

เครื่องต้นแบบแหล่งกำเนิดแสงเทียม สำหรับการปลูกต้นไม้ด้วยระบบการควบคุม การเปิดและปิดแสงแบบอัตโนมัติ

Prototype of Light Source for Plant Cultivation by On and Off¹ Light Control Automatic System

ณัฐวุฒิ ถาวรวงษ์¹ ปัญญา มัฆะสร¹ และชัชฎา ท่าพริก¹

Nuttiwut Thawornwong¹, Panya Makkasorn¹ and Chatchada Thaprak¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองที่ต้องการหาความเป็นไปได้ในการนำพลังงานแสงจากแหล่งกำเนิดแสงเทียมที่ใช้ไดโอดเปล่งแสง (LED) ชนิดพิเศษ ในย่านความถี่แสงสีแดงเท่ากับ 660 นาโนเมตรจำนวน 30 หลอด และในย่านความถี่แสงสีน้ำเงินเท่ากับ 470 นาโนเมตรจำนวน 10 หลอด เป็นจำนวน 2 ชุด ที่มีจำนวนหลอดในแต่ละชุดเท่ากับ 40 หลอด ซึ่งจะใช้สำหรับการสังเคราะห์แสง เพื่อแก้ปัญหาจากการเพาะปลูกต้นไม้ในพื้นที่ที่ไม่มีแสงแดดหรือมีแสงแดดจำกัด อาทิเช่น การเพาะปลูกในฤดูหนาวที่มีจำนวนแสงแดดน้อยมาก โดยต้นไม้ที่ใช้ในการทดลอง คือ ต้นพลูด่าง (*Epipremnum Aureum*) ที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุม ซึ่งกลุ่มตัวอย่างจะไม่มีการใช้แหล่งกำเนิดแสงเทียม แต่อาศัยแสงสว่างปกติภายในห้องทดลอง ณ อุณหภูมิห้องปกติ ส่วนกลุ่มควบคุมจะรับแสงสว่างจากแหล่งกำเนิดแสงเทียมและเลี้ยงในภาชนะที่เตรียมไว้ที่ขนาดความกว้างเท่ากับ 20 เซนติเมตร ความยาวเท่ากับ 40 เซนติเมตร และ ความสูงเท่ากับ 30 เซนติเมตร ที่มีอุณหภูมิในช่วงเฉลี่ย 30.4 องศาเซลเซียสและปริมาณความเข้มแสง สำหรับการทดลองในช่วง 928.65 ลักส์ โดยใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ควบคุมระบบการปิดและเปิดแสงแบบอัตโนมัติ ซึ่งจำนวนวันที่ทดลองและเก็บผล คือ จำนวน 5 วัน ผลสรุปจากการสังเกต พบว่า ต้นไม้ที่เลี้ยงในกลุ่มควบคุมที่ใช้แหล่งกำเนิดแสงเทียมมีใบสีเขียวกระจายทั่วไปเกือบตลอดทุกๆ ใบและมีขนาดความกว้างของใบเฉลี่ยเท่ากับ 1 เซนติเมตรส่วนลำต้นมีขนาดปกติ ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างที่ใบจะมีสีเขียวตลอดทั้งใบโดยมีจุดกระจายน้อยมากๆ ขนาดความกว้างของใบน้อยมาก เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ส่วนลำต้นมีขนาดปกติ ดังนั้นการให้แสงเทียมที่ขนาดความเข้มของคลื่นแสงที่ทดสอบจะส่งผลกระทบต่อใบมากกว่าลำต้น ส่วนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการควบคุมการปิดและเปิดแสงแบบอัตโนมัติมีประสิทธิภาพการทำงานเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์และสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานเฉลี่ยเท่ากับ 0.3 วัตต์

คำสำคัญ : พลูด่าง ไดโอดเปล่งแสง

ABSTRACT

This experimental research wanted to seek for the possibility from light source using to special light emitting diode (LED) 30 tubes, in red light frequency equals to 660 nanometer and 10 tubes in blue

¹ โครงการร่วมบริหารหลักสูตรมีเดียอาร์ตส์และเทคโนโลยีมีเดีย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตบางขุนเทียน

Executive Project of Media Arts and Media Technology Curriculum, Faculty of Industrial Education and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bang Khunthien

light frequency equal to 470 nanometer there were 2 sets which having 40 tubes in each, it for photosynthesizing to solve a problem from cultivation in the area that had no light or limited light. For example, cultivation in the winter that had light very little. This research used the epipremnum aureum for sample group and control groups. Wherever the sample group did not use light source, but it used only light laboratory at ambient temperature, experiments group used the light from LED in the utensils at wideness equal to 20 centimeters, length equals to 40 centimeter and the height equals to 30 centimeters, at average temperature 30.4° with light intensity for the experiment equal to 928.65 lux. An electronic circuit was control use to off and on automatic system. The experiment was 5 day. The results were from the epipremnum aureum of experiment group using light from LED source had a white color dot spread over the leaf and an increase of wideness size of leaf equal to 1 centimeter with the usual trunk size. Wherever sample group having green color through its leaf and less white color dot compared with the experiment group. The intensity of light for testing affected a leaf more than the trunk. The electronic circuit section used for off and on of the light automatic system having the effective of operation equaled to 100 percents and power consume average about 0.3 watt.

Keywords : Epipremnum Aureum, Light Emitting Diode

E-mail : nuttiwut-todkung@hotmail.com

คำนำ

เนื่องจากประเทศไทยประชากรส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพเกษตรกรรม เพาะปลูกพืชสวน ไร่ นา เป็นต้น นอกจากนี้ ประชากรส่วนหนึ่งก็ปลูกพืชจำพวกต้นไม้ที่ใช้ตกแต่งและประดับสวยงาม ซึ่งต้นไม้หลายประเภทต้องอาศัยกระบวนการสังเคราะห์แสงในการผสมธาตุอาหาร การสังเคราะห์ด้วยแสง (Photo Synthesis) เป็นกระบวนการทางชีวเคมีที่สำคัญ ซึ่งทำให้พืชหรือสาหร่ายและแบคทีเรียบางชนิดได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ใช้ประโยชน์ในการปรุงอาหาร โดยความเป็นจริงสิ่งมีชีวิตแทบทั้งหมดล้วนอาศัยพลังงานที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อความเติบโตของตนทั้งทางตรงและทางอ้อม นับเป็นความสำคัญยิ่งยวดสำหรับสิ่งมีชีวิตในโลก นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดการผลิตออกซิเจนซึ่งมีเป็นองค์ประกอบในสัดส่วนที่มากของบรรยากาศโลกด้วย สิ่งมีชีวิตที่สร้างพลังงานจากกระบวนการสังเคราะห์แสงได้ เรียกว่า "Phototrophs"[4].

เนื่องจากที่กล่าวมาข้างต้น การเพาะปลูกพืชผลทางเกษตรกรรมจะมีค่าของตัวแปรของธรรมชาติที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงของพืช ได้แก่ ความเข้มของแสง ความเข้มของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อุณหภูมิ ออกซิเจน น้ำ ธาตุและอาหาร ซึ่งตัวแปรเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่องซับซ้อน โดยเฉพาะปริมาณความเข้มของแสงจะส่งผลต่อการสังเคราะห์แสงของพืช จากความซับซ้อนของตัวแปรนี้ เกษตรกรจะไม่สามารถที่จะควบคุมตัวแปรแสงที่เกิดตามธรรมชาติได้ เช่น แสงแดด นอกจากนี้ ปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นอีก คือ ความต้องการของเกษตรกรในการปลูกพืชหรือต้นไม้กลางแจ้งนอกฤดูกาล เช่น ฤดูหนาวที่มีแสงแดดไม่เพียงพอในแต่ละวันหรือในสภาวะอากาศที่เกิดความแปรปรวนจากสภาวะโลกร้อน ส่งผลให้แสงแดดตามธรรมชาติ เช่น ค่าความเข้มแสง ความยาวของคลื่นแสงและตัวแปรต่างๆ ดังที่กล่าวมาข้างต้นเกิดความไม่แน่นอนขึ้นและจะส่งผลเสียหายต่อพืชหรือต้นไม้ที่เกษตรกรเพาะปลูกได้

จากปัญหาที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงคิดค้นเครื่องกำเนิดแสงเทียมในการสังเคราะห์แสง สำหรับปลูกพืชหรือต้นไม้ โดยใช้ไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode: LED) ชนิดพิเศษที่ให้ความยาวคลื่นแสงสีม่วงหรือเกิดจากความยาวของแสงสีแดงและสีน้ำเงินรวมกันที่มีความจำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงของพืชหรือต้นไม้ โดยใช้แหล่งกำเนิดแสงเทียม จากหลอดแอลอีดีที่เกิดการสูญเสียกำลังไฟฟ้าสำหรับใช้งานน้อยกว่าการใช้แหล่งกำเนิดแสงชนิดอื่นๆ และเป็นแหล่งกำเนิดความร้อนที่ส่งผลต่ออุณหภูมิและออกซิเจน ซึ่งเป็นตัวแปรหนึ่งเช่นกันในการสังเคราะห์แสง ประโยชน์จากการออกแบบเครื่องต้นแบบการกำเนิดแสงเทียม คือ เกษตรกรสามารถใช้งานในพื้นที่ที่ไม่มีแสงแดดเพียงพอ โดยเกษตรกรสามารถกำเนิดแสงสว่างจากหลอดแอลอีดี ซึ่งส่งผลต่อการสังเคราะห์แสงได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสังเคราะห์แสง มีหลายตัวแปรด้วยกัน แต่งานวิจัยนี้จะกล่าวเฉพาะตัวแปรที่ใช้ควบคุมในงานวิจัยนี้เท่านั้น

- 1.1 ความเข้มของแสงและช่วงความยาวคลื่นแสง ค่าความเข้มของแสงที่มากจะส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ความยาวคลื่นแสงกับประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงของพืชเพื่อเปรียบเทียบความยาวคลื่นแสงที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้ที่ความยาวคลื่นขนาด 470 นาโนเมตร จะเป็นช่วงแสงสีน้ำเงิน ส่วนความยาวคลื่นแสงขนาด 670 นาโนเมตร จะเป็นช่วงของแสงสีแดง ซึ่งความต้องการของสีแดงและน้ำเงินเป็นสีที่ต้นไม้ใช้ในการสังเคราะห์แสงมากที่สุด เหตุผลดังกล่าวนี้ ทำให้มนุษย์สามารถมองเห็นต้นไม้เป็นสีเขียว ทั้งนี้ เนื่องจากแสงสีเขียวพืชไม่มีการดูดกลืนแสง จึงสะท้อนแสงสีเขียวที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้และแสงที่มนุษย์มองเห็นจะเกิดแสงสีขาว ซึ่งมีความยาวคลื่นแสงตั้งแต่นาน 380 ถึง 700 นาโนเมตร โดยปกติดวงอาทิตย์จะกำเนิดแสงสีขาว ด้วยเหตุผลนี้ เกษตรกรจึงเข้าใจว่าแสงไฟจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดาที่พืชสามารถนำมาสังเคราะห์แสงได้ แต่ผลที่สุด คือ พืชที่ปลูกจะไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควรหรือตายในที่สุด ดังนั้น ถ้าต้องการเลี้ยงต้นไม้ในที่ร่มหรือแดดส่องไม่ถึง ควรคำนึงถึงชนิดของแสงที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสง ส่วนอุณหภูมิกับความเข้มของแสง มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงร่วมกัน คือ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นเพียงอย่างเดียว แต่ความเข้มของแสงน้อยจะไม่ทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้น อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงขีดหนึ่งแล้วอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะลดต่ำลงตามอุณหภูมิและความเข้มของแสงที่เพิ่มขึ้น โดยปกติ ถ้าไม่คิดถึงปัจจัยอื่นๆ เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชส่วนใหญ่จะเพิ่มมากขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นในช่วง 0-40 °C ถ้าอุณหภูมิสูงกว่านี้ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะลดลง ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการสังเคราะห์แสงเป็นปฏิกิริยาที่มีเอนไซม์ควบคุมและการทำงานของเอนไซม์ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ดังนั้น เรื่องของอุณหภูมิจึงมีความสัมพันธ์กับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง เรียกปฏิกิริยาเคมีที่มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิจึงมีความสัมพันธ์กับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง เรียกปฏิกิริยาเคมีที่มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิจึงมีความสัมพันธ์กับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ดังนั้น เรื่องของแสงเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นของแสงและช่วงเวลาที่ได้รับ เช่น ถ้าพืชได้รับแสงนานจะมีกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงดีขึ้น แต่ถ้าพืชได้แสงที่มีความเข้มมากๆ ในเวลานานเกินไป จะทำ

ให้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงหยุดลงได้ ทั้งนี้เพราะคลอโรฟิลล์ถูกกระตุ้นมากเกินไป ผลคือ ออกซิเจนที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์แสง พืชจะนำไปสร้างปฏิกิริยาของออกซิไดส์ขึ้น สีของคลอโรฟิลล์จะจางลง ประสิทธิภาพของคลอโรฟิลล์และเอนไซม์เสื่อมลง ทำให้การสร้างน้ำตาลลดลง

- 1.2 ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ ค่าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์(CO₂) ที่เพิ่มขึ้นจากระดับปกติ ที่มีในอากาศอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วยจนถึงระดับหนึ่งถึงแม้ว่าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์จะสูงขึ้น แต่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงไม่ได้สูงขึ้นตามไปด้วยและถ้าหากว่าพืชได้รับคาร์บอนไดออกไซด์ ที่มีความเข้มข้นสูงกว่าระดับน้ำเป็นเวลานานๆ จะมีผลให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดต่ำลงได้ คาร์บอนไดออกไซด์จะมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงมากหรือน้อย ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์มีความเข้มข้นสูงขึ้น แต่ความเข้มของแสงน้อยและอุณหภูมิของอากาศก็ต่ำ กรณีเช่นนี้ อัตราการสังเคราะห์แสงจะลดต่ำลง ในทางตรงกันข้าม ถ้าคาร์บอนไดออกไซด์มีความเข้มข้นสูงขึ้น ความเข้มของแสงและอุณหภูมิของอากาศก็เพิ่มขึ้น กรณีเช่นนี้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงก็จะสูงขึ้นตามไปด้วยนักชีววิทยาจึงมักเลี้ยงพืชบางชนิดไว้ในเรือนกระจกที่แสงผ่านเข้าได้มากๆ แล้วให้คาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้นเป็นพิเศษ ซึ่งมีผลทำให้พืชมีกระบวนการสังเคราะห์แสงเพิ่มมากขึ้นอาหารเพิ่มมากขึ้น จึงเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วออกดอกออกผลเร็ว และออกดอกออกผลนอกฤดูกาลก็ได้
- 1.3 ออกซิเจน โดยปกติ ปริมาณอากาศจะมีปริมาณของออกซิเจน (O₂) ประมาณ 25% จะคงที่จึงไม่ค่อยมีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง แต่ถ้าปริมาณออกซิเจนลดลงจะมีผลให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงขึ้น แต่ถ้ามีมากเกินไปจะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารต่างๆ ภายในเซลล์ ผลจากพลังงานแสง (Photo Respiration) จะรุนแรงขึ้น กระบวนการของการสังเคราะห์แสงจะลดลง
- 1.4 น้ำ เป็นวัตถุดิบที่จำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (ความต้องการเพียง1% เท่านั้น จึงไม่สำคัญมากนักเพราะพืชมีน้ำอยู่ในเซลล์อย่างเพียงพอ) อิทธิพลของน้ำมีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงทางอ้อม คือ ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์

อุปกรณ์และวิธีการ

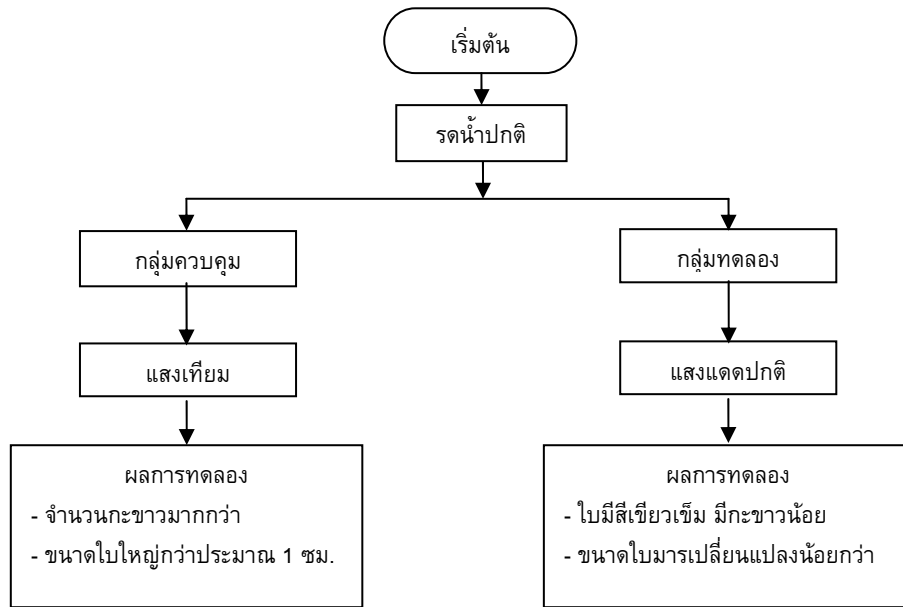
1. เครื่องมือที่ใช้วิจัยและออกแบบเครื่องต้นแบบการกำเนิดแสงเทียม จะประกอบไปด้วย

- 1.1 แหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ไดโอดเปล่งแสงชนิดพิเศษ สีน้ำเงินรหัส TOL-50AUBDCEAETB6 จำนวน 20 ตัว ไดโอดเปล่งแสงชนิดพิเศษ สีแดงรหัส LTL2F3VEKNT จำนวน 60 ตัว
- 1.2 ชุดวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ 1 ชุด
- 1.3 ต้นไม้ที่ใช้ในการทดลอง คือ ต้นพลูด่าง แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุม เพื่อเปรียบเทียบผลการเจริญเติบโตของต้นไม้ทั้งสองกลุ่ม
- 1.4 ภาชนะสำหรับใส่ต้นไม้ทดลองขนาดความกว้างเท่ากับ 20 เซนติเมตร ความยาวเท่ากับ 40 เซนติเมตร และความสูงเท่ากับ 30 เซนติเมตร

1.5 เครื่องวัดความเข้มแสงของ ยี่ห้อย TCPEL 530 จำนวน 1 ตัว

2. ขั้นตอนการทำงานของระบบ

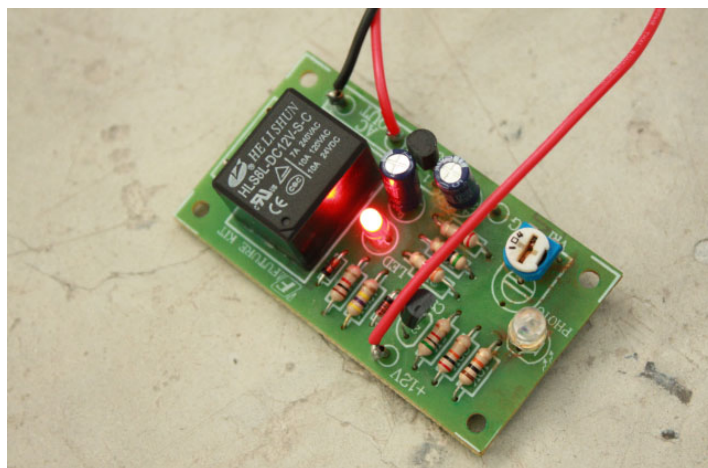
ขั้นตอนในการดำเนินงานสร้างเครื่องต้นแบบแหล่งกำเนิดแสงเทียม สำหรับการปลูกต้นไม้ด้วยระบบกึ่งอัตโนมัติ มีขั้นตอนที่สามารถแสดงได้ ดังรูปที่ 1 คือ



รูปที่ 1 แสดงกระบวนการทำงานของเครื่องต้นแบบแหล่งกำเนิดแสงเทียมสำหรับปลูกต้นไม้

3. การทำงานของวงจร

การทำงานของเครื่องต้นแบบการกำเนิดแสงเทียม สำหรับปลูกต้นไม้ ซึ่งจะควบคุมอุณหภูมิและปริมาณความเข้มแสงที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสง โดยการออกแบบวงจรเซนเซอร์แสงสว่าง ที่ใช้ในการตัดต่อการกำเนิดแสงสว่างจากหลอดไดโอดเปล่งแสง สำหรับการควบคุมระบบการทำงานดังกล่าวข้างต้น โดยวงจรเซนเซอร์อิเล็กทรอนิกส์ที่พร้อมใช้งาน ดังนี้ คือ



รูปที่ 2 แสดงวงจรการทำงานที่ควบคุมด้วยระบบเซนเซอร์แสงสว่าง

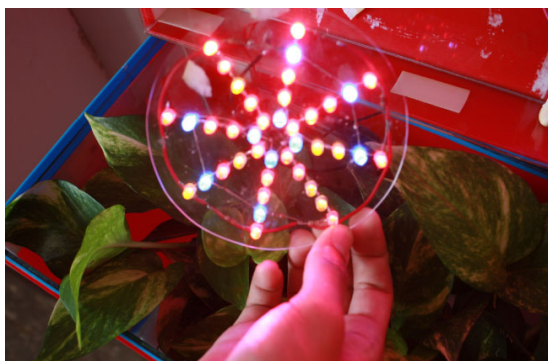
ส่วนการติดตั้งแผงวงจรหลอดแอลอีดีที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสง จะติดไว้ด้านบนของภาชนะที่เลี้ยงต้นไม้ ส่วนวงจรเซนเซอร์แสงจะติดตั้งไว้ด้านนอกของภาชนะที่เพาะเลี้ยง ทั้งนี้ เพื่อป้องกันความชื้นและละอองน้ำที่ส่งผลเสียหายต่อวงจรควบคุม ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การติดตั้งหลอดไดโอดเปล่งแสงชนิดพิเศษในภาชนะที่เพาะเลี้ยงต้นไม้

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทำงานของเครื่องต้นแบบแหล่งกำเนิดแสงเทียมสำหรับการปลูกต้นไม้(พุด่าง) ทำงานที่อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 30.4 องศา นอกจากนี้ การควบคุมปริมาณความเข้มของแสงเท่ากับ 928.65 ลักส์ และใช้หลอดแอลอีดีสีแดงและสีน้ำเงินชนิดพิเศษที่มีช่วงความยาวคลื่นเท่ากับ 660 นาโนเมตร และ 470 นาโนเมตร ตามลำดับ โดยวัดที่ระยะห่างจากแผงวงจรแอลอีดีกับต้นไม้ประมาณ 10 เซนติเมตร ซึ่งผลการทดลองที่ระยะเวลา 5 วัน กับจำนวนต้นไม้ 16 ต้น แหล่งกำเนิดแสงเทียมสามารถจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ เช่น จำนวนเม็ดสีหรือกะขาวมากกว่าต้นไม้ที่ใช้แสงแดดปกติและขนาดของใบมีการเจริญเติบโตมากกว่าการปลูก โดยใช้แสงแดดปกติเล็กน้อย โดยรูปที่ 4.แสดงการทำงานของหลอดไดโอดเปล่งแสงชนิดพิเศษ



รูปที่ 4 แสดงการทำงานของหลอดไดโอดเปล่งแสง



รูปที่ 5 แสดงต้นพุด่างที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างเปรียบเทียบ



รูปที่ 6 แสดงต้นพลูด่างที่ใช้เป็นกลุ่มควบคุม

จากรูปที่ 5 และรูปที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบต้นพลูด่างในกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุม ตามลำดับซึ่งผลที่ได้รับ คือ ส่วนใบที่เป็นกลุ่มควบคุมจะเกิดกะสีขาวกระจายทั่วใบ มากกว่าส่วนใบของกลุ่มตัวอย่างและขนาดใบของกลุ่มควบคุมจะมีขนาดของใบใหญ่กว่ากลุ่มตัวอย่างประมาณ 1 เซนติเมตรส่วนผลจากการเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ของลำต้นมีค่าใกล้เคียงกันกลุ่มตัวอย่างจะเลี้ยงไว้ที่ร่มไม่มีแสงแดด ณ อุณหภูมิห้อง และรดน้ำปกติส่วนกลุ่ม ทดลองจะเลี้ยงในภาชนะที่จัดเตรียมไว้ที่มีระบบควบคุมอุณหภูมิและปริมาณความชื้นแสงด้วยวงจรเซนเซอร์แสงแบบอัตโนมัติ สรุปได้ว่า เครื่องต้นแบบแหล่งกำเนิดแสงเทียม สำหรับการปลูกต้นไม้มีความเป็นไปได้อย่างยิ่งที่จะนำไปใช้งานกับต้นไม้ที่เน้นการเจริญเติบโตทางใบมากที่สุดส่วนการนำไปใช้ในการสังเคราะห์แสง เพื่อเพิ่มความเจริญเติบโตทางดอกและใบ ควรใช้แหล่งกำเนิดแสงในย่านความถี่อื่นที่นอกเหนือไปจากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น

เอกสารอ้างอิง

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2552. **การสังเคราะห์ด้วยแสง**. (12 กันยายน 2552). <http://th.wikipedia.org/wiki/การสังเคราะห์แสง>.

Byonya. 2552. **กระบวนการสังเคราะห์แสง**. (27 มิถุนายน 2552).

<http://www.bloggang.com/viewblog.php?id=marketinfo&date=27-06-2009&group=4&gblog=159>.

อิทธิสุนทร นันทิกิจ. 2552. **แสงกับการเจริญเติบโตของพืช**. (18 ตุลาคม 2552).

<http://www.trytodream.com/topic/7606>

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2538. **สรีรวิทยาของพืช**. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กทม. 10900