บทความวิจัย

เซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อมไวแสงธรรมชาติจากไม้จันแดง
Dye Sensitized Solar Cells from Natural Dye Red Sandal Wood

กาญติมา กุลหมวก[1*] จอมภพ แววศักดิ์[2] สมาน แซ่โค้ว[3] ชลธิรา แสงสุบัน[4]
วิทยา อมรกิจบำรุง[5] และนิคม ชูศิริ[6]
Kantima Kunmuak[1*], Jompob Waewsak[2], Samarn Saekow[3], Chontira Sangsubun[4],
Vittaya Amornkitbamrung[5] and Nikom Choosiri[6]

บทคัดย่อ

เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงธรรมชาติจัดเป็นพลังงานทดแทนที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้า เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงมีองค์ประกอบของสีย้อมไวแสงที่ทำหน้าที่ในการดูดกลืนแสงอาทิตย์และสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า ในปัจจุบันนี้เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงสามารถผลิตได้จากวัสดุธรรมชาติที่มีต้นทุนต่ำโดยใช้สีย้อมจากธรรมชาติซึ่งได้มาจากส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ใบ ดอก หรือ ผล ดังนั้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาเซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อมไวแสงธรรมชาติจากไม้จันแดง โดยใช้อะซีโตนเป็นตัวทำละลายและสกัดไขมันออกด้วย ไดคลอโรมีเทน และปิโตรเลียมอีเทอร์ ในช่วงค่า pH 1.3 2.6 4.8 7.2 และ 9.8 ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่าสีย้อมจากไม้จันแดงจะดูดกลืนแสงได้ดีที่ค่า pH 4.8 ที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร โดยสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 3.46 มิลลิแอมป์ต่อตารางเซนติเมตร ความต่างศักย์ 0.45 โวลต์ ค่าฟิลแฟกเตอร์ 0.60 และมีประสิทธิภาพร้อยละ 0.94 ซึ่งเหมาะแก่การศึกษาเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพต่อไป

คำสำคัญ : เซลล์แสงอาทิตย์ สีย้อมไวแสง ไม้จันแดง ฟิลแฟกเตอร์ ประสิทธิภาพ

---

[1] นักศึกษาปริญญาโท หน่วยวิจัยพลังงานลม-แสงอาทิตย์ ศูนย์วิจัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210
[2] ผศ.ดร., สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210
[3] ศูนย์วิจัยนาโนเทคโนโลยีบูรณาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002
[4] อ.ดร., สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210
[5] รศ.ดร., สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002
[6] รศ.ดร., สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557

Abstract

Dye–sensitized solar cells (DSSC) are being of interest as a source of alternative energy that can be used to produce electricity. Dye–sensitized solar cells consist of the element of dye – sensitized that act as a light absorber and then convert photon energy into electrical energy. Currently, dye – sensitized solar cells can be produced from natural products with low-cost and stem from different parts of the plant such as leaves flowers and fruits. The objective of this research is to study the dye–sensitized solar cells from natural dye Red Sandal wood that was extracted by acetone and was purified with dichloromethen and petroleum ether of pH between 1.3 2.6 4.8 7.2 and 9.8, respectively. The results showed that Red Sandal wood at pH 4.8 perform the best absorption of light at 450 nm of wavelength value. The values of the photocurrent and voltage were 3.46 $mA.cm^{-2}$ and 0.45 V, respectively. The value of fill factor (FF) was 0.60 and the efficiency was 0.94% which suited to develop in order to increase the efficiency of this kind of solar cells.

Keywords : Natural Dye, Solar Cells , Red Sandal Wood, Fill Factor, Efficiency

บทนำ

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียนที่ใช้แล้วเกิดขึ้นใหม่ได้ตามธรรมชาติ เป็นพลังงานที่สะอาด ปราศจากมลพิษ และเป็นพลังงานที่มีศักยภาพสูง นับเป็นแหล่งพลังงานที่กำลังได้รับความนิยมในการใช้ประโยชน์ เปลี่ยนให้อยู่ในรูปพลังงานไฟฟ้าได้โดยอาศัยอุปกรณ์ที่เรียกว่า เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่สะอาดไม่ก่อมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ไม่มีการเคลื่อนไหวหรือเกิดการเสียดสีขณะทำงาน ไม่มีเสียงดังรบกวนและไม่มีการสึกหรอ การดูแลรักษาน้อย ใช้งานง่าย มีปริมาณมหาศาล และที่สำคัญเป็นพลังงานที่มีอยู่โดยทั่วไป โดยเฉพาะประเทศที่อยู่ในเขตร้อนเช่นเดียวกับประเทศไทยที่อยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร เหมือนมีแหล่งพลังงานมหาศาลที่ได้มาเปล่า ๆ โดยทั่วไปการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์อาจจำแนกได้สองด้านหลัก ๆ คือ การผลิตกระแสไฟฟ้า และการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความร้อน

พลังงานทดแทน หมายถึง พลังงานที่นำมาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิง สามารถแบ่งตามแหล่งที่มาเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไป เรียกว่า พลังงานสิ้นเปลือง ได้แก่ ถ่านหินก๊าซธรรมชาติ นิวเคลียร์ หินน้ำมัน และทรายน้ำมัน เป็นต้น และอีกประเภทหนึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้แล้วสามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อีก เรียกว่า พลังงานหมุนเวียน ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล น้ำ และไฮโดรเจน เป็นต้น เป็นพลังงานที่สะอาด ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

พลังงานแสงอาทิตย์มีบทบาทในการเป็นพลังงานทางเลือกที่ใช้ในชีวิตประจำวันมากขึ้น ซึ่งการที่จะแปลงแสงอาทิตย์มาเป็นพลังงานไฟฟ้าผ่านโซลาร์เซลล์ ซึ่งมีราคาสูงมาก [1] เนื่องจากต้นทุนในการผลิตสูง และอาจเกิดผลเสียในกระบวนการผลิตเพราะเซลล์แสงอาทิตย์จะประกอบด้วยธาตุซิลิกอน ซึ่งผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์และอยู่ในรูปที่พร้อมจะทำเซลล์แสงอาทิตย์ และเกิดการแตกหักง่ายในกระบวนการผลิต จึงได้มีการคิดค้นเซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อมไวแสง (Dye – Sensitized Solar Cells, DSSC) เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่ไม่มีรอยต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำ แต่เป็นรอยต่อของสารกึ่งตัวนำกับสีย้อมซึ่งเป็นของเหลวทำให้มีคุณสมบัติในการดูดกลืนแสงได้ดีในย่านอัลตราไวโอเลตและแสงที่ตามองเห็น โดยขึ้นอยู่กับชนิดของตัวรับแสง (Sensitizer) [2] หลักการทำงานอาศัยการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้ามีกลไกคล้ายกับกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชซึ่งไม่ก่อมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมมีขั้นตอน

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557

และกระบวนการผลิตที่ง่าย [3] ตัวอย่างสีย้อมที่นำมาใช้ในการประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์สีย้อมไวแสงได้แก่ เปลือกส้ม [4] ครั่ง [5-6] ดอกอัญชัน [7] ดอกกระเจี๊ยบ [7] และพืชต่าง ๆ 20 กว่าชนิด [8] โดยมีวิธีการสกัดสีที่แตกต่างกัน ซึ่งส่งผลไปยังประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้ในแต่ละชนิด

สีย้อมธรรมชาติ คือ สีที่สกัดได้จากวัตถุดิบที่มาจาก พืช สัตว์ และแร่ธาตุต่าง ๆ ซึ่งเกิดขึ้นจากกระบวนการตามธรรมชาติ แหล่งวัตถุดิบของสีธรรมชาติสามารถหาได้จากต้นไม้ ใบไม้ และบางส่วนของสัตว์หลายชนิด สามารถให้สีสันตามที่ต้องการ และด้วยกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน หนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่นิยมมากคือ สีย้อมผ้า แหล่งวัตถุดิบสำหรับสีย้อมผ้าที่มักนำมาใช้กันมักเป็น พืช สัตว์และแร่ธาตุที่มีอยู่ในแต่ละท้องถิ่น เพื่อนำทรัพยากรท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดและเป็นการถ่ายทอดภูมิปัญญาในท้องถิ่น โดยผู้วิจัยเล็งเห็นถึงการพัฒนาประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์จากไม้จันแดง ซึ่งไม้จันแดง เป็นไม้ที่ได้จากต้นจันแดงมีลักษณะต้นคล้ายต้นประดู่ป่า แต่ขนาดเล็กกว่า ใบรูปรีปลายใบมน ลำต้นแตกเป็นร่องระแหง สีน้ำตาลดำ ดอกสีเหลืองเหมือนประดู่ชนิดอื่น ๆ มีกลิ่นหอม จะใช้เป็นสีในการย้อมผ้าดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อมไวแสงจากไม้จันแดงโดยการปรับค่า pH ให้เหมาะแก่การนำมาเคลือบกับฟิล์มไททาเนียมไดออกไซด์เพื่อใช้เป็นขั้วไฟฟ้าขั้วลบในการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อมไวแสง อีกทั้งกระบวนการผลิตไม่ซับซ้อนจนเกินไป เหมาะสำหรับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพที่เทียบเท่ากับเซลล์แสงอาทิตย์ปัจจุบันมีการพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ที่ย้อมไวแสงแบบธรรมชาติโดยมีประสิทธิภาพอยู่ในช่วงร้อยละ 3-5 จึงเป็นเหตุผลสำคัญในการศึกษาเทคโนโลยีนี้เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

วิธีการวิจัย

1. การเตรียมกระจกนำไฟฟ้า

เตรียมกระจกนำไฟฟ้าขนาด 1.5×7 เซนติเมตร เจาะรูเพื่อใช้ทำเป็นขั้วไฟฟ้าบวกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร เพื่อหยดสารละลายอิเล็กโตรไลต์ ในขั้นตอนการประกอบเซลล์ นำกระจกนำไฟฟ้าไปทำความสะอาดด้วยเครื่อง Ultrasonic Cleaner นำกระจกนำไฟฟ้าที่ล้างเสร็จแล้ววางให้แห้งและเก็บไว้

2. การเตรียมขั้วไฟฟ้าลบ (Working Electrode)

ปิดทับบริเวณที่ไม่ต้องการเคลือบฟิล์มไททาเนียมไดออกไซด์ด้วยเทปสีขุ่น นำไททาเนียมไดออกไซด์ชนิด PST - 18NR (ชั้นโปร่งแสง) ตักลงบนกระจกนำไฟฟ้าด้านที่ต้องการเคลือบฟิล์ม ดึงเทปสีขุ่นออกวางบนเตาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เพื่อให้ไททาเนียมไดออกไซด์ชนิด PST-18NR แห้ง ทำการเคลือบไททาเนียมไดออกไซด์ ชนิด PST-18NR จำนวน 6 ครั้ง นำไททาเนียมไดออกไซด์แห้ง เคลือบด้วยไททาเนียมไดออกไซด์ชนิด PST-400C (ชั้นกระเจิงแสง) และนำไปวางบนเตาให้ความร้อน เผาไททาเนียมไดออกไซด์ฟิล์มทั้งหมดที่เคลือบเสร็จที่อุณหภูมิ 520 องศาเซลเซียส เพื่อไล่สารอินทรีย์ที่ไม่ต้องการออก

3. การเตรียมขั้วไฟฟ้าบวก (Counter Electrode)

เตรียมสารละลายโลหะแพลททินัม ที่สามารถใช้ในการเตรียมฟิล์มบางด้วยการเคลือบแบบวิธีสปินนำกระจกนำไฟฟ้าวางลงบนแท่นหมุน ด้านที่นำไฟฟ้าอยู่ด้านบน เปิดเครื่อง Spin Coater และเปิดปั๊มสุญญากาศ ตั้งเวลาความเร็วของการหมุนที่จะใช้ในการเตรียมฟิล์มบางโดยขั้นแรก หยดสารละลายของโลหะแพลทินัมที่เตรียมไว้ ลงบนผิวของกระจกนำไฟฟ้า กด Start เครื่อง เมื่อเครื่องหยุดหมุน ปิดปั๊มสุญญากาศ และนำกระจกนำไฟฟ้าที่เคลือบออกมาเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 520 องศาเซลเซียส เพื่อไล่สารอินทรีย์ ที่ไม่ต้องการออก ซึ่งจะได้ขั้วไฟฟ้าบวก (Counter Electrode)

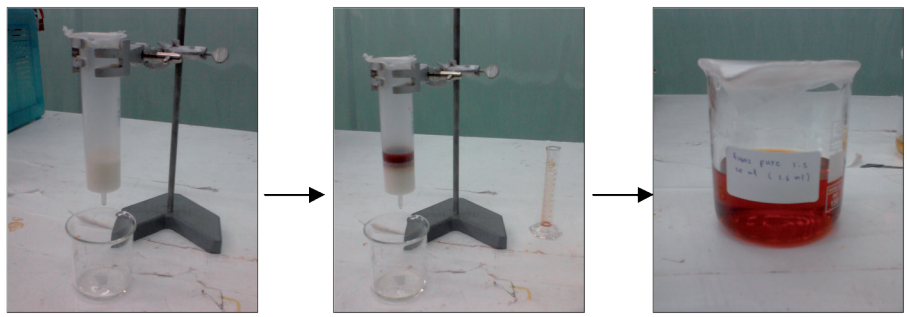
จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557

4. การสกัดสีย้อมธรรมชาติ

ชั่งผงไม้จันแดงในอัตราส่วน 1 : 2 จำนวน 50 กรัม แช่ใน Petroleum Ether เป็นเวลา 24 ชั่วโมง กรองสารละลายทิ้ง นำกากที่ได้แช่ใน Dichloromethane เป็นเวลา 24 ชั่วโมง กรองสารละลายทิ้งนำกากที่ได้แช่ใน Acetone จำนวน 100 มิลลิลิตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง กรองสีย้อมเก็บไว้ ระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยแบบหมุน (Rotary Evaporator) จะได้สารสกัดหยาบ

5. ขั้นตอนการแยกสารที่มีสี

นำสารสกัดหยาบจากข้อ 4 มาแยกเป็นส่วนประกอบย่อยด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีใช้ซิลิกาเจล แบบ C18 (ดังภาพที่ 1) และใช้ 50% acetone ใน Dichloromethane เป็นตัวเคลื่อนที่ โดยใช้สีย้อมครั้งละ 5 มิลลิลิตร สารที่ใช้ชะครั้งละ 10 มิลลิลิตร จะได้สารละลาย 100 มิลลิลิตร แบ่งสารละลายเพื่อทำการปรับค่า pH 1.3 2.6 4.8 7.2 และ 9.8 ตามลำดับ



ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการทำบริสุทธิ์ (Purification)

6. เตรียมสารละลายอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte Solution)

เตรียมสารละลายอิเล็กโทรไลต์ประกอบด้วย NaI ความเข้มข้น 0.5 โมล ใช้ 0.745 กรัม I_2 ความเข้มข้น 0.05 โมล ใช้ 0.127 กรัม Li_2CO_3 ความเข้มข้น 0.5 โมล ใช้ 0.0.00185 กรัม ใช้สารละลาย Acetonitrile 10 มิลลิลิตร เป็นตัวทำละลาย โดยสารละลายที่ได้มีสีน้ำตาลเข้ม

7. การย้อมสารกึ่งตัวนำโลหะออกไซด์

สารกึ่งตัวนำโลหะออกไซด์ถูกเตรียมในรูปฟิล์มบางโดยจุ่มลงในสีย้อมที่ได้เตรียมไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำสารกึ่งตัวนำโลหะออกไซด์ล้างด้วยสารละลาย Ethanol เพื่อเอาเม็ดสีส่วนที่ไม่ติดออกและปล่อยให้แห้งเพื่อรอการประกอบเซลล์ต่อไป

8. การประกอบเซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อมไวแสง

นำพลาสติกซิลล์มาตัดเว้นช่องสี่เหลี่ยมตรงกลางนำขั้วไฟฟ้าลบ (Working Electrode) และขั้วไฟฟ้าบวก (Counter Electrode) ประกบให้ยึดติดกัน ตั้งบน Hot Plate และไล่อากาศออกให้หมด เติมสารละลายอิเล็กโทรไลต์โดยใช้เครื่องปั๊มสุญญากาศดูดอากาศออกแล้วให้สารละลายเข้าไปแทนที่อากาศ ปิดรูที่เจาะไว้ด้วยแผ่นพลาสติกซิลล์ ให้ความร้อนเพื่อให้แผ่นพลาสติกละลาย ทำขั้วไฟฟ้าให้เซลล์แสงอาทิตย์ นำเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้ไปวัดประสิทธิภาพโดยใช้

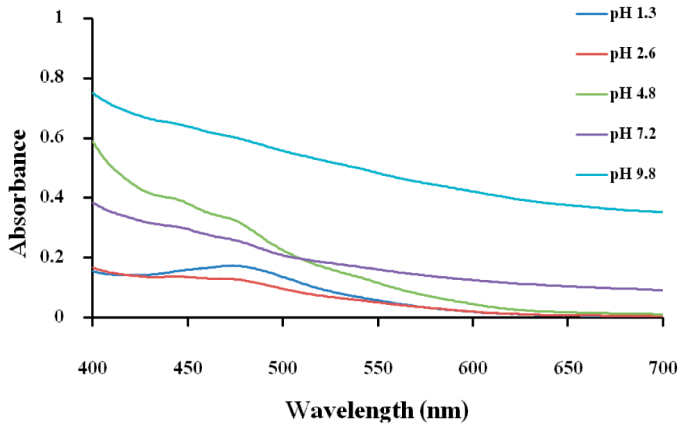
จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557

เครื่องวัดประสิทธิภาพ (Solar Simulator) บันทึกค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่ ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ และค่าฟิลแฟกเตอร์ ตามลำดับ

ผลการทดลองและการอภิปรายผล

1. ผลของ pH ต่อการดูดกลืนแสงของสีย้อมจากไม้จันแดง

เปรียบเทียบสเปกตรัมการดูดกลืนแสงของสีย้อมจากไม้จันแดงที่ค่า pH 1.3 2.6 4.8 7.2 และ 9.8 ตามลำดับ (ค่า pH เดิมเท่ากับ 4.8) พบว่าเมื่อปรับค่า pH ลดลงจากเดิม 4.8 ประสิทธิภาพในการดูดกลืนแสงจะลดลงเรื่อย ๆ และเมื่อปรับค่า pH เพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพในการดูดกลืนแสงมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ แต่ไม่พบการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นที่ต้องการ คือ ช่วง 400 - 700 นาโนเมตร ดังภาพที่ 2 ดังนั้นในการเลือกสีย้อมจากไม้จันแดงเพื่อสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ไม่ควรปรับค่า pH เพราะทำให้ค่าการดูดกลืนแสงลดลง



ภาพที่ 2 สเปกตรัมการดูดกลืนแสง (Absorbance) จากสีย้อมไม้จันแดง ที่ค่า pH 1.3, 2.6, 4.8, 7.2 และ 9.8

จากภาพที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของสีย้อมจากไม้จันแดงพบว่าที่ค่า pH 4.8 จะดูดกลืนมากที่สุดที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร แต่เมื่อปรับค่า pH ให้เพิ่มขึ้นและลดลงความสามารถในการดูดกลืนแสงของสีย้อมจะลดลง

2. ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์จากสีย้อมไม้จันแดง

เมื่อทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์จากสีย้อมไม้จันแดงพบว่าค่าประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์สีย้อมจากไม้จันแดงมีค่าอยู่ในช่วง 0.094 – 0.935 มีค่า pH ในช่วง 1.3-9.8 โดยประสิทธิภาพจะลดลงมากเมื่อค่า pH ลดลงจากเดิม แต่เมื่อปรับค่า pH เพิ่มขึ้นประสิทธิภาพก็จะลดลงเช่นกันแต่ลดลงทีละน้อย (ดังภาพที่ 4) เช่นเดียวกับกระแสไฟฟ้าที่ได้ ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยแสดงให้เห็นว่าการใช้สีย้อมจากไม้จันแดงไม่เหมาะที่จะปรับค่า pH ควรใช้สีย้อมจากไม้จันแดงที่ค่า pH 4.8

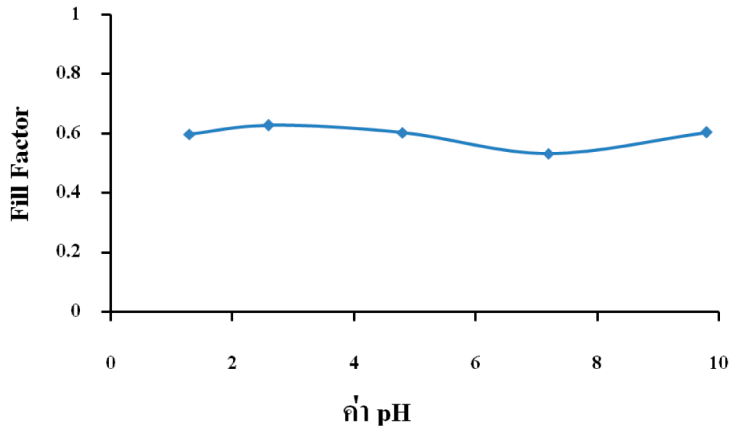
จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองของเซลล์แสงอาทิตย์จากสีย้อมไม้จันแดงที่ค่า pH ต่าง ๆ

ค่า pH	J_{sc} / mA cm^{-2}	V_{oc} / V	Fill Factor	Efficiency (%)
1.3	2.514	0.398	0.598	0.602
2.6	1.671	0.417	0.628	0.442
4.8*	3.457	0.449	0.603	0.935
7.2	0.629	0.451	0.532	0.148
9.8	0.347	0.458	0.604	0.094

*ค่า pH เดิม

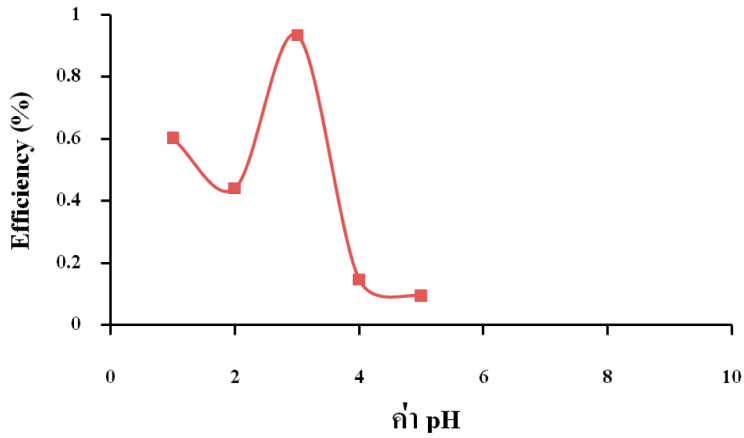
จากตารางที่ 1 แสดงผลจากการวัดประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์จากสีย้อมไม้จันแดง กระแสไฟฟ้า และประสิทธิภาพ จะมีค่าสูงสุดที่ค่า pH 4.8 ซึ่งเป็นค่า pH เดิมของสีย้อมไม้จันแดง



ภาพที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH และฟิลแฟกเตอร์ ที่ค่า pH 1.3, 2.6, 4.8, 7.2 และ 9.8

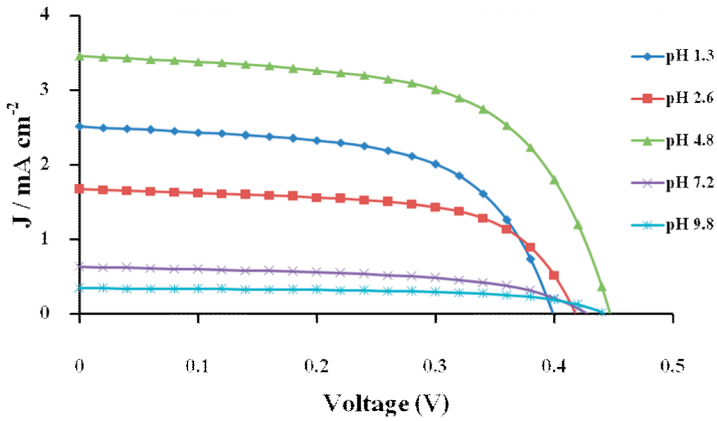
จากภาพที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH และฟิลแฟกเตอร์พบว่าที่ค่า pH 2.6 มีค่าฟิลแฟกเตอร์สูงสุดเท่ากับ 0.628 ซึ่งใกล้เคียงกับค่าฟิลแฟกเตอร์ที่ค่า pH 4.8 ซึ่งเป็นค่า pH เดิม และมีประสิทธิภาพสูงสุด

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557



ภาพที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH และประสิทธิภาพ
ที่ค่า pH 1.3, 2.6, 4.8, 7.2 และ 9.8

จากภาพที่ 4 เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH และประสิทธิภาพ พบว่าที่ค่า pH 4.8 จะทำให้ประสิทธิภาพมีค่าสูงสุด



ภาพที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า
ที่ค่า pH 1.3, 2.6, 4.8, 7.2 และ 9.8

จากภาพที่ 5 เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อมไวแสงจากไม้จันแดงพบว่าที่ค่า pH 4.8 ให้ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดหากมีการลดหรือเพิ่มค่า pH ของสีย้อมชนิดนี้จะส่งผลให้กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ของเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าลดลง ต่างจากค่า pH 4.8 ซึ่งเป็นค่า pH เดิม ฉะนั้นในการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อมไวแสงจากไม้จันแดง ควรใช้สีย้อมที่มีค่า pH เดิม ไม่ควรลดหรือเพิ่มค่า pH

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาเซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อมไวแสงธรรมชาติจากไม้จันแดงโดยสกัดด้วยอะซีโตนและสกัดไขมันออกด้วย dichloromethane และ petroleum ether ตามลำดับ พบว่าสีย้อมจากไม้จันแดงประกอบด้วยรงควัตถุ Santalin ซึ่งให้สีแดงจะดูดกลืนแสงได้ดีที่ค่า pH 4.8 (ค่า pH เดิม) สังเกตได้จากสเปกตรัมการดูดกลืนแสงที่มีพื้นที่ใต้กราฟมีปริมาณมากและอัตราการดูดกลืนแสงได้ดีกว่าค่า pH อื่น ที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร และสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 3.46 มิลลิแอมป์ต่อตารางเซนติเมตร ความต่างศักย์ 0.45 โวลต์ ค่าฟิลแฟกเตอร์ 0.60 และมีค่าประสิทธิภาพร้อยละ 0.94 ตามลำดับ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยนาโนเทคโนโลยีบูรณาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สำหรับการเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์รวมทั้งให้ความอนุเคราะห์ทางด้านสถานที่ในการศึกษาวิจัย และขอบคุณศูนย์วิจัยด้านพลังงานลมและแสงอาทิตย์ มหาวิทยาลัยทักษิณ และขอขอบคุณทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยทักษิณ ปี พ.ศ. 2556

เอกสารอ้างอิง

[1] สถาบันพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์. **เซลล์แสงอาทิตย์ทำง่ายด้วยมือคุณ.** สืบค้นเมื่อวันที่ 27 พฤษภาคม 2557, จาก http://www.energysavingmedia.com/news/page.php?a=10&n=2&cno=2641.

[2] Zhou, H., Wu, L., Gao, Y., and Ma, T. (2011). Dye-sensitized solar cells using 20 natural dyes as sensitizers. **Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry.** 219, 188-194.

[3] วิทยา อมรกิจบำรุง. **เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกนาโนเม็ดสีธรรมชาติ.** สืบค้นเมื่อวันที่ 27 พฤษภาคม 2557, จาก http://thep-center.org/src/article_edu_t.php?article_edu_id=26.

[4] Giuseppe, C., and Gaetano, D. (2008). Red Sicilian orange and purple eggplant fruits as natural sensitizers for dye-sensitized solar cells. **Solar Energy Materials & Solar Cells.** 92, 1,341-1,346.

[5] Oka, H., Ito, Y., Yamada, S., Kagami, T., Hayakawa, J., Harada, K., Atsumi, E., Suzuki, M., Suzuki, M., Odani, H., Akahori, S., Maeda, K., Nakazawa, H., and Ito, Y. (1998). Separation of lac dye components by highspeed counter-currentchromatography. **Journal of Chromatography A**. 813, 71-77.

[6] Chairat, M., Rattanaphani, V., Bremner, J. B., Rattanaphani, S., and Perkins, D. F. (2004). An absorption spectroscopic investigation of the interaction of lac dyes with metal ions Dyes and Pigments. **Dyes and Pigments.** 63, 141-150.

[7] Wongcharee, K., Meeyoo, V., and Chavadej, S. (2007). Dye-sensitized solar cell using natural dyes extracted from rosella and blue pea flowers. **Solar Energy Materials & Solar Cells.** 91, 566-571.

[8] Zhou,H., Wu,L., Gao,Y. and Ti, M. (2011). Dye-sensitized solar cells using 20 natural dyes as sensitizers. **Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry.** 219, 188-194.