

ผลของวัสดุปลูกภายใต้ระบบควบคุมอัตโนมัติในโรงเรือนระบบปิดต่อ การเจริญเติบโตของกระวาน

คมสัน มุยสี^{1*}, นภาพร จิตต์ศรีธธา², กฤษณะ จันทสิทธิ์³

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี

²สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี

³สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติก คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี

*Corresponding author email: komsan.m@rbru.ac.th

ได้รับบทความ: 8 เมษายน 2568

ได้รับบทความแก้ไข: 7 กรกฎาคม 2568

ยอมรับตีพิมพ์: 27 กรกฎาคม 2568

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้และทดสอบระบบควบคุมอัตโนมัติในการควบคุมปัจจัยแวดล้อม เช่น การให้น้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าความนำไฟฟ้า (EC) ในระบบโรงเรือน วางแผนการทดลองแบบ 3 CRD (Completely Randomized Design) จำนวน 5 ซ้ำ ซ้ำละ 3 กระถาง ซึ่งมีปัจจัยที่ 1 คือ ชนิดวัสดุปลูก ได้แก่ ขุยมะพร้าว และกาบมะพร้าวสับ สูตรวัสดุปลูกที่ 1 กาบมะพร้าวสับ 50%+ขุยมะพร้าว 50%, สูตรวัสดุปลูกที่ 2 ขุยมะพร้าว 50%+กาบมะพร้าวสับ 50%, สูตรวัสดุปลูกที่ 3 ขุยมะพร้าว 50% และปัจจัยที่ 2 คือระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ได้แก่ EC = 2.5 mS/cm และ pH 5.5-6.5 จากการทดลองพบว่า วัสดุปลูกกาบมะพร้าวสับ+ขุยมะพร้าว 50+50% ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระวานดีที่สุด โดยมีจำนวนต้นสูงที่สุด 15.20 ต้น/กระถาง และมีจำนวนหน่อเน่าของกระวานน้อยที่สุด 0.46 หน่อ/กระถาง คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ร้อยละ 3.09

คำสำคัญ: การควบคุมอัตโนมัติ/ กระวาน/ วัสดุปลูก

Effect of Planting Materials under Automatic Control System in a Closed Greenhouse on the Topic of Cardamom

Komsan Muisee^{1*}, Napaporn Jitsatta², Krisana Janthasit³

¹Department of Mechanical Engineering, Faculty of Industrial Technology, Rambhaibarni Rajabhat University, Chanthaburi

²Department of Agriculture, Faculty of Agricultural Technology, Rambhaibarni Rajabhat University, Chanthaburi

³Department of Logistics Engineering, Faculty of Industrial Technology, Rambhaibarni Rajabhat University, Chanthaburi

*Corresponding author email: komsan.m@rbru.ac.th

Received: 8 April 2025

Revised: 7 July 2025

Accepted: 27 July 2025

Abstract

This research aimed to apply and test an automatic control system to control environmental factors such as watering, pH and electrical conductivity (EC) in greenhouse systems. The experiment followed a Completely Randomized Design (CRD). with 5 replicates, each consisting of 3 pots. The first factor was the type of planting material, which included palm husks, coconut husks and chopped coconut husks. These materials were mixed using three methods. formula 1: 50% chopped coconut husks and 50% palm husks, Planting material formular 2: 50% coconut husk and 50% chopped coconut husks, and Planting material formular 3: 50% palm husks and 50% coconut husk. The second factor was the nutrient solution concentration, set at an electrical conductivity (EC) at 2.5 mS/cm and pH range 5.5-6.5. The results showed that the planting material composed of 50% chopped coconut husks

and 50% palm husks yielded the best outcomes in terms of cardamom growth and productivity, with the highest average number of plants per pot (15.20) and lowest percentage of rotten shoots at (3.09%).

Keywords: Automatic control/ Cardamom/ Planting material

บทนำ

กระวานเป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์ Zingiberaceae (วงศ์เดียวกับขิง ข่า) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Amomum testaceum* Ridl. (จตุพร พุทธิศา, 2563) ลำต้นกระวานจัดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เป็นพืชล้มลุก โผล่ขึ้นมาจากพื้นดินเล็กน้อย มีเหง้าทอดไปตามพื้นดินสูงประมาณ 2 เมตร กาบใบหุ้มซ้อนกันเป็นลำต้นเทียม (ดูคล้ายลำต้น) สูง 1.5-2 เมตร ซึ่งสามารถแบ่งลำต้นออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ลำต้นจริง คือ ส่วนที่เป็นหัวอยู่ใต้ดินแบ่งออกเป็นแง่งหลายแง่งรวมกันเรียกว่า เหง้า หัวมีลักษณะทรงกลม แตกแง่งเป็นหัวใหม่เชื่อมติดกันคล้ายกับเหง้าข่า เปลือกหุ้มปกคลุมด้วยแผ่นเป็นชั้น ๆ สีน้ำตาล เนื้อหามี สีครีมหรือสีเหลือง มีเส้นจำนวนมาก และส่วนของลำต้นเทียม เป็นส่วนที่เจริญจากตาหัวของแต่ละหัวหรือแต่ละแง่ง แทงโผล่ขึ้นเหนือดินสูงได้มากกว่า 100 เซนติเมตร ลำต้นเทียมมีลักษณะทรงกลมสีเขียวเข้ม คล้ายกับลำต้นข่า แต่ใหญ่ และสูงกว่า ด้านในมีลักษณะเป็นเส้นใย สูงขึ้นมาเป็นส่วนของกาบใบที่หุ้มลำต้น ใบของกระวานแทงออกเป็นใบเดี่ยว มีลักษณะแคบยาว คล้ายหอก เรียงสลับระนาบเดียวตามความสูงของลำต้น กาบใบหุ้มแกนลำต้น มีก้านใบยาว 5-10 เซนติเมตร ก้านใบ และแผ่นใบเรียงโค้งลงด้านล่าง มีเส้นกลางใบสีเขียวเข้ม และมองเห็นชัดเจน ยาวประมาณ 15-25 เซนติเมตร ส่วนเส้นแขนงใบมองเห็นไม่ชัดเจน แต่มีลักษณะเป็นเส้นทอดยาวตามแนวยาวของใบ โคนใบสอบแคบ ขอบใบเรียบ ผิวใบเกลี้ยง ปลายใบแหลมหรือเป็นติ่งแหลม โคนมน ดอกของกระวานจะออกเป็นช่อ แทงขึ้นจากเหง้าหรือแง่งหัวชูขึ้นมาเหนือพื้นดิน ช่อดอกหลักมีลักษณะรียาวรูปทรงกระบอกยาว 6-15 เซนติเมตร ก้านช่อดอกยาว 5-15 เซนติเมตร ใบประดับสีเหลืองนวล มีขนคาย เรียงซ้อนสลับกับตลอดช่อ ดอกย่อยเรียงซ้อนกันเป็นชั้น ๆ ระหว่างดอกย่อยจะมีใบประดับบาง ๆ สีน้ำตาลอ่อนแทรกกัน มีขน ดอกย่อยมีกลีบดอกสีเหลืองเชื่อมติดกันเป็นหลอดแคบและยาวกว่าความยาวของหลอดกลีบเลี้ยงเล็กน้อย ปลายแยกเป็น 3 แฉก รูปขอบขนานแกม ยาวประมาณ 1-2 เซนติเมตร เกสรเพศผู้เป็นหมันเปลี่ยนไปคล้ายกับดอกขนาดใหญ่ รูปช้อน ปลายมนสีขาว มีแถบสีเหลืองกลางกลีบเกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์ 1 อัน ก้านชูอับเรณูยาวประมาณ 8 มิลลิเมตร อับเรณูรูปสี่เหลี่ยมกว้างประมาณ 4 มิลลิเมตร ปลายอับเรณูมีรยางค์คล้ายปีก 3 ปีก ปีกข้างรูปสี่เหลี่ยมปลายมนหรือตัด รังไข่อยู่ใต้กลีบมี 3 ช่อง แต่ละช่องมีออวุลมาก ผลของกระวานมีลักษณะเป็นผลกลมเปลือกเกลี้ยงเป็นพู ผลมีสีขาวนวล ในผลมีเมล็ดขนาดเล็กจำนวนมาก เมล็ดอ่อนสีขาวมีเยื่อหุ้ม เมื่อแก่หรือผลแห้งจะเปลี่ยนเป็นสี

น้ำตาลแก่หรือสีดำ เมล็ดอยู่ถัดจากเปลือกผลมี 9-18 เมล็ด แต่ละเมล็ดเกาะติดกัน มีลักษณะสามเหลี่ยมมีเยื่อหุ้มผลบาง ๆ เมล็ดมีกลมมีกลิ่นหอมฉุนคล้ายการบูร มีรสเผ็ดใช้เป็นเครื่องเทศ แต่งกลิ่นและสีของอาหารหลายชนิด (เฉลิมชล ช่างถม, 2562 : 1-8) ผลอ่อนและหน่ออ่อนใช้รับประทานเป็นผักสดเป็นพืชที่ปลูกง่ายสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินเกือบทุกชนิดมีความชื้นสูง ร่มรำไรและเป็นพื้นที่สูงกว่าระดับน้ำทะเล 500-800 เมตร ขึ้นไป ปริมาณน้ำฝนประมาณ 3,000-3,500 มิลลิเมตร/ปี และฝนตกกระจายตลอดปี (สุภาภรณ์ สาชาติ, 2558 : 11-12)

เฉลิมชล ช่างถม (2562 : 9-14) ได้กล่าว การปลูกและการดูแลรักษากระวานได้ 2 วิธีการ คือ การปลูกด้วยเมล็ด (ส่วนใหญ่การเพาะเมล็ดจะไม่นิยม เพราะอัตราการงอกต่ำ การเจริญเติบโตค่อนข้างช้าใช้เวลานานกว่าจะให้ผลผลิต) และการปลูกด้วยเหง้า (การแยกหน่อ) เป็นวิธีที่นิยม เนื่องจากง่ายและสะดวก คล้ายกับการปลูกข่า มีอัตราการรอดสูงสามารถให้ผลผลิตเร็ว โดยจะแยกเหง้าจากกอแม่ที่มีอายุ 18 เดือน-2 ปี เหง้าที่แยกออกมาควรมีหน่อติดมาด้วย 2-3 หน่อ มีความสูง 1-2 ฟุต ไม่ควรตัดยอดออก เพราะจะทำให้เปอร์เซ็นต์การตายสูง ฤดูกาลเพาะปลูกจะนิยมปลูกในช่วงฤดูฝน การให้ปุ๋ยกระวานเป็นพืชปลูกง่ายโตเร็ว การใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักรองก้นหลุมจะทำให้กระวานเจริญเติบโตได้ดี หลังจากนั้นใส่ปุ๋ยคอกเก่าปีละ 2 ครั้ง ช่วงต้นฝนและปลายฝนกองละ 3-5 กิโลกรัม หรือจะใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในช่วงที่กระวานกำลังเริ่มเจริญเติบโตใหม่ ๆ หลังจากปลูกประมาณ 1-2 เดือน (โดยทั่วไปไม่นิยมใช้ปุ๋ยเคมี เกษตรกรมักใช้ปุ๋ยคอกเก่าให้กับกระวานมากกว่า) การให้น้ำถ้าปลูกในช่วงฤดูฝนไม่ต้องใช้น้ำมาก บางทีอาจไม่ต้องใช้น้ำเลย ถ้าฝนทิ้งช่วงหรือช่วงหน้าแล้งควรจะให้น้ำเพื่อให้มีความชุ่มชื้นอยู่เสมอ การกำจัดวัชพืชกระวานเป็นพืชที่ไม่ต้องดูแลรักษามาก ควรกำจัดวัชพืชพร้อมกับการพรวนดิน เมื่อปลูกกระวานระยะแรกเริ่มจะมีการแตกหน่อบ้าง การกำจัดวัชพืชควรทำเล็กน้อย ไม่ต้องทำให้เตียนโล่งจนเกินไป การดูรักษาที่ต้องทำประจำ คือ ตัดใบแก่ที่แห้งและลำต้นที่แห้งตาย หรือไม่สมบูรณ์ออกให้หมดเพื่อสะดวกในการเก็บเกี่ยว การป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชกระวานเป็นพืชมีศัตรูน้อยไม่ค่อยมีโรคและแมลงจึงไม่ต้องใช้สารเคมีฉีดพ่นศัตรูพืชที่พบส่วนมาก ได้แก่ สัตว์จำพวกหนู กระรอก กระแต กัดกินในช่วงใกล้เก็บเกี่ยวนอกจากนี้ยังมีอาการใบไหม้ เนื่องจากได้รับแสงมากเกินไป

Nitin (2023 : 1-24) กล่าวถึงบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการปฏิวัติภาคเกษตรกรรม AI ซึ่งเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาการคอมพิวเตอร์ ช่วยให้เครื่องจักรสามารถเรียนรู้ได้อย่างชาญฉลาดผ่านข้อมูลและวิธีการทางสถิติ แม้เกษตรกรรมจะเป็นกิจกรรมเก่าแก่และสำคัญที่ให้อาหารพื้นฐาน เช่น อาหาร วัตถุดิบ และการจ้างงาน แต่ด้วยจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดความจำเป็นเร่งด่วนในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ปัจจัยทางการเกษตรหลายอย่าง เช่น วัชพืช ศัตรูพืช สภาพน้ำ สภาพภูมิอากาศ ล้วนส่งผลกระทบต่อผลผลิตโดยรวม วิธีการจัดการแบบดั้งเดิมของเกษตรกรในปัจจุบันไม่เพียงพอต่อความต้องการที่เพิ่มขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการในอนาคตจึงจำเป็นต้องนำวิธีการเกษตรแบบใหม่มาใช้ เทคนิค AI ในการติดตามฟาร์มอัจฉริยะสามารถเพิ่มคุณภาพและปริมาณผลผลิตได้อย่างมาก บทความนี้เน้นย้ำถึงศักยภาพของ AI ในการจัดการความท้าทายทางการเกษตรและนำไปสู่นาคตที่ยั่งยืน

กิตติพงษ์ กันยิง (2567 : 50-61) พัฒนาชุดสาธิตโรงเรือนอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการเกษตรในสภาพแวดล้อมควบคุม โดยมีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและลดต้นทุนการผลิต ระบบนี้ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการแสดงผลอุณหภูมิ ความชื้น และความชื้นในดินผ่านจอ LCD และแอปพลิเคชัน Blynk ซึ่งช่วยให้สามารถติดตามและควบคุมระบบน้ำผ่านสมาร์ทโฟนได้ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในการแสดงข้อมูลอุณหภูมิและความชื้น และจากการทดลองปลูกผักบุ้ง พบว่าเมล็ดผักบุ้งเริ่มงอกในวันที่ 4 และงอกครบทุกเมล็ดในวันที่ 6-7 ความพึงพอใจโดยรวมต่อชุดสาธิตโรงเรือนอัจฉริยะอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.29 อย่างไรก็ตาม มีข้อเสนอแนะให้ปรับปรุงขนาดของโรงเรือนเพื่อความสะดวกในการเก็บเกี่ยวและเสริมความแข็งแรงของโครงสร้าง งานวิจัยนี้สรุปได้ว่าชุดสาธิตโรงเรือนอัจฉริยะมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเพาะปลูกพืชผักสวนครัวได้หลากหลายชนิด

ปัจจุบันการนำเทคโนโลยีด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติมาควบคุมผลิตพืช เช่น เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน วัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ วัดค่าความเข้มแสง วัดค่าความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหาร วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง มาควบคุมในการผลิตพืชให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ประหยัดไม่สิ้นเปลืองธาตุอาหารนำไปสู่ต้นทุนการผลิต สามารถควบคุมคุณภาพผลผลิตได้ โดยระบบควบคุม EC (Electrical Conductivity) และ pH ของสารละลายธาตุอาหารโดยอัตโนมัติ สามารถเติมปุ๋ย AB และกรดไนตริกตามต้องการ ช่วย

รักษาสมดุธาตุอาหารที่เหมาะสม ลดการผิดพลาดในการเตรียมสารละลาย เหมาะกับสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอด ปัญหาการเนาของหน่อ ต้นทุนแรงงาน เป็นต้น นักวิจัยจึงมีแนวคิดพัฒนาโรงเรือนปลูกกระวานควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ เพื่อศึกษาผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นกระวานด้วยวัสดุปลูกต่างชนิดกันที่มีราคาถูก ซึ่งเป็นความท้าทายของการเลือกวัสดุปลูกในระบบไร้ดิน ที่ยังไม่มีข้อมูลแน่ชัดในกระวานมาก่อน

วัสดุและวิธีการ

การเตรียมวัสดุปลูก

นำใบปาล์มมาตากแห้งและนำไปสับละเอียดโดยใช้เครื่องสับวัสดุให้ได้ขุยปาล์มก่อน (ภาพที่ 1) จากนั้นนำวัสดุปลูกขุยปาล์ม ขุยมะพร้าว และกาบมะพร้าวสับแช่น้ำทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงแล้วเทน้ำทิ้ง ทำทั้งหมด 3 ครั้ง เพื่อชะล้างเกลือออกจากวัสดุปลูก จึงสามารถนำมาใช้ได้ก่อนปลูก เพื่อกำจัดสารแทนนินให้ลดน้อยลง และทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้น โดยจะปรับค่า pH 5.5-6.5 ให้เหมาะสม ก่อนทำการปลูก หลังจากนั้นนำวัสดุกาบมะพร้าวสับ 50% ผสมขุยปาล์ม 50%, ขุยมะพร้าว 50% ผสมกาบมะพร้าวสับ 50% และขุยปาล์ม 50% และขุยมะพร้าว 50% ตามแผนการทดลอง และนำไปใส่กระถางปลูก



ภาพที่ 1 วัสดุขุยปาล์มที่ผ่านกระบวนการตากและสับละเอียด

การเตรียมต้นกระวาน (หน่อชำ)

นำหน่อกระวาน โดยการแยกเหง้าจากกอแม่ที่มีอายุ 1.5-2 ปี ทำการตัดต้นที่มีหน่อติดมาด้วย 2-3 หน่อมีความสูง 1-2 ฟุต และนำมาชำในวัสดุปลูก 4 สัปดาห์ (ภาพที่ 2) นำลงปลูกในกระถางขนาด 22 นิ้ว ในระบบวัสดุปลูกที่มีการให้น้ำแบบน้ำหยด(ภาพที่ 3)



ภาพที่ 2 ต้นกระวานชำในวัสดุปลูกอายุ 4 สัปดาห์



ภาพที่ 3 ต้นกระวานอายุ 7 วัน หลังย้ายปลูก

การเตรียมโรงเรือนสำหรับการปลูกกระวาน

ทำการปลูกกระวานในโรงเรือนพลาสติกขนาด 5x10 ตารางเมตร หลังคามุงด้วยพลาสติกคลุมโรงเรือนมีความหนา 200 ไมครอน ด้านข้างจะมีมุ้งกันแมลงทำหน้าที่ในการป้องกันแมลงศัตรูพืชที่จะเข้าทำลายพืช ขนาดตาข่าย 32 ตา โดยภายในโรงเรือนจะซิงด้วยสแตนเลสแสง 60% ซึ่งทำให้พืชได้รับแสงอย่างสม่ำเสมอ และมีสเปร์ย์พ่นหมอก เพื่อลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 ต้นกระวานที่ปลูกในโรงเรือนพลาสติกที่มีการพรางแสงและพ่นสเปร์ย์พ่นหมอก เพื่อลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน

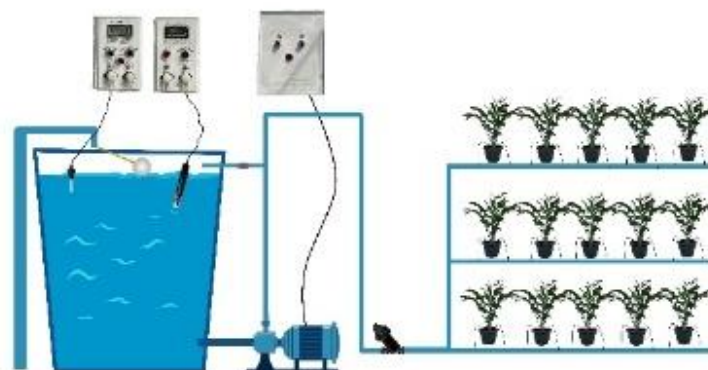
การเตรียมระบบการให้น้ำแบบอัตโนมัติ

ทำการติดตั้งเครื่องควบคุมผสมปุ๋ยสำเร็จรูป AB ที่ผ่านการสอบเทียบ (ค่า EC จะปรับเมื่อค่า EC ในถังสารละลาย ต่ำกว่า 2.0 mS/cm เครื่องผสมปุ๋ยจะทำการดูดปุ๋ย AB เข้ามาผสมในถังสารละลายจนถึง EC 2.5 mS/cm เครื่องจะหยุดการทำงานอัตโนมัติ) และปรับค่า pH (SENO169) อัตโนมัติ (เมื่อปริมาณน้ำในถังสารละลายลดลงเกินกว่าระดับที่กำหนดไว้ในถังสารละลาย น้ำจะไหลเอาสู่ถังสารละลายตามระดับลูกลอยที่ตั้งไว้ ซึ่งส่งผลต่อค่า pH ที่เพิ่มขึ้น เครื่องจะปรับค่า pH เริ่มทำงานเมื่อ ค่า pH สูงกว่า 7 เครื่องจะทำการดูดกรดไนตริกที่มีความเข้มข้น 2% เข้าไปในถังสารละลายผสมกันจนมีค่า pH อยู่ที่ 5.5 จึงหยุดทำงานอัตโนมัติ) (ภาพที่ 5) ซึ่งในถังสารละลายจะควบคุมปั้มน้ำผ่านเครื่องตั้งเวลา

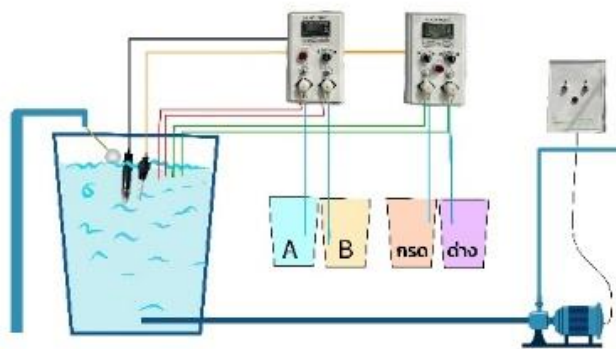
อัตโนมัติไปยังระบบน้ำหยดเข้าสู่รากพืช รากพืชจะได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ค่า EC 2.5 mS/cm และ pH 5.5-6.5 หลังการปลูกทำการตรวจเช็คค่า EC ด้วยเซนเซอร์วัดการสะสมของ EC ถ้าพบมีการสะสม EC สูงเกิน 3 mS/cm จะทำการชะน้ำเปล่าเพื่อให้ค่า EC ลดลงเหลือ 1.5 mS/cm (ภาพที่ 6 และ 7)



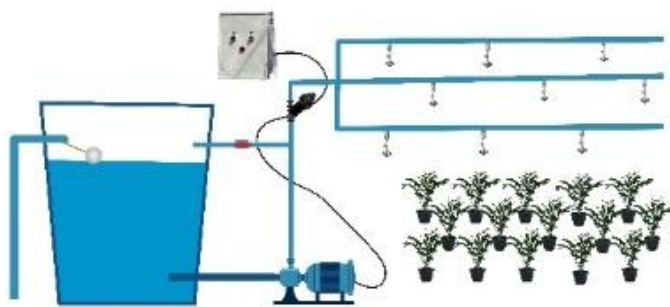
ภาพที่ 5 เครื่องผสมปุ๋ย (EC) DERO300 และปรับค่า pH อัตโนมัติ



ภาพที่ 6 แผนผังระบบการให้น้ำต้นกระวาน



ภาพที่ 7 แผนผังระบบการผสมปุ๋ย EC และปรับ pH อัตโนมัติ



ภาพที่ 8 แผนผังระบบการพ่นหมอกลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนอัตโนมัติ

วิธีการปลูก

เมื่อต้นกระวานที่ชำได้ 4 สัปดาห์ เริ่มทำการย้ายปลูกในกาบมะพร้าวสับ 50% ผสมขุยมะพร้าว 50% ผสมกาบมะพร้าวสับ 50% และขุยมะพร้าว 50% ตามแผนการทดลอง และนำกระถางไปวางให้มีระยะปลูกระหว่างแถว 100 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 50 เซนติเมตร จากนั้นปักหัวน้ำหยด โดยต้นกระวานจะได้รับสารละลายอาหารสูตร Zingiberaceae Netherlands จากโปรแกรม NutriCal V1.7T (อิทธิสุนทร นันทกิจ, 2557 : 1-17) (ตารางที่ 1) ที่มีค่า EC = 2.5 mS/cm และ pH 5.5-6.5 ต้นกระวาน ทำการบันทึกข้อมูลสัปดาห์เว้นสัปดาห์ จนถึงอายุ 19 สัปดาห์

การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ 3 CRD (Completely Randomized Design) จำนวน 5 ซ้ำ ซ้ำละ 3 กระถาง โดยมีวัสดุปลูก ประกอบด้วย

วิธีการที่ 1 กาบมะพร้าวสับ 50%+ขุยมะพร้าว 50%

วิธีการที่ 2 ขุยมะพร้าว 50%+กาบมะพร้าวสับ 50%

วิธีการที่ 3 ขุยมะพร้าว 50%+ขุยมะพร้าว 50%

วิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดลองโดยใช้ ANOVA (Analysis of variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยชุดการทดลองแบบ Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

บันทึกข้อมูล

หลังจากการย้ายปลูกต้นกระวานได้ 1 สัปดาห์ จึงเริ่มการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิต ดังนี้ วัดความสูงต้น (โดยวัดจากส่วนที่อยู่เหนือดินถึงปลายยอด ลำต้นเทียม) ขนาดลำต้น (มิลลิเมตร) (โดยวัดขนาดลำต้นที่อยู่เหนือวัสดุปลูก 10 เซนติเมตร) ความกว้างใบ ความยาวใบ (เซนติเมตร) (วัดจากใบที่ 3 โดยความกว้างใบ วัดจากส่วนที่กว้างที่สุดของใบจากขอบใบถึงขอบใบอีกด้านหนึ่ง และความยาวใบ วัดจากส่วนโคนใบถึงปลายใบ) ความเขียวใบ (SPAD) (วัดจากใบที่ 3 โดยวัด 3 จุดของใบและเฉลี่ยค่าเป็นความเขียวใบ) ด้านการเจริญเติบโตจะวัดจากหน่อแรกที่แทงต้นขึ้นมาที่ได้จากการปักชำ นับจำนวนต้น (ต้น/กระถาง) จะนับจำนวนต้นที่แทงขึ้นใหม่ทุกต้นในกระถาง โดยจะเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและวัสดุปลูกทุก ๆ 14 วัน เป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของสารละลายธาตุอาหารพืช (สูตร Zingiberaceae Netherlands) การเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชเข้มข้น 200 เท่า ปริมาณ 20 ลิตร

ชนิดของสารละลาย	น้ำหนัก
ถังสารละลาย A ประกอบด้วย	
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	3.767(กก.)
Fe-EDTA 13.2%	78 (ก.)
ถังสารละลาย B ประกอบด้วย	
KNO_3	1.796 (กก.)
KH_2PO_4	0.653 (กก.)
Mg_2SO_4	1.037 (กก.)
ZnSO_4	4.756 (ก.)
CuSO_4	0.508 (ก.)
MnSO_4	5.323 (ก.)
H_3BO_3	5.082 (ก.)
$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$	0.343 (ก.)

หมายเหตุ : ปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ให้อยู่ในช่วง 5.5-6.5 โดยใช้กรด HNO_3

ที่มา : อธิติสุนทร นันทกิจ (2557 : 1-17)

ผลการศึกษา

การศึกษาชนิดวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน ได้แก่ กาบมะพร้าวสับ+ขุยมะพร้าว 50+50%, ขุยมะพร้าว +กาบมะพร้าวสับ 50+50% และขุยมะพร้าว+ขุยมะพร้าว 50+50% ที่ส่งผลการเจริญเติบโตและผลผลิต วัดความสูงต้น (เซนติเมตร) ขนาดลำต้น (มิลลิเมตร) ความกว้างใบ ความยาวใบ (เซนติเมตร) ความเขียวใบ (SPAD) และจำนวนหน่อ (หน่อ/ต้น) คุณสมบัติของวัสดุปลูก (การยุบตัวของวัสดุปลูก (เซนติเมตร) อุณหภูมิของวัสดุปลูก (องศาเซลเซียส) ความชื้นของวัสดุปลูก (เปอร์เซ็นต์) ค่า EC ของวัสดุปลูก (mS/cm) และค่า pH ของวัสดุปลูก) ของกระบวนในระบบไม่ใช้ดิน เป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ ปรากฏผลการวิจัยดังนี้

ความสูงต้นและขนาดลำต้นของกระวาน

จากผลการทดลองชนิดวัสดุปลูกส่งผลต่อการเจริญเติบโตของกระวานในระบบไม่ใช้ดิน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าในด้านความสูงของต้นกระวานที่ปลูกโดยใช้วัสดุปลูกต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 4.1) และด้านขนาดลำต้นของกระวานที่ปลูกโดยใช้วัสดุปลูกกาบมะพร้าวสับ+ขุยมะพร้าว 50+50% มีขนาดลำต้นมากที่สุดเท่ากับ 14.85 มิลลิเมตร รองลงมาคือ วัสดุปลูกขุยมะพร้าว+ขุยมะพร้าว 50+50% เท่ากับ 12.33 มิลลิเมตร และขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ 50+50% มีขนาดลำต้นน้อยที่สุดเท่ากับ 10.73 มิลลิเมตร เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 4.1 ผลของชนิดวัสดุปลูกต่อความสูงต้น และขนาดลำต้นของกระวานที่ปลูกในระบบไม่ใช้ดิน

วิธีการทดลอง	ความสูงต้น (เซนติเมตร)	ขนาดลำต้น (มิลลิเมตร)
กาบมะพร้าวสับ+ขุยมะพร้าว 50+50% HP	118.40	14.85 ^a
ขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ 50+50% CH	116.00	10.73 ^c
ขุยมะพร้าว+ขุยมะพร้าว 50+50% CP	113.40	12.33 ^b
F-test	ns	*
C.V.%	4.40	4.16

หมายเหตุ ค่าต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($P<0.05$)

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ความกว้างใบ ความยาวใบ และความเขียวใบ

พบว่าความกว้างใบ ความยาวใบ และความเขียวใบของต้นกระวานที่ปลูกในระบบไม่ใช้ดิน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 2 และ 3)

ตารางที่ 2 ผลของชนิดวัสดุปลูกต่อความกว้างใบ และความยาวใบของกระวานที่ปลูกในระบบไม่ใช้ดิน

วิธีการทดลอง	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	ความยาวใบ (เซนติเมตร)
กาบมะพร้าวสับ+ขุยมะพร้าว 50+50% HP	9.09	27.40
ขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ 50+50% CH	9.00	26.26
ขุยมะพร้าว+ขุยมะพร้าว 50+50% CP	9.10	25.86
F-test	ns	ns
C.V.%	6.93	6.10

หมายเหตุ ค่าต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 3 ผลของชนิดวัสดุปลูกต่อความเขียวใบ และจำนวนหน่อของกระวานที่ปลูกในระบบไม่ใช้ดิน

วิธีการทดลอง	ความเขียวใบ (SPAD)	จำนวนหน่อ (หน่อ/กระถาง)
กาบมะพร้าวสับ+ขุยมะพร้าว 50+50% HP	49.40	15.20 ^a
ขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ 50+50% CH	51.80	9.00 ^c
ขุยมะพร้าว+ขุยมะพร้าว 50+50% CP	51.20	10.80 ^b
F-test	ns	*
C.V.%	8.70	6.82

หมายเหตุ ค่าต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($P < 0.05$)

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จำนวนหน่อของต้นกระวาน

จากการทดลองพบว่าจำนวนหน่อของต้นกระวานที่ปลูกโดยใช้วัสดุปลูกกาบมะพร้าวสับ+ขุยมะพร้าว 50+50% มีจำนวนหน่อกระวานมากที่สุดเท่ากับ 15.20 หน่อ/กระถาง รองลงมาคือ วัสดุปลูกขุยมะพร้าว+ขุยมะพร้าว 50+50% เท่ากับ 10.80 หน่อ/กระถาง และขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ 50+50% มีจำนวนหน่อกระวานน้อยที่สุดเท่ากับ

9.00 หน่อ/กระถาง เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 3) (ภาพที่ 9)



กามะพร้าวสับ+ชวยาล์ม 50+50% ชวยมะพร้าว +กามะพร้าวสับ 50+50% ชวยปาล์ม+ชวยมะพร้าว 50+50%

ภาพที่ 9 การเปรียบเทียบชนิดวัสดุปลูกที่ต่างกันต่อการเจริญเติบโตของกระวานที่ปลูกในระบบไม่ใช้ดิน ระยะเวลา 19 สัปดาห์

จำนวนหน่อเน่า และเปอร์เซ็นต์การเน่าของต้นกระวาน

จากการปลูกต้นกระวานเป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์ พบว่ามีต้นกระวานที่มีหน่อแตกออกมาแล้วเน่า โดยพบว่าวัสดุปลูกที่มีหน่อกระวานเน่ามากที่สุดคือ วัสดุปลูกชวยมะพร้าว+กามะพร้าวสับ 50+50% เท่ากับ 1.53 หน่อ/กระถาง และวัสดุปลูกที่เน่าน้อยที่สุดคือ วัสดุปลูกชวยปาล์ม+ชวยมะพร้าว 50+50% และกามะพร้าวสับ+ชวยปาล์ม 50+50% เท่ากับ 0.86 และ 0.46 หน่อ/กระถาง ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 4) เมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์การเน่าของหน่อกระวาน พบว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ วัสดุปลูกชวยมะพร้าว+กามะพร้าวสับ 50+50% เท่ากับ 17.18 เปอร์เซ็นต์ รองลงคือ วัสดุปลูกชวยปาล์ม+ชวยมะพร้าว 50+50% เท่ากับ 8.08 เปอร์เซ็นต์ และเน่าน้อยที่สุดคือ กามะพร้าวสับ+ชวยปาล์ม 50+50% เท่ากับ 3.09 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4 ผลของชนิดวัสดุปลูกต่อจำนวนหน่อเน่า และเปอร์เซ็นต์การเน่าของหน่อกระวานที่ปลูกในระบบไม่ใช้ดิน

วิธีการทดลอง	จำนวนหน่อเน่า (หน่อ/กระถาง)	เปอร์เซ็นต์การเน่า (เปอร์เซ็นต์)
กาบมะพร้าวสับ+ขุยมะพร้าว 50+50% HP	0.46 ^b	3.09 ^c
ขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ 50+50% CH	1.53 ^a	17.18 ^a
ขุยมะพร้าว+ขุยมะพร้าว 50+50% CP	0.86 ^b	8.08 ^b
F-test	*	*
C.V.%	34.31	37.04

หมายเหตุ ค่าต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$)

คุณสมบัติของวัสดุปลูก

การยวบตัวของวัสดุปลูก พบว่า ก่อนทำการทดลองได้มีการใส่วัสดุปลูกแต่ละกระถางเท่าๆ กัน โดยมีค่าเฉลี่ยของวัสดุปลูกทั้ง 3 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 4.5) และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำการวัดการยวบของวัสดุปลูกหลังการปลูกพบว่าวัสดุปลูกขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าว 50+50% มีการยวบตัวของวัสดุปลูกมากที่สุด เท่ากับ 5.47 เซนติเมตร รองลงมาคือกาบมะพร้าวสับ+ขุยมะพร้าว 50+50% เท่ากับ 4.92 เซนติเมตร และวัสดุขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ 50+50% ยวบตัวน้อยที่สุด เท่ากับ 4.36 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ผลของชนิดวัสดุปลูกต่อการยุบตัวของวัสดุปลูกก่อนปลูกและหลังปลูกของหน่อกระวานที่ปลูกในระบบไม่ใช้ดิน

วิธีการทดลอง	การยุบตัวของวัสดุปลูก (เซนติเมตร)	
	ก่อนปลูก	หลังปลูก
กาบมะพร้าวสับ+ขุยมะพร้าว 50+50% HP	3.38	4.92 ^b
ขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ 50+50% CH	3.40	4.36 ^c
ขุยมะพร้าว+ขุยมะพร้าว 50+50% CP	3.42	5.47 ^a
F-test	ns	*
C.V.%	2.68	1.69

หมายเหตุ ค่าต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($P < 0.05$)

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

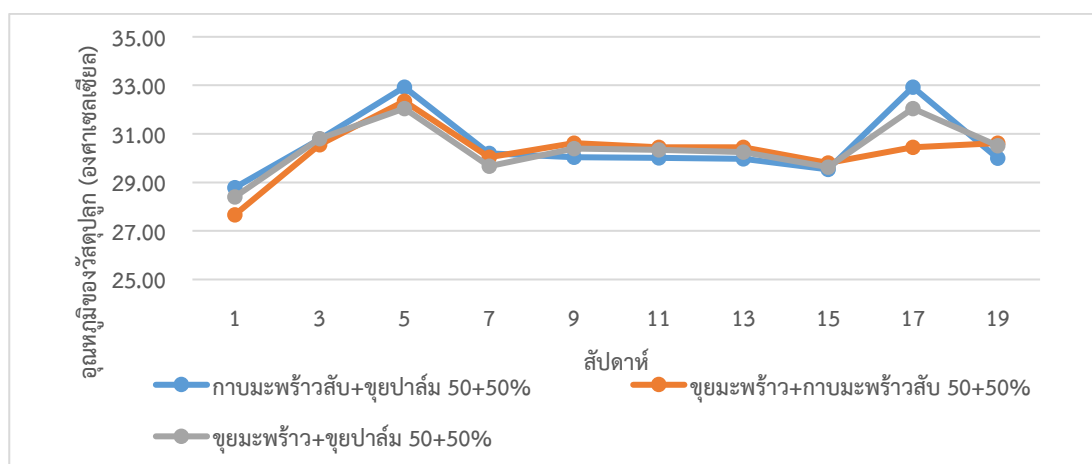
อุณหภูมิของวัสดุปลูก พบว่า ก่อนปลูกกระวานวัสดุปลูกที่มีอุณหภูมิสูงที่สุด คือ กาบมะพร้าวสับ+ขุยมะพร้าว 50+50% และขุยมะพร้าว+ขุยมะพร้าว 50+50% เท่ากับ 28.78 และ 28.40 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และอุณหภูมิต่ำที่สุด คือ ขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ 50+50% เท่ากับ 27.66 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 6) และหลังการทดลองพบว่า วัสดุปลูกที่มีอุณหภูมิสูงที่สุด คือ ขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ 50+50% และขุยมะพร้าว+ขุยมะพร้าว 50+50% เท่ากับ 30.61 และ 30.51 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และอุณหภูมิต่ำที่สุด กาบมะพร้าวสับ+ขุยมะพร้าว 50+50% คือ เท่ากับ 28.99 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 6) จากกราฟแสดงอุณหภูมิของวัสดุปลูกที่แตกต่างกันต่อการปลูกกระวาน ในช่วงระยะเวลาสัปดาห์ที่ 1-19 พบว่าต้นกระวานที่ใช้วัสดุปลูกกาบมะพร้าวสับ+ขุยมะพร้าว 50+50% มีอุณหภูมิต่ำกว่าวัสดุอื่นๆ ซึ่งส่งผลต่อการละลายตัวของออกซิเจนเพิ่มขึ้นมากกว่าวัสดุอื่น ส่งผลให้รากพืชได้รับออกซิเจนได้มากทำให้การเจริญเติบโตได้ดี (ภาพที่ 2)

ตารางที่ 6 ผลของชนิดวัสดุปลูกต่ออุณหภูมิของวัสดุปลูกก่อนปลูกและหลังปลูกของหน่อกระวานที่ปลูกในระบบไม่ใช้ดิน

วิธีการทดลอง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
	ก่อนปลูก	หลังปลูก
กาบมะพร้าวสับ+ขุยมะพร้าว 50+50% HP	28.78 ^a	29.99 ^b
ขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ 50+50% CH	27.66 ^b	30.61 ^a
ขุยมะพร้าว+ขุยมะพร้าว 50+50% CP	28.40 ^a	30.51 ^a
F-test	*	*
C.V.%	1.27	0.97

หมายเหตุ ค่าต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบอุณหภูมิของวัสดุปลูกที่ต่างกัน เป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์

ความชื้นของวัสดุปลูก พบว่า ก่อนปลูกกระวานวัสดุปลูกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 7) แต่หลังการทดลองพบว่า วัสดุปลูกที่มีความชื้นสูงที่สุด คือขุยมะพร้าว+ขุยมะพร้าว 50+50% และขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ 50+50% เท่ากับ 71.94 และ 70.22 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และความชื้นของวัสดุปลูกต่ำที่สุด กาบมะพร้าวสับ+ขุยมะพร้าว 50+50% คือ เท่ากับ 66.26 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 7) จากกราฟแสดงการขึ้นของ

วัสดุปลูกในช่วงระยะเวลาสัปดาห์ที่ 1-19 พบว่า ขุยมะพร้าว+ขุยมะพร้าว 50+50% และขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ 50+50% มีความชื้นของวัสดุปลูกที่สูงกว่า ซึ่งส่งผลให้รากพืชได้รับออกซิเจนน้อยลง อาจทำให้การเจริญเติบโตช้า และเกิดภาวะหน่อเน่าได้ ซึ่งสอดคล้องกับวัสดุที่มีเปอร์เซ็นต์การเน่ามากที่สุด คือวัสดุปลูกขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ 50+50% เท่ากับ 17.18 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 3)

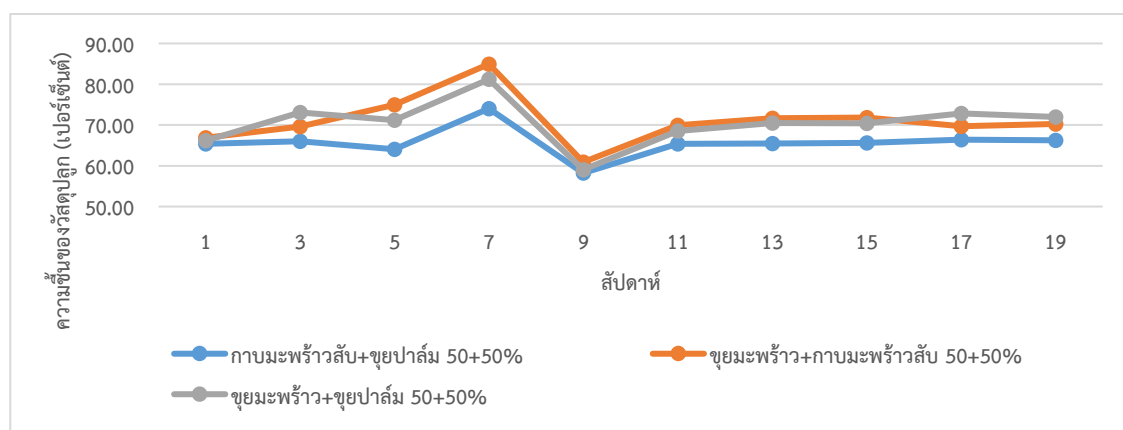
ตารางที่ 7 ผลของชนิดวัสดุปลูกต่อความชื้นของวัสดุปลูกก่อนปลูกและหลังปลูกของหน่อกระวานที่ปลูกในระบบไม่ใช้ดิน

วิธีการทดลอง	ความชื้นของวัสดุปลูก (เปอร์เซ็นต์)	
	ก่อนปลูก	หลังปลูก
กาบมะพร้าวสับ+ขุยมะพร้าว 50+50% HP	65.42	66.26 ^c
ขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ 50+50% CH	66.90	70.22 ^b
ขุยมะพร้าว+ขุยมะพร้าว 50+50% CP	66.19	71.94 ^a
F-test	ns	*
C.V.%	4.11	1.50

หมายเหตุ ค่าต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$)

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบความชื้นของวัสดุปลูกที่ต่างกัน เป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์

ค่า EC ของวัสดุปลูก พบว่า ก่อนปลูกและหลังปลูกกระวานวัสดุปลูก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 8) และค่า pH ของวัสดุปลูก พบว่า ก่อนปลูกและหลังปลูกกระวานวัสดุปลูก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 9) จากกราฟแสดง ค่า EC และ ค่า pH ของวัสดุปลูกในช่วงระยะเวลาสัปดาห์ที่ 1-19 พบว่า ค่า EC จะอยู่ในช่วง 2.50-2.88 mS/cm ไม่เกิน 3.00 mS/cm และค่า pH จะอยู่ในช่วง 4.9-6.8 ไม่เกิน 7.00 เนื่องจากวัสดุจะมีการสะสมค่า EC สูงขึ้นและค่า pH กรดสูงขึ้น โดยทุก ๆ 5 สัปดาห์ จะทำการชะน้ำเปล่าเพื่อลดการสะสมค่า EC และค่า pH (ภาพที่ 4 และ 5)

ตารางที่ 8 ผลของชนิดวัสดุปลูกต่อค่า EC ของวัสดุปลูกก่อนปลูกและหลังปลูกของหน่อกระวานที่ปลูกในระบบไม่ใช้ดิน

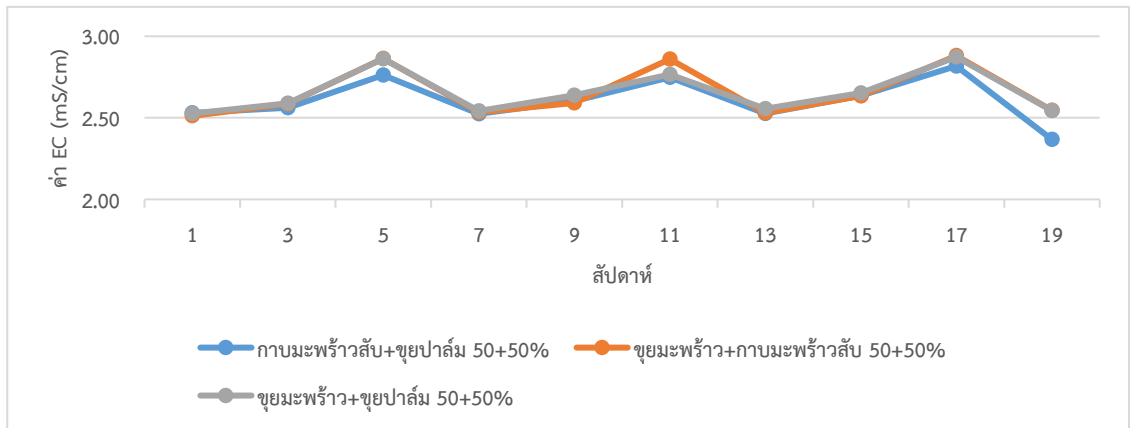
วิธีการทดลอง	ค่า EC (mS/cm)	
	ก่อนปลูก	หลังปลูก
กาบมะพร้าวสับ+ขุยมะพร้าว 50+50% HP	2.53	2.56
ขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ 50+50% CH	2.51	2.54
ขุยมะพร้าว+ขุยมะพร้าว 50+50% CP	2.52	2.54
F-test	ns	ns
C.V.%	1.01	9.08

หมายเหตุ ค่าต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

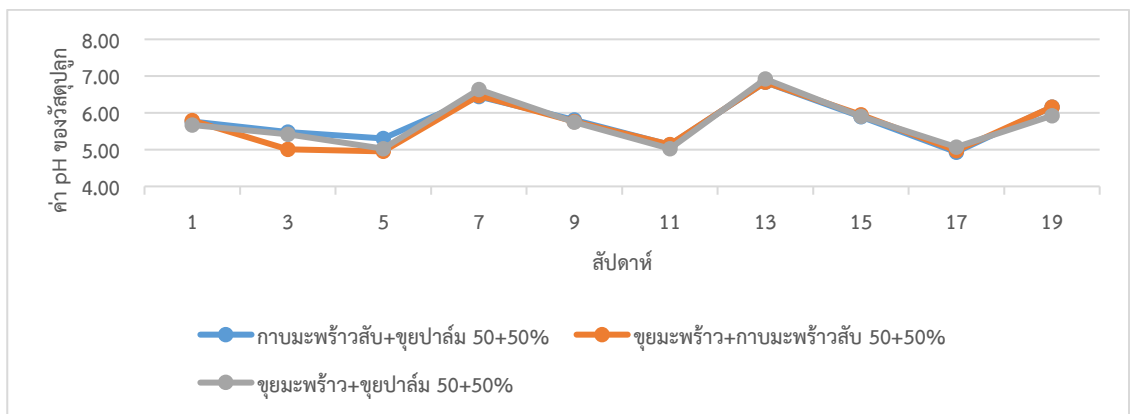
ตารางที่ 9 ผลของชนิดวัสดุปลูกต่อค่า pH ของวัสดุปลูกก่อนปลูกและหลังปลูกของหน่อกระวานที่ปลูกในระบบไม่ใช้ดิน

วิธีการทดลอง	ค่า pH	
	ก่อนปลูก	หลังปลูก
กาบมะพร้าวสับ+ขุยมะพร้าว 50+50% HP	5.76	6.15
ขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ 50+50% CH	5.79	6.15
ขุยมะพร้าว+ขุยมะพร้าว 50+50% CP	5.66	5.92
F-test	ns	ns
C.V.%	3.11	3.70

หมายเหตุ ค่าต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบค่า EC ของวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน เป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์



ภาพที่ 5 เปรียบเทียบค่า pH ของวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน เป็นระยะเวลา 19 สัปดาห์

วิจารณ์

จากการเปรียบเทียบชนิดวัสดุปลูกที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระวานที่ปลูกในระบบไม่ใช้ดิน พบว่าต้นกระวานปลูกที่ใช้วัสดุปลูกกาบมะพร้าวสับ+ขุยมะพร้าว 50+50% มีส่งผลต่อขนาดลำต้น จำนวนหน่อสูงที่สุด และมีจำนวนหน่อที่เน่าเนี้ยที่สุดกว่าวัสดุปลูกอื่นๆ เนื่องจากกาบมะพร้าวสับ เป็นวัสดุที่สามารถดูดซับน้ำได้ดี แต่ไม่อุ้มน้ำจนเกินไป ช่วยให้รากได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอ เนื่องจากมีช่องว่างอากาศสูง มีความ

ทนทานต่อการย่อยสลาย ทำให้สามารถใช้งานได้นาน (พีรพงษ์ เชาวนพงษ์ และคนอื่นๆ, 2564) และขุยมะพร้าวที่สามารถอุ้มน้ำได้สูง ทำให้ช่วยรักษาความชื้นในวัสดุปลูก มีความโปร่ง ย่อยสลายง่ายกว่ากากบะพร้าวน้ำดิบ เหมาะสำหรับการใช้เป็นวัสดุปลูกร่วมกัน และยังสามารถลดการสะสมของเชื้อโรคและช่วยลดอัตราการเกิดรากเน่าต้นกระวานได้ (นภาพร จิตต์ศรีธธา, 2561 : 179) มีค่าความเป็นกรด-ด่างก่อนปลูก 5.76 หลังปลูก 6.15 ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการดูดธาตุอาหารของพืช ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายที่ไหลออกจากกระถาง อยู่ที่ 2.53- 2.56 mS/cm ซึ่งวัสดุปลูกสะสมค่าการนำไฟฟ้า (EC) ไม่มากเกินไป ทำให้รากพืชดูดธาตุอาหารไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถ้าค่าการนำไฟฟ้า (EC) สูงเกินไปจะทำให้รากพืชอาจสูญเสียน้ำในการคายน้ำมากขึ้น แต่ไม่สามารถดูดสารละลายไปใช้ประโยชน์กับพืชได้ (อิทธิสุนทร และคนอื่นๆ, 2557 : 106) และอุณหภูมิของวัสดุปลูก ก่อน 28.78 องศาเซลเซียส หลัง 29.99 องศาเซลเซียส อยู่ในช่วงอุณหภูมิต่ำ ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนในวัสดุปลูกเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อการละลายตัวของออกซิเจนเพิ่มขึ้นมากกว่าวัสดุอื่นๆ ส่งผลให้รากพืชได้รับออกซิเจนได้มาก จึงดูดสารละลายธาตุอาหารและมีการเจริญเติบโตได้ดี (อารักษ์ อธิรณ, 2548) และส่วนความชื้นของวัสดุปลูกก่อนอยู่ที่ 65.42 เปอร์เซ็นต์ หลังปลูก 66.26 เปอร์เซ็นต์ เป็นช่วงความชื้นที่เหมาะสมต่อการปลูกกระวาน เนื่องจากถ้าความชื้นของวัสดุปลูก สูงถึง 70 เปอร์เซ็นต์ ก็จะทำให้ช่องว่างอากาศภายในวัสดุลดลง ส่งผลให้รากพืชได้รับออกซิเจนน้อยลง อาจทำให้การเจริญเติบโตช้า และเกิดภาวะหน่อเน่าได้ ซึ่งระดับความชื้น 50% -69% อยู่ในสภาวะที่พืชชอบ จึงส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ ธัญสินี สมงามทรัพย์, ปริญญา จุลกะ และพิจิตรา แก้วสอน (2564 : 838-849) ได้กล่าวว่าการให้น้ำเกินระดับความชื้นของวัสดุปลูก โดยในสภาพที่ระดับความชื้นในวัสดุปลูกสูงทำให้การเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น และความชื้นในวัสดุปลูกต่ำเกินไปจะส่งผลให้ การเจริญเติบโตของพืชลดลง เนื่องจากในสภาวะที่พืชขาดน้ำจะยับยั้งการขยายขนาดของเซลล์ ทำให้เซลล์มีขนาดเล็กลง

ผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโต การศึกษาพบว่าวัสดุปลูกมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระวานในระบบไม่ใช้ดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งวัสดุปลูกกากบะพร้าวน้ำดิบผสมขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 50:50% แสดงผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยส่งผลให้มีขนาดลำต้นและจำนวนหน่อสูงที่สุด ในขณะที่มีจำนวนหน่อเน่าเสียลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ ซึ่งเป็นไปตามที่ (พีรพงษ์ เชาวนพงษ์ และคนอื่นๆ, 2564)

กล่าวไว้ว่ากาบมะพร้าวสับมีคุณสมบัติดูดซับน้ำได้ดีแต่ไม่อุ้มน้ำจนเกินไป ทำให้รากได้รับออกซิเจนเพียงพอ และมีความทนทานต่อการย่อยสลาย นอกจากนี้ การใช้ขุยมะพร้าวร่วมกับกาบมะพร้าวสับยังช่วยรักษาความชื้นในวัสดุปลูกและลดการสะสมของเชื้อโรค ซึ่งส่งผลดีต่อการลดอัตราการเกิดรากเน่าของกระวาน ทั้งนี้วัสดุปลูกที่เหมาะสมจะช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างสมบูรณ์และให้ผลผลิตที่ดีที่สุด

ผลของ EC/pH ค่า EC (Electrical Conductivity) และ pH (Potential Hydrogen) ของสารละลายธาตุอาหารมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของกระวานในระบบไม่ใช้ดิน โดยในการทดลองนี้ได้มีการควบคุมค่า EC ให้อยู่ในช่วง 2.50-2.88 mS/cm และค่า pH ให้อยู่ในช่วง 4.9-6.8 ซึ่งถือเป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการดูดซึมธาตุอาหารของพืช จากการศึกษาพบว่าวัสดุปลูกกาบมะพร้าวสับผสมขุยมะพร้าวมีค่า pH ก่อนปลูกที่ 5.76 และหลังปลูกที่ 6.15 ซึ่งอยู่ในช่วงที่พืชสามารถดูดซึมธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ (อิทธิสุนทร และคนอื่นๆ, 2557) ได้กล่าวไว้ว่า หากค่า EC สูงเกินไปอาจทำให้รากพืชสูญเสียน้ำในการคายน้ำมากขึ้น แต่ไม่สามารถดูดสารละลายไปใช้ประโยชน์กับพืชได้ ดังนั้นการควบคุมค่า EC และ pH ให้เหมาะสมจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้พืชสามารถดูดซึมสารอาหารได้เต็มที่และเจริญเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลของระบบควบคุมอัตโนมัติ ระบบควบคุมอัตโนมัติที่นำมาใช้ในการปลูกกระวานในครั้งนี้มีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการสร้างเสถียรภาพและความสะดวกในการเพาะปลูก ระบบนี้จะช่วยควบคุมปัจจัยแวดล้อมที่สำคัญ เช่น การปรับค่า EC และ pH ของสารละลายธาตุอาหารโดยอัตโนมัติ เมื่อค่า EC ในถังสารละลายต่ำกว่า 2.0 mS/cm ระบบจะดูดปุ๋ย AB เข้ามาผสมจนถึง 2.5 mS/cm และหยุดทำงานอัตโนมัติ ในทำนองเดียวกัน เมื่อค่า pH สูงกว่า 7 ระบบจะดูดกรดไนตริกเข้าไปในถังสารละลายจนมีค่า pH อยู่ที่ 5.5 จึงหยุดทำงานอัตโนมัติ นอกจากนี้ ระบบยังมีการตรวจเช็คค่า EC ด้วยเซ็นเซอร์ หากพบการสะสม EC สูงเกิน 3 mS/cm จะมีการชะน้ำเปล่าเพื่อลดค่า EC ลง การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของวัสดุปลูกก็ถูกดูแลโดยระบบอัตโนมัติเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ (อาร์ักษ์ ธีรอำพน, 2548) ที่กล่าวว่าอุณหภูมิต่ำส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนในวัสดุปลูกเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ ธิญะสินี สมงามทรัพย์, ปริญญช จุลกะ และพิจิตรา แก้วสอน (2564 : 838-849) ที่ระบุว่าระดับความชื้นที่เหมาะสมส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช การนำเทคโนโลยีมาใช้นี้จึงช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ดีที่สุด และลดความยุ่งยากในการดูแล การใช้ระบบควบคุม

อัตโนมัติช่วยให้การปลูกกระวานมีเสถียรภาพและความสะดวกอย่างมาก โดยเซ็นเซอร์จะวัดปัจจัยสำคัญ เช่น ความชื้นดิน, EC และ pH เพื่อรักษาสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุดสำหรับพืชโดยอัตโนมัติ การควบคุมที่แม่นยำนี้ช่วยให้พืชได้รับสารอาหารที่ต้องการ ลดการสูญเสีย และเพิ่มประสิทธิภาพผลผลิต ทำให้เกษตรกรทำงานได้ง่ายขึ้น ข้อจำกัดของงานวิจัยด้านความแม่นยำของการควบคุม สามารถพัฒนาต่อยอดงานวิจัยเพิ่มเติมได้ในอนาคต การศึกษาครั้งนี้มีข้อจำกัดด้านขนาดโรงเรือนที่อาจเล็กเกินไป ทำให้ยากต่อการสรุปผลไปใช้กับระบบขนาดใหญ่ นอกจากนี้ การทดลองวัสดุปลูกเพียง 3 สูตรยังจำกัดความหลากหลาย ควรมีการทดลองสัดส่วนวัสดุปลูกที่หลากหลายขึ้นในอนาคต เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมและแม่นยำยิ่งขึ้น และการประยุกต์ใช้เทคนิคปัญญาประดิษฐ์ (AI) ขั้นสูงสำหรับการพยากรณ์การเจริญเติบโต การตรวจจับโรคพืช หรือการปรับสภาพแวดล้อมแบบเรียลไทม์ สามารถยกระดับการเกษตรอัจฉริยะให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สรุป

สรุปผลการปลูกต้นกระวานในระบบปลูกไม่ใช้ดิน โดยใช้วัสดุปลูกกาบมะพร้าวสับ+ขุยมะพร้าว 50+50% ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระวานดีที่สุด โดยมีจำนวนต้นสูงที่สุด 15.20 ต้น/กระถาง และมีจำนวนหน่อเน่าของกระวานน้อยที่สุด 0.46 หน่อ/กระถาง คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ร้อยละ 3.09 ซึ่งการเลือกใช้วัสดุปลูกกระวานนั้นเป็นสิ่งสำคัญ ถ้าเลือกวัสดุปลูกที่อมน้ำมากเกินไป ควรปลูกที่ความชื้นระหว่าง 60-69 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเกิน 70 เปอร์เซ็นต์ อาจจะทำให้วัสดุปลูกมีความชื้นสูงอาจส่งผลให้ต้นกระวานที่เกิดหน่อใหม่เน่าได้ หรือถ้าให้น้ำน้อยจนเกินไปอาจส่งผลให้ต้นกระวานแตกหน่อได้ช้า หรืออาจเจริญเติบโตช้ากว่าต้นที่ได้รับน้ำอย่างเหมาะสม ดังนั้น วัสดุปลูกมีความสำคัญมากต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระวาน ข้อจำกัดคืองานวิจัยอาจมีขนาดเล็ก ควรทดสอบในโรงเรือนขนาดใหญ่และเพิ่มจำนวนซ้ำ เพื่อยืนยันผลลัพธ์ในระดับอุตสาหกรรมได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตร และสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ที่ให้การสนับสนุนเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

1. กิตติพงษ์ กันยิ่, โชคทวี ปะโสทะกัง, เชษฐภักดิ์ นววัฒนกุลธร, สุวัฒน์ มณีวรรณ, เดวิทย์ ศิริพจน์. ขุดสาคูโรงเรือนอัจฉริยะ. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ [อินเทอร์เน็ต]. ก.ค.-ธ.ค. 2567 [เข้าถึงเมื่อ 15 ม.ค. 2568];6(2): 50-61. เข้าถึงได้จาก: <https://ph05.tci-thaijo.org/index.php/bruidtech-journal/article/view/158/140>
2. สุริวิสา กล่อมเดช. กระวานจันทร์ เครื่องเทศสมุนไพรปากถิ่นหอมเย็นที่หลายคนตามหา [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 11 ธ.ค. 2568]. เข้าถึงได้จาก: https://krua.co/food_story/siam-cadamom-chantaburi-amomum-testaceum-ridl
3. ต้นกระวานจันทร์บูรณ. [อินเทอร์เน็ต]. 2567 [เข้าถึงเมื่อ 11 ธ.ค. 2568]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.eculture.rbru.ac.th/>
4. เฉลิมชล ช่างถม. ตำราภูมิปัญญาการผลิตกระวานในจันทบุรี. จันทบุรี: สำนักงานเกษตรจังหวัดจันทบุรี; 2562.
5. ธัญสินี สมงามทรัพย์, ปิยานุช จุลกะ และพิจิตรา แก้วสอน. ผลของการจัดการการให้น้ำต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของเมล่อนที่ปลูกในโรงเรือน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วท.). ธ.ค. 2564;29(5):838-49. doi:10.14456/tstj.2021.71
6. อารักษ์ ชีรอำพน. เอกสารวิชาการเรื่องการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน [อินเทอร์เน็ต]. นครราชสีมา: สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี; 2544 [เข้าถึงเมื่อ 11 ธ.ค. 2568]. <http://sutir.sut.ac.th:8080/jspui/handle/123456789/7650>
7. นภาพร จิตต์ศรัทธา. เอกสารประกอบการสอนวิชาการปลูกพืชไร้ดิน. สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี. 2561; 179.
8. พีรพงษ์ เขาวนพงษ์, สมบูรณ์ ประภาพรรณพงศ์, ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต, ประไพ ทองระอา, สรัดนา เสนาะ, ทิวาพร ผดุง, และคณะ. ศึกษาและพัฒนาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและวัสดุตัวเติมทดแทนขุยมะพร้าวและสเฟกนัมมอสต่อการผลิตวัสดุปลูกเชิงการค้า [อินเทอร์เน็ต]. 2568 [เข้าถึงเมื่อ 15

- ม.ค. 2568]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.doa.go.th/hort/wp-content/uploads/2020/12/ศึกษาและพัฒนาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของวัสดุเหลือใช้.pdf>
9. สุภาภรณ์ สาชาติ. รายงานการวิจัย: วิจัยและพัฒนาพืชสมุนไพรและเครื่องเทศที่มีศักยภาพ [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร; 2558 [เข้าถึงเมื่อ 15 ม.ค. 2568]. เข้าถึงได้จาก: <https://tnrr.nriis.go.th/#/research/292760>
 10. อธิสุนทร นันทกิจ. โปรแกรมคำนวณการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืช NutriCal V1.7T. ใน: เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รุ่นที่ 16. กรุงเทพฯ: คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง; 2557.
 11. Nitin and Gupta, SB. Artificial intelligence in smart agriculture: Applications and challenges. Curr Appl Sci Technol.2024;24(2), e254427:1-24. doi:10.55003/cast.2023.254427