บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

สำหรับงานวิจัยนี้ได้ทำการใช้พืชในท้องถิ่นของประเทศไทย 5 ชนิดได้แก่สารสกัดจากเปลือกมังคุด 2 ชนิดคือ Xanthone ที่มี Xanthone มากกว่า 30 ชนิด Xanthone บริสุทธิ์ ลูกผักปรัง ลูกกระดูกอึ่ง ลูกหม่อน นำมาสกัดเป็นสีย้อมไวแสงสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวที่ใช้ซิงก์ออกไซขนาดอนุภาคนาโนและพาวเดอร์เป็นฐาน ในส่วนของสรุปผลการทดลองนี้แบ่งออกเป็นหัวข้อตามผลการทดลอง เริ่มจากการศึกษาลักษณะเฉพาะของสีย้อมที่สกัดได้ด้วยวิธี UV-visible spectroscopy โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงของสีย้อมทั้ง 5 ชนิดและวัดค่าการสะท้อนของขั้วโฟโตอิเล็กโทรด จากนั้นจึงเป็นวัดการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าของเซลล์ด้วยเครื่องวัดประสิทธิภาพ และสรุปผลการการถ่ายเทประจุภายในเซลล์จาก EIS

5.1.1 สรุปผลการวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงของสีย้อมด้วย UV-visible spectroscopy

จากการศึกษาการดูดกลืนแสงของสีย้อมไวแสงจากพืชธรรมชาติที่สกัดจากสารสารสกัดจากเปลือกมังคุด Xanthone ที่มี Xanthone มากกว่า 30 ชนิด Xanthone บริสุทธิ์ ลูกผักปรัง ลูกกระดูกอึ่ง ลูกหม่อน พบว่าสีย้อมทั้ง 5 ชนิด มีค่าการดูดกลืนแสงที่ต่างกันและดูดกลืนแสงได้ดีในช่วงแสง visible สีย้อมที่ดูดกลืนแสงได้สูงที่สุดคือสีย้อมที่สกัดได้จาก ลูกกระดูกอึ่ง โดยสามารถดูดกลืนได้ดีที่ 488 nm และ 532 nm ดูดกลืนได้เป็นช่วงกว้างประมาณ 400-630 nm

5.1.2 สรุปผลการวิเคราะห์ค่าการสะท้อนของขั้วโฟโตอิเล็กโทรดด้วย UV-visible spectroscopy

ค่าการสะท้อนของขั้วโฟโตอิเล็กโทรดที่ใช้สีย้อมไวแสงจากพืชธรรมชาติที่มี ZnO nano และ ZnO powder เป็นฐานโดยใช้เวลาในการแช่ 24 ชั่วโมงแล้วนำไปวัดค่าการสะท้อน (reflectance) จุดมุ่งหมายของการวัดคือเพื่อดูว่าสีย้อมที่เราสกัดได้สามารถยึดเกาะบนพื้นผิวของ ZnO nano และ ZnO powder ที่จะนำไปทำเป็นขั้วโฟโตอิเล็กโทรดของ DSSCs ต่อไป จะเห็นว่าสีย้อมที่สกัดได้สามารถยึดเกาะบน ZnO nano และ ZnO powder ได้จริง โดยสีย้อมจากลูก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กระดูกอึ่งสามารถยึดเกาะได้ดีไม่มากไม่น้อยจนเกินไปทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากสีย้อมจากลูกกระดูกอึ่งดูดกลืนแสงได้ดี

5.1.3 สรุปผลการวัดประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง

จากการวัดประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงที่ใช้สีย้อมไวแสงจากพืชธรรมชาติจากสารสกัดจากเปลือกมังคุด Xanthone ที่มี Xanthone มากกว่า 30 ชนิด Xanthone บริสุทธิ์ ลูกผักปรัง ลูกกระดูกอึ่ง ลูกหม่อนโดยมี ZnO nano และ ZnO powder เป็นฐาน ใช้เวลาในการแช่ 24 ชั่วโมง พบว่าแนวโน้มของกราฟของประสิทธิภาพมีค่าสัมพันธ์กับค่าความหนาแน่นกระแสลัดวงจร โดยสีย้อมไวแสงที่ให้ประสิทธิภาพสูงที่สุดคือสีย้อมไวแสงที่สกัดได้จากลูกกระดูกอึ่ง โดยให้ค่าประสิทธิภาพ 0.076% กับเซลล์ที่ใช้ ZnO powder เป็นฐาน และให้ค่าประสิทธิภาพ 0.14% กับเซลล์ที่ใช้ ZnO nano เป็นฐาน จึงสรุปได้ว่าการที่สีย้อมไวแสงจากลูกกระดูกอึ่งที่มี ZnO nano เป็นฐาน ให้ประสิทธิภาพสูงกว่าชนิดอื่นเกิดการที่ให้ค่าความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าที่สูงกว่า

5.1.4 สรุปผลการวิเคราะห์ด้วย EIS

การวัดค่าอิมพีแดนซ์ของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้สีย้อมจากพืชท้องถิ่นในประเทศไทย จากสารสกัดจากเปลือกมังคุด Xanthone ที่มี Xanthone มากกว่า 30 ชนิด Xanthone บริสุทธิ์ ลูกผักปรัง ลูกกระดูกอึ่ง ลูกหม่อนโดยมี ZnO nano และ ZnO powder เป็นฐาน ให้ค่าประสิทธิภาพสูงที่สุดคือจากสีย้อมไวแสงที่สกัดได้จากลูกกระดูกอึ่งโดยให้ค่าประสิทธิภาพสูงที่สุด 0.076% กับเซลล์ที่ใช้ ZnO powder เป็นฐาน และให้ค่าประสิทธิภาพ 0.14% กับเซลล์ที่ใช้ ZnO nano เป็นฐาน จากผลการวัดอิมพีแดนซ์พบว่าเซลล์ที่ใช้สีย้อมจากลูกกระดูกอึ่งและมี ZnO nano เป็นฐานให้ค่า R_{CT} ต่ำที่สุด ซึ่งจะส่งผลต่อการไหลของอิเล็กตรอนที่รอยต่อของซิงก์ออกไซด์ สีย้อมไวแสงและสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ให้เป็นไปได้อย่างสะดวกที่สุด จึงส่งผลให้ค่าความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าลัดวงจรและค่าประสิทธิภาพสูงที่สุด

จากผลการวิเคราะห์ R_{sh} และ R_s สำหรับการประยุกต์ใช้สีย้อมไวแสงจากพืชธรรมชาติในเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง พบว่าสีย้อมจาก Dicerma biarticulatum (L.) DC ที่มี ZnO nano เป็นฐานจะมีค่า R_{sh} สูง และมีค่า R_s น้อยกว่าสีย้อมชนิดอื่น จึงมีผลทำให้มีประสิทธิภาพที่สูงกว่าสีย้อมจากพืชชนิดอื่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากนี้ยังได้มีการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพกับงานวิจัยอื่นที่ได้ใช้สีย้อมไวแสงจากพืชธรรมชาติ ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงจากพืชธรรมชาติกับงานวิจัยอื่น ๆ

Researcher	Substrate	Sensitizer	Efficiency (%)
S. Hao[3] (2006)	TiO_2	Black rice	3.27
	TiO_2	Erythrina Variegata	2.07
	TiO_2	Rosa xanthina	1.63
	TiO_2	Kelp	1.18
	TiO_2	Capsicum	0.58
Shoji Furukawa[27] (2009)	TiO_2	Red-cabbage	0.50
		Curcumin	0.41
N.M. Gomez[5] (2010)	TiO_2	Bixin	0.37
	TiO_2	Annatto	0.19
	TiO_2	Norbixin	0.13
	ZnO	Bixin	0.010
	ZnO	Norbixin	0.017
In this work	ZnO nanopaticle	Dicerma biarticulatum (L.) DC	0.14
	ZnO powder	Dicerma biarticulatum (L.) DC	0.074

จากการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนแสงเป็นไฟฟ้ากับงานวิจัยอื่น ที่ใช้สีย้อมไวแสงที่สกัดได้จากพืชธรรมชาตินั้นพบว่าจากงานวิจัยที่ได้ใช้ TiO_2 เป็นฐานนั้นให้ค่าประสิทธิภาพที่สูงกว่างานวิจัยนี้อยู่มาก แต่ถ้าเปรียบเทียบกับงานที่ใช้ ZnO ด้วยกันแล้วนั้นงานวิจัยนี้ได้ค่าประสิทธิภาพที่สูงกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมากจาก TiO_2 มีความเป็นรูพรุนมาก ทำให้สีย้อมนั้นไปเกาะได้ดีกว่า ZnO หรืออาจเป็นผลมากจากเทคนิคขั้นตอนต่าง ๆ ในการประกอบเซลล์ รวมไปถึงการใช้อิเล็กโทรไลท์ ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ยังไม่ได้ศึกษาผลของการเคลือบ ZnO บนกระจกนำไฟฟ้า ศึกษาลักษณะโครงสร้างความเป็นรูพรุน รวมถึงอุณหภูมิในการเผา ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของโซลาร์เซลล์ยังไม่ได้ศึกษาว่าสารที่สกัดมาได้นั้นเป็นสารชนิดใดและมีโครงสร้างเป็นอย่างไร หากสามารถค้นพบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พืชที่ดูดกลืนแสงได้ดี ในช่วง visible ซึ่งเป็นช่วงที่แสงอาทิตย์ส่องมายังโลกมากที่สุด ก็จะส่งผลให้มีประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์มากขึ้นและหากเราสามารถผลิตเครื่องทำกระจกนำไฟฟ้าได้เองได้ ก็จะสามารถช่วยลดต้นทุนในการผลิตได้อย่างมากเพราะว่า กระจกนำไฟฟ้าค่อนข้างจะมีราคาแพง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved