



การประชุมสวสนันทววิชาการระดับชาติ

ด้าน “การวิจัยเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน” ครั้งที่ 4 พ.ศ.2559

การเปลี่ยนแปลงการนำไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงโดยใช้

สารสกัดของข้าวเหนียวลิ้มม่วงภายใต้การฉายแสง

Conductivity change in Dye-sensitized Solar Cells by Using

LeumPhua Purple Rice Extract upon Irradiation

ศานิตย์ สุวรรณวงศ์

สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

sanit.suw@gmail.com

บทคัดย่อ

เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง (DSSCs) ที่สกัดได้จากสีย้อมไวแสงของข้าวเหนียวลิ้มม่วง ซึ่งทำได้ในราคาที่ถูก มีประสิทธิภาพและเหมาะในการทำเป็น DSSCs ในงานวิจัยนี้ เราได้สนใจสารสกัดจากข้าวเหนียวลิ้มม่วงที่ได้จากตัวทำละลาย ได้แก่ เมทานอล เอทานอล และน้ำกลั่น (DI water) ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการนำไฟฟ้าของ DSSCs โดยการฉายแสงอาทิตย์ และแสงจากหลอด LED ได้แก่ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน และอัลตราไวโอเล็ต จากการศึกษา พบว่า สีย้อมของข้าวเหนียวลิ้มม่วงที่ได้จากเอทานอลมีการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นที่กว้างตั้งแต่ช่วงที่ตามองเห็นได้ไปถึงช่วงของรังสีอัลตราไวโอเล็ต ซึ่งมีค่าการดูดกลืนแสงของช่วงความยาวคลื่นที่กว้างกว่าเมทานอลและน้ำกลั่น ตามลำดับ จากการศึกษาเพิ่มเติมพบว่าการฉายแสงอาทิตย์ใน DSSCs ของสารสกัดจากเอทานอลให้ค่าความนำไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าสูงสุด รองลงมาคือ เมทานอล และน้ำกลั่น ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาเฉพาะ DSSCs ที่ใช้สีย้อมสกัดจากเอทานอล โดยฉายแสงจากหลอด LED พบว่า แสงจากหลอดอัลตราไวโอเล็ต ให้ค่าการเปลี่ยนแปลงความนำไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับช่วงของความยาวคลื่นในการดูดกลืนแสงของสารสกัดข้าวเหนียวลิ้มม่วงในเอทานอล รองลงมา คือ สีน้ำเงิน สีเขียว และสีแดง ตามลำดับ ดังนั้นชนิดของแสงจึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความนำไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงโดยใช้สารสกัดของข้าวเหนียวลิ้มม่วง

คำสำคัญ: ข้าวเหนียวลิ้มม่วง, เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง, การนำไฟฟ้า, การฉายแสง

Abstract

Dye-sensitized solar cells (DSSCs) of leumphua purple rice extract are used to produce with low cost, efficiency and suitable for DSSCs. In this work, we are interested in the leumphua purple rice extract in solvent, namely, methanol, ethanol and DI water which affects the conductivity change in DSSCs upon irradiation by using sunlight and LED lights, namely, red, green, blue and ultraviolet. The results of the study showed that the wavelength range of leumphua purple rice in ethanol between visible light to the range of ultraviolet with the higher wavelength range comparing with that of methanol and DI water, respectively. We also found from additional studies that the maximum conductance changes and electric power in DSSCs of ethanol upon sunlight comparing with that of methanol and DI water, respectively. Focusing on DSSCs of ethanol by using LED light, we found that the maximum conductance changes and electric power in DSSCs upon ultraviolet LED light comparing with that of blue, green and red LED, respectively. This is consistent with a range of wavelength of leumphua purple rice in ethanol. Thus, the types of light influence on the maximum conductivity change and electric power in dye-sensitized solar cells by using LeumPhua Purple Rice extract.

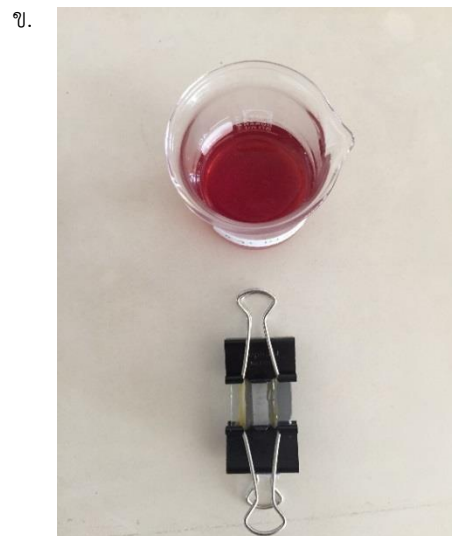
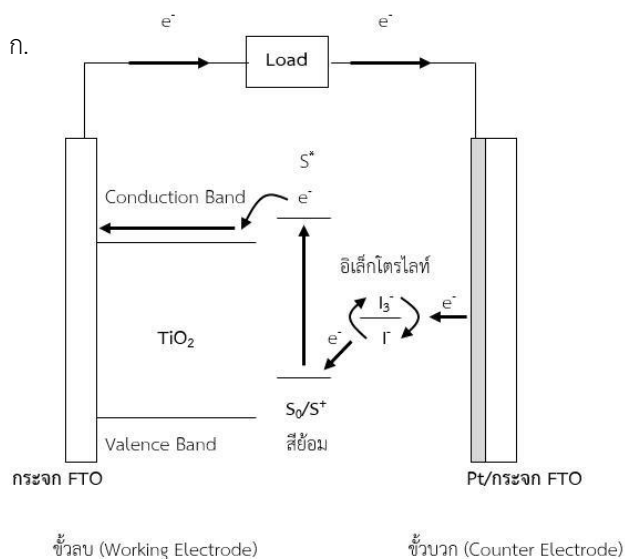
Keywords: Leumphua purple rice, Dye-sensitized solar cell, Conductivity, Irradiation



บทนำ

เซลล์แสงอาทิตย์สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นไฟฟ้าได้โดยตรง ซึ่งเป็นพลังงานที่สามารถใช้แทนพลังงานฟอสซิลที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม แต่เซลล์แสงอาทิตย์ส่วนใหญ่ที่วางขายทั่วไปนั้นทำจากซิลิกอนที่มีต้นทุนในการผลิตสูง และต้องใช้เทคโนโลยีการผลิตขั้นสูง จึงทำให้มีราคาแพง ในปี ค.ศ. 1991 O'Regan และ Grätzel ค้นพบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง (Dye-sensitized solar cells หรือเรียกสั้น ๆ ว่า DSSCs) สามารถประดิษฐ์ขึ้นมาได้ง่าย ให้ประสิทธิภาพทางไฟฟ้าที่สูงกับต้นทุนในการผลิตที่ต่ำ และมีแนวโน้มที่จะพัฒนาให้มีประสิทธิภาพให้สูงยิ่งขึ้นได้ ปัจจุบันในการพัฒนาประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์นี้ โดยใช้สีย้อมที่มีหลายชนิด ตัวอย่างเช่น Eosin Y, N_3 (Mali et al., 2011), N719 (Siriraj et al., 2012) รวมทั้งมีการใช้สีย้อมธรรมชาติจากดอกและผลของพันธุ์พืช (Hao et al., 2006) เป็นต้น สีย้อมสามารถละลายได้ในตัวทำละลายหลายชนิด เช่น เอทานอล เมทานอล และน้ำกลั่น (DI water) โดยสีย้อมไวแสงที่ดีจะต้องมีเม็ดสีที่ยึดเกาะขั้วลบ (working electrode) ได้เป็นอย่างดี และมีช่วงของการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นที่กว้าง (Wang et al., 2005)

เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงที่ประดิษฐ์แล้วจะมีส่วนประกอบและหลักการ ดังรูปภาพที่ 1 ก ดังนี้ (1) กระจกที่เคลือบด้วยวัสดุนำไฟฟ้า (Fluorine doped tin oxide coated glass slide เรียกว่า กระจกนำไฟฟ้า FTO) 1 ด้าน จำนวน 2 แผ่น (2) นำกระจกนำไฟฟ้า FTO 1 แผ่น ใช้เป็นขั้วลบ (Working electrode) ที่เคลือบเป็นชั้นฟิล์มของไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารกึ่งตัวนำที่เป็นโลหะออกไซด์ที่มีแถบพลังงานของช่องว่างที่กว้าง (wide band-gap) และสร้างพันธะที่ยึดเหนี่ยวกับโมเลกุลของสีย้อมไวแสงได้ดี (3) สีย้อม (Dye) จะยึดเกาะกับโมเลกุลของสารกึ่งตัวนำที่เป็นโลหะออกไซด์ได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังมีทำหน้าที่ดูดซับพลังงานจากแสง ทำให้อิเล็กตรอนของสีย้อมที่สถานะพื้นถูกกระตุ้นให้ไปยังสถานะกระตุ้น จึงทำให้อิเล็กตรอนถูกปลดปล่อยออกมาขั้วลบได้ (4) สารละลายอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) มีหน้าที่ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนของอิเล็กตรอนจากวงนอกสุดให้กลับคืนเข้ามาสู่ตัวโมเลกุลของสีย้อมของขั้วบวกเหนี่ยวนิยมั่ว (5) กระจกนำไฟฟ้า FTO อีกแผ่นที่ใช้เป็นขั้วบวก (counter electrode) เคลือบด้วยแพลตตินัม (Pt), คาร์บอน (C) หรือสารจำพวกกานาโนคาร์บอน (Siriraj et al., 2012) ทำหน้าที่ให้อิเล็กตรอนกับสารละลายอิเล็กโทรไลต์และทำให้เกิดกระบวนการรีดอกซ์ จึงทำให้โมเลกุลของสีย้อมนั้นกลับคืนสู่สถานะกระตุ้น (วินิช พรหมอารักษ์ และคณะ, 2550) สุดท้ายจะได้เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง ดังรูปภาพ 1 ข. อิเล็กตรอนในตอนสุดท้ายทำให้เกิดการนำไฟฟ้าขึ้น และมีงานวิจัยที่ได้ใช้แสงหลากหลายชนิดฉายลงบนผิวของสารกึ่งตัวนำหรือฉนวน ซึ่งทำให้เกิดการสะสมของอิเล็กตรอน จึงมีการนำไฟฟ้าเกิดขึ้น เช่น $SrTiO_3$ (Meevasana et al., 2011), $KTaO_3$ (Suwanwong et al., 2012), $Ba_{0.7}Ca_{0.3}TiO_3$ (Jaiban et al., 2015) และ $CaCu_3Ti_4O_{12}$ (Masingsboon et al., 2013) ยังมีการใช้แสงจากแหล่งกำเนิดแสงโดยใช้สีต่าง ๆ ฉายบนวัสดุ (Suwanwong et al., 2015) เช่น แสงสีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน และแสงอัลตราไวโอเลต (Saekow et al., 2012) เป็นต้น ดังนั้นพลังงานแสงจึงมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงการนำไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง (ศานิตย์ สุวรรณวงศ์ และคณะ, 2559)



ภาพที่ 1 หลักการเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงโดยใช้สารสกัดของขั้วเหนี่ยวนิยมั่ว



การประชุมสวสนันทววิชาการระดับชาติ
ด้าน “การวิจัยเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน” ครั้งที่ 4 พ.ศ.2559

ในงานวิจัยนี้ เราสนใจสีย้อมไวแสงธรรมชาติจากข้าวเหนียวลิ้มผัว ซึ่งปลูกมากในจังหวัดเพชรบูรณ์ ข้าวเหนียวลิ้มผัวมีเม็ดสีที่ให้สีม่วงแดง และมีช่วงของการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นที่กว้างในตัวทำละลายทั้งสามชนิด ได้แก่ เมทานอล เอทานอล และน้ำกลั่น (DI water) ในการประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงโดยใช้สารสกัดจากข้าวเหนียวลิ้มผัว เพื่อศึกษาอิทธิพลต่อการนำไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงโดยใช้สารสกัดจากข้าวเหนียวลิ้มผัวในตัวทำละลายทั้งสามชนิดที่กล่าวไว้ข้างต้น เมื่อฉายแสงอาทิตย์และแสงจากหลอด LED ได้แก่ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน และอัลตราไวโอเล็ต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาสารตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมไวแสงจากข้าวเหนียวลิ้มผัวเพื่อใช้ทำเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง
2. ศึกษาอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงการนำไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงโดยใช้สารสกัดของข้าวเหนียวลิ้มผัว เมื่อฉายแสงชนิดต่าง ๆ

ระเบียบวิธีวิจัย

1. เตรียมสีย้อมไวแสงจากข้าวเหนียวลิ้มผัว

ชั่งข้าวเหนียวลิ้มผัวที่บดไว้แล้ว 5 กรัม มา 3 ตัวอย่าง แล้วผสมในตัวทำละลายแต่ละชนิด ได้แก่ เมทานอล, เอทานอล และน้ำกลั่น (DI water) 50 ml คนให้เข้ากัน จากนั้นแช่ไว้ 16 ชั่วโมง แล้วกรองข้าวออก จะได้สีย้อมไวแสงจากข้าวเหนียวลิ้มผัวในตัวทำละลายทั้งสามชนิด

2. เตรียมเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง

1) เตรียมครีมเพื่อใช้เคลือบกระจกนำไฟฟ้า ด้วยผงไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2 powder) 5 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 12 ml และโพลีเอทิลีนไกลคอล 400 (Polyethylene Glycol 400) จำนวน 2 กรัม คนให้เข้ากัน จะได้ครีม TiO_2 ที่ใช้ในการเคลือบบนกระจกนำไฟฟ้า FTO

2) เตรียมขั้วลบ (Working electrode) โดยตัดกระจกนำไฟฟ้า FTO ให้มีขนาด $1.5 \times 2 \text{ cm}^2$ จากนั้นนำเทปการปิดทับขอบของแผ่นกระจกนำไฟฟ้าตรงกลางให้มีขนาด $0.25 \times 1 \text{ cm}^2$ แล้วหยดครีมของ TiO_2 แล้วปาดให้เรียบบนกระจกนำไฟฟ้าและเป่าให้แห้ง จากนั้นเผาในเตาที่อุณหภูมิ 550°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปลอຍให้เย็นลงก่อนแล้วนำไปแช่ในสีย้อมไวแสงจากสารสกัดของข้าวเหนียวลิ้มผัวจากตัวทำละลายทั้งสามชนิด เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วปลอຍให้แห้ง

3) เตรียมขั้วบวก (Counter electrode) โดยตัดกระจกนำไฟฟ้า FTO ให้มีขนาด $1.5 \times 2 \text{ cm}^2$ แล้วเคลือบแพลตทินัม (Pt) ด้วยวิธีสปัตเตอริง (Sputtering technique)

4) เตรียมสารละลายอิเล็กโทรไลต์ โดยผสมผงโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) 0.5 M, ไอโอดีน (I_2) 0.05 M และเอทิลีนไกลคอล (Ethylene Glycol) 50 ml จากนั้นคนให้เข้ากันด้วยเครื่องอัลตราโซนิกเป็นเวลา 30 นาที จะได้สารละลายอิเล็กโทรไลต์

5) เตรียมเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง โดยตัดแผ่นพาราฟิล์มให้มีช่องว่างขนาด $0.25 \times 1 \text{ cm}^2$ แล้ววางทับบนกระจกที่เคลือบด้วย TiO_2 ที่ติดสีย้อมจากสารสกัดข้าวเหนียวลิ้มผัว แล้วประกบด้วยแผ่นกระจกที่เคลือบด้วยแพลตทินัม แล้วใช้คลิปหนีบที่ด้านข้างของเซลล์แสงอาทิตย์และหยดสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ระหว่างขอบของกระจกทั้งสองที่ประกบกัน จากนั้นเป่าให้ความร้อนเพื่อให้พาราฟิล์มหลอมติดกับกระจก แล้ววางไว้ให้เย็น ก็จะได้เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงจากสารสกัดข้าวเหนียวลิ้มผัว

3. การวัดสเปกตรัมการดูดกลืนแสงของสารสกัดจากข้าวเหนียวลิ้มผัว

วัดสเปกตรัมการดูดกลืนแสงของสีย้อมไวแสงจากข้าวเหนียวลิ้มผัวที่สกัดจากเมทานอล, เอทานอล และน้ำกลั่น ด้วยเครื่อง UV-VISIBLE Spectrophotometer (รุ่น UV-1700 PharmaSpec ของ Shimadzu Co.,Ltd.) เพื่อหาตัวทำละลายที่เหมาะสมต่อการดูดกลืนแสงของสีย้อมไวแสงจากข้าวเหนียวลิ้มผัวในการทำเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง



การประชุมสภานักวิชาการระดับชาติ
ด้าน “การวิจัยเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน” ครั้งที่ 4 พ.ศ.2559

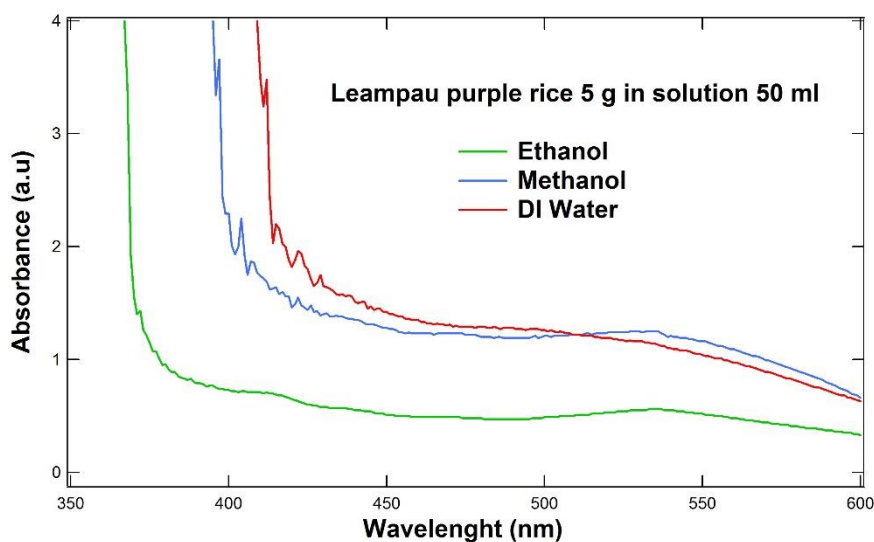
4. การวัดการนำไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง

วัดค่าความนำไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงจากสารสกัดของข้าวเหนียวลิ้มผัว โดยวัดค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุด (I_{max}) และศักย์ไฟฟ้าสูงสุด (V_{max}) ด้วยเครื่อง MULTIMETER ยี่ห้อ hp HEWLETT PACKARD รุ่น 971A ต่อเข้ากับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง ดังภาพที่ 3 ก. (รูปเล็ก) เมื่อฉายแสงอาทิตย์และแสงจากหลอด LED ได้แก่ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน และอัลตราไวโอเล็ต ที่ตกกระทบบนเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง เพื่อวัดค่าความนำไฟฟ้าสูงสุด ($G_{max} = I_{max} / V_{max}$) และกำลังไฟฟ้าสูงสุด ($P_{max} = I_{max} \times V_{max}$) ต่อพื้นที่รับแสงของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง

ผลการวิจัย

1. การดูดกลืนแสงของสารสกัดจากข้าวเหนียวลิ้มผัว

สีย้อมไวแสงที่สกัดได้จากข้าวเหนียวลิ้มผัวทำหน้าที่ในการดูดกลืนพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ โดยมีช่วงของการดูดกลืนแสงที่กว้างในช่วงที่ตามองเห็น (Visible light) จนถึงช่วงอัลตราไวโอเล็ต Ultraviolet range) เพื่อให้มีช่วงการดูดกลืนพลังงานมีค่าสูงขึ้น จากภาพที่ 2 การดูดกลืนแสงของสีย้อมไวแสงจากข้าวเหนียวลิ้มผัวในเมทานอล เอทานอล และน้ำกลั่น ด้วยเครื่อง UV-VISIBLE Spectrophotometer พบว่าสีย้อมจากเอทานอล (เส้นสีเขียว) มีช่วงความยาวคลื่นในการดูดกลืนแสงระหว่าง 371 – 600 nm มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดอยู่ที่ 372 nm (ช่วงของรังสีอัลตราไวโอเล็ต) ซึ่งมีช่วงของความยาวคลื่นในการดูดกลืนแสงที่มากที่สุด รองลงมา คือ เมทานอล (เส้นสีน้ำเงิน) อยู่ระหว่าง 396 – 600 nm มีค่าสูงสุดอยู่ที่ 397 nm และน้ำกลั่นมีช่วงแคบที่สุด คือ 411 – 600 nm มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดอยู่ที่ 412 nm ตามลำดับ ดังนั้นเอทานอลจึงเหมาะในการประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง เนื่องจากเอทานอลให้ช่วงความยาวคลื่นในการดูดกลืนแสงในช่วงที่กว้างที่สุด (ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงที่ตามองเห็นไปถึงช่วงของรังสีอัลตราไวโอเล็ต) ซึ่งทำให้จำนวนของอิเล็กตรอนที่สถานะพื้นรับพลังงานแสงให้ไปสู่สถานะกระตุ้นได้มากยิ่งขึ้น จึงเห็นได้ว่าสีย้อมไวแสงสามารถดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์และนำไฟฟ้าได้ดี



ภาพที่ 2 ค่าการดูดกลืนแสงของข้าวเหนียวลิ้มผัวในตัวทำละลายทั้งสาม

2. อิทธิพลต่อการนำไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงโดยใช้สารสกัดของข้าวเหนียวลิ้มผัวเมื่อฉายแสงสีต่าง ๆ

อิทธิพลของแสงอาทิตย์ที่มีผลต่อค่าความนำไฟฟ้าสูงสุดและกำลังไฟฟ้าสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงจากข้าวเหนียวลิ้มผัว ดังตารางที่ 1 พบว่าเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงที่สกัดจากเอทานอลให้ค่าความนำไฟฟ้าสูงสุดได้สูงที่สุดเป็น $425.65 \mu S/cm^2$ มีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดได้สูงที่สุดเช่นกันเป็น $75.44 \mu W/cm^2$ รองลงมา คือ เมทานอล



การประชุมสวสนันทววิชาการระดับชาติ

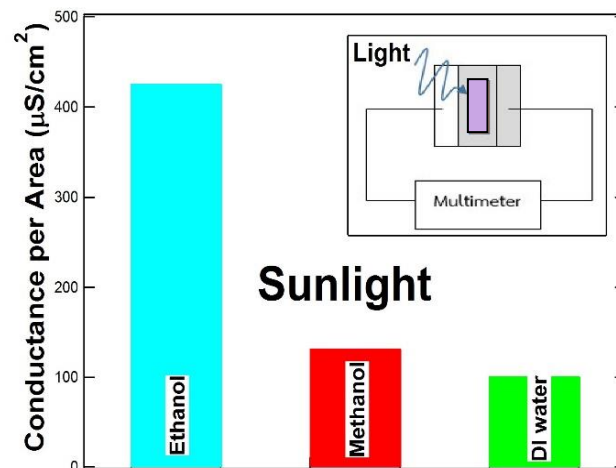
ด้าน “การวิจัยเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน” ครั้งที่ 4 พ.ศ.2559

ให้ความนำไฟฟ้าสูงสุด $131.90 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ มีกำลังไฟฟ้าสูงสุด $28.40 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ และน้ำกลั่นให้ค่าน้อยที่สุด คือ ให้ความนำไฟฟ้าสูงสุด $101.24 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ มีกำลังไฟฟ้าสูงสุด $10.63 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ตามลำดับดังภาพที่ 3 ซึ่งเอทานอลให้ผลสอดคล้องกับช่วงของความยาวคลื่นในการดูดกลืนแสงที่กว้างที่สุด จึงทำให้มีการนำไฟฟ้าสูงที่สุด

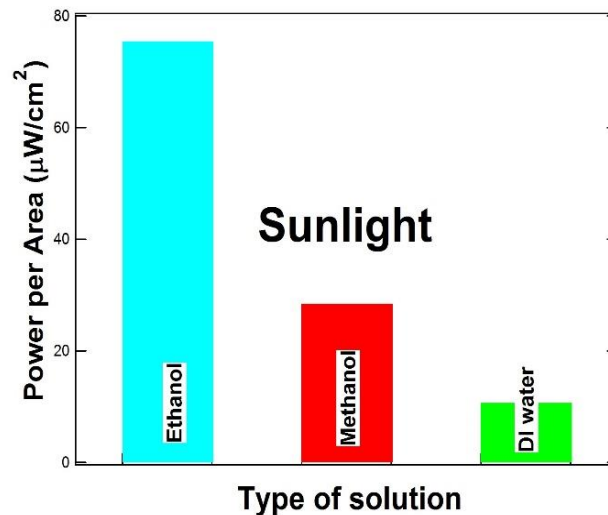
ตารางที่ 1 การนำไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงโดยใช้สารสกัดจากข้าวเหนียวลิ้มผิวในเมทานอล, เอทานอล และน้ำกลั่น เมื่อได้รับการฉายแสงอาทิตย์

DSSCs ในตัวทำละลาย	V_{max} (mV)	I_{max} ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)	P_{max} ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	G_{max} ($\mu\text{S}/\text{cm}^2$)
เมทานอล	464.0	61.2	28.40	131.90
เอทานอล	421.0	179.2	75.44	425.65
น้ำกลั่น	324.0	32.8	10.63	101.24

ก.



ข.



ภาพที่ 3 ค่าความไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงโดยใช้สารสกัดจากข้าวเหนียวลิ้มผิวด้วยตัวทำละลายเมทานอล เอทานอล และน้ำกลั่น เมื่อฉายแสงอาทิตย์



การประชุมสภานักวิชาการระดับชาติ

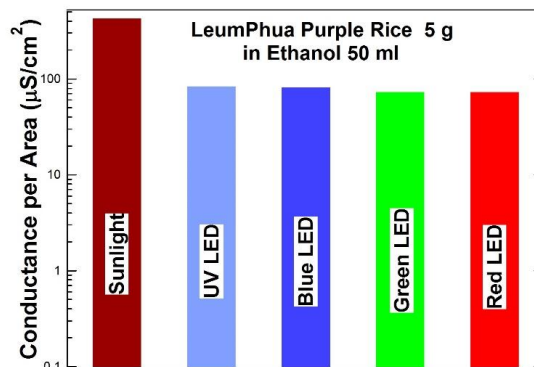
ด้าน “การวิจัยเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน” ครั้งที่ 4 พ.ศ.2559

จากการศึกษาเพิ่มเติมโดยการฉายแสงจากหลอด LED ขนาด 5 mm ได้แก่ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน และอัลตราไวโอเล็ต ดังตารางที่ 2 โดยเลือกใช้เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงที่สกัดจากข้าวเหนียวลิ้มผิวในเอทานอล เนื่องจากให้ค่าการนำไฟฟ้าที่สูงที่สุด พบว่า แสงจากหลอดอัลตราไวโอเล็ต จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความนำไฟฟ้าสูงสุดและกำลังไฟฟ้าสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงโดยใช้สารสกัดจากข้าวเหนียวลิ้มผิวมากกว่าหลอด LED ชนิดอื่น ๆ ดังภาพที่ 4 ซึ่งสอดคล้องกับสเปกตรัมการดูดกลืนแสงของข้าวเหนียวลิ้มผิวในเอทานอลที่มีตั้งแต่ในช่วงที่ตามองเห็นจนถึงช่วงของอัลตราไวโอเล็ต ไปกระตุ้นให้อิเล็กตรอนจากสีย้อมให้เกิดกระแสอิเล็กตรอนในปริมาณที่มากกว่าสีน้ำเงิน สีเขียว และสีแดง ตามลำดับ จึงทำให้หลอดอัลตราไวโอเล็ตให้การนำไฟฟ้าที่สูงที่สุด ดังนั้น จากงานวิจัยนี้จึงพบว่าตัวทำละลายในสีย้อมและแหล่งกำเนิดแสงต่างชนิด จะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงการนำไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงโดยใช้สารสกัดจากข้าวเหนียวลิ้มผิว ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการประจุไฟมายังแบตเตอรี่ และอุปกรณ์ทางไฟฟ้าได้

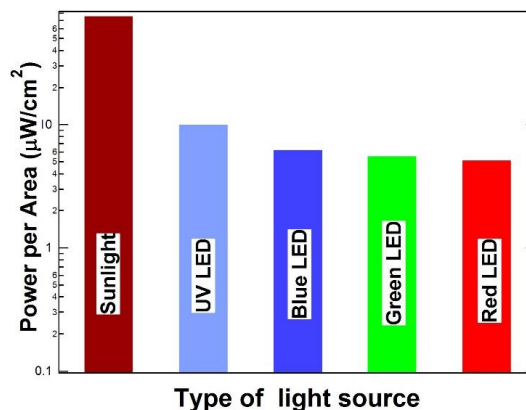
ตารางที่ 2 การนำไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงโดยใช้สารสกัดจากข้าวเหนียวลิ้มผิวใน เอทานอล เมื่อได้รับการฉายแสงสีต่าง ๆ

ชนิดของแสง	V_{max} (mV)	I_{max} ($\mu A/cm^2$)	P_{max} ($\mu W/cm^2$)	G_{max} ($\mu S/cm^2$)
Red LED	265.2	19.2	5.092	72.398
Green LED	274.9	20.0	5.498	72.754
Blue LED	277.1	22.4	6.207	80.837
UV LED	345.6	28.8	9.953	83.333
Sunlight	421.0	179.2	75.443	425.653

ก.



ข.



ภาพที่ 4 ความนำไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงโดยใช้สารสกัดจากข้าวเหนียวลิ้มผิวด้วยตัวทำละลายเอทานอลเมื่อได้รับการฉายแสงชนิดต่าง ๆ



การประชุมสวสนันทววิชาการระดับชาติ
ด้าน “การวิจัยเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน” ครั้งที่ 4 พ.ศ.2559

สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการนำไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงที่สกัดสีย้อมจากตัวทำละลายและอิทธิพลของแหล่งกำเนิดแสงที่ผลต่อการนำไฟฟ้าสูงสุด ดังต่อไปนี้

1. สีย้อมไวแสงจากข้าวเหนียวลิ้มผิวในเอทานอล มีช่วงความยาวคลื่นในการดูดกลืนแสงระหว่าง 371 – 600 nm มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดอยู่ที่ 372 nm ซึ่งสอดคล้องกับสเปกตรัมของแสงที่ตามองเห็นได้ไปจนถึงช่วงของรังสีอัลตราไวโอเล็ต ซึ่งมีช่วงการดูดกลืนแสงในช่วงของความยาวคลื่นที่กว้างที่สุด จึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการนำไฟฟ้าสูงสุดและกำลังไฟฟ้าสูงสุด รองลงมา คือ เมทานอล และน้ำกลั่น ตามลำดับ
2. ค่าความนำไฟฟ้าสูงสุดและกำลังไฟฟ้าสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงโดยใช้สารสกัดของข้าวเหนียวลิ้มผิวให้ค่าสูงสุดขึ้นอยู่กับการดูดกลืนแสงที่กว้างของสีย้อมไวแสง โดยที่เอทานอลให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด เอทานอลจึงเหมาะสมในการเป็นตัวทำละลายในการทำสีย้อมและนำมาประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงของข้าวเหนียวลิ้มผิว
3. แหล่งกำเนิดแสงที่มีอิทธิพลต่อการนำไฟฟ้าสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงโดยใช้สารสกัดของข้าวเหนียวลิ้มผิว คือ แสงอาทิตย์ อัลตราไวโอเล็ต สีน้ำเงิน สีเขียว และสีแดง ตามลำดับ จึงควรเลือกสีย้อมที่มีช่วงของความยาวคลื่นที่มีการดูดกลืนแสงที่กว้างและแหล่งกำเนิดแสงที่เหมาะสม จึงทำให้เซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพในการนำไฟฟ้าสูงสุดได้

ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยพบว่าเอทานอลเป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมในการทำสีย้อมไวแสงเพื่อประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงของข้าวเหนียวลิ้มผิวและสามารถให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ แต่ยังไม่มากพอที่จะใช้ในผลิตกระแสไฟฟ้าในปริมาณที่สูง ซึ่งผู้วิจัยจะทำการพัฒนาต่อไปในส่วนของการขจัดและขั้วบวก เพื่อให้เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงของข้าวเหนียวลิ้มผิวมีประสิทธิภาพสูงสุดต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำคำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณาจารย์สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ความกรุณา ให้คำปรึกษาแนะนำ ให้แก่ผู้วิจัย จึงขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- วินิช พรหมอารักษ์ และคณะ. (2550). เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง, วารสารวิชาการ ม.อบ., ปีที่ 9, ฉบับ 2.
- ศานิตย์ สุวรรณวงศ์, สุพจน์ เกิดมี, อาทิตย์ หุ่นเต็ม, ไพฑูรย์ บานเย็นงาม และพงษ์ศักดิ์ คำศร. (2559). การเปลี่ยนแปลงการนำไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงภายใต้การฉายแสง. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ครั้งที่ 8, 31 มี.ค. – 1 เม.ย. 2559.
- Hao, S., Wu, I., Huang, Y., and Lin, I. (2006). Natural dye as photosensitized for dye-sensitized solar cell. Solar Energy, 80, 209-214.
- Jaiban, P., Suwanwong, S., Namsar, O., Watcharapasorn, A., and Meevasana, W. (2015). Simultaneous tuning of the dielectric property and photo-induced conductivity in ferroelectric Ba_{0.7}Ca_{0.3}TiO₃ via La doping, Materials Letters, 147, 29–33.
- Mali, S. S., Betty, C. A., Bhosale, P. N., and Patil, P. S. (2012). Eosin-Y and N3-Dye sensitized solar cells (DSSCs) based on novel nanocoral TiO₂: A comparative study. Electrochimica Acta, 59, 113-120.



การประชุมสวสนันทววิชาการระดับชาติ

ด้าน “การวิจัยเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน” ครั้งที่ 4 พ.ศ.2559

- Masingboon, C., Eknapakul, T., Suwanwong, S., Buaphet, P., Nakajima, H., Mo, S. K., Thongbai, P., King, P. D. C., Maensiri, S., and Meevasana, W. (2013). **Anomalous change in dielectric constant of $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ under violet-to-ultraviolet irradiation**, Applied Physics Letters, 102, 202903.
- Meevasana, W., King, P. D. C., He, R. H., Mo, S.-K., Hashimoto, M., Tamai, A., Songsirittthigul, P., Baumberger, F. and Shen, Z.-X. (2011). Creation and control of a two-dimensional electron liquid at the bare SrTiO_3 surface. **Nature Materials**, 10, 114-118.
- O'Regan, B., and Grätzel, M. (1991). **A Low-cost, high-efficiency solar cell based on dye-sensitized colloidal TiO_2 films**. Nature, 353, 737.
- Saekow, S., Maiakgree, W., Jarernboon, W., Pimanpang, S., and Amornkitbamrung, V. (2012). **High intensity UV radiation ozone treatment of nanocrystalline TiO_2 layers for high efficiency of dye-sensitized solar cells efficiency of dye-sensitized solar cells**. Journal of Non-Crystalline Solids, 358, 2496–2500.
- Siroj, S., Pimanpang, S., Towannang, M., Maiaugree, W., Phumying, S., Jarernboon, W., and Amornkitbamrung, V. (2012). **High performance dye-sensitized solar cell based on hydrothermally deposited multiwall carbon nanotube counter electrode**. Applied Physics Letters, 100, 243303.
- Suwanwong, S., Eknapakul, T., Rattanachai, Y., Masingboon, C., Rattanasuporn, S., Phatthanakun, R., Nakajima, H., King, P.D.C., Hodak, S.K. and Meevasana, W. (2015). **The dynamics of ultraviolet-induced oxygen vacancy at the surface of insulating SrTiO_3 (001)**. Applied Surface Science, 355, 210-212.
- Suwanwong, S., Kullapapinyokul, J., Eknapakul, T., Buaphet, P., Phatthanakun, R., and Meevasana, W. (2015). **Resistivity change in SrTiO_3 upon irradiation and its application in light sensing**. Suranaree Journal Science Technology, 22 (1), 93-98.
- Wang, Z.-S., Sayama, K., and Sugihara, H. (2005). **Efficient Eosin Y Dye-Sensitized Solar Cell Containing $\text{Br}^-/\text{Br}_3^-$ Electrolyte**. Journal of Physical Chemistry B, 109, 22449-22455.