

ผลของชนิดวัสดุปลูกและระดับความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระวาน (*Amomum testaceum* Ridl.) ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

Effect of Substrates and Nutrient Solution Concentrations on Growth and Yield of Cardamom (*Amomum testaceum* Ridl.) in Soilless Culture

napaporn จิตต์ศรัทธา^{1*}, พิกุล นุชนวนรัตน์¹ และ วัชรวิทย์ รัชมี¹

Napaporn Jitsatta^{1*}, Phikun Nuchnuanrat¹, and Watcharawit Rassami¹

Received date: 16 พ.ย. 65 Revised date: 27 มิ.ย. 66 Accepted date: 8 ส.ค. 66

DOI: <https://doi.org/10.55003/kmaj.2024.08.16.009>

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดของวัสดุปลูกและระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระวานในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน วางแผนการทดลองแบบ 2x3 Factorial in Completely Randomized Design จำนวน 5 ซ้ำ ซึ่งมี ปัจจัยที่ 1 คือ ชนิดวัสดุปลูก ได้แก่ ขุยมะพร้าว และกาบมะพร้าวสับ และปัจจัยที่ 2 คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ได้แก่ EC 1.00, 2.00 และ 3.00 mS/cm เริ่มดำเนินการทดลองในเดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2564 จากการทดลองพบว่า ชนิดของวัสดุปลูกและระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงสุด คือกระวานที่ปลูกโดยใช้กาบมะพร้าวสับให้น้ำหนักต้นสูงที่สุด เท่ากับ 256.00 กรัม/ต้น ระดับค่า EC 3.00 mS/cm ให้จำนวนต้นสูงที่สุด เท่ากับ 21.30 ต้น/กระถาง และอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย พบว่า กระวานที่ปลูกโดยใช้กาบมะพร้าวสับที่ระดับ EC 3.00 mS/cm ให้จำนวนต้นสูงที่สุด เท่ากับ 23.60 ต้น/กระถาง ดังนั้นการปลูกกระวานเพื่อผลิตหน่อขาย ควรปลูกโดยใช้กาบมะพร้าวสับที่ระดับ EC 3.00 mS/cm ซึ่งให้ผลการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระวานดีที่สุด

คำสำคัญ: กระวาน วัสดุปลูก สารละลายธาตุอาหาร ระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

Abstract

This research aimed to investigate the effects of the substrates and nutrient solutions on the growth and yield of cardamom in soilless culture. The experimental design was 2x3 Factorial in Completely Randomized Design with 5 replications. First factor consisted of coconut coir dust and coconut husk chips and the second factors were 3 nutrient solution concentrations; EC=1.00, 2.00 and 3.00 mS/cm. The experiment was carried out during July to December, 2021. The results showed that cardamom grown using coconut husk chips with nutrient solution concentration of EC= 3.00 mS/cm yielded the highest plant weight (256.00 g/plant) and the highest number of plants (21.30 plant/pot), respectively. For the analysis of interaction effect between substrates and nutrient solution concentrations, it was found that cardamom grown by using chopped coconut husks at EC 3.00 mS/cm gave the highest number of plants (23.60 plants/pot). Therefore, to produce shoots for sale, cardamom should be planted using coconut husk chips at EC 3.00 mS/cm in order to obtain the best cardamom growth and yield.

Keywords: cardamom, substrates, nutrient solution, soilless culture

คำนำ

กระวาน เป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์ Zingiberaceae (วงศ์เดียวกับขิง ข่า) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Amomum testaceum* Ridl. (Phutthisa, 2020) เป็นพืชล้มลุก มีลำต้นอยู่ใต้ดินเรียกว่า “เหง้า” ชอบขึ้นอยู่ตามป่าที่มีความชื้นสูงและมีไม้ใหญ่ปกคลุม ชอบขึ้นในที่ร่มหรือใต้ต้นไม้ (Pruangprach & Jintana, 2018) ในประเทศพบกระวานมากในภาคใต้ แถบจังหวัดสุราษฎร์ธานี ตรัง ยะลา นราธิวาส และประจวบคีรีขันธ์ และภาคตะวันออก แถบเขาสอยดาว และเขาสระบาป จังหวัดจันทบุรี ซึ่งในจังหวัดจันทบุรี มีชื่อเรียกว่า “กระวานจันท” เป็นกระวานที่มีคุณภาพดีที่สุด ผลมีขนาดใหญ่ มีน้ำหนักมาก เมล็ดมีรสเผ็ดร้อน และมีกลิ่นหอมแรง นิยม

¹ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จ.จันทบุรี 22000

¹ Department of Agriculture, Faculty of Agricultural Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, Chanthaburi 22000

*Corresponding author, E-mail: napaporn.j@rbru.ac.th

ใช้เป็นเครื่องเทศประกอบอาหาร หรือใช้ในรูปน้ำมันหอมระเหย แต่งกลิ่นอาหาร และเครื่องดื่มต่าง ๆ รวมถึงใช้เป็นส่วนผสมของเครื่องสำอาง และผลิตน้ำหอม นิยมส่งออกไปประเทศจีน และฮ่องกง ส่วนหน่ออ่อนนิยมนำมาทำอาหารพื้นถิ่นในจังหวัดจันทบุรี กระวานสามารถช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานได้ เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยที่อยู่ภายในมีผลกระตุ้นการดูดกลับของน้ำตาลกลูโคส และเสริมฤทธิ์การทำงานของอินซูลินที่ช่วยในการลดระดับน้ำตาลในเลือด (Changthom, 2019) กระวานจึงเป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจของจังหวัดจันทบุรี แต่เกษตรกรยังผลิตกระวาน ได้ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยในการผลิตได้ เนื่องจากการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสามารถควบคุมสภาพแวดล้อม ปริมาณธาตุอาหารให้มีสภาพ และปริมาณตามที่พืชต้องการ (Nuntagij, 2011) ระบบปลูกในวัสดุปลูกเป็นการปลูกที่คล้ายกับการปลูกในดินมากที่สุด วัสดุปลูกจะทำหน้าที่ให้รากยึดเกาะพยุงลำต้นรวมถึงการเก็บความชื้น และธาตุอาหารเพื่อให้รากดูดใช้ การเลือกวัสดุปลูกต้องคำนึงถึงคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพด้วย โดยวัสดุที่นำมาใช้ควรมีคุณสมบัติที่ไม่อัดตัวและยุบตัวเมื่อเปียกน้ำ รากพืชสามารถกระจายตัวได้ทั่ววัสดุปลูก ไม่มีสารที่เป็นพิษต่อพืช ไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายธาตุอาหาร และภาชนะที่ใช้ปลูก ไม่เป็นแหล่งสะสมของเชื้อโรคและแมลง และยังสามารถกำจัดโรคและแมลงได้ วัสดุในประเทศไทยมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด ได้แก่ ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับ ขี้เถ้าแกลบ หวาย กรวด เป็นต้น (Jitsatta & Rassami, 2019) นอกจากนี้การปลูกกระวานยังต้องคำนึงถึงระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร โดยจะวัดอยู่ในรูปของค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity : EC) มีหน่วยเป็นมิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร (mS/cm) (Wu & Kubota, 2008) ถ้าค่าการนำไฟฟ้าสูงหรือต่ำกว่านี้ จะส่งผลกระทบต่อในด้านลบกับพืชในการเจริญเติบโต อาจเกิดความเป็นพิษต่อพืช และทำให้สิ้นเปลืองสารละลายธาตุอาหาร นำไปสู่ต้นทุนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น แต่ก็ไม่ควรน้อยไปจนไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช (Sakamoto & Suzuki, 2020) ระบบการปลูกในวัสดุปลูกจะเป็นระบบที่มีการให้น้ำแบบน้ำหยด ซึ่งเป็นการให้น้ำที่ประหยัดมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้อัตราการใช้น้ำของพืชเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ และลดความเสี่ยงต่อการขาดน้ำของพืช (Thongket, 2012) ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษานิตของวัสดุปลูก และระดับความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสม ต่อการปลูกกระวานในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เพื่อเป็นแนวทางใหม่ให้กับเกษตรกรในจังหวัดจันทบุรีเลือกนำความรู้ที่ได้ไปผลิตกระวานเป็นการค้า

วิธีการศึกษา

วางแผนการทดลองแบบ 2x3 Factorial in Completely Randomized Design จำนวน 5 ซ้ำ ซึ่งมีปัจจัยที่ 1 คือ ชนิดวัสดุปลูก ได้แก่ ขุยมะพร้าว และกาบมะพร้าวสับ และปัจจัยที่ 2 คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ได้แก่ EC 1.00, 2.00 และ 3.00 mS/cm ดำเนินการทดลองที่คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ในเดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2564 ภายในโรงเรือนพลาสติกขนาด 6x12 ตารางเมตร หลังคามุงด้วยพลาสติกคลุมโรงเรือนมีความหนา 200 ไมครอน ด้านข้างจะมีมุ้งกันแมลงทำหน้าที่ในการป้องกันแมลงศัตรูพืชที่จะเข้าทำลายพืช ขนาดตาข่าย 32 ตา ซึ่งทำให้พืชได้รับแสงอย่างสม่ำเสมอตลอดการทดลอง

การเตรียมวัสดุปลูกและการเตรียมต้นกระวาน

ทำการเตรียมวัสดุปลูกโดยการนำวัสดุปลูกขุยมะพร้าว และกาบมะพร้าวสับใส่กระถางพลาสติก นำมาแช่น้ำทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จากนั้นเทน้ำทิ้ง โดยทำซ้ำแบบเดิมทั้งหมด 3 ครั้ง เนื่องจากขุยมะพร้าวและกาบมะพร้าวสับมีสารแทนนิน อยู่จำนวนมาก เมื่อละลายน้ำจะกลายเป็นกรดแทนนิกสีน้ำตาลดำ เมื่อทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ กลายเป็นเกลือที่ไม่ละลาย ดังนั้น เมื่อใช้วัสดุ ขุยมะพร้าว และกาบมะพร้าวสับปลูกพืช จะต้องทำการแช่น้ำก่อนใช้ เพื่อให้พืชไม่เกิดอาการขาดธาตุแคลเซียม และเกิดอาการใบไหม้ โดยให้มีค่า EC ไม่เกิน 0.20 mS/cm และค่า pH อยู่ในช่วง 5.50-6.50 ก่อนนำวัสดุมาใช้เพื่อให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต การเตรียมต้นกระวานทำการแยกเหง้าจากกอต้นแม่ที่มีอายุหนึ่งปีครึ่ง-สองปี ปี ทำการตัดต้นโดยมีหน่อติดมาด้วย 2-3 หน่อ มีความสูง 30-60 เซนติเมตร และนำมาชำในวัสดุปลูก 4 สัปดาห์ ก่อนลงปลูกในกระถางพลาสติกกันต้นเจาะรูด้านข้าง การเตรียมโรงเรือนสำหรับ

การปลูกกระวาน

ทำการปลูกกระวานในโรงเรือนพลาสติกขนาด 6x12 ตารางเมตร หลังคามุงด้วยพลาสติกคลุมโรงเรือนมีความหนา 200 ไมครอน ด้านข้างจะมีมุ้งกันแมลงทำหน้าที่ในการป้องกันแมลงศัตรูพืชที่จะเข้าทำลายพืช ขนาดตาข่าย 32 ตา โดยภายในโรงเรือนจะติดตั้งสแลนพรางแสง 60% ซึ่งทำให้พืชได้รับแสงอย่างสม่ำเสมอ และมีสปร์พ่นหมอก เพื่อควบคุมความชื้นในอากาศให้พืชอย่างสม่ำเสมอตลอดการทดลอง

วิธีการทดลอง

เมื่อต้นกระวานที่ชำได้เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ เริ่มทำการย้ายปลูกในวัสดุปลูก ได้แก่ ขุยมะพร้าว และกาบมะพร้าวสับ ตามแผนการทดลอง และนำกระถางพลาสติกไปวางให้มีระยะปลูกระหว่างแถว 100 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 50 เซนติเมตร จากนั้นปักหัวน้ำหยดกระถางละ 2 หัวน้ำหยด ต้นกระวานจะได้รับสารละลายธาตุอาหารสูตร Zingiberaceae Netherlands มีค่า EC ได้แก่ 1.00, 2.00 และ 3.00 mS/cm ตามแผนการทดลอง และ pH 5.50-6.50 โดยใช้เครื่องตั้งเวลา ควบคุมการปิด-เปิด ซึ่งจะเพิ่มเวลาการให้น้ำ ตามการเจริญเติบโตของพืช เครื่องตั้งเวลา สามารถตั้งความถี่การให้น้ำ และระยะเวลาการให้น้ำ สามารถตั้งความถี่สูงสุด 24 ครั้ง และระยะเวลาการให้น้ำในแต่ละครั้ง 0-30 นาที จะทำการบันทึกข้อมูลทุก ๆ สัปดาห์ เมื่ออายุ 20 สัปดาห์ ดังแสดงใน (Figure 1) จะทำการเก็บเกี่ยว โดยการขุดหน่ออ่อนพร้อมลำต้น

การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร

ทำการเตรียมสารละลายธาตุอาหารสูตร Zingiberaceae Netherlands (จากโปรแกรม NutriCal V1.7T) (Nuntagij, 2014) ที่มีความเข้มข้น 200 เท่า ปริมาตร 20 ลิตร ถึง A ประกอบด้วย $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 = 3.77$ กิโลกรัม และ $\text{Fe-EDTA} = 78.00$ กรัม ส่วนถึง B ประกอบด้วย $\text{KNO}_3 = 1.78$ กิโลกรัม, $\text{KH}_2\text{PO}_4 = 0.65$ กิโลกรัม, $\text{MgSO}_4 = 1.04$ กิโลกรัม, $\text{ZnSO}_4 = 4.76$ กรัม, $\text{CuSO}_4 = 0.51$ กรัม, $\text{MnSO}_4 = 5.32$ กรัม, $\text{H}_3\text{BO}_3 = 5.08$ กรัม และ $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} = 0.34$ กรัม หลังจากนั้นนำสารละลายจากถึง A และ B มาผสมกันในถังที่มีน้ำอยู่ 200 ลิตร เพื่อเจือจางสารละลายก่อนนำไปใช้ให้ความเข้มข้นตามที่กำหนดไว้ โดยปริมาตรของสารละลายทั้งสองต้องเท่ากัน จนได้ระดับค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายธาตุอาหาร 3 ระดับ คือ EC= 1.00, 2.00 และ 3.00 mS/cm (ปุ๋ยถึง A และ B อย่างละ 800, 1,200 และ 1,600 mL/น้ำ 200 ลิตร ตามลำดับ) โดยใช้เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า Electrical Conductivity Meter เป็นเครื่องวัดความเข้มข้นของสารละลาย และปรับค่า pH 5.50-6.50 โดยใช้กรดไนตริกความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ในการปรับค่า pH ของสารละลายธาตุอาหาร ใช้เครื่องวัดค่า pH Meter เป็นเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ดังนั้น ระบบน้ำจึงมีทั้งหมด 3 ชุด ซึ่งแต่ละวิธีการทดลองจะทำการสุ่มให้แก่ต้นกระวานด้วย การให้สารละลายไปพร้อมกับน้ำด้วยระบบน้ำแบบหยด ตามแผนการทดลอง

การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากการย้ายปลูกต้นกระวานได้ 1 สัปดาห์ จึงเริ่มการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิต ดังนั้น วัดความสูงต้น (โดยวัดจากส่วนที่อยู่เหนือดินถึงปลายยอด ลำต้นเทียม) ความกว้างใบ ความยาวใบ (เซนติเมตร) (วัดจากใบที่ 3 โดยความกว้างใบ วัดจากส่วนที่กว้างที่สุดของใบจากขอบใบถึงขอบใบอีกด้านหนึ่ง และความยาวใบ วัดจากส่วนโคนใบถึงปลายใบ) ขนาดลำต้น (มิลลิเมตร) (โดยวัดขนาดลำต้นที่อยู่เหนือวัสดุปลูก 10 เซนติเมตร) ความเขียวใบ (SPAD) (วัดจากใบที่ 3 โดยวัด 3 จุดของใบและเฉลี่ยค่าเป็นความเขียวใบ) ความยาวก้านใบ (เซนติเมตร) (วัดจากโคนก้านใบถึงปลายก้านใบ) จำนวนใบ (ใบ/ต้น) (โดยนับจำนวนใบทั้งหมดของต้น) ด้านการเจริญเติบโตจะวัดจากหน่อแรกที่แทงต้นขึ้นมาที่ได้จากการปักชำ นับจำนวนต้น (ต้น/กระถาง) จะนับจำนวนต้นที่แทงขึ้นใหม่ทุกต้นในกระถาง ความชื้นของวัสดุปลูก (เปอร์เซ็นต์) ค่าความเป็นกรด-ด่างของวัสดุปลูก และโดยจะเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและวัสดุปลูกทุก ๆ 7 วัน เป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์ และชั่งน้ำหนักต้น (กรัมต่อต้น) โดยจะชั่งจากหน่อจนถึงปลายยอดต้น และชั่งน้ำหนักต้นรวม (กิโลกรัม/กระถาง) โดยจะชั่งจากหน่อถึงปลายยอดต้นทุกต้นในกระถาง จะบันทึกครั้งสุดท้ายในสัปดาห์ที่ 20 และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธี Duncan' new multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (Sirichai Statistics ver.7.0)



Figure 1 Cardamom planted in a soilless culture, 20 weeks after planting.

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การเจริญเติบโตและผลผลิตของกระวาน

จากการเปรียบเทียบชนิดของวัสดุปลูกที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระวานในระบบไม่ใช้ดิน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าต้นกระวานที่ปลูกในวัสดุกาบมะพร้าวสับมีน้ำหนักต้น (256.00 กรัม) มากกว่าวัสดุขุยมะพร้าว (211.13 กรัม) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (Table 3) ค่าความเบี่ยงเบนต่างของวัสดุปลูก พบว่ากาบมะพร้าวสับ (pH 5.90) มีค่ามากกว่าขุยมะพร้าว (pH 5.05) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (Table 3) ส่วนความชื้นของวัสดุปลูก พบว่าวัสดุขุยมะพร้าว (45.67 เปอร์เซ็นต์) มีค่ามากกว่ากาบมะพร้าวสับ (38.01 เปอร์เซ็นต์) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (Table 3) เนื่องจากกาบมะพร้าวสับเป็นวัสดุที่อุ้มน้ำได้ปานกลาง ขนาดที่ใช้ 1-3 เซนติเมตร มีการแลกเปลี่ยนประจุสูง เมื่อผ่านขบวนการสลายตัว ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้งต่ำ สามารถสลายตัวได้ (Nuntagij et al., 2014) ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมกับการปลูกกระวาน โดยลักษณะการเจริญเติบโตของกระวานจะชอบวัสดุปลูกที่มีความชื้นสูง แต่ไม่แฉะจนเกินไป (Pruangprach & Jintana, 2018) ซึ่งวัสดุกาบมะพร้าวสับมีความพรุนค่อนข้างสูง แต่ก็อุ้มน้ำได้ทำให้กระวานเจริญเติบโตและผลผลิตดีกว่าขุยมะพร้าว และพบว่าความสูงต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ ขนาดลำต้น ความเขียวใบ ความยาวก้านใบ จำนวนใบ จำนวนต้น และน้ำหนักต้นรวมต่อกระถาง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (Table 1, 2 และ 3)

ส่วนระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระวานในระบบไม่ใช้ดิน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่ากระวานที่ปลูกระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ค่า $EC = 3.00$ mS/cm มีจำนวนต้นสูงสุด (21.30 ต้น) รองลงมาคือ $EC = 2.00$ mS/cm (18.70 ต้น) และจำนวนต้นน้อยที่สุดคือ $EC = 1.00$ mS/cm (16.80 ต้น) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (Table 2) น้ำหนักต้นรวมต่อกระถางที่มากที่สุดคือ ค่า $EC = 1.00$ mS/cm (8.38 กิโลกรัม) รองลงมาคือ $EC = 2.00$ mS/cm (6.80 กิโลกรัม) และน้ำหนักต้นรวมต่อกระถางน้อยที่สุดคือ $EC = 3.00$ mS/cm (5.46 กิโลกรัม) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (Table 3) เนื่องจากมีปริมาณธาตุอาหารมากทำให้พืชสามารถดูดใช้ธาตุอาหารได้มากด้วย และยังส่งผลให้จำนวนต้นสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับ Saetiew et al. (2012) ได้ศึกษาอิทธิพลของชนิดเกลือและระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อปทุมมา ที่ได้จากเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในระบบปลูก NFT ใช้ Fe-EDTA ที่ค่า $EC = 3.00$ mS/cm มีน้ำหนักหัวของต้นปทุมมามากที่สุด ซึ่งการปลูกกระวานในวัสดุปลูกที่มีการให้สารละลายธาตุอาหาร ในระบบน้ำแบบน้ำหยดนั้น Incrocci et al. (2006) ได้กล่าวว่าการปลูกพืชในระบบน้ำหยดจะให้หน้าแก่พืชครั้งละน้อย ๆ แต่บ่อยครั้งด้วยอัตราที่ต่ำ จะทำให้น้ำสามารถแพร่กระจายได้ดี ซึ่งเป็นระบบการให้น้ำที่มีประสิทธิภาพสูง ทำให้กระวานเจริญเติบโตและผลผลิตดี และพบว่าความสูงต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ ขนาดลำต้น

ความเขียวใบ ความยาวก้านใบ จำนวนใบ น้ำหนักต้นรวม/กระถาง ค่าความเป็นกรด-ด่างของวัสดุปลูก และความชื้นของวัสดุปลูก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (Table 1, 2 และ 3)

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยชนิดของวัสดุปลูก และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระวานในระบบไม่ใช้ดิน พบว่าความสูงต้นที่ปลูกโดยใช้วัสดุปลูกกาบมะพร้าวสับ + EC=2.00 mS/cm มีค่าสูงสุด (127.20 เซนติเมตร) รองลงมาคือวัสดุปลูกขุยมะพร้าว + EC=1.00 mS/cm, ขุยมะพร้าว + EC=3.00 mS/cm, กาบมะพร้าวสับ + EC=1.00 mS/cm และกาบมะพร้าวสับ + EC=3.00 mS/cm (116.80, 113.40, 108.60 และ 91.20 เซนติเมตร) ตามลำดับ และความสูงต้นที่มีค่าน้อยที่สุดคือ ขุยมะพร้าว + EC=2.00 mS/cm (83.00 เซนติเมตร) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (Table 1) ส่วนความกว้างใบที่ปลูกโดยใช้วัสดุปลูกกาบมะพร้าวสับ + EC=2.00 mS/cm มีค่าสูงสุด (10.60 เซนติเมตร) รองลงมาคือวัสดุปลูกขุยมะพร้าว + EC=1.00 mS/cm, ขุยมะพร้าว + EC=3.00 mS/cm, กาบมะพร้าวสับ + EC=1.00 mS/cm และขุยมะพร้าว + EC=2.00 mS/cm (10.33, 10.10, 9.70 และ 9.60 เซนติเมตร) ตามลำดับ และความกว้างใบที่มีค่าน้อยที่สุดคือ กาบมะพร้าวสับ + EC=3.00 mS/cm (9.20 เซนติเมตร) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (Table 1)

พบว่าความยาวใบที่ปลูกโดยใช้วัสดุปลูกขุยมะพร้าว + EC=3.00 mS/cm มีค่าสูงสุด (34.70 เซนติเมตร) รองลงมาคือ วัสดุปลูกขุยมะพร้าว + EC=1.00 mS/cm และกาบมะพร้าวสับ + EC=2.00 mS/cm (31.10 และ 31.00 เซนติเมตร) ตามลำดับ และความยาวใบที่น้อยที่สุดคือ กาบมะพร้าวสับ + EC=1.00 mS/cm, กาบมะพร้าวสับ + EC=3.00 mS/cm และขุยมะพร้าว + EC=2.00 mS/cm (28.80, 28.70 และ 26.40 เซนติเมตร) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (Table 1) ขนาดลำต้นที่ปลูกโดยใช้วัสดุปลูกกาบมะพร้าวสับ + EC=2.00 mS/cm มีค่าสูงสุด (15.74 มิลลิเมตร) รองลงมาคือวัสดุปลูกขุยมะพร้าว + EC=3.00 mS/cm (14.00 มิลลิเมตร) และขนาดลำต้นที่น้อยที่สุดคือ ขุยมะพร้าว + EC=2.00 mS/cm (11.19 มิลลิเมตร) เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (Table 1) ส่วนความยาวก้านใบที่ปลูกโดยใช้วัสดุปลูกขุยมะพร้าว + EC=3.00 mS/cm มีค่าสูงสุด (37.50 เซนติเมตร) รองลงมาคือวัสดุปลูกขุยมะพร้าว + EC=1.00 mS/cm (33.50 เซนติเมตร) และความยาวก้านใบที่น้อยที่สุดคือ กาบมะพร้าวสับ + EC=2.00 mS/cm, กาบมะพร้าวสับ + EC=3.00 mS/cm, กาบมะพร้าวสับ + EC=1.00 mS/cm และขุยมะพร้าว + EC=2.00 mS/cm (32.80, 31.90, 31.50 และ 29.90 เซนติเมตร) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (Table 2) และพบว่าความเขียวใบ จำนวนใบ จำนวนต้น น้ำหนักต้น น้ำหนักต้นรวมต่อกระถาง ค่าความเป็นกรด-ด่างของวัสดุปลูกและความชื้นของวัสดุปลูก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (Table 1, 2 และ 3) แต่พบว่ากาบมะพร้าวสับ + EC=3.00 mS/cm มีจำนวนต้นต่อกระถางสูงที่สุด (23.60 ต้น/กระถาง) ซึ่งการทดลองการปลูกกระวานในกระถางพลาสติก พบว่ามีจำนวนต้นที่มีปริมาณมากแต่ขนาดลำต้นของกระวานจะไม่ค่อยใหญ่มาก และถ้าขนาดลำต้นใหญ่ก็จะมีจำนวนต้นน้อย เนื่องจากการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมบริเวณรากพืช และพืชสามารถดูดใช้ธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ส่งผลต่อผลผลิตและคุณภาพของพืช (Jitsatta & Nuchnuanrat, 2021) ซึ่งต้นกระวานเป็นพืชที่ชอบวัสดุปลูกที่มีความชื้นสูง พื้นที่ร่มรำไร และสามารถปลูกเพื่อผลิตหน่อขายได้โดยไม่จำเป็นต้องเป็นพื้นที่ที่มีระดับน้ำทะเล 500-800 เมตร ขึ้นไป แต่ถ้าต้องการให้ออกดอกเพื่อเก็บเมล็ดยังต้องอาศัยพื้นที่ที่สูงกว่าระดับ 500-800 เมตร ถึงจะออกดอก ซึ่งการปลูกกระวานเพื่อผลิตหน่อขายในระบบไม่ใช้ดินนั้น สามารถปลูกและเก็บเกี่ยวได้ตลอดทั้งปี การปลูกกระวานโดยไม่ใช้ดินจะพบปัญหาเรื่องต้นเน่า น้อย เนื่องจากระบบที่สามารถควบคุมการให้น้ำและปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Table 1 Effects of substrates and nutrient solution concentrations on plant height, leaf width, leaf length and plant diameter of cardamom in soilless culture

Treatments	Plant height (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Plant diameter (mm)
Substrates (A)				
Coconut coir dust (CC)	104.40	10.01	30.73	12.90
Coconut husk chips (CH)	109.00	9.83	29.50	13.69
F-test	ns	ns	ns	ns
EC (B)				
EC=1.00 mS/cm	112.70	10.02	29.95	13.57
EC=2.00 mS/cm	105.10	10.10	28.70	13.46
EC=3.00 mS/cm	102.30	9.65	31.70	12.84
F-test	ns	ns	ns	ns
(A x B)				
Coconut coir dust + EC 1.00	116.80 ^{ab}	10.33 ^{ab}	31.10 ^{ab}	13.51 ^{abc}
Coconut coir dust + EC 2.00	83.00 ^b	9.60 ^{ab}	26.40 ^b	11.19 ^c
Coconut coir dust + EC 3.00	113.40 ^{ab}	10.10 ^{ab}	34.70 ^a	14.00 ^{ab}
Coconut husk chips + EC 1.00	108.60 ^{ab}	9.70 ^{ab}	28.80 ^b	13.64 ^{abc}
Coconut husk chips + EC 2.00	127.20 ^a	10.60 ^a	31.00 ^{ab}	15.74 ^a
Coconut husk chips + EC 3.00	91.20 ^{ab}	9.20 ^b	28.70 ^b	11.68 ^{bc}
F-test	*	*	*	*
C.V.%	23.51	8.15	11.60	13.48

ns Non –significant

* Significant at ($P<0.05$)X Different letters within a column indicate significant difference at ($P<0.05$) by Duncan' s new multiple range test**Table 2** Effects of substrates and nutrient solution concentrations on leaf greenness, leaf stalk length, number of leaves and number plant of cardamom in soilless culture

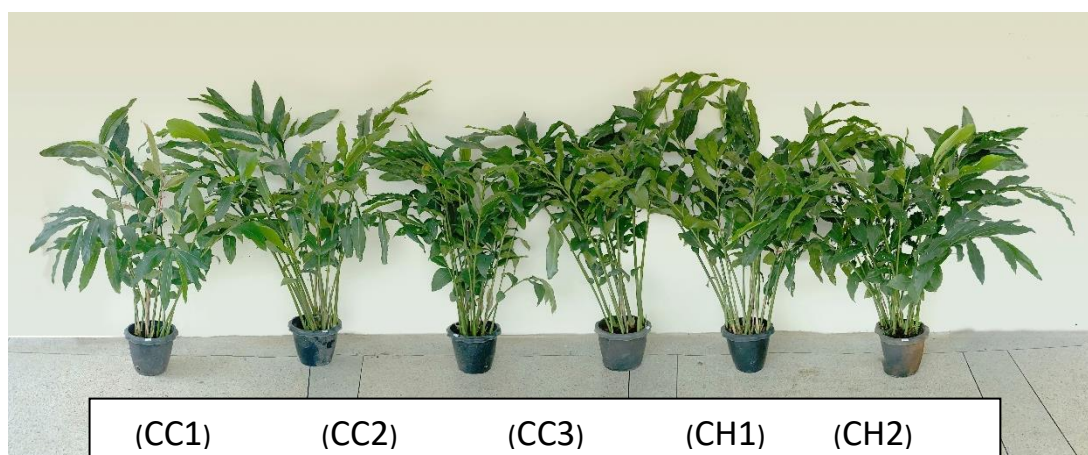
Treatments	Leaf greenness (SPAD unit)	Leaf stalk length (cm)	Number of leaves (leaves/plant)	Number plant (plants/pot)
Substrates (A)				
Coconut coir dust (CC)	59.69	33.63	15.07	18.27
Coconut husk chips (CH)	57.81	32.07	15.00	19.60
F-test	ns	ns	ns	ns
EC (B)				
EC=1.00 mS/cm	59.30	32.50	15.00	16.80 ^b
EC=2.00 mS/cm	55.88	31.35	15.20	18.70 ^{ab}
EC=3.00 mS/cm	61.08	34.70	14.90	21.30 ^a
F-test	ns	ns	ns	*
(A x B)				
Coconut coir dust + EC 1.00	61.06	33.50 ^{ab}	15.20	16.80
Coconut coir dust + EC 2.00	55.58	29.90 ^b	15.00	19.00
Coconut coir dust + EC 3.00	62.44	37.50 ^a	15.00	19.00
Coconut husk chips + EC 1.00	57.54	31.50 ^b	14.80	16.80
Coconut husk chips + EC 2.00	56.18	32.80 ^b	15.40	18.40
Coconut husk chips + EC 3.00	59.72	31.90 ^b	14.80	23.60
F-test	ns	*	ns	ns
C.V.%	15.34	10.11	11.48	19.82

ns Non –significant

* Significant at ($P<0.05$)X Different letters within a column indicate significant difference at ($P<0.05$) by Duncan' s new multiple range test

Table 3 Effects of substrates and nutrient solution concentrations on fresh plant weight, total plant weight, pH of substrate and substrate moisture of cardamom in soilless culture

Treatments	Fresh plant weight (g/plant)	Total plant weight (kg/pot)	pH of substrate	Substrate moisture (%)
Substrates (A)				
Coconut coir dust (CC)	211.13 ^b	7.22	5.05 ^b	45.67 ^a
Coconut husk chips (CH)	256.00 ^a	6.54	5.90 ^a	38.01 ^b
F-test	*	ns	*	*
EC (B)				
EC=1.00 mS/cm	220.70	8.38 ^a	5.57	42.16
EC=2.00 mS/cm	257.80	6.80 ^b	5.42	40.39
EC=3.00 mS/cm	222.90	5.46 ^c	5.43	42.97
F-test	ns	*	ns	ns
(A x B)				
Coconut coir dust + EC 1.00	180.40	8.67	4.96	47.26
Coconut coir dust + EC 2.00	230.40	6.53	5.12	43.26
Coconut coir dust + EC 3.00	222.60	6.46	5.06	46.48
Coconut husk chips + EC 1.00	261.00	8.09	6.18	37.06
Coconut husk chips + EC 2.00	283.80	7.07	5.72	37.52
Coconut husk chips + EC 3.00	223.20	4.47	5.80	39.46
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V.%	20.02	16.13	8.81	9.97

^{ns} Non –significant* Significant at ($P<0.05$)X Different letters within a column indicate significant difference at ($P<0.05$) by Duncan' s new multiple range test**Figure 3** Comparison of substrates and nutrient solution concentrations on yield of cardamom in soilless culture.

(CC1) Coconut coir dust+EC 1.00 mS/cm, (CC2) Coconut coir dust+EC 2.00 mS/cm, (CC3) Coconut coir dust+EC 3.00 mS/cm, (CH1) Coconut husk chips +EC 1.00 mS/cm, (CH2) Coconut husk chips+EC 2.00 mS/cm and (Ch3) Coconut husk chips +EC 3.00 mS/cm

ต้นทุนในการผลิตหน่อกระวานในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

ต้นทุนในการผลิตหน่อกระวานที่ผลิตในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินโดยใช้วัสดุปลูกกาบมะพร้าวสับที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร EC = 3.00 mS/cm พื้นที่ 1 โรงเรือนปลูกขนาด 6x12 เมตร มีความสูง 3 เมตร จำนวน 5 แถว แถวละ 20 กระถาง สามารถปลูกได้ทั้งหมด 100 กระถาง ๆ ละ 1 ต้น ไม่รวมค่าแรง โดยหน่อกระวานสำหรับบริโภคมีราคาขาย 10 บาท/หน่อ (Thongkham, 2020) ซึ่งในระยะเวลา 1 ปี สามารถปลูกได้ 3-4 รอบ/ปี จะได้กำไรสูงสุด 19,190 บาท/โรงเรือน/รอบปลูก (Table 4)

Table 4 Cost of planting cardamom in area one greenhouses (6x12x3 m³)/planting cycle/100 plants

Treatments	Drip Irrigation (baht)	Green houses (baht)	Substrates and planting container (baht)	Fertilizer and seed (baht)	Number plant (plants/pot)	Compen sation (baht)	Profit (baht)
Substrates (A) X EC (B)							
Coconut coir dust	1.00	250	1,700	160	1,300	1,680	16,800
	2.00	250	1,700	160	1,800	1,900	19,000
	3.00	250	1,700	160	2,300	1,900	19,000
Coconut husk chips	1.00	250	1,700	160	1,300	1,680	16,800
	2.00	250	1,700	160	1,800	1,840	18,400
	3.00	250	1,700	160	2,300	2,360	23,600

สรุปผลการศึกษา

การปลูกกระวานในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ควรใช้วัสดุปลูกกาบมะพร้าวสับที่มีระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร EC= 3.00 mS/cm ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตหน่อกระวานดีที่สุด โดยมีจำนวนต้นสูงที่สุด 23.60 ต้น/กระถาง ซึ่งสามารถทำกำไรได้สูงสุดที่ 19,190 บาท/โรงเรือน/รอบปลูก ในการผลิตหน่อกระวานเพื่อขายเป็นการค้าได้ ซึ่งเกษตรกรสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการปลูกกระวานขายได้ สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตลอดปี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ อธิสุนทร นันทกิจ ที่กรุณาให้คำปรึกษาความรู้ แนะนำ และข้อชี้แนะในการทดลอง และขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ในการสนับสนุนทุนวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2564

เอกสารอ้างอิง

- Changthom, C. (2019). *A Textbook of Cardamom Production Wisdom in Chanthaburi*. 1st edition. TMS 2016 Company Limited. (in Thai).
- Incrocci, L., Malorgio, F., Della Bartola, A., & Paradossi, A. (2006). The Influence of Drip Irrigation or Subirrigation on Tomato Grown in Closet-Loop Substrate Culture with Saline Water. *Scientia Horticulturae*, 107, 365-372.
- Jitsatta, N., & Rassami, W. (2019). Effect of Substrates on Growth and Yield of Muskmelon (*Cucumis melo* L.). *Thai Ramphai Barnee Research Journal*, 13(2), 17-24. (in Thai).
- Jitsatta, N., & Nuchnuanrat, P. (2021). Effects of Nutrient Solution Concentrations on Growth and Yield of Butternut Squash in Soilless Culture. *King Mongkut's Agricultural Journal*, 39(4), 257-263. (in Thai).
- Nuntagij, I. (2011). *Documentation for the Training Course on Soilless Culture Class 12*. Department of Soil Science, School of Agricultural Technology. King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. (in Thai).
- Nuntagij, I. (2014). *Program for Calculating the Preparation of Plant Nutrient Solution NutriCal V1.7T*. School of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. (in Thai).

- Nuntagij, I., Laohavisuti, N., Koohakan, P., Na-songkhla, P., Nanthanawat, R., & Thiamboonprasert, C. (2014). **Documentation for the Training Course on Soilless Culture Class 16**. Department of Soil Science, School of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. (in Thai).
- Phutthisa, J. (2020). **Cardamom Chanthaboon**. Retrieved from: <https://eculture.rbru.ac.th/ID114%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%99>. (in Thai).
- Pruangprach, J., & Jintana, V. (2018). Products and Management of False Cardamom in Agroforestry System at Ta Moon Village, Sai Khao Sub-District, Soi Dao District, Chanthaburi Province. **Thai Agricultural Research Journal**, 36(1), 95-108. (in Thai).
- Saetiew, K., Nuntagij, I., & Dangkongsan, W. (2012). **Effects of Nutrient Solution in NFT System for Growth of Curcuma**. School of Agricultural Technology King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. (in Thai).
- Sakamoto, M., & Suzuki, T. (2020). Effect of Nutrient Solution Concentration on the Growth of Hydroponic Sweet potato. **Agronomy**, 10(11), 1708.
- Thongket, T. (2012). Plant Management in Planting Media. **Thai Journal of Progressive Agriculture**, 25(2), 24-39. (in Thai).
- Thongkham, A. (2020). Cardamom, a Very Valuable Herb. **Thai Nakhon Si Thammarat Journal**, 50(8), 94-97. (in Thai).
- Wu, M., & Kubota, C. (2008). Effects of Electrical Conductivity of Hydroponic Nutrient Solution on Leaf Gas Exchange of Five Greenhouse Tomato Cultivars. **HortTechnology**, 18(2), 271-277.