

การพัฒนาเม็ดสีเขียวอ่อนจากโครเมียมออกไซด์ให้มีสมบัติสะท้อนรังสีอาทิตย์ สำหรับวัสดุหลังคา

Development of Light Green Pigment from Chromium Oxide for
Solar Reflective Roof Materials

ทัศนีย์ ทองก้านเหลือง¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาเม็ดสีเขียวอ่อนจากโครเมียมออกไซด์ให้มีสมบัติสะท้อนรังสีอาทิตย์ช่วงอินฟราเรดใกล้ (NIR) การวิจัยนี้จึงได้สังเคราะห์สียโดยใช้สารประกอบออกไซด์ของโลหะที่เป็นส่วนผสมหลักคั้งคือโครเมียมออกไซด์ร้อยละ 70 สำหรับส่วนผสมรองคืออะลูมิเนียมออกไซด์ ซิลิกอนออกไซด์ และไทเทเนียมออกไซด์ ทั้งสามชนิดรวมกันจำนวนร้อยละ 30 ซึ่งเปลี่ยนแปลงส่วนผสมไปเพื่อหาจุดที่ให้ค่าสะท้อนอินฟราเรดใกล้สูงที่สุด ส่วนผสมในการวิจัยที่เตรียมขึ้นมีทั้งหมด 36 ตัวอย่าง ได้ถูกเตรียมภายใต้กรรมวิธีการผลิตเม็ดสี ผ่านการเผาอุณหภูมิ 1150 องศาเซลเซียส นำมาวัดค่าสะท้อนอินฟราเรดใกล้ด้วยเครื่อง UV-Vis-spectrophotometer และศึกษาสมบัติของเม็ดสีด้วย SEM และ XRD ผลการวิจัยพบว่า LG3 ซึ่งประกอบด้วย $\text{Cr}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2 - \text{TiO}_2$ ร้อยละ 70, 21, 3 และ 6 ตามลำดับ ให้ค่าสะท้อน NIR สูงที่สุดร้อยละ 80.6 ผลการศึกษาการกระจายตัวของเม็ดสี LG3 พบว่ามีการกระจายตัวที่ดี เมื่อนำเม็ดสีนี้มาทดสอบสมรรถนะเปรียบเทียบกับเม็ดสี A919 ซึ่งใช้อยู่ในท้องตลาด โดยการนำเม็ดสีทั้งสองไปทำวัสดุเคลือบหลังคาเซรามิกส์ แล้วนำไปมุงยังห้องทดสอบเพื่อวัดอุณหภูมิกลางห้อง พบว่าการใช้เม็ดสี LG3 ทำให้อุณหภูมิกลางห้องของห้องทดสอบน้อยกว่าการใช้เม็ดสี A919 อยู่ 0.8 องศาเซลเซียส จึงสรุปได้ว่าเม็ดสี LG3 เป็นเม็ดสีสะท้อนรังสีอาทิตย์ช่วงอินฟราเรดใกล้ที่ดี สามารถใช้ผสมกับวัสดุเคลือบหลังคาเซรามิกส์เพื่อลดความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารได้

คำสำคัญ: เม็ดสีเขียวอ่อน, เม็ดสีสะท้อน

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุและการผลิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี E-mail: thad2007@gmail.com

Abstract

The aim of the development is to synthesize new light green pigments as NIR solar reflective for roofing materials. Light green pigments based on Cr_2O_3 have been fixed 70 wt%. Al_2O_3 , SiO_2 and TiO_2 guest components 30 wt% were varied into 36 different compositions for finding the high reflective value. The compositions were prepared according to pigment processing that calcine at 1150 °C. The spectral reflectance and the dispersion of pigment powder were determined using spectrophotometer, scanning electron microscope and x-ray diffraction. It was found that the sample LG3 with composition Cr_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 and TiO_2 of 70, 21, 3 and 6 wt%, respectively, gives a maximum near infrared solar reflectance of 80.6 %. In addition, the distribution of sample LG3 is homogeneous. The comparison of performance test between LG3 and A919 (commercial green pigment) that use for ceramic coating tile roof were covered two test box for temperature measurement. The results shown that LG32 pigment using make decrease the middle – room temperature less than A919 commercial pigment using about 0.8 °C. It can be concluded that the light green pigment is suitable to be used as a coating ceramic-based roofs for reducing the heat penetrating into the building.

Keyword: Light Green pigment, Reflective pigment

บทนำ

ประเทศไทยใช้พลังงานที่ได้จากเชื้อเพลิงฟอสซิล (fossil) เป็นส่วนใหญ่และยังมีการนำเข้าพลังงานมากกว่าร้อยละ 50 ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด พลังงานเป็นสิ่งสิ้นเปลืองใช้แล้วหมดไป ส่วนหนึ่งใช้เพื่ออำนวยความสะดวกสบายในชีวิตประจำวัน จากข้อมูลการวิจัยของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน พบว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าภาคครัวเรือนที่อยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลใช้พลังงานคิดเป็นร้อยละ 80 ของปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมด [1] โดยพลังงานหลักที่ใช้ในอาคารเป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญพื้นฐานของการดำรงชีวิตสมัยใหม่ ในการวิจัยดังกล่าว ได้ศึกษาถึงสัดส่วนความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารพบว่าพลังงานที่ใช้ไปกับระบบปรับอากาศมีสัดส่วนสูงสุด คือ ประมาณ 50 – 70 % [2, 3] เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในภูมิภาคแบบร้อนชื้น แนวทางที่จะช่วยลดพลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศคือการป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร เนื่องจากในเวลากลางวันความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่เข้ามาในอาคารร้อยละ

87 เข้ามาทางหลังคา รังสีอาทิตย์มีความร้อนสูงทำให้อุณหภูมิสูง การส่งผ่านความร้อนจากหลังคาเข้าสู่อาคารจึงเป็นไปได้ง่าย วิธีป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารสำหรับหลังคามีอยู่หลายวิธี ที่นิยมคือใช้ผ้าและฉนวนกันความร้อนชนิดต่างๆ แต่เป็นการแก้ปัญหาเมื่อความร้อนผ่านเข้ามาในอาคารแล้ว ปัญหาของแผ่นวัสดุผนังหลังคาโดยทั่วไปพื้นผิวไม่เรียบ บางชนิดใช้สีผสมอะคริลิกเคลือบบนหลังคา บางชนิดเป็นแผ่นหลังคาอย่าง เมื่อนำไปใช้งานสัมผัสรังสีอาทิตย์จะเสื่อมสภาพทำให้อายุการใช้งานสั้น การวิจัยนี้เป็นการใช้สีที่มีสมบัติสะท้อนรังสีอาทิตย์ช่วงอินฟราเรดใกล้ (near infrared, NIR) ที่ผิวหลังคาด้านบนโดยเตรียมในรูปผิวเคลือบเซรามิกส์ ผ่านการเผาทำให้คงทน ด้วยลักษณะผิวที่เรียบมันสามารถทำความสะอาดง่าย อายุการใช้งานนาน เม็ดสีที่อยู่ในผิวเคลือบสามารถสะท้อน NIR เพื่อให้ความร้อนนั้นถูกสะท้อนออกจึงไม่ส่งผ่านเข้ามาภายใน เป็นการลดภาระของเครื่องทำความเย็นในระยะยาว การประหยัดพลังงานจึงช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของประเทศได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาเม็ดสีเขียวอ่อน (light green pigment) ให้มีค่าสะท้อนรังสีอาทิตย์ช่วงอินฟราเรดใกล้ (near infrared, NIR) เพิ่มมากขึ้น
2. เพื่อทดสอบสมรรถนะของสี โดยการเตรียมเป็นแผ่นกระเบื้องหลังคาเซรามิกส์

วิธีการวิจัย

1. การเตรียมเม็ดสี

สารประกอบโครเมียมออกไซด์(Cr_2O_3)ทำหน้าที่เป็นสารประกอบหลัก (host component) ส่วนผสมคงที่ ผสมกับไทเทเนียมออกไซด์ (TiO_2), อลูมินา(Al_2O_3)และซิลิกา(SiO_2) ทำหน้าที่เป็นสารประกอบรอง (guest component) โดยได้เปลี่ยนส่วนผสมไปทั้งหมด 36 ตัวอย่าง ส่วนผสมแสดงในตารางที่ 3.1 นำส่วนผสมมาผ่านกรรมวิธีการบดแห้งและบดเปียก ตามลำดับ นำเม็ดสีมาใส่ลงในถ้วยเผาที่มีฝาปิดมิดชิด (crucible) เเผาบรรยากาศแบบออกซิเดชัน ด้วยความร้อน 1150 องศาเซลเซียส อัตราการเผา 4 องศาเซลเซียสต่ออนาที ภายหลังการเผาปล่อยให้เย็นในเตาจนถึงอุณหภูมิห้อง นำสีที่เผาแล้วมาบดเปียกด้วยหม้อบดเดิมใส่น้ำ 25 มิลลิลิตร ใช้ความเร็วในการบด 250 รอบต่ออนาที บดโดยใช้เวลา 10 นาที เมื่อบดเสร็จเทใส่ภาชนะที่มีฝาปิด เติมน้ำ 300 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน คอยจนสีตกตะกอนจึงรินน้ำออกแล้วเทน้ำสะอาดใส่ลงไปใหม่ ทำแบบนี้จนสีที่ละลายน้ำมีสภาพเป็นกลาง เทน้ำออก นำสีที่มีความเข้มข้นมาอบให้แห้งด้วยความร้อน 110 องศาเซลเซียส นำมาผ่านตะแกรงคัดขนาดเบอร์ 120 จะได้สารประกอบที่มีลักษณะเป็นผงสีเขียวในโทนสีที่แตกต่างกันซึ่งแล้วแต่ส่วนผสมที่เปลี่ยนไป มีขนาดอนุภาค 0.5 - 2.0 μm

2. การศึกษาสมบัติของสี

2.1 วัดค่าสะท้อนอินฟราเรดใกล้

เม็ดสีที่ได้จากข้อ 1 ทั้งหมด 36 ส่วนผสม นำมาอัดลงในแม่พิมพ์สำหรับใส่ตัวอย่างวัดค่าสะท้อน แม่พิมพ์มีลักษณะเป็นวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.7 เซนติเมตร หนาประมาณ 4 มิลลิเมตร แสดงในรูปที่ 3.5 แล้วนำไปใส่ในเครื่อง UV/Vis/NIR spectrophotometer เพื่อวัดค่าสะท้อนในช่วงความยาวคลื่น 300 – 2100 nm และนำค่าที่วัดได้มาคำนวณค่าสะท้อน (R) อินฟราเรดไกลในช่วงความยาวคลื่น 780 – 2100 nm ตามมาตรฐาน ASTM E891 – 87 ซึ่งได้กำหนดค่าความเข้มแสงเชิงสเปกตรัม (spectral irradiance) ในช่วงความยาวคลื่น 0.305 – 4.045 μm นำค่าที่วัดได้มาคำนวณค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (weighted average) โดยใช้สมการ (1)

$$R = \frac{\int_{780}^{2100} r(\lambda)i(\lambda)d\lambda}{\int_{780}^{2100} i(\lambda)d\lambda} \dots\dots\dots (1)$$

โดยที่ $r(\lambda)$ คือสเปกตรัมสะท้อนที่ได้จากการวัดตัวอย่าง ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)

$i(\lambda)$ คือค่าความเข้มแสงเชิงสเปกตรัม ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \mu\text{m}^{-1}$) ซึ่งได้จากมาตรฐาน ASTM E891 – 87

2.2 การศึกษาการกระจายตัวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน (SEM)

การศึกษาด้วย SEM ต้องเตรียมตัวอย่างสีให้เป็นผงแห้งและไม่จับเป็นก้อน ใช้ชนแปรงนุ่มๆ ป้ายที่เม็ดสีแล้วติดก้านแปรงเบาๆ บนที่วางตัวอย่าง (stub) ซึ่งติดเทปคาร์บอนไว้ (เพื่อให้ไฟฟ้า) จากนั้นนำตัวอย่างเข้าเครื่อง SEM ปรับกำลังขยายให้เหมาะสม และมองเห็นลักษณะการกระจายตัวชัดเจน ซึ่งในการวิจัยนี้เห็นภาพชัดที่ กำลังขยาย 2000 เท่า ทุกตัวอย่างใช้กำลังขยายเท่ากัน และการศึกษาด้วย SEM นี้จะทำอีกครั้งภายหลังจากที่นำเม็ดสีไปผสมกับวัสดุเคลือบเพื่อศึกษาการกระจายตัวของเม็ดสีบนผิวเคลือบอีกครั้งด้วยกำลังขยาย 1000 เท่า

2.3 วิเคราะห์โครงสร้างผลึกด้วยการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (X-ray diffraction, XRD)

XRD เป็นการศึกษาโครงสร้างผลึก (crystal structure) ของสารด้วยการใช้เทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (X-ray diffraction) ตามสมการ 2 ชิ้นงานจะถูกวัดความเข้มกำลัง (power) ด้วยการสแกนของตัวรับสัญญาณ (detector) สัญญาณที่วัดได้จะถูกถ่ายทอดออกมาเป็นสเปกตรัมแล้วถูกประมวลผลออกมาทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ เปรียบเทียบกับข้อมูลมาตรฐานที่ตรวจวัดโดยองค์กร JCPDS (Joint Committee on Powder Diffraction Standard) เนื่องจากสารประกอบแต่ละชนิด มีรูปแบบโครงสร้างผลึกแตกต่างกัน และระยะห่างระหว่างระนาบของอะตอม ที่จัดเรียงกันอย่างเป็นระเบียบก็แตกต่างกันไปด้วย ขึ้นอยู่กับขนาดและประจุของอะตอม สารประกอบแต่ละชนิด จะมีรูปแบบ (XRD pattern) เฉพาะตัวจึงบอกได้ว่ามีสารประกอบใดอยู่บ้าง

$$n\lambda = 2d\sin\theta \dots\dots\dots (2)$$

โดยที่ n คือจำนวนเต็ม (integer)
 λ คือความยาวคลื่นที่ตกกระทบ (wavelength of incident wave)
 d คือระยะห่างระหว่างอะตอม (spacing between the planes in the atomic lattice)

θ คือมุมระหว่างรังสีตกกระทบกับระนาบสะท้อน (the angle between the incident ray and the scattering planes)

3. การทดสอบสมรรถนะ

นำเม็ดสี LG3 และเม็ดสีที่ขายในตลาด A919 มาเตรียมเป็นแผ่นหลังคาเซรามิกส์ โดยนำแผ่นหลังคามุงที่ห้องทดสอบขนาด $1 \times 1 \times 1$ เมตร ซึ่งผนังทำด้วยแผ่นยิปซัมทาสีขาวด้านนอกเพื่อป้องกันความร้อนเข้าทางด้านข้าง ผนังภายในบุด้วยโฟมพอลิยูรีเทนหนา 5 เซนติเมตร ทำการติดเทอร์โมคัปเปิลที่ผิวหลังคาด้านบน ผิวหลังคาด้านล่างและกลางห้องทดสอบ ปลายอีกด้านต่อเข้ากับเครื่องบันทึกข้อมูล บันทึกทุก 4 นาที ทำการวัดอุณหภูมิสามวัน ตั้งแต่วันที่ 2 ถึง 4 พฤษภาคม 2556

ผลการวิจัยและอภิปราย

1. ผลการวัดค่าสะท้อนอินฟราเรดใกล้

เมื่อวัดค่าสะท้อนของเม็ดสีได้แล้ว นำมาคำนวณค่าสะท้อนอินฟราเรดใกล้ตามมาตรฐาน ASTM E891 – 87 ในช่วงความยาวคลื่น 780 – 2100 nm แสดงในตารางที่ 1 นอกจากนี้ยังได้แสดงค่าสะท้อนของ M1 – M7 ซึ่งเป็นค่าสะท้อนที่ได้จากการผสมของสารประกอบแต่ละชนิด และยังได้แสดงค่าสะท้อนของสารประกอบตั้งต้นที่นำมาผสมด้วย

ตารางที่ 1 ค่าสะท้อนอินฟราเรดใกล้ช่วงความยาวคลื่น 780 – 2100 nm ของ LG1 – LG36 และ M1 – M7

Sample	Composition (wt %)				Solar Reflectance (%)
	Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	TiO ₂	
LG1	70	24	3	3	73.1
LG 2	70	21	6	3	75.7
LG 3	70	21	3	6	80.6
LG 4	70	18	3	9	77.9
LG 5	70	18	6	6	70.3
LG 6	70	18	9	3	62.7
LG 7	70	15	12	3	61.6
LG 8	70	15	9	6	60.0
LG 9	70	15	6	9	78.0
LG 10	70	15	3	12	70.2
LG 11	70	12	3	15	65.6
LG 12	70	12	6	12	72.8
LG 13	70	12	9	9	52.0
LG 14	70	12	12	6	45.9
LG 15	70	12	15	3	46.0
LG 16	70	9	18	3	43.9
LG 17	70	9	15	6	44.5

Sample	Composition (wt %)				Solar Reflectance (%)
	Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	TiO ₂	
LG 18	70	9	12	9	43.4
LG 19	70	9	9	12	64.6
LG 20	70	9	6	15	68.7
LG 21	70	9	3	18	63.5
LG 22	70	6	3	21	60.1
LG 23	70	6	6	18	61.5
LG 24	70	6	9	15	62.6
LG 25	70	6	12	12	46.7
LG 26	70	6	15	9	45.2
LG 27	70	6	18	6	45.9
LG 28	70	6	21	3	47.4
LG 29	70	3	24	3	50.2
LG 30	70	3	21	6	47.8
LG 31	70	3	18	9	41.4
LG 32	70	3	15	12	46.5
LG 33	70	3	12	15	65.4
LG 34	70	3	9	18	66.3
LG 35	70	3	6	21	66.9
LG 36	70	3	3	24	60.0
M1	70	30	-	-	37.2
M2	70	-	30	-	33.1
M3	70	-	-	30	54.6
M4	100	-	-	-	49.9
M5	-	100	-	-	98.1
M6	-	-	100	-	89.4
M7	-	-	-	100	96.0

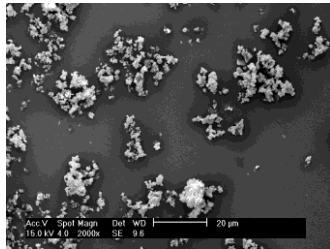
จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าค่าสะท้อนอินฟราเรดใกล้ของตัวอย่างที่เตรียมได้ มีค่าตั้งแต่ 41.4 – 80.6 เปอร์เซ็นต์ และได้แสดงค่าสะท้อนอินฟราเรดใกล้ของสารประกอบตั้งต้นไว้ด้วย โดย Cr₂O₃ มีค่าสะท้อน 49.9 เปอร์เซ็นต์ สำหรับ Al₂O₃, SiO₂ และ TiO₂ มีค่าสะท้อนอินฟราเรดใกล้มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์

2 ผลการศึกษาลักษณะเฉพาะของเม็ดสี

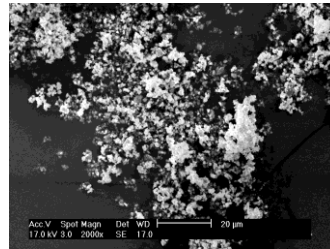
2.1 ผลการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน (SEM)

การกระจายตัวนี้มีผลต่อความสามารถสะท้อนของเม็ดสี เมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน จะเห็นว่าเม็ดสีมีการจับเป็นกลุ่มก้อน โดยเม็ดสีที่มีความสามารถสะท้อนต่ำมีการจับเป็นก้อนมากกว่าเม็ดสีที่มีค่าสะท้อนสูง เมื่อเปรียบเทียบกับเม็ดสี Cr₂O₃ ซึ่งผสมในปริมาณมากและจำนวนเท่ากันทุกตัวอย่างจะเห็นว่าเม็ดสีที่ให้ค่าสะท้อนต่ำมีการจับเป็นก้อนมากกว่า ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าอัตราส่วนผสมของสารประกอบอื่นของแต่ละตัวอย่างมี

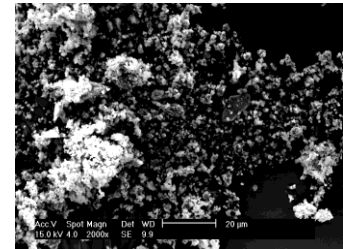
ผลต่อการกระจายตัวของเม็ดสี รูปที่ 1 – 3 แสดงภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนกำลังขยาย 2000 เท่า แสดงให้เห็นลักษณะการกระจายตัวของเม็ดสี LG3, LG31 และ Cr_2O_3 ตามลำดับ



รูปที่ 1 ภาพถ่าย SEM แสดงการกระจายตัวของ LG3



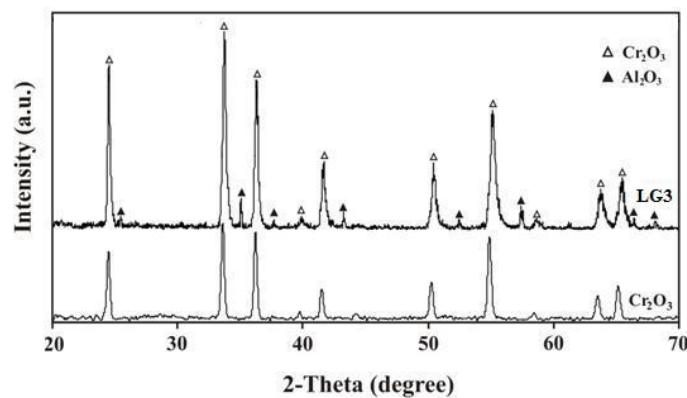
รูปที่ 2 ภาพถ่าย SEM แสดงการกระจายตัวของ LG31



รูปที่ 3 ภาพถ่าย SEM แสดงการกระจายตัวของ Cr_2O_3

2.2 การศึกษาลักษณะเม็ดสีด้วยเครื่อง X-ray diffraction (XRD)

การศึกษาลักษณะของเม็ดสีโดยวิธีเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ตกกระทบผิวหน้าผลึก เพื่อศึกษาผลึกของเม็ดสีหลังการผ่านกรรมวิธีว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรซึ่งจะส่งผลต่อค่าสะท้อนอินฟราเรดใกล้ รูปที่ 4 แสดงให้เห็นรูปแบบ (XRD pattern) ที่เกิดจากการสะท้อนรังสีเอ็กซ์ของเม็ดสี Cr_2O_3 และ LG3 ซึ่งมีค่าสะท้อนสูงสุดที่สุด จะเห็น pattern ของ Al_2O_3 ด้วย สำหรับสารประกอบอื่นมีปริมาณน้อยจึงไม่เห็น



รูปที่ 4 XRD pattern ของ LG3 และ Cr_2O_3

3. ผลการวัดสมรรถนะของเม็ดสี

การเปรียบเทียบอุณหภูมิของห้องทดสอบสมรรถนะของเม็ดสีทั้งสองแสดงในตารางที่ 2 ช่วงเวลาที่อุณหภูมิสูงสุดระหว่างวันคือเวลา 12.00 – 13.30 นาฬิกา การวิจัยได้เปรียบเทียบอุณหภูมิกลางห้อง ผิวใต้หลังคา และผิวบนหลังคาทั้งสามวัน นำมาหาค่าเฉลี่ยพบว่าอุณหภูมิกลางห้องของห้องทดสอบที่ใช้แผ่นหลังคาเม็ดสี LG3 มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิกลางห้องของห้องทดสอบที่ใช้แผ่นหลังคาจากเม็ดสี A919 อยู่ประมาณ 0.8 องศาเซลเซียส เมื่อวัดอุณหภูมิผิวใต้หลังคาของห้องทดสอบที่ใช้แผ่นหลังคาเม็ดสี LG3 มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิผิวใต้หลังคาของห้องทดสอบที่ใช้แผ่นหลังคาเม็ดสี A919 อยู่ประมาณ 1.7 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิผิวบนหลังคาของห้องทดสอบที่ใช้แผ่นหลังคาเม็ดสี LG3 มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิผิวบนหลังคาของห้องทดสอบที่ใช้แผ่นหลังคาเม็ดสี A919 อยู่

ประมาณ 1.8 องศาเซลเซียส ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เม็ดสี LG3 มีสมบัติสะท้อนอินฟราเรดใกล้ที่ดีกว่าเม็ดสี A919 ที่ขายในท้องตลาดและเหมาะสมที่จะใช้เป็นวัสดุหลังคาที่ช่วยลดความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร จากข้อมูลของสำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงานได้ระบุไว้ว่าหากลดอุณหภูมิภายในห้องที่ติดแอร์ได้ 1 องศาเซลเซียสจะช่วยประหยัดพลังงานได้ร้อยละ 10 [4]

ตารางที่ 2 ผลการวัดอุณหภูมิของห้องทดสอบ

วันที่วัด อุณหภูมิ	อุณหภูมิ (°C)						อุณหภูมิ อากาศ
	แผ่นหลังคาใช้เม็ดสี LG3			แผ่นหลังคาใช้เม็ดสี A919			
	กลาง	ผิวใต้	ผิวบน	กลาง	ผิวใต้	ผิวบน	
	ห้อง	หลังคา	หลังคา	ห้อง	หลังคา	หลังคา	
2/05/2556	42.0	48.7	51.3	43.1	50.3	52.6	35.2
3/05/2556	42.7	49.3	51.0	43.3	50.7	52.4	34.5
4/05/2556	41.8	48.1	49.4	42.8	50.2	51.9	33.5
ค่าเฉลี่ย	42.2	48.7	50.6	43.0	50.4	52.4	34.4

สรุปผลการวิจัย

เม็ดสีเขียวที่เตรียมในงานวิจัยนี้ใช้สารประกอบออกไซด์ของโลหะที่เป็นส่วนผสมหลักคงที่คือโครเมียมออกไซด์จำนวน 70 เปอร์เซ็นต์ สำหรับส่วนผสมรองคืออะลูมิเนียมออกไซด์ ซิลิกอนออกไซด์ และไทเทเนียมออกไซด์ ทั้งสามชนิดรวมกันจำนวน 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเปลี่ยนแปลงส่วนผสมไปเพื่อหาจุดที่ดีที่สุด ผลการวิจัยพบว่าค่าสะท้อนของตัวอย่าง LG3 มีค่าสูงที่สุด 80.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งประกอบด้วย $\text{Cr}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2 - \text{TiO}_2$ จำนวน 70, 21, 3 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าสะท้อนที่เพิ่มขึ้นนี้เป็นผลมาจากการประกอบที่เป็นส่วนผสมรอง นอกจากนี้ยังมีผลมาจากการกระจายตัวที่สม่ำเสมอไม่จับเป็นก้อนของเม็ดสี เมื่อนำเม็ดสีเขียว LG3 มาทดสอบสมรรถนะเปรียบเทียบกับเม็ดสี A919 ซึ่งใช้อยู่ในท้องตลาด โดยการนำเม็ดสีทั้งสองไปทำวัสดุเคลือบหลังคาเซรามิกส์ แล้วนำไปมุงยังห้องทดสอบขนาด $1 \times 1 \times 1$ เมตรเพื่อวัดอุณหภูมิกลางห้อง พบว่าการใช้เม็ดสี LG3 ทำให้อุณหภูมิกกลางห้องของห้องทดสอบน้อยกว่าการใช้เม็ดสี A919 มีค่า 0.8 องศาเซลเซียส จึงสรุปได้ว่าเม็ดสี LG3 เป็นเม็ดสีสะท้อนรังสีอาทิตย์ช่วงอินฟราเรดใกล้ที่ดี สามารถใช้ผสมกับวัสดุเคลือบหลังคาเซรามิกส์เพื่อลดความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารได้

การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ใช้ประโยชน์ด้านวิชาการ คือได้องค์ความรู้ไปสอนนักศึกษาเรื่องสมบัติของวัสดุ
2. ใช้ประโยชน์ด้านสาธารณะ สามารถเป็นองค์ความรู้ให้ผู้สนใจนำไปต่อยอดได้
3. ได้ตีพิมพ์เผยแพร่ลงในวารสารในประเทศและต่างประเทศ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีที่สนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน , 2547, แทรนด์เพลส แอนด์ แพคกิ้ง, กรุงเทพฯ หน้า 1- 7.
2. Chivavattananon, S. and Limmeechokchai, B., 1994, “A New Building Energy-Efficiency Law in Thailand Impact on New Building”, Energy, Vol. 19, No. 2, pp. 269-278.
3. Chivavattananon, S. and Taweekun, J., 2002, “A Technical Review of Energy Conservation Programs for Commercial and Government Building in Thailand”, Energy Conversion and Management, In Press.
4. รวมใจคนไทยสู้วิกฤตไฟฟ้า, <http://www.dede.go.th/dede/images/stories/pdf/3p.pdf>, 2556, สิงหาคม 1.