การศึกษาเปรียบเทียบความเข้มของแสงแบบอิเล็กโตรลูมิเนสเซนส์สำหรับหลอดไฟ LEDs ในท้องตลาด

นุชจรี คิ้วสกุลกาญจน์[1,2 *], วินัท วงษ์แหวน[1,2], ณัฐกฤตา จันทิมา[1,2] และ จักรพงษ์ แก้วขาว[1,2]

[1]สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, นครปฐม
[2]ศูนย์วิจัยแห่งความเป็นเลิศทางเทคโนโลยีแก้วและวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, นครปฐม
email b.njr.kskk@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาหาความเข้มของแสง (intensity) ที่เปล่งออกมาจากไดโอดเปล่งแสง (LEDs) ในสีต่าง ๆ และความยาวคลื่นของการเปล่งแสง เพื่อยืนยันสีที่เปล่งออกมาจากหลอดไฟ เมื่อให้พลังงานไฟฟ้าหรือที่เรียกว่าอิเล็กโตรลูมิเนสเซนซ์ (electroluminescence) ที่เท่ากัน และเปรียบเทียบความเข้มของแสงเมื่อเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้แตกต่างกัน พบว่าเมื่อให้พลังงานไฟฟ้าเท่ากันที่พลังงาน 2.7 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 0.018 มิลลิแอมแปร์ หลอดไฟ LEDs สีขาวให้ความเข้มของแสงได้ดีที่สุด และสำหรับหลอดไฟที่ให้ความเข้มต่ำที่สุดคือหลอดไฟ LEDs สีเขียว พบสเปกตรัมการเปล่งแสงจำนวน 2 พีค สำหรับหลอดไฟ LEDs สีขาว พบสเปกตรัมการเปล่งแสงจำนวน 1 พีค สำหรับหลอดไฟ LEDs สีเขียว สีแดง และสีเหลือง และเมื่อให้พลังงานไฟฟ้าที่แตกต่างกันกับหลอดไฟ LEDs สีขาว พบว่าเมื่อเพิ่มพลังงานไฟฟ้า ความเข้มของแสงสีขาวก็จะเพิ่มมากขึ้น จากการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่าหลอดไฟสีขาวเหมาะแก่การนำมาประยุกต์ใช้มากที่สุด เนื่องจากเมื่อให้พลังงานไฟฟ้าที่เท่ากัน แสงสีขาวสามารถเปล่งแสงออกมาได้ดีที่สุด

คำสำคัญ: อิเล็กโตรลูมิเนสเซนซ์,ไดโอดเปล่งแสง, ความเข้มแสง

Comparative Study on Intensity of Electroluminescence for Commercial LEDs

Nuchjaree Kiwsakunkran[1,2 *], Winut Wongwan[1,2], Natthakridta Chanthima[1,2] and Jakrapong Kaewkhao[1,2]

[1]Physics Program, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University, Nakhon Pathom 73000, Thailand

[2]Center of Excellence in Glass Technology and Materials science (CEGM), Nakhon Pathom Rajabhat University, Nakhon Pathom 73000, Thailand

*corresponding author: email b.njr.kskk@hotmail.com

Abstract

Study the intensity of light-emitting diodes (LEDs) in different colors and the wavelengths of light emitting to confirm the color emitted of LEDs, while giving the same electrical power as know as electroluminescence. And compare the intensity of light, while changing electrical energy to be different. It was found that the same electric power at 2.7 volts, current at 0.018 mA, white LEDs gave the best light intensity. The lowest intensity was green LEDs. The electroluminescence spectra were found that 2 peak of white LEDs and 1 peak for green, red and yellow LEDs. Different electrical energy with white LEDs was found that the intensity of the white light increase with increasing the electrical energy. From the analysis indicated that white LEDs was the most suitable for application.

Keywords: Electroluminescence, LEDs, Intensity

1. บทนำ

อิเล็กโตรลูมิเนสเซนซ์ (electroluminescence) คือ การปล่อยแสงที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ของสนามไฟฟ้ากับของแข็ง ใช้สำหรับอุปกรณ์แบ็คไลท์ (backlighting) จอแสดงผล (display) ซึ่งแสงเกิดจากชั้นของผงฟอสเฟอร์อิเล็กโทรนิสเซนต์ (electrolumniscent phosphor) หรือฟิล์มฟอสเฟอร์ (phosphor film) ซึ่งทำงานโดยสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นระหว่างแผ่นอิเล็กโทรดขนานสองขั้วซึ่งหนึ่งในนั้นมีความโปร่งใส (Graeme G.Lister และ John F. Waymouth, 2003: 557-595) อิเล็กโตรลูมิเนสเซนซ์ เป็นหนึ่งในไม่กี่กรณีที่แปลงพลังงานไฟฟ้าโดยตรงเป็นแสงที่สามารถมองเห็นได้เกิดขึ้นโดยไม่สร้างความร้อน เช่น หลอดไฟแบบหลอดไส้ (William L. Hosch, 2006) อย่างไรก็ตามการใช้แสงที่พบมากที่สุดของอิเล็กโตรลูมิเนสเซนซ์อยู่ในรูปของไดโอดเปล่งแสง (LEDs) ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายเป็นไฟแสดงสถานะและในจอแสดงผลต่าง ๆ (Graeme G.Lister และ John F. Waymouth, 2003: 557-595) LEDs เป็นรูปแบบ solid-state ของการผลิตแสงโดยอาศัยเทคโนโลยีการเรืองแสงที่มีคุณสมบัติ

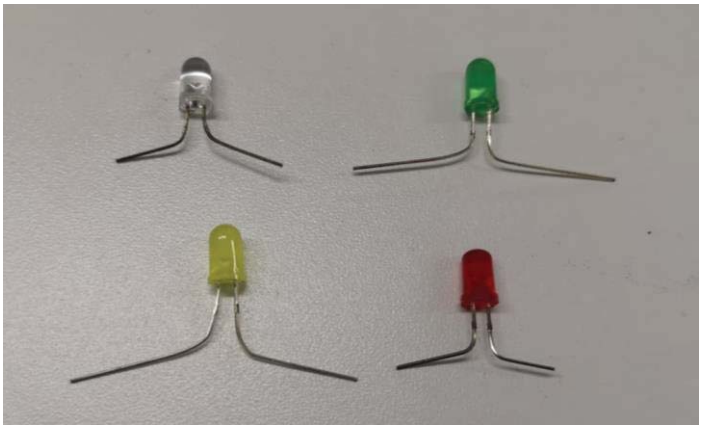
หลายอย่างที่เอื้อต่อการให้แสงสว่างไฟฟ้าจากแหล่งเดียว (Carry A. Mitchell และ Fatemeh Sheibani, 2020: 167-184) นอกจากนี้ LEDs ยังเป็นแหล่งกำเนิดแสงของสารกึ่งตัวนำ (semiconductor) ที่เปล่งแสงเมื่อกระแสไหลผ่านหรือที่เรียกว่า electroluminescence นั่นเอง (Tatiana Koutchma, Vladimir Popovi และ Andrew Green, 2019: 1-23) ซึ่ง LEDs ยังมีข้อดีมากมายไม่ว่าจะเป็น อายุการใช้งาน เมื่อเปรียบเทียบกับระบบแสงสว่างแบบเดิมคืออายุการใช้งานที่ยาวนาน LED โดยเฉลี่ยมีอายุการใช้งาน 50,000 ชั่วโมง ถึง 100,000 ชั่วโมง นั่นคือ 2-4 เท่าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของ LEDs โดยทั่วไปไฟ LEDs จะใช้พลังงานต่ำมาก ไฟ LEDs แทบจะไม่ปล่อยความร้อนออกมาในขณะที่หลอดไฟแบบเดิม เช่น หลอดไส้จะเปลี่ยนพลังงานมากกว่า 90% ที่ใช้เพื่อจ่ายพลังงานให้เป็นความร้อนโดยตรง นั่นหมายความว่ามีการใช้หลอดไส้ที่ให้พลังงานเพียง 10% เท่านั้นสำหรับแสง (ซึ่งทำให้ไม่มีประสิทธิภาพอย่างมากเมื่อเทียบกับ LEDs) นอกจากนี้ เนื่องจาก LED ใช้พลังงานน้อย จึงสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำ มีดัชนีการแสดงผลสีที่ดี (Color Rendering Index (CRI)) สามารถในหรี่แสงได้ เปิดหรือปิดได้ทันทีและไม่มีปัญหากับการสลับบ่อย ๆปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม ทำงานได้ดีในอุณหภูมิเย็นและร้อน แทบไม่ผลิตการปล่อยรังสี UV เป็นต้น (James Anderson, 2018)

จากที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษา 1) หาความเข้มของแสงที่เปล่งออกมาจากหลอดไฟ LEDs ในสีต่าง ๆ และความยาวคลื่นของการเปล่งแสง เพื่อยืนยันสีที่เปล่งออกมาจากหลอดไฟ เมื่อให้พลังงานไฟฟ้าเท่ากัน 2) เปรียบเทียบความเข้มของแสงเมื่อเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้แตกต่างกัน

2. วิธีการทดลอง

2.1 การเตรียมหลอดไฟ LEDs

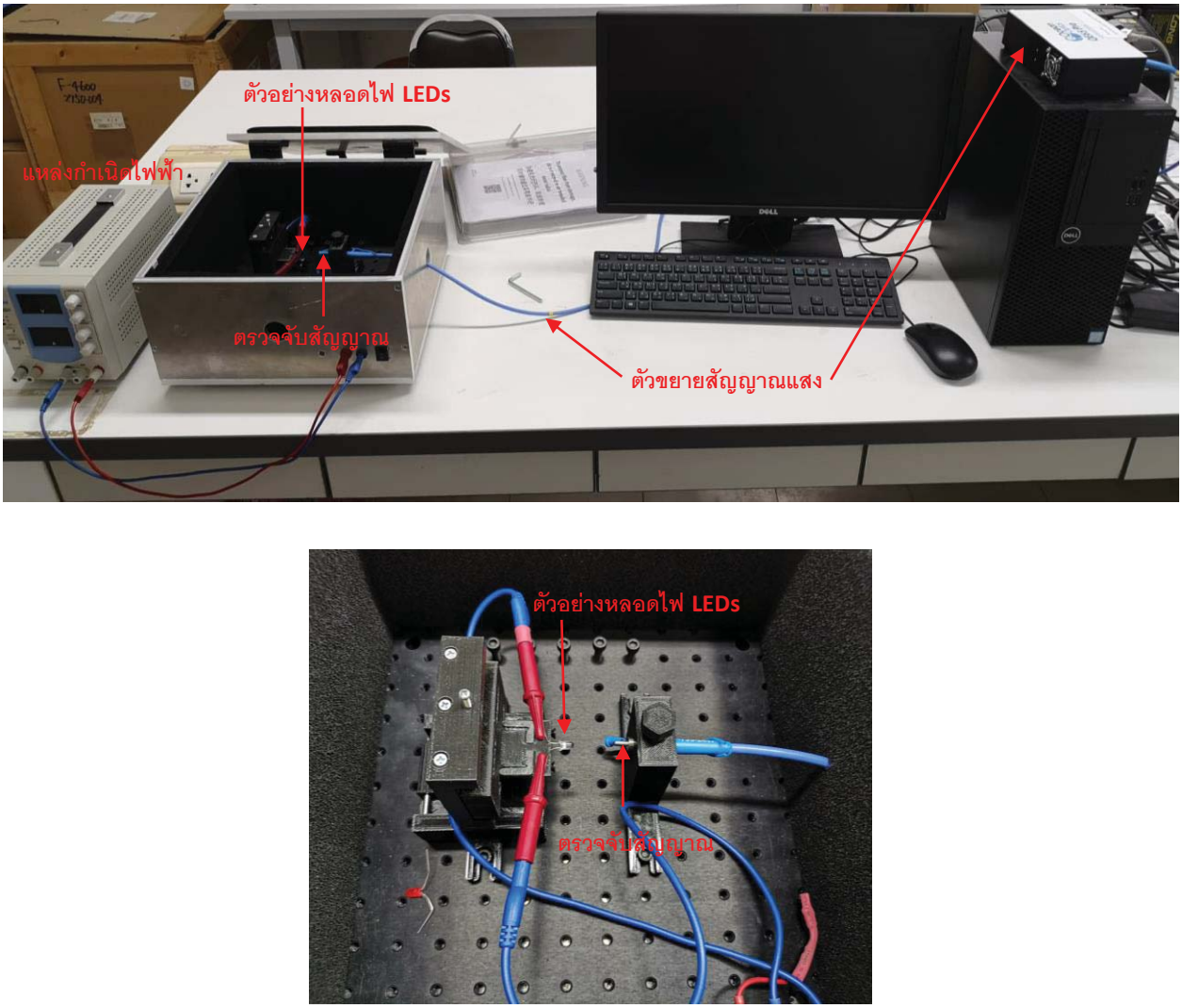
เตรียมหลอดไฟ LEDs ทั้งหมด 4 สี ได้แก่ สีขาว สีเขียว สีเหลือง และสีแดง เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์หาความเข้มของแสงเมื่อให้พลังงานไฟฟ้าที่เท่ากัน และแตกต่างกัน แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 หลอดไฟ LEDs สีขาว สีเขียว สีเหลือง และสีแดง

2.2 การศึกษาหาความเข้มแสงที่เปล่งออกมาจากหลอดไฟ LEDs

การศึกษาในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาความเข้มแสงที่เปล่งออกมาจากหลอดไฟ LEDs โดยใช้เครื่อง electroluminescent ยี่ห้อ Ocean Optics wavelength calibration รุ่น QE65PRO แสดงดังภาพที่ 2



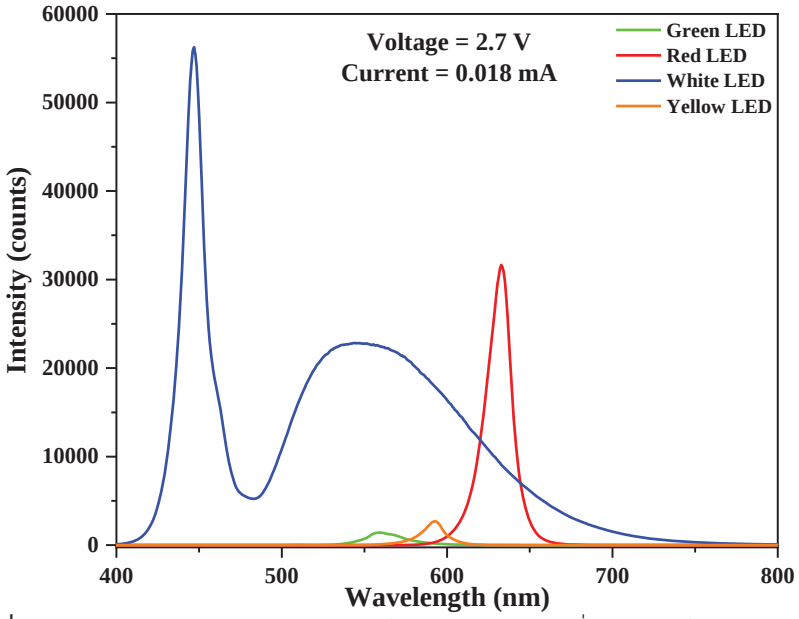
ภาพที่ 2 ใช้เครื่อง electroluminescent ยี่ห้อ Ocean Optics wavelength calibration รุ่น QE65PRO

โดยหลักการใช้งานของเครื่อง คือ เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า (power supply) ไปยังตัวอย่างหลอดไฟ LEDs จากนั้น ตัวตรวจจับสัญญาณจะทำการตรวจสอบและส่งผ่านไปยังตัวขยายสัญญาณ (amplifier) จากนั้นจะทำการประมวลผล และแสดงที่เครื่องคอมพิวเตอร์

3. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

3.1 ความเข้มของแสงที่เปล่งออกมาจากหลอดไฟ LEDs ในสีต่าง ๆ เมื่อให้พลังงานไฟฟ้าเท่ากัน

เมื่อให้พลังงานไฟฟ้าที่ 2.7 โวลต์ กระแสไฟที่ 0.018 มิลลิแอมแปร์ ในทุก ๆ สีของหลอดไฟ LEDs พบว่าความเข้มแสงของหลอดไฟ LEDs สีขาวให้ความเข้มที่สูงที่สุด และสีเขียวให้ความเข้มของแสงน้อยที่สุด แสดงดังภาพที่ 3 จากการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่าแสงสีขาวเป็นแสงที่ให้ความเข้มสูงเมื่อเปรียบเทียบกับแสงสีอื่น ๆ เมื่อให้พลังงานไฟฟ้าที่เท่ากัน

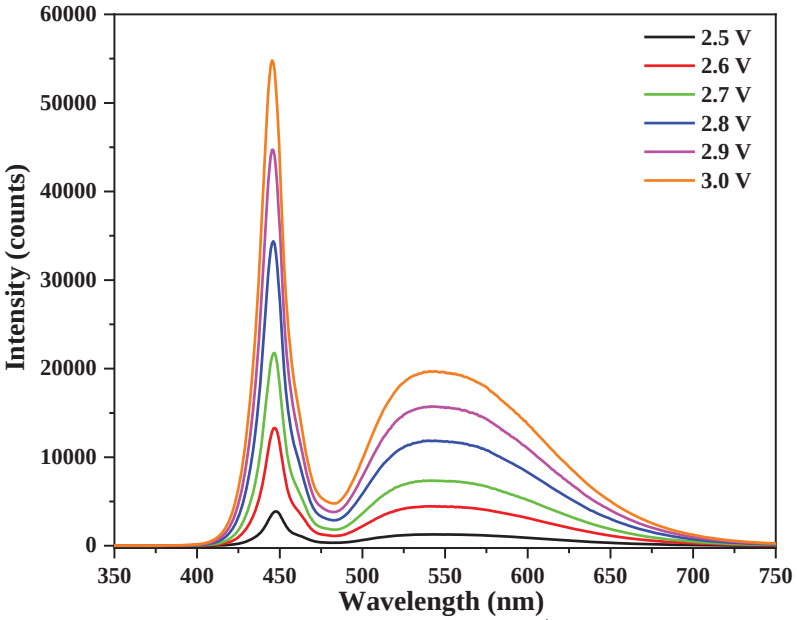


ภาพที่ 3 เปรียบเทียบความเข้มแสงของหลอดไฟ LEDs สีต่าง ๆ ที่ให้พลังงานไฟฟ้าเท่ากัน

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาพีคความยาวคลื่นของหลอดไฟ LEDs พบว่า หลอดไฟ LEDs สีขาวพบสเปกตรัมการเปล่งแสง 2 พีค คือที่ความยาวคลื่น 447 และ 544 นาโนเมตร ซึ่งเป็นพีคของแสงสีน้ำเงินและสีเหลืองเหลือง ซึ่งเมื่อมีสัดส่วนที่เหมาะสมกันจะทำให้ LEDs เปล่งแสงสีขาวออกมาได้ สำหรับสเปกตรัมความยาวคลื่นของหลอดไฟ LEDs สีเขียว สีแดง และสีเหลือง พบที่ความยาวคลื่นประมาณ 588, 633 และ 593 นาโนเมตร ตามลำดับ

3.2 ความเข้มของแสงที่เปล่งออกมาจากหลอดไฟ LEDs สีขาว ที่ให้พลังงานไฟฟ้าแตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์ความเข้มของหลอดไฟ LEDs สีขาวแสงที่เปล่งออกมาได้สูงที่สุด จึงนำไปวิเคราะห์ความเข้มของแสงที่ให้พลังงานแตกต่างกัน โดยที่กระแสไฟฟ้าเท่ากัน แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบความเข้มแสงของหลอดไฟ LEDs สีขาว ที่ให้พลังงานไฟฟ้าแตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์พบว่า เมื่อเพิ่มพลังงานไฟฟ้าจากพลังงาน 2.5 ถึง 3.0 โวลต์ โดยที่ให้กระแสไฟฟ้าเท่ากัน คือ 0.018 มิลลิแอมแปร์ หลอดไฟ LEDs สีขาว จะเพิ่มความเข้มของแสงมากยิ่งขึ้น โดยพบสเปกตรัมการเปล่งแสงของหลอดไฟ LEDs สีขาว จำนวน 2 พีคที่ช่วงความยาวคลื่น 445 และ 540 นาโนเมตร

4. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาหาความเข้มของแสงที่เปล่งออกมาจากหลอดไฟ LEDs ในสีต่าง ๆ และความยาวคลื่นของการเปล่งแสง เพื่อยืนยันสีที่เปล่งออกมาจากหลอดไฟ เมื่อให้พลังงานไฟฟ้าเท่ากัน และเปรียบเทียบความเข้มของแสงเมื่อเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้แตกต่างกัน พบว่าเมื่อให้พลังงานไฟฟ้าที่เท่ากันที่พลังงาน 2.7 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 0.018 มิลลิแอมแปร์ หลอดไฟ LEDs สีขาวให้ความเข้มของแสงได้ดีที่สุด และหลอดไฟ LEDs ที่ให้ความเข้มต่ำที่สุดคือหลอดไฟ LEDs สีเขียว พบสเปกตรัมการเปล่งแสงจำนวน 2 พีค สำหรับหลอดไฟ LEDs สีขาว พบสเปกตรัมการเปล่งแสงจำนวน 1 พีค สำหรับหลอดไฟ LEDs สีเขียว สีแดง และสีเหลือง และเมื่อให้พลังงานไฟฟ้าที่แตกต่างกันกับหลอดไฟ LEDs สีขาว พบว่าเมื่อเพิ่มพลังงานไฟฟ้า ความเข้มของแสงสีขาวก็จะเพิ่มมากขึ้น จากการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่าหลอดไฟสีขาวเหมาะแก่การนำมาประยุกต์ใช้มากที่สุด เนื่องจากเมื่อให้พลังงานไฟฟ้าที่เท่ากัน แสงสีขาวสามารถเปล่งแสงออกมาได้ดีที่สุด

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐกฤตา จันทิมา นายวินัท วงษ์แหวนและ รองศาสตราจารย์.ดร. จักรพงษ์ แก้วขาว สำหรับข้อแนะนำและความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านในการทำงานวิจัย ให้คำแนะนำเป็นประโยชน์สำหรับการปรับปรุงแก้ไขงานวิจัยในครั้งนี้ และศูนย์วิจัยแห่งความเป็นเลิศทางเทคโนโลยีแก้วและวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

เอกสารอ้างอิง (References)

Listera, G. G., Waymouth, J. F. (2003) Light Sources, **Encyclopedia of Physical Science and Technology (Third Edition)** (557-595)

William L. Hosch (2006). **Electroluminescence.** ค้นเมื่อ 23 เมษายน 2564 จาก https://www.britannica.com/science/electroluminescence

Mitchell, C. A., Sheibani, F. (2020). LED advancements for plant-factory artificial lighting, **Plant Factory (Second Edition) An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality Food Production** (167-184).

Koutchma, T., Popović, V., Green, A. (2019) Overview of Ultraviolet (UV) LEDs Technology for Applications in Food Production, **Ultraviolet LED Technology for Food Applications From Farms to Kitchens** (1-23)

James Anderson (2016). **15 Advantages of LEDs When Compared To Traditional Lighting Solutions.** ค้นเมื่อ 23 เมษายน 2564 จาก https://www.stouchlighting.com/blog/top-15-advantages-of-led-lighting?fbclid=IwAR1f25Ks8Du1N2Lwk17fJ1dWAAXzrpc08G1quAyPObMfMcEAjOv0T_IJEKM