

# สีเขรามีคที่มีสมบัติเพิ่มการสะท้อนแสง ในช่วงอินฟราเรดใกล้

ลดา พันธุ์สุนทร

ผู้อำนวยการสำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รองกาญจน์ ศรีบุญวัฒนา

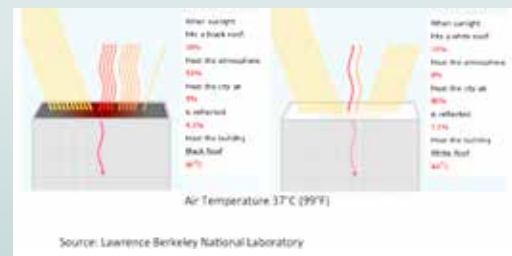
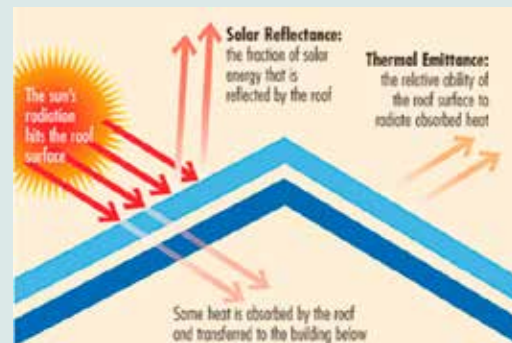
นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความต้องการใช้พลังงานในประเทศไทยปรับตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตามจำนวนประชากร การเติบโตทางเศรษฐกิจ การพัฒนาสาธารณูปโภคพื้นฐาน และการพัฒนาด้านคุณภาพชีวิตของสังคมโดยรวม ขณะที่ความต้องการใช้พลังงานกลับสวนทางกับปริมาณของพลังงานที่ลดลงและมีอยู่อย่างจำกัด ยังต้องพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศเป็นหลัก ประเทศไทยจึงต้องปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ เพื่อให้พลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัดมีเพียงพอที่จะใช้ได้ต่อไปในอนาคต โดยในปัจจุบันภาครัฐมีนโยบายเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานโดยแผนอนุรักษ์พลังงานเรื่องพลังงาน เชื่อมโยงกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ซึ่งเป็นกรอบทิศทางพัฒนาของโลกภายหลังปี ค.ศ. 2558 ที่องค์การสหประชาชาติ (United Nations: UN) กำหนด กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดำเนินงานตามนโยบาย โดยแผนยุทธศาสตร์กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระยะ 20 ปี (พ.ศ.2560-2579) มีความเชื่อมโยงด้วยเป้าหมายในการเร่งรัดดำเนินการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบ และมียุทธศาสตร์ในการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงการเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

แสงอาทิตย์ แผ่รังสีของแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic spectrum) ประกอบด้วยรังสีในช่วงคลื่นอินฟราเรดแสงที่ตามองเห็น และอัลตราไวโอเล็ต โดยมีสัดส่วนร้อยละ 53 44 3 ตามลำดับ ช่วงคลื่นอินฟราเรดเป็นคลื่นรังสีความร้อนที่มีสัดส่วนสูงจึงมีผลให้เกิดความร้อน เมื่อแสงอาทิตย์กระทบวัสดุจะเกิดการดูดกลืนแสง (absorption) การเปล่งแสง

(emission) การสะท้อนแสง (reflection) และการส่องผ่าน (transmission) วัสดุต่างชนิดกันจะมีสมบัติเชิงแสงต่างกัน การเลือกวัสดุที่มีสมบัติเชิงแสงที่สามารถเพิ่มการสะท้อนคลื่นอินฟราเรดจึงช่วยลดความร้อนที่เกิดขึ้นได้



ภาพที่ 1 แสดงความร้อนจากแสงอาทิตย์เมื่อกระทบและสะท้อนออกจากอาคาร

ที่มาภาพ

- 1 Image courtesy of Cool Roof Rating Council
- 2 [https://www.researchgate.net/figure/Difference-in-heat-dispersal-on-a-black-versus-white-roof-Much-more-heat-is-reflected\\_fig1\\_264193736/](https://www.researchgate.net/figure/Difference-in-heat-dispersal-on-a-black-versus-white-roof-Much-more-heat-is-reflected_fig1_264193736/)

จากที่ ประเทศไทยเป็นกลุ่มประเทศในเขตร้อน จึงมีส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารกับเครื่องปรับอากาศสูง วัสดุผนังและสีทาอาคารสามารถช่วยลดอุณหภูมิของอาคารได้ โดยการลดอุณหภูมิของผนังและอาคารเป็นส่วนสำคัญที่สามารถช่วยลดความร้อนของอาคาร และเป็นผลให้ลดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องปรับอากาศได้ โดยในปัจจุบันมีกระแสการพัฒนาสีทาผนังและอาคารที่มีสมบัติสามารถสะท้อนแสงในช่วงที่ให้ความร้อนได้สูงขึ้น หรือที่มีสมบัติเป็นฉนวน (High thermal remittance) ช่วยในการลดอุณหภูมิของอาคารเพิ่มมากขึ้น การพัฒนาดังกล่าวทำโดยการเติมสีอินทรีย์สังเคราะห์ที่มีสมบัติสะท้อนแสงในช่วงคลื่นที่ให้ความร้อนในสูตรส่วนผสม ในตลาดมีแนวโน้มความต้องการการจำหน่ายสีทาผนังและอาคารที่มีสมบัติเป็นฉนวนเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่สีอินทรีย์สังเคราะห์ที่มีสมบัติสะท้อนแสงยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศและมีราคาสูงกว่าสีปกติทั่วไป

ข้อดีของสีอินทรีย์สังเคราะห์ คือมีความเสถียร ทนต่อสารเคมี ทนความร้อน ทึบแสง สามารถสะท้อนแสงในช่วงคลื่นอินฟราเรดของคลื่นรังสีความร้อนของแสงอาทิตย์ ซึ่งจัดเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (wave) แม้มีราคาสูงกว่าสีอินทรีย์ แต่อายุการใช้งานยืนยาว สมบัติความสามารถสะท้อนแสงในช่วงคลื่นอินฟราเรดของสีเซรามิกนั้น เกิดจากการเติมสาร (Doping) ให้เกิดโครงสร้างของวัสดุที่มีความกว้างของช่องว่างระหว่างแถบพลังงาน (band gap) ลดลง เป็นผลให้เพิ่มความสามารถในการดูด (absorb) พลังงานโฟตอนต่ำ (low energy photon) เพิ่มการดูดแสงช่วงที่มองเห็น (visible light) และพาหะอิสระ (free carrier) ที่ทำให้เกิดกลไกการดูดซับโฟตอน (photon absorption mechanism) ในช่วงคลื่นอินฟราเรด ปริมาณพาหะอิสระจึงมีผลต่อความสามารถสะท้อนแสงในช่วงคลื่นอินฟราเรด และเป็นลักษณะโดยธรรมชาติ (inherent characteristic) ของวัสดุ

กรมวิทยาศาสตร์บริการได้ดำเนินโครงการ การผลิตสีเซรามิกที่มีสมบัติเพิ่มการสะท้อนแสงในช่วงอินฟราเรดใกล้ เริ่มตั้งแต่ปี 2560 ร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมี ดร.ลดา พันธุ์สุขุมธนา เป็นหัวหน้าโครงการ มีเป้าหมายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ผู้ประกอบการในปี 2561 โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตสีเซรามิกที่สะท้อนแสงในช่วงอินฟราเรดใกล้ สำหรับการพัฒนาวัสดุประหยัดพลังงานระดับต้นแบบ โดยโครงการฯ ประกอบด้วยกิจกรรม สำรวจสีในท้องตลาด ทดสอบสมบัติทางแสงของสี ทดลองสังเคราะห์สี ทดลองขยายปริมาณการผลิตสีระดับต้นแบบ และทดลองใช้สีในการผลิตวัสดุประหยัดพลังงานระดับต้นแบบ

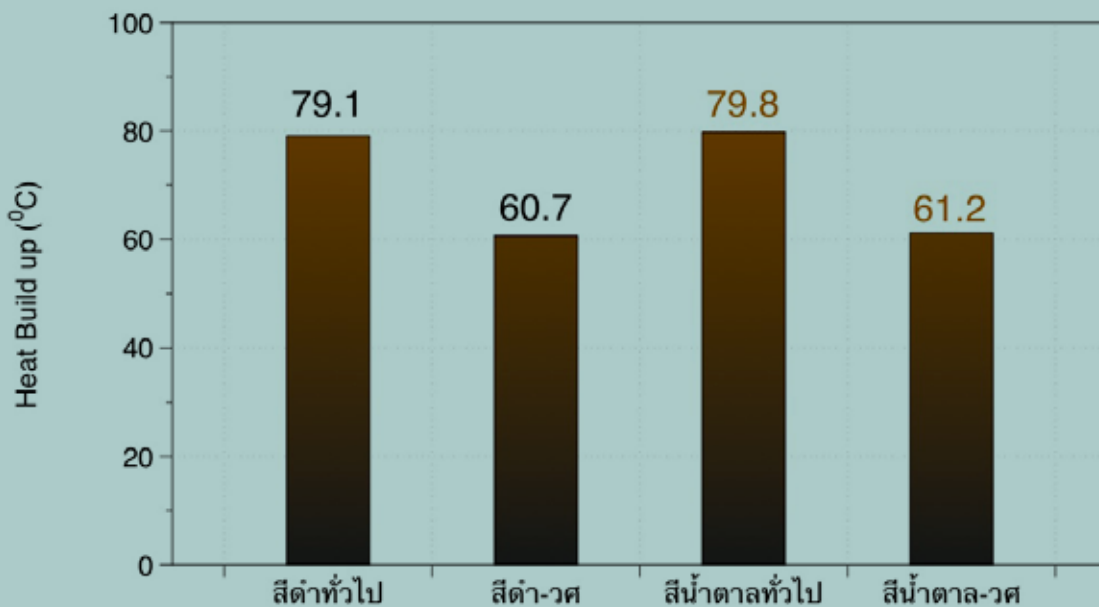
ผลการสุ่มสำรวจสีเซรามิกที่ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกในท้องตลาดปัจจุบัน พบว่าสีเซรามิกดังกล่าวมีสมบัติการสะท้อนแสงในช่วงอินฟราเรดใกล้อยู่ในระดับแตกต่างกัน แนวโน้มสมบัติดังกล่าวคือสีอ่อนมีค่าค่อนข้างสูง เช่น สีเหลืองมีค่า TSR กว่าร้อยละ 58 และสีเข้มมีค่าต่ำ เช่น สีน้ำตาลมีค่า TSR เพียงเกือบร้อยละ 20 (ตารางที่ 1) แสดงให้เห็นว่าสีเซรามิกบางสีที่ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกในปัจจุบันมีศักยภาพในการนำมาใช้ในการผลิตสีทาผนังหรืออาคารได้

ตารางที่ 1 สมบัติการสะท้อนแสงในช่วงอินฟราเรดใกล้ของสีเซรามิกที่ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิก

สี	สมบัติการสะท้อนแสง (ร้อยละ), ASTM E903-12			
	UV	VIS	NIR	TSR
ดำ 1	4.74	4.64	21.06	14.19
ดำ 2	2.88	3.34	4.74	4.14
น้ำเงิน 1	30.5	23.14	45.11	36.13
น้ำเงิน 2	2.75	6.03	41.23	26.4
น้ำตาล 1	3.15	6.26	29.7	19.79
น้ำตาล 2	2.88	2.98	3.82	3.46
น้ำตาล 3	2.85	3.77	5.52	4.76
แดง 1	2.84	13.58	44.99	31.53
แดง 2	3.61	11.05	27.8	20.57

ชื่อ	คุณสมบัติการสะท้อนแสง (ร้อยละ), ASTM E903-12			
	UV	TSR	TSR	TSR
เหลือง 2	3.24	27.95	51.42	40.87
เหลือง 3	3.42	25.4	47.1	37.38
เหลือง 4	2.83	26.37	51.25	40.15
เหลือง 5	5.73	42.68	66.02	55.18
เขียว1	2.75	7.86	30.27	20.74

ผลงานวิจัยสีเซรามิกสังเคราะห์ที่ได้จากการดำเนินโครงการ การผลิตสีเซรามิกที่มีคุณสมบัติเพิ่มการสะท้อนแสงในช่วงอินฟราเรดใกล้ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ประกอบด้วยสี น้ำเงิน (Co-Al) เขียวน้ำเงิน (Cr-Co-Al-Ti) น้ำตาล (Fe-Zn) เป็นผลสำเร็จระดับห้องปฏิบัติการ ส่วนผลงานวิจัยของ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ประกอบด้วยสี ชมพู (Zr-Fe-Si) เหลือง (Zr-Pr-Si) ฟ้า (Zr-V-Si) เป็นผลสำเร็จระดับห้องปฏิบัติการ และ สีดำ (Cr-Fe) น้ำตาล (Mn-Ti) เป็นผลสำเร็จระดับต้นแบบที่มีการทดลองขยายการผลิตระดับห้องปฏิบัติการสู่การผลิตในโรงงานผลิตสีเซรามิกที่ร่วมโครงการ รวมถึงการทดลองเติมสีในสีทาอาคารและทดสอบสมบัติสีทาในห้องปฏิบัติการของโรงงานผลิตสีทาอาคารที่ร่วมโครงการ ผลการทดสอบ Heat build up (ASTM D4803-97) พบว่าการใช้สีเซรามิกสังเคราะห์ระดับต้นแบบทำให้อุณหภูมิลดลงกว่าสีปกติ 18°C ซึ่งใกล้เคียงกับสีที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ผลการทดลองผลิตสีเซรามิกสังเคราะห์ระดับต้นแบบนี้ เป็นผลงานนวัตกรรมของประเทศที่แสดงให้เห็นศักยภาพของเทคโนโลยีที่สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดสู่การผลิตจริงต่อไป



ภาพที่ 2 แสดงผลการวัดค่าการสะสมอุณหภูมิของสีปกติทั่วไป และสีจากผลงานวิจัยของกรมวิทยาศาสตร์บริการ

# สาระ:

ตารางที่ 2 แสดงโปรแกรมสัมมนา “การวิจัยและพัฒนาเพื่ออุตสาหกรรมเซรามิก: การผลิตสีเซรามิกที่มีคุณสมบัติเพิ่มการสะท้อนแสงในช่วงอินฟราเรดใกล้”

หัวข้อการบรรยาย	วิทยากร
1. การวิจัยและพัฒนาเพื่ออุตสาหกรรมเซรามิก : การผลิตสีเซรามิกที่มีคุณสมบัติเพิ่มการสะท้อนแสงในช่วงอินฟราเรดใกล้	ดร.ลดา พันธุ์สุขุมธนา กรมวิทยาศาสตร์บริการ
2. สื่ักับสมบัติพิเศษในยุคปัจจุบัน	ดร. วรวัฒน์ ชัยยศบุรณะ บริษัท เบเยอร์ จำกัด
3. บทบาทของสีต่อการประหยัดพลังงานในอาคาร	ดร.พัฒนาะ รักความสุข มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
4. สารสนเทศเชิงวิเคราะห์ แผนที่เทคโนโลยี กรณีตัวอย่างเทคโนโลยีสีที่มีสมบัติการสะท้อนแสงในช่วงอินฟราเรดใกล้	นางสาวกัญญากานต์ ต่วนชื่น กรมวิทยาศาสตร์บริการ
5. เทคนิคการทดสอบสมบัติการสะท้อนแสงในช่วงอินฟราเรดใกล้	ดร.กนิษฐ์ ตะปะสา กรมวิทยาศาสตร์บริการ
6. การสังเคราะห์ผงสีสะท้อนรังสีอาทิตย์	ดร.สิทธิสุนทร สุโพธิณะ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
7. กรณีศึกษา; เทคโนโลยีการผลิตสีที่มีสมบัติการสะท้อนแสงในช่วงอินฟราเรดใกล้	นางสาวกรองกาญจน์ ศิริบุญวัฒนา กรมวิทยาศาสตร์บริการ

เมื่อวันที่ 17 สิงหาคม 2561 ดร.ลดา พันธุ์สุขุมธนา ผู้อำนวยการสำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ เปิดสัมมนา “การวิจัยและพัฒนาเพื่ออุตสาหกรรมเซรามิก:การผลิตสีเซรามิกที่มีคุณสมบัติเพิ่มการสะท้อนแสงในช่วงอินฟราเรดใกล้” เป้าหมายเผยแพร่ผลงานวิจัยการผลิตสีเซรามิกที่มีคุณสมบัติเพิ่มการสะท้อนแสงในช่วงอินฟราเรดใกล้ เน้นกระตุ้นการพัฒนาสีทาหลังคาและอาคาร ที่มีสมบัติสามารถสะท้อนแสงในช่วงที่ให้ความร้อนได้สูงขึ้น ช่วยในการลดอุณหภูมิของอาคารเพิ่มมากขึ้น โดยมีผู้สนใจเข้าร่วมสัมมนาฯ เป็นผู้ประกอบการที่ผลิตเซรามิกและสี หน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และสถาบันศึกษา จำนวนกว่า 80 คน ณ ห้อง 320 ชั้น 3 อาคาร สถานศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ซึ่งการจัดสัมมนาเป็นโอกาสสำคัญในการเผยแพร่ผลงานวิจัยที่คาดหวังให้เกิดประโยชน์เพิ่มศักยภาพการผลิตสีเซรามิกให้ผู้ประกอบการไทย กระตุ้นการผลิตวัสดุประหยัดพลังงานภายในประเทศ ลดการนำเข้าสีจากต่างประเทศ โดยได้รับเกียรติจาก บริษัท เบเยอร์ จำกัด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ และนักวิทยาศาสตร์ของกรมวิทยาศาสตร์บริการ มาเป็นวิทยากรในการสัมมนาครั้งนี้ด้วย



ภาพบรรยากาศการสัมมนา "การวิจัยและพัฒนาเพื่ออุตสาหกรรมเซรามิก"