



ผลของหลอดไดโอดเปล่งแสงร่วมกันสีแดง ขาวและน้ำเงินต่อการเจริญเติบโตของพืช ในระบบการให้แสงประดิษฐ์สำหรับต้นอ่อนทานตะวัน

Effect of Red, White, and Blue Light-Emitting Diodes (LEDs) on Growth by Artificial Lighting System for Sunflower Sprouts

กิตติธัช รัตนโชติ^{*1} และ ฉัตรชัย มานะดี²

Kittitach Rattanachote^{*1} and Chatchai Marnadee²

¹นักศึกษานิเทศศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี ประเทศไทย

²อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี ประเทศไทย

¹Master of Engineering Program in Mechanical Engineering, Thammasat University, Rangsit Campus, Pathum Thani, Thailand

²Department of Mechanical Engineering, Thammasat University, Rangsit Campus, Pathum Thani, Thailand

*Corresponding author, E-mail: kittihach@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของช่วงแสงต่อการเจริญเติบโตของพืชในระบบการให้แสงประดิษฐ์สำหรับต้นอ่อนทานตะวัน โดยการเพาะเลี้ยงในน้ำและอยู่ในกล่องทึบไม่มีแสงภายนอก อุปกรณ์การทดลองประกอบด้วยกล่องทึบแสง 9 กล่องที่มีอัตราส่วนจำนวนหลอดไดโอดเปล่งแสง (Light emitting diodes, LEDs) แสงสีแดงต่อแสงสีขาวต่อแสงสีน้ำเงินดังนี้ 0:1:0, 0:0:1, 1:0:3, 1:0:1, 3:0:1, 1:0:0, 1:1:1, ไม่มี LEDs และแสงธรรมชาติ ตามลำดับ ทำการทดลองภายในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 26 ± 1 องศาเซลเซียส ใช้เวลาทดลอง 7 วัน /รอบการปลูก ให้แสงเป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน ตัวแปรที่แสดงการเจริญเติบโตของต้นอ่อนประกอบด้วย ความหนาลำต้น ความยาวลำต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และปริมาณความชื้นของต้นอ่อนทานตะวัน พบว่า ต้นอ่อนทานตะวันมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดด้านความยาวลำต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ คือกล่องที่มีอัตราส่วนจำนวนหลอดแสงสีแดงต่อแสงสีขาวต่อแสงสีน้ำเงินเท่ากับ 1:0:1 ซึ่งสามารถใช้ทดแทนแสงธรรมชาติในฤดูที่มีแสงน้อยได้ รองลงมาเป็นกล่องที่ไม่มี LEDs ต้นอ่อนทานตะวันมีความยาวลำต้นและน้ำหนักแห้งมากที่สุด แต่ความหนาลำต้นน้อยที่สุดและใบมีขนาดเล็กเป็นสีเหลือง ส่วนน้ำหนักสดและปริมาณความชื้นมากที่สุดได้แก่กล่องแสงธรรมชาติและกล่องที่มีอัตราส่วนจำนวนหลอดแสงสีแดงต่อแสงสีขาวต่อแสงสีน้ำเงินเท่ากับ 1:1:1 ตามลำดับ

คำสำคัญ: หลอดไดโอดเปล่งแสง ระบบแสงประดิษฐ์ ต้นอ่อนทานตะวัน



Abstract

The objective of this research was to study the effects of the wavelengths of light generated from an artificial lighting system on the growth of sunflower sprouts. Nine opaque boxes were the experimental set for the sunflower sprouts seeded in water, seven of which consisted of LEDs with different color ratios of red, white, and blue of 0:1:0, 0:0:1, 1:0:3, 1:0:1, 3:0:1, 1:0:0 and 1:1:1. The other two boxes had no LEDs, one of which had a window for natural light. These experiment boxes were placed in a temperature-controlled room of $26 \pm 1^\circ\text{C}$. All light sources shone on the sunflower sprouts in each box eight hours per day. The experiment took 7 days for one cycle of the sunflower sprouts. The variables used to represent the growth of those sunflower sprouts were trunk thickness, stem length, leaf length, leaf width, fresh weight, dry weight, and moisture of the sunflower sprouts. It was found that the sunflower sprouts grew best in the box with the LED ratio of 1:0:1. The stem length, leaf length, and leaf width measured showed the highest values. The result implied that the 1:0:1 ratio could be applied to plants to help them grow in an area that had a low amount of natural light. It was also found that the secondbest in terms of highest stem length and maximum dry weight was performed by the box without LED, but with least trunk thickness and small-and-yellow leaves. Last, with the highest dry weight, and the highest moisture of the sunflower sprouts were performed by the box with the LED ratio of 1: 1: 1.

Keywords: Light-emitting diodes, Artificial Lighting system, Sunflower sprouts

1. บทนำ

ไดโอดเปล่งแสง (Light emitting diodes, LEDs) หรือแอลอีดีเป็นวัสดุสารกึ่งตัวนำที่มีอิทธิพลอย่างมากในปัจจุบันโดยเฉพาะการประหยัดพลังงานเพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ไดโอดสามารถเปล่งแสงที่ประกอบด้วยคลื่นความถี่เดียวและเฟสต่อเนื่องกัน ซึ่งต่างกับแสงธรรมชาติที่ตาคนมองเห็น อันประกอบด้วยคลื่นซึ่งมีเฟสและความถี่ต่าง ๆ กันมารวมกัน สีของแสงที่เปล่งออกมานั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุกึ่งตัวนำที่ใช้ เช่นเปล่งแสงใกล้ช่วงอัลตราไวโอเล็ต (ความยาวคลื่นในช่วง 100 nm - 400 nm) ช่วงแสงที่มองเห็น (visible light: ความยาวคลื่น 400 nm - 700 nm) และช่วงอินฟราเรด (ความยาวคลื่นตั้งแต่ 700 nm - 1 mm) นอกจากนี้ LEDs ยังสามารถเปล่งแสงสีฟ้าที่มีความยาวคลื่นประมาณ 468 nm เปล่งแสงสีขาวที่มีความยาวคลื่นประมาณ 462 nm เปล่งแสงสีเหลืองที่มีความยาวคลื่นประมาณ 550 nm เปล่งแสงสีเขียวที่มีความยาวคลื่นประมาณ 565 nm เปล่งแสงสีน้ำเงินที่มีความยาวคลื่นประมาณ 470 nm และ เปล่งแสงแดงที่มีความยาวคลื่นประมาณ 660 nm (วิกิพีเดีย, ออนไลน์) ซึ่งสามารถนำ LEDs ไปใช้งานในการแสดงผลโดยทั่ว ๆ ไป ถ้าไม่ต้องการความสว่างมากนักโดยเมื่อเปรียบเทียบกับหลอดไฟธรรมดาแล้วจะพบว่า LEDs นี้ สามารถทำงานโดยใช้แรงดันและกระแสไฟที่น้อยกว่ามาก ปกติจะใช้กระแสไฟฟ้าอยู่ช่วงระหว่าง 5 - 20 มิลลิแอมป์



ประชากรส่วนใหญ่ของประเทศไทยจะประกอบอาชีพเกษตรกรรมซึ่งการเพาะปลูกพืชผลทางเกษตรกรรมจะมีค่าตัวแปรของธรรมชาติที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยเฉพาะกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช เช่น ความเข้มของแสง ความเข้มของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อุณหภูมิ ออกซิเจน น้ำ ธาตุ และสารอาหารพืช ซึ่งตัวแปรเหล่านี้มีความสัมพันธ์กัน แต่ในบางตัวแปรเกษตรกรไม่สามารถที่จะควบคุมได้ เช่น ปริมาณของแสงตามธรรมชาติในแต่ฤดูกาลจึงมีผลให้ ค่าความเข้มแสง ความยาวคลื่นแสงมีค่าไม่แน่นอน และจากคุณสมบัติของ LEDs ที่ให้แสงสีที่มีความยาวคลื่นตามที่ต้องการได้ จึงทำให้มีผู้ที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับการใช้ LEDs มาเป็นอุปกรณ์สำคัญในการควบคุมค่าความยาวคลื่นแสงที่จะเป็นค่าตัวแปรที่แน่นอนในการเจริญเติบโตของพืชอย่างหลากหลาย ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวม และแบ่งกลุ่มงานวิจัยที่มีผู้ศึกษาไว้ 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 เป็นการศึกษาวงจรไฟฟ้าเพื่อนำมาใช้ในการควบคุมการให้ปริมาณแสงแก่พืช เช่น การพัฒนาระบบควบคุมการส่องสว่างของ LEDs แบบหรีได้สำหรับการปลูกพืชด้วยเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย การพัฒนาเครื่องต้นแบบแหล่งกำเนิดแสงเทียม สำหรับการปลูกต้นไม้ด้วยระบบการควบคุมการเปิดและปิดแสงแบบอัตโนมัติ และการออกแบบวัสดุสภาพแวดล้อมโดยใช้บอร์ดอาดูโน เป็นต้น (ปัญญา มัฆะศร, 2552; จุนธิญา โขธาพิทย์, พาสินี สุนากร และพัชรียา บุญก้อแก้ว, 2553; อริญ ประกอบสัตย์, รพีพงศ์ รัตนวรหิรัญกุล และจิตสรายุ สิกุกา, 2559; กรวิทย์ กระจำพันธ์, ธีระวรรณ สืบธนวงษ์ และ สุขสันต์ หวังสถิตวงษ์, 2561; พัชรียา ชาติ และ ธีระวรรณ สืบธนวงษ์, 2561; Chin & Chong, 2012; Yano & Fujiwara, 2012) กลุ่มที่ 2 เป็นการศึกษาใช้แสงเทียมจาก LEDs มาใช้ทดแทนแสงธรรมชาติ เช่น การศึกษาหาความเป็นไปได้ในการนำพลังงานแสงจากแหล่งกำเนิดแสงเทียมที่ใช้ LEDs สำหรับให้พืชสังเคราะห์แสง การศึกษาว่า LEDs เปล่งแสงสีอะไรเหมาะสมกับการปลูกพืช การศึกษาผลของความเข้มแสงจากชุด LEDs ที่ช่วงความยาวคลื่นแสงสีแดง สีขาว และสีน้ำเงิน ที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช การศึกษาผลของแสงสีขาวแบบ Cool white และ Warm white จาก LEDs ต่อการเจริญเติบโตของพืช หรือการศึกษาผลของ LEDs เปล่งแสงสีขาว แดง และน้ำเงิน ต่อการเจริญเติบโตของพืช การศึกษาผลกระทบของสัดส่วนของแสงสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน จาก LEDs ต่อการเจริญเติบโต และการพัฒนาของพืช เป็นต้น (ศิริพร ชื่นสำโรง, 2552; ชานนท์ ลากจิตร, 2560; รักชนก ภูพัฒน์, มุฮัมมัดบาคอริ ยูโซ๊ะ และ โซเฟีย เมฆารัฐ, 2559; Fan et al, 2013) ส่วนพืชที่ใช้ในการศึกษาแบ่งเป็น 2 กลุ่ม เช่นเดียวกัน กลุ่มที่ 1 จะเป็นพืชผัก-ผลไม้ เช่น ผักบุ้ง ผักสลัด สตรอว์เบอร์รี่ กระเพรา โหระพา เป็นต้น กลุ่มที่ 2 จะเป็นพืชไม้ดอก เช่น เบญจมาศ คาร์เนชั่น ลิเซียนทัส เป็นต้น

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้นพบว่ามีการศึกษาเกี่ยวกับระบบการให้แสงประดิษฐ์สำหรับพืชบริโภคต้นอ่อนไม่มากนัก ซึ่งปัจจุบันผู้บริโภคมีความนิยมในการบริโภคต้นอ่อนของพืชมากขึ้น เนื่องจากต้นอ่อนเป็นระยะแรกของการเจริญเติบโตของพืช อุดมไปด้วยโปรตีน วิตามิน แร่ธาตุ รวมถึงสารอาหารที่สำคัญต่อสุขภาพ เช่น สารแอนติออกซิแดนต์และสารพฤกษเคมี (Phytochemical) หลายชนิด ซึ่งสารอาหารในต้นอ่อนยังช่วยลดภาระการทำงานของระบบย่อยอาหารอีกด้วยเพราะเมื่อเมล็ดพืชเติบโตเป็นต้นอ่อน สารอาหารแต่เดิมซึ่งเคยอยู่ในรูปของน้ำตาล โปรตีน และไขมัน จะเปลี่ยนรูปกลายเป็นหน่วยที่เล็กลงไปอีก เช่น จากน้ำตาลโมเลกุลคู่ เปลี่ยนเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว โปรตีนเปลี่ยนเป็นกรดแอมิโน (Amino Acid) และไขมันเปลี่ยนเป็นกรดไขมัน ด้วยคุณสมบัตินี้ ต้นอ่อนจึงกลายเป็นพืชอาหารที่ย่อยง่าย จึงทำให้ร่างกายสามารถดูดซึมสารอาหารมาใช้ได้อย่างเต็มที่และรวดเร็ว ต้นอ่อนของพืชที่นิยมในการ



บริโภคในปัจจุบัน เช่น ต้นอ่อนข้าวสาลีหรือ วีตกราส (Wheatgrass) เป็นแหล่งของวิตามินเอ ซี อี ธาตุเหล็ก แคลเซียม แมกนีเซียม และกรดแอมิโน ต้นอ่อน อัลฟัลฟา (Alfalfa) เป็นแหล่งของไฟโตเอสโตรเจน (Phytoestrogen) ไฟโตสเตอรอล (Phytosterol) วิตามินเอ บี ซี อี และโฟเลตเสริม ต้นอ่อนทานตะวัน (Sunflower Sprouts) มีส่วนประกอบสำคัญคือ กรดไขมันจำเป็น โยอาหาร และไฟโตสเตอรอล ต้นอ่อนถั่วลันเตา (Pea Sprouts) หรือ ใต้วเหมียวอุดมไปด้วยวิตามินซี เอ และกรดโฟลิก (Folic Acid) ต้นอ่อนบรอกโคลี (Broccoli Sprouts) มีกลูโคราฟานิน (Glucoraphanin) สูง ต้นอ่อนผักบุ้งจีนอุดมไปด้วยวิตามินมากมาย เช่นวิตามินเอ ซี แคลเซียม คาร์โบไฮเดรต ธาตุเหล็ก ฟอสฟอรัส และเบต้าแคโรทีน เป็นต้น (สนุก, ออนไลน์) เมื่อมีความต้องการในการบริโภคมากขึ้นเกษตรกรจึงมีปรับเปลี่ยนจากการปลูกพืชและเก็บเกี่ยวตามอายุมาเป็นการปลูกเพื่อผลิตต้นอ่อนขายซึ่งส่งผลต่อเศรษฐกิจของครัวเรือนอย่างมาก เช่น ราคาขายส่งผักบุ้งจีน 10 บาท ต่อ 1 กิโลกรัม แต่ ราคาต้นอ่อนผักบุ้งจีน 200 บาท ต่อ 1 กิโลกรัม หรือราคาต้นอ่อนทานตะวัน 100-150 บาท ต่อ 1 กิโลกรัม เป็นต้น จากการปลูกพืชเพื่อบริโภคต้นอ่อนที่ทำให้มีมูลค่าทางเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นนี้ทำให้ ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาระบบการให้แสงประดิษฐ์สำหรับพืชบริโภคต้นอ่อน โดยผู้วิจัยใช้ LEDs เป็นแหล่งแสงประดิษฐ์ และพืชบริโภคต้นอ่อนที่ผู้วิจัยสนใจศึกษา คือ ต้นอ่อนทานตะวัน เป็นต้นอ่อนของเมล็ดทานตะวันที่มีอายุเพียง 7 - 11 วัน ซึ่งมีสาร GABA (gamma aminobutyric acid) ที่มีคุณสมบัติในการช่วยป้องกันโรคมากมายหลายชนิด เช่น โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน ช่วยในการควบคุมน้ำหนัก บำรุงเซลล์สมอง ป้องกันการเกิดโรคอัลไซเมอร์ ช่วยบำรุงผิวพรรณ สายตา ชะลอความแก่ชรา และอุดมไปด้วยวิตามินบี 1 บี 6 วิตามินอี วิตามินซี และเซเลเนียม กรดไขมันโอเมก้า 3 6 9 มีไฟเลทสูง เหมาะสำหรับหญิงตั้งครรภ์ และจัดเชื้อโรคต่าง ๆ ในปอด สามารถช่วยป้องกันการติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจได้อีกด้วย (สุภาพดี, ออนไลน์) ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบการให้แสงประดิษฐ์จาก LEDs เปล่งแสงสีแดง (ความยาวคลื่น 660 nm) LEDs เปล่งแสงสีขาวยาว (ความยาวคลื่น 462 nm) และ LEDs เปล่งแสงสีน้ำเงิน (ความยาวคลื่น 470 nm) ที่ต่ออนุกรมด้วยจำนวนหลอดในอัตราส่วนแตกต่างกัน ต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนตะวัน

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของช่วงแสงต่อการเจริญเติบโตของพืชในระบบการให้แสงประดิษฐ์สำหรับต้นอ่อนทานตะวัน โดยใช้ LEDs เปล่งแสงสีแดง(ความยาวคลื่น 660 nm) LEDs เปล่งแสงสีขาวยาว (ความยาวคลื่น 462 nm) และ เปล่งแสงสีน้ำเงิน(ความยาวคลื่น 470 nm) ที่ต่ออนุกรมด้วยจำนวนหลอดในอัตราส่วนแสงสีแดงต่อแสงสีขาวยาวต่อแสงสีน้ำเงินดังนี้ 0:1:0, 0:0:1, 1:0:3, 1:0:1, 3:0:1, 1:0:0, 1:1:1

3. อุปกรณ์และวิธีการ / วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเตรียมเมล็ดต้นอ่อนทานตะวันและปลูกต้นอ่อนทานตะวันในชุดทดลองปลูก

การเตรียมเมล็ดทานตะวันก่อนปลูกจะนำเมล็ดทานตะวันแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดทานตะวันใส่ในภาชนะที่จะปลูก ชุดทดลอง 1 กล่องมีต้นอ่อนทานตะวัน 15 ต้นโดยการให้น้ำทุก 8 ชั่วโมง โดยใช้วิธีการเปิดให้น้ำไหลผ่านท่อที่ใช้ปลูกเป็นเวลา 10 นาที

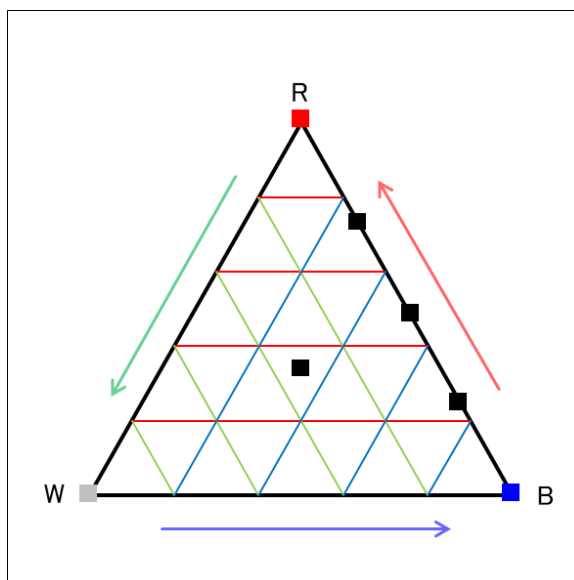


3.2 ระบบการให้แสงประดิษฐ์ที่ศึกษาผลของช่วงแสงต่อการเจริญของต้นอ่อนทานตะวัน

ระบบแสงประดิษฐ์ในการศึกษาครั้งนี้ใช้แสงจาก LEDs เปล่งแสงสีแดง (ความยาวคลื่น 660 nm) LEDs เปล่งแสงสีขาว LEDs (ความยาวคลื่น 550 nm) และ เปล่งแสงสีน้ำเงิน (ความยาวคลื่น 470 nm) ติดตั้งด้วยการต่อแบบอนุกรมในกล่องที่บับแสงจำนวน 8 กล่องโดยมีอัตราส่วนจำนวนแตกต่างกัน โดยกล่องที่ 9 เป็นแสงธรรมชาติ ดังตารางที่ 1 และกราฟในรูปที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วน LEDs เปล่งแสงสีแดง (ความยาวคลื่น 660 nm) LEDs เปล่งแสงสีขาว LEDs และ เปล่งแสงสีน้ำเงิน (ความยาวคลื่น 470 nm)

LEDs เปล่งแสงสี	อัตราส่วน	ความเข้มแสง
สีแดง: สีขาว: สีน้ำเงิน	0:1:0	620 lux
สีแดง: สีขาว: สีน้ำเงิน	0:0:1	605 lux
สีแดง: สีขาว: สีน้ำเงิน	1:0:3	610 lux
สีแดง: สีขาว: สีน้ำเงิน	1:0:1	680 lux
สีแดง: สีขาว: สีน้ำเงิน	3:0:1	680 lux
สีแดง: สีขาว: สีน้ำเงิน	1:0:0	650 lux
สีแดง: สีขาว: สีน้ำเงิน	1:1:1	650 lux
C1 สีแดง: สีขาว: สีน้ำเงิน	0:0:0	0
C2 แสงธรรมชาติ		

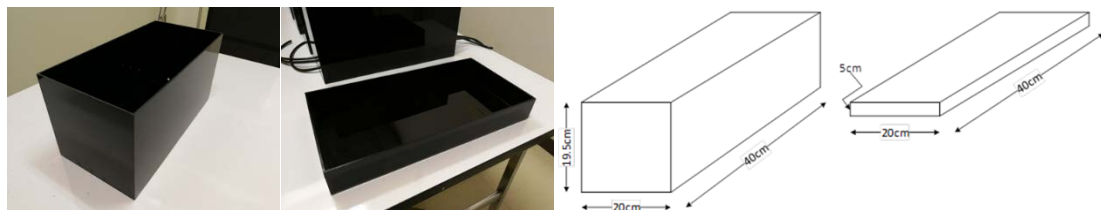


รูปที่ 1 อัตราส่วน Red (R):White (W):Blue (B) LEDs

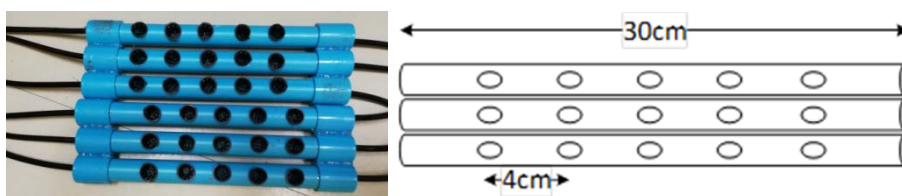


3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการปลูกต้นไม้ตอนต้น

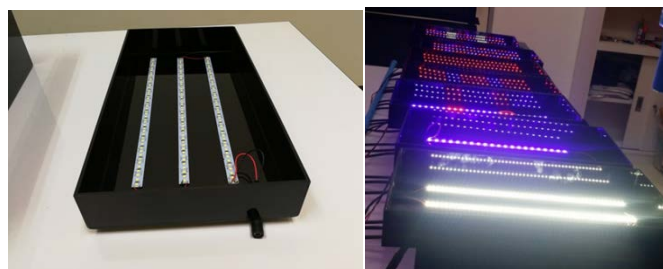
ประกอบด้วยกล่องทึบแสงทำด้วยอะคริลิกมีขนาดตัวกล่อง $20\text{cm} \times 40\text{cm} \times 19.5\text{cm}$ ฝากล่องขนาด $20\text{cm} \times 40\text{cm} \times 5\text{cm}$ จำนวน 9 กล่อง ที่ติดตั้งท่อพีวีซีเจาะรูสำหรับปลูกต้นไม้ตอนต้นมีขนาดยาว 30 cm ระยะห่างของรูที่เจาะ 4 cm ประกอบชุดทดลองดังรูปที่ 2-5



รูปที่ 2 กล่องทึบแสงสำหรับปลูกต้นไม้ตอนต้น



รูปที่ 3 ท่อน้ำเจาะรูสำหรับปลูกต้นไม้ตอนต้น



รูปที่ 4 การติดตั้ง LEDs เปล่งแสงสีแดง เปล่งแสงสีขาวย และ เปล่งแสงสีน้ำเงิน



รูปที่ 5 ชุดทดลองปลูกต้นไม้ตอนต้น



3.4 การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลอุณหภูมิภายในห้องทดลองและภายในกล่องชุดทดลอง ความชื้นภายในกล่องชุดทดลอง วัดความหนาของลำต้นหลังจากปลูกไปแล้ว 2 วัน ความยาวของลำต้นหลังจากปลูกไปแล้ว 3 วัน วัดความยาวใบและความกว้างใบหลังจากปลูกไปแล้ว 4 วัน จนครบระยะเวลาปลูก 7 วัน และวันสุดท้ายของการปลูกบันทึกข้อมูลความยาวราก น้ำหนักสด จากนั้นนำไปอบด้วยอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง เพื่อบันทึกน้ำหนักแห้งไปคำนวณหาความชื้นของพืช

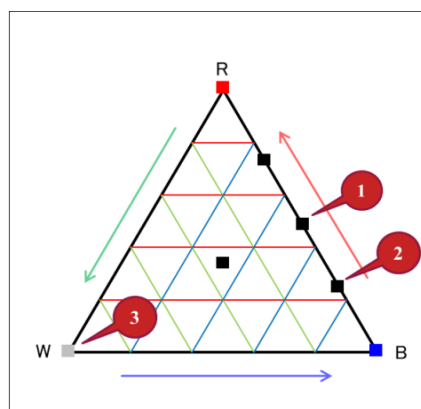
3.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดข้อมูลเพื่อการบันทึก

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ลักซ์มิเตอร์ เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ ไม้มรรทัด เทอร์โมมิเตอร์ และ เครื่องชั่งดิจิตอล แบบสามทศนิยม

4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นอ่อนทานตะวันหลังจากปลูก 7 วัน โดยกำหนดตัวแปรที่แสดงการเจริญเติบโตของต้นอ่อนประกอบด้วย ความหนาของลำต้น ความยาวของลำต้น ความยาวของใบ ความกว้างของใบ น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นของต้นอ่อนทานตะวัน นำมาบันทึกและวิเคราะห์ผลจัดอันดับการเจริญเติบโตของต้นอ่อนทานตะวันด้วยกราฟ ปรากฏผลการวิจัยดังนี้

1. ความหนาลำต้นของต้นอ่อนทานตะวัน แสดงผลอันดับที่ 1 2 และ 3 ตามรูปที่ 6

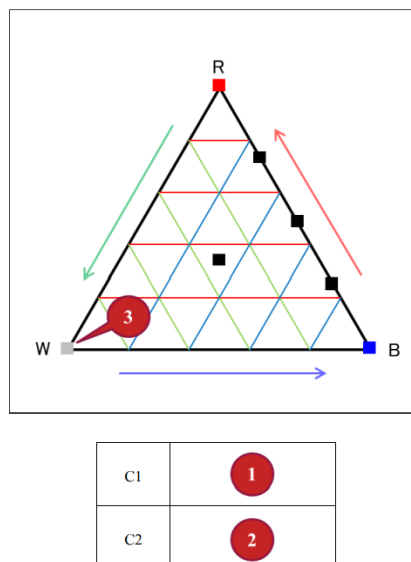


C1	_____
C2	_____

รูปที่ 6 ความหนาลำต้นของต้นอ่อนทานตะวัน

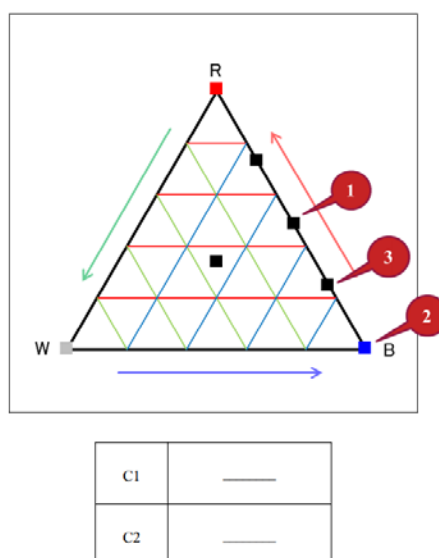


2. ความยาวลำต้นของต้นอ่อนทานตะวัน แสดงผลอันดับที่ 1 2 และ 3 ตามรูปที่ 7



รูปที่ 7 ความยาวลำต้นของต้นอ่อนทานตะวัน

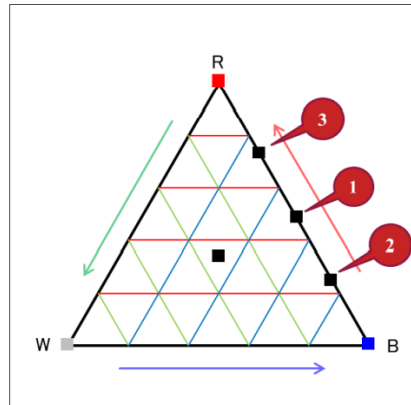
3. ความยาวใบของต้นอ่อนทานตะวัน แสดงผลอันดับที่ 1 2 และ 3 ตามรูปที่ 8



รูปที่ 8 ความยาวใบของต้นอ่อนทานตะวัน



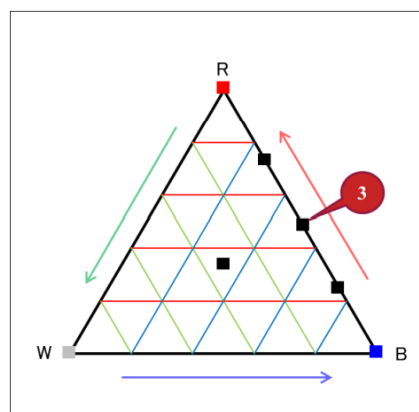
4. ความกว้างใบของต้นอ่อนทานตะวัน แสดงผลอันดับที่ 1 2 และ 3 ตามรูปที่ 9



C1	_____
C2	_____

รูปที่ 9 ความกว้างใบของต้นอ่อนทานตะวัน

5. น้ำหนักสดของต้นอ่อนทานตะวัน แสดงผลอันดับที่ 1 2 และ 3 ตามรูปที่ 10

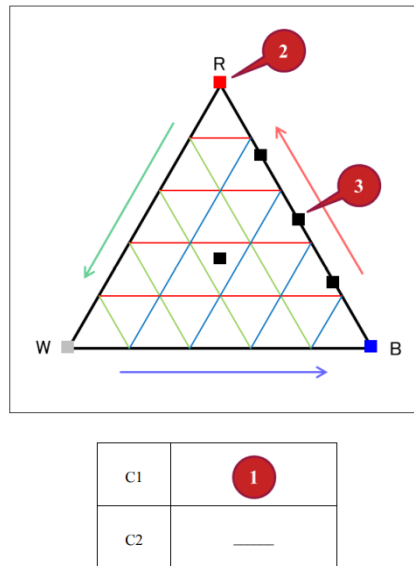


C1	2
C2	1

รูปที่ 10 น้ำหนักสดของต้นอ่อนทานตะวัน

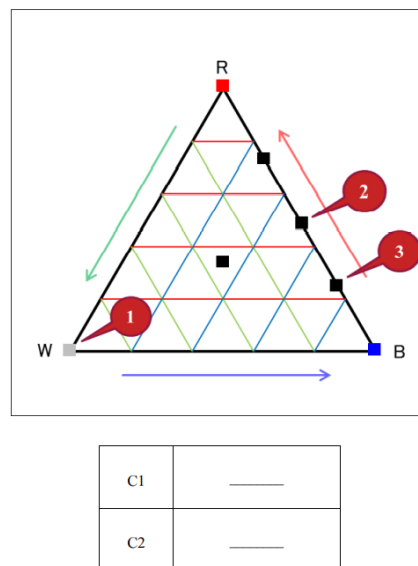


6. น้ำหนักแห้งของดินอ่อนทานตะวัน แสดงผลอันดับที่ 1 2 และ 3 ตามรูปที่ 11



รูปที่ 11 น้ำหนักแห้งของดินอ่อนทานตะวัน

7. ความชื้นของดินอ่อนทานตะวัน แสดงผลอันดับที่ 1 2 และ 3 ตามรูปที่ 12



รูปที่ 12 ความชื้นสัมพัทธ์ของดินอ่อนทานตะวัน



5. สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาผลของช่วงแสงต่อการเจริญเติบโตของพืชในระบบการให้แสงประดิษฐ์สำหรับต้นอ่อนทานตะวันโดยใช้อัตราส่วน LEDs เปล่งแสงสีแดงต่อแสงสีขาวต่อแสงสีน้ำเงินในอัตราส่วนต่างกัน ปรากฏว่า ต้นอ่อนทานตะวันมีการเจริญเติบโตในกล่องที่มีอัตราส่วนจำนวนหลอดแสงสีแดงต่อแสงสีขาวต่อแสงสีน้ำเงินเท่ากับ 1:0:1 โดยมีความหนาแน่น ความยาวใบ ความกว้างใบ ดีที่สุด แสดงว่าแสงสีแดงและแสงสีน้ำเงินมีผลช่วยการเจริญเติบโตของต้นกล้า ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาเรื่อง ผลของหลอดไฟแอลอีดีสีขาว แดง และน้ำเงิน ต่อการเจริญเติบโตของผักบงกชที่ปลูกในระบบอะควาโพนิกส์ ของ ชานนท์ ลาภจิตร (2562) และ ผลการศึกษาเรื่อง ไดโอดเปล่งแสงสีอะไรเหมาะสมกับการปลูกพืช ? ของ นภัทร วัจนเทพินทร์ และไชยยันต์ บุญมี (2560) ส่วนกล่อง C2 มีน้ำหนักรากมากที่สุด กล่องที่มีอัตราส่วนจำนวนหลอดแสงสีแดงต่อแสงสีขาวต่อแสงสีน้ำเงินเท่ากับ 1:1:1 มีความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุด ส่วนกล่อง C1 ที่ไม่มี LEDs ต้นอ่อนทานตะวันมีความยาวลำต้นและน้ำหนักรากมากที่สุด แต่ความหนาแน่นน้อยที่สุดและใบมีขนาดเล็กเป็นสีเหลืองสอดคล้องกับผลการศึกษาเรื่อง การตอบสนองและการควบคุมภายในพืช ของชุมพล คุณวาสิ (2554) สรุปได้ว่าอัตราส่วนจำนวนหลอดแสงสีแดงต่อแสงสีขาวต่อแสงสีน้ำเงินเท่ากับ 1:0:1 สามารถใช้ทดแทนแสงธรรมชาติได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. กาญจนา จันทร์ประเสริฐ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำในการทำวิจัยครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

วิกิพีเดีย. (ออนไลน์). ไดโอดเปล่งแสง. สืบค้นเมื่อ 20 พฤษภาคม 2563 จาก

<https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%84%E0%B8%94%E0%B9%82%E0%B8%AD%E0%B8%94%E0%B9%80%E0%B8%9B%E0%B8%A5%E0%B9%88%E0%B8%87%E0%B9%81%E0%B8%AA%E0%B8%87>

สนุก. (ออนไลน์). ประโยชน์ของ "ต้นอ่อน" โปรตีนสูง-ช่วยลดน้ำหนัก. สืบค้นจาก

<https://www.sanook.com/health/25987/>

สุภาพดี. (ออนไลน์). ประโยชน์ของ “ต้นอ่อนทานตะวัน” พืชตัวจิ๋ว แต่สรรพคุณสุดแจ๋ว. สืบค้นเมื่อ 20 พฤษภาคม

2563 จาก <https://sukkaphap-d.com/ประโยชน์ของ-ต้นอ่อนทานตะวัน>

กรวิทย์ กระช่างพันธ์, ธีระวรรณ สืบธนวงษ์ และ สุขสันต์ หวังสิดวงษ์. (2561). การออกแบบแสงด้วยหลอด

แอลอีดีส่องสว่างสำหรับปลูกพืชในอาคารโดยอ้างอิงปริมาณแสงรวมต่อวัน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 49(1 พิเศษ), 498-501.



- จุนธิญา โขชาติพิพย์, พาสินี สุนากร และพัชรียา บุญกอแก้ว. (2553). การศึกษาการปลูกพืชภายในอาคารโดยใช้แสงประดิษฐ์ (หน้า 2107-2014). ใน *รายงานการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 7*, วันที่ 7-8 ธันวาคม 2553 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม ประเทศไทย.
- ชานนท์ ลาภจิตร. (2560). ผลของหลอดไฟแอลอีดีสีขาว แดง และน้ำเงินต่อการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนที่ปลูกในระบบบอควาโพนิค. *วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์*, 4(2), 1-7. สืบค้นเมื่อ 18 สิงหาคม 2563 จาก <http://www.dpu.ac.th/laic/page.php?id=5753>
- ชุมพล คุณวาสี. (2554). การตอบสนองและการควบคุมภายในพืช. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. สืบค้นเมื่อ 22 สิงหาคม 2563 จาก <http://sc.chula.ac.th/botany/eClass/2303107/response49.pdf>.
- ปัญญา มังษะพร. (2552). เครื่องต้นแบบแหล่งกำเนิดแสงเทียมสำหรับการปลูกต้นไม้ด้วยระบบการควบคุมการเปิดและปิดแสงแบบอัตโนมัติ (หน้า 321-328). ใน *การประชุมวิชาการระบบเกษตรแห่งชาติครั้งที่ 5*, วันที่ 2-4 กรกฎาคม 2552 ณ โรงแรมอบลอนเดอร์เนชั่นแนล จังหวัดอุบลราชธานี, กรมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ประเทศไทย.
- นภัทร วังเทพินทร์ และไชยยันต์ บุญมี. (2560). ไดโอดเปล่งแสงสีอะไรเหมาะสมกับการปลูกพืช ?. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 25(1), 158-176. Doi: 10.14456/tsj.2017.15.
- พัชรีย์ ชูชาติ และ ธีระวรรณ สืบธนวงษ์. (2561). การออกแบบการวัดสภาพแวดล้อมสำหรับปลูกผักไฮโดรโปนิคส์โดยใช้บอร์ดอาดูโน (หน้า AS 132-136). ใน *รายงานการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างสถาบันครั้งที่ 6*, ที่ 6 มิถุนายน พ.ศ. 2561 ณ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ (พื้นที่ส่วนขยาย มจก.2) ตำบลบางโจลง อำเภอบางพลี สมุทรปราการ ประเทศไทย.
- รักษนก ภูพัฒน์, มุฮัมมัดบาคอรี ยูโซ๊ะ และ โซเฟีย เมฆารัฐ. (2559). การศึกษาอายุที่เหมาะสมของต้นอ่อนทานตะวันต่อความสามารถในการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (หน้า 90-100). *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, 8(1), 90-100. สืบค้นจาก <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pnujr/article/view/52660>
- ศิริพร ชื่นสำโรง. (2552). ผลของไดโอดเปล่งแสง (LEDs) และสูตรอาหารต่อการงอกของเมล็ดกล้วยไม้ช้างกระเอื้อง พวงหยก และการพัฒนา Protocorm-Like Body ของ Renanstylis Hybrid ในสภาพปลอดเชื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารพืช, สาขาวิชาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน, กรุงเทพฯ.
- อริญ ประกอบสัญญา, รพีพงศ์ รัตนวรหิรัญกุล และจิตสรายุ สีกู่กา. (2559). A System Development of Illumination Control for Horticulture Based on Wireless Sensor Network. *Journal of Information Science and Technology*, 6(2), 1-8. Doi: 10.14456/jist.2016.7.
- Chin, L.Y. and Chong, K. K. (2012). Study of high power light emitting diode (LED) lighting system in accelerating the growth rate of Lactuca sativa for indoor cultivation. *International Journal of Physical Sciences*, 7(11), 1173-1178.



- Fan, X.X., Xu, Z.G., Liu, X.Y., Tang, C.M., Wang, L.W. and Han, X.L. (2013). Effect of light intensity on the growth and leaf development of young tomato plants grown under a combination of red and blue light. *Scientia Horticulturae*, 153, 50-55. Retrieved, from <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.01.017>
- Yano, A., and Fujiwara, K. (2012). Plant lighting system with five wavelength-band light-emitting diodes providing photon flux density and mixing ratio control. *Plant methods*, 8(46), 1-12. Retrieved, from <https://doi.org/10.1186/1746-4811-8-46>.