

ตู้ควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยแสงเทียมและเทคโนโลยีนาโนแบบบีล

สุวรรณ ภู่ชัย¹ ธนโชติ ทับชานา¹ กิตติพงษ์ มาตรักชาติ¹ และเดือนแรม แพ่งเกี่ยว^{1*}

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิชญโลก 65000

รับบทความ 15 ตุลาคม 2561 ตอรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 30 พฤษภาคม 2563

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างตู้ควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยแสงเทียมและเทคโนโลยีนาโนแบบบีลเพื่อนำไปใช้สำหรับการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ในอาคาร โดยใช้หลอดแสงเทียมสำหรับปลูกผักที่มีค่าความเข้มแสงที่เหมาะสมต่อการปลูกผักสลัด คือ 1100 ถึง 2000 ลักซ์ มีระบบควบคุมสภาพอากาศภายในตู้อย่างเหมาะสมและใช้เครื่องสร้างนาโนแบบบีลให้กับสารละลายธาตุอาหารพืชเพื่อช่วยเติมอากาศให้แก่ธาตุอาหารส่งผลดีต่อการลำเลียงสารอาหารจากรากทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี จากผลการทดลองปลูกผักสลัดเรดโอ๊ค 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบกึ่งน้ำลึก (Dynamic Root Floating Technique: DRFT) และรูปแบบน้ำนิ่ง พบว่า ค่าเฉลี่ย EC ในระบบกึ่งน้ำลึกมีค่าสูงกว่าระบบน้ำนิ่ง 0.14 mS/cm ค่าเฉลี่ย pH ในระบบกึ่งน้ำลึกมีค่าต่ำกว่าระบบน้ำนิ่ง 0.3 และค่าเฉลี่ย DO ในระบบกึ่งน้ำลึกมีค่าต่ำกว่าระบบน้ำนิ่ง 0.61 mg/l และเมื่อพิจารณาค่าการเจริญเติบโตของผักสลัด พบว่า ความสูงเฉลี่ยของผักสลัดที่ปลูกในระบบน้ำนิ่งสูงกว่าระบบกึ่งน้ำลึก 0.6 เซนติเมตร ความกว้างพุ่มเฉลี่ยของผักสลัดที่ปลูกในระบบน้ำนิ่งมีขนาดพุ่มกว้างกว่าระบบกึ่งน้ำลึก 1.5 เซนติเมตร และความยาวรากของผักสลัดที่ปลูกในระบบน้ำนิ่งมีความยาวรากยาวกว่าระบบกึ่งน้ำลึก 0.5 เซนติเมตร โดยค่าการเจริญเติบโตของผักสลัดเรดโอ๊คระยะปลูกเวลา 11 วัน ในระบบน้ำนิ่งมีการเจริญเติบโตดีกว่าระบบกึ่งน้ำลึก 14.6% ซึ่งมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยและทั้งสองระบบยังคงรักษาคุณภาพของสารละลายธาตุอาหารพืชที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตได้ดี ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่างานวิจัยที่นำเสนอสามารถนำมาใช้ปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบกึ่งน้ำลึกและระบบไฮโดรโปนิกส์แบบน้ำนิ่ง

คำสำคัญ: ผักไฮโดรโปนิกส์ , แสงเทียม , นาโนแบบบีล

Control Hydroponics Cabinets with Artificial Light and Nanobubble Technology

Suwan Puchei¹ Tanachod Tubchawna¹ Kittipong Matrakchat¹ and Duannraem Phaengkio^{1*}

¹ Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering,
Rajamangala University of Technology Lanna Phitsanulok, 65000, Thailand

Receive: 15 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 30 May 2020

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

Abstract

This paper purposes the design and construction of the plant controlled hydroponics and artificial light with nano bubbles to be used for growing vegetables hydroponics indoors. Using artificial light bulbs for vegetables with the appropriate intensity of light for growing vegetables, 1100 to 2000 lux, have proper control of the air inside the cabinet and use the nano bubble generator for nutrient solutions. In order to help nutrient uptake, contribute to the transport of nutrients from the root causes the plants to grow well. Two types of red oak salad were studied, including Dynamic Root Floating Technique (DRFT) system and still water system. The results found that the average EC in the DRFT system is 0.14 mS / cm higher than the stationary water system, pH of the DRFT system is lower than 0.3 and average of DO is lower than 0.61 mg/l compared with stationary water system. Considering the growth value of salads, it was found that the average height of the salads grown in the stationary water system was higher than DRFT system the 0.6 cm., the average bush width of the lettuce grown in stagnant water systems was larger than DRFT system 1.5 cm and root length of the vegetables grown in a stationary water system have a longer root length than the DRFT system 0.5 cm. The growth of red oak salad at 11 days in stagnant water system was significantly better than the 14.6% deep aquifer, which was slightly different, and both systems maintained their quality. Plant nutrient solution that affects the growth well. Therefore, it can be concluded that the proposed research can be used to grow hydroponics vegetables. It is very effective in both deep hydroponic systems and in stationary hydroponics.

Keywords: Hydroponics, artificial light, Nano bubble

1. บทนำ

ปัจจุบันการปลูกพืชไร้ดินหรือไฮโดรโปนิคส์ (Hydroponics) เป็นที่นิยมอย่างกว้างขวาง และทำรายได้ให้แก่ผู้ประกอบการเป็นอย่างดีแต่สำหรับการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบคริวเรือนอาจมีความยุ่งยากในการดูแลและต้องใช้พื้นที่ในการปลูกค่อนข้างมาก ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคสำหรับกลุ่มคนที่ไม่มีพื้นที่สำหรับการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ อีกทั้งสภาพแวดล้อมสำหรับการปลูกต้องมีความเหมาะสม โดยสภาพแวดล้อมหรือปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ คือ แสงแดดอยู่ระหว่าง 1,100 ถึง 2,000 ลักซ์ อากาศถ่ายเท มีอุณหภูมิ 20 ถึง 30 องศาเซลเซียส และค่าสารอาหารที่เหมาะสมอยู่ที่ 1.1 ถึง 2.0 mS/cm ที่ผ่านมานักวิจัยให้ความสนใจและศึกษาระบบการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์หลากหลายแบบ อาทิเช่น การปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบระบบน้ำตื้น (Nutrient film technique: NFT) คือ การปล่อยให้ น้ำผสมธาตุอาหารพืชไหลไปในรางปลูก โดยสารละลายในรางปลูกจะมีความลึกประมาณ 0.5 เซนติเมตร ทำให้รากและน้ำมีการสัมผัสกับอากาศ ช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนในสารละลายธาตุอาหารและช่วยลดปัญหาการขาดอากาศของรากพืชได้ [1] แบบระบบน้ำลึก (Deep Flow Technique: DFT) เป็นการปลูกที่มีลักษณะให้รากพืชแช่อยู่ในภาชนะบรรจุสารละลายธาตุอาหารโดยที่ระดับสารละลายในภาชนะปลูกลึกอยู่ที่ระดับ 15 ถึง 20 เซนติเมตร ซึ่งระบบ DFT มี 2 รูปแบบ ได้แก่ แบบหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหารแบบเติมอากาศ และแบบระบบกึ่งน้ำลึก (Dynamic Root Floating Technique: DRFT) เป็นระบบที่มีการทำงานคล้ายระบบ NFT แต่ระดับน้ำที่ไหลผ่านรากนั้นมีความลึกอยู่ที่ระดับ 1 ถึง 10 เซนติเมตร ซึ่งระบบดังกล่าวต้องมีการปรับลดระดับน้ำในรางปลูกเช่นเดียวกับระบบ DFT เพื่อเพิ่มปริมาณอากาศที่รากพืชเมื่อพืชมีอายุปลูกมากขึ้น [2] เนื่องจากการเติมอากาศหรือออกซิเจนในน้ำสามารถแก้ไขปัญหาได้หลากหลายจึงมีนักวิจัยหลายท่านได้นำเสนอการใช้เทคโนโลยีนาโนบีเอ็มมาประยุกต์ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย การเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะเลี้ยง

สัตว์น้ำ[3] รวมถึงการนำมาใช้กับการปลูกพืช[4] นอกจากสารอาหารและอากาศ อีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ แสงอาทิตย์ โดยแสงอาทิตย์ประกอบด้วยสเปกตรัมทุกสี โดยแสงแต่ละสีมีความยาวคลื่นที่ต่างกันและความยาวคลื่นแสงที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชมีเพียงแสงสีแดงและแสงสีน้ำเงินเท่านั้น และค่าแสงที่เหมาะสมต่อการปลูกพืช คือ 1078-4338 ลักซ์ [5] ซึ่งสามารถใช้หลอดแอลอีดี (LED) สีแดง 80 ถึง 85% กับ หลอดแอลอีดีสีน้ำเงิน 15 ถึง 20% รวมกันเป็นแสงที่มีความยาวคลื่นที่พืชต้องการได้เช่นเดียวกับแสงอาทิตย์ โดยเหมาะสมกับรูปแบบการนำไปใช้งานในร่มหรือการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์

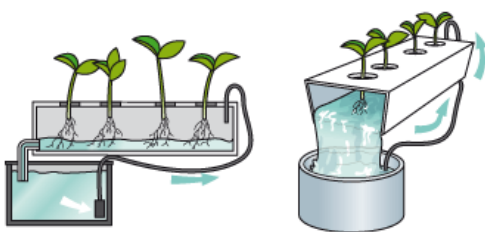
จากที่มาและปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยเกิดแนวคิดในการออกแบบและสร้างตู้ควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ เพื่อนำไปใช้ในการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ในอาคาร โดยมีระบบควบคุมการระบายอากาศเพื่อปรับอุณหภูมิให้เหมาะสม ใช้หลอดไฟแอลอีดีที่ใช้ปลูกผักโดยเฉพาะเนื่องจากให้สเปกตรัมที่เหมาะสม จากนั้นออกแบบค่าปริมาณแสงที่พืชต้องการและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนาโนบีเอ็มเพื่อช่วยเติมอากาศให้แก่รากพืช ซึ่งส่งผลดีต่อการลำเลียงสารอาหารจากรากทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี ลดปัญหาการขาดอากาศของรากพืช อีกทั้งตู้ควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ที่สร้างขึ้นมีรูปแบบการปลูกแบบกึ่งน้ำลึก (DRFT) และรูปนํ้านิ่ง โดยสามารถปรับใช้ได้ตามความต้องการ

2. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

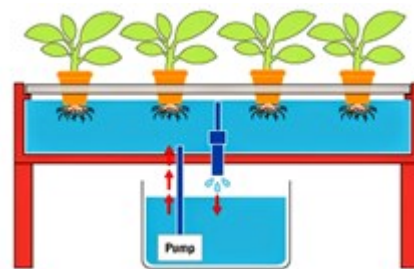
2.1 ระบบการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์

การปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์มีรูปแบบการปลูกที่นิยม 3 รูปแบบ ได้แก่ ระบบการปลูกแบบน้ำตื้น (Nutrient Film Technique: NFT) คือ การให้สารละลายธาตุอาหารพืชไหลผ่านรากพืชที่ปลูกบนรางตามความลาดชันของรางปลูกอย่างช้าๆ เป็นแผ่นฟิล์มบางๆ ประมาณ 1 ถึง 3 มิลลิเมตร พืชที่ปลูกได้ดีและนิยมปลูกในระบบนี้ ได้แก่ ผักกินใบจำพวกผักสลัด มีอายุยาวประมาณ 45 ถึง 50 วัน ระบบการปลูกแบบน้ำลึก (Deep

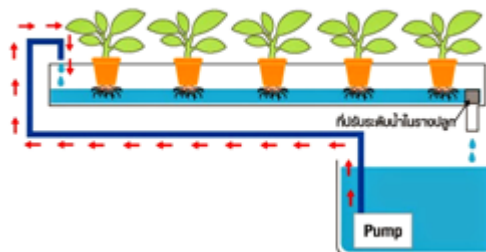
Flow Technique: DFT) การปลูกวิธีนี้มีลักษณะเหมือน การปลูกแบบลอยน้ำซึ่งสามารถปลูกได้ดีในที่ที่มีแดดจัด ซึ่งมีช่องว่างระหว่างแผ่นปลูกกับสารละลายธาตุอาหาร พืช 3 ถึง 5 เซนติเมตร เพื่อให้รากพืชบางส่วนสัมผัสกับ อากาศ โดยผักที่นิยมนำมาปลูกในระบบนี้ ได้แก่ ผักไทย เช่น ผักคะน้า ผักบุ้ง ผักโขม เป็นต้น และระบบการปลูก แบบกึ่งน้ำลึก (Dynamic Root Floating Technique: DRFT) ระบบนี้พัฒนามาจากระบบ DFT โดยเพิ่มการ ไหลเวียนของอากาศและสารละลายธาตุอาหารพืช ซึ่ง สามารถใช้ปลูกได้ดีทั้งผักไทยและผักสลัด ซึ่งแสดง ลักษณะของระบบการปลูกต่างๆ ดังรูปที่ 1 นอกจาก ระบบการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบต่างๆ บัณฑิต สำคัญที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผัก คือ สารละลาย ธาตุอาหารพืช โดยสารละลายธาตุอาหารพืชที่สำคัญและ จำเป็นต้องควบคุมให้เหมาะสมสำหรับการปลูกแบบ ไฮโดรโปนิคส์ ได้แก่ ค่า EC, pH และ DO ซึ่งค่า EC คือ ค่าเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าในของเหลวที่ใช้ในการปลูกพืช ซึ่งมีค่าที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 1.1-1.6 mS/cm ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ อายุของพืชและสภาพแวดล้อมในการปลูก ขณะนั้น ค่า pH คือ ค่าความเป็นกรด-เบสของสารละลาย ธาตุอาหารพืช โดยปกติค่า pH ที่ใช้ในการปลูกพืชมีค่า ระหว่าง 5.5 - 7.0 และ ค่า DO คือ การหาปริมาณ ออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ ปริมาณค่า DO ที่เหมาะสม คือ ระหว่าง 6.0-8.0 mg/l



(ก) ระบบการปลูกแบบน้ำตื้น



ข) ระบบการปลูกแบบน้ำลึก (DFT)



(ค) ระบบการปลูกแบบกึ่งน้ำลึก (DRFT)

รูปที่ 1 ระบบการปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์แบบต่างๆ [6]

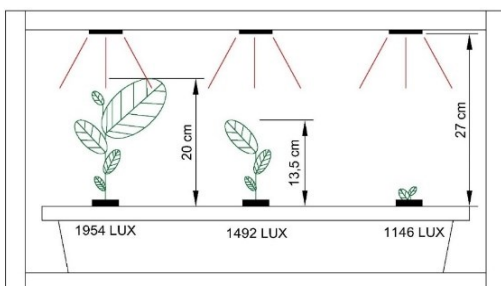
2.2 การประยุกต์ใช้แสงเทียมกับการปลูกพืช

ระบบการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ในอาคาร จำเป็นต้องใช้แสงเทียม เพื่อให้พืชมีแหล่งของแสงสำหรับการสังเคราะห์แสง โดยแสงจากหลอดแอลอีดีได้ถูก พัฒนาเพื่อการใช้ปลูกผักอีกทั้งมีความร้อนต่ำและ ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน PAR [7] แสดงลักษณะของ หลอดแสงเทียมดังรูปที่ 2 ซึ่งค่าความเข้มแสงของหลอด ขึ้นอยู่กับความสูงในการใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 3 และ จากผลการวิจัยของ สุทธิดา มณีเมือง และคณะ [5] ซึ่ง ทำการศึกษาผลของความเข้มแสงจากชุดหลอดแอลอีดี สำหรับการเพาะปลูกที่มีต่อผักสลัดเรดโอ๊คในระบบ โรงเรือนไฮโดรโปนิคส์ โดยใช้ชุดหลอดแอลอีดีที่ช่วง ความยาวคลื่นแสงสีแดง สีขาว และสีน้ำเงิน และมีค่า ความส่องสว่าง 327 – 4338 ลักซ์ พบว่า แสงสีน้ำเงินที่มี ค่าความส่องสว่าง 4338 ลักซ์ ให้การเจริญเติบโตดีที่สุด และสามารถให้หลอดแอลอีดี (LED) สีแดง 80 ถึง 85% กับ หลอดแอลอีดีสีน้ำเงิน 15 ถึง 20% รวมกันเป็นแสงที่

มีความยาวคลื่นที่พืชต้องการได้เช่นเดียวกับแสงอาทิตย์ โดยเหมาะสมกับรูปแบบการนำไปใช้งานในร่มหรือการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์



รูปที่ 2 ลักษณะของหลอดแสงเทียม



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะและความเข้มแสง

2.3 เทคโนโลยีนาโนบับเบิล (Nano Bubble Technology)

นาโนบับเบิล (Nanobubble) มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 200 นาโนเมตร มีขนาดเล็กมากไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าและคงอยู่ในน้ำได้นานกว่าฟองอากาศทั่วไปหลายเดือน เนื่องจากนาโนบับเบิลมีพื้นที่ผิวของอากาศจำนวนมาก ไม่รวมตัวกันเป็นฟองขนาดใหญ่ ทำให้สามารถละลาย หรือแทรกตัวในตัวกลางที่เป็นของเหลว เช่น น้ำ ได้มากกว่าสภาวะปกติหลายเท่าตัว และทำให้มีแรงลอยตัวจึงทำให้การลอยขึ้นสู่ผิวน้ำช้ากว่าฟองอากาศทั่วไป ทำให้นาโนบับเบิลมีคุณสมบัติพิเศษที่แตกต่างจากฟองอากาศทั่วไป ซึ่งประเทศญี่ปุ่นมีการนำมาประยุกต์ ในด้านต่างๆ มากมาย เช่น การบำบัดน้ำ การทำความสะอาดพื้นผิว ตลอดจน

การเกษตรกรรม และการประมง รุ่งระวี ทองดอนเอ [3] โดยการเพิ่มความอึดตัวของออกซิเจนในน้ำช่วยให้พืชดูดซับออกซิเจนได้มากขึ้นผ่านทางรากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเวลากลางคืนเมื่อต้องการมากที่สุดน้ำอุดมไปด้วยออกซิเจน นาโนบับเบิลให้ประโยชน์หลายประการสำหรับพืช เช่น ปรับปรุงโครงสร้างของรากซึ่งจะช่วยให้การดูดซึมสารอาหารและการคายน้ำดีขึ้นระดับออกซิเจนที่เพิ่มขึ้นในบริเวณรากกระตุ้นแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ซึ่งไม่เพียง แต่ช่วยยับยั้งเชื้อโรคจากการจับตัว แต่ยังช่วยเพิ่มการเปลี่ยนแอมโมเนียไปเป็นไนเตรตที่อุดมด้วยออกซิเจนช่วยป้องกันการสลายของรากเนื่องจากการขาดออกซิเจนในอาหารหรือสารอาหาร ผลโดยรวมคือพืชมีสุขภาพดีเติบโตเร็วขึ้นและมีแนวโน้มที่จะเป็นโรคน้อยลง [4] แสดงลักษณะของการเกิดนาโนบับเบิลดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ลักษณะของการเกิดนาโนบับเบิล

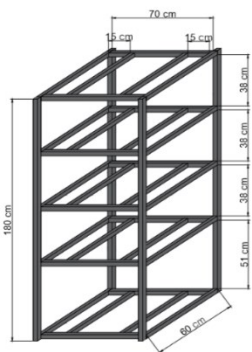
3. วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการออกแบบตู้ควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ด้วยแสงเทียมและเทคโนโลยีนาโนบับเบิล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตู้ควบคุมที่มีคุณลักษณะที่สามารถปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ภายในอาคาร ในโครงงานนี้แบ่งการออกแบบออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่ 1) การออกแบบและสร้างตู้ปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ 2) การออกแบบและติดตั้งระบบแสงเทียม 3) การออกแบบระบบกึ่งน้ำลึก (DRFT) และ 4) โปรแกรมควบคุม

อุณหภูมิภายในตู้ปลูกผัก และ 5) การสร้างนาโนบับเบิล ด้วยเครื่องสร้างนาโนบับเบิล

3.1 การออกแบบและสร้างตู้ปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

โครงสร้างของตู้ปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ใช้ โครงสร้างเหล็กเพื่อความแข็งแรงทนทาน ในการ ออกแบบตู้ปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ ตู้มีลักษณะเป็นชั้นๆ มีอะคลิกลิดทุกด้าน เพื่อสะดวกต่อการควบคุมสภาวะ ภายในตู้ มีหลอดแสงเทียมที่เหมาะสมสำหรับการปลูก ผัก และมีพัดลมระบายอากาศในแต่ละชั้น เพื่อระบาย อากาศให้ถ่ายเทและควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ผัก โครงสร้างของตู้ควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์มีการ ออกแบบที่คำนึงถึงความเหมาะสมในการปลูกผักเรดโอ๊ค ซึ่งมีขนาดความสูง 180 เซนติเมตร ความกว้าง 75 เซนติเมตร และลึก 66 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 5



(ก)



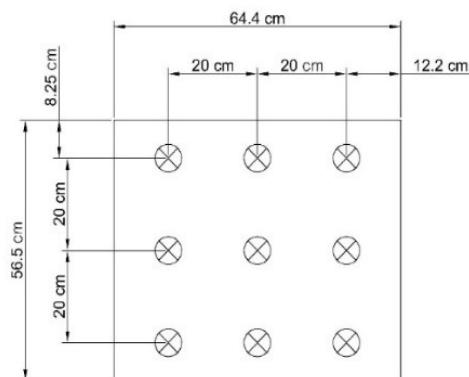
(ข)

รูปที่ 5 แบบโครงสร้างตู้และตู้ควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ (ก) แบบโครงสร้างตู้อัตราส่วน 1:30 (ข) ตู้ควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

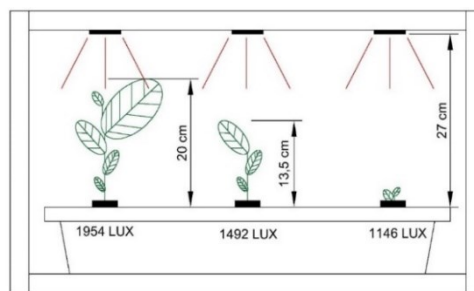
3.2 การออกแบบและติดตั้งระบบแสงเทียม

การออกแบบการติดตั้งหลอดแสงเทียมเพื่อให้แสง กระจายได้ดีและมีค่าลักซ์ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกผัก ไฮโดรโปนิกส์ ซึ่งค่าลักซ์ที่เหมาะสมคือ 1100 ลักซ์ ถึง 2000 ลักซ์ ซึ่งหลอดแสงเทียมขนาด 5 วัตต์ มีค่าแสง เท่ากับ 450 ลูเมน จากข้อมูลดังกล่าวจึงทำการออกแบบ โดยใช้หลอดแสงเทียมทั้งหมด 9 หลอด เรียงเป็นแถวๆ

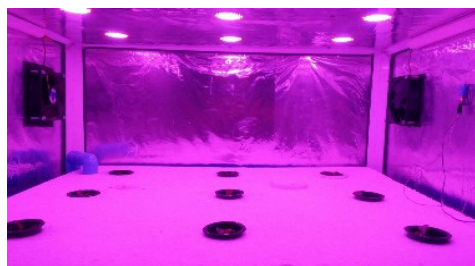
ละ 3 หลอด ระยะห่างระหว่างหลอดเท่ากับ 20 เซนติเมตร และระยะห่างจากหลอดไฟถึงฐานปลูกผักมี ระยะเท่ากับ 27 เซนติเมตร แสดงตำแหน่งการติดตั้งหลอด แสงเทียม ดังรูปที่ 6 จากผลจากการออกแบบได้ค่าแสงที่ กระจายทั่วถึง มีค่าแสงอยู่ระหว่าง 1146 ลักซ์ถึง 1954 ลักซ์ ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะและความเข้ม แสงดังรูปที่ 7 และการออกแบบแสงเทียมตู้ปลูกผักที่ ใช้ในงานวิจัย ดังรูปที่ 8



รูปที่ 6 ตำแหน่งการติดตั้งหลอดแสงเทียม



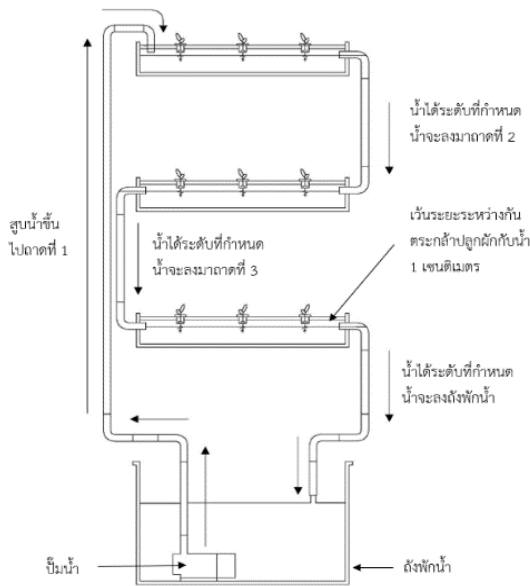
รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะและความเข้มแสง



รูปที่ 8 การออกแบบแสงเทียมตู้ปลูกผักที่ใช้ในงานวิจัย

3.3 การออกแบบระบบกึ่งน้ำลึก (DRFT)

การออกแบบระบบกึ่งน้ำลึกในงานวิจัย มีการออกแบบการต่อท่อส่งจ่ายน้ำเป็นชั้นๆ เพื่อใช้ในการส่งไปที่ถาดปลูกผัก โดยการสูบน้ำจากถังน้ำด้วยปั้มน้ำ ผ่านท่อไปที่ถาดน้ำ และน้ำจากถาดด้านบนลงมาด้านล่างตามลำดับและกลับลงมาสู้งานวนลูไปเรื่อยๆ โดยแต่ละชั้นมีปริมาณน้ำเท่ากัน คือ 25 ลิตร แสดงดังรูปที่ 9



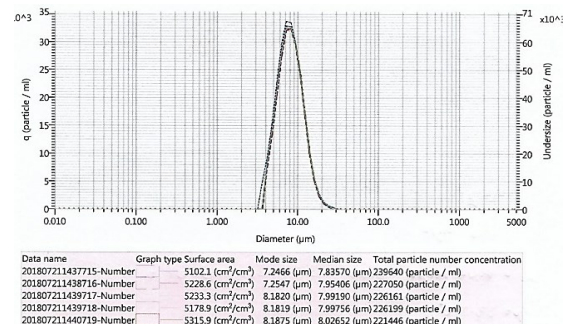
รูปที่ 9 การทำงานของระบบกึ่งน้ำลึก (DRFT)

3.4 โปรแกรมควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ปลูกผัก

การควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ปลูกผัก ใช้การควบคุมการทำงานของพัดลมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR หรือ Arduino ซึ่งโปรแกรมควบคุมรับค่าอุณหภูมิจากเซ็นเซอร์ทั้งหมด 3 ตัว มีเงื่อนไขการทำงานคือ ถ้าอุณหภูมิมากกว่าหรือเท่ากับ 30 องศา ระบบจะสั่งงานให้รีเลย์ทำงานโดยจ่ายไฟไปที่พัดลมทำให้พัดลมทำงาน และสั่งให้แสดงค่าอุณหภูมิที่วัดได้ แสดงออกทางหน้าจอแสดงผล

3.5 การสร้างนาโนบับเบิลด้วยเครื่องสร้างนาโนบับเบิล

ในงานวิจัยนี้ทำการทดสอบดูควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์กับผักสลัดชนิดเรดโอ๊ค (Red Oak) ซึ่งกำหนดค่าสารละลายธาตุอาหารพืชเท่ากับ 2.0 mS/cm และใช้เครื่องสร้างนาโนบับเบิลสำหรับเพิ่มปริมาณออกซิเจนในสารละลายธาตุอาหารพืชในช่วงแรกเท่านั้น เริ่มต้นทำการปรับสภาพน้ำก่อนการเริ่มปลูก ซึ่งใช้น้ำกลั่น 100 ลิตร จากนั้นผสมธาตุอาหาร A-B ลงไป และทำการสร้างนาโนบับเบิลในสารละลายธาตุอาหารพืชด้วยเครื่องสร้างนาโนบับเบิลเป็นระยะเวลา 20 นาที และพัก 10 นาที ทำซ้ำทั้งหมด 3 รอบ การเว้นระยะเวลากการสร้างฟองอากาศเพื่อไม่ให้อุณหภูมิมีน้ำสูงเกินไป เนื่องจากการทำนาโนบับเบิลเป็นเวลาดิตต่อกันนานเกินไปจะทำให้ให้น้ำร้อนได้ เมื่อได้สารละลายธาตุอาหารพืชที่ผ่านการสร้างฟองอากาศด้วยเครื่องสร้างนาโนบับเบิลแล้วจึงนำตัวอย่างไปทำการทดสอบขนาดของฟองอากาศ จากผลการทดสอบขนาดของฟองอากาศของสารละลายธาตุอาหารพืชด้วยเครื่อง Bubble Size Analyzer ยี่ห้อ HORIBA รุ่น LA-960 พบว่า ขนาดฟองที่มีปริมาณมากที่สุด (Mode size) เฉลี่ยอยู่ที่ 7.81054 μm และขนาดฟองที่มีปริมาณ 50 % (Median size) เฉลี่ยอยู่ที่ 7.959948 μm จากผลการทดสอบขนาดฟองมีขนาดในระดับไมโครซึ่งเมื่อเวลาผ่านไปจะลดขนาดลงอยู่ในระดับนาโน แสดงดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 ผลการทดสอบขนาดของฟองอากาศของสารละลายธาตุอาหารพืช

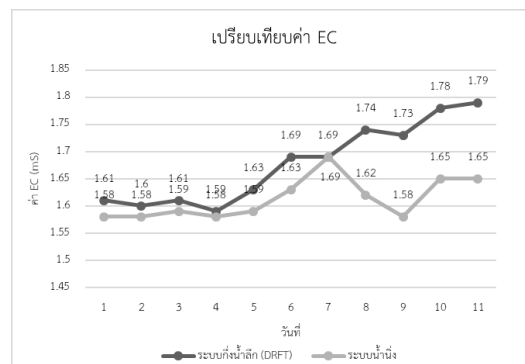
4.ผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ทำการทดสอบตู้ควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ด้วยแสงเทียมและเทคโนโลยีนาโนแบบบีลกับผักสลัดชนิดเรดโอ๊ค จำนวน 27 ต้น เปรียบเทียบระหว่างระบบกึ่งน้ำลึกกับระบบน้ำนิ่ง และจากการทบทวนวรรณกรรมทำให้ทราบค่าปัจจัยที่เหมาะสมต่อปลูกผักสลัดในระบบไฮโดรโปนิคส์ ได้แก่ ค่า EC ค่า pH ค่า DO และค่าอุณหภูมิ แสดงดังตารางที่ 1 และทำการทดลองวัดค่า EC ค่า pH และค่า DO แสดงดังรูปที่ 11 รูปที่ 12 และรูปที่ 13 ตามลำดับ

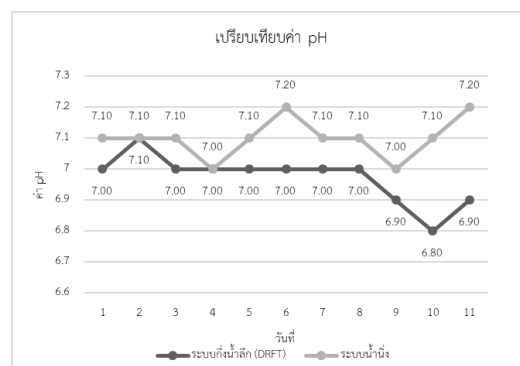
ตารางที่ 1 การกำหนดค่าปัจจัยเริ่มต้นของการปลูกผักสลัด

ปัจจัย	ค่า (หน่วย)
ค่า EC	1.60 mS/cm
ค่า pH	7.00
ค่า DO	6.50 mg/l
ค่าอุณหภูมิ	น้อยกว่า 30 °c

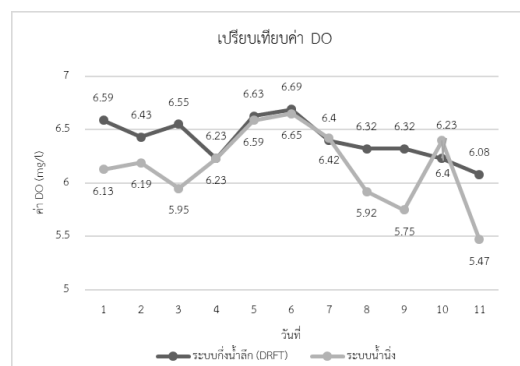
จากผลการทดลองปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ในตู้ควบคุม ซึ่งทำการวิเคราะห์ลักษณะการเจริญเติบโตของผักสลัดเรดโอ๊ค ได้แก่ ความกว้างพุ่ม ความสูง และความยาวราก โดยการวัดขนาดพุ่มของต้นผักวัดจากใบที่แผ่ออกของอีกด้านหนึ่งไปยังใบที่แผ่ออกที่ยาวที่สุดของอีกด้านหนึ่ง การวัดความสูงของต้นผักเริ่มวัดจากขอบฟองน้ำด้านบนไปถึงจุดสูงสุดของต้นผัก และการวัดความยาวรากของต้นผักก็เริ่มวัดจากขอบฟองน้ำด้านบนไปจนถึงจุดที่ยาวที่สุดของราก แสดงผลการวัดค่าการเจริญเติบโต ดังรูปที่ 14 โดยแสดงกราฟเปรียบเทียบความสูง ความกว้างพุ่ม และความยาวรากของผักสลัดที่ปลูกด้วยระบบกึ่งน้ำลึก (DRFT) และระบบน้ำนิ่ง ดังแสดงในรูปที่ 14 (ก) รูปที่ 14 (ข) และรูปที่ 14 (ค) ตามลำดับ



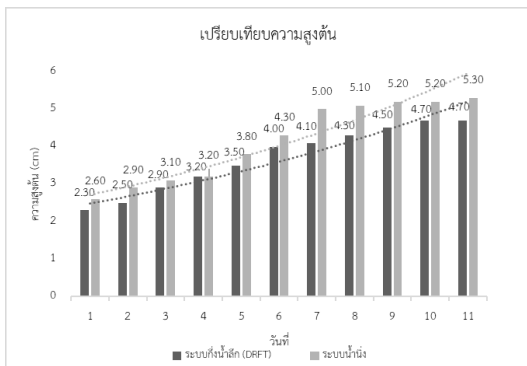
รูปที่ 11 ผลเปรียบเทียบค่า EC ระหว่างระบบกึ่งน้ำลึก(DRFT) และน้ำนิ่ง



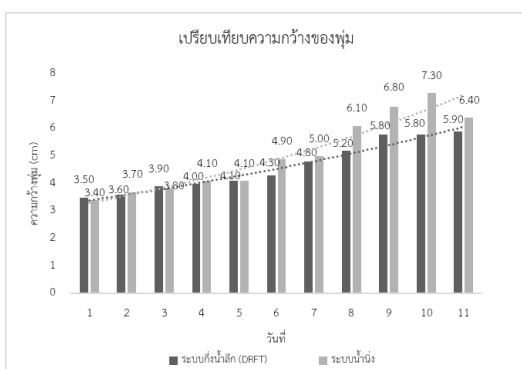
รูปที่ 12 ผลเปรียบเทียบค่า pH ระหว่างระบบกึ่งน้ำลึก(DRFT) และน้ำนิ่ง



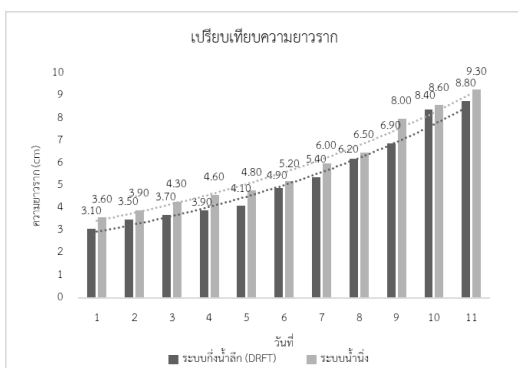
รูปที่ 13 ผลเปรียบเทียบค่า DO ระหว่างระบบกึ่งน้ำลึก(DRFT) และน้ำนิ่ง



(ก) เปรียบเทียบความสูงของผักสลัด



(ข) เปรียบเทียบความกว้างพุ่มผักสลัด



(ค) เปรียบเทียบความยาวรากของผักสลัด

รูปที่ 14 ผลการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักสลัดที่ปลูกด้วยระบบกึ่งน้ำลึก (DRFT) และระบบน้ำนิ่ง

จากผลการทดลองเบื้องต้นเป็นระยะเวลา 11 วัน พบว่า ค่า EC ของระบบกึ่งน้ำลึกและน้ำนิ่งมีค่า 1.79 mS/cm และ 1.65 mS/cm ค่า pH ของระบบกึ่งน้ำลึกและน้ำนิ่งมีค่า 6.90 และ 7.20 และค่า DO ของระบบกึ่งน้ำลึกและน้ำนิ่งมีค่า 6.08 mg/l และ 5.47 mg/l ตามลำดับ และการวัดการเจริญเติบโตของผักสลัด พบว่า ความสูงเฉลี่ยของผักสลัดที่ปลูกในระบบกึ่งน้ำลึกและน้ำนิ่งมีความสูงเท่ากับ 4.70 และ 5.30 เซนติเมตร ความกว้างเฉลี่ยพุ่มของผักสลัดที่ปลูกในระบบกึ่งน้ำลึกและระบบน้ำนิ่งมีความกว้างพุ่มเท่ากับ 5.90 และ 7.40 เซนติเมตร ตามลำดับ และความยาวรากของผักสลัดที่ปลูกในระบบกึ่งน้ำลึกและน้ำนิ่งมีความยาวเท่ากับ 8.80 และ 9.30 เซนติเมตรตามลำดับ

6. อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการออกแบบตัวควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ด้วยแสงเทียมและเทคโนโลยีนาโนบับเบิล ซึ่งทำการทดสอบกับผักสลัดชนิดเรตไอค์ จำนวน 27 ต้น โดยกำหนดค่าเริ่มต้นของระบบ ดังตารางที่ 1 และวัดค่าต่างๆ ในสารละลายธาตุอาหารพืช ได้แก่ ค่า EC ค่า pH และค่า DO พบว่า ค่าเฉลี่ย EC ในระบบกึ่งน้ำลึก (DRFT) มีค่าสูงกว่าระบบน้ำนิ่ง 0.14 mS/cm ค่าเฉลี่ย pH ในระบบกึ่งน้ำลึก (DRFT) มีค่าต่ำกว่าระบบน้ำนิ่ง 0.3 และค่าเฉลี่ย DO ในระบบกึ่งน้ำลึก (DRFT) มีค่าต่ำกว่าระบบน้ำนิ่ง 0.61 mg/l ในช่วงระยะเวลาการปลูก 11 วัน เป็นช่วงระยะแรกของการเติบโตของผักสลัด ซึ่งค่า EC จะมีค่าเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยแต่เมื่ออายุผักสลัดมากขึ้น ค่า EC จะค่อยๆ ลดลงเนื่องจากการดูดซึมธาตุอาหารจากรากพืชมากขึ้น โดยที่ pH และ DO ควรอยู่ในช่วงที่กำหนดเพื่อให้สารละลายธาตุอาหารพืชอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการปลูกผักสลัด และเมื่อพิจารณาผลการเจริญเติบโตของผักสลัด พบว่า ความสูงเฉลี่ยของผักสลัดที่ปลูกในระบบน้ำนิ่งสูงกว่าระบบกึ่งน้ำลึก 0.6 เซนติเมตร ความกว้างพุ่มเฉลี่ยของผักสลัดที่ปลูกในระบบน้ำนิ่งมีขนาดพุ่มกว้างกว่าระบบกึ่งน้ำลึก 1.5 เซนติเมตร และความยาวรากของผักสลัดที่ปลูกในระบบ

น้ำนี้มีความยาวรากยาวกว่าระบบกึ่งน้ำลึก 0.5 เซนติเมตร โดยค่าการเจริญเติบโตของผักสลัดเรดโอ๊ค ระยะปลูกเวลา 11 วัน ในระบบน้ำนี้มีการเจริญเติบโต ดีกว่าระบบกึ่งน้ำลึก 14.6% ซึ่งมีความแตกต่างกันเพียง เล็กน้อยและทั้งสองระบบยังคงรักษาคุณภาพของ สารละลายธาตุอาหารพืชที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตได้ดี

7. สรุป

งานวิจัยนี้ทำการออกแบบและสร้างตู้ควบคุม การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ด้วยแสงเทียมและเทคโนโลยี นาโนบับเบิลเพื่อนำไปใช้สำหรับการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ ในอาคาร โดยใช้หลอดแอลอีดีสำหรับปลูกผักที่มีค่าความ เข้มแสงที่เหมาะสมต่อการปลูกผักสลัด คือ 1100 ถึง 2000 ลักซ์ รักษาสภาพอากาศภายในตู้อย่างเหมาะสม และใช้เครื่องสร้างนาโนบับเบิลให้กับสารละลายธาตุ อาหารพืชเพื่อช่วยเติมอากาศให้แก่ธาตุอาหารส่งผลดีต่อ การลำเลียงสารอาหารจากรากทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี เมื่อทำการทดลองปลูกผักสลัดชนิดเรดโอ๊ค ทั้งในรูปแบบ กึ่งน้ำลึก (DRFT) และรูปแบบน้ำนี้ พบว่า การปลูกทั้งสองรูปแบบผักสลัดมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน สามารถรักษาคุณภาพของสารละลายธาตุอาหารพืชได้ดี และใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับตู้ควบคุมการปลูกผักไฮโดร โปนิกส์เท่ากับ 0.104 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง หรือประมาณ 2.51 กิโลวัตต์ต่อวัน คิดเป็นเงิน 10 บาทต่อวัน ดังนั้น จึง สามารถสรุปได้ว่างานวิจัยที่นำเสนอสามารถนำมาใช้ ปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยัง สามารถช่วยลดเวลาในการดูแลผักลงได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ล้านนา พิษณุโลก สำหรับการสนับสนุนวัสดุ อุปกรณ์ และสถานที่ดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] ไกรสร วอนแมน, ธรรมนูญ นิลโชติ และเสกสรร มธุลาภรังสรรค์. ระบบควบคุมการให้สารอาหาร สำหรับปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์แบบน้ำบาง. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www.eng.kps.ku.ac.th/dblibv2/fileupload/project_IdDoc202_IdPro588.pdf. 19 กุมภาพันธ์ 2561.
- [2] กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์ (2558). การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์. เอกสารคำแนะนำ 5/2558. สำนักพิมพ์ ชุมชุม เกษตรกรการเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ.
- [3] รุ่งระวี ทองดอนอ. เทคโนโลยีไมโคร/นาโนบับเบิล กับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (ออนไลน์). แหล่งที่มา: https://webs.rmutl.ac.th/assets/upload/files/2017/11/20171105093459_40143.pdf. 19 กุมภาพันธ์ 2561.
- [4] Moleaer beyond aeration. Nanobubble Generator for Enhanced Hydroponic Growth (online). Available online: <https://moleaer.com/project/hydroponics/>. (accessed 2 March 2018).
- [5] สุทธิดา มณีเมือง, เนตรนภา อินสูลุด, นิดิ คำเมือง ลือ ประดิษฐ์ เทอดทูล และพฤต สกอลช่วงสัจจะ ทัย. (2558). ผลของความเข้มแสงจากชุดหลอด แอลอีดีสำหรับการ เพาะปลูกที่มีต่อผักสลัดเรดโอ๊ค ในระบบโรงเรือนไฮโดรโปนิกส์. วารสาร มทร. อีสาน, 8 (1) ,63-72.
- [6] ลักษณะการปลูกโดยทั่วไปของผัก (ออนไลน์). แหล่งที่มา: www.zen-hydroponics.blogspot. 15 มกราคม 2561.
- [7] นภัทร วัจนเทพินทร์ และไชยยันต์ บุญมี. (2558). ไดโอดเปล่งแสงสีอะไรเหมาะสมกับการปลูกพืช. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 5 (1) ,158-176.