

Received: Jun 9, 2025

Revised: Dec 24, 2025

Accepted: Dec 26, 2025

การหาส่วนผสมดินปลูกที่เหมาะสมต่อคุณสมบัติของดินปลูกและการเจริญเติบโตของแตงโมสายพันธุ์ ตอปีโดลูกผสมควีนเลดี้ F1 ด้วยวิธีการออกแบบการทดลองแบบส่วนผสม

OPTIMIZATION OF GROWING MEDIA COMPOSITION FOR SOIL PROPERTIES AND GROWTH OF TORPEDO HYBRID QUEEN LADY F1 WATERMELON USING MIXTURE DESIGN EXPERIMENTAL METHOD

พกา มาศ แทนแก้ว ธรณฤทธิ์ ชิงภูเขียว* ศิริวัฒน์ สุรชิตเวศย์
¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

Pakamas Thaenkaew, Ronnarit Khuengphukhiao,* Sirawat Surachotivet

¹Faculty of Engineering, Pathumwan Institute of Technology

*Corresponding author: Email: ronna_rit@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาส่วนผสมของวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินปลูกและอัตราการเจริญเติบโตของแตงโมสายพันธุ์ตอปีโดลูกผสมควีนเลดี้ F1 โดยใช้การออกแบบการทดลองแบบส่วนผสม (Mixture Design) โดยวัสดุปลูกที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าว มูลวัว แกลบดำ และดินปลูกเพื่อการค้า ในอัตราส่วนที่ต่างกันตามแผนการทดลองแบบส่วนผสม แล้วทำการวิเคราะห์ผลของอัตราการเจริญเติบโตของต้น อัตราการเจริญเติบโตของจำนวนใบ อัตราการเจริญเติบโตของขนาดลำต้น ในส่วนของการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุปลูก ประกอบด้วย ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และต้นทุนต่อถุง ผลการศึกษาพบว่า ส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดคือ ขุยมะพร้าวร้อยละ 15 กาบมะพร้าวร้อยละ 15 มูลวัวร้อยละ 20 แกลบดำร้อยละ 15.54 และดินปลูกเพื่อการค้าร้อยละ 34.47 ซึ่งทำให้อัตราการเจริญเติบโตของต้นร้อยละ 76.97 อัตราการเจริญเติบโตของจำนวนใบร้อยละ 21.30 อัตราการเจริญเติบโตของขนาดลำต้นร้อยละ 0.732 ต้นทุนถุงละ 12.29 บาท ค่าการนำไฟฟ้า (EC) 2.19 (dS/m) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 7.2

คำสำคัญ: การออกแบบการทดลองแบบส่วนผสม, อัตราการเจริญเติบโตของแตงโม, สมบัติทางเคมีของดินปลูก

Abstract

This study aimed to determine the optimal composition of growing media that enhances the chemical properties of the growing substrate and the growth performance of Torpedo Hybrid Queen Lady F1 watermelon using a mixture design experimental approach. The growing media materials evaluated in this study consisted of coconut coir, coconut husk, cow manure, carbonized rice husk, and commercial growing soil which were combined in different proportions according to the mixture design matrix. The growth responses analyzed included the growth rate of plant height leaf number, and stem diameter. In addition, the physicochemical properties of the growing media were assessed, including electrical conductivity (EC) pH and cost per planting bag. The results indicated that the optimal growing media composition comprised 15 percentage coconut coir, 15 percentage coconut husk 20 percentage cow manure 15.54 percentage carbonized rice husk and 34.47percentage commercial growing soil. This mixture resulted in a plant height growth rate of 76.97

Keywords: Mixture Design Experimental Methodology, Watermelon Growth Rate, Chemical Properties of Growing

บทนำ

แตงโม (*Citrullus lanatus* (Thunb.)) เป็นพืชในวงศ์ Cucurbitaceae ซึ่งอยู่ในตระกูลเดียวกับแคนตาลูป ฟักทอง และแตงกวา แตงโมมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ซึ่งอุดมไปด้วยสารอาหารสำคัญหลายชนิด ได้แก่ ไลโคปีน (Lycopene) วิตามินเอ วิตามินซี ซิทริลลิน (Citrulline) โพแทสเซียม วิตามินบี และเส้นใยอาหาร นอกจากนี้ แตงโมยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เกษตรกรทำการเพาะปลูกแตงโมใน 63 จังหวัด มีพื้นที่เพาะปลูกรวม 61,859 ไร่ สามารถสร้างผลผลิตได้ 93,654,527 กิโลกรัม ซึ่งสร้างรายได้เป็นจำนวนมากให้แก่เกษตรกรไทย (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2024) ซึ่งในการปลูกแตงโมขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณภาพของวัสดุปลูกและดินที่เหมาะสม การใช้วัสดุปลูกที่เหมาะสมจะมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการปลูกแตงเทศ วัสดุปลูกที่นิยมใช้ได้แก่ ขุยมะพร้าว ทรายหยาบ กากกะหล่ง ถ่านแกลบ และแกลบเป็นต้น มีรายงานว่าเมื่อนำขุยมะพร้าวมาผสมกับวัสดุปลูกทำให้การเจริญเติบโตดีกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้วัสดุปลูกที่ประกอบด้วยดินร่วนหรือทรายเพียงอย่างเดียว ซึ่งวัสดุปลูกที่มีขุยมะพร้าวเป็นส่วนผสม ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตดี เนื่องจากมีการเก็บความชื้นและมีการระบายอากาศได้ดีขึ้น วิทยา สุริยาภณานนท์ (1980) รายงานว่า แกลบดำ นำมาเป็นวัสดุปรับปรุงดินเพื่อช่วยเพิ่มความร่วนซุย เพิ่มแร่ธาตุ ช่วยให้ ดินอุ้มน้ำได้ วัสดุในการเพาะปลูกจึงมีความสำคัญและจำเป็นต่อการเพาะปลูกพืชอย่างมาก ควรเป็นวัสดุที่มีคุณภาพ และมีธาตุอาหารที่พืชต้องการทำให้พืชปลูกเจริญเติบโตได้ดี การใช้ขุยมะพร้าวปลูกแตงเทศสายพันธุ์กรีนเน็ต 1778 (green net 1778) ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินให้ผลผลิตที่ดีที่สุด เนื่องจากขุยมะพร้าวมีการอุ้มน้ำ ระบายน้ำ และ ระบายอากาศได้ดีกว่าพีทมอส ทำให้แตงเทศดูดธาตุอาหารไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (นภาพร จิตต์ศรัทธา และวัชรวิทย์ รัชมี, 2019) นอกจากนี้ สมิตรา สุปินราช และคณะ (2016) กล่าวว่า การใช้วัสดุปลูก คือ แกลบดิบ แกลบดำ ดินร่วน ปุ๋ยคอก และปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 อัตราส่วน 3 : 1 : 1 : 0.50 : 0.25 ทำให้ความสูงต้น ความกว้าง และทรงพุ่มดีที่สุด สมิตรา สุปินราช และอิศร สุปินราช (2018) กล่าวว่า การใช้วัสดุปลูกได้แก่ ขุยมะพร้าว ปุ๋ยคอก ทราย ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 อัตรา 1 : 2 : 1 : 1 : 0.25 มีผลต่อการเจริญเติบโตด้านความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่มจำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ น้ำหนักสด และความยาวรากดีที่สุด

วัสดุปลูกที่ใช้กันทั่วไป เช่น พีทมอส ขุยมะพร้าว ทราย และวัสดุอินทรีย์หมัก วัสดุปลูกยังคงมีข้อจำกัดสำคัญในด้านความยั่งยืน คุณภาพที่ไม่สม่ำเสมอ และต้นทุนในการจัดการกำหนดสัดส่วนที่เหมาะสมของวัสดุปลูกแต่ละชนิดด้วยวิธีการปรับเปลี่ยนตัวแปรทีละปัจจัย (one-factor-at-a-time) จึงยังไม่สามารถอธิบายผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ได้อย่างครบถ้วน อีกทั้งยังต้องใช้จำนวนการทดลองมากและสิ้นเปลืองทรัพยากร (Fukuda et al., 2018) การประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลองเชิงสถิติ (Design of Experiments: DOE) โดยเฉพาะการออกแบบการทดลองแบบส่วนผสม (Mixture Design) ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ผลของตัวแปรหลายตัวพร้อมกันผลลัพธ์ของระบบขึ้นอยู่กับสัดส่วนสัมพัทธ์ขององค์ประกอบแต่ละชนิดที่รวมกันเป็นร้อยละ 100 ช่วยให้สามารถวิเคราะห์ทั้งผลเชิงเดี่ยวและผลเชิงปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบในสูตรได้อย่างเป็นระบบและลดจำนวนการทดลองลงได้อย่างมีนัยสำคัญ (Romo et al., 2024) แม้ว่าจะมีงานวิจัยจำนวนมากที่มุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุปลูกแต่การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับพืชแตงโมโดยเฉพาะยังมีจำนวนจำกัด โดยเฉพาะในสายพันธุ์ลูกผสมเชิงการค้า เช่น Torpedo Hybrid Queen Lady F1 ซึ่งมีความต้องการน้ำและธาตุอาหารในระดับสูง และมีความไวต่อสภาพแวดล้อมของระบบราก การเลือกสูตรวัสดุปลูกที่ไม่เหมาะสมอาจส่งผลกระทบต่อ การพัฒนาระบบราก การดูดใช้ธาตุอาหาร และอัตราการเจริญเติบโตของพืชในระยะเริ่มต้น (Nurin et al., 2024) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาค้นหาส่วนผสมของวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแตงโมสายพันธุ์ตอปีโตลูกผสมควีนเลดี้ F1 โดยการใช้วัสดุปลูกอินทรีย์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าว มูลวัว แกลบดำ และดินปลูกเพื่อการค้า และมีอัตราส่วนตามการออกแบบการทดลองแบบส่วนผสม โดยใช้ผลของอัตราการเจริญเติบโตของความสูงของต้น อัตราการเจริญเติบโตของจำนวนใบ อัตราการเจริญเติบโตของขนาดลำต้น ในส่วนของการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุปลูกประกอบด้วย ค่า EC ค่า pH และต้นทุนต่อถุง เพื่อให้ได้ส่วนผสมที่เหมาะสมตามผลที่ต้องการ

วัตถุประสงค์

เพื่อหาส่วนผสมของวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินปลูกและอัตราการเจริญเติบโตของแตงโมสายพันธุ์ตอปีโตลูกผสมควีนเลดี้ F1 ของวัสดุปลูก 5 ส่วนผสม ได้แก่ ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าว มูลวัว แกลบดำ และดินปลูก เพื่อการคำนวณที่เหมาะสมได้แก่อัตราการเจริญเติบโตของความสูงของต้น (ร้อยละ) อัตราการเจริญเติบโตของจำนวนใบ (ร้อยละ) และอัตราการเจริญเติบโตของขนาดลำต้น ในส่วนของการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุปลูก ประกอบด้วย ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และต้นทุนต่อถุง

ขอบเขตของการวิจัย

1. ทำการศึกษารวบรวมวัสดุปลูก 5 ส่วนผสม ได้แก่ ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าว มูลวัว แกลบดำ และดินปลูกเพื่อการคำนวณ
2. การเจริญเติบโตของแตงโม ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของความสูงของต้น (ร้อยละ) อัตราการเจริญเติบโตของจำนวนใบ (ร้อยละ) และอัตราการเจริญเติบโตของขนาดลำต้น ในส่วนของการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุปลูก ประกอบด้วย ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และต้นทุนต่อถุง

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดให้วัสดุปลูกมี 5 ส่วนผสม ได้แก่ ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าว มูลวัว แกลบดำ และดินปลูกเพื่อการคำนวณ มาทำการทดลองตามวิธีการออกแบบการทดลองแบบ D-optimal ซึ่งเป็นการออกแบบส่วนผสมแบบมีข้อจำกัด ข้อจำกัดของแต่ละส่วนผสมที่ทำการศึกษานางานวิจัยมีหน่วยเป็นร้อยละโดยน้ำหนักแสดงในตารางที่ 1

การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุปลูก ประกอบด้วย ต้นทุน ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) เป็นไปตามคู่มือวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์ กรมวิชาการเกษตรโดยทำการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในสัดส่วนระหว่างวัสดุต่อน้ำ 1 : 2 ด้วยเครื่อง pH meter ยี่ห้อ OHAUS รุ่น Starter 3100 วิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในสัดส่วนระหว่างวัสดุต่อน้ำ 1 : 10 ด้วยเครื่อง conduct meter ยี่ห้อ METTLER TOLEDO ในขณะที่การวัดผลอัตราการเจริญเติบโตของแตงโม ได้แก่ ความยาวของต้น จำนวนใบ และขนาดลำต้น ซึ่งทำการวัดและบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตหลัง 7 วัน และ 45 วัน หลังย้ายปลูก ระยะเวลาของงานวิจัยตั้งแต่วันที่ 15 พฤศจิกายน 2567 ถึง 2 มกราคม 2568 โดยมีรายละเอียด ได้แก่ การเจริญเติบโตของความสูงของต้นแตงโม โดยทำการใช้สายวัด (MuSi HOME E-3, ความละเอียด 1 เซนติเมตร) วัดจากโคนต้นระดับผิวดินถึงยอดสูงสุดของต้นแตงโม แล้วทำการบันทึกค่าจากสายวัดที่อ่านค่าที่ได้ ในส่วนของการเจริญเติบโตของจำนวนใบของแตงโม โดยนับจำนวนใบทั้งหมดต่อต้น แล้วนำค่าที่ได้มาบันทึกเป็นจำนวนใบต่อต้น การเจริญเติบโตของขนาดลำต้นแตงโมใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ยี่ห้อ MEXCO ความละเอียด 0.001 นิ้ว วัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ความสูง 10 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ แล้วทำการบันทึกค่าเป็นเซนติเมตรเมื่อได้ค่าทั้งหมดแล้วนำมาคำนวณตามสมการที่ 1

$$\text{อัตราการเจริญเติบโต (ร้อยละ)} = \frac{\text{ค่าที่วัดวันสุดท้าย} \times \text{ค่าที่วัดวันเริ่มต้น}}{\text{จำนวนวันที่วัด} \times \text{ค่าที่วัดวันเริ่มต้น}} \times 100 \quad (1)$$

ตารางที่ 1 ส่วนผสมและข้อจำกัดของส่วนผสมที่นำไปใช้ในการออกแบบการทดลอง

ส่วนผสม	สัญลักษณ์	ข้อจำกัด	
		ค่าต่ำ (ร้อยละ โดยน้ำหนัก)	ค่าสูง (ร้อยละ โดยน้ำหนัก)
ขุยมะพร้าว	A	15	20
กาบมะพร้าว	B	15	20
มูลวัว	C	20	25
แกลบดำ	D	15	20
ดินปลูกเพื่อการคำนวณ	E	30	35

การปลูกและดูแลรักษา

1. การเตรียมต้นกล้าใช้แต่งโมสายพันธุ์ตอปีโตลูกผสมควีนเลดี้ F1 เนื้อสีส้ม เนื้อแน่น หวาน สีเปลือกเขียวอ่อนสลักลายเขียวเข้ม ความหวาน 14-15 บริกซ์ อายุการเก็บเกี่ยว 60-65 วัน หลังหยอดเมล็ด ทำการเพาะกล้าในถาดเพาะ
2. จัดวางถุงปลูกตามแผนการทดลองแบบส่วนผสม (Mixture Design) เรียงตามลำดับ 1-20 ตามลำดับ แต่ละแถวระยะห่างระหว่างถุง 20 เซนติเมตร
3. ทำการย้ายต้นกล้าที่มีอายุ 21 วัน ลงในถุงปลูกขนาด 8×16 นิ้ว ที่ทำการผสมตามอัตราส่วนของแผนการทดลองแบบส่วนผสม Mixture Design ปลูก 1 ต้นต่อถุง หลังจากนั้นรดน้ำให้ชุ่มทุกถุง
4. การให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดวันละ 2 ครั้ง เช้าและเย็น ให้น้ำครั้งละ 10 นาที (ปริมาณน้ำ 200 มิลลิลิตรต่อครั้งต่อถุง) จนถึงวันเก็บเกี่ยวผลผลิต และหากต้นแต่งโมงแสดงอาการเหี่ยวหรืออากาศได้รับน้ำไม่เพียงพอให้รดน้ำเพิ่มจนดินปลูกชื้น
5. การให้ปุ๋ยในช่วงระยะการเจริญเติบโต ในช่วงอายุ 7 วัน หลังจากที่ดินพีชมีใบจริง 2-3 ใบ ให้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 ในอัตรา 5 กรัมต่อถุง เมื่อพีชอายุ 14 วัน ให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 โดยใช้อัตรา 5 กรัมต่อถุง ในระยะอายุ 21 วัน ให้ปุ๋ยสูตร 20-20-0 ในอัตรา 5 กรัมต่อถุง และเมื่ออายุ 42 วัน ให้ปุ๋ยสูตร 13-13-21 ในอัตรา 5 กรัมต่อถุง

ผลการดำเนินการ

ตารางที่ 2 ผลของอัตราการเจริญเติบโตของความสูงของต้น อัตราการเจริญเติบโตของจำนวนใบ อัตราการเจริญเติบโตของขนาดลำต้น ต้นทุน EC และ ค่า pH

ส่วนผสมที่	A	B	C	D	E	PH.	NoS.	SoS.	Cost	EC (dS/cm)	pH
1	15.0	15.6	22.6	15.0	31.8	43.72	21.96	1.2	12.16	0.84	7.5
2	15.0	15.0	20.0	20.0	30.0	52.81	23.19	0.25	12.06	1.7	7.2
3	19.5	15.0	20.5	15.0	30.0	72.22	21.48	0.68	12.56	2.23	6.8
4	15.0	15.0	20.0	15.0	35.0	68.33	20	0.74	12.31	2.54	6.9
5	17.0	15.8	22.2	15.0	30.0	81.11	25.93	0.65	12.33	0.72	7.3
6	15.0	16.7	21.4	17.0	30.0	53.88	23.7	0.28	12.24	1.38	7.2
7	15.0	20.0	20.0	15.0	30.0	72.92	23.56	0.93	12.69	1.45	6.9
8	17.8	15.0	20.0	16.3	30.8	60.74	17.04	0.3	12.42	1.52	7.3
9	15.0	15.0	25.0	15.0	30.0	54.61	21.5	0.58	11.94	1.55	7
10	15.0	15.0	20.0	17.3	32.7	85	24.1	0.59	12.2	1.58	7.8
11	15.0	15.0	22.9	17.1	30.0	66.81	22.96	0.23	11.99	1.17	7.9
12	15.0	17.1	20.0	15.0	32.9	65.8	21.62	0.34	12.47	1.09	7.2
13	17.2	16.5	20.0	16.3	30.0	47.27	25.68	0.48	12.49	1.52	8.1
14	17.4	15.0	21.3	15.0	31.3	56.19	15.78	0.63	12.37	1.6	7.4
15	17.7	16.3	20.0	15.0	31.0	50	24.44	0.14	12.58	1.76	7.9
16	15.6	17.9	20.0	15.7	30.8	46.11	22.4	0.32	12.54	1.8	7.4
17	16.2	15.2	21.4	16.5	30.7	63.7	18.56	0.28	12.21	1.18	7.9

ส่วนผลสมที่	A	B	C	D	E	PH.	NoS.	SoS.	Cost	EC (dS/cm)	pH
18	16.3	15.6	20.0	15.7	32.3	65.88	16.21	0.28	12.41	1.42	7.3
19	15.0	15.0	20.0	20.0	30.0	44.44	21.11	0.14	12.06	2.09	7.6
20	15.0	15.0	25.0	15.0	30.0	66.26	19.12	0.36	11.94	1.68	7.1

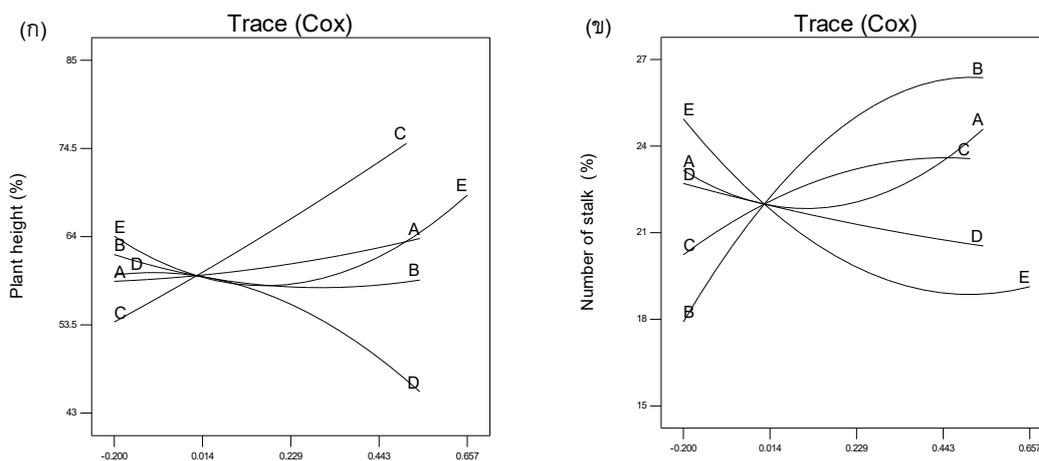
*หมายเหตุ PH. คือ อัตราการเจริญเติบโตของความสูงของต้น NoS. คือ อัตราการเจริญเติบโตของจำนวนใบ
SoS. คือ อัตราการเจริญเติบโตของขนาดลำต้น Cost คือ ต้นทุน
EC คือ ค่าการนำไฟฟ้า pH คือ กรด-ด่าง

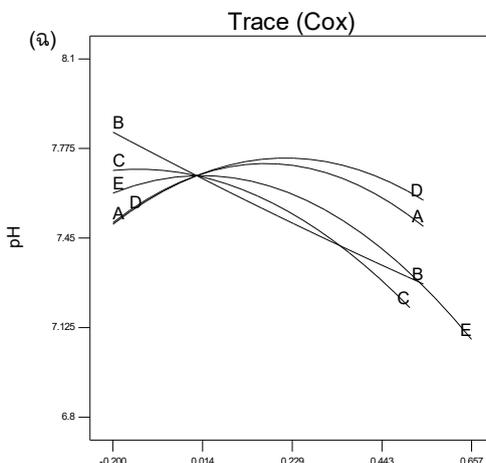
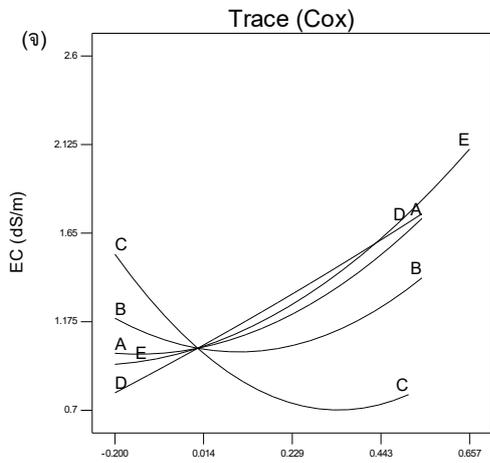
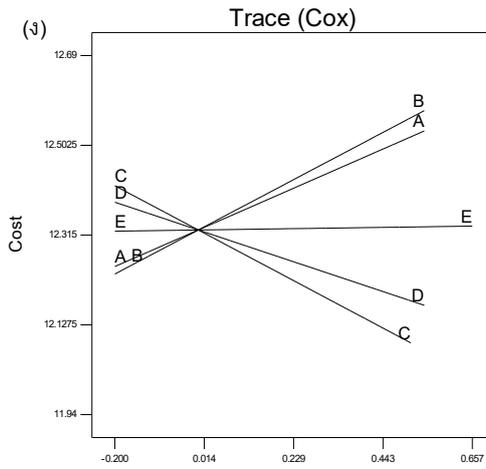
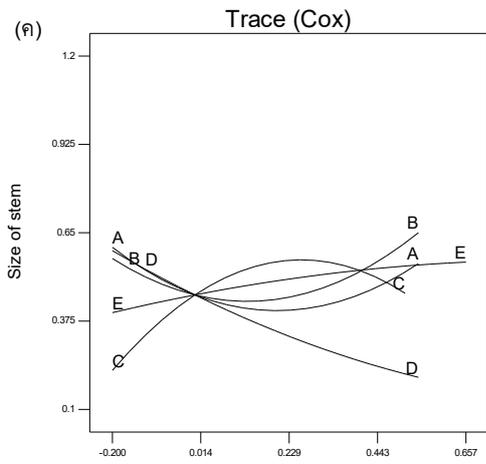
ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของอัตราการเจริญเติบโตของความสูงของต้น อัตราการเจริญเติบโตของจำนวนใบ อัตราการเจริญเติบโตของขนาดลำต้น EC และ ค่า pH

สมบัติทางเคมีวัสดุปลูกและการเจริญเติบโตของแตงโม	สมการถดถอย	R ²	R ² _{Adj.}
อัตราการเจริญเติบโตของความสูงของต้น (ร้อยละ)	ความยาวของต้น (ร้อยละ) = $-41.99A + 51.71B + 82.09C - 134.16 + 36.67E - 3.86AB + 4.60AC - 5.26CE + 4.15DE$	0.77	0.61
อัตราการเจริญเติบโตของจำนวนใบ (ร้อยละ)	จำนวนของแขนงใบ (ร้อยละ) = $27.43A - 27.70B - 4.69C - 4.42D + 22.96E + 1.56AB - 1.85AE$	0.79	0.69
อัตราการเจริญเติบโตของขนาดลำต้น (ร้อยละ)	ขนาดของลำต้น (ร้อยละ) = $3.18A + 3.52B - 4.45C + 0.70D + 0.05E - 0.11AE - 0.07BD - 0.09BE + 0.14CE$	0.88	0.80
Cost	Cost = $0.19A + 0.20B + 0.05C + 0.07D + 0.12E$	0.99	0.99
EC	EC = $2.59A + 1.5B + 1.61C + 1.89D + 2.49E - 1.86AB - 2.84AC - 4.75AD - 1.43AE - 8.57BC + 5.27BD - 3.8BE - 2.09CD - 2.05CE - 2.51DE$	0.93	0.75
pH	pH = $-1.83A - 1.85B - 3.43C - 2.95D - 1.87E + 0.27AB + 0.12CD + 0.13CE + 0.01DE$	0.84	0.72

ตารางที่ 2 แสดงผลของอัตราการเจริญเติบโตของความสูงของต้น อัตราการเจริญเติบโตของจำนวนใบ อัตราการเจริญเติบโตของขนาดลำต้น ต้นทุน ค่า EC และ ค่า pH ตามแผนการออกแบบการทดลองแบบส่วนผสมโดยมี 3 ตัวอย่าง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ผลการทดลองในตารางที่ 2 สามารถนำมาวิเคราะห์เลือกรูปแบบจำลองการถดถอยทางสถิติของอัตราการเจริญเติบโตของความสูงของต้น อัตราการเจริญเติบโตของจำนวนใบ อัตราการเจริญเติบโตของขนาดลำต้น ต้นทุน ค่า EC และ ค่า pH โดยใช้โปรแกรมสำเร็จ Design-Expert version 7.0 ซึ่งแสดงในตารางที่ 3 รูปแบบทางสถิติของอัตราการเจริญเติบโตของแตงโม ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของความสูงของต้น (ร้อยละ) อัตราการเจริญเติบโตของจำนวนใบ (ร้อยละ) และอัตราการเจริญเติบโตของขนาดของลำต้น (ร้อยละ) ส่วนของสมบัติทางเคมีของดินปลูก ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และค่าความเป็นกรดด่าง (pH) มีรูปแบบเชิงเส้นโค้ง (quadratic model) โดยมีค่า p-value ของแต่ละรูปแบบน้อยกว่า 0.05 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบจำลองมีของสมการถดถอยที่ได้มีความเหมาะสม สำหรับข้อมูลและสามารถยอมรับรูปแบบสมการถดถอยนั้นได้ ในขณะที่เดียวกันค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R²) และค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดปรับแล้ว (R²_{Adj.}) ของแต่ละรูปแบบมีค่าสูงใกล้เคียง 1 ซึ่งเป็นการยืนยันให้เห็นว่าสมการถดถอยสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณส่วนผสมของส่วนผสมทั้งห้าชนิด, อัตราการเจริญเติบโตของแตงโมและสมบัติทางเคมีของดินปลูกอย่างเหมาะสม ภาพที่ 1 (ก) (ข) (ค) (ง) (จ) และ (ฉ) เป็นกราฟ trace ของผลตอบสนองสามารถนำมาวิเคราะห์แต่ละส่วนผสมว่ามีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของผล

การเจริญเติบโตของแตงโมและสมบัติทางเคมีของดินปลูก โดยทำการพิจารณาจากแนวโน้มของเส้นกราฟ ถ้าเส้นกราฟของส่วนผสมใดมีลักษณะเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้ง แสดงว่าส่วนผสมนั้นมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเจริญเติบโตของแตงโมและสมบัติทางเคมีของดินปลูก ภาพที่ 1 (ก) พบว่า ชูมะพร้าว (A) จากเส้นกราฟเป็นเส้นตรงที่เพิ่มขึ้นและลดลง แสดงว่าไม่มีอิทธิพลต่อความสูงของต้นแตงโม (ร้อยละ) ในขณะที่ส่วนผสมของกาบมะพร้าว (B) มูลวัว (C) แกลบดำ (D) ดินปลูกเพื่อการค้า (E) มีอิทธิพลต่อความสูงของต้นแตงโม (ร้อยละ) จากเส้นกราฟเป็นเส้นตรงและเส้นโค้งที่เพิ่มขึ้นและลดลงชัดเจน ส่วนในภาพที่ 1 (ง) พบว่า ดินปลูกเพื่อการค้า (E) เส้นกราฟเป็นเส้นตรงที่เพิ่มขึ้นและลดลงเล็กน้อย แสดงว่าไม่มีอิทธิพลต่อต้นทุน ในขณะที่ส่วนผสมของชูมะพร้าว (A) กาบมะพร้าว (B) มูลวัว (C) และแกลบดำ (D) มีอิทธิพลต่อต้นทุนการปลูกแตงโม ภาพที่ 1 (ข) (ค) (จ) และ (ฉ) เห็นได้ว่าชูมะพร้าว (A) กาบมะพร้าว (B) มูลวัว (C) แกลบดำ (D) และ ดินปลูกเพื่อการค้า (E) มีอิทธิพลต่อจำนวนใบของต้นแตงโม (ร้อยละ), ขนาดของลำต้นแตงโม (ร้อยละ) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และค่าความเป็นกรดต่าง (pH) จากเส้นกราฟเป็นเส้นตรงและเส้นโค้งที่เพิ่มขึ้นและลดลงชัดเจน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Silva et al. (2021) และ Park et al. (2024) การหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดโดยให้ผลตอบสนองต่ออัตราการเจริญเติบโตของความสูงของต้น (ร้อยละ) อัตราการเจริญเติบโตจำนวนใบ (ร้อยละ) อัตราการเจริญเติบโตขนาดของลำต้น (ร้อยละ) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ค่าความเป็นกรด-ต่าง (pH) และต้นทุนของดินปลูกมีค่าผลตอบสนองที่เหมาะสมที่สุดร่วมกัน โดยการใช้เทคนิคการซ้อนทับกันของกราฟเส้นโครงร่างของผลตอบสนองแต่ละตัวมาวางซ้อนทับกัน (overlay plot) โดยกำหนดเงื่อนไขของอัตราการเจริญเติบโตของความสูงของต้น (ร้อยละ) อัตราการเจริญเติบโตของจำนวนใบ (ร้อยละ) อัตราการเจริญเติบโตของขนาดลำต้น (ร้อยละ) กำหนดเงื่อนไขเป็น Maximize ในขณะที่ค่าการนำไฟฟ้า (EC) กำหนดที่ 1.8 ถึง 2.4 (dS/m), ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) กำหนดอยู่ในช่วง 6.8 ถึง 7.2 (Wongjun Nunkong, 2024) และต้นทุนของดินปลูกกำหนดเป็น Minimize ซึ่งเป็นค่าที่ใช้สำหรับการปลูกแตงโม จากการวิเคราะห์พบว่า อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดอยู่ที่ระดับของส่วนผสมที่มีชูมะพร้าว (A) ร้อยละ 15 กาบมะพร้าว (B) ร้อยละ 15 มูลวัว (C) ร้อยละ 20 แกลบดำ (D) 15.54 และดินปลูกเพื่อการค้า (E) 34.47 โดยน้ำหนัก ซึ่งทำให้ได้ผลตอบสนองของอัตราการเจริญเติบโตของความสูงของต้นร้อยละ 76.97 อัตราการเจริญเติบโตของจำนวนใบร้อยละ 21.30 อัตราการเจริญเติบโตของขนาดลำต้นร้อยละ 0.733 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) 2.19 dS/m ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) 7.2 และต้นทุนของดินปลูก 12.29 บาทต่อถุง แสดงตามภาพที่ 2





*หมายเหตุ A คือ ขุยมะพร้าว B คือ กาบมะพร้าว C คือ มูลวัว D คือ แกลบดำ E คือ ดินปลูกเพื่อการค้า

ภาพที่ 1 กราฟ trace ของ (ก) อัตราการเจริญเติบโตของความสูงของต้น (ร้อยละ) (ข) อัตราการเจริญเติบโตของจำนวนใบ (ร้อยละ) (ค) อัตราการเจริญเติบโตของขนาดของลำต้น (ร้อยละ) (ง) ต้นทุน (จ) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และ (ฉ) ค่าความเป็นกรดต่าง (pH)

Constraints						
Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit	Lower Weight	Upper Weight	Importance
A	is in range	15	19.5003	1	1	3
B	is in range	15	19.9955	1	1	3
C	is in range	20	24.9951	1	1	3
D	is in range	15	19.9956	1	1	3
E	is in range	30	34.9961	1	1	3
Plant height (%)	maximize	43.72	85	1	1	3
Number of stalk	maximize	15.78	25.93	1	1	3
Size of stem	maximize	0.14	1.2	1	1	3
Cost	minimize	11.94	12.69	1	1	5
EC	is in range	1.8	2.4	1	1	3
pH	is in range	6.8	7.2	1	1	3

Solutions													
Number	A	B	C	D	E	Plant height (%)	Number of stal	Size of stem	Cost	EC	pH	Desirability	Selected
1	15.000	15.000	20.000	15.535	34.465	76.9878	21.2999	0.732546	12.2854	2.1874	7.2	0.593	<input checked="" type="checkbox"/>
2	15.000	15.096	20.000	15.000	34.904	68.9727	20.1401	0.730877	12.3176	2.4	6.92866	0.516	<input type="checkbox"/>
3	18.719	15.000	21.281	15.000	30.000	77.2454	20.5067	0.680703	12.4477	1.8	7.07616	0.469	<input type="checkbox"/>

ภาพที่ 2 ส่วนผสมที่เหมาะสมของวัสดุปลูกแต่งไม้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert 7

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาส่วนผสมของวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินปลูกและอัตราการเจริญเติบโตของแตงโมสายพันธุ์ตอปีโตลูกผสมควินเล็ต F1 โดยใช้การออกแบบการทดลองแบบส่วนผสม (Mixture Design) วัสดุปลูกที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าว มูลวัว แกลบดำ และดินปลูกเพื่อการค้า การหาส่วนผสมของวัสดุปลูกมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของแตงโมและคุณสมบัติของดินปลูก โดยมีส่วนผสมที่เหมาะสม ประกอบด้วย ขุยมะพร้าวร้อยละ 15 กาบมะพร้าวร้อยละ 15 มูลวัวร้อยละ 20 แกลบดำร้อยละ 15.54 และดินปลูกเพื่อการค้าร้อยละ 34.47 ซึ่งทำให้อัตราความสูงของต้นร้อยละ 76.97 อัตราความสูงของจำนวนใบร้อยละ 21.30 อัตราความสูงของขนาดลำต้นร้อยละ 0.732 ต้นทุนถูกละ 12.29 บาท ค่า EC 2.19 (dS/m) และค่า pH 7.2

ข้อเสนอแนะ

1. ควรนำสูตรวัสดุปลูกที่เหมาะสมไปทดลองใช้ในพื้นที่จริงเพื่อประเมินความเหมาะสมในสภาพภูมิอากาศต่าง ๆ
2. ควรขยายการศึกษาไปยังพืชเศรษฐกิจชนิดอื่น เพื่อสร้างสูตรวัสดุปลูกเฉพาะพืช
3. ควรศึกษาการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรชนิดอื่นร่วมด้วย เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มมูลค่าเศษวัสดุทางการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2567). “แตงโมเนื้อ”. <http://production.doae.go.th>.
- นภาพร จิตต์ศรีธธา และวัชรวิทย์ รัตมี. (2562). ผลของชนิดวัสดุปลูกที่ส่งต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเมล่อน (*Cucumis melo* L.). *วารสารวิจัยไร่ไพพรรณณี*, 13(2), 7-24.
- วาสนา วงษ์ใหญ่. (2555). *พฤกษศาสตร์พืชเศรษฐกิจมะพร้าว*. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ วิทยาเขต กำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.
- วิทยา สุริยาภณานนท์. (2523). *เอกสารประกอบการสอนวิชาอาหารและเครื่องปลูกของพืชสวน*. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุมิตรา สุปินราช และอิศร์ สุปินราช. (2561). ผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมลุง. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 49(พิเศษ1), 47-52.
- สุมิตรา สุปินราช, อิศร์ สุปินราช และรัชณีพร ศรีวันชัย. (2559). ผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของ ฝั่เสื่อ. *พืชศาสตร์สงขลานครินทร์*, 2, 77-82.
- Fukuda, I. M., Pinto, C. F. F., Moreira, C. S., Saviano, A. M., & Lourenço, F. R. (2018). Design of experiments (DoE) applied to pharmaceutical and analytical quality by design (QbD). *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 54(Special), e01006.
- Nurin, A. Y., Tee, T. P., Chin, N. L., Zainudin, M. H. M., & Nayan, N. (2024). Optimization of watermelon waste as a bulking agent for sustainable co-composting of livestock manures using response surface methodology. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 1368970.
- Park, S.K., Lee, B.S., & Chung, S.J. (2024). Determination of Substrate Mixing Ratios for the Hydroponic Cultivation of Watermelon. *Korean Society for Bio-Environment Control*, 33(4), 34–45.
- Romo, J. M., Smith, I. N., Galloway, M., & Cuthbertson, T. J. (2024). The optimal formulation of a readily compostable horticultural growing substrate for vertical farming was determined using design of experiments. *Scientific Reports*.
- Silva, J., da Silva Dias, N., Jales, G., Rges, L., Freitas, J., Umbelino, B., Alves, T., Silva, A., Fernandes, C., Paiva, E., Morais, P., Melo, A., Brito, M., Neto, M., & Fernandes, P. (2021). Physiological responses and production of mini-watermelon irrigated with reject brine in hydroponic cultivation with substrates. *Environmental Science and Pollution Research*, 1–14.

Wongjun Nunkong. (2024). Substrate Culture from Leaf Sheath of Banana and Sawdust. *Recent Science and Technology*, 16(1), 103–115.

Translated Thai References

Department of Agricultural Extension. (2024). Watermelon flesh. <http://production.doae.go.th>

Jitsattha, N., & Ratsamee, W. (2019). Effect of Substrates on Growth and Yield of Muskmelon (*Cucumismelo* L.). *Rambhai Barni Rajabhat University Research Journal*, 13(2), 7–24.

Wongyai, W. (2012). Botany of coconut as an economic crop. National Agricultural Extension and Training Center, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, Thailand.

Suriyapananon, W. (1980). Course materials for food and growing media of horticultural crops. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University.

Supinrach, S. & Supinrach, I. (2018). Effects of growing media on the growth of butterhead lettuce in bags. *Agricultural Science Journal*, 49(Special Issue 1), 47–52.

Supinrach, S., Supinrach, I. & Sriwanchai, R. (2016). Effects of growing media on growth and flowering of butterfly pea. *Songklanakarin Journal of Plant Science*, 2, 77–82.