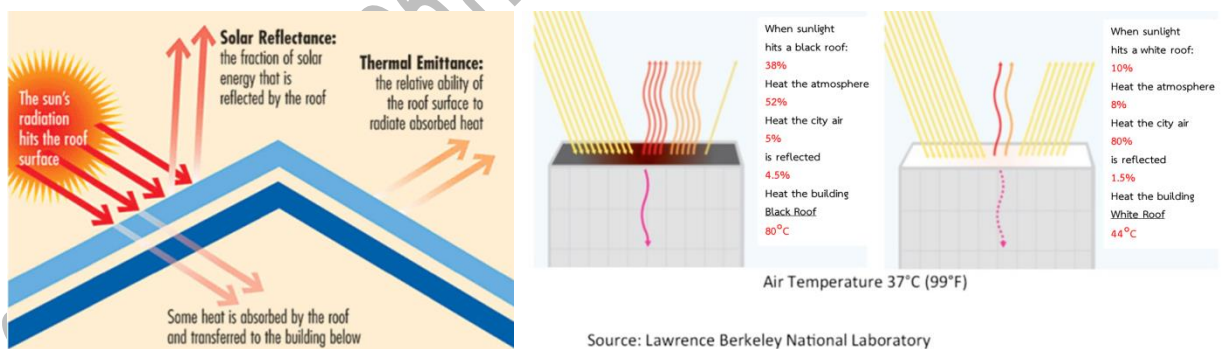


สีเชรามิกที่มีสมบัติเพิ่มการสะท้อนแสงในช่วงอินฟราเรดใกล้

ลดา พันธุ์สุขมธนา* และ กรองกาญจน์ ศิริบุญกุลวัฒนา

ความต้องการใช้พลังงานในประเทศไทยปรับตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตามจำนวนประชากร การเติบโตทางเศรษฐกิจ การพัฒนาสาธารณูปโภคพื้นฐาน และการพัฒนาด้านคุณภาพชีวิตของสังคมโดยรวม ขณะที่ความต้องการใช้พลังงานกลับสวนทางกับปริมาณของพลังงานที่ลดลงและมีอยู่อย่างจำกัด ยังต้องพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศเป็นหลัก ประเทศไทยจึงต้องปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ เพื่อให้พลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัดมีเพียงพอที่จะใช้ต่อไปในอนาคต โดยในปัจจุบันภาครัฐมีนโยบายเพื่อการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน โดยแผนอนุรักษ์พลังงานเรื่องพลังงาน เชื่อมโยงกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ซึ่งเป็นกรอบทิศทางการพัฒนาของโลกภายหลังปี ค.ศ. ๒๕๕๘ ที่องค์การสหประชาชาติ (United Nations: UN) กำหนด กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดำเนินงานตามนโยบาย โดยแผนยุทธศาสตร์กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระยะ ๒๐ ปี (พ.ศ.๒๕๖๐-๒๕๗๙) มีความเชื่อมโยงด้วยเป้าหมายในการเร่งรัดดำเนินการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบ และมียุทธศาสตร์ในการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงการเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาอย่างยั่งยืน

แสงอาทิตย์ แผลรังสีของแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic spectrum) ประกอบด้วยรังสีในช่วงคลื่นอินฟราเรด แสงที่ตามองเห็น และอัลตราไวโอเล็ต โดยมีสัดส่วนร้อยละ ๕๓ ๔๔ ๓ ตามลำดับ ช่วงคลื่นอินฟราเรดเป็นคลื่นรังสีความร้อนที่มีสัดส่วนสูงจึงมีผลให้เกิดความร้อน เมื่อแสงอาทิตย์กระทบวัสดุจะเกิดการดูดกลืนแสง (absorption) การเปล่งแสง (emission) การสะท้อนแสง (reflection) และการส่องผ่าน (transmission) วัสดุต่างชนิดกันจะมีสมบัติเชิงแสงต่างกัน การเลือกวัสดุที่มีสมบัติเชิงแสงที่สามารถเพิ่มการสะท้อนคลื่นอินฟราเรดจึงช่วยลดความร้อนที่เกิดขึ้นได้



ภาพที่ ๑ แสดงความร้อนจากแสงอาทิตย์เมื่อกระทบและสะท้อนออกจากอาคาร

ภาพอ้างอิงจาก

^๑ Image courtesy of Cool Roof Rating Council

^๒ https://www.researchgate.net/figure/Difference-in-heat-dispersal-on-a-black-versus-white-roof-Much-more-heat-is-reflected_fig1_264193736/

จากที่ ประเทศไทยเป็นกลุ่มประเทศในเขตร้อน จึงมีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารกับเครื่องปรับอากาศสูง วัสดุผนังหลังคาและสีทาอาคารสามารถช่วยลดอุณหภูมิของอาคารได้ โดยการลดอุณหภูมิของหลังคาและอาคารเป็นส่วนสำคัญที่สามารถช่วยลดความร้อนของอาคาร และเป็นผลให้ลดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับ

เครื่องปรับอากาศได้ โดยในปัจจุบันมีกระแสการพัฒนาสีทาหลังคาและอาคารที่มีสมบัติสามารถสะท้อนแสงในช่วงที่ให้ความร้อนได้สูงขึ้น หรือที่มีสมบัติเป็นฉนวน (High thermal remittance) ช่วยในการลดอุณหภูมิของอาคารเพิ่มมากขึ้น การพัฒนาดังกล่าวทำโดยการเติมสื่อนินทรีย์สังเคราะห์ที่มีสมบัติสะท้อนแสงในช่วงคลื่นที่ให้ความร้อนในสูตรส่วนผสม ในตลาดมีแนวโน้มความต้องการการจำหน่ายสีทาหลังคาและอาคารที่มีสมบัติเป็นฉนวนเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่สื่อนินทรีย์สังเคราะห์ที่มีสมบัติสะท้อนแสงยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศและมีราคาสูงกว่าสีปกติทั่วไป

ข้อดีของสื่อนินทรีย์สังเคราะห์ คือมีความเสถียร ทนต่อสารเคมี ทนความร้อน ทึบแสง สามารถสะท้อนแสงในช่วงคลื่นอินฟราเรดของคลื่นรังสีความร้อนของแสงอาทิตย์ ซึ่งจัดเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (wave) แม้มีราคาสูงกว่าสื่อนินทรีย์ แต่อายุการใช้งานยืนยาว สมบัติความสามารถสะท้อนแสงในช่วงคลื่นอินฟราเรดของสีเซรามิกนั้นเกิดจากการเติมสาร (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

กรมวิทยาศาสตร์ได้ดำเนินโครงการ การผลิตสีเซรามิกที่มีสมบัติเพิ่มการสะท้อนแสงในช่วงอินฟราเรดใกล้ เริ่มตั้งแต่ปี ๒๕๖๐ ร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมี ดร.ลดา พันธุ์สุขุมธนา เป็นหัวหน้าโครงการ มีเป้าหมายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ผู้ประกอบการในปี ๒๕๖๑ โครงการฯ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตสีเซรามิกที่สะท้อนแสงในช่วงอินฟราเรดใกล้ สำหรับการพัฒนาวัสดุประหยัดพลังงานระดับต้นแบบ โดยโครงการฯ ประกอบด้วยกิจกรรม สำรวจสีในท้องตลาด ทดสอบสมบัติทางแสงของสี ทดลองสังเคราะห์สี ทดลองขยายปริมาณการผลิตสีระดับต้นแบบ และทดลองใช้สีในการผลิตวัสดุประหยัดพลังงานระดับต้นแบบ

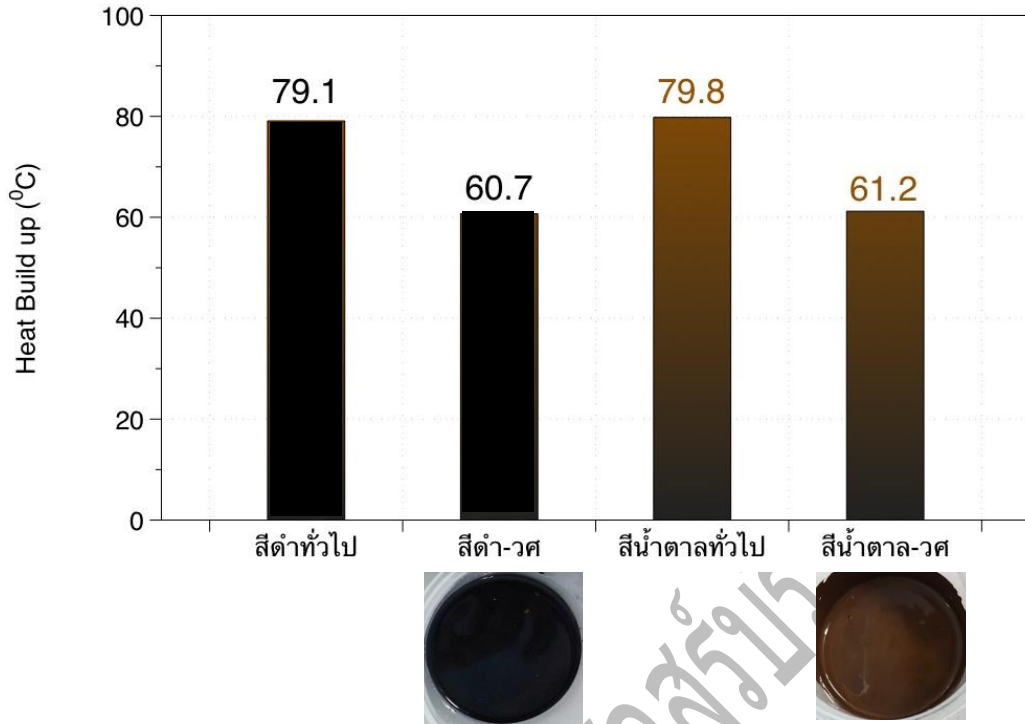
ผลการสุ่มสำรวจสีเซรามิกที่ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกในท้องตลาดปัจจุบัน พบว่าสีเซรามิกดังกล่าวมีสมบัติการสะท้อนแสงในช่วงอินฟราเรดใกล้อยู่ในระดับแตกต่างกัน แนวโน้มสมบัติดังกล่าวคือสีอ่อนมีค่าค่อนข้างสูง เช่น สีเหลืองมีค่า TSR กว่าร้อยละ ๕๘ และสีเข้มมีค่าต่ำ เช่น สีน้ำตาลมีค่า TSR เพียงเกือบร้อยละ ๒๐ (ตารางที่ ๑) แสดงให้เห็นว่าสีเซรามิกบางสีที่ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกในปัจจุบันมีศักยภาพในการนำมาใช้ในการผลิตสีทาหลังคาหรืออาคารได้

ตารางที่ ๑ สมบัติการสะท้อนแสงในช่วงอินฟราเรดใกล้ของสีเซรามิกที่ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิก

สี	สมบัติการสะท้อนแสง (ร้อยละ), ASTM E903-12			
	UV	Vis	NIR	TSR
ดำ1	4.74	4.64	21.06	14.19
ดำ2	2.88	3.34	4.74	4.14
น้ำเงิน1	30.5	23.14	45.11	36.13
น้ำเงิน2	2.75	6.03	41.23	26.4

สี	สมบัติการสะท้อนแสง (ร้อยละ), ASTM E903-12			
	UV	Vis	NIR	TSR
น้ำตาล1	3.15	6.26	29.7	19.79
น้ำตาล2	2.88	2.98	3.82	3.46
น้ำตาล3	2.85	3.77	5.52	4.76
แดง1	2.84	13.58	44.99	31.53
แดง2	3.61	11.05	27.8	20.57
เหลือง1	5.98	45.81	68.91	58.08
เหลือง2	3.24	27.95	51.42	40.87
เหลือง3	3.42	25.4	47.1	37.38
เหลือง4	2.83	26.37	51.25	40.15
เหลือง5	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) เป็นผลสำเร็จระดับต้นแบบที่มีการทดลองขยายการผลิตระดับห้องปฏิบัติการสู่การผลิตในโรงงานผลิตเซรามิกที่ร่วมโครงการ รวมถึงการทดลองเดิมสีในสีทาอาคารและทดสอบสมบัติสีทาในห้องปฏิบัติการของโรงงานผลิตสีทาอาคารที่ร่วมโครงการ ผลการทดสอบ Heat buildup (ASTM D4803-97) พบว่าการใช้สีเซรามิกสังเคราะห์ระดับต้นแบบทำให้อุณหภูมิลดลงกว่าสีปกติ ๑๘°C ซึ่งใกล้เคียงกับสีที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ผลการทดลองผลิตสีเซรามิกสังเคราะห์ระดับต้นแบบนี้ เป็นผลงานนวัตกรรมของประเทศที่แสดงให้เห็นศักยภาพของเทคโนโลยีที่สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดสู่การผลิตจริงต่อไป



ภาพที่ ๒ แสดงผลการวัดค่าการสะสมอุณหภูมิของสีปกติทั่วไป และสีจากผลงานวิจัยของกรมวิทยาศาสตร์บริการ

เมื่อวันที่ ๑๗ สิงหาคม ๒๕๖๑ ดร.ลดา พันธุ์สุขุมธนา ผู้อำนวยการสำนักทดสอบและศูนย์สารสนเทศ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ เปิดสัมมนา “การวิจัยและพัฒนาเพื่ออุตสาหกรรมเซรามิก: การผลิตสีเซรามิกที่มีคุณสมบัติเพิ่มการสะท้อนแสงในช่วงอินฟราเรดใกล้” เป้าหมายเผยแพร่ผลงานวิจัยการผลิตสีเซรามิกที่มีคุณสมบัติเพิ่มการสะท้อนแสงในช่วงอินฟราเรดใกล้ เน้นกระตุ้นการพัฒนาสีทาหลังคาและอาคาร ที่มีสมบัติสามารถสะท้อนแสงในช่วงที่ให้ความร้อนได้สูงขึ้น ช่วยในการลดอุณหภูมิของอาคารเพิ่มมากขึ้น โดยมีผู้สนใจเข้าร่วมสัมมนาฯ เป็นผู้ประกอบการที่ผลิตเซรามิกและสี หน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และสถาบันศึกษา จำนวนกว่า ๘๐ คน ณ ห้อง ๓๒๐ ชั้น ๓ อาคาร สถานศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ซึ่งการจัดสัมมนาเป็นโอกาสสำคัญในการเผยแพร่ผลงานวิจัยที่คาดหวังให้เกิดประโยชน์เพิ่มศักยภาพการผลิตสีเซรามิกให้ผู้ประกอบการไทย กระตุ้นการผลิตวัสดุประหยัดพลังงานภายในประเทศ ลดการนำเข้าสีจากต่างประเทศ โดยได้รับเกียรติจาก บริษัท เบเยอร์ จำกัด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ และนักวิทยาศาสตร์ของกรมวิทยาศาสตร์บริการ มาเป็นวิทยากรในการสัมมนาครั้งนี้ด้วย

ตารางที่ ๒ แสดงโปรแกรมสัมมนา “การวิจัยและพัฒนาเพื่ออุตสาหกรรมเซรามิก: การผลิตสีเซรามิกที่มีคุณสมบัติเพิ่มการสะท้อนแสงในช่วงอินฟราเรดใกล้”

หัวข้อบรรยาย	วิทยากร
1. การวิจัยและพัฒนาเพื่ออุตสาหกรรมเซรามิก : การผลิตสีเซรามิกที่มีคุณสมบัติเพิ่มการสะท้อนแสงในช่วงอินฟราเรดใกล้	ดร.ลดา พันธุ์สุขุมธนา กรมวิทยาศาสตร์บริการ
2. สีกับสมบัติพิเศษในยุคปัจจุบัน	ดร วรวัฒน์ ชัยยศบูรณะ บริษัท เบเยอร์ จำกัด

หัวข้อบรรยาย	วิทยากร
3. บทบาทของสีต่อการประหยัดพลังงานในอาคาร	ดร.พัฒนา รักความสุข มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
4. สารสนเทศเชิงวิเคราะห์ แผนที่เทคโนโลยี กรณีตัวอย่างเทคโนโลยีที่มีสมบัติการสะท้อนแสงในช่วงอินฟราเรดใกล้	นางสาวกัญญากานต์ ต่วนชื่น กรมวิทยาศาสตร์บริการ
5. เทคนิคการทดสอบสมบัติการสะท้อนแสงในช่วงอินฟราเรดใกล้	ดร.กนิษฐ ตะปะสา กรมวิทยาศาสตร์บริการ
6. การสังเคราะห์ผงสีสะท้อนรังสีอาทิตย์	ดร.สิทธิสุนทร สุโพธิณะ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
7. กรณีศึกษา; เทคโนโลยีการผลิตสีที่มีสมบัติการสะท้อนแสงในช่วงอินฟราเรดใกล้	นางสาวกรองกาญจน์ ศิริบุญวัฒนา กรมวิทยาศาสตร์บริการ