



Achieving Antimicrobial Protection in Coatings

Tian Lan, M.S., Duane Centola and Brian Aylward

ความสำเร็จของการปกป้องผลิตภัณฑ์ด้วยคุณสมบัติต่อต้านเชื้อโรคในการเคลือบพื้นผิว

เทียน แลน, เอ็ม. เอส., ดูแอน เซนโตลา, และ ไบรอัน อีลเวิร์ด

สาระสำคัญ

ปัจจุบัน มีสารปรุงแต่งมากมายที่สามารถผสมเข้ากับการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์สี ซึ่งมีคุณสมบัติในการปกป้องเนื้อฟิล์มของสีที่แห้งแล้วได้เป็นอย่างดีจากแบคทีเรียและเชื้อราทั่วไป ที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายหรือทำลายความสวยงามของเนื้อฟิล์มของผลิตภัณฑ์สี

การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์สีจะต้องมีการเติมสารชีวฆาตตามมาตรฐานอุตสาหกรรม เพื่อการรักษาคุณภาพและความคงตัวของเนื้อสีในกระป๋อง อย่างไรก็ตาม การรักษาคุณภาพของสีในกระป๋องไม่จำเป็นว่าจะต้องมีคุณสมบัติการปกป้องเนื้อฟิล์มของสีที่แห้งแล้ว เนื่องจากพลศาสตร์การปกป้องเชื้อโรคของเนื้อสีจะเปลี่ยนแปลงไปเมื่อเนื้อฟิล์มสีเกิดการแห้งตัว นอกจากนี้ ข้อบังคับและระเบียบของอีพีเอ็มอี ข้อบังคับในเรื่องชนิดของสารต่อต้านเชื้อโรคที่สามารถใช้ได้กับการปกป้องเนื้อฟิล์มของสีที่แห้งแล้ว และกล่าวอ้างว่าสามารถใช้ได้ผลจริงจากการใช้สารต่อต้านเชื้อโรคเหล่านี้

ดังนั้น การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์สีที่มีคุณสมบัติการปกป้องเนื้อฟิล์มของสีที่แห้งแล้วได้เป็นระยะเวลานานจึงถือเป็นสิ่งที่ท้าทาย สำหรับสีทาภายนอกอาคารนั้น ตัวแปรต่าง ๆ อาทิ ทิศทางของพื้นผิวที่ทาสี ล้วนก่อให้เกิดผลกระทบที่แตกต่างกันอย่างมากจากการที่สีจะถูกทำลายโดยสาหร่ายและเชื้อเห็ดรา ด้วยตัวแปรที่กล่าวมา ร่วมกับตัวแปรด้านสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศที่หลากหลายที่ผลิตภัณฑ์สีต้องเผชิญ ล้วนเพิ่มปัญหาให้แก่บรรดาผู้ผลิตในการรับประกันประสิทธิภาพและความทนทานของผลิตภัณฑ์สี ส่วนผลิตภัณฑ์สีทาภายในอาคารจะเผชิญกับความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมที่น้อยกว่า ทั้งการเปลี่ยนแปลงของระดับความชื้น อุณหภูมิ ความสะอาด (ซึ่งก็คือระดับของการสัมผัสกับจุลินทรีย์ต่าง ๆ) ความเก่าแก่ของสิ่งก่อสร้าง และชนิดของสารเคมีที่ทาบนพื้นผิวก่อนผลิตภัณฑ์สี ซึ่งอาจส่งผลต่อการยึดเกาะของเนื้อฟิล์มของสีได้

ทุกวันนี้มีมาตรฐานการทดสอบในห้องทดลองมากมายที่สามารถนำมาใช้ประเมินประสิทธิภาพการต่อต้านเชื้อราและการต่อต้านแบคทีเรียของเนื้อฟิล์มของสีที่แห้งแล้ว หากยังเป็นการประเมินปัญหาด้านจุลินทรีย์ในระดับมาตรฐานภายใต้สภาวะที่คาดการณ์ได้และสามารถเกิดขึ้นซ้ำได้เท่านั้น ซึ่งในบรรดากระบวนการต่าง ๆ นั้นมีจำนวนมากที่ถูกกำหนดขึ้นตอนโดยนักออกแบบ สถาปนิก หรือองค์กรด้านการกำหนด

มาตรฐานต่าง ๆ หากนับเป็นเรื่องสำคัญมากที่ต้องตระหนักถึงแง่มุมเฉพาะด้านเกี่ยวกับประสิทธิภาพการต่อต้านเชื้อโรคที่พวกเขาต้องการประเมิน ยกตัวอย่างเช่น ในกระบวนการทดสอบการต่อต้านเชื้อราวิธีหนึ่ง เช่น มาตรฐาน ASTM G21 ตัวอย่างจะถูกจัดวางในแนวราบให้สัมผัสกับวุ้นเพาะเชื้อที่มีสารอาหารที่ไม่ดีและเพาะสปอร์เชื้อราบางชนิดลงไป ส่วนมาตรฐาน ASTM อีกรูปแบบหนึ่งนั่นคือ D3273 จะวางตัวอย่างให้สัมผัสกับสปอร์ของเชื้อราทางอากาศ โดยการแขวนตัวอย่างในแนวตั้งเหนือกระบะดินเพาะเชื้อที่อยู่ภายในห้องที่อุ่นและชื้น การทดสอบเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติการต่อต้านเชื้อราของการเคลือบพื้นผิวด้วยฟิล์มและฟิล์มของสีที่แห้งแล้วในแนวทางที่มีความแตกต่างกันอย่างมาก ดังนั้น นักพัฒนาสูตรสารเคลือบพื้นผิวจึงจำเป็นต้องใส่ใจอย่างมากในการคัดเลือกมาตรฐานการทดสอบที่สัมพันธ์กับรูปแบบการใช้งานผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคของตนเอง

เมื่อประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการต่อต้านเชื้อโรคถูกรับรองภายใต้สภาวะของห้องทดลองตามมาตรฐาน การประเมินคุณภาพของสูตรต้นแบบผลิตภัณฑ์ภายใต้สภาวะของ “โลกแห่งความจริง” จึงถูกปฏิบัติกันในวงจำกัดเท่านั้น สำหรับผลิตภัณฑ์สีทาภายนอก ยังปรากฏมาตรฐาน ASTM บางรูปแบบที่ครอบคลุมถึงการสัมผัสสภาพแวดล้อมภายนอกที่เกิดจากการคาดการณ์เมื่อใช้งานจริง โดยปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ ทั้งมุมเอียงตามแนวราบของพื้นผิว ระดับการควบแน่นของพื้นผิว ระดับของเงาที่บดบัง ผ่นกรวด และมลภาวะ ได้ถูกนำมาพิจารณาในวิธีการกำหนดมาตรฐานนี้ด้วย

การศึกษาในห้องทดลอง

ประสบการณ์ด้านเทคโนโลยีการเคลือบพื้นผิวและการใช้แผ่นฟิล์มอันยาวนานของไมโครแบน ทำให้บริษัทมีโซลูชันการต่อต้านเชื้อโรคสำหรับใช้กับผลิตภัณฑ์สีที่หลากหลาย เพื่อสร้างประสิทธิภาพการต่อต้านเชื้อโรคแก่เนื้อฟิล์มของสีที่แห้งแล้วภายใต้ข้อกำหนดด้านการปฏิบัติงานของอีพีเอ การร่วมมือกันระหว่างไมโครแบนกับบริษัทซัพพลายเออร์ผลิตภัณฑ์สีระดับโลกเมื่อไม่นานมานี้ได้ถูกดำเนินการขึ้นเพื่อตรวจสอบกลุ่มผลิตภัณฑ์ไมโครแบนจำนวนหลายรายการในเรื่องประสิทธิภาพการต่อต้านเชื้อโรคของเนื้อฟิล์มที่แห้งแล้วของผลิตภัณฑ์สีทาภายในอาคาร โดยมีผลิตภัณฑ์ต่อต้านเชื้อโรคประเภทต่าง ๆ กว่า 12 รุ่นที่ถูกเพิ่มเข้าไปในกลุ่มผลิตภัณฑ์สีอะคริลิกสำหรับทาภายในอาคาร ตารางที่ 1 แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มผลิตภัณฑ์ต่อต้านเชื้อโรคเข้าไปในกลุ่มผลิตภัณฑ์พื้นฐาน

ตารางที่ 1 ร้อยละของการเพิ่มผลิตภัณฑ์ต่อต้านเชื้อโรคของไมโครแบนในตัวอย่างสีอะคริลิก

ตัวอย่างสี #	สาร AF ของไมโครแบน (% น้ำหนักของสี)	สาร ZPTech® ของไมโครแบน (% น้ำหนักของสี)	สาร Silvershield® ของไมโครแบน (% น้ำหนักของสี)
1 (ตัวอย่างควบคุมที่ไม่ผ่านกระบวนการ)			
ส่วนผสม 2	0.13%	0.4%	
ส่วนผสม 3	0.26%	0.8%	
ส่วนผสม 4		0.4%	
ส่วนผสม 5		0.8%	
ส่วนผสม 6		0.4%	0.7%
ส่วนผสม 7		0.8%	1.4%
ส่วนผสม 8		0.4%	
ส่วนผสม 9		0.8%	
ส่วนผสม 10	.075%	0.25%	

ส่วนผสม 11		0.25%	
ส่วนผสม 12		0.25%	0.35%
ส่วนผสม 13		0.25%	

ตัวอย่างของการทดสอบการต่อต้านเชื้อโรคตามมาตรฐาน JIS Z2801 คือฟิล์มที่ทำด้วยมือหนา 3 มิลซึ่งแห้งแล้วบนสารตั้งต้นที่เป็นโพลีเอสเตอร์ ส่วนตัวอย่างของมาตรฐาน ASTM D3273 (ต่อต้านเชื้อรา) คือฟิล์มเนื้อสีที่แห้งแล้วทาบพื้นผิวแบบเปิดโล่งทุกด้านของแผ่นไม้ขนาด 3.75 x 3.75 ซม.

นอกจากนี้ เพื่อการจำลองการทำความสะอาดสัปดาห์ภายในอาคาร ตัวอย่างฟิล์มชนิดเดียวกันได้ถูกนำมาทดสอบประสิทธิภาพการต่อต้านเชื้อโรคด้วยการแช่นาน 10 นาทีและการขัดถูด้วยสารซักฟอกเจือจางในน้ำ 25% หลังจากนั้น ตัวเหล่านี้จะถูกล้างด้วยน้ำและปล่อยให้แห้ง 24 ชั่วโมงก่อนนำมาทดสอบประสิทธิภาพการต่อต้านเชื้อโรค เพื่อจัดคุณสมบัติการต่อต้านเชื้อโรคของสารซักฟอกที่อาจยังหลงเหลืออยู่

ผลการทดสอบการต่อต้านเชื้อโรคทั้งก่อนและหลังการทำความสะอาดถูกแสดงไว้ในตารางที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ผลลัพธ์เหล่านี้แสดงให้เห็นว่าสูตรผลิตภัณฑ์สีทุกชนิดที่มีสารปรุงแต่งไมโครแบนสามารถยับยั้งทั้งจุลชีพแกรมลบ (สายพันธุ์ *Klebsiella pneumonia*) และจุลชีพแกรมบวก (สายพันธุ์ *Staphylococcus aureus*) ทั้งก่อนและหลังการทำความสะอาด ส่วนตัวอย่างผลิตภัณฑ์สีที่ไม่มีสารปรุงแต่งแสดงให้เห็นว่าไม่มีการลดจำนวนของจุลชีพทั้งสองแบบอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบตามมาตรฐาน JIS 2801 (ร้อยละของการลดจำนวน) กับเนื้อฟิล์มของผลิตภัณฑ์สีก่อนการทำความสะอาดด้วยสารซักฟอก

สูตรผลิตภัณฑ์สี#	<i>Klebsiella pneumonia</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
1 ผลิตภัณฑ์สีที่ไม่มีสารปรุงแต่งไมโครแบน	ไม่มีการลดจำนวน	ไม่มีการลดจำนวน
ส่วนผสม 2 ถึง 13	≥99.9%	≥99.9%

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบตามมาตรฐาน JIS 2801 (ร้อยละของการลดจำนวน) กับเนื้อฟิล์มของผลิตภัณฑ์สีหลังการทำความสะอาดด้วยสารซักฟอก

สูตรผลิตภัณฑ์สี#	<i>Klebsiella pneumonia</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
1 ผลิตภัณฑ์สีที่ไม่มีสารปรุงแต่งไมโครแบน	ไม่มีการลดจำนวน	65%
ส่วนผสม 2 ถึง 13	≥99.9%	≥99.9%

ตารางที่ 4 แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมของเชื้อราบนตัวอย่างผลิตภัณฑ์สีทั้งก่อนและหลังการทำความสะอาด (ตามมาตรฐาน ASTM D3273) โดยจะเป็นการรายงานการปกคลุมของเชื้อราบนตัวอย่างการทดลองตั้งแต่ระดับ 0 (ความเสียหายจากเชื้อราทั้งหมด) ไปจนถึงระดับ 10 (การไม่ปรากฏความเสียหายจากเชื้อราทั้งหมด) โดยไม่มีการตรวจพบการเติบโตของเชื้อราบนแผ่นไม้ที่เคลือบด้วยผลิตภัณฑ์สีที่ผ่านกระบวนการของไมโครแบน ส่วนแผ่นไม้ที่เคลือบด้วยผลิตภัณฑ์สีที่ไม่ผ่านกระบวนการของไมโครแบน มีการตรวจพบการปกคลุมของเห็ดราอย่างมีนัยสำคัญ โดยข้อมูลการเคลือบด้วยผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการและไม่ผ่านกระบวนการต่อต้านเชื้อโรคของไมโครแบน แสดงไว้ในรูปที่ 1

ตารางที่ 4 ผลการทดลองตามมาตรฐาน ASTM D3273 ของตัวอย่างผลิตภัณฑ์สีทั้งก่อนและหลังการทำความสะอาด

สูตรผลิตภัณฑ์#	การจัดลำดับมาตรฐาน D3273
ตัวอย่างควบคุมที่ไม่ใส่สารปรุงแต่ง	2
ก่อนการทำความสะอาด	
ส่วนผสม 2 ถึง 13	สะอาดทั้งหมด: 10
หลังการทำความสะอาด	
ส่วนผสม 2 ถึง 13	สะอาดทั้งหมด: 10



ฟิล์มเนื้อสีที่ได้รับการปกป้อง
ด้วยไมโครแบน

ฟิล์มเนื้อสีที่ไม่ได้รับการปกป้อง
ด้วยไมโครแบน

รูปที่ 1 การเปรียบเทียบการเคลือบด้วยผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการและไม่ผ่านกระบวนการต่อต้านเชื้อโรคของไมโครแบน