



แผ่นดูดซับแสงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแผ่นโซลาร์เซลล์จากสีข้อมไวแสงอัญชัน

Light-absorbing sheets to enhance the efficiency of solar cells using butterfly pea photosensitive dyes

ศุภิช กุลดำรงค์ ราชนิทร์ นิกเว็น

อนัญญา อินทอง¹

โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารามราชวิทยาลัย ชลบุรี อำเภอบ้านบึง ตำบลหนองซาก จังหวัดชลบุรี 20170

Email: 6706393@pccchon.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของสารสกัดจากดอกอัญชันที่มีต่อค่า แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโซลาร์เซลล์ โดยทำการสกัดสารสีจากดอกอัญชันด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ และเตรียม สารสกัดที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ได้แก่ 25%, 50%, 75% และ 100% จากนั้นนำไปเคลือบบนแผ่นกระจก และติดตั้งบนโซลาร์เซลล์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพ การทดลองแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การเปรียบเทียบโซลาร์ เซลล์ที่ติดตั้งกระจกใสกับไม่ติดตั้ง และ การศึกษาผลของความเข้มข้นของสารสกัดอัญชันต่อค่าแรงดันไฟฟ้า ผลการทดลองพบว่า การติดตั้งกระจกใสไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ความ เข้มข้นของสารสกัดมีผลต่อค่าแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้ โดยความ เข้มข้นร้อยละ 50 ให้ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงที่สุด และความเข้มข้นร้อยละ 100 ให้ค่าต่ำที่สุด ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าความ เข้มข้นของสารสกัดจากดอกอัญชันที่ เหมาะสมในการเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับแสงของโซลาร์เซลล์คือร้อยละ 50 ภายใต้เงื่อนไขการทดลอง

คำสำคัญ: สารสกัดดอกอัญชัน, ความเข้มข้น, โซลาร์เซลล์, แรงดันไฟฟ้า, การดูดซับแสง

1.บทนำ

ในปัจจุบัน พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่ได้รับความนิยมและมีการใช้งานอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นพลังงานสะอาดที่ช่วยลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าผ่านโซลาร์เซลล์ได้โดยตรง อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพการทำงานของโซลาร์เซลล์ยังขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของแสงที่ตกกระทบผิวเซลล์

เนื่องจากการผลิตกระแสไฟฟ้าเกิดจากปรากฏการณ์โฟโตโวลตาอิก (Photovoltaic Effect) ซึ่งโฟตอนของแสงจะกระตุ้นให้เกิดพาหะประจุภายในสารกึ่งตัวนำ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงปริมาณหรือองค์ประกอบเชิงสเปกตรัมของแสงที่เข้าสู่โซลาร์เซลล์จึงอาจส่งผลต่อการตอบสนองทางไฟฟ้าของเซลล์ได้

ดอกอัญชัน (Clitoria ternatea) เป็นพืชที่มีสารสีในกลุ่มแอนโทไซยานิน โดยเฉพาะสารเทอร์นาทีนส์ (ternatins) ซึ่งเป็นสารที่ทำให้ดอกอัญชันมีสีน้ำเงิน

และมีความสามารถในการดูดกลืนแสงในช่วงที่ตามองเห็นได้ สมบัติการดูดกลืนแสงของสารดังกล่าวขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ความเข้มข้น ชนิดของตัวทำละลาย และสภาวะแวดล้อมของสารสกัดตามหลัก Beer-Lambert ความเข้มข้นของสารมีความสัมพันธ์กับการดูดกลืนแสงภายใต้เงื่อนไขที่เหมาะสม จึงมีความเป็นไปได้ว่าการเคลือบสารสกัดดอกอัญชันบนแผ่นกระจกอาจเปลี่ยนปริมาณและองค์ประกอบของแสงที่ส่งผ่านไปยังโซลาร์เซลล์ได้

เมื่อแสงตกกระทบแผ่นกระจกเคลือบสารสี พลังงานแสงส่วนหนึ่งอาจถูกสะท้อน ดูดกลืน หรือส่งผ่านไปยังโซลาร์เซลล์ โดยสมบัติทางแสงของชั้นเคลือบอาจเปลี่ยนแปลงไปตามความเข้มข้นของสารสกัด ดังนั้นความเข้มข้นของสารสกัดดอกอัญชันจึงอาจเป็นปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณและลักษณะของแสงที่เข้าสู่โซลาร์เซลล์และอาจส่งผลต่อค่าแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้

จากการทบทวนข้อมูลที่เกี่ยวข้อง พบว่ายังมีการศึกษาจำนวนไม่มากเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้สารสกัดดอกอัญชันเป็นชั้นเคลือบทางแสงบนกระจกที่ติดตั้งด้านหน้าของโซลาร์เซลล์ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นสารสกัดดอกอัญชันที่เคลือบบนกระจกต่อค่าแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโซลาร์เซลล์ โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมเพื่อประเมินศักยภาพของสารสกัดดอกอัญชันในการประยุกต์ใช้เป็นวัสดุเคลือบทางแสงสำหรับระบบโซลาร์เซลล์ในอนาคต

2.วิธีการดำเนินงาน

2.1 การสกัดสารจากดอกอัญชัน

ทำการชั่งดอกอัญชันแห้ง 21 กรัม ด้วยเครื่องชั่งดิจิทัล (ละเอียด 0.01 กรัม) แล้วบดดอกอัญชันให้แตกหยาบด้วยครกบด จากนั้นนำดอกอัญชันที่บดแล้วใส่ลงในภาชนะแก้วทึบแสงและเติมเอทิลแอลกอฮอล์ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ให้ท่วมดอกอัญชัน แล้วทำการปิดปาก

ภาชนะด้วยผ้าขาวบางแช่ทิ้งไว้ 18 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้องในที่มืดเมื่อครบเวลา กรองสารละลายด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 จะได้สารสกัดเข้มข้นเริ่มต้น (ร้อยละ 100 v/v) แล้วนำสารสกัดที่ได้มาเจือจางด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ตามอัตราส่วน 100% 75% 50% 25%

2.2 การเตรียมแผ่นกระจกเคลือบสารสกัด

ตัดกระจกใสขนาด 5x5 เซนติเมตร จำนวน 18 แผ่น นำไปทำความสะอาดกระจกด้วยเอทานอล แล้วปล่อยให้แห้ง จากนั้นจุ่มกระจกแต่ละแผ่นในสารสกัดที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน (รวมกลุ่มควบคุม C2) เป็นเวลา 10 วินาที แล้วนำกระจกออกจากสารสกัดปล่อยให้กระจกแห้งในแนวตั้ง ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที

2.3 การเตรียมแผงโซลาร์เซลล์

ทำการตัดบล็อกหุ้มบริเวณปลายสายไฟของโซลาร์เซลล์ออกจะพบสายสีแดง (ขั้วบวก) และสายสีดำ (ขั้วลบ) แล้วนำสายไฟทั้งสองเส้นต่อเข้ากับเบรกเกอร์ โดยต่อสายสีแดงเข้ากับขั้วด้านซ้ายและสายสีดำเข้ากับขั้วด้านขวาแล้วทำการตรวจสอบการทำงานของโซลาร์เซลล์โดยนำไปวางกลางแจ้งที่มีแสงแดดแล้ววัดค่าแรงดันไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์จัดเตรียมโซลาร์เซลล์จำนวน 6 แผ่น (สำหรับ 4 ความเข้มข้น + 2 กลุ่มควบคุม)

2.4 การทดลองวัดค่าแรงดันไฟฟ้า

ทำการติดตั้งโซลาร์เซลล์ทั้ง 6 แผ่น บนขาตั้งที่มีมุมเอียง 30 องศาหันหน้าไปทางทิศใต้ติดตั้งกระจกที่เคลือบสารสกัดแต่ละความเข้มข้นบนโซลาร์เซลล์ (แผ่นละ 1 กระจก) จากนั้นวัดความเข้มแสงด้วย Solar Power Meter และอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัปเปิล ก่อนเริ่มการทดลองทุกครั้งเริ่มทำการทดลองเมื่อความเข้มแสงอยู่

ในช่วง $700 \pm 50 \text{ W/m}^2$ และอุณหภูมิ $31-33 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ต่อโซลาร์เซลล์แต่ละแผ่นเข้ากับมัลติมิเตอร์ (โหมด DC Voltage) รอให้ระบบคงที่ 120 วินาที แล้วบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าทำการทดลองซ้ำในลักษณะเดียวกันเป็นเวลา 3 วัน นำข้อมูลแรงดันไฟฟ้าที่บันทึกได้จากทั้ง 3 Blocks มาจัดเรียงตามกลุ่มทดลองจากนั้นคำนวณ ค่าเฉลี่ย (Mean) ของแรงดันไฟฟ้าในแต่ละกลุ่มทดลองคำนวณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, SD) ของแรงดันไฟฟ้าในแต่ละกลุ่มทดลอง

Block (วันที่)	ความเข้มแสงเฉลี่ย (W/m^2)	อุณหภูมิเฉลี่ย ($^{\circ}\text{C}$)
1	745	32.5
2	738	33.0
3	752	32.8

ทำการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางและกราฟ จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่า SD ด้วยสายตาเพื่อหาความเข้มข้นที่ให้แรงดันไฟฟ้าสูงสุด

3. ผลการทดลอง

3.1 สภาพแวดล้อมระหว่างการทดลอง

ก่อนทำการทดลองในแต่ละ Block ได้ทำการวัดความเข้มแสงและอุณหภูมิ ซึ่งพบว่าอยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ในบทที่ 3 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าความเข้มแสงและอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละวันทดลอง

จากตารางพบว่าความเข้มแสงและอุณหภูมิอยู่ในช่วงที่กำหนด ($700 \pm 50 \text{ W/m}^2$ และ $32 \pm 1^{\circ}\text{C}$) ดังนั้นข้อมูลที่ได้จึงสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้

3.2 ผลของกลุ่มควบคุม (กระจกเปล่าและ

กระจกเคลือบเอทานอล)

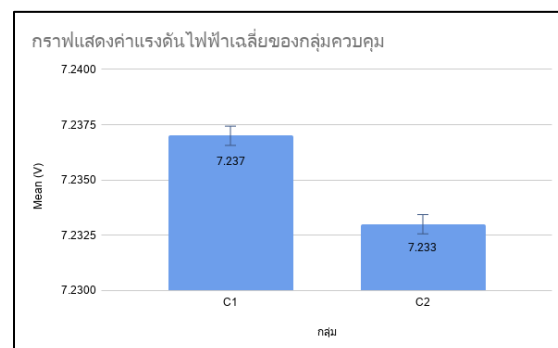
ตารางที่ 2 ค่าแรงดันไฟฟ้าของกลุ่มควบคุม

กลุ่มควบคุม	Block 1 (V)	Block 2 (V)	Block 3 (V)	Mean (V)	SD (V)
C1	7.24	7.23	7.24	7.237	0.006
C2	7.23	7.24	7.23	7.233	0.006

จากตารางที่ 2 พบว่ากลุ่มควบคุมทั้งสองชนิดให้ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยใกล้เคียงกันมาก (7.237 V และ 7.233 V) และมีค่า SD เท่ากับ 0.006 ซึ่งมีขนาดเล็กมาก

แสดงว่าข้อมูลมีความเสถียรและตัวทำละลาย มีค่าใกล้เคียงกัน

รูปที่ 1 กราฟแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม



3.3 ผลของความเข้มข้นสารสกัดดอก

อัญชัน

ตารางที่ 3 ค่าแรงดันไฟฟ้าของโซลาร์เซลล์ที่เคลือบสารสกัดดอกอัญชันความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้น (% v/v)	Block 1 (V)	Block 2 (V)	Block 3 (V)	Mean (V)	SD (V)
25%	7.46	7.45	7.46	7.457	0.006
50%	7.59	7.58	7.59	7.587	0.006
75%	7.49	7.51	7.50	7.497	0.006
100%	7.45	7.46	7.45	7.453	0.006

จากตารางที่ 3 พบว่าความเข้มข้น 50% v/v ให้ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุด = 7.587 V (SD = 0.006) รองลงมาคือ ความเข้มข้น 75% v/v (Mean = 7.497 V) (SD = 0.006) และความเข้มข้น 25% v/v ให้ค่า Mean = 7.587 V (SD = 0.006) และความเข้มข้น 100% v/v ให้ค่า Mean = 7.453 V (SD = 0.006)

3.4 การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลอง

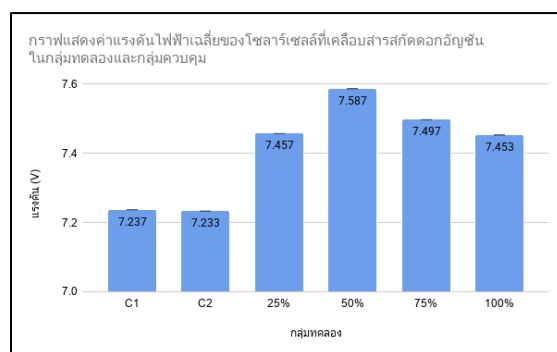
และกลุ่มควบคุม

เมื่อนำค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยของทุกกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน พบแนวโน้มดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง	Mean (V)	SD (V)	ลำดับ
C1 (กระเจกเปลา)	7.237	0.006	ต่ำสุด
C2 (เอทานอล)	7.233	0.006	ต่ำสุด
25%	7.457	0.006	อันดับที่ 3
50%	7.587	0.006	อันดับที่ 1 (สูงสุด)
75%	7.497	0.006	อันดับที่ 2
100%	7.453	0.006	อันดับที่ 4

รูปที่ 2 กราฟแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยจำแนกตามความเข้มข้นของสารสกัด



จากกราฟจะเห็นแนวโน้มชัดเจนว่าเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจาก 0% → 25% → 50% ค่าแรงดันไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มเป็น 75% และ 100% ค่าแรงดันไฟฟ้ากลับลดลง แสดงว่ามีความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดที่ 50%

4.สรุปและอภิปรายผล

4.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า สารสกัดจากดอกอัญชันที่ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยปริมาตรต่อปริมาตร ให้ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 7.587 V (SD = 0.006 V) สูงกว่ากลุ่มควบคุมกระเจกเปลา (7.237 V) คิดเป็น 0.350 V หรือประมาณร้อยละ 4.84 ความเข้มข้นร้อยละ 75 v/v ให้ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย 7.497 V (SD = 0.006 V) อันดับ 2 ความเข้มข้นร้อยละ 25 v/v ให้ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย 7.457 V (SD = 0.006 V) อันดับ 3 ความเข้มข้นร้อยละ 100 v/v ให้ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย 7.453 V (SD = 0.006 V) อันดับ 4 กลุ่มควบคุมทั้งสองชนิด (กระเจกเปลาและกระเจกเคลือบเอทานอล) ให้ค่าแรงดันไฟฟ้าใกล้เคียงกันมาก (7.237 V และ 7.233 V) แสดงว่าตัวทำละลายไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้า

4.2 อภิปรายผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า สารสกัดที่ติดตั้งกระเจกเคลือบสารสกัดดอกอัญชันให้ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยแตกต่างกันตามความเข้มข้น โดยความเข้มข้น 25%, 50%, 75% และ 100% ให้ค่าเฉลี่ย 7.457, 7.587, 7.497 และ 7.453 V ตามลำดับ ขณะที่กระเจกเปลา (C1) และ

กระจกที่ผ่านเอทานอล (C2) ให้ค่าเฉลี่ย 7.237 และ 7.233 V ตามลำดับ โดยความเข้มข้น 50% ให้ค่าแรงดันสูงที่สุดภายใต้เงื่อนไขการทดลองนี้

แนวโน้มดังกล่าวอาจอธิบายได้จากสมบัติทางแสงของสารแอนโทไซยานินในดอกอัญชัน ซึ่งสามารถดูดกลืนแสงในช่วงที่ตามองเห็นได้ เมื่อเคลือบบนกระจก สารสีจึงอาจเปลี่ยนปริมาณและองค์ประกอบของแสงที่ส่งผ่านไปยังโซลาร์เซลล์ เมื่อเพิ่มความเข้มข้นจาก 25% เป็น 50% ค่าแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของการดูดกลืนและการส่งผ่านแสงของชั้นเคลือบ และสอดคล้องกับหลัก Beer-Lambert ที่ความเข้มข้นของสารมีความสัมพันธ์กับการดูดกลืนแสงภายใต้เงื่อนไขที่เหมาะสม

เมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็น 75% และ 100% ค่าแรงดันไฟฟ้ากลับลดลง แสดงว่าการเพิ่มความเข้มข้นไม่ได้ทำให้ผลทางไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้อาจเกิดจากการดูดกลืนแสงที่มากขึ้น การกระเจิงของแสง หรือความไม่เป็นเนื้อเดียวของชั้นเคลือบ ทำให้ปริมาณแสงที่ส่งผ่านไปยังโซลาร์เซลล์เปลี่ยนแปลง ดังนั้นความเข้มข้น 50% จึงอาจเป็นระดับที่เหมาะสมที่สุดภายใต้เงื่อนไขการทดลอง อย่างไรก็ตาม ยังไม่สามารถยืนยันได้ว่ากลไกใดเป็นสาเหตุหลัก

เนื่องจากไม่ได้วัดค่า absorbance, transmittance, reflectance หรือความหนาของชั้นเคลือบโดยตรง สำหรับกลุ่มควบคุม C1 และ C2 ที่มีค่าแรงดันใกล้เคียงกัน แสดงในเชิงพรรณนาว่าการใช้เอทานอลเพียงอย่างเดียวอาจไม่ได้ส่งผลต่อค่าแรงดันอย่างชัดเจน จึงมีความเป็นไปได้ว่าความแตกต่างที่พบเกี่ยวข้องกับสารสกัดดอกอัญชันมากกว่าตัวทำละลาย อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการทดสอบสถิติเชิงอนุมาน จึงควรกล่าวเพียงว่าค่าแรงดันมีความใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้น 50% กับกระจกเปล่า ค่าแรงดันไฟฟ้าเพิ่มจาก 7.237 เป็น 7.587 V หรือประมาณ 4.84% ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นของค่าแรงดันไฟฟ้าเท่านั้น ไม่สามารถสรุปว่าเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการแปลงพลังงานของโซลาร์เซลล์ได้ เนื่องจากการทดลองยังไม่ได้วัด

กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าสูงสุด หรือ Fill Factor นอกจากนี้ ความแตกต่างของสมรรถนะพื้นฐานของโซลาร์เซลล์ทั้ง 6 แผ่นอาจเป็นตัวแปรแทรกซ้อน หากแต่ละแผ่นถูกใช้กับกลุ่มทดลองเดิมตลอดการทดลอง ดังนั้นการศึกษาครั้งต่อไปควรตรวจสอบค่าเริ่มต้นของโซลาร์เซลล์แต่ละแผ่น เพิ่มจำนวนซ้ำ และใช้การสลับแผ่นแบบสุ่ม รวมทั้งวัดสมบัติทางแสงและลักษณะ I-V เพื่อยืนยันกลไกและประเมินผลต่อประสิทธิภาพของโซลาร์เซลล์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

โครงการแผ่นดูดซับแสงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแผ่นโซลาร์เซลล์จากสีย้อมไวแสงอัญชัน สามารถสำเร็จรูลงได้ด้วยความรู้จากคุณครูที่ปรึกษาโครงการพิเศษที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำโครงการ

ขอขอบพระคุณคุณครูอนัญญา อินทอง ที่กรุณาให้คำแนะนำข้อเสนอแนะและความช่วยเหลือในทุกด้านในการทำโครงการ จนสามารถทำให้โครงการประสบความสำเร็จและเสร็จสมบูรณ์ คณะผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณอย่างสุดซึ้ง

คณะผู้จัดทำขอขอบคุณทางโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัยชลบุรี ที่ได้ให้อำนวยสถานที่ในการทำโครงการ

เอกสารอ้างอิง

ปัตตาฤทธิ ค. (2018). ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง : สีย้อมไวแสงจากธรรมชาติ. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ (ออนไลน์)*, 2(2), 83–97.
ลอยเมฆ ร., รุ่งเลิศศรี ถ., วงศ์กระจ่าง ข., & องคมานู วงศ์ ส. (2024). การสกัดสีจากธรรมชาติ : กรณีศึกษา จีปาถะภัณฑ์สถานบ้านคูบัว . *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ และสถาปัตยกรรมศาสตร์ อุเทนถวาย*, 1(1), 1–11.