนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้เป็นวัสดุปลูกดังนี้คือ สำหรับงานวิจัยของ กระบวน วัฒนปรีชานนท์ (2534) และปิยณัฐ โตอ่อน (2557) จะเป็นการทดสอบ โดยการนำวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร ได้แก่ทราญ แกลบ ขุยมะพร้าว ขี้เถ้าแกลบ ขี้เลื่อย ขานอ้อย และฟางข้าว โดยมีตัวแปรต้น คือ วัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร และตัวแปรตาม คือ การเจริญเติบโตของพรรณไม้ พบว่า มีความเป็นไปได้ที่จะนำขี้เถ้าแกลบ และขุยมะพร้าวมาใช้เป็นวัสดุปลูกพืช ดังนั้นจึงนำวัสดุดังกล่าวมาใช้ในการทำแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง ส่วนงานวิจัยของเตือนใจ ปิยัง (2561) ที่ได้ทำการศึกษา การผลิตกระถางต้นไม้ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจากกากตะกอนน้ำมันปาล์ม และวัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด กล่าวไว้ว่า ชุดการทดลองที่ 5 ที่มีอัตราส่วนผสม

กากตะกอนน้ำมันปาล์ม : วัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด 1:4 พบว่า ค่าการดูดซึมน้ำ 91.18 ± 1.33 เปอร์เซ็นต์ สามารถขึ้นรูปกระถางต้นไม้ได้ และยังส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้ ซึ่งทำให้ทราบว่า ค่าการดูดซึมน้ำดังกล่าว จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้มากที่สุด

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยเรื่องแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเป็นการศึกษารูปแบบและคุณสมบัติของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งที่เหมาะสมต่อการปลูกพรรณไม้ โดยมีวิธีการทดลองดังต่อไปนี้

- 1) ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย
- 2) สมมุติฐานในงานวิจัย
- 3) การเตรียมการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 4) การวิเคราะห์ข้อมูล
- 5) กรอบแนวคิดในงานวิจัย

3.1 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

งานวิจัยเรื่อง แผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้มีการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ เพื่อเป็นกรอบการทำงานวิจัยดังต่อไปนี้

- 3.1.1 ตัวแปรต้น คือ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร แผ่นปลูกพืช
- 3.1.2 ตัวแปรตาม คือ การดูดซึมน้ำ การเจริญเติบโต
- 3.1.3 ตัวแปรควบคุม คือ
 - 3.1.3.1 สถานที่ตั้งและสภาพแวดล้อม
 - 3.1.3.2 รูปแบบ และขนาดของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง
 - 3.1.3.3 ปริมาณกาวยาโซไซยานต ฟางข้าว ขุยมะพร้าว แกลบ ก้อนเชื้อเห็ดเก่า
 - 3.1.3.4 พรรณไม้ที่ใช้ในการทดลอง : หลิวใบ
 - 3.1.3.5 ยาเร่งยาก B1

3.2 สมมุติฐานในงานวิจัย

3.2.1 อัตราส่วนผสมของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรต่อการผลิตแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งมีผลต่อร้อยละของการดูดซึมน้ำที่แตกต่างกัน

3.2.2 อัตราส่วนผสมของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรต่อการผลิตแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งมีผลต่อการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน

3.2.3 ประสิทธิภาพของการดูดซึมน้ำจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้ที่แตกต่างกัน

3.3 การเตรียมการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยชิ้นนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งที่เหมาะสมต่อการปลูกพรรณไม้ โดยทำการทดสอบหาการดูดซึมน้ำของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง ซึ่งมีวิธีการทดลองดังต่อไปนี้

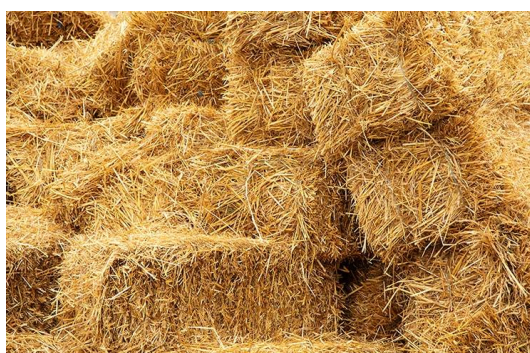
3.3.1 วัสดุและส่วนผสม

3.3.1.1 กาวไอโซไซยาเนต (Isocyanate) เป็น Resin ประเภทหนึ่งมักใช้ทำกาวหรือผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องสารเคลือบผิวประเภท Hardener (สารเร่งแข็ง) เนื่องจากเมื่อแข็งตัวแล้วจะทำให้ปฏิกิริยาทางเคมีเกิดเป็นโมเลกุลที่มีโครงสร้างสามมิติ กลายสภาพเป็นของแข็งในเวลาเดียวกันกับเกิดการยึดติดกับพื้นผิวชิ้นงาน



ภาพที่ 3.1 กาวไอโซไซยาเนต

3.3.1.2 ฟางข้าว (Rice straw) เป็นส่วนของต้นข้าวที่เหลือหลังการเก็บเกี่ยว และนำเมล็ดข้าวออกแล้ว ฟางข้าวมีประโยชน์ในหลายด้าน และใช้เป็นวัตถุดิบสำคัญสำหรับการผลิตทางเกษตร



ภาพที่ 3.2 ฟางข้าว

3.3.1.3 ขุยมะพร้าว คือ ส่วนที่อยู่ในกาบมะพร้าว เป็นส่วนที่ถูกสกัดออกจากกาบมะพร้าว ขุยมะพร้าวจะมีลักษณะเป็นผงสีน้ำตาล มีความละเอียดประมาณเม็ดทราย แห้งสนิท ซึ่งขุยมะพร้าวจะมีคุณสมบัติที่เบา อุ้มน้ำได้ดี และเก็บความชื้นไว้ได้นาน เมื่อจะใช้ต้องพรมน้ำให้ขุยมะพร้าวมีความชื้นพอเหมาะ ไม่แฉะ และไม่แห้งเกินไป



ภาพที่ 3.3 ขุยมะพร้าว

3.3.1.4 แกลบ เป็นของเหลือทิ้งทางการเกษตร ที่ได้จากการบวนการสีข้าว การใช้ประโยชน์จากแกลบมีหลากหลายประการได้แก่ ใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตพลังงาน ใช้เป็นวัสดุการเกษตร ใช้สกัดสารซิลิกา ใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง ใช้เป็นสารสำหรับการใช้ในการกรอง



ภาพที่ 3.4 แกลบ

3.3.1.5 ก้อนเชื้อเห็ดเก่า เป็นก้อนเชื้อเห็ดหมดอายุสามารถนำก้อนเห็ดที่อายุการเก็บดอกเห็ดไปแล้ว 3 เดือน



ภาพที่ 3.5 ก้อนเชื้อเห็ดเก่า

3.3.2 การจัดเตรียมวัสดุ

ทำการเตรียมวัสดุในการทดสอบ คือ กาวไอโซไซยาเนต ฟางข้าว ขุยมะพร้าว แกลบ และก้อนเชื้อเห็ดเก่าที่ทำการตากแดด 5-7 วัน เพื่อให้พร้อมสำหรับการทดลอง



(ก)



(ข)



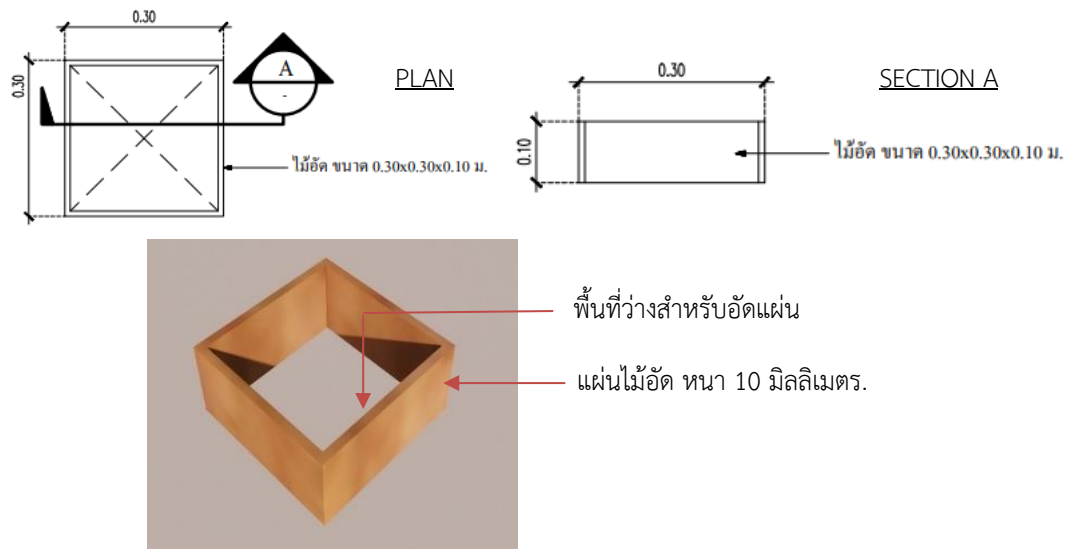
(ค)

ภาพที่ 3.6 (ก) กาวไอโซไซยาเนต (ข) ฟางข้าว (ค) ขุยมะพร้าว แกลบ ก้อนเชื้อเห็ดเก่า

3.3.3 ขั้นตอนการออกแบบ อัตราส่วนผสม และทดสอบคุณสมบัติ

3.3.3.1 การออกแบบรูปร่างและขนาดของแผ่นปลูกพืช

การทดลองนี้ได้ทำการออกแบบรูปร่างและขนาดของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้ง โดยพิจารณาจากลักษณะการใช้งานในสวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) โดยมีขนาด 30 x 30 เซนติเมตร หนา 10 เซนติเมตร



ภาพที่ 3.7 ลักษณะและขนาดแผ่นปลุกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

3.3.3.2 การออกแบบอัตราส่วนผสม

การทดลองนี้ได้ทำการออกแบบอัตราส่วนต่อการผลิตแผ่นปลุกสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร โดยแบ่งเป็น 5 ชุดการทดลอง ซึ่งอัตราส่วนผสมคือ ฟางข้าว : ขุยมะพร้าว : แกลบ : ก้อนเชื้อเห็ดเก่า โดยอัตราส่วนสูตรที่ 1 คือ 30 : 30 : 40 : 0 อัตราส่วนสูตรที่ 2 คือ 30 : 30 : 30 : 10 อัตราส่วนสูตรที่ 3 คือ 30 : 30 : 20 : 20 อัตราส่วนสูตรที่ 4 คือ 30 : 30 : 10 : 30 และอัตราส่วนสูตรที่ 5 คือ 30 : 30 : 0 : 40 ซึ่งแต่ละชุดการทดลองมี 2 ซ้ำ โดยแต่ละสูตรมีกาวไอโซไซยานต 10% ของน้ำหนักวัสดุปลูก ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ร้อยละอัตราส่วนผสมที่ใช้ในการทดลอง

สูตรที่	อัตราส่วนผสม (ร้อยละ)				
	ฟางข้าว	ขุยมะพร้าว	แกลบ	ก้อนเชื้อเห็ดเก่า	กาวไอโซไซยานต
1	30	30	40	0	10% ของน้ำหนักวัสดุปลูก
2	30	30	30	10	10% ของน้ำหนักวัสดุปลูก
3	30	30	20	20	10% ของน้ำหนักวัสดุปลูก
4	30	30	10	30	10% ของน้ำหนักวัสดุปลูก
5	30	30	0	40	10% ของน้ำหนักวัสดุปลูก

ตารางที่ 3.2 อัตราส่วนผสมที่ใช้ในการทดลอง (2 แผ่น)

สูตร	% โดยน้ำหนัก				
	ฟางข้าว	ขุยมะพร้าว	ซีเมนต์	ก้อนเชื้อเห็ดเก่า	กาบไอโซไซยาเนต
1	1,500 กรัม	1,500 กรัม	2,000 กรัม	0	500 กรัม
2	1,500 กรัม	1,500 กรัม	1,500 กรัม	500 กรัม	500 กรัม
3	1,500 กรัม	1,500 กรัม	1,000 กรัม	1,000 กรัม	500 กรัม
4	1,500 กรัม	1,500 กรัม	500 กรัม	1,500 กรัม	500 กรัม
5	1,500 กรัม	1,500 กรัม	0	2,000 กรัม	500 กรัม

หมายเหตุ : น้ำหนักรวมต่อแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง 2,500 กรัม/แผ่น

3.3.3.3 การขึ้นรูปแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง

การทดลองนี้ได้ทำการขึ้นรูปแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร โดยทำการสร้างแม่แบบขึ้นนี้ด้วยวัสดุจากไม้อัด ขนาด 30 x 30 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร เพื่อขึ้นรูปแผ่น และนำเข้าเครื่องอัดร้อน 150 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 3.8 การขึ้นรูปแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง

3.3.3.4 การทดสอบการดูดซึม

การทดลองนี้ได้ทำการทดสอบการดูดซึมโดยตัดตัวอย่างแผ่นปลูกพืช ขนาด 40 x 40 m² สูตรละ 5 ชิ้น และนำไปแช่น้ำ 24 ชั่วโมง คำนวณการดูดซึมน้ำได้จากสมการ

$$A = \frac{w_2 - w_1}{w_1} \times 100$$

เมื่อ A = ร้อยละของการดูดซึมน้ำ
 w_1 = ค่าน้ำหนักของชิ้นงานก่อนแช่น้ำ
 w_2 = ค่าน้ำหนักของชิ้นงานหลังแช่น้ำ
 โดยการทดสอบการดูดซึมน้ำ



ภาพที่ 3.9 การทดสอบหาการดูดซึมน้ำ

3.3.4 การคัดเลือกพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง

งานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการคัดเลือกพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกพรรณไม้ดังกล่าวดัดแปลงจาก Charoekit and Yuemwattana (2017) โดยมี 5 เกณฑ์ ดังนี้ คือ 1) พรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง 2) พรรณไม้สวนแนวตั้งแบบ Living Wall (Felt Layer) 3) พรรณไม้อายุยืนและดูแลรักษาง่าย 4) พรรณไม้ที่สามารถทนต่อการได้รับแสงแดดตลอดทั้งวัน 5) พรรณไม้ที่สามารถหาซื้อได้ในท้องตลาด ในการทดลองนี้ทำการคัดเลือกพรรณไม้สวนแนวตั้งจำนวน 1 ชนิด จากพรรณไม้สวนแนวตั้งทั้งหมด 71 ชนิด อ้างอิงมาจากหนังสือ Vertical & Roof Garden จัดสวนสวยบนผนังและหลังคา 160 หน้า (พาสินี สุนากร และทิพาพรรณ ศิริเวชฐารักษ์, 2555)

ตารางที่ 3.3 แสดงพรรณไม้ที่หาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด

ลำดับ	ชนิดพรรณไม้	รูปแบบ		ลักษณะ			การเจริญเติบโต
		GFS	LWS	ดิน	แสง	น้ำ	
1	การะเกดหนู		✓	ร่วนปนทราย	แดดจัด	ปานกลาง	ปานกลาง
2	เตยหอม		✓	ดินร่วน	แดดจัด	มาก	เร็ว
3	ฤษีผสม		✓	ร่วนปนทราย	แดดจัด	มาก	เร็ว
4	หลิวไต้หวัน		✓	ร่วนปนทราย	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
5	หลิวใบ		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
6	หัวใจม่วง		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
7	เพชรสายรุ้ง		✓	ดินร่วน	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
8	สารภีกลิ่นทอง		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	ช้า

หมายเหตุ : GFS : Green Facade, LWS : Living Wall

จากตารางที่ 3.3 หลังจากใช้เกณฑ์การคัดเลือกพรรณไม้ทำการคัดเลือก จะได้พรรณไม้ทั้งหมด 8 ชนิด และได้ทำการคัดเลือกพรรณไม้ที่นิยมนำมาใช้สำหรับสวนแนวตั้ง คือ หลิวใบ

ตารางที่ 3.4 แสดงพรรณไม้สวนแนวตั้งที่ใช้ในการทดลอง

ชนิดพรรณไม้	ลักษณะทางพฤกษศาสตร์
 หลิวใบ ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Phyllanthus myrtifolius</i> ชื่อสามัญ: Ceylon Myrtle วงศ์: PHYLLANTHACEAE	ต้น: ไม้พุ่มเตี้ย แผ่กิ่งราบไปกับพื้น
	ใบ: แตกกิ่งมากแผ่ออกเป็นวง ใบเดี่ยว เรียงสลับระนาบเดียว
	ดอก: ดอกเล็กสีแดง ตามซอกใบ
	การปลูกเลี้ยง: ดินทั่วไป ต้องการน้ำปานกลางหรือน้ำมาก แสงแดดจัดหรือร่มรำไร
	การขยายพันธุ์: ปักชำ ตอนกิ่ง
	การใช้ประโยชน์: ปลูกคลุมดินปลูกในกระบะประดับบนอาคาร มีใบห้อยย้อยสวยงาม (บ้านและสวน, 2559)

3.3.4.6 ทดสอบการเจริญเติบโต

ทำการทดสอบอัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้ 30 วัน โดยทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตทุก ๆ 5 วัน โดยข้อมูลที่เก็บประกอบด้วย ความสูง จำนวนใบ ขอบปล้อง และเส้นผ่าศูนย์กลางของใบ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 การทดสอบการดูดซึม ทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร โดยเป็นการวิเคราะห์ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) มีหน่วยการทดลองทั้งหมด 5 หน่วยการทดลอง 5 ซ้ำ โดยมีวิธีการทดสอบการดูดซึมน้ำ (JIS A5906-1994) ดังต่อไปนี้

3.4.1.1 ตัดตัวอย่างแผ่นปลูกพืช ขนาด $40 \times 40 \text{ m}^2$ สูตรละ 5 ซ้ำ

3.4.1.2 ชั่งน้ำหนักก่อนแช่ (W_1)

3.4.1.3 แช่น้ำสะอาดที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง (ขอบบนอยู่ใต้ผิวน้ำ 20 มิลลิเมตร และแต่ละชิ้นงานห่างกันไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร)

3.4.1.4 นำตัวอย่างมาชั่งน้ำหนักหลังแช่น้ำ (W_2) โดยไม่ซับน้ำ

3.4.1.5 คำนวณการดูดซึมน้ำจากสมการ

$$A = \frac{w_2 - w_1}{w_1} \times 100$$

เมื่อ A = ร้อยละของการดูดซึมน้ำ

w_1 = ค่าน้ำหนักของชิ้นงานก่อนแช่น้ำ

w_2 = ค่าน้ำหนักของชิ้นงานหลังแช่น้ำ

3.4.2 การทดสอบการเจริญเติบโต การวิเคราะห์และเปรียบเทียบแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร โดยเป็นการวิเคราะห์ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) มีหน่วยการทดลองทั้งหมด 5 หน่วยการทดลอง 2 ซ้ำ โดยมีวิธีการทดสอบการเจริญเติบโต ดังต่อไปนี้

3.4.2.1 เตรียมตัวอย่างพรรณไม้ที่คัดเลือกบนแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจำนวน 5 สูตร โดยใช้แผ่นปลูกพืช สูตรละ 2 แผ่น โดยแต่ละแผ่นมีจำนวนต้นไม้ 4 ต้น

3.4.2.2 ทำการวัดค่าการเจริญเติบโตของพรรณไม้บนแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งเป็นระยะเวลา 5 วัน โดยการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของพรรณไม้ สูตรละ 2 ต้น แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของพรรณไม้ในแต่ละสูตร

1) การเจริญเติบโตด้านความสูง โดยวัดจากส่วนโคน ตั้งแต่รากจนถึงปลายยอด

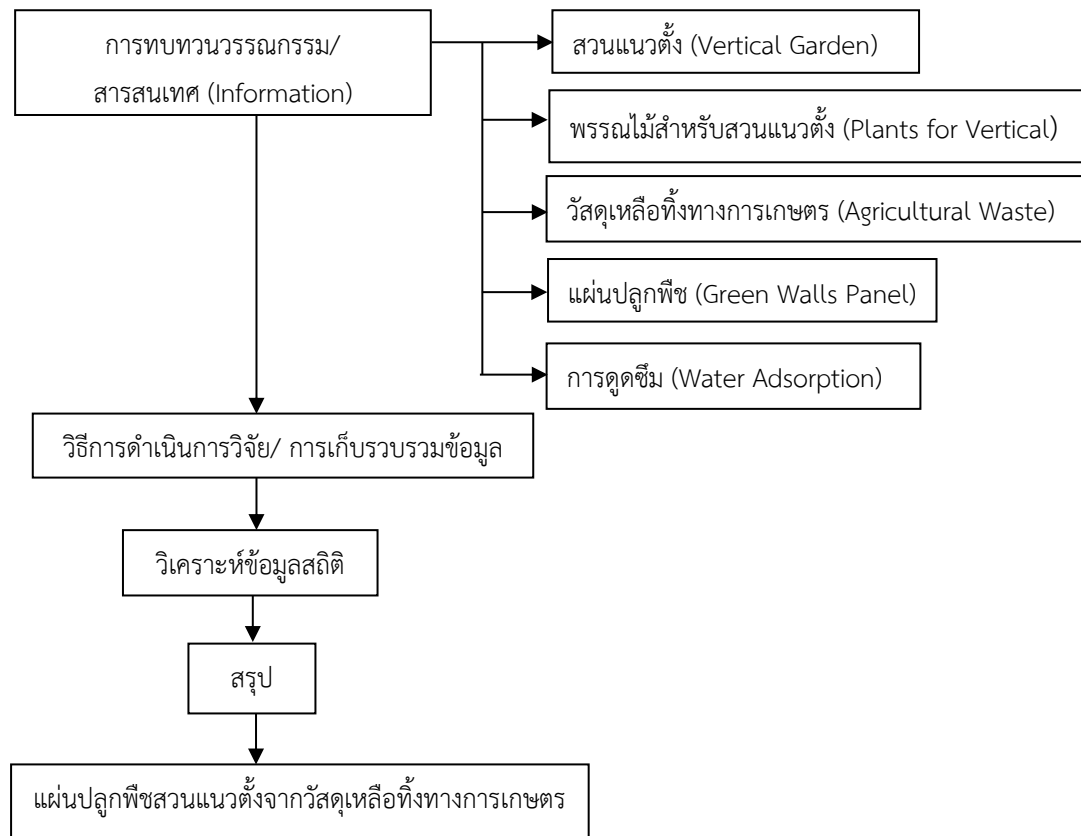
2) การเจริญเติบโตด้านจำนวนใบ โดยนับ 1 ต้น ว่ามีจำนวนใบเพิ่มมากขึ้นแค่ไหน

3) การเจริญเติบโตด้านขนาดข้อปล้อง โดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier Calipers) วัดจากระยะข้อปล้องของลำต้น

4) การเจริญเติบโตด้านเส้นผ่าศูนย์กลางของใบ โดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์ (Vernier Calipers) วัดจากระยะเส้นผ่าศูนย์กลางของใบ

3.4.2.3 ทำการสร้างแผนภูมิและเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพรรณไม้ในแต่ละด้าน
คือ ความสูง จำนวนใบ ขั้วปล้อง และเส้นผ่าศูนย์กลางของใบ

3.5 กรอบแนวคิดในงานวิจัย



แผนภูมิที่ 3.1 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยเรื่อง แผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้ทำการทดสอบการดูดซึมน้ำของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งและทำการทดสอบอัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้ที่ติดตั้งแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง โดยสรุปผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

- 1) การทดสอบการดูดซึมน้ำ
- 2) อัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้
- 3) เปรียบเทียบการดูดซึมน้ำของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้

4.1 การทดสอบการดูดซึมน้ำ

ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำ พบว่าสูตรที่ 1 มีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำเฉลี่ยมากที่สุด 136.54 รองลงมาคือ สูตรที่ 2 มีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำเฉลี่ย 136.05 สูตรที่ 3 มีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำเฉลี่ย 132.22 สูตรที่ 4 มีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำเฉลี่ย 130.28 และสูตรที่ 5 มีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำเฉลี่ย 127.77 ตามลำดับ โดยพบว่าสูตรที่ 1 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของฟางข้าว : ขุยมะพร้าว : แกลบ : ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ในอัตราส่วนร้อยละ 30 : 30 : 40 : 0 แสดงให้เห็นว่าเมื่อทำการแทนที่แกลบด้วยก้อนเชื้อเห็ดเก่าในปริมาณที่มากขึ้นจะส่งผลให้ร้อยละการดูดซึมน้ำมีค่าลดลง ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัย ที่กล่าวไว้ว่า อัตราส่วนผสมของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรต่อการผลิตแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งมีผลต่อร้อยละของการดูดซึมน้ำที่แตกต่างกัน

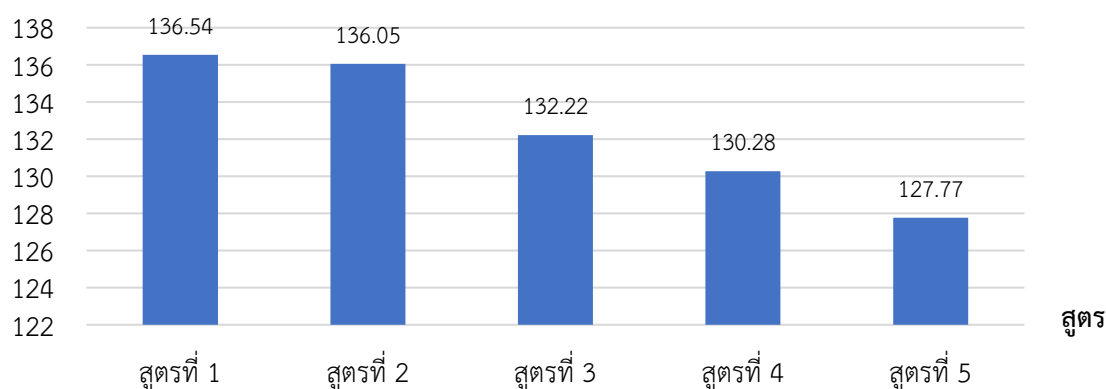
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง

แผ่นที่	ผลการทดสอบ	สูตร				
		1	2	3	4	5
1	น้ำหนักก่อนแช่น้ำ (กรัม)	16.40	15.10	16.70	13.00	12.90
	น้ำหนักหลังแช่น้ำ (กรัม)	39.00	35.00	40.30	29.50	32.30
	เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ (เปอร์เซ็นต์)	137.80	131.79	141.32	126.92	150.39
2	น้ำหนักก่อนแช่น้ำ (กรัม)	15.80	15.00	15.50	12.40	14.40
	น้ำหนักหลังแช่น้ำ (กรัม)	36.40	35.00	37.00	30.50	33.00
	เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ (เปอร์เซ็นต์)	130.38	133.33	138.71	145.97	129.17
3	น้ำหนักก่อนแช่น้ำ (กรัม)	16.30	13.70	15.90	15.90	16.60
	น้ำหนักหลังแช่น้ำ (กรัม)	37.80	33.00	33.70	35.10	37.00
	เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ (เปอร์เซ็นต์)	131.90	140.88	111.95	120.75	122.89

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบการดูดซึมของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง (ต่อ)

แผ่นที่	ผลการทดสอบ	สูตร				
		1	2	3	4	5
4	น้ำหนักก่อนแช่น้ำ (กรัม)	15.10	14.10	14.30	14.80	16.50
	น้ำหนักหลังแช่น้ำ (กรัม)	35.60	32.60	35.40	36.20	36.40
	เปอร์เซ็นต์การดูดซึม (เปอร์เซ็นต์)	135.76	131.21	147.55	144.59	120.61
5	น้ำหนักก่อนแช่น้ำ (กรัม)	16.00	13.70	16.70	17.50	17.10
	น้ำหนักหลังแช่น้ำ (กรัม)	39.50	33.30	37.00	37.30	36.90
	เปอร์เซ็นต์การดูดซึม (เปอร์เซ็นต์)	146.88	143.07	121.56	113.14	115.79
ค่าเฉลี่ยการดูดซึม		136.54	136.05	132.22	130.28	127.77
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการดูดซึม		6.49	5.51	14.87	14.55	13.53

เปอร์เซ็นต์

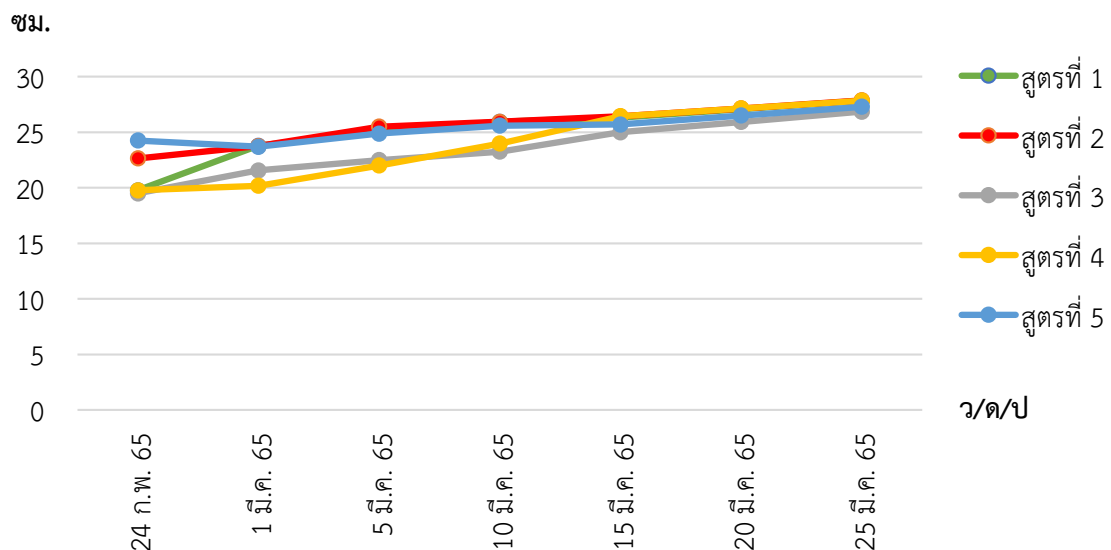


แผนภูมิที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบการดูดซึมน้ำเฉลี่ยของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง

4.2 อัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้

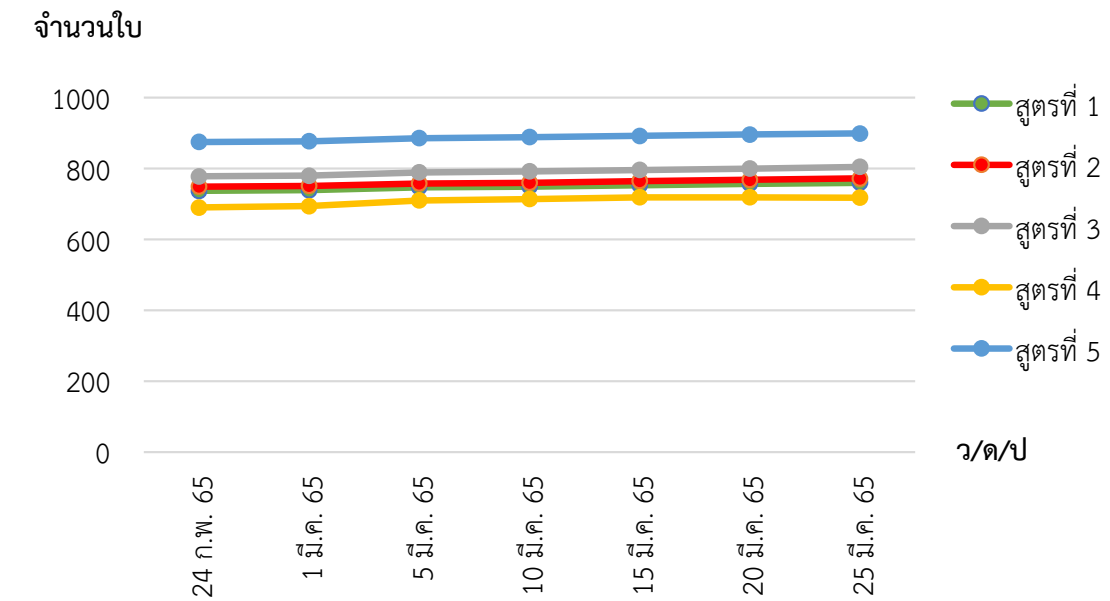
4.2.1 ผลการทดสอบความสูงของหลิวใบ พบว่าสูตรที่ 1 วันที่ 1 (24/02/65) มีความสูงเริ่มต้นเฉลี่ย 22.75 เซนติเมตร และวันที่ 30 (25/03/65) มีความสูงเฉลี่ย 27.83 เซนติเมตร สูตรที่ 2 วันที่ 1 (24/02/65) มีความสูงเริ่มต้นเฉลี่ย 22.65 เซนติเมตร และวันที่ 30 (25/03/65) มีความสูงเฉลี่ย 27.88 เซนติเมตร สูตรที่ 3 วันที่ 1 (24/02/65) มีความสูงเริ่มต้นเฉลี่ย 19.50 เซนติเมตร และวันที่ 30 (25/03/65) มีความสูงเฉลี่ย 26.85 เซนติเมตร สูตรที่ 4 วันที่ 1 (24/02/65) มีความสูงเริ่มต้นเฉลี่ย 19.78 เซนติเมตร และวันที่ 30 (25/03/65) มีความสูงเฉลี่ย 27.85 เซนติเมตร สูตรที่ 5 วันที่ 1 (24/02/65) มีความสูงเริ่มต้นเฉลี่ย 24.25 เซนติเมตร และวันที่ 30 (25/03/65) มีความสูงเฉลี่ย 27.30 เซนติเมตร ซึ่งจากผลการทดสอบการเจริญเติบโตด้านความสูง พบว่าสูตรที่ 4 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของฟางข้าว : ขุยมะพร้าว : แกลบ : ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ในอัตราส่วนร้อยละ 30 : 30 : 10 : 30 ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้มากที่สุด โดยมีความสูงเพิ่มขึ้น 8.05 เซนติเมตร รองลงมา

คือ สูตรที่ 3 มีความสูงเพิ่มขึ้น 7.35 เซนติเมตร สูตรที่ 2 มีความสูงเพิ่มขึ้น 5.23 เซนติเมตร สูตรที่ 1 มีความสูงเพิ่มขึ้น 5.08 เซนติเมตร และสูตรที่ 5 มีความสูงเพิ่มขึ้น 3.05 เซนติเมตร ตามลำดับ



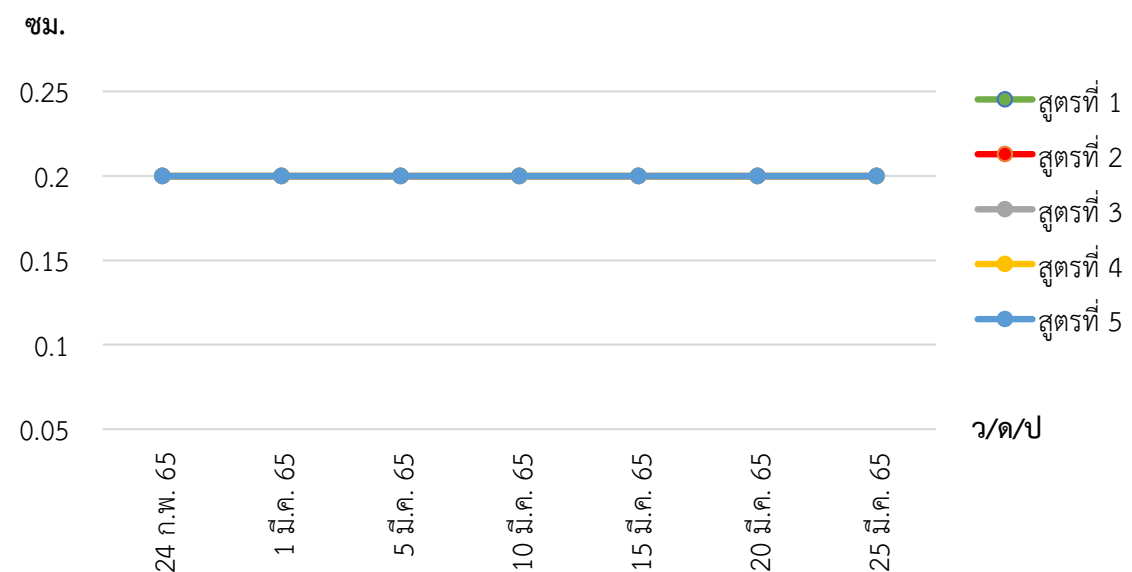
แผนภูมิที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบความสูงของหลิวใบ สูตรที่ 1-5

4.2.2 ผลการทดสอบจำนวนใบของหลิวใบ พบว่าสูตรที่ 1 วันที่ 1 (24/02/65) มีจำนวนใบเริ่มต้นเฉลี่ย 737 ใบ และวันที่ 30 (25/03/65) มีจำนวนใบเฉลี่ย 760 ใบ สูตรที่ 2 วันที่ 1 (24/02/65) มีจำนวนใบเริ่มต้นเฉลี่ย 749 ใบ และวันที่ 30 (25/03/65) มีจำนวนใบเฉลี่ย 772 ใบ สูตรที่ 3 วันที่ 1 (24/02/65) มีจำนวนใบเริ่มต้นเฉลี่ย 778 ใบ และวันที่ 30 (25/03/65) มีจำนวนใบเฉลี่ย เท่ากับ 805 ใบ สูตรที่ 4 วันที่ 1 (24/02/65) มีจำนวนใบเริ่มต้นเฉลี่ย 690 ใบ และวันที่ 30 (25/03/65) มีจำนวนใบเฉลี่ย เท่ากับ 718 ใบ สูตรที่ 5 วันที่ 1 (24/02/65) มีจำนวนใบเริ่มต้นเฉลี่ย 875 ใบ และวันที่ 30 (25/03/65) มีจำนวนใบเฉลี่ย 899 ใบ ซึ่งจากผลการทดสอบการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบ พบว่าสูตรที่ 4 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของฟางข้าว : ขุยมะพร้าว : แกลบ : ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ในอัตราส่วนร้อยละ 30 : 30 : 10 : 30 ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้มากที่สุด โดยมีจำนวนใบเพิ่มขึ้น 28 ใบ ลำดับต่อมาคือ สูตรที่ 3 มีจำนวนใบเพิ่มขึ้น 27 เซนติเมตร โดยสูตรที่ 1, 2 และ 5 มีจำนวนใบเพิ่มขึ้น 24 ใบ



แผนภูมิที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบจำนวนใบของหัวใจ สูตรที่ 1-5

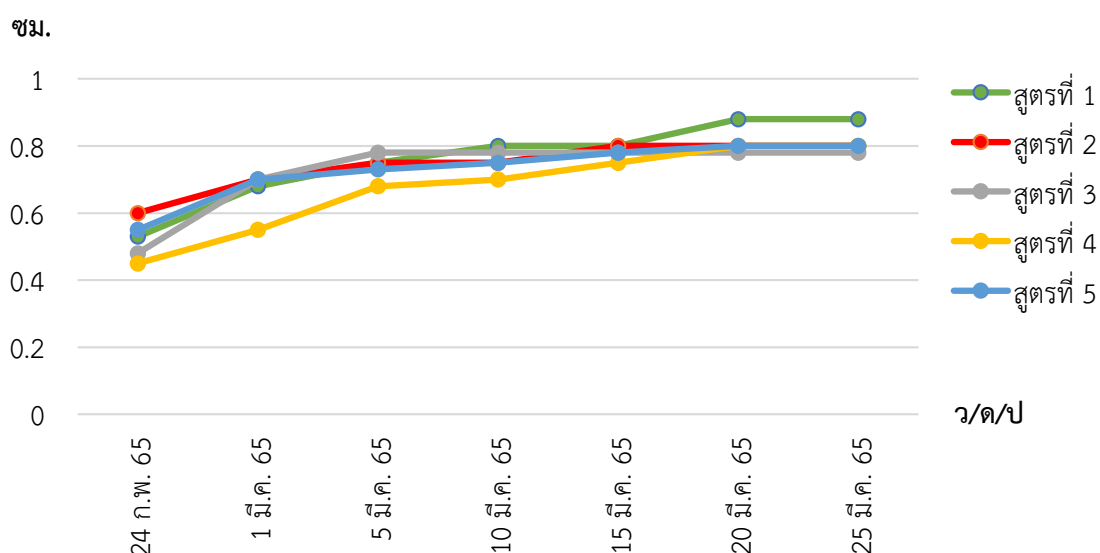
4.2.3 ผลการทดสอบขนาดข้อปล้อง (ชม.) ของหัวใจ พบว่าสูตรที่ 1 ถึงสูตรที่ 5 มีค่าการเจริญเติบโตขนาดข้อปล้องเฉลี่ย เท่ากับ 0.2 เซนติเมตร เท่ากันทั้ง 5 สูตร เพราะลักษณะของหัวใจมีลำต้นขนาดเล็กเท่ากันหมด



แผนภูมิที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบขนาดข้อปล้อง (ชม.) ของหัวใจ สูตรที่ 1-5

4.2.4 ผลการทดสอบเส้นผ่าศูนย์กลางของใบ (ชม.) ของหัวใจ พบว่าสูตรที่ 1 วันที่ 1 (24/02/65) มีเส้นผ่าศูนย์กลางของใบเริ่มต้นเฉลี่ย 0.53 เซนติเมตร และวันที่ 30 (25/03/65) มีเส้นผ่าศูนย์กลางของใบเฉลี่ย 0.88 เซนติเมตร สูตรที่ 2 วันที่ 1 (24/02/65) มีเส้นผ่าศูนย์กลางของใบเริ่มต้นเฉลี่ย 0.60 เซนติเมตร และวันที่ 30 (25/03/65) มีเส้นผ่าศูนย์กลางของใบเฉลี่ย

0.80 เซนติเมตร สูตรที่ 3 วันที่ 1 (24/02/65) มีเส้นผ่าศูนย์กลางของใบเริ่มต้นเฉลี่ย 0.48 เซนติเมตร และวันที่ 30 (25/03/65) มีเส้นผ่าศูนย์กลางของใบเฉลี่ย 0.78 เซนติเมตร สูตรที่ 4 วันที่ 1 (24/02/65) มีเส้นผ่าศูนย์กลางของใบเริ่มต้นเฉลี่ย 0.45 เซนติเมตร และวันที่ 30 (25/03/65) มีเส้นผ่าศูนย์กลางของใบเฉลี่ย 0.80 เซนติเมตร สูตรที่ 5 วันที่ 1 (24/02/65) มีเส้นผ่าศูนย์กลางของใบเริ่มต้นเฉลี่ย 0.55 เซนติเมตร และวันที่ 30 (25/03/65) มีเส้นผ่าศูนย์กลางของใบเฉลี่ย 0.80 เซนติเมตร ซึ่งจากผลการทดสอบการเจริญเติบโตด้านเส้นผ่าศูนย์กลางของใบ พบว่าสูตรที่ 1 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของ ฟางข้าว : ขุยมะพร้าว : แกลบ : ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ในอัตราส่วนร้อยละ 30 : 30 : 40 : 0 และสูตรที่ 4 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของ ฟางข้าว : ขุยมะพร้าว : แกลบ : ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ในอัตราส่วนร้อยละ 30 : 30 : 10 : 30 ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้มากที่สุด โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางเพิ่มขึ้น 0.35 เซนติเมตร ลำดับต่อมาคือ สูตรที่ 3 มีเส้นผ่าศูนย์กลางเพิ่มขึ้น 0.30 เซนติเมตร สูตรที่ 5 มีเส้นผ่าศูนย์กลางเพิ่มขึ้น 0.25 เซนติเมตร สูตรที่ 2 มีเส้นผ่าศูนย์กลางเพิ่มขึ้น 0.20 เซนติเมตร



แผนภูมิที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบเส้นผ่าศูนย์กลางของใบ (ซม.) ของหลิวใบ สูตรที่ 1-5

สรุป ผลการทดสอบอัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้ที่ทำการทดสอบ คือ ความสูงจำนวนใบ ขั้วปล้อง และเส้นผ่าศูนย์กลางของใบ พบว่าสูตรที่ 4 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของ ฟางข้าว : ขุยมะพร้าว : แกลบ : ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ในอัตราส่วนร้อยละ 30 : 30 : 10 : 30 ซึ่งผลการทดสอบการดูดซึมน้ำ พบว่าส่งผลต่อการเจริญเติบโตมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัย ที่กล่าวไว้ว่า อัตราส่วนผสมของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรต่อการผลิตแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งมีผลต่อการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน

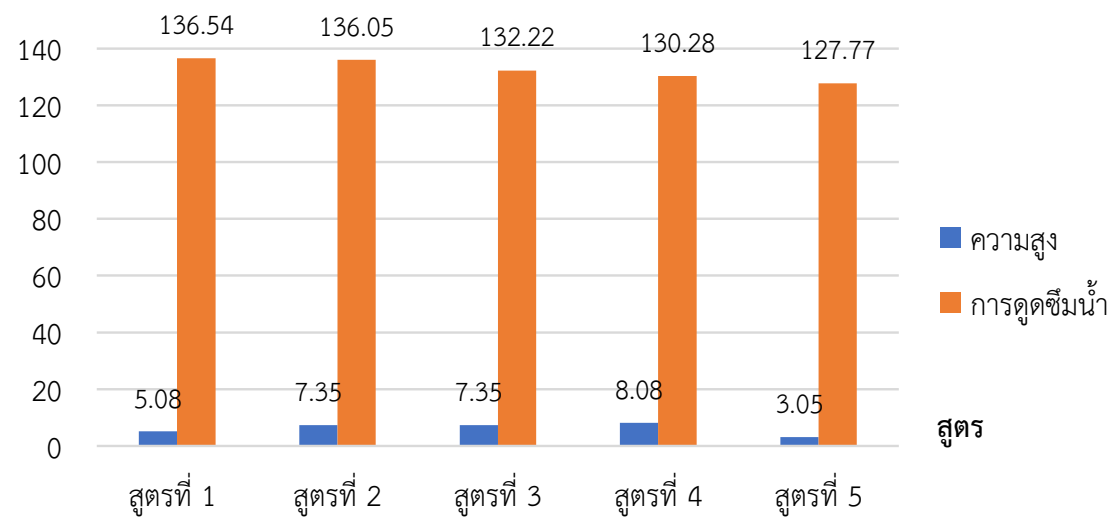
ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้บนแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง วันที่ 1 (24/02/65) ถึงวันที่ 30 (25/03/65)

สูตร	ความสูง (ซม.)	จำนวนใบ	ข้อปล้อง (ซม.)	เส้นผ่าศูนย์กลางของใบ (ซม.)
1	5.08	24	-	0.35
2	5.23	24	-	0.20
3	7.35	27	-	0.30
4	8.05	28	-	0.35
5	3.05	24	-	0.25

หมายเหตุ : ขนาดของข้อปล้องไม่มีการเปลี่ยนแปลง เพราะลำต้นของหลิวใบมีขนาดเท่ากันหมด

4.3 เปรียบเทียบการดูดซึมน้ำของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งต่ออัตราเจริญเติบโตของพรรณไม้

ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้ พบว่า อัตราการเจริญเติบโตความสูงที่มีค่ามากที่สุด คือ สูตรที่ 4 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของฟางข้าว : ขุยมะพร้าว : แกลบ : ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ในอัตราส่วนร้อยละ 30 : 30 : 10 : 30 มีค่าการเจริญเติบโตความสูงเฉลี่ยจากวันที่ 1 (24/02/65) ถึงวันที่ 30 (25/03/65) เท่ากับ 8.08 เซนติเมตร และมีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 130.28 ลำดับต่อมาคือ สูตรที่ 3 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของฟางข้าว : ขุยมะพร้าว : แกลบ : ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ในอัตราส่วนร้อยละ 30 : 30 : 20 : 20 มีค่าการเจริญเติบโตความสูงเฉลี่ยจากวันที่ 1 (24/02/65) ถึงวันที่ 30 (25/03/65) คือ 7.35 เซนติเมตร และมีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 132.22 สูตรที่ 2 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของฟางข้าว : ขุยมะพร้าว : แกลบ : ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ในอัตราส่วนร้อยละ 30 : 30 : 30 : 10 มีค่าการเจริญเติบโตความสูงเฉลี่ยจากวันที่ 1 (24/02/65) ถึงวันที่ 30 (25/03/65) คือ 7.35 เซนติเมตร และมีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 136.05 สูตรที่ 1 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของฟางข้าว : ขุยมะพร้าว : แกลบ : ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ในอัตราส่วนร้อยละ 30 : 30 : 40 : 0 มีค่าการเจริญเติบโตความสูงเฉลี่ยจากวันที่ 1 (24/02/65) ถึงวันที่ 30 (25/03/65) คือ 5.08 เซนติเมตร และมีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 136.54 และสูตรที่ 5 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของฟางข้าว : ขุยมะพร้าว : แกลบ : ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ในอัตราส่วนร้อยละ 30 : 30 : 0 : 40 มีค่าการเจริญเติบโตความสูงเฉลี่ยจากวันที่ 1 (24/02/65) ถึงวันที่ 30 (25/03/65) คือ 3.05 เซนติเมตร และมีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 127.77 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัย ที่กล่าวไว้ว่า ประสิทธิภาพของการดูดซึมน้ำจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้ที่ต่างกัน โดยตรงกับผลการทดลองการดูดซึมน้ำต่อการเจริญเติบโตในสูตรที่ 4 ที่ค่าดูดซึมน้ำร้อยละ 130.28 จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตด้านความสูง ในวันที่ 1 (24/02/65) ถึงวันที่ 30 (25/03/65) 8.08 เซนติเมตร



แผนภูมิที่ 4.6 แสดงผลการทดสอบการดูดซึมน้ำต่ออัตราเจริญเติบโตของพรรณไม้

บทที่ 5

สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการทดลองการดูดซึมน้ำของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง พบว่าแผ่นปลูกพืชสูตรที่ 1 มีค่าการดูดซึมน้ำสูงที่สุด โดยมีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 136.54 รองลงมา สูตรที่ 2 มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 136.05 สูตรที่ 3 มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 132.22 สูตรที่ 4 มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 130.28 สูตรที่ 5 มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 127.77 ตามลำดับ

ผลการทดสอบอัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้ที่ติดตั้งแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง พบว่าสูตรที่ 4 มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด โดยมีความสูงเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 8.08 เซนติเมตร รองลงมาคือสูตรที่ 3 ความสูงเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 7.35 เซนติเมตร สูตรที่ 2 ความสูงเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 5.28 เซนติเมตร สูตรที่ 1 ความสูงเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 5.08 เซนติเมตร สูตรที่ 5 ความสูงเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 3.05 เซนติเมตร ตามลำดับ

ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้ พบว่าอัตราการเจริญเติบโตความสูงที่มีค่ามากที่สุด คือ สูตรที่ 4 มีการเจริญเติบโตความสูงเฉลี่ยจากวันที่ 1 (24/02/65) ถึงวันที่ 30 (25/03/65) คือ 8.08 เซนติเมตร เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าการดูดซึมน้ำต่อการเจริญเติบโต พบว่าแผ่นปลูกพืชที่มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 130.28 จะส่งผลดีต่ออัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้มากกว่าแผ่นปลูกพืชที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยหรือมากกว่าค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละดังกล่าว

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้สามารถเสนอแนะแนวทางการนำไปประยุกต์การใช้งานได้ดังต่อไปนี้

5.2.1 ในการศึกษาครั้งต่อไปเสนอให้มีเรื่องการเปรียบเทียบกับวัสดุที่เคยมีมาแล้วเทียบเรื่องน้ำหนักของวัสดุปลูก

5.2.2 ในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการติดตั้งระบบน้ำหยด หรือเดินท่อน้ำซึม และตั้งเวลารดน้ำอัตโนมัติ หากปลูกเลี้ยงพรรณไม้ที่ต้องการความชื้นในอากาศสูง เช่น เฟิน มอส อาจติดตั้งระบบพ่นหมอกเสริม และหมั่นตรวจสอบอุปกรณ์จ่ายน้ำให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานเสมอ

5.2.3 ในการศึกษาครั้งต่อไปอาจจะติดตั้งแผ่นปลูกพืชโดยไม่มีการใส่แผ่นเพลท เพื่อดูค่าการพองตัว และเปรียบเทียบการใช้งานของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง

5.2.4 ควรทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เห็นประสิทธิภาพของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

5.2.5 ในการคัดเลือกพรรณไม้สำหรับติดตั้ง ควรเลือกพรรณไม้ที่สามารถทนต่อแสงอาทิตย์ได้ตลอดทั้งวัน ปลูกในสวนแนวตั้งได้ มีการหลุดร่วงของใบต่ำ และมีลักษณะพุ่มใบที่หนาแน่นเพื่อก่อให้เกิดประสิทธิภาพต่อการลดการถ่ายเทความร้อน

บรรณานุกรม

- พาสินี สุนากร และทิพาพรรณ ศิริเวชฎารักษ์. (2555). **Vertical & Roof Garden จัดสวนสวนบนผนังและหลังคา**. 160 หน้า.
- เศรษฐมนันต์ กาญจนกุล. (2551). **ร้อยพันธุ์ไม้เลื้อยแสนสวย**. สำนักพิมพ์เศรษฐศิลป์. กรุงเทพมหานคร 240 หน้า.
- สมสิทธิ์ นิตยยะ. (2541). **การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศร้อนชื้น**. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยกรุงเทพฯ. หน้า 171-173.
- กฤติยา วงศ์เลน. (2555). **อิทธิพลของการดูดซึมน้ำและอุณหภูมิขึ้นรูปต่อสมบัติเชิงกลของวัสดุแคลเซียมคาร์ไบด์และเถ้าแกลบ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- ปรียาภรณ์ แนนไส. (2546). **อิทธิพลของวัสดุเพาะต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผัก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- พรฤดี สงวนสุข. (2552). **การพัฒนาบรรจุภัณฑ์กระถางจากกากตะกอนน้ำมันปาล์ม และกากตะกอนเยื่อกระดาษจากบ่อบำบัดน้ำเสียสำหรับกล้าไม้**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุชาดา จิตรภรณ์ศรี. (2539). **การใช้ประโยชน์ซีลี้อยเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดสำหรับเป็นวัสดุปลูกไม้กระถาง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล.
- อัจฉรา บุญโรจน์ และวัชรวิทย์ รัชมี. (2559). **การเพิ่มมูลค่าซีลี้อยเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดโดยการหมักร่วมกับมูลไก่เพื่อทำเป็นปุ๋ยหมัก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.
- อัฒม์ ชีขุนทด และสรวิศ กองจินดา. (2516). **การผลิตคอนกรีตบล็อกจากวัสดุประสานจากกากแคลเซียมคาร์ไบด์และเถ้าแกลบ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- กระบวน วัฒนปรีชาพันธ์ และเอกสิทธิ์ วัฒนปรีชาพันธ์. (2534). **การปลูกระเบิดเชื้อเพลิงในวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร**. รายงานการวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จันทร์จิรา อภิรักษ์เมธาวงค์. (2558). **การศึกษากรรมวิธีการขึ้นรูปแบบเย็นของวัสดุรีไซเคิลจากเศษเมลามีน**. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- ไชยพจน์ สมภาร และคณะ. (2549). **การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการอุ้มน้ำและการลักษณะการเปลี่ยนแปลงรูปทรงของกระถางที่ใช้วัสดุในการผลิตที่ดี**. รายงานการวิจัย ศูนย์การศึกษานอกกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัยอำเภอเชียงม่วน.
- ปิยพล สีหาบุตร และคณะ. (2560). **การใช้ดินลมหอบร่วมกับแกลบในอิฐบล็อกประสาน**. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- พรศิลป์ สี่เผือก และคณะ. (2559). ความหลากหลายของเชื้อราและแบคทีเรียในก้อนเชื้อเห็ดเก่า และแนวทางการใช้ประโยชน์. รายงานการวิจัย คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- เจนจิรา ชุมภูคำ สิริกาญจนา ตาแก้ว และณัฐพงศ์ จันจุฬา. (2559). ผลของวัสดุปลูกต่อการงอกของเมล็ด การรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของต้นกล้ามันเบอรรี่พันธุ์เวียดนาม. บทความวิจัย ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พาสินี สุนากร และทรงกลด จารุสมบัติ. (2555). แผ่นปลูกพืชบนหลังคา. บทความวิจัย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เตือนใจ ปิยะ และคณะ. (2561). การผลิตกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มร่วมกับก้อนเชื้อเห็ดเก่า. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- ปิยณัฐ โตอ่อน วรรณรพ ชันธิรัตน์ และจรุงรัตน์ พันธุ์สุวรรณ. (2557). การวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้กระถางต้นไม้จากปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- จันทริยา งามขุนทด. (2547). การศึกษาแนวทางการจัดภูมิทัศน์ภายในและภายนอกอาคารสูงประเภท อาคารสำนักงาน วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร.
- ณเอร์ชด์พัชร เขียววิชัย และปิยะณัฐ ฝกามาศ. (2557). การคัดเลือกชนิดพืชและวัสดุปลูกสำหรับสวนบนหลังคา. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- ปริยานุช จุลกะ พิจิตรา แก้วสอน และปนัดดา จินประสม. (2557). ผลของการใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของกากกาแฟต่อการงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พาสินี สุนากร และชนิกานต์ ยิ้มประยูร. (2551). ผังสีเขียว (Biofacade). กรุงเทพมหานคร สาขาเทคโนโลยีอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมศักดิ์ จิรัตน์. (2553). การย่อยสลายของวัสดุเกษตร. ศูนย์วิจัยสาธิตและฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อัญชลี ใจดี. (2554). การวัดการเจริญเติบโตของพืช. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กรมวิชาการเกษตร. (2555). ก้อนเชื้อเห็ดเก่ามีประโยชน์หรือมีโทษชาวเกษตรอุดรธานี. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก <http://www.wangsammo.udonthani.doe.go.th> (2565, กุมภาพันธ์ 9)

บรรณานุกรม (ต่อ)

เอกราช ลักษณะสัมฤทธิ์. (2559). ตกแต่งบ้านสวย ด้วยสวนแนวตั้ง. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก

<http://www.scgbuildingmaterials.com/th/LivingIdea/ArchitectLifestyle/>

(2565, กุมภาพันธ์ 5)

Bnbhome. แนะนำพรรณไม้จัดสวนแนวตั้ง สำหรับบ้านพื้นที่จำกัด. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก

<https://www.bnbhome.com> (2565, มกราคม 27)

ภาคผนวก ก
การคัดเลือกพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง

ตารางที่ 1 แสดงพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง

ลำดับ	ชนิดพรรณไม้	รูปแบบ		ลักษณะ			การเจริญเติบโต
		GFS	LWS	ดิน	แสง	น้ำ	
1	กาบหอยแครง	✓	✓	ดินทั่วไป	ครึ่งวัน	ปานกลาง	เร็ว
2	การะเกดหนู		✓	ร่วนปนทราย	แดดจัด	ปานกลาง	ปานกลาง
3	กำแพงเงิน		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	มาก	เร็ว
4	เตยหอม		✓	ดินร่วน	แดดจัด	มาก	เร็ว
5	ผักโขมแดง		✓	ดินร่วน	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
6	เฟินสโบนาง	✓	✓	กาบมะพร้าว	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
7	เฟินข้าหลวง	✓	✓	กาบมะพร้าว	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
8	เฟินก้างปลา	✓	✓	กาบมะพร้าว	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
9	ฤๅษีผสม		✓	ร่วนปนทราย	แดดจัด	มาก	เร็ว
10	แววมยุรา		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
11	เศรษฐีโช่งอ่อน		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	ปานกลาง
12	หลิไต้หวัน		✓	ร่วนปนทราย	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
13	หลิใบ		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
14	ก้ามปูหลุด	✓	✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
15	กระดุมทอง เลื้อย	✓	✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
16	เดปใบด่าง	✓		กาบมะพร้าว	แดดรำไร	ปานกลาง	เร็ว
17	กาบหอยแครง แคระ		✓	ดินทั่วไป	แดดรำไร	ปานกลาง	เร็ว
18	คอนสวรรค์	✓		ดินร่วน	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
19	ตีนตุ๊กแก	✓		ร่วนปนทราย	แดดจัด	ปานกลาง	ช้า
20	ไอริ้	✓		ดินร่วน	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
21	พลูด่าง	✓		ดินทั่วไป	แดดรำไร	ปานกลาง	เร็ว
22	เหลืองชัชวาล	✓		ดินทุกชนิด	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
23	ใบระบาด	✓		ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
24	สร้อยอินทนิล	✓		ดินร่วน	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
25	มอร์นิงกลอรี	✓		ดินร่วน	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
26	อัญชัญ	✓		ร่วนปนทราย	แดดจัด	มาก	เร็ว
27	ขจร	✓		ดินร่วน	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
28	สับปะรดอากาศ	✓	✓	-	แดดรำไร	น้อย	เร็ว
29	หนวดฤๅษี	✓	✓	-	แดดจัด	ปานกลาง	ปานกลาง
30	ลีลาวดี	✓		ดินร่วน	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
31	ดาตตะกั่ว	✓	✓	ดินร่วน	แดดจัด	มาก	เร็ว

หมายเหตุ : GFS : Green Facade, LWS : Living Wall

ตารางที่ 1 แสดงพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดพรรณไม้	รูปแบบ		ลักษณะ			การเจริญเติบโต
		GFS	LWS	ดิน	แสง	น้ำ	
32	พรมกำมะหยี่		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
33	สับปะรดสี		✓	กาบมะพร้าว	แดดรำไร	ปานกลาง	เร็ว
34	กุหลาบหิน		✓	ร่วนปนทราย	แดดจัด	ปานกลาง	ปานกลาง
35	ปิโกเนีย		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	ปานกลาง	เร็ว
36	สร้อยไก่		✓	ดินร่วน	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
37	แพรเซียไฮ		✓	ดินร่วน	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
38	ริบซาลิส	✓	✓	ร่วนปนทราย	แดดจัด	ปานกลาง	ปานกลาง
39	ดาดทับทิม		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
40	ปีกแมลงสาป		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	ปานกลาง	ช้า
41	เปปเปอร์โรเมีย		✓	กาบมะพร้าว	แดดรำไร	สูง	ปานกลาง
42	ฟ้าประดิษฐ์		✓	ดินร่วน	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
43	เศรษฐีเรือนนอก		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
44	เศรษฐีเรือนใน		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
45	หนวดปลาดุก		✓	ดินชุ่มชื้น	แดดรำไร	ปานกลาง	ช้า
46	หัวใจม่วง		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
47	กระเทียมเถา	✓		ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
48	จันทร์กระจ่างฟ้า	✓		ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
49	ขมขนาด	✓		ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	ปานกลาง
50	บานบุรีเลื้อยเหลือง	✓		ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
51	พวงแก้ว		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	ปานกลาง
52	พวงทองเครือ	✓		ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	ปานกลาง
53	พวงประดิษฐ์	✓		ดินร่วน	แดดจัด	ปานกลาง	ปานกลาง
54	รสสุคนธ์ขาว	✓		ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
55	เล็บมือนาง	✓		ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
56	แส	✓		ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
57	เพชรสายรุ้ง		✓	ดินร่วน	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
58	เปปเปอร์โรเมียต่าง		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	มาก	เร็ว
59	สาริกาลิ้นทอง		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	ช้า
60	ลิปสติก	✓	✓	กาบมะพร้าว	แดดรำไร	สูง	ปานกลาง

หมายเหตุ : GFS : Green Facade, LWS : Living Wall

ตารางที่ 1 แสดงพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดพรรณไม้	รูปแบบ		ลักษณะ			การเจริญเติบโต
		GFS	LWS	ดิน	แสง	น้ำ	
61	พิโลทอง		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	ปานกลาง	เร็ว
62	กล้วยไม้ดิน		✓	กาบมะพร้าว	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
63	เฟินบอสตันเซีย	✓	✓	กาบมะพร้าว	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
64	ไผ่ฟิลิปปินส์		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
65	โศยาด่าง		✓	กาบมะพร้าว	แดดรำไร	ปานกลาง	เร็ว
66	หนวดปลาหมึกแคระ		✓	ดินทั่วไป	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
67	พลูเงิน	✓		กาบมะพร้าว	แดดรำไร	น้อย	ช้า
68	สายฝน	✓	✓	ร่วนปนทราย	แดดจัด	ปานกลาง	ปานกลาง
69	ไฟโรเซีย		✓	กาบมะพร้าว	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
70	เดหลีใบมัน		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	ปานกลาง	เร็ว
71	เฟินฮาวาย	✓	✓	กาบมะพร้าว	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง

หมายเหตุ : GFS : Green Facade, LWS : Living Wall

ตารางที่ 2 แสดงพรรณไม้สวนแนวตั้งแบบ Living Wall Felt Layer

ลำดับ	ชนิดพรรณไม้	รูปแบบ		ลักษณะ			การเจริญเติบโต
		GFS	LWS	ดิน	แสง	น้ำ	
1	การะเกดหนู		✓	ร่วนปนทราย	แดดจัด	ปานกลาง	ปานกลาง
2	กำแพงเงิน		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	มาก	เร็ว
3	เตยหอม		✓	ดินร่วน	แดดจัด	มาก	เร็ว
4	ผักโขมแดง		✓	ดินร่วน	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
5	ฤๅษีผสม		✓	ร่วนปนทราย	แดดจัด	มาก	เร็ว
6	แววมยุรา		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
7	เศรษฐีโช่งอ่อน		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	ปานกลาง
8	หลิไต้หวัน		✓	ร่วนปนทราย	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
9	หลิใบ		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
10	กาบหอยแครงแคระ		✓	ดินทั่วไป	แดดรำไร	ปานกลาง	เร็ว
11	พรมกำมะหยี่		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
12	สับปะรดสี		✓	กาบมะพร้าว	แดดรำไร	ปานกลาง	เร็ว
13	กุหลาบหิน		✓	ร่วนปนทราย	แดดจัด	ปานกลาง	ปานกลาง
14	ปิโกเนีย		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	ปานกลาง	เร็ว
15	สร้อยไก่		✓	ดินร่วน	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว

หมายเหตุ : GFS : Green Facade, LWS : Living Wall

ตารางที่ 2 แสดงพรรณไม้สวนแนวตั้งแบบ Living Wall Felt Layer (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดพรรณไม้	รูปแบบ		ลักษณะ			การเจริญเติบโต
		GFS	LWS	ดิน	แสง	น้ำ	
16	แพร์เซียงไฮ้		✓	ดินร่วน	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
17	ดาตทัพบิม		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
18	ปีกแมลงสาป		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	ปานกลาง	ช้า
19	เปปเปอร์โรเมีย		✓	กาบมะพร้าว	แดดรำไร	สูง	ปานกลาง
20	ฟ้าประดิษฐ์		✓	ดินร่วน	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
21	เศรษฐีเรือนนอก		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
22	เศรษฐีเรือนใน		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
23	หนวดปลาดุก		✓	ดินชุ่มชื้น	แดดรำไร	ปานกลาง	ช้า
24	หัวใจม่วง		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
25	พวงแก้ว		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	ปานกลาง
26	เพชรสายรุ้ง		✓	ดินร่วน	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
27	เปปเปอร์โรเมียต่าง		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	มาก	เร็ว
28	สาริกาลิ้นทอง		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	ช้า
29	ฟิลิทอง		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	ปานกลาง	เร็ว
30	กล้วยไม้ดิน		✓	กาบมะพร้าว	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
31	ไผ่ฟิลิปปินส์		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
32	โศยต่าง		✓	กาบมะพร้าว	แดดรำไร	ปานกลาง	เร็ว
33	หนวดปลาหมึกแคระ		✓	ดินทั่วไป	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
34	ไฟโรเซีย		✓	กาบมะพร้าว	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
35	เดหลีใบมัน		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	ปานกลาง	เร็ว

หมายเหตุ : GFS : Green Facade, LWS : Living Wall

ตารางที่ 3 แสดงพรรณไม้อายุยืนและดูแลรักษาง่าย

ลำดับ	ชนิดพรรณไม้	รูปแบบ		ลักษณะ			การเจริญเติบโต
		GFS	LWS	ดิน	แสง	น้ำ	
1	การะเกดหนู		✓	ร่วนปนทราย	แดดจัด	ปานกลาง	ปานกลาง
2	กำแพงเงิน		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	มาก	เร็ว
3	เตยหอม		✓	ดินร่วน	แดดจัด	มาก	เร็ว
4	ฤๅษีผสม		✓	ร่วนปนทราย	แดดจัด	มาก	เร็ว
5	เศรษฐีช่าง่อน		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	ปานกลาง
6	หลิวไต้หวัน		✓	ร่วนปนทราย	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว

หมายเหตุ : GFS : Green Facade, LWS : Living Wall

ตารางที่ 3 แสดงพรรณไม้อายุยืนและดูแลรักษาง่าย (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดพรรณไม้	รูปแบบ		ลักษณะ			การเจริญเติบโต
		GFS	LWS	ดิน	แสง	น้ำ	
7	หลิวใบ		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
8	กาบหอยแครง		✓	ดินทั่วไป	แดดรำไร	ปานกลาง	เร็ว
	แคระ						
9	สับปะรดสี		✓	กาบมะพร้าว	แดดรำไร	ปานกลาง	เร็ว
10	เปปเปอร์โรเมีย		✓	กาบมะพร้าว	แดดรำไร	สูง	ปานกลาง
11	เศรษฐีเรือนนอก		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
12	เศรษฐีเรือนใน		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
13	หวดปลาตุ๊ก		✓	ดินชุ่มชื้น	แดดรำไร	ปานกลาง	ช้า
14	หัวใจม่วง		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
15	พวงแก้ว		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	ปานกลาง
16	เพชรสายรุ้ง		✓	ดินร่วน	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
17	เปปเปอร์โรเมียต่าง		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	มาก	เร็ว
18	สาริกาลิ้นทอง		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	ช้า
19	ฟีโลทอง		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	ปานกลาง	เร็ว
20	กล้วยไม้ดิน		✓	กาบมะพร้าว	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
21	ไผ่ฟิลิปปินส์		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
22	หวดปลาหมึกแคระ		✓	ดินทั่วไป	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
23	ไฟโรเซีย		✓	กาบมะพร้าว	แดดรำไร	ปานกลาง	ปานกลาง
24	เดหลีใบมัน		✓	ดินร่วน	แดดรำไร	ปานกลาง	เร็ว

หมายเหตุ : GFS : Green Facade, LWS : Living Wall

ตารางที่ 4 แสดงพรรณไม้ที่สามารถทนต่อการได้รับแสงแดดตลอดทั้งวัน

ลำดับ	ชนิดพรรณไม้	รูปแบบ		ลักษณะ			การเจริญเติบโต
		GFS	LWS	ดิน	แสง	น้ำ	
1	การะเกดหนู		✓	ร่วนปนทราย	แดดจัด	ปานกลาง	ปานกลาง
2	กำแพงเงิน		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	มาก	เร็ว
3	เตยหอม		✓	ดินร่วน	แดดจัด	มาก	เร็ว
4	ฤๅษีผสม		✓	ร่วนปนทราย	แดดจัด	มาก	เร็ว
5	เศรษฐีช่าง่อน		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	ปานกลาง
6	หลิวไต้หวัน		✓	ร่วนปนทราย	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
7	หลิวใบ		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว

หมายเหตุ : GFS : Green Facade, LWS : Living Wall

ตารางที่ 4 แสดงพรรณไม้ที่สามารถทนต่อการได้รับแสงแดดตลอดทั้งวัน (ต่อ)

ลำดับ	ชนิดพรรณไม้	รูปแบบ		ลักษณะ			การเจริญเติบโต
		GFS	LWS	ดิน	แสง	น้ำ	
8	หัวใจม่วง		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
9	พวงแก้ว		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	ปานกลาง
10	เพชรสายรุ้ง		✓	ดินร่วน	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
11	สาริกาลิ้นทอง		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	ช้า

หมายเหตุ : GFS : Green Facade, LWS : Living Wall

ตารางที่ 5 แสดงพรรณไม้ที่หาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด

ลำดับ	ชนิดพรรณไม้	รูปแบบ		ลักษณะ			การเจริญเติบโต
		GFS	LWS	ดิน	แสง	น้ำ	
1	การะเกดหนู		✓	ร่วนปนทราย	แดดจัด	ปานกลาง	ปานกลาง
2	เตยหอม		✓	ดินร่วน	แดดจัด	มาก	เร็ว
3	ฤษีผสม		✓	ร่วนปนทราย	แดดจัด	มาก	เร็ว
4	หลิไต้หวัน		✓	ร่วนปนทราย	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
5	หลิใบ		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
6	หัวใจม่วง		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
7	เพชรสายรุ้ง		✓	ดินร่วน	แดดจัด	ปานกลาง	เร็ว
8	สาริกาลิ้นทอง		✓	ดินทั่วไป	แดดจัด	ปานกลาง	ช้า

หมายเหตุ : GFS : Green Facade, LWS : Living Wall

ภาคผนวก ข

การทดสอบอัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้เป็นระยะเวลา 30 วัน

สูตรที่	ลักษณะการเจริญเติบโต	แผ่นที่	ต้นที่	วัน/ เดือน/ ปี						
				24/02/65	1/03/65	5/03/65	10/03/65	15/03/65	20/03/65	25/03/65
2	เส้นผ่าศูนย์กลางของใบ (ชม.)	1	1	0.60	0.70	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80
			2	0.60	0.70	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80
		2	1	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
			2	0.50	0.60	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
		เฉลี่ย		0.60	0.70	0.75	0.75	0.80	0.80	0.80
3	ความสูง (ชม.)	1	1	20.90	22.40	23.00	24.00	24.90	25.60	26.30
			2	18.50	20.06	20.09	21.00	23.90	24.50	25.10
		2	1	20.60	23.00	23.50	24.00	26.00	26.90	27.80
			2	18.00	20.80	23.40	24.00	25.20	26.70	28.20
		เฉลี่ย		19.50	21.57	22.50	23.25	25.00	25.93	26.85
	จำนวนใบ	1	1	780	783	795	799	803	809	815
			2	775	776	780	783	786	791	796
		2	1	738	740	753	756	759	763	767
			2	819	821	828	831	834	838	842
		เฉลี่ย		778	780	789	792	796	800	805
	ขนาดข้อปล้อง (ชม.)	1	1	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
			2	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		2	1	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
			2	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		เฉลี่ย		0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
	เส้นผ่าศูนย์กลางของใบ (ชม.)	1	1	0.10	0.80	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
			2	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
		2	1	0.60	0.60	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
			2	0.50	0.60	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
		เฉลี่ย		0.48	0.70	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
4	ความสูง (ชม.)	1	1	20.00	20.50	20.60	26.40	26.90	27.60	28.30
			2	19.00	19.50	20.50	21.00	24.50	25.30	26.10
		2	1	20.10	20.70	21.00	21.50	26.80	27.50	28.20
			2	20.00	20.05	25.90	27.00	27.60	28.20	28.80
		เฉลี่ย		19.78	20.19	22.00	23.98	26.45	27.15	27.85
	จำนวนใบ	1	1	614	618	629	633	639	644	649
			2	583	589	598	603	609	614	619
		2	1	714	718	745	749	753	737	721
			2	848	851	867	871	876	879	882
		เฉลี่ย		690	694	710	714	719	719	718

สูตรที่	ลักษณะการเจริญเติบโต	แผ่นที่	ต้นที่	วัน/ เดือน/ ปี						
				24/02/65	1/03/65	5/03/65	10/03/65	15/03/65	20/03/65	25/03/65
4	ขนาดข้อปล้อง (ชม.)	1	1	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
			2	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		2	1	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
			2	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		เฉลี่ย		0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
	เส้นผ่าศูนย์กลางของใบ (ชม.)	1	1	0.50	0.50	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80
			2	0.40	0.60	0.60	0.70	0.70	0.80	0.80
		2	1	0.40	0.50	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80
			2	0.50	0.60	0.70	0.70	0.70	0.80	0.80
		เฉลี่ย		0.45	0.55	0.68	0.70	0.75	0.80	0.80
5	ความสูง (ชม.)	1	1	22.00	23.00	25.10	25.90	25.00	25.90	26.80
			2	27.00	22.00	23.10	24.00	24.50	25.60	26.70
		2	1	24.00	24.90	25.00	25.50	26.00	26.30	26.60
			2	24.00	24.90	26.30	27.00	27.30	28.20	29.10
		เฉลี่ย		24.25	23.70	24.88	25.60	25.70	26.50	27.30
	จำนวนใบ	1	1	866	868	877	879	883	887	891
			2	911	914	925	928	931	934	937
		2	1	919	921	927	931	934	938	942
			2	804	805	813	816	819	823	827
		เฉลี่ย		875	877	886	889	892	896	899
	ขนาดข้อปล้อง (ชม.)	1	1	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
			2	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		2	1	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
			2	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
		เฉลี่ย		0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
	เส้นผ่าศูนย์กลางของใบ (ชม.)	1	1	0.50	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
			2	0.60	0.70	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80
		2	1	0.60	0.70	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
			2	0.50	0.70	0.70	0.70	0.80	0.90	0.90
		เฉลี่ย		0.55	0.70	0.73	0.75	0.78	0.80	0.80

ภาคผนวก ค
การทดสอบการดูซึม

ตารางที่ 7 แสดงผลการทดสอบการดูดซึมของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง (24 ชั่วโมง)

แผ่นที่	ผลการทดสอบ	สูตร				
		1	2	3	4	5
1	น้ำหนักก่อนแช่น้ำ (กรัม)	16.40	15.10	16.70	13.00	12.90
	น้ำหนักหลังแช่น้ำ (กรัม)	39.00	35.00	40.30	29.50	32.30
	เปอร์เซ็นต์การดูดซึม (เปอร์เซ็นต์)	137.80	131.79	141.32	126.92	150.39
2	น้ำหนักก่อนแช่น้ำ (กรัม)	15.80	15.00	15.50	12.40	14.40
	น้ำหนักหลังแช่น้ำ (กรัม)	36.40	35.00	37.00	30.50	33.00
	เปอร์เซ็นต์การดูดซึม (เปอร์เซ็นต์)	130.38	133.33	138.71	145.97	129.17
3	น้ำหนักก่อนแช่น้ำ (กรัม)	16.30	13.70	15.90	15.90	16.60
	น้ำหนักหลังแช่น้ำ (กรัม)	37.80	33.00	33.70	35.10	37.00
	เปอร์เซ็นต์การดูดซึม (เปอร์เซ็นต์)	131.90	140.88	111.95	120.75	122.89
4	น้ำหนักก่อนแช่น้ำ (กรัม)	15.10	14.10	14.30	14.80	16.50
	น้ำหนักหลังแช่น้ำ (กรัม)	35.60	32.60	35.40	36.20	36.40
	เปอร์เซ็นต์การดูดซึม (เปอร์เซ็นต์)	135.76	131.21	147.55	144.59	120.61
5	น้ำหนักก่อนแช่น้ำ (กรัม)	16.00	13.70	16.70	17.50	17.10
	น้ำหนักหลังแช่น้ำ (กรัม)	39.50	33.30	37.00	37.30	36.90
	เปอร์เซ็นต์การดูดซึม (เปอร์เซ็นต์)	146.88	143.07	121.56	113.14	115.79
ค่าเฉลี่ยการดูดซึม		136.54	136.05	132.22	130.28	127.77
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการดูดซึม		6.49	5.51	14.87	14.55	13.53

ภาคผนวก ง
การเตรียมส่วนผสมสำหรับผลิตแผ่นปลูกพืช



ภาพที่ 1 ชั่งน้ำหนักส่วนผสมของสูตร ที่ 1



ภาพที่ 2 ชั่งน้ำหนักส่วนผสมของสูตรที่ 2



ภาพที่ 3 ชั่งน้ำหนักส่วนผสมของสูตรที่ 3



ภาพที่ 4 ชั่งน้ำหนักส่วนผสมของสูตรที่ 4



ภาพที่ 5 ชั่งน้ำหนักส่วนผสมของสูตรที่ 5



ภาพที่ 6 นำส่วนผสมที่ชั่งมาใส่ในโม้ เพื่อคลุกเคล้าให้ส่วนผสมเข้ากันซึ่งจะทำครั้งละสูตร



ภาพที่ 7 ระหว่างคลุกเคล้า จะทำการฉีดกาวไฮโซไซยาเนตเข้าไปด้วย



ภาพที่ 8 นำส่วนผสมที่คลุกเคล้ากันเสร็จเรียบร้อยแล้ว มาชั่งน้ำหนักเพื่อที่จะทำการอัดแผ่นในขั้นตอนต่อไป

ภาคผนวก จ
ขั้นตอนการอัดแผ่นปลุกพืช



ภาพที่ 1 นำส่วนผสมที่ชั่งมาใส่ในบล็อกเพื่อที่จะทำการกดอัดให้ขึ้นรูป และนำเข้าเครื่องอัดร้อน ก่อนนำเข้าเครื่องอัดร้อนแผ่นปลูกพืชมีขนาด 10 เซนติเมตร



ภาพที่ 2 นำเข้าเครื่องอัดร้อน 7 นาที อุณหภูมิอยู่ที่ 150 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 3 หลังนำออกจากเครื่องอัดร้อน แผ่นปลูกพืชจะมีขนาด 4 เซนติเมตร จะทำทั้งหมดสูตรละ 10 แผ่น



ภาพที่ 4 หลังจากที่ทำเสร็จนำมาตัดช่องสำหรับปลูกพรรณไม้จำนวนสูตรละ 4 แผ่น



ภาพที่ 5 นำแผ่นที่ตัดช่องมาตาก และนำมาประกบกับอีกแผ่น ทิ้งไว้ 1 วัน



ภาพที่ 6 นำแผ่นที่ตากเสร็จเรียบร้อยแล้ว มาตัดขอบเพื่อความสวยงาม

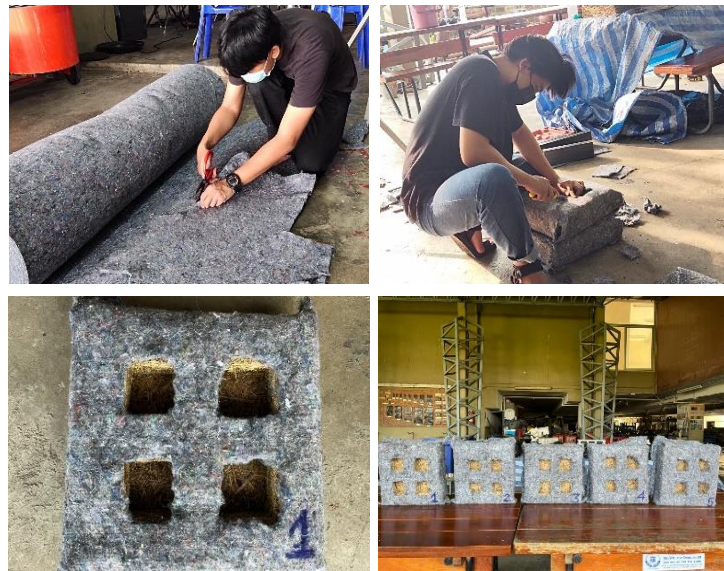


ภาพที่ 7 ทาแลคเกอร์เพื่อให้ผิวเรียบ ป้องกันน้ำ และความชื้น

ภาคผนวก ฉ
ขั้นตอนการทำการอบแผ่นปลุกพืช



ภาพที่ 1 การทำกรอบสำหรับติดตั้งแผ่นปลุกพืช



ภาพที่ 2 การติดตั้งแผ่นเฟลท์รอบแผ่นปลุกพืช

ภาคผนวก ข
ขั้นตอนการใส่แผ่นเฟลท์และปลุกบนกำแพง



ภาพที่ 1 ติดตั้งกรอบแผ่นปลูกพืชบนผนังกำแพง



ภาพที่ 2 ใส่แผ่นปลูกพืชลงไปกรอบแผ่นปลูกพืช และทำการปลูกพรรณไม้บนแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง

ภาคผนวก ซ
การทดสอบการดูดซึม



ภาพที่ 1 ชั่งน้ำหนักแต่ละสูตรก่อนแช่น้ำ



ภาพที่ 2 ชั่งน้ำหนักแต่ละสูตรหลังแช่น้ำ และจดบันทึกค่าการดูดซึมน้ำ

ภาคผนวก ณ
การบันทึกข้อมูลและอัตราการเจริญเติบโต



ภาพที่ 1 เก็บบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต



วันที่ 1 (24 ก.พ. 2565)



วันที่ 10 (5 มี.ค. 2565)



วันที่ 20 (15 มี.ค. 2565)



วันที่ 30 (25 มี.ค. 2565)

ภาพที่ 2 อัตราการเจริญเติบโต วันที่ 1 (24 ก.พ. 65), วันที่ 10 (5 มี.ค. 65), วันที่ 20 (15 มี.ค. 65) และวันที่ 30 (25 มี.ค. 65)

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ นางสาวกมลชนก บุญพิมพ์

เกิด 10 มกราคม 2543

การศึกษา



ปีการศึกษา 2554	จบการศึกษาระดับประถมศึกษา โรงเรียนบ้านเขว้าศึกษา จังหวัดชัยภูมิ
ปีการศึกษา 2557	จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสตรีชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ
ปีการศึกษา 2560	จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสตรีชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ
ปีการศึกษา 2564	จบการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีภูมิทัศน์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและภูมิทัศน์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
สถานที่ติดต่อ	บ้านเลขที่ 503 หมู่ 2 ตำบลบ้านเขว้า อำเภอบ้านเขว้า จังหวัดชัยภูมิ 36170 โทรศัพท์ : 09 2958 9173 E - mail : Few2543@gmail.com

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ นายอัครเดช มารยาตร

เกิด 5 กันยายน 2542

การศึกษา



ปีการศึกษา 2554	จบการศึกษาระดับประถมศึกษา โรงเรียนวัดศรีสุข กรุงเทพมหานคร
ปีการศึกษา 2557	จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนนวมินทราชูทิศ สตรีวิทยา 2 กรุงเทพมหานคร
ปีการศึกษา 2560	จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนมีนประชาวิทยา กรุงเทพมหานคร
ปีการศึกษา 2564	จบการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีภูมิทัศน์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและภูมิทัศน์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
สถานที่ติดต่อ	บ้านเลขที่ 95 ซอยไมตรีจิต 13 แขวงสามวาตะวันออก เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร 10510 โทรศัพท์ : 08 3037 0807 E - mail : Gaifa2541@gmail.com