การออกแบบและสร้างชุดปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ Nutrient Flow Technique แบบประหยัด
The Design and Fabrication of Economy Nutrient Flow Technique Vegetable Hydroponics Set

พันเอกหญิง รองศาสตราจารย์ สมพร คำเครื่อง

รองศาสตราจารย์ ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
E-mail: g4969126@hotmail.com

บทคัดย่อ : การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ Nutrient Flow Technique (NFLT) เป็นนวัตกรรมทางการเกษตร ช่วยประหยัดเวลาในการเพาะปลูก แต่มีข้อจำกัดในเรื่องต้นทุนโครงสร้างของชุดปลูกค่อนข้างสูง และต้องใช้กระแสไฟฟ้าในการทำงานของปั๊มเพื่อขับเคลื่อนสารละลายธาตุอาหารผ่านรากพืชตลอด 24 ชั่วโมง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างชุดปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ NFLT แบบประหยัด และเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของชุดปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ NFLT ทั้ง 3 แบบที่สร้างขึ้นต่อการเจริญเติบโตของผักไฮโดรโปนิกส์ ทำการศึกษาโดยออกแบบชุดปลูก NFLT ขนาด 20 ช่องปลูก ความกว้าง 70 ซม. ยาว 85 ซม. สูง 1.80 เมตร จำนวน 3 แบบ คือ รางปลูกมีความสูงของทางลงน้ำด้านท้ายรางแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 5 มม. 10 มม. และ 15 มม. และนำชุดปลูกผักทั้ง 3 แบบมาทดลองปลูกผักไฮโดรโปนิกส์จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ เรดโอ๊ค เรดปัตตาเวีย และบัตเตอร์เฮด โดยเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักกับชุดปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ NFT ผลการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพของชุดปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

ระบบ NFLT ที่มีความสูงของทางลงน้ำ 15 มม. ทำให้น้ำหนักสดของผักเรดโอ๊คและเรดปัตตาเวียแตกต่างจากชุดปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ NFLT ที่มีความสูงของทางลงน้ำ 5 มม. 10 มม. และชุดปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ NFT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่ทำให้น้ำหนักสดของผักบัตเตอร์เฮดแตกต่างกัน และไม่ทำให้การเจริญเติบโตด้านความยาวรากและจำนวนใบของผักทั้ง 3 ชนิดแตกต่างกันทางสถิติ

คำสำคัญ : การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ Nutrient Flow Technique เรดโอ๊ค เรดปัตตาเวีย บัตเตอร์เฮด

ABSTRACT : The Nutrient Flow Technique (NFLT) Hydroponics is an innovative agriculture. It saves time for culture but requires high investment structure of Hydroponics Set costs and pump electric powers for nutrient solution flow through root of vegetable for 24 hours. The objective of this study is to design and fabrication of economy NFLT Vegetable Hydroponics Set and to compare the efficiency of Hydroponics Set in 3 models for hydroponics vegetable growth. The studying was designed the NFLT Vegetable Hydroponics Set of 20 channels that was 70 cm. width, 85 cm. length and 1.80 m. height in 3 models. That had the height of dam varieties (5, 10 and 15 mm.). Its were brought to trial of lettuce varieties (Red oak, Red puttavia and Butterhead) compared the growth with NFT Hydroponics Set The study was found that the efficiency of NFLT Vegetable Hydroponics Set by the growth of lettuce varieties was found that, at 15 mm.dam height in fresh weight of red oak and red puttavia were significant difference from 5 mm., 10 mm. and NFT but in butterhead was not significant difference. The average root length and number of leaves were not difference.

KEYWORDS : Nutrient Flow Technique Vegetable Hydroponics, Red oak, Red puttavia, Butterhead

1. บทนำ

ภาวะโลกร้อน (Global warming) คือ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศเหนือพื้นผิวโลกและมหาสมุทร [1] เป็นภัยคุกคามทางธรรมชาติที่ทำให้เกิดความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ และส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตร ทำให้มีปริมาณไม่เพียงพอต่อการบริโภคส่งผลให้สินค้ามีราคาแพงในบางฤดูกาล และมีราคาถูกลงในช่วงที่ผลผลิตออกมามาก เกิดการระบาดของโรคและแมลงทำให้เกษตรกรต้องใช้ยาและสารเคมีเพิ่มมากขึ้นซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค สิ่งแวดล้อม และการเสื่อมคุณภาพของดิน เป็นต้น ดังนั้นการทำเกษตรกรรมในปัจจุบันจึงจำเป็นต้องมีการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตร เพื่อเพิ่มผลผลิตให้เพียงพอต่อการบริโภค การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) เป็นทางเลือกอย่างหนึ่งในการปลูกผักโดยไม่ใช้ดิน ทำให้พืชได้รับสารละลายธาตุอาหารพืชทางรากโดยตรงสามารถปลูกผักได้ทุกฤดูกาล สามารถปลูกได้ในบริเวณพื้นที่ที่ดินไม่ดี หรือสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก [2] ใช้น้ำในการเพาะปลูกน้อย สามารถควบคุมการระบาดของโรคและแมลงได้ ไม่ต้องเสียเวลาเตรียมดิน และลดปัญหาสภาพดินที่ไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก นอกจากนี้ยังเป็นเทคโนโลยีในการผลิตพืชที่หลายๆ ประเทศให้การยอมรับว่าเป็นการผลิตพืชปลอดสารพิษ และปลอดภัยต่อผู้บริโภค

การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ Nutrient Flow Technique เป็นนวัตกรรมทางการเกษตรที่สามารถปลูกผักได้โดยไม่ต้องใช้พื้นที่มาก ช่วยประหยัดเวลาในการเตรียมดิน รดน้ำ หรือกำจัดวัชพืชในการเพาะปลูก แต่ก็มีข้อจำกัดในเรื่องต้นทุนการปลูกค่อนข้างสูง เนื่องจากชุดปลูกประกอบด้วยวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ มากมาย และมีราคาแพง นอกจากนี้ยังต้องใช้กระแสไฟฟ้าในการทำงานของปั๊ม เพื่อขับเคลื่อนสารละลายธาตุอาหารผ่านรากพืชตลอด 24 ชั่วโมง ดังนั้นหากสามารถพัฒนาชุดปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ที่ทำขึ้นเองจากวัสดุ อุปกรณ์ ซึ่งสามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาดโดยทั่วไป ทำให้ชุดปลูกมีราคาถูกลง แต่มีความคงทนและเหมาะสมกับการใช้งาน และมีสารละลายธาตุอาหารผ่านรากพืชตลอดเวลาถึงแม้กระแสไฟฟ้าขัดข้อง เพราะรากพืชยังสามารถใช้สารละลายที่ท่วมขังอยู่ในระบบ [3]

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิด ในการออกแบบและสร้างชุดปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ Nutrient Flow Technique แบบประหยัด ซึ่งใช้ต้นทุนต่ำแต่มีประสิทธิภาพดี ทำจากวัสดุที่หาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด และสามารถเก็บสารละลายให้อยู่ในรางปลูกได้ถึงแม้กระแสไฟฟ้าขัดข้อง

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อออกแบบและสร้างชุดปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ Nutrient Flow Technique; NFLT แบบประหยัดขนาด 20 ช่องปลูก จำนวน 3 แบบ

2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของชุดปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ Nutrient Flow Technique แบบประหยัด ทั้ง 3 แบบ

3. การดำเนินการวิจัยและระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ขั้นตอนการออกแบบ และสร้างชุดปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ NFLT แบบประหยัด ขนาด 20 ช่องปลูก ความกว้าง 70 เซนติเมตร ยาว 85 เซนติเมตร สูง 1.80 เมตร ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ได้แก่ แปลงปลูก หรือโต๊ะปลูก รางเปิด และหลังคา

3.2 ขั้นตอนการนำชุดปลูกที่สร้างขึ้นมาทดลองปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ จำนวน 3 รอบการปลูก ดังนี้

3.2.1 การเตรียมต้นกล้าและการปลูกโดยการเพาะเมล็ดลงในฟองน้ำ เมื่อเมล็ดผักเริ่มงอกและมีใบแท้ออกมา 2 – 3 ใบ เริ่มผสมปุ๋ย A และปุ๋ย B อย่างละ 3 ซีซี ต่อน้ำ 1 ลิตร คนให้เข้ากัน ใส่ลงในถาดเพาะแทนน้ำเปล่า

3.2.2 เมื่อต้นกล้าอายุได้ 14 วัน นำไปใส่ถ้วยปลูกสีดำโดยใช้มือจับฟองน้ำ และบีบเบาๆ ใส่ฟองน้ำเข้าในช่องของถ้วยปลูก โดยใส่จากด้านล่าง และให้ฟองน้ำด้านที่มีรากพ้นจากแผ่นปลูกประมาณ 0.5 – 1 เซนติเมตร เพื่อให้รากพืช และฟองน้ำส่วนที่ยื่นออกมา แตะกับสารละลายธาตุอาหารพืชในรางปลูก

3.2.3 ใส่น้ำเปล่าประมาณ 40 ลิตร ลงในถังสารละลายเติมปุ๋ย A และปุ๋ย B อย่างละ120 ซีซี (ปุ๋ย 1 ซีซี ต่อน้ำ 1 ลิตร) ลงในถังสารละลาย หลังจากนั้นคอยตรวจวัดระดับน้ำ และวัดค่าการนำไฟฟ้าทุกๆ 1 – 2 วัน โดยควบคุมให้อยู่ในช่วง 1.5 – 2.0 มิลลิซิเมนต์ ถ้าค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่าค่าที่กำหนดให้เติมปุ๋ยโดยเติมปุ๋ย A และปุ๋ย B ในปริมาณที่เท่ากันทุกครั้ง ถ้าค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าค่าที่กำหนดให้เติมน้ำ

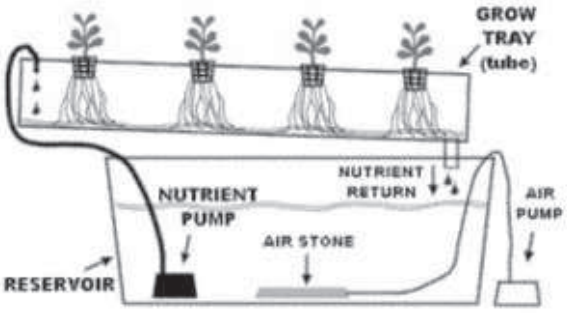
3.3 การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของผักไฮโดรโปนิกส์ ได้แก่ เรดโอ๊ค ปัตตาเวีย และบัตเตอร์เฮด โดยบันทึกข้อมูลเมื่อผักไฮโดร-โปนิกส์แต่ละชนิดอายุ 45 วัน นับจากวันที่เริ่มเพาะเมล็ด โดยชั่งน้ำหนักสด (รวมทั้งส่วนต้นและราก) ความยาวราก และนับจำนวนใบ

3.4 ระเบียบวิธีวิจัย นำข้อมูลการเจริญเติบโตของผักไฮโดรโปนิกส์ทั้ง 3 ชนิด มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผักแต่ละชนิดโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

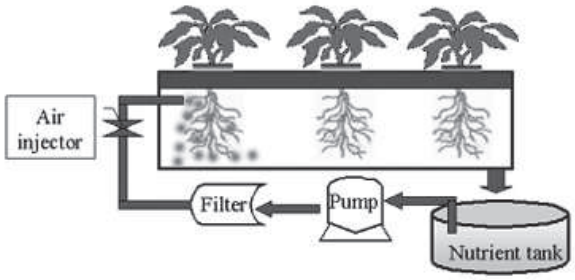
การปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) หมายถึง การปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหาร คำว่า "Hydroponics" มาจากคำในภาษากรีก 2 คำ คือ "Hydro" หมายถึง น้ำ และ "Ponos"หมายถึง งาน รวมความแล้วหมายความว่า การทำงานเกี่ยวกับน้ำ รากพืชจะสัมผัสกับสารละลายธาตุอาหาร [4] การปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์มีหลายระบบ ดังนี้

4.1 ระบบให้สารละลายธาตุอาหารพืชไหลผ่านรากพืชเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ ในรางปลูก (Nutrient Film Technique; NFT) เป็นระบบให้สารละลายไหลผ่านรากพืชเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ หนาประมาณ 1– 3 มิลลิเมตร อัตราการไหล 1 – 2 ลิตร/นาที/ราง รางปลูกทำจากพลาสติกขึ้นรูปกว้างประมาณ 5 – 35 เซนติเมตรสูง 5 – 10 เซนติเมตร รางปลูกมีความลาดชันประมาณ 1 – 2% โดยมีปั๊มดูดสารละลายธาตุอาหารพืช จากถังสารละลายให้ไหลเวียนผ่านรากพืช แล้ววนกลับมายังถังสารละลายอีกครั้ง (ภาพที่ 1) ข้อด้อยของระบบนี้ คือ เมื่อกระแสไฟฟ้าขัดข้องทำให้รากพืชขาดธาตุอาหารได้



ภาพที่ 1 ระบบ NFT

4.2 ระบบให้สารละลายธาตุอาหารพืชไหลผ่านรากพืชในระดับลึก (Nutrient Flow Technique; NFLT หรือ Deep Flow Technique; DFT หรือ Deep Floating Technique; DFLT) เป็นระบบให้สารละลายไหลผ่านรากพืช โดยมีระดับของสารละลายธาตุอาหารพืชลึกมากกว่า 3 –15 มิลลิเมตร รางปลูกไม่มีความลาดชัน โดยใช้รางปลูกที่ทำจากพลาสติกขึ้นรูป หรือท่อพีวีซีทรงกลมเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 4 นิ้ว ที่ฝานด้านบนออก หรือใช้ถาดปลูกที่ทำจากโฟม (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ระบบ DFT

4.3 ระบบให้สารละลายธาตุอาหารพืชและอากาศ ไหลวนผ่านรากพืชในระดับลึก (Dynamic Root Floating Technique; DRFT) เป็นระบบที่พัฒนาจากระบบ DFT โดยมีอุปกรณ์สำหรับปรับระดับของสารละลายธาตุอาหารพืช เพื่อให้รากพืชได้รับทั้งอากาศ และสารละลายธาตุอาหารพืชไปพร้อมกัน

5. วัสดุ อุปกรณ์ สำหรับการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ระบบNFLT

5.1 รางปลูก ทำจากพลาสติกสีขาวขึ้นรูปเป็นรูป 4 – 5 เหลี่ยมส่วนบนหรือฝามีความโค้งนูนเล็กน้อย เจาะรูที่ฝารางเป็นวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ห่างกัน 25 เซนติเมตร ด้านฐานรางเซาะเป็นร่องเล็กๆ เพื่อช่วยกระจายให้สารละลายธาตุอาหารพืชไหลเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ มีฝาปิดด้านหัวรางและท้ายราง เพื่อป้องกันสารละลายธาตุอาหารพืชถูกแสงแดด ด้านหัวรางเจาะรูเส้นผ่า-ศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร เพื่อใส่สายยางไมโครสีดำ ส่วนด้านท้ายรางเจาะรูใส่ทางลงน้ำ เพื่อให้น้ำไหลลงสู่ท่อรวมและไหลลงสู่ถังสารละลายธาตุอาหารพืชต่อไป

5.2 แปลงปลูกหรือโต๊ะปลูก ทำจากวัสดุได้หลายชนิด เช่น เหล็กท่อพีวีซี และอะลูมิเนียมถ้าทำจากเหล็กควรทาสีกันสนิมด้วย

5.3 ท่อนำสารละลายธาตุอาหารพืชจากปั๊มน้ำสู่รางปลูก และท่อนำสารละลายกลับสู่ถังสารละลาย ส่วนใหญ่ทำจากท่อพีวีซี ขนาดต่างๆ กัน

5.4 ปั๊มน้ำ ขนาด 20 วัตต์ เป็นแหล่งเพิ่มแรงดันในการจ่ายสารละลายธาตุอาหารพืชและออกซิเจน ให้แก่รากพืช ถ้าเป็นชุดปลูกขนาดเล็กจะใช้ปั๊มน้ำขนาดเดียวกับปั๊มน้ำสำหรับตู้เลี้ยงปลา

5.5 ถังใส่สารละลายธาตุอาหารพืช ควรเป็นถังพลาสติกทึบแสงเพื่อป้องกันไม่ให้สารละลายธาตุอาหารพืชในถังมีอุณหภูมิสูง และป้องกันการเกิดตะไคร่น้ำ

5.6 วัสดุปลูก ในการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์นับว่ามีความสำคัญเนื่องจากช่วยค้ำจุนส่วนที่อยู่เหนือวัสดุปลูกให้ตั้งตรงอยู่ได้ ช่วยเก็บสำรองธาตุอาหารพืช ช่วยกักเก็บน้ำ และช่วยแลกเปลี่ยนอากาศระหว่างรากพืชกับบรรยากาศ วัสดุปลูกอาจเป็นชนิดเดียวหรือหลายชนิดผสมกัน อาจเป็นอินทรียวัตถุ หรืออนินทรียวัตถุก็ได้ เช่น ฟองน้ำ เวอร์มิคูไลท์ (Vermiculite) เพอร์ไลท์ ขี้เลื่อย แกลบ และขุยมะพร้าว เป็นต้น

5.7 อุปกรณ์ตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารพืช (Electrical Conductivity; EC) ใช้สำหรับตรวจวัดปริมาณธาตุอาหารพืชทั้งหมดที่มีอยู่ในสารละลาย

5.8 สารละลายธาตุอาหารพืช ประกอบด้วยสารละลายชุดที่ 1 (Stock A) ประกอบด้วย N, P, K, Mg, S, Mo, B, Zn, Cu และ Mn และสารละลายชุดที่ 2 (Stock B) ประกอบด้วย Ca

และ Fe เมื่อต้องการนำไปใช้ในการปลูกพืชควรเจือจางสารละลายด้วยน้ำตามอัตราสวน เช่น 1 : 100 หรือ 1 : 200 (ไม่ควรเกิน 1 : 200 เท่า) [3]

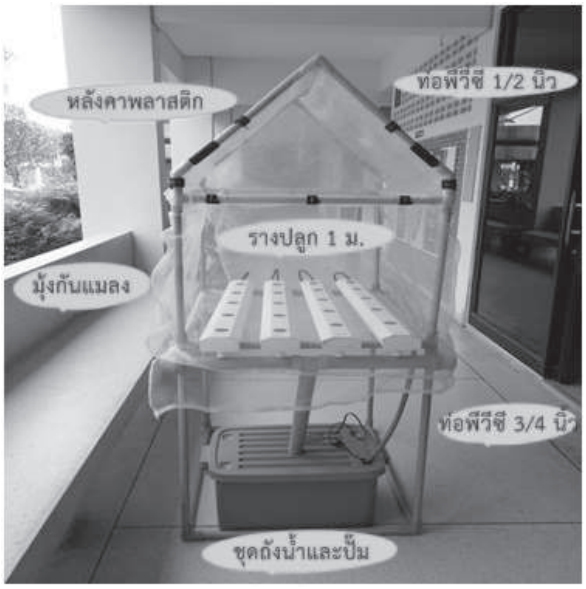
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประเทือง อุษาบริสุทธิ์ และคณะ [6] ได้ศึกษาการปลูกผักไม่ใช้ดินด้วยกระเบื้องลอนคู่และท่อพีวีซี แทนรางพลาสติกจากผลการทดลองที่อัตราการไหลของสารละลายธาตุอาหารพืช 2 ลิตร/นาทีพบว่าค่าการเจริญเติบโตของผัก ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อมีการปรับอัตราการไหลแตกต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ 1.0 1.5 2.0 และ 2.5 ลิตร/นาที พบว่าการใช้กระเบื้องลอนคู่และท่อพีวีซี ให้ค่าการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน และจากการวิเคราะห์ค่าการลงทุนพบว่ารางพลาสติกกระเบื้องลอนคู่ และท่อพีวีซี มีค่าการลงทุนต่อหลุมปลูกเท่ากับ 36 11.38 และ 13.25 บาท/หลุมปลูก ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโต๊ะปลูกขนาด 60 หลุม พบว่าโต๊ะที่ใช้กระเบื้องลอนคู่มีจุดคุ้มทุนที่ 1 ปี 5 เดือน โต๊ะที่ใช้ท่อพีวีซีมีจุดคุ้มทุนที่ 1 ปี 8 เดือน

คงเอก ศิริงาม [5] ได้ศึกษาอิทธิพลของพันธุ์ผักกาดหอมและกำลังไฟฟ้าของปั๊มต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมที่ปลูกบนชั้นปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์รูปทรงสามเหลี่ยม พบว่าผักกาดหอมพันธุ์บัตเตอร์เฮดและเรดโอ๊ค มีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งส่วนต้น สูงที่สุด

7. ผลการวิจัย

7.1 การออกแบบ และสร้างชุดปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ NFLT แบบประหยัดขนาด 20 ช่องปลูก ความกว้าง 70 เซนติเมตร ยาว 85 เซนติเมตร สูง 1.80 เมตร ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้ (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ชุดปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ NFLT

7.1.1 รางปลูกเป็นแบบรางเปิด ทำจากพลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์สีขาวฉีดขึ้นรูปพื้นรางเป็นร่องขนาดเล็กเพื่อทำให้สารละลายธาตุอาหารพืชไหลเป็นแผ่นบางๆ กระจายทั่วราง ฝาปิดรางมีความโค้งนูนเล็กน้อย ฐานกว้าง 10 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร แต่ละรางยาว 1 เมตร เจาะช่องที่ฝารางเป็นวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.3 เซนติเมตร แต่ละช่องห่างกัน 20 เซนติเมตร มีฝาปิดด้านหัวรางและท้ายราง ด้านหัวรางเจาะช่องเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร เพื่อใส่สายยางไมโครสีดำ ส่วนด้านท้ายรางเจาะช่องใส่ทางลงน้ำเพื่อให้น้ำไหลลงสู่ถังสารละลายธาตุอาหารพืช

7.1.2 แปลงปลูกหรือโต๊ะปลูก ทำจากพลาสติกโพลีไวนิล

คลอไรด์สีฟ้าขนาด ¾ นิ้ว โต๊ะปลูกมีขนาด 70 เซนติเมตร ยาว 85 เซนติเมตร สูง 80 เซนติเมตร ขนาดพื้นที่ปลูกประมาณ 0.6 ตารางเมตร บนโต๊ะปูด้วยมุ้งกันแมลงสีขาว และมีรางปลูก จำนวน 4 ราง เรียงขนานกัน

7.1.3 หลังคา ทำจากพลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์สีฟ้าขนาด ½ นิ้ว ต่อกันเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ปูหลังคาด้วยพลาสติก

7.2 ประสิทธิภาพของชุดปลูกผักไฮโดร-โปนิกส์

7.2.1 การเจริญเติบโตของผักเรดโอ๊คที่ปลูกด้วยรางปลูกทั้ง 4 แบบ

ในด้านน้ำหนักต่อต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยผักเรดโอ๊คที่ปลูกด้วยรางปลูกระบบ NFLT ความสูง 5 มิลลิเมตร และ 15 มิลลิเมตร มีน้ำหนักต่อต้น 1,258.50 กรัม และ 1,252.50 กรัม ตามลำดับ แตกต่างจากผักเรดโอ๊คที่ปลูกด้วยระบบ NFT และ NFLT ความสูง 10 มิลลิเมตร มีน้ำหนักต่อต้น 1,190.00 กรัม และ 1,202.50 กรัม ตามลำดับในด้านความยาวรากและจำนวนใบ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตของผักเรดโอ๊ค

ชนิดของชุดปลูก	การเจริญเติบโต		
	น้ำหนักต่อต้น (กรัม)	ความยาวราก (ซม.)	จำนวนใบ
NFT	1,190.00b	42.40	16.45
NFLT 5 มม.	1,258.50a	44.85	17.20
NFLT10 มม.	1,202.50b	47.50	16.40
NFLT 15 มม.	1,252.50a	46.70	16.90
		NS	NS

หมายเหตุ NS แสดงถึงตัวเลขในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
a, b ตัวอักษรกำกับที่แตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

7.2.2 การเจริญเติบโตของผักเรดปัตตาเวียที่ปลูกด้วยรางปลูกทั้ง 4 แบบ ในด้านน้ำหนักต่อต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยผักเรดปัตตาเวียที่ปลูกด้วยรางปลูกระบบ NFLT ความสูง 15 มิลลิเมตร มีน้ำหนักต่อต้น 1,267.50 กรัม แตกต่างจากผักเรดปัตตาเวียที่ปลูกด้วยระบบ NFT และ NFLT ความสูง 5 มิลลิเมตร และ 10 มิลลิเมตร มีน้ำหนักต่อต้น 1,205.00 กรัม 1,210.00 กรัมและ 1,220.00 กรัม ตามลำดับในด้านความยาวรากและจำนวนใบ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตของผักเรดปัตตาเวีย

ชนิดของชุดปลูก	การเจริญเติบโต		
	น้ำหนักต่อต้น (กรัม)	ความยาวราก (ซม.)	จำนวนใบ
NFT	1,205.00a	43.40	15.45
NFLT 5 มม.	1,210.00a	45.85	16.20
NFLT10 มม.	1,220.00a	47.70	16.50
NFLT 15 มม.	1,267.50b	45.70	16.60
		NS	NS

หมายเหตุ NS แสดงถึงตัวเลขในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
a, b ตัวอักษรกำกับที่แตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

7.2.3 การเจริญเติบโตของผักบัตเตอร์เฮดที่ปลูกด้วยรางปลูกทั้ง 4 แบบ ในด้านน้ำหนักต่อต้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยผักเรดปัตตาเวียที่ปลูกด้วยรางปลูกระบบ NFT NFLT ความสูง 5 มิลลิเมตร 10 มิลลิเมตร และ 15 มิลลิเมตร มีน้ำหนักต่อต้น 1,650.00 กรัม 1,672.50 กรัม 1,760.00 กรัม และ 1,711.50 กรัม ตามลำดับในด้านความยาวรากและจำนวนใบ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโตของผักบัตเตอร์เฮด

ชนิดของชุดปลูก	การเจริญเติบโต		
	น้ำหนักต่อต้น (กรัม)	ความยาวราก (ซม.)	จำนวนใบ
NFT	1,650.00	44.40	16.55
NFLT 5 มม.	1,672.50	44.85	16.20
NFLT10 มม.	1,760.00	45.50	16.60
NFLT 15 มม.	1,711.50	46.80	17.10
	NS	NS	NS

หมายเหตุ NS แสดงถึงตัวเลขในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

8. อภิปรายและสรุปผล

8.1 การออกแบบ และสร้างชุดปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ NFLT แบบประหยัด

จากผลการวิจัยได้ชุดปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ NFLT แบบประหยัด ขนาด 20 ช่องปลูก ความกว้าง 70 เซนติเมตร ยาว 85 เซนติเมตร สูง 1.80 เมตร การออกแบบชุดปลูกโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ ที่หาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด น้ำหนักเบา ราคาไม่แพง เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ NFT ขนาด 20 ช่องปลูก ซึ่งทำจากวัสดุใกล้เคียงกันจะมีราคาตั้งแต่ 1,900 -5,000 บาท แต่มีความทนทานและเหมาะสมในการใช้งาน ใช้พื้นที่ในการปลูกน้อยเมื่อไฟฟ้าดับ รางปลูกซึ่งมีความสูงของทางลงน้ำ 5 มิลลิเมตร 10 มิลลิเมตร และ 15 มิลลิเมตร ตามลำดับ สามารถเก็บน้ำในรางปลูกได้นาน 1 ชม. 4 ชม. และ 8 ชม. ตามลำดับซึ่งแปลงปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ NFT ไม่สามารถเก็บน้ำในรางปลูกได้เมื่อไฟฟ้าดับ

8.2 ประสิทธิภาพของชุดปลูกผักไฮโดร-โปนิกส์

ชุดปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ระบบ NFLT แบบประหยัด ขนาด 20 ช่องปลูกที่สร้างขึ้นมีความสูงของทางลงน้ำแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 5 มิลลิเมตร 10 มิลลิเมตร และ 15 มิลลิเมตรตามลำดับ นำไปทดลองปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ จำนวน 3 ชนิดๆ ละ 20 ต้น ได้แก่ เรดโอ๊ค เรดปัตตาเวีย และบัตเตอร์เฮด เปรียบเทียบกับระบบ NFT ซึ่งซื้อมาจากท้องตลาดพบว่าการเจริญเติบโตของผักทั้ง 3 ชนิด ในด้านความยาวราก และจำนวนใบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นค่าเฉลี่ยน้ำหนักต่อต้น สอดคล้องกับการศึกษาของประเทือง อุษาบริสุทธิ์ และคณะ [6] เรื่องการเปรียบเทียบการปลูกผักไม่ใช้ดินด้วยรางพลาสติก กระเบื้องลอนคู่ และท่อพีวีซี พบว่าการเจริญเติบโตของผักกาดหอมไม่แตกต่างกัน และการศึกษาของอารีย์ เสนานันท์สกุล [1] เรื่องการคัดเลือกเทคนิคที่เหมาะสมในการปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโปนิกส์ พบว่าเทคนิคการปลูกแคนตาลูปแบบ NFT ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักผลสูงที่สุด

บรรณานุกรม

(1) สุรินทร์ เหล่าสุขสถิตย์, 2550. ภาวะโลกร้อน Global Warming. วิทยาศาสตร์ประยุกต์, 6 (มิ.ย. – พ.ย. 2550), 90–103.

(2) เจตพล คงดี, 2555. ทัศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อผักไฮโดรโปนิกส์ในอำเภอเมืองเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

(3) ดิเรก ทองอร่าม, 2550. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดีการพิมพ์.

(4) มนูญ ศิรินุพงศ์, 2556. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สยามคัลเลอร์พรินท์.

(5) คงเอก ศิริงาม, 2557. อิทธิพลของพันธุ์ผักกาดหอมและกำลังไฟฟ้าของปั๊มต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมที่ปลูกบนชั้นปลูกพืชไฮโดรพอนิกส์รูปทรงสามเหลี่ยม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ไม่ได้มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

(6) ประเทือง อุษาบริสุทธิ์ และคณะ, 2550. การศึกษาเปรียบเทียบการปลูกผักไม่ใช้ดินด้วยรางพลาสติก กระเบื้องลอนคู่และท่อพีวีซี. วิศวกรรมสาร มก, 21 (ส.ค.-พ.ย. 2550), 64-70.

(7) อารีย์ เสนานันท์สกุล, 2540. การคัดเลือกเทคนิคที่เหมาะสมในการปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโปนิกส์วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.