โครงงานวิศวกรรมชลประทาน

(02207499)

ที่ 6/2554

เรื่อง

การพัฒนาชุดอุปกรณ์การให้น้ำสำหรับสวนแนวตั้ง

A development of watering vertical garden kit

โดย

นางสาวสินีนาถ ชัยศักดานุกูล

นางสาวศศินิภา เชาวนนทปัญญา

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

นครปฐม 73140

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา-ชลประทาน)

พุทธศักราช 2554

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมชลประทาน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

การพัฒนาชุดอุปกรณ์การให้น้ำสำหรับสวนแนวตั้ง

A development of watering vertical garden kit

โดย

นางสาวสินีนาถ ชัยศักดานุกูล 51241404

นางสาวศศินิภา เชาวนนทปัญญา 51243541

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานโครงงาน .....

(อ.ดร.สมชาย ดอนเจดีย์)

กรรมการ .....

(อาจารย์ยุทธนา ตาละลักษมณ์)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รศ.สันติ ทองพำนัก)

บทคัดย่อ

เรื่อง การพัฒนาชุดอุปกรณ์การให้น้ำสำหรับสวนแนวตั้ง

โดย นางสาวสินีนาถ ชัยศักดานุกูล

นางสาวศศินิภา เชาวนนทปัญญา

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน .....

(อ.ดร.สมชาย ดอนเจดีย์)

...../...../.....

โครงงานนี้ทำการพัฒนาชุดอุปกรณ์การให้น้ำสำหรับสวนแนวตั้งโดยการศึกษา ความสามารถในการอุ้มน้ำของวัสดุปลูกพืช ที่ระดับความชื้นสูงสุดที่เป็นประโยชน์ต่อพืช และความชื้นต่ำสุดของความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยใช้วัสดุซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่เหลือจากโรงงานอุตสาหกรรม มีราคาถูก และมีจำนวนมาก มาทดสอบ ว่าวัสดุชนิดใดมีความสามารถในการอุ้มน้ำดีที่สุด และมีน้ำหนักเบาสมควรนำมาให้เป็นวัสดุปลูกพืชสำหรับสวนแนวตั้ง พร้อมออกแบบวัสดุปลูกให้สามารถประยุกต์ใช้กับสายยางน้ำซึม ซึ่งเป็นวิธีการให้น้ำที่สะดวก รวดเร็ว และไม่ทำให้พื้นที่รอบข้างเปียกน้ำ

ในการคัดเลือกวัสดุที่นำมาใช้เป็นวัสดุปลูกได้ใช้วัสดุ 7 ตัวอย่าง คือ ขี้เถ้าแกลบ ขุยมะพร้าว ขี้เลื่อย ขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย ขี้เถ้าแกลบผสมขี้เลื่อย ขี้เถ้าแกลบผสมขุยมะพร้าว และขี้เถ้าแกลบผสมขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย ซึ่งใช้น้ำเป็นตัวประสาน นำมาเข้าเครื่องอัดแท่งวัสดุ โดยแท่งวัสดุมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 8 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1.5 เซนติเมตร มีความยาว 40 เซนติเมตร

จากผลการทดลอง พบว่า วัสดุอัดแท่งที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำดีที่สุดคือ ขี้เลื่อยล้วน มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ 13.76 % โดยน้ำหนัก ซึ่งมีน้ำหนักเบาเหมาะสมกับการนำไปเป็นวัสดุสำหรับปลูกพืชสำหรับสวนแนวตั้ง และการออกแบบให้ช่องสำหรับใส่สายยางน้ำซึม สามารถใช้งานร่วมกับสายยางน้ำซึมได้ดี และสามารถนำไปใช้ปลูกพืชได้จริง

Abstract

Title: A development of watering vertical garden kit

By: Sineenat Chaisakdanukool

Sasinipa Chouwanontapanya

Project Advisor: .....

(Dr.Somchai Donjadee)

...../...../.....

This research developed a watering vertical garden kit. The aims of this study are to estimate a water holding capacity of growing material and finding a best material for using in water vertical garden kit. Inexpensive organic materials from industry were use in this study. Maximum and minimum of holding capacity of growing materials were evaluated. Lastly, the watering vertical garden kit was builded. A porous pipe was use for irrigated water to the watering vertical garden kit. Seven samples of growing materials are: rice hush ask, coir- dust sawdust, coir-dust mixed with sawdust, rice ash mixed with sawdust, rice husk ash mixed with coir-dust and rice husk ash mixed with sawdust and coir-dust hush were used in this study. A growing material pipe was made by a filler rod material machine. Then, the growing material pipe which external diameter of 8 cm and internal diameter of 1.5 cm with a length of 40 cm have created.

Result show that the best growing material is sawdust that given a maximum of water holding capacity at 13.76% by weight. In addition, the sawdust is the lightweight material that suitable for using in the watering vertical garden kit. Moreover, it was found that the porous pipe is a best irrigation method for supply water to watering vertical garden kit.

คำนิยม

โครงงานวิศวกรรมชลประทานฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือจากบุคลากรหลายฝ่ายเป็นอย่างดี ผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณ อ.ดร.สมชาย ดอนเจดีย์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาโครงงานวิศวกรรมชลประทาน และอาจารย์ ยุทธนา ตาละลักษมณ์ กรรมการโครงงานวิศวกรรมชลประทาน ที่ได้ช่วยเหลือและให้คำแนะนำเกี่ยวกับการทดสอบแนวทางแก้ไขปัญหา พร้อมทั้งช่วยเหลือเรียบเรียงโครงงานวิศวกรรมชลประทานฉบับนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณสุรพล เจริญชีพ ที่ให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำและอนุเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบจนโครงงานวิศวกรรมนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมชลประทานทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป และขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิศวกรรมชลประทาน และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมชลประทานทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่างๆ

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้อบรม ให้กำลังใจและสนับสนุนในด้านการศึกษามาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์จากโครงงานวิศวกรรมศาสตร์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบเพื่อบูชาแด่พระคุณบิดามารดา ที่ให้การอุปถัมภ์และให้โอกาสศึกษาเล่าเรียน ครูอาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สินีนาถ ชัยศักดานุกูล

ศศินิภา เชาวนนทปัญญา

มีนาคม 2555

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	i
คำนิยม	iii
สารบัญ	iv
สารบัญตาราง	vi
สารบัญรูป	vii
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 คำนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	
2.1 ค่าความชื้นในดิน	2
2.2 สายยางน้ำซึม	3
2.3 สารอินทรีย์ที่เป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม	3
2.4 สวนแนวตั้ง	6
2.5 การปลูกพืชในวัสดุปลูก	7
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
2.7 ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน	10
2.8 ความชื้นของดินที่แรงดึงบรรยากาศต่างๆ	11
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	
3.1 อุปกรณ์	12
3.2 วิธีการ	13

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

บทที่ 4 ผลการทดลอง
4.1 ความชื้นของวัสดุปลูก 21
4.2 ความสารถในการอุ้มน้ำของวัสดุปลูกหลังนำมาอัดแท่ง 22

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 28

เอกสารอ้างอิง 30
ภาคผนวก ก รูปภาพการทดลอง 31
ภาคผนวก ข วิธีการใช้และบำรุงรักษาอุปกรณ์ 36

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 1 อัตราส่วนระหว่างวัสดุต่างๆ กับน้ำ 14
ตารางที่ 2 น้ำหนักเปียก 21
ตารางที่ 3 น้ำหนักแห้ง 22
ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนัก 22
ตารางที่ 5 ข้อมูลจากการทดสอบความสามารถในการอุ้มน้ำ 23
ตารางที่ 6 ข้อมูลการวิเคราะห์ 25

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 1 ขี้เลื่อย 3
รูปที่ 2 ขี้เถ้าแกลบ 4
รูปที่ 3 ขุยมะพร้าว 5
รูปที่ 4 เครื่องขึ้นรูปเชื้อเพลิงเขียว 12
รูปที่ 5 วัสดุ 5 ชนิด 12
รูปที่ 6 ตู้อบ 13
รูปที่ 7 เครื่องชั่ง 13
รูปที่ 8 Pressure Chamber 13
รูปที่ 9 วัสดุปลูกที่จะนำไปอัดแท่ง 14
รูปที่ 10 ชั่งวัสดุเพื่อที่จะนำไปอัดแท่ง 15
รูปที่ 11 ผสมวัสดุเพื่อที่จะทำไปอัดแท่ง 15
รูปที่ 12 นำวัสดุเข้าเครื่องผสมอีกครั้งเพื่อให้วัสดุได้ผสมกันทั่วถึง 15
รูปที่ 13 ลักษณะการออกมาจากเครื่องอัดแท่งวัสดุ 16
รูปที่ 14 วัสดุปลูกอัดแท่ง บนฐานรองรับ 16
รูปที่ 15 วัสดุปลูกอัดแท่ง นำออกมาวางตากแดด 16
รูปที่ 16 แช่วัสดุปลูกลงในน้ำ 17
รูปที่ 17 วางวัสดุอัดแท่งลงบน pressure plate 17
รูปที่ 18 วาง pressure plateใน pressure chamber 17
รูปที่ 19 หน้าปัดแสดงความดันที่ 1/3 บาร์ 18
รูปที่ 20 หน้าปัดแสดงความดันที่ 10 บาร์ 18
รูปที่ 21 ใส่วัสดุอัดแท่งในตู้อบ 18
รูปที่ 22 โครงเหล็ก กับท่อ PVC ประกอบกันเป็นชุดอุปกรณ์ 19
รูปที่ 23 วัสดุปลูกอัดแท่งที่ผ่านการตากแดด วางบนชุดอุปกรณ์ 19
รูปที่ 24 ติดตั้งสายน้ำซึม ผ่านวัสดุปลูก 19
รูปที่ 25 ติดตั้งถังน้ำ และทดลองปลูกพืช 19
รูปที่ 26 ปลูกต้นเดฟเงินซึ่งเป็นพืชเลี้ยงเกาะ บนวัสดุอัดแท่ง เป็นเวลา 14 วัน 20

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ **หน้า**

แผนภูมิที่ 1 ความสามารถในการอุ้มน้ำ ที่จุดเหี่ยวเฉาและความจุความชื้นสนาม 26
แผนภูมิที่ 2 ความสามารถในการอุ้มน้ำ ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช 27

บทที่ 1
บทนำ

1.1 คำนำ

ปัจจุบันนี้ด้วยข้อจำกัดด้านพื้นที่ในเขตเมืองที่อัดแน่นไปด้วยอาคารสิ่งปลูกสร้างต่างๆ จนแทบจะไม่มีพื้นที่ว่างสำหรับการปลูกต้นไม้ จึงเกิดการคิดค้นนวัตกรรมเพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้กับพื้นที่เหล่านั้น โดยการปลูกต้นไม้ในแนวระนาบผนังหรือการปลูกต้นไม้ในแนวตั้ง (Vertical Garden) ซึ่งเป็นเสมือนการสร้างรั้วชีวภาพ ที่ช่วยลดอุณหภูมิความร้อน ช่วยเพิ่มอากาศบริสุทธิ์ ช่วยดูดซับและช่วยกรองฝุ่น ควัน และมลพิษต่างๆ ในอากาศ รวมทั้งเพิ่มทัศนียภาพที่สวยงามให้กับพื้นที่โดยรอบ ดังนั้นสวนแนวตั้งจึงเป็นทางออกของคนเมืองได้ดี สวนแนวตั้งนับว่ามีประโยชน์ แต่การให้น้ำกับสวนแนวตั้งนั้นมีความยุ่งยากกว่าการให้น้ำแบบธรรมดาเนื่องจากการรดน้ำแบบธรรมดาจะทำให้พื้นที่บริเวณรอบข้างเปียกไปด้วยน้ำ การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้มีการพัฒนาอุปกรณ์การให้น้ำสำหรับสวนแนวตั้ง เพื่อความสะดวกในการให้น้ำกับสวนแนวตั้ง โดยวัสดุที่ใช้ปลูก ยึดกับต้นไม้ให้อยู่ในแนวตั้งฉากจากพื้นต้องคัดสรรวัสดุที่ทนทาน เพื่อไม่ต้องเปลี่ยนบ่อยๆ นอกจากนี้การติดตั้งระบบการให้น้ำต้องมีคุณภาพและมีความเหมาะสมกับวัสดุปลูกและพืชที่ปลูกเพื่อประหยัดเวลาในการให้น้ำ และลดต้นทุนของอุปกรณ์การให้น้ำ

1.2 วัตถุประสงค์

- เพื่อหาวัสดุที่เหมาะสมในการปลูกพืชสำหรับสวนแนวตั้ง
- เพื่อพัฒนาชุดอุปกรณ์การให้น้ำสำหรับสวนแนวตั้ง

1.3 ขอบเขตการศึกษา

สร้างชุดอุปกรณ์การให้น้ำกับสวนแนวตั้งโดยใช้วัสดุเหลือใช้คือ ขี้เถ้าแกลบ ขุยมะพร้าว และขี้เลื้อย โดยทดสอบแรงดึงความชื้นด้วยเครื่อง Pressure Chamber ที่แรงดัน 1/3 บาร์ และแรงดัน 10 บาร์

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

2.1 ค่าความชื้นในดิน

การแสดงค่าความชื้นในดินสามารถบอกได้ 2 แบบ คือ ความชื้นในดินเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักดินแห้ง เป็นการแสดงโดยการเปรียบเทียบระหว่างน้ำหนักของความชื้นดินกับน้ำหนักของดินอบแห้ง (Oven – dry soil) และ ความชื้นในดินเป็นเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เป็นการเปรียบเทียบระหว่างปริมาตรของความชื้นดินกับปริมาตรรวมของดิน ซึ่งอาจแสดงเป็นสัดส่วนระหว่างปริมาตรความชื้นดินกับปริมาตรดินโดยตรง

1. ความชื้นในดินเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักดินแห้ง จะหาได้จากสมการ

$$Pw = 100 \times (Ww/Ws) \quad (1)$$

เมื่อ Pw = เปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักของดินเมื่อดินแห้ง

Ww = น้ำหนักของน้ำในดิน (กรัม)

Ws = น้ำหนักของดินแห้ง (กรัม)

2. ความชื้นในดินเป็นเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร จะหาได้จากสมการ

$$Pv = 100 \times (Vw/V) \quad (2)$$

เมื่อ Pv = เปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยปริมาตร

Vw = ปริมาตรของน้ำในดิน

V = ปริมาตรดินทั้งก้อน

2.2 สายยางน้ำซึม (RAINFOREST) นวัตกรรมการให้น้ำต้นไม้

เหมาะกับการอยู่อาศัยของคนรุ่นใหม่ ที่มีพื้นที่จำกัดในการปลูกต้นไม้ รวมไปถึงพื้นที่กว้าง รดน้ำได้ตรงจุด และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ด้วยการประหยัดน้ำและพลังงาน และใช้วัสดุรีไซเคิล

นพวรรณและอรวรรณ (2553) กล่าวถึง สายยางน้ำซึม เป็นเทคโนโลยีการให้น้ำต้นไม้ แบบใช้สายยางน้ำซึม โดยน้ำค่อยซึมผ่านสายยางรับเบอร์สีดำที่มีรูพรุนตลอดสาย ลักษณะของรูพรุนจะมีขนาดเล็กมากในระดับที่สายตาของเรามองไม่เห็น เป็นผลงานของ บริษัทเจริญภัทรพานิช จำกัด ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก และยางรับเบอร์มานานกว่า 50 ปี และในส่วนของสายยางน้ำซึม เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่ทางบริษัทผลิตขึ้นมา เพื่อรองรับการใช้ชีวิตที่เปลี่ยนไปของคนเมือง

2.3 สารอินทรีย์ที่เป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม

ในประเทศไทยมีผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมหลายชนิดที่น่าที่จะสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกได้ เช่น ขุยมะพร้าวและเส้นใยมะพร้าวจากโรงงานทำเบาะและที่นอน ชานอ้อย และกากตะกอนกรอง (Filter cake) จากโรงงานน้ำตาล แกลบและขี้เถ้าแกลบจากโรงสีข้าว ฯลฯ ซึ่งวัสดุเหล่านี้ได้มีผู้มาทดลองใช้เป็นวัสดุปลูกอย่างได้ผลมาแล้ว

2.3.1 ขี้เลื่อย

รูปที่ 1 ขี้เลื่อย

อิทธิสุนทร (2551) ขี้เลื่อย มีแหล่งกำเนิดจากโรงเลื่อยต่างๆ มีความแตกต่างกันตามชนิดของไม้ และมีคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ดังนี้

1. pH 4.2-6 มีความแปรปรวนมากขึ้นอยู่กับชนิดของไม้และอายุของขี้เลื่อย
2. คุณสมบัติในการอุ้มน้ำดีมาก จนอาจมากเกินไปจนมีปัญหาเกี่ยวกับการระบายอากาศ

3. คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุมีค่าสูงเมื่อขี้เลื่อยผ่านขบวนการสลายตัว
4. ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้งต่ำ
5. ความพรุนสูง
6. ความคงทนของโครงสร้าง สามารถสลายตัวได้

การนำไปใช้จะใช้ทำปุ๋ยหมักและใช้เป็นวัสดุปลูก โดยปกติก่อนนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกจะปล่อยให้ขี้เลื่อยสลายตัวก่อนประมาณ 6 เดือนอายุการใช้งาน 2-3 ครั้ง

ข้อดี

1. น้ำหนักเบาง่ายต่อการนำมาใช้
2. ความสามารถในการอุ้มน้ำดีมาก
3. ราคาถูก

ข้อเสีย

1. ต้องเสียเวลาในการปล่อยให้สลายตัวนาน
2. มีความแปรปรวนในด้านองค์ประกอบมาก
3. มีการสลายตัวหลังจากนำมาใช้และเกิดการอัดตัวแน่น
4. ยากในการกำจัดโรคและแมลง

2.3.2 ขี้เถ้าแกลบ

รูปที่ 2 ขี้เถ้าแกลบ

อิทธิสุนทร (2551) ขี้เถ้าแกลบมีแหล่งกำเนิดจากโรงสีข้าว มีคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ดังนี้

1. pH 7-8.5 มีความแปรปรวนมาก ขึ้นอยู่กับอายุของกองขี้เถ้าแกลบ ถ้ามีอายุมากจะมีการชะล้างโดยฝนมาก pH จะลดลง
2. คุณสมบัติในการอุ้มน้ำดี
3. ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้งต่ำ
4. ความพรุนสูง
5. ความคงทนของโครงสร้างดี มีการสลายตัวน้อย แต่จะมีการอัดตัวบ้างหลังปลูก

การนำไปใช้เป็นวัสดุปลูกที่ดีมากชนิดหนึ่ง มีอายุการใช้งาน 2-4 ครั้ง

ข้อดี

1. น้ำหนักเบาง่ายต่อการนำมาใช้
2. ความสามารถในการอุ้มน้ำดี
3. มีการสลายตัวหลังจากนำมาใช้น้อยและเกิดการอัดตัวไม่มากนัก
4. ราคาถูก

ข้อเสีย

1. ยากในการกำจัดโรคและแมลง
2. ก่อนนำมาใช้ต้องแช่ด้วยกรดอ่อนก่อนเพื่อลดค่า pH ให้อยู่ประมาณ 6

2.3.3 ขุยมะพร้าว

รูปที่ 3 ขุยมะพร้าว

อิทธิสุนทร (2551) ขุยมะพร้าวมีแหล่งกำเนิดจากโรงงานทำเบาะและที่นอน มีคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ดังนี้

1. pH 6 - 7
2. คุณสมบัติในการอุ้มน้ำดีมากจนอาจมากเกินไปจนมีปัญหาเกี่ยวกับการระบายอากาศ
3. คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุมีค่าสูง เมื่อขุยมะพร้าวผ่านขบวนการสลายตัว
4. ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้งต่ำ
5. ความพรุนสูง
6. ความคงทนของโครงสร้าง สามารถสลายตัวได้

ลักษณะการนำไปใช้จะใช้ทำปุ๋ยหมักและใช้เป็นวัสดุปลูกพืช มีอายุการใช้งาน 2-3 ครั้ง

ข้อดี

1. น้ำหนักเบาง่ายต่อการนำมาใช้
2. ความสามารถในการอุ้มน้ำดีมาก
3. ราคาถูก

ข้อเสีย

1. อาจมีปัญหาเกี่ยวกับการระบายอากาศที่รากพืช
2. มีการสลายตัวหลังจากนำมาใช้และเกิดการอัดตัวแน่น
3. ยากในการกำจัดโรคและแมลง

2.4 สวนแนวตั้ง (Vertical Garden)

บุญทวี และพงษ์พัฒน์. (2552) กล่าวว่า สวนแนวตั้ง คือการจัดตกแต่งสวนในลักษณะที่ไม่ได้ราบหรือปลูกบนพื้นดิน สวนแนวตั้งเป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการจัดสวนซึ่งในปัจจุบันนิยมจัดสวนแนวตั้งกันมาก เช่น ตึก อาคาร หลังคาผนัง เสาทางด่วน ป้อม หรือป้ายรถโดยสารประจำทาง และสวนแนวตั้งยังเป็นที่นิยมจัดตกแต่งภายในสวนบริเวณบ้านอีกด้วย การจัดสวนแนวตั้งมีหลายวิธีการ กล่าวถึงการจัดแบบวิธีง่ายๆ ก็คือการนำพรรณไม้ต่างๆ ที่สามารถปลูกภายในกระถางมาแขวนตามต้นไม้ หรือราวต่างๆ ที่ต้องการให้ดูสวยงาม หรือการจัดแบบมืออาชีพตามผนังตึก ต้องมีการทำโครงสร้างยึดเป็นผนัง ตอกเสาเข็ม เกาะกันผนังตัวอาคาร ใช้ผ้าห่มเป็นตัวยึดกระถาง ซึ่งเป็นการทำที่ต้องใช้ต้นทุนในการทำสูง ซึ่งต้องมีการคำนวณทั้งโครงสร้าง ลม แสงแดด อากาศ เป็นต้น ที่จะให้

เหมาะสมกับพรรณไม้ที่ใช้ ส่วนพรรณไม้ที่ใช้นำมาจัดสวนแนวตั้งเป็นพรรณไม้ที่สามารถปลูกภายในกระถาง ไม่โตมากจนเกินไป โดยส่วนใหญ่จะเป็นไม้ดอกและไม้ใบ แล้วแต่ความชอบของผู้ต้องการจัดและต้องมีความทนต่อแสงแดด ลม ได้ดี

ข้อแนะนำการจัดสวนแนวตั้ง

1) สวนแนวตั้งทำได้แม้ในร่ม/แสงน้อย แต่ต้องแน่ใจว่าต้นไม้ที่ใช้เป็นชนิดที่ต้องการแสงน้อย/พืชในร่ม (indoor plant) เพราะจริงๆ แล้ว ไม่ว่าจะเลือกปลูกต้นไม้ชนิดใดก็อย่าลืมให้มันได้รับแสงเพียงพอ
2) ไม้เลื้อยต่างๆ ไม้แขวน/กระถางแขวน ก็ปลูกเป็นสวนแนวตั้งได้
3) สวนแนวตั้งอาจต้องการการให้น้ำที่บ่อยครั้งกว่า การคลุมโคนอาจช่วยได้
4) ข้อควรคำนึงก่อนลงมือ อาทิ คุณต้องการปลูกต้นไม้สูง ขึ้นไปในแนวตั้งกี่ระดับ, ใช้อุปกรณ์ในการปลูกประเภทไหน กระถาง (Container) ธรรมดาทั่วๆ ไป กระบะปลูกต้นไม้ (Planting box) หรือจะปลูกบนโต๊ะ (Table Top Planter), ความสูงของต้นไม้เมื่อโตเต็มที่, รวมไปถึงว่าสวนของคุณจะสูงแค่ไหนเมื่อทาเสร็จแล้ว และคุณจะดูแลได้อย่างไร ควรเลือกต้นไม้ชนิดที่รู้จักดี นั่นหมายถึงว่า ง่ายต่อการดูแลและง่ายต่อการตัดแต่ง เป็นต้น

2.5 การปลูกพืชในวัสดุปลูก

หน้าที่ของวัสดุปลูก คือ เป็นที่อยู่ของรากพืช ซึ่งจะอยู่รวมกับสารละลายธาตุอาหาร และอากาศ วัสดุปลูกต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

<u>หลักการเลือกใช้วัสดุปลูก</u>

อิทธิสุนทร (2551) ในการพิจารณาเลือกใช้วัสดุปลูกในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจำเป็นจะต้องพิจารณาในแง่ต่างๆ ดังนี้

1. ข้อจำกัดด้านเทคนิค

วัสดุปลูกที่เหมาะสมที่สุดทางทฤษฎีต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นวัสดุปลูกที่เมื่อนำมาใช้จะมีคุณสมบัติรักษาอัตราส่วนของน้ำและอากาศให้เหมาะสมตลอดการปลูกอัตราส่วนของ น้ำ: อากาศ ที่เหมาะสมจะอยู่ประมาณ = 50:50
- เป็นวัสดุที่ต้องไม่มีการอัดตัวหรือยุบตัวเมื่อเปียกน้ำหรือเมื่อใช้ไปนานๆ
- เป็นวัสดุที่ไม่สลายตัวทั้งทางเคมีและทางชีวภาพ
- เป็นวัสดุที่รากพืชสามารถแพร่กระจายได้สะดวกทั่วทุกส่วนของวัสดุปลูก
- เป็นวัสดุที่ไม่มีสารที่เป็นพิษต่อพืชเจือปนอยู่
- เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติเฉื่อยทางเคมี คือไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายธาตุอาหารและกับภาชนะที่ใช้บรรจุ
- เป็นวัสดุที่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ (C.E.C.) ต่ำหรือไม่มีเลย เพื่อจะได้ไม่มีผลต่อองค์ประกอบของสารละลายธาตุอาหารพืชที่อยู่ในวัสดุปลูก
- เป็นวัสดุที่ไม่เป็นแหล่งสะสมของโรคและแมลง
- เป็นวัสดุที่สามารถกำจัดโรคและแมลงได้ง่าย ซึ่งทำให้สามารถนำวัสดุปลูกกลับมาใช้ใหม่ได้

จากคุณสมบัติเหล่านี้ยังไม่มีวัสดุปลูกชนิดใดที่มีคุณสมบัติครบดังที่กล่าวมานี้ บางคนอาจใช้วิธีการนำวัสดุที่มีคุณสมบัติที่ดีแต่ละอย่างมาผสมกัน เพื่อให้วัสดุปลูกมีคุณสมบัติที่ดีขึ้น แต่บางคนก็นิยมใช้วัสดุเดี่ยวๆ ที่มีความคุ้นเคย รู้จักและมีความชำนาญในการใช้อยู่แล้ว คือ รู้ถึงคุณสมบัติและข้อจำกัดในการใช้วัสดุนั้นๆ และสามารถปรับปรุงเทคนิคต่างๆให้เหมาะสมกับวัสดุปลูกนั้นๆดีอยู่แล้ว

2. ข้อจำกัดด้านราคา

- ราคาของวัสดุปลูกที่นำมาใช้ ราคานี้รวมถึงค่าขนส่งหรือรวมถึงค่าบรรจุใส่ถุงด้วย
- ค่าใช้จ่ายด้านอื่นๆ เช่น วัสดุปลูกบางชนิดต้องการที่เก็บที่ดีเป็นพิเศษ ต้องรวมถึงค่าโรงเรือนในการเก็บรักษา ต้องพิจารณาถึงอายุการใช้งาน ค่าใช้จ่ายในการกำจัดโรคและแมลงเมื่อจะนำวัสดุนั้นๆ มาใช้ใหม่ เช่น วัสดุบางอย่างมีอายุการใช้งานยาวนานมาก เช่น กรวด หินภูเขาไฟ แต่บางอย่างมีอายุการใช้งานเพียง 1-2 ครั้งของการปลูกเท่านั้น

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แผ่นปลูกพืชบนหลังคา (Green Roof Mat)

พาสินี และทรงกลด (2552) สวนหลังคาเป็นแนวทางลดภาวะเกาะความร้อนให้กับเมือง และช่วยลดความร้อนที่ถ่ายเทสู่อาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน ปัจจุบันเป็นที่นิยมแพร่หลายและได้พัฒนาไปเป็นนโยบายและกฎหมายของหลายประเทศ สวนหลังคาแบบใช้สอย (Intensive Roof Garden) ซึ่งใช้ดินปลูกยาวกว่า 30 ซม. มักประสบปัญหาน้ำหนัก และการแตกรั่วของระบบกันน้ำ ในขณะที่สวนหลังคาแบบไม่ใช้สอย (Extensive Roof Garden) ใช้วัสดุทดแทนดินน้ำหนักเบาที่มีความหนาน้อยกว่า 15 ซม.

สามารถลดปัญหาเรื่องน้ำหนัก และการติดตั้งทำได้ง่ายกว่า วัสดุนี้ในต่างประเทศมีหลายชนิดทั้งที่ทำจากวัสดุธรรมชาติและสังเคราะห์ ในประเทศไทยมีเศษเหลือจากการเกษตรและอุตสาหกรรมจำนวนมากที่สามารถนำมาใช้ขึ้นรูปเป็นแผ่นวัสดุปลูกน้ำหนักเบาได้ดีโดยใช้เครื่องอัดร้อน ได้แก่ ใยมะพร้าว ใยปาล์ม กากกาแฟ เปลือกถั่ว ชานอ้อย ซึ่งต้องการการทดลองหาส่วนผสมที่เหมาะสมกับการใช้งาน

งานวิจัยนี้เป็นของ พาสินี และทรงกลด (2552) เพื่อศึกษาหาสัดส่วนวัสดุปลูกที่เหมาะสมเพื่อนำมาอัดโดยเครื่องอัดร้อนให้เป็นแผ่นปลูกพืชน้ำหนักเบา เพื่อใช้ปลูกพืชบนหลังคา โดยคัดเลือกพันธุ์พืชที่เหมาะสมทนต่อสภาพอากาศร้อนได้ดี ติดตามผลการเจริญเติบโตและอยู่รอด รวมทั้งทดสอบการป้องกันความร้อนเพื่อระบุความสามารถในการประหยัดพลังงาน ของแผ่นปลูกพืชดังกล่าว คัดเลือกวัสดุปลูกที่เหมาะสมจากวัสดุที่เป็นเศษเหลือ ได้แก่ เศษมะพร้าวและกากกาแฟ เศษใยและขุยมะพร้าวนำมาจากโรงงานกะทิ เป็นวัสดุที่มีเส้นใยแข็งแรงมีความพรุนสูง เหมาะแก่ การยึดเกาะของรากและยังอุ้มน้ำได้ดี มีสารอาหารที่พอเหมาะแก่การเติบโตโดยมี โปแตสเซียมสูง ความเป็นกรดด่างปานกลาง ส่วน กากกาแฟเป็นอินทรียวัตถุที่ผ่านกระบวนการคั่วด้วยความร้อนจึงคงรูปและไม่ยุบตัวได้ง่าย ได้จากเศษเหลือจากการชงกาแฟตามร้านกาแฟ มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนๆ และมีธาตุอาหารหลักคือไนโตรเจนทำการทดลองนำทั้งสองอย่างในส่วนผสม 70:30, 60:40 ,50:50 ความหนาแน่น 150,200,300 กก.ต่อลบ.ม.ใช้กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ซึ่งใช้กับอุตสาหกรรมแผ่นอัด เพื่อหาสัดส่วนที่ทำให้คงรูปได้ดีและยังมีความพรุนสูง นำแผ่นที่ทดลองอัดมาศึกษาการคงรูปเมื่ออยู่ในสภาพ

แช่น้ำ ทดลองปลูกพืชคลุมดิน 5 ชนิด ได้แก่ ฟ้าประดิษฐ์ ดาดตะกั่ว ผักเป็ดแดง เบบี้ซันโรส ลิ้นมังกรแคระเป็นเวลา 6 เดือน แล้วเลือกพืชที่มีการเติบโตดีที่สุดมาทำการทดสอบเรื่องการป้องกันความร้อนของแผ่นปลูกพืชดังกล่าว

ผลการทดลองพบว่า แผ่นปลูกพืชคงรูปได้ดีโดยใช้สัดส่วนใยมะพร้าว:กากกาแฟเป็น 60 : 40 หนาแน่น 300 กก ต่อ ลบ.ม. มีน้ำหนักขณะแห้ง 10.8 กก./ตร.ม. มีความโปร่งพรุนพอเหมาะและดูดซับน้ำได้ 177.61 % จากการแช่น้ำ 1 ชม. น้ำหนักสุทธิรวมต้นไม้ปกคลุมเต็มที่ขณะชุ่มน้ำ 78.2 กก./ตรม. มีค่า N:P:K = 4.61 : 0.24 : 1.28 ค่าความเป็นกรด ด่าง= 5.6

2.7 ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน

ดินมีระดับการดูดยึดน้ำไว้แตกต่างกัน เช่นดินที่ได้รับน้ำเต็มที่หรือหลังจากฝนตก ระดับการดูดยึดน้ำจะเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของน้ำในดินและปริมาณของน้ำ ที่จะเป็นประโยชน์แก่พืช ระดับการดูดยึดน้ำของดินมีหลายระดับดังนี้

2.7.1 ความสามารถในการอุ้มน้ำสูงสุด (maximum retention capacity) หมายถึง ความสามารถในการดูดยึดน้ำไว้ได้สูงสุดหลังจากที่ดินได้รับน้ำเต็มที่ หรือสภาวะที่มีฝนตกหนัก กรณีนี้ทุกช่องว่างของดินจะมีน้ำอยู่เต็มหมด ซึ่งเป็นจุดอิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated point) ปริมาณของน้ำทั้งหมดที่อยู่ในช่องว่างขณะนั้น คือ ความสามารถสูงสุดของดินที่จะดูดยึดน้ำไว้ได้

2.7.2 ความจุสนาม (field capacity) หมายถึง ระดับของการดูดยึดน้ำของดินที่เกิดขึ้นหลังจากที่ได้รับน้ำเต็มที่แล้ว น้ำจะซึมลงสู่ดิน การเคลื่อนที่ของน้ำในดินจะเกิดขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากแรงดึงดูดของโลกจนกระทั่งถึงจุด ๆ หนึ่งที่การเคลื่อนที่ของน้ำโดยแรงดึงดูดของโลกจะไม่มีอิทธิพล ระดับของน้ำที่เหลืออยู่ในดินในขณะนั้น คือ ความจุในสนาม ซึ่งจะเป็นน้ำส่วนที่ดูดยึดไว้เป็นแผ่นบาง ๆ ตามผิวของอนุภาคดินและอยู่ในช่องว่างขนาดเล็ก ความจุสนามถือได้ว่าเป็นจุดพิกัดของน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

2.7.3 จุดเหี่ยวเฉาถาวร (permanent wilting point: PWP) หมายถึงระดับการดูดยึดน้ำของดินในขณะที่พืชแสดงอาการเหี่ยวอย่างถาวร ซึ่งเกิดจากน้ำในดินมีการสูญเสียอยู่ตลอดเวลาโดยการระเหยหรือพืชดูดไปใช้ ปริมาณน้ำในดินจะลดลงอย่างต่อเนื่อง จนถึงจุดที่พืชแสดงอาการเหี่ยว

อย่างถาวร และไม่สามารถฟื้นคืนสภาพเดิมได้ เนื่องจากปริมาณน้ำในดินมีน้อยมาก พืชไม่สามารถดูดไปใช้ได้ในอัตราที่ทัดเทียมกับการคายน้ำออกไป ที่จุดนี้คือ ระดับจุดเหี่ยวถาวร และถือว่าเป็นจุดพิกัดต่ำสุดของน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

2.8 ความชื้นของดินที่แรงดึงบรรยากาศต่างๆ (soil water retention)

น้ำในดิน อาจแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ น้ำที่อยู่ใต้อำนาจการดูดยึดของอนุภาคดิน และน้ำที่ไม่ได้อยู่ใต้อำนาจการดูดยึดของอนุภาคดิน ในแง่ของความชื้นหรือน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช จะพิจารณาเฉพาะส่วนที่เรียกว่าน้ำซับ เนื่องจากน้ำซับจะถูกดูดยึดไว้ภายนอก รวมถึงที่บรรจุอยู่ในช่องว่างที่มีขนาดเล็กมากๆ ของดิน แรงดูดยึดไม่สูง พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

การวิเคราะห์การดูดยึดน้ำของอนุภาคดินโดยทั่วๆ ไป จะใช้แรงดึงที่ 1/3 บรรยากาศ (33 kPa) เรียกว่า ขีดจำกัดบน (Upper limit) หรือระดับความชื้นที่ความจุสนาม (Field Capacity, FC) และที่แรงดึงที่ 15 บรรยากาศ (1,500 kPa) เรียกว่า ขีดจำกัดล่าง (Lower limit) หรือจุดเหี่ยวถาวร (Permanent Wilting Point, PWP) ผลต่างของระดับความชื้นที่ความจุสนาม (FC) กับจุดเหี่ยวถาวร (PWP) จะเป็นความสามารถในการอุ้มน้ำสูงสุดที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available water capacity, AWCA)

$$AWCA = FC-PWP$$

การวิเคราะห์ความชื้นในดิน ทำให้ทราบว่าปริมาณน้ำในดินขณะทำการเก็บตัวอย่างดินนั้นมีเพียงพอที่พืชนำไปใช้ประโยชน์หรือไม่ โดยปกติถือว่าปริมาณน้ำในดินควรอยู่ในช่วง 50-100% ของความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของดินนั้นๆ ตลอดฤดูปลูก มีความสำคัญต่อการคำนวณหาปริมาณน้ำที่จะต้องทดให้แก่ดิน หรือระบายออกจากดิน

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์

การทดลองพัฒนาชุดอุปกรณ์การให้น้ำสำหรับสวนแนวตั้งใช้อุปกรณ์ในการทดลองดังต่อไปนี้

1. เครื่องขึ้นรูปเชื้อเพลิงเขียว ดังรูปที่ 4
2. วัสดุปลูก 5 ชนิด (ขุยมะพร้าว, ขี้เลื่อย, ขี้เถ้าแกลบ, มวลดินเผา, เปลือกกาแฟ) ดังรูปที่5
3. ตู้อบ ดังรูปที่ 6
4. เครื่องชั่ง ดังรูปที่ 7
5. pressure chamber ดังรูปที่ 8
6. น้ำ

รูปที่ 4 เครื่องขึ้นรูปเชื้อเพลิงเขียว และฐานรองรับสำหรับการอัดแท่งวัสดุปลูก

รูปที่ 5 วัสดุ 5 ชนิด (ขุยมะพร้าว, ขี้เลื่อย, ขี้เถ้าแกลบ, มวลดินเผา, เปลือกกาแฟ)

รูปที่ 6 ตู้อบ

รูปที่ 7 เครื่องชั่ง

รูปที่ 8 Pressure Chamber

3.2 วิธีการทดลอง

การทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกจะทำการเลือกวัสดุปลูกจากทั้งหมด 5 ชนิด เพื่อเลือกวัสดุที่จะนำไปอัดแท่ง ขั้นตอนที่สอง วัสดุที่นำไปอัดแท่งแล้วจะทำการทดสอบความสามารถในการอุ้มน้ำ

3.2.1 การเลือกวัสดุปลูก

3.2.1.1 นำวัสดุปลูกทั้ง 5 ชนิด ชั่งน้ำหนักจะได้น้ำหนักเปียกของแต่ละชนิด

3.2.1.2 วัสดุปลูกที่ชั่งน้ำหนักแล้วเข้าตู้อบ อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.2.1.3 วิเคราะห์หาความชื้นของวัสดุปลูกโดยใช้สมการดังนี้

$$\text{ความชื้นของวัสดุปลูก (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักเปียก} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักแห้ง}} \times 100$$

3.2.1.4 เลือกวัสดุปลูกที่จะนำไปอัดแท่ง

รูปที่ 9 วัสดุปลูกที่จะนำไปอัดแท่ง (ขี้เถ้าแกลบ ขุยมะพร้าว และขี้เลื่อย)

3.2.2 ทดสอบความสามารถในการอุ้มน้ำของวัสดุปลูก

3.2.2.1 นำวัสดุแต่ละชนิด นำมาอัดแท่งโดยมีอัตราส่วนวัสดุดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงอัตราส่วนระหว่างวัสดุต่างๆ กับน้ำ

วัสดุอัดแท่ง	อัตราส่วน
ขี้เถ้าแกลบ : ขุยมะพร้าว : น้ำ	1 : 1 : 1.5
ขี้เถ้าแกลบ : ขี้เลื่อย : น้ำ	1 : 1 : 1.5
ขุยมะพร้าว : ขี้เลื่อย : น้ำ	1.5 : 1 :2.5
ขุยมะพร้าว : ขี้เลื่อย : ขี้เถ้าแลบ : น้ำ	1 : 1 : 1 : 3
ขุยมะพร้าวล้วน : น้ำ	1 : 1
ขี้เลื่อยล้วน: น้ำ	1 : 1
ขี้เถ้าแกลบ : น้ำ	3 : 1

รูปที่ 10 ชั่งวัสดุปลูกก่อนที่จะนำไปอัดแท่งตามอัตราส่วนดังตารางที่ 1

รูปที่ 11 ผสมวัสดุปลูกตามอัตราส่วนต่างๆ เพื่อที่จะทำไปอัดแท่ง

รูปที่ 12 นำวัสดุเข้าเครื่องผสมอีกครั้งเพื่อให้วัสดุได้ผสมกันทั่วถึง

รูปที่ 13 ลักษณะการอัดแท่งจากเครื่องอัดแท่งวัสดุ ขั้นตอนนี้ทำให้เกิดความผิดพลาด จึงได้ทำฐานรองรับวัสดุปลูก

รูปที่ 14 เมื่อผสมวัสดุปลูกตามอัตราส่วนที่กำหนด นำเข้าเครื่องอัดแท่ง โดยมีฐานรองรับวัสดุอัดแท่ง

3.2.2.2 วัสดุที่นำมาอัดแท่งแล้ว ตากให้แห้งเป็นเวลา 7 วัน

รูปที่ 15 วัสดุปลูกอัดแท่ง นำออกมาวางตากแดด โดยวัสดุบางชนิดเกิดรอยแตกตั้งแต่ความยาว 40 เซนติเมตรขึ้นไป ดังนั้นการทดสอบวัสดุจึงใช้ขนาดความยาวของวัสดุไม่เกิน 40 เซนติเมตร

3.2.2.3 นำตัวอย่างวัสดุปลูกอัดแท่งที่มีปริมาตรเท่ากัน มาทดสอบความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยนำไปชั่งน้ำหนัก หลังจากนั้นนำวัสดุปลูกแช่น้ำ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

รูปที่ 16 แช่วัสดุปลูกลงในน้ำ

3.2.2.4 ใช้ pressure chamber ทดสอบความสามารถในการอุ้มน้ำที่ความดัน 1/3 บาร์ แล้วนำออกมาชั่งน้ำหนัก และทดสอบที่ความดัน 10 บาร์ (เนื่องจากความสามารถของเครื่อง Pressure Chamber ที่มีอยู่ในภาคชลประทานสามารถใช้ความดันได้เพียง 10 บาร์ จึงไม่สามารถทดลองที่ความดัน 15 บาร์ ได้) นำออกมาชั่งน้ำหนักตามลำดับ

รูปที่17 การวางวัสดุอัดแท่งลงบน pressure plate

รูปที่18 การวาง pressure plateใน pressure chamber

รูปที่ 19 หน้าปัดแสดงความดันที่ 1/3 บาร์

รูปที่ 20 หน้าปัดแสดงความดันที่ 10 บาร์

3.2.2.5 แล้วนำวัสดุปลูกอัดแท่งเข้าตู้อบ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 105 °C หลังจากนั้นนำออกมาชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง

รูปที่ 21 ใส่วัสดุอัดแท่งในตู้อบ

3.2.2.6 วิเคราะห์ข้อมูลเป็นปริมาณความชื้นโดยน้ำหนัก และเลือกวัสดุที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำที่ดีสุด (สามารถเก็บน้ำหรือดึงดูดน้ำไว้ในตัววัสดุเองนั้นได้ดีที่สุด) จากนั้นนำวัสดุปลูกมาทดลองปลูกกับต้นไม้ประเภทไม้เลื้อย

รูปที่ 22 โครงเหล็ก กับท่อ PVC ประกอบกันเป็นชุดอุปกรณ์การให้น้ำสำหรับสวนแนวตั้ง

รูปที่ 23 วัสดุปลูกอัดแท่งที่ผ่านการทดสอบความสามารถในการอุ้มน้ำ มาวางบนชุดอุปกรณ์

รูปที่ 24 ติดตั้งสายยางน้ำซึม ผ่านวัสดุปลูก

รูปที่ 25 ติดตั้งถังน้ำ และทดลองปลูกพืช

3.2.2.7 นำวัสดุปลูกอัดแท่งที่ผ่านการทดสอบความสามารถในการอุ้มน้ำแล้ว ทดลองปลูกกับต้นไม้ประเภทไม้เลื้อย และให้น้ำผ่านสายยางน้ำซึม ทดลองปลูกเป็นเวลา 14 วัน เพื่อทดสอบว่าต้นไม้สามารถเจริญเติบโตได้หรือไม่

รูปที่ 26 ปลูกต้นเดฟเงินซึ่งเป็นพืชเลื้อยเกาะ บนวัสดุอัดแท่ง เป็นเวลา 14 วัน

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผลการทดลองแบ่งออกเป็น ผลการทดสอบความชื้นของวัสดุปลูกก่อนนำมาอัดแท่ง และผลการทดสอบความสามารถในการอุ้มน้ำของวัสดุปลูกหลังนำมาอัดแท่ง

4.1 ผลการทดสอบความชื้นของวัสดุปลูก

ทำการสอบโดยนำวัสดุปลูกชนิดต่างๆ มาชั่งน้ำหนักจะได้น้ำหนักเปียก หลังจากนั้นนำวัสดุปลูกชนิดต่างๆ เข้าตู้อบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 105 ℃ จะได้น้ำหนักแห้ง และทำการวิเคราะห์ข้อมูลออกมาเป็นปริมาณความชื้นโดยน้ำหนักของวัสดุปลูก

จากการทดสอบความชื้น ขี้เถ้าแกลบมีความชื้น 3.61% โดยน้ำหนัก, มวลดินเผา 0.15%โดยน้ำหนัก, ขุยมะพร้าว 3.16%โดยน้ำหนัก, เปลือกกาแฟ 9.48%โดยน้ำหนัก, ขี้เลื่อย 0.44% โดยน้ำหนัก

สรุปผลการทดสอบความชื้น มวลดินเผามีความชื้นน้อยที่สุดและ เปลือกกาแฟมีความชื้นมากที่สุด แต่เปลือกกาแฟนั้นไม่สามารถทำวัสดุอัดแท่งได้เนื่องจากเกิดเชื้อราขึ้นเมื่อทำการแช่น้ำและเป็นวัสดุที่มีตามฤดูกาล ดังนั้นในการทดสอบความสามารถในการอุ้มน้ำ จึงไม่สามารถนำ มวลดินเผาและเปลือกกาแฟมาทดสอบได้ ซึ่งเป็นอุปสรรคในการพัฒนาชุดอุปกรณ์การให้น้ำสำหรับสวนแนวตั้ง

ตารางที่ 2 แสดงน้ำหนักเปียก

น้ำหนักเปียก					
กระป๋อง	**ขี้เถ้าแกลบ (g)**	**มวลดินเผา (g)**	**ขุยมะพร้าว (g)**	**เปลือกกาแฟ (g)**	**ขี้เลื่อย (g)**
1	133.39	375.92	63.16	91.28	61.13
2	131.88	366.03	59.78	85.98	60.42
3	134.99	371.04	58.16	83.40	62.06
4	131.48	373.96	60.41	86.57	64.43

ตารางที่ 3 แสดงน้ำหนักแห้ง

น้ำหนักแห้ง					
กระป๋อง	**ขี้เถ้าแกลบ (g)**	**มวลดินเผา (g)**	**ขุยมะพร้าว (g)**	**เปลือกกาแฟ (g)**	**ขี้เลื่อย (g)**
1	127.26	375.22	60.86	83.04	60.52
2	128.37	365.93	58.50	78.83	60.37
3	131.89	370.03	57.02	76.61	61.84
4	125.76	373.61	57.71	78.66	64.22

ตารางที่ 4 แสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนัก

ปริมาณความชื้น					
กระป๋อง	**ขี้เถ้าแกลบ (%)**	**มวลดินเผา (%)**	**ขุยมะพร้าว (%)**	**เปลือกกาแฟ (%)**	**ขี้เลื่อย (%)**
1	4.82	0.19	3.78	9.92	1.01
2	2.73	0.03	2.19	9.07	0.08
3	2.35	0.27	2.00	8.86	0.36
4	4.55	0.09	4.68	10.06	0.33
Average	**3.61**	**0.15**	**3.16**	**9.48**	**0.44**

4.2 ผลการทดสอบความสามารถในการอุ้มน้ำของวัสดุปลูกหลังนำมาอัดแท่ง

การทดสอบวัสดุปลูกหลังนำมาอัดแท่ง ได้ดำเนินการทดสอบโดยใช้ส่วนผสมดังนี้ ขี้เถ้าแกลบผสม ขุยมะพร้าว,ขี้เถ้าแกลบผสมขี้เลื่อย, ขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย, ขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อยและขี้เถ้าแกลบ, ขุยมะพร้าวล้วน, ขี้เลื่อยล้วน, ขี้เถ้าแกลบล้วน โดยทำการทดสอบตัดตัวอย่างวัสดุปลูก ความยาว 4 เซนติเมตร แช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมงแล้วนำวัสดุปลูกทดสอบแรงดึงความชื้นโดยใช้เครื่อง pressure chamber ที่ความดัน 1/3 bar นำออกมาชั่งน้ำหนักจะได้น้ำหนักเปียกที่ความดัน 1/3 bar ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 5 หลังจากนั้นทดสอบอีกครั้งโดยใช้ความดันที่ 10 bar จะได้น้ำหนัก

เปียกที่ความดัน 10 bar เมื่อทดสอบแรงดึงแล้วนำวัสดุปลูกเข้าตู้อบเพื่อหาน้ำหนักแห้ง แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงข้อมูลจากการทดสอบความสามารถในการอุ้มน้ำ

วัสดุอัดแท่ง	ขี้เถ้าแกลบ + ขุยมะพร้าว	ขี้เถ้าแกลบ + ขี้เลื่อย	ขุยมะพร้าว + ขี้เลื่อย	ขุยมะพร้าว + ขี้เลื่อย + ขี้เถ้าแกลบ	ขุยมะพร้าวล้วน	ขี้เลื่อยล้วน	ขี้เถ้าแกลบล้วน
น้ำหนักแห้ง (กรัม)	83.30	84.46	60.75	65.75	61.80	73.40	76.58
น้ำหนักเปียก (PWP) (กรัม)	183.50	-	204.65	170.50	190.30	204.30	-
น้ำหนักเปียก (FC) (กรัม)	187.70	-	207.60	175.57	195.80	214.40	-
น้ำหนักวัสดุปลูกหลังการแช่น้ำ 24 ชั่วโมง (กรัม)	190.60	-	211.10	178.17	199.10	219.20	-

หมายเหตุ : - ไม่สามารถหาค่าได้เนื่องจากวัสดุ ไม่เกาะตัวเมื่อผ่านการแช่น้ำ 24 ชั่วโมง

จากวัสดุปลูกที่นำมาอัดแท่งนั้นได้ทดลองปลูกกับต้นไม้ประเภทไม้เลื้อย โดยที่วัสดุปลูกอัดแท่งจะมีรูอยู่ตรงกลางเพื่อใส่สายยางน้ำซึม เป็นการทดสอบความสามารถในการอุ้มน้ำ เมื่อทำการทดลองปลูกกับต้นไม้นั้น วัสดุปลูก ขี้เถ้าแกลบผสมขี้เลื่อย และ ขี้เถ้าแกลบล้วน ไม่สามารถปลูกกับต้นไม้ได้ เพราะเมื่อวัสดุปลูกเปียกน้ำ ไม่สามารถคงรูปได้อีกทั้งเกิดราขึ้นกับวัสดุปลูก เมื่อวัสดุปลูกอื่นๆสามารถปลูกต้นไม้ได้ จึงนำตัวอย่างของวัสดุปลูกมาทดสอบความสามารถในการอุ้มน้ำ

ข้อมูลการวิเคราะห์ ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำสูงสุดที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (AWCA)

- ขี้เถ้าแกลบผสมขุยมะพร้าว มีความสามารถในการอุ้มน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช 5.04% โดยน้ำหนัก
- ขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย มีความสามารถในการอุ้มน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช 4.86% โดยน้ำหนัก
- ขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย และ ขี้เถ้าแกลบ มีความสามารถในการอุ้มน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช 7.71% โดยน้ำหนัก

- ขุยมะพร้าวล้วน มีความสามารถในการอุ้มน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช 8.9% โดยน้ำหนัก
- ขี้เลื่อยล้วน มีความสามารถในการอุ้มน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช 13.76% โดยน้ำหนัก

จะเห็นได้ว่า ขี้เลื่อยล้วน มีความสามารถในการอุ้มน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุดและขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย มีความสามารถในการอุ้มน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชน้อยที่สุด

ข้อมูลการวิเคราะห์ ค่าจุดเหี่ยวเฉา (PWP)

- ขี้เถ้าแกลบผสมขุยมะพร้าว มีความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาน้อยที่สุด 120.29% โดยน้ำหนัก
- ขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย ที่จุดเหี่ยวเฉาน้อยที่สุด 236.87% โดยน้ำหนัก
- ขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย และขี้เถ้าแกลบ ที่จุดเหี่ยวเฉาน้อยที่สุด 159.32% โดยน้ำหนัก
- ขุยมะพร้าวล้วน ที่จุดเหี่ยวเฉาน้อยที่สุด 207.93% โดยน้ำหนัก
- ขี้เลื่อยล้วน ที่จุดเหี่ยวเฉาน้อยที่สุด 178.34% โดยน้ำหนัก

จะเห็นได้ว่า ขี้เถ้าแกลบผสมขุยมะพร้าว มีความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาน้อยที่สุด และขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย มีความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉารน้อยมากที่สุด

ข้อมูลการวิเคราะห์ ค่าความจุความชื้นสนาม (FC)

- ขี้เถ้าแกลบผสมขุยมะพร้าว มีความจุความชื้นสนาม 125.33% โดยน้ำหนัก
- ขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย มีความจุความชื้นสนาม 241.73% โดยน้ำหนัก
- ขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อยผสมขี้เถ้าแกลบ มีความจุความชื้นสนาม 167.03% โดยน้ำหนัก
- ขุยมะพร้าวล้วน มีความจุความชื้นสนาม 216.83% โดยน้ำหนัก
- ขี้เลื่อยล้วน มีความจุความชื้นสนาม 192.10% โดยน้ำหนัก

จะเห็นได้ว่า ขี้เถ้าแกลบผสมขุยมะพร้าว มีความจุความชื้นสนามน้อยที่สุดและ ขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย มีความจุความชื้นสนามมากที่สุด

ข้อมูลการวิเคราะห์ ความชื้นหลังนำวัสดุปลูกแช่ในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

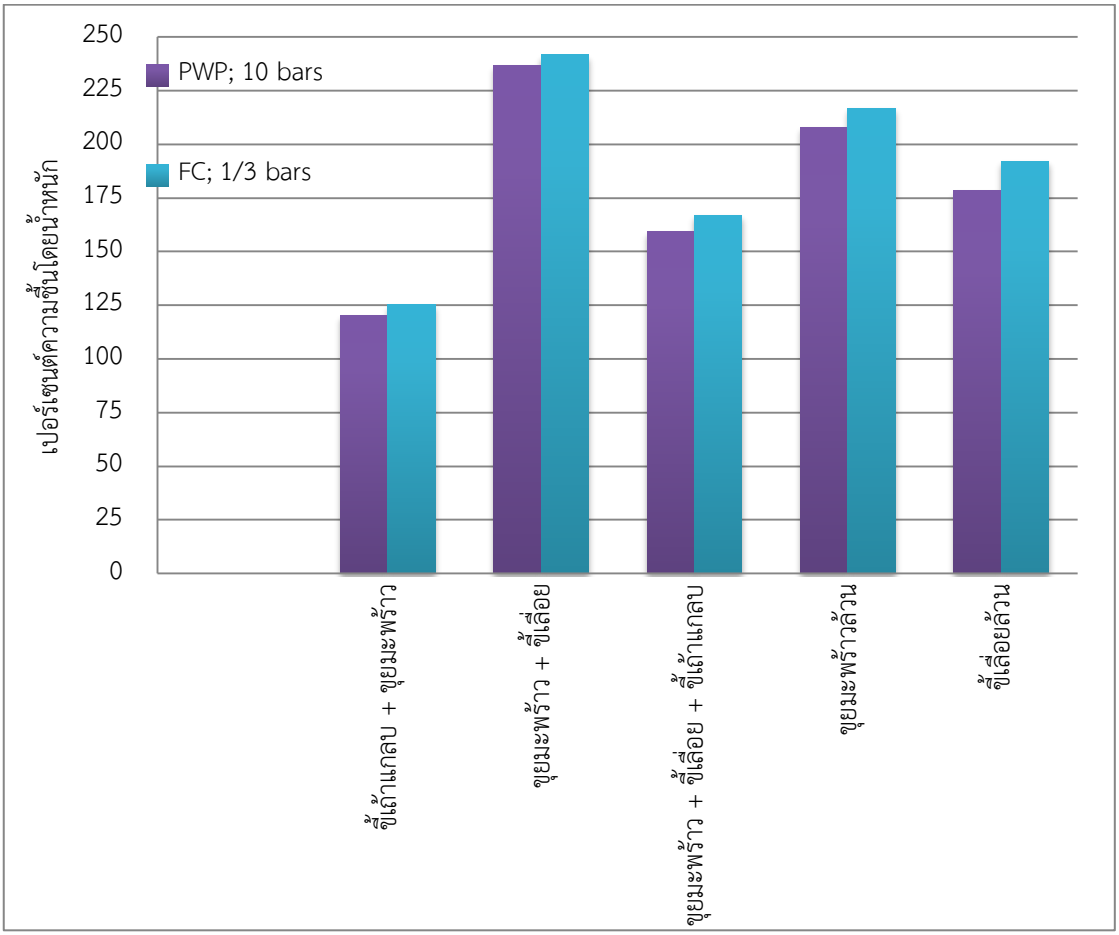
- ขี้เถ้าแกลบผสมขุยมะพร้าว มีความชื้น 128.81% โดยน้ำหนัก
- ขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย มีความชื้น 247.49% โดยน้ำหนัก
- ขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อยผสมขี้เถ้าแกลบ มีความชื้น 170.98% โดยน้ำหนัก
- ขุยมะพร้าวล้วน มีความชื้น 222.17% โดยน้ำหนัก
- ขี้เลื่อยล้วน มีความชื้น 198.64% โดยน้ำหนัก

จะเห็นได้ว่า ขี้เถ้าแกลบผสมขุยมะพร้าว มีความชื้นน้อยที่สุดและ ขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย มีความชื้นมากที่สุด

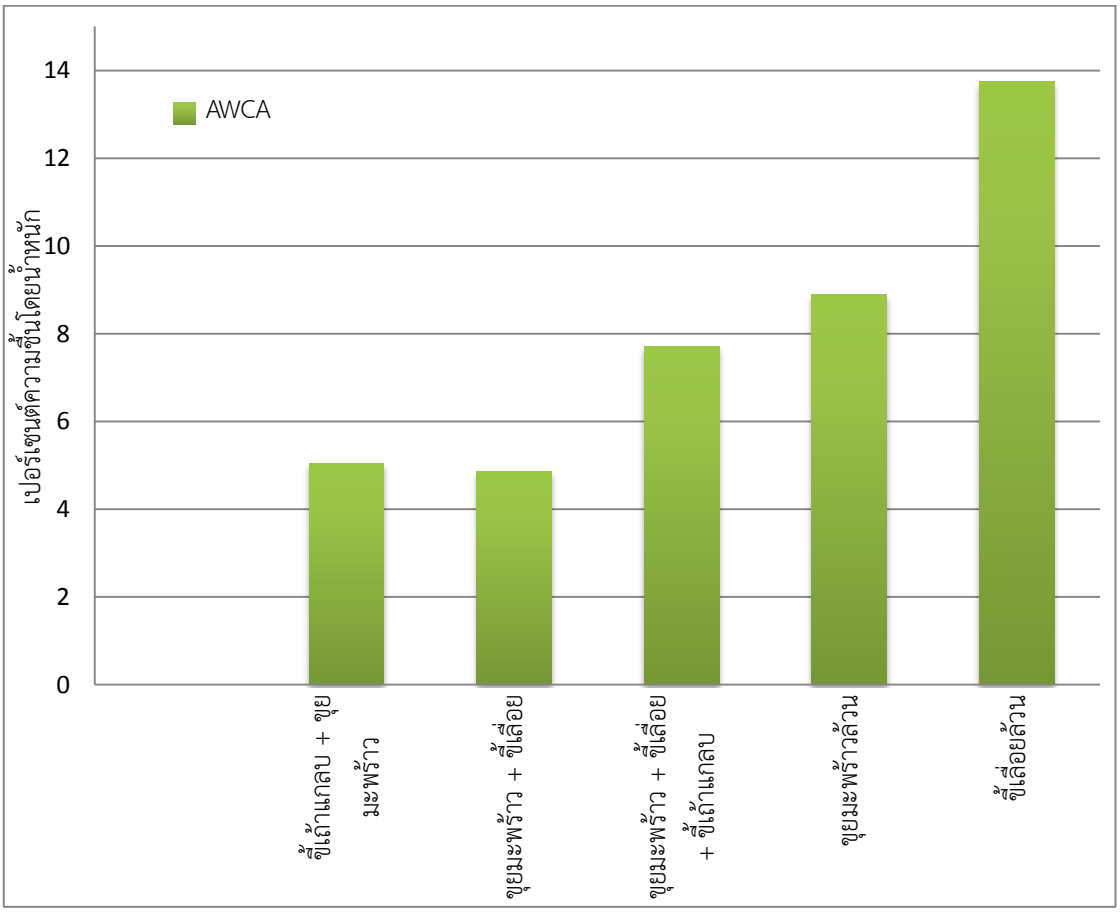
จากผลการทดลอง เลือกขี้เลื่อย ที่มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำสูงสุดที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ดังตารางที่ 6 และมีความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉา 178.34% โดยน้ำหนัก มีความจุความชื้นสนาม 192.1 % โดยน้ำหนัก และมีความชื้นหลังนำวัสดุปลูกแช่ในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง 198.64% โดยน้ำหนัก

ตารางที่ 6 ข้อมูลการวิเคราะห์

ความชื้นของวัสดุปลูก	ขี้เถ้าแกลบ + ขุยมะพร้าว	ขุยมะพร้าว + ขี้เลื่อย	ขุยมะพร้าว + ขี้เลื่อย + ขี้เถ้าแกลบ	ขุยมะพร้าวล้วน	ขี้เลื่อยล้วน
*AWCA (% by weight)	5.04	4.86	7.71	8.90	13.76
**PWP ; 10 bars (% by weight)	120.29	236.87	159.32	207.93	178.34
***FC ; 1/3 bars (% by weight)	125.33	241.73	167.03	216.83	192.10
ความชื้นหลังนำวัสดุปลูกแช่ในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง (% by weight)	128.81	247.49	170.98	222.17	198.64



แผนภูมิที่ 1 ความสามารถในการอุ้มน้ำของวัสดุปลูกหลังนำมาอัดแท่ง ที่จุดเหี่ยวเฉาและความจุความชื้นสนาม



แผนภูมิที่ 2 ความสามารถในการอุ้มน้ำสูงสุดของวัสดุปลูกหลังนำมาอัดแท่ง ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

*AWCA = ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำสูงสุดที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (available water capacity)

**PWP = จุดเหี่ยวเฉา (permanent wilting point)

***FC = ค่าความจุความชื้นสนาม (field capacity)

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

การพัฒนาชุดอุปกรณ์การให้น้ำสวนแนวตั้งต้องทำเลือกวัสดุปลูกจากปริมาณความชื้นธรรมชาติก่อนที่จะนำมาอัดแท่ง โดยมีวัสดุปลูกทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ ขี้เถ้าแกลบ, มวลดินเผา, ขุยมะพร้าว , เปลือกกาแฟและขี้เลื่อย สรุปว่ามวลดินเผานั้นมีปริมาณความชื้นธรรมชาติน้อยมากและมีน้ำหนักมาก นอกจากนี้เปลือกกาแฟถึงแม้ว่าจะมีปริมาณความชื้นธรรมชาติมากที่สุดแต่เมื่อเก็บไว้หลายวัน ก็ขึ้นรา ไม่สามารถนำมาอัดแท่งได้อีกทั้งยังเป็นวัสดุที่มีตามฤดูกาล ดังนั้นจึงเลือกวัสดุปลูกที่นำมาอัดแท่งได้แก่ ขี้เถ้าแกลบ, ขุยมะพร้าว และขี้เลื่อย เมื่อเลือกวัสดุปลูกได้แล้วนำมาผสมกันได้ 7 ตัวอย่าง และนำมาอัดแท่ง มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 8 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 1.5 เซนติเมตร วัสดุปลูกทั้ง 7 ตัวอย่าง นำมาทดสอบความสามารถในการอุ้มน้ำโดยตัดวัสดุที่ความยาว 4 เซนติเมตร โดยที่ขี้เถ้าแกลบล้วน และขี้เลื่อยผสมกับขุยมะพร้าว เมื่อแช่น้ำก่อนจะนำมาทดสอบไม่สามารถคงรูปได้ จึงเหลือวัสดุปลูก 5 ตัวอย่าง โดยที่วัสดุปลูก ขี้เลื่อยล้วน มีความสามารถในการอุ้มน้ำดีที่สุด เพราะความสามารถในการอุ้มน้ำของวัสดุที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมีค่ามากที่สุด คือ 13.76 % โดยน้ำหนัก โดยที่จุดเหี่ยวเฉามีความชื้น 178.34 % โดยน้ำหนัก ค่าความจุความชื้นสนาม มีค่าความชื้น 192.10 % โดยน้ำหนักและความชื้นหลังนำวัสดุปลูกแช่ในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง 198.64% โดยน้ำหนัก

อย่างไรก็ตามการวิจัยครั้งนี้พบว่าขี้เลื่อยล้วนสามารถนำไปใช้เป็นวัสดุปลูกพืชสำหรับใช้เป็นชุดอุปกรณ์การให้น้ำสำหรับสวนแนวตั้งและสามารถใช้ร่วมกับสายยางน้ำซึมได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มตัวอย่างวัสดุปลูก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้น้ำ
2. ควรทดสอบหาค่าความเป็นกรด ด่าง ของวัสดุ
3. ควรนำวัสดุปลูกเมื่อทำการปลูกกับต้นไม้แล้วมาทดสอบปริมาณความชื้นทุกๆวัน เพื่อดูปริมาณน้ำที่พืชใช้
4. เพิ่มตัวประสานวัสดุเวลานำไปอัดแท่ง และทดสอบตัวประสานที่ไม่ทำให้เกิดรอยแตกเวลาให้น้ำ

ปัญหาและอุปสรรคที่ควรระวัง

1. ขั้นตอนการอัดแท่งของวัสดุปลูกนั้น มีรอยแตกบ้างเล็กน้อย ควรจะควบคุมคุณภาพในการอัดแท่งให้ดีกว่านี้
2. เครื่อง Pressure Chamber มีแรงดันมาก จึงควรระมัดระวังในการใช้
3. เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงเขียว มีขั้นตอนและวิธีการใช้ ที่ต้องมีผู้เชี่ยวชาญคอยคุม เพื่อการใช้อย่างปลอดภัย

เอกสารอ้างอิง

เกษมศรี ซับซ้อน.“ปริมาณของน้ำที่จะเป็นประโยชน์แก่พืช”. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://krudaeng.wikispaces.com, 4 มีนาคม 2555.

ใจศิลป์ ก้อนใจ. 2550. “การจัดสวนแนวตั้ง”. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.thainews70.com/news/news-agri/view.php?topic=1659, 13 มิถุนายน 2554.

ชูจิตต์ สงวนทรัพยากร. “การใช้ประโยชน์ข้อมูล จากผลการวิเคราะห์ดิน” [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://e-library.ldd.go.th/Web_KM/Data/re_7.pdf, 23 มีนาคม 2555.

นพวรรณ และอรวรรณ จิราวรรณสถิตย์. 2553. “RAINFOREST สายยางน้ำซึมนวัตกรรมการให้น้ำต้นไม้”. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.manager.co.th/SMEs/ViewNews.aspx?NewsID=9530000155201, 13 มิถุนายน 2554.

บุญทวี จันทะพันธ์ และ พงษ์พัฒน์ แก้วสว่าง. 2552. “สวนแนวตั้ง”. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.slideshare.net/ArtitSongsee/ppt-8999879, 13 มิถุนายน 2554.

พงษ์พันธุ์ พงษ์เกษม. 2553. “TO DAY GARDEN กับธุรกิจออกแบบจัดสวนแนวตั้ง สวนร่วมสมัยของคนเมือง”. ไม้ดอกไม้ประดับ : 74 – 77.

พาสินี สุนากร และ ทรงกลด จารุสมบัติ. 2552. “แผ่นปลูกพืชบนหลังคา (Green Roof Mat)”. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.biofacade.com/Abstract10_THA.html, 13 มิถุนายน 2554.

ลลิตา ชัยเนตร.2554. “ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของอนุภาคดินขนาดต่างๆ”. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก www.ldd.go.th/web_psd/Employee%20Assessment/.../4.../no2.pdf, 8 มีนาคม 2555.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2551. “การปลูกพืชในวัสดุปลูก (Substrate culture)”. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.kmitl.ac.th/hydro/Substratdoc.htm, 13 มิถุนายน 2554.

ภาคผนวก ก.

รูปภาพการทดลอง

วัสดุปลูก (ขุยมะพร้าว, ขี้เถ้าแกลบ, ขี้เลื่อย)

การอัดแท่งวัสดุ

ขี้เถ้าแกลบ + ขุยมะพร้าว

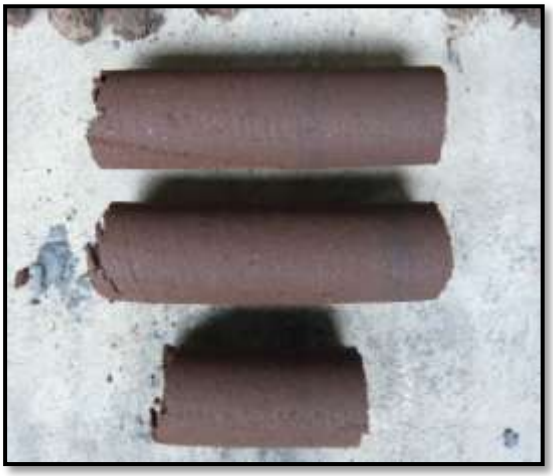
ขี้เถ้าแกลบ + ขุยมะพร้าว วางไว้ 7 วัน

ขี้เถ้าแกลบ + ขี้เลื่อย

ขี้เถ้าแกลบ + ขี้เลื่อย วางไว้ 7 วัน

ขี้เลื่อย + ขุยมะพร้าว

ขี้เลื่อย + ขุยมะพร้าว วางไว้ 7 วัน

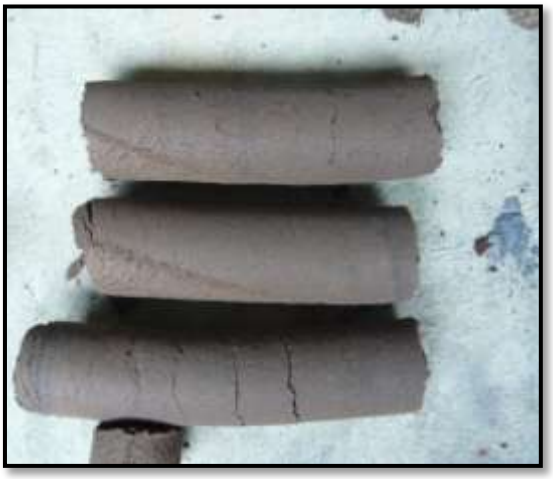


ขุยมะพร้าวล้วน

ขุยมะพร้าวล้วน วางไว้ 7 วัน

ขี้เถ้าแกลบล้วน

ขี้เถ้าแกลบล้วน วางไว้ 7 วัน



ขี้เลื่อยล้วน

ขี้เลื่อยล้วน วางไว้ 7 วัน

ขี้เถ้าแกลบ + ขี้เลื่อย + ขุยมะพร้าว

ขี้เถ้าแกลบ + ขี้เลื่อย + ขุยมะพร้าววางไว้ 7 วัน

เครื่องผสมวัสดุปลูกก่อนการอัดแท่ง

โครงเหล็กและรางสำหรับทำสวนแนวตั้ง

สายยางน้ำซึม

ต้นเดฟเงินสำหรับทดลองปลูก

วัสดุที่อัดแท่งแล้งวางกับชุดอุปกรณ์การให้น้ำ

ทดลองปลูกกับต้นไม้

ขี้เถ้าแกลบกับขี้เลื่อยไม่คงรูปเมื่อทดลองให้น้ำ

ขี้เถ้าแกลบล้วนไม่คงรูปเมื่อทดลองให้น้ำ

ภาคผนวก ข.

วิธีการใช้และบำรุงรักษา

เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงเขียว

เครื่องผสมวัสดุ

และเครื่อง Pressure Chamber

การอัดแท่งวัสดุโดยใช้เครื่องขึ้นรูปเชื้อเพลิงเขียว

เป็นการอัดโดยใช้เครื่องอัดแบบเกลียวหรือสกรู ซึ่งจะสามารถทำได้ทั้งกับวัสดุสดและแห้ง (แต่ถ้าวัสดุมีความชื้นปานกลางจะอัดได้สะดวกและรวดเร็ว) การอัดแท่งเชื้อเพลิงในลักษณะนี้ได้ถือกำเนิดมาจากการอัดถ่านเขียว (green charcoal) ของประเทศฟิลิปปินส์ เมื่อ พ.ศ.2523 ซึ่งค้นพบโดย มร. กอนซาโล คาแทน (Gonzalo O. Catan) และคณะโดยการนำเศษใบไม้ ใบหญ้า ไปหมักให้เน่าเปื่อยด้วยจุลินทรีย์บางชนิดแล้วจึงอัดโดยใช้ตัวเชื่อมประสานจากภายนอกช่วย

เครื่องขึ้นรูปเชื้อเพลิงเขียว ประกอบด้วย

- สกรูอัด (Screwfeeder) ทำจากสแตนเลส
- มอเตอร์ ขนาด 2 แรงม้า (HP.)
- กระบอกรีด (Troat) ทำจากสแตนเลส
- คัปปิ้ง (หน้าแป้นสำหรับต่อเชื่อมเพลา 2 ชุด)
- ลูกปืนตุ๊กตา (UCP 205 - สำหรับประคองเพลา)
- เพลา
- แกนเพลา
- พูลเล่ย์ (มูเล่) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2" , 4" , 6" และ 12?
- สายพาน
- ช่องป้อนวัตถุดิบ ทำจากสแตนเลส
- ถาดกองวัตถุดิบ

การต่อเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงเขียวเข้ากับระบบไฟฟ้า

ใช้หลักการของเครื่องที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าโดยทั่วๆ ไป ผู้ใช้จะต้องตรวจสอบดูว่า แหล่งจ่ายไฟฟ้าสำหรับเครื่องมีขนาด แรงดัน (โวลท์) และความสามารถในการจ่าย กระแสไฟ (แอมป์) ได้เพียงพอและถูกต้อง สำหรับมอเตอร์ที่มใช้ชนิด 2 สาย ใช้ไฟ 220 โวลท์ จ่ายกระแสไฟได้ไม่น้อยกว่า 10 แอมป์ ต่อ 1 เครื่อง การต่อสายไฟจากเครื่องเข้ากับระบบจ่ายไฟจะต้องผ่านคัทเอ้าท์ หรืออุปกรณ์ตัดตอนไฟฟ้า ที่มีฟิวส์หรือระบบป้องกันกระแสเกิน ขนาด 10 แอมป์ เป็นตัวป้องกัน ซึ่งเป็นระบบไฟฟ้าที่ใช้ได้ทั่วไป

ในการอัดแท่งเชื้อเพลิงเขียวนั้น จะใช้วัสดุที่มีความชื้นสูง (สูงกว่า 100 เปอร์เซ็นต์) ดังนั้นก่อนนำไปใช้ก็จะต้องทำให้แห้ง วิธีการที่สะดวกและประหยัด คือการตากแดดโดยตรง นอกจากนี้มีอีกหลายวิธีเช่น

- อบในตู้อบแสงอาทิตย์
- อบด้วยความร้อนจากเตาเผาขยะ
- อบด้วยความร้อนที่เหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม
- อบด้วยความร้อนจากเครื่องทำความร้อน

การใช้และบำรุงรักษาเครื่องขึ้นรูปเชื้อเพลิงเขียว

เครื่องอัดชนิดนี้ทำงานด้วยการอัด (Pressure) หรือแรงดันจากมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 2 แรงม้า ที่ไปหมุนสกรูหรือเกลียว (ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของเครื่องที่ผลิตจากสแตนเลสแทนเหล็ก เพื่อให้มีความทนทานต่อการสึกกร่อน เนื่องจากวัตถุดิบบางชนิดมีส่วนผสมของน้ำตาล) ให้อัดแน่นเป็นแท่งโดยรีดออกมาจากกระบอกรีด (Troat - ทำจากสแตนเลส) ดังนั้นเพื่อเป็นการใช้เครื่องให้ถูกต้องและรักษาเครื่องให้ใช้ได้นาน การปฏิบัติงานก่อนและหลังการอัดแท่งฯ ควรจะดำเนินการดังนี้

- เตรียมกองวัสดุที่ผสมเสร็จแล้วไว้บนถาด สำหรับกองวัตถุดิบ
- เตรียมอุปกรณ์สำหรับรับ แท่งเชื้อเพลิง ที่อัดออกมาได้ เช่น ใช้แผ่นสังกะสี ที่เป็นลอนลูกฟูกเป็นตัวรับ โดยอาจจะทำเป็นแคร่หรือขาตั้ง หรือจะทำเป็นรางเลื่อนก็ได้
- เมื่อพร้อมแล้วจึงเปิดสวิทส์เดินเครื่อง แล้วจึงป้อนวัตถุดิบลงในช่องป้อนโดยใช้ เศษไม้ช่วยเขี่ย
- ก่อนหยุดเครื่องทุกครั้ง ต้องปล่อยให้เครื่องเดินอัดแท่งเชื้อเพลิงออกมาให้หมด อย่าปล่อยให้ตกค้างในกระบอกอัด

- หลังการใช้งาน จะต้องถอดเกลียวอัด, กระบอกรีด, และท่อออกมาล้างทำความสะอาดทุกครั้ง
- ตรวจเช็คและปรับระยะความตึงของสายพานให้เหมาะสมอยู่เสมอ
- ตรวจอัดไข หรือจาระบี เป็นระยะสม่ำเสมอ หรืออย่างน้อยเดือนละครั้ง

เครื่องผสมวัสดุ

ใส่วัสดุปลูกมากกว่าสองชนิดลงในเครื่องผสม เปิดสวิทต์เครื่องผสมจะทำงานด้วยมอเตอร์ ใช้ไฟฟ้า 220 V. สามารถผสมได้ครั้งละ 5 ก.ก. ใช้เวลาผสมครั้งละประมาณ 5 นาที เคลื่อนย้ายสะดวก เพิ่มความคล่องตัวในการทำงาน ด้วยล้อที่รองรับน้ำหนักได้มากผสมได้ ทั้งวัสดุที่แห้ง และเปียก โดยเครื่องไม่มีปัญหา โครงสร้างของเครื่องทำด้วยเหล็กหนาอย่างดี ทนทานในการใช้งาน

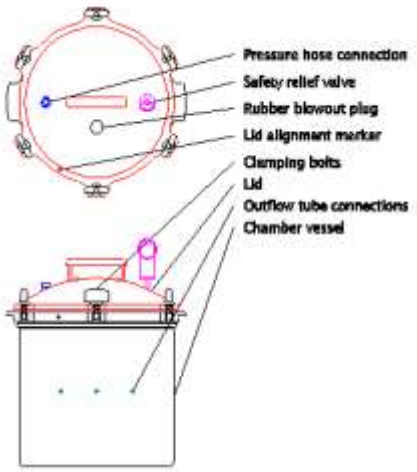
เครื่อง Pressure Chamber

Low-Pressure Chamber

The low-pressure chamber is an inexpensive pressure vessel used in soil-moisture and water-retention analyses. The chamber is safe for use to a maximum pressure of 1 bar (100 kPa). The low-pressure chamber is constructed of aluminum.

The large-volume chamber can accommodate several porous ceramic plates at once, allowing many soil samples to be analyzed concurrently. A quick-connect fitting allows easy connection to a compressor/manifold unit or other source of pressurized air.

Safety-relief features prevent over-pressurization, assuring safe operation of the system. A safety-relief valve releases pressure automatically if the pressure exceeds 1.3 bar (130 kPa), and can also be used to manually reduce the pressure inside the chamber. A blowout plug prevents over-pressurization of the chamber.



รูปที่ 1 Low-pressure chamber components

(ที่มาจาก Earth Systems Solutions:

http://www.earthsystemssolutions.com/assets/extractors.html)

Pressure chamber vessel

The pressure chamber is a low-pressure vessel which contains the regulated air pressure.

Lid

The lid closes and seals the pressure vessel. Six clamping bolts on the pressure chamber vessel hold the lid securely when the chamber is pressurized.

Lid alignment markers

The lid and pressure chamber are designed to fit together tightly and form an air-tight seal without the use of an O-ring or gasket. In order to form this seal, the lid must be aligned properly prior to closing and sealing the chamber. Triangular alignment marks, found on the top surface of the lid flange and on the side of the pressure chamber, are used to properly orient the lid.

Pressure hose connection

A quick-connect fitting is used to connect the pressurized air-supply hose to the pressure chamber. The quick-connect fitting allows the hose to be quickly and easily attached and removed.

Safety relief valve

The safety relief valve ensures that the extractor chamber is not over-pressurized. The valve is set to open and release pressure when the air pressure exceeds approximately 20 psi (1.3 bars or 130 kPa). The valve automatically resets when the excess pressure is released. The valve can also be operated manually to release pressure in the chamber by pulling the release ring, which opens the valve immediately.

Rubber blowout plug

The blowout plug is a secondary safety device which releases pressure if the pressure inside the chamber becomes unsafe. The rubber plug is blown out of the lid and the pressure is released immediately. The plug must then be reinstalled in the lid before the chamber can be pressurized again.

Outflow tube connections

The outflow tube connections allow attachment of outflow tubes to the porous plates inside the chamber. The outflow tubes carry water displaced from soil samples due to the air pressure inside the chamber.

Specifications:

Dimensions:	outside maximum: 16 in (41 cm) diameter x 20 in (50 cm) high inside chamber: 12 in (30 cm) diameter x 12 in (308 cm) deep
Weight:	9 kg (20 lbs)
Pressure range:	0 to 1 bar (0 to 100 kPa)
Safety features:	pressure-relief valve set to release at 1.3 bar (130 kPa) rubber blowout plug
Construction:	aluminum pressure vessel and lid six clamping bolts

High-Pressure Chamber

รูปที่ 2 High-Pressure Chamber

(ที่มาจาก Earth Systems Solutions:

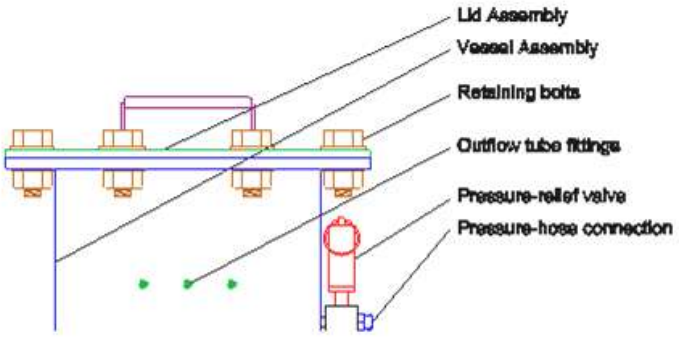
http://www.earthsystemssolutions.com/assets/extractors.html)

The high-pressure chamber is used in soil-moisture and water-retention analyses. The chamber is safe for use to a maximum pressure of 15 bar (1500 kPa).

The chamber and lid are constructed of heavy-wall steel. Eight high-strength bolts clamp the lid and seal the chamber securely. Each high-pressure chamber is hydrostatically tested to 500 psi (34 bar or 3400 kPa) to ensure its safety.

The chamber can accommodate several porous ceramic plates at once, allowing many soil samples to be analyzed concurrently. A quick-connect fitting allows easy connection to the compressor/ manifold unit or other source of pressurized air.

A safety-relief valve prevents over-pressurization, assuring safe operation of the system. The safety-relief valve automatically releases pressure if the pressure inside the chamber exceeds 17 bar (1700 kPa). The valve can also be used to manually reduce the pressure inside the chamber



รูปที่ 3 High-pressure chamber components

(ที่มาจาก Earth Systems Solutions:

http://www.earthsystemssolutions.com/assets/extractors.html)

Pressure chamber vessel

The pressure chamber is a high-pressure vessel which contains the regulated air pressure. The heavy-wall steel chamber is built to withstand very high pressures, and each unit has been hydrostatically tested and certified to withstand 500 psi (34 bar or 3400 kPa) pressure.

Lid

The lid closes and seals the pressure vessel. Eight Grade-9 high-strength clamping bolts hold the lid securely when the chamber is pressurized.

Pressure hose connection

A quick-connect fitting is used to connect the pressurized air-supply hose to the pressure chamber. The quick-connect fitting allows the hose to be quickly and easily attached and removed.

Safety relief valve

The safety relief valve ensures that the extractor chamber is not over-pressurized. The valve is set to open and release pressure when the air pressure exceeds approximately 250 psi (17 bars or 1700 kPa). The valve automatically resets when the excess pressure is released. The valve can also be operated manually to release pressure in the chamber by pulling the release ring, which opens the valve immediately.

Outflow tube connections

The outflow tube connections allow attachment of outflow tubes to the porous plates inside the chamber. The outflow tubes carry water displaced from soil samples due to the air pressure inside the chamber.

Specifications:

Dimensions:	outside maximum: 18 in (46 cm) diameter x 13 in (33 cm) high inside chamber: 12 in (30 cm) diameter x 8 in (20 cm) deep
Weight:	39 kg (85 lbs)
Pressure range:	0 to 15 bar (0 to 1500 kPa)
Safety features:	pressure-relief valve set to release at 17 bar (1700 kPa)
Construction:	steel pressure vessel and lid eight high-strength clamping bolts hydrostatically tested and certified to 500 psi (34 bar, 3400 kPa)