

สารพอกสีเขียว

น้ำยางธรรมชาติมีองค์ประกอบทั้งที่เป็นยางและไม่ใช่น้ำยาง ซึ่งน้ำยางธรรมชาติแต่ละพันธุ์จะมีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน องค์ประกอบในน้ำยางที่ทำให้ยางเกิดสีคล้ำ ได้แก่ สารประกอบพอลิฟีนอล คาโรทีนอยด์ เอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส เป็นต้น ดังนั้นเมื่อนำน้ำยางมาผลิตยางแห้งก็อาจส่งผลให้ยางแห้งมีสีคล้ำ ซึ่งถือว่าเป็นปัญหาหนึ่งของอุตสาหกรรมยางที่ต้องการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีสีอ่อนหรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องการสีสัน เช่น ลูกโป่ง ลูกบอลยาง ขอบรองเท้า อุปกรณ์กีฬา อุปกรณ์ทางการแพทย์ เช่น พลาสเตอร์ยา



ตารางที่ 1 ตัวอย่างสีของน้ำยางพันธุ์ต่างๆ

สีขาว	เหลืองอ่อน	เหลือง
AVROS 50,152,157	AVROS 256	AVROS 49
BD 5, Ch30, Gl 1	Ch26,32	PB25, 186,28/59,5/63,5/76,T207
LBC1320	GT1,Lun N	Rub 393, Sab24
PB23,86,28/83,T495	PB T 157, PB551	War 4
Pil. A 44, PR107, S	Pil.B84, Tjir 1	RRIM500,504,505,523,525,526, 527,529
Reko 9, Tjir 16, War 1	RRIM 501,506,508,509,510, 515,528	RRIM 601,604,605,607,608, 610,619,629,631
RRIM 502, 511, 512, 513, 524	RRIM 602,606,609,611,615,617 ,623,624,625,627,628,630,632	RRIM 700
RRIM 600,603,612,613,614,618 620,621,622,626,633,635,636	-	-
RRIM 701, 702, 703,704,705,706,707	-	-

ตารางที่ 2 สัดส่วนขององค์ประกอบในน้ำยางสด

องค์ประกอบ	สัดส่วน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (ส่วนที่เป็นเนื้อยางและไม่ใช่น้ำยาง)*	36
สารประเภทโปรตีน	1-1.5
สารประเภทเรซิน	1-.25
เถ้า	สูงถึง 1
น้ำตาล	1
น้ำ (ปริมาณที่รวมกับสารอื่นเป็น 100)	

หมายเหตุ: *ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำยางสด มีส่วนที่เป็นเนื้อยางแห้ง (dry rubber) ประมาณ 33% ส่วนที่ไม่ใช่น้ำยาง (non-rubber) 3%

ปฏิกิริยาที่ทำให้ยางเกิดสีคล้ำ

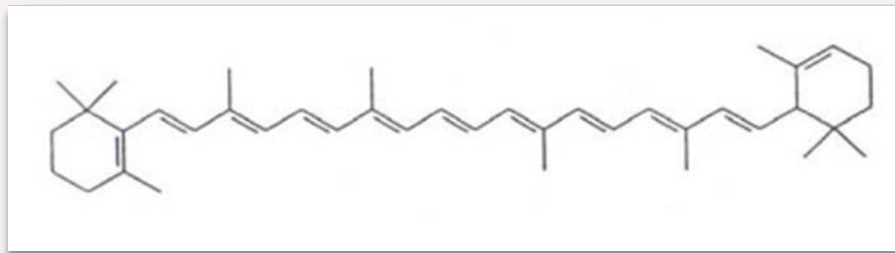
ปฏิกิริยาที่มีเอนไซม์

ปฏิกิริยานี้เกิดจากสารในกลุ่มมอโนฟอนิก (monophonic) ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ โดยมีเอนไซม์ พอลิฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase) เป็นตัวเร่งให้เกิดออกซิเดชัน เกิดเป็นสารออร์โทควิโนน (o-quinone) ซึ่งสารควิโนนที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยากับสารประกอบฟีนอลิก (phenolic) หรือทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนหรือโปรตีน ทำให้เกิดสารสีขึ้น ทำให้ยางมีสีคล้ำ สามารถแก้ไขโดยใช้สารยับยั้ง (inhibitor) เอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส เช่น 4-hexylresocinol ส่วนวิธีการลดสารฟีนอลโดยวิธีการดูดซับฟีนอลด้วยการใช้เบนทอนต์ดัดแปร (modified bentonite) หรือเคลย์ดัดแปร (modified clay) ตามรายงานผลการวิจัยการใช้เบนทอนต์ที่ใช้เป็นสารดูดซับที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยกรดไนตริกหรือการปรับสภาพผิวด้วยเฮกซะเดกซิลไตรเมทิลแอมโมเนียมโบรไมด์ (HDTMA) ของยุสุรี ในปี พ.ศ. 2555 พบว่า การใช้เบนทอนต์ที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยกรดไนตริกสามารถใช้เป็นสารดูดซับได้ ซึ่งสามารถช่วยลดความเข้มข้นของโปรตีนและพอลิฟีนอลที่เป็นสารสีในยางได้

ปฏิกิริยาที่ไม่มีเอนไซม์

ปฏิกิริยามอลลาร์ด (Maillard reaction) เป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากโปรตีนและกรดอะมิโนทำปฏิกิริยากับสารประกอบคาร์บอนิลจากน้ำตาล อัลดีไฮด์ หรือคีโตน ทำให้เกิดสารเมลานอยดิน (melanoidin) ที่ทำให้เกิดสีคล้ำ

สารสีที่พบในน้ำยางธรรมชาติ เช่น เบต้า-แคโรทีน (β -carotene) เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีโครงสร้างพันธะคู่แบบคอนจูเกต (conjugated double bonds) และเป็นโครงสร้างโมเลกุลที่ไม่อิ่มตัว จะถูกออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจนในอากาศ ทำให้ยางมีสีคล้ำได้



รูปที่ 1 สูตรโครงสร้างโมเลกุลของเบต้า-แคโรทีน

ดังนั้นวิธีการลดสียางหรือการเตรียมยางสีอ่อนสามารถทำได้ตั้งแต่กระบวนการเตรียมน้ำยางก่อนที่จะนำไปผลิตยางแท่งหรือยางแผ่น หรือการใช้สารเคมีเพื่อฟอกสียาง

สารเคมีที่นิยมใช้เป็นสารฟอกสี

1. โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (sodium metabisulfite; $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) มีลักษณะเป็นผงสีขาว มีสมบัติเป็นกรด สามารถทำลายแบคทีเรียได้บ้าง และทำลายเอนไซม์ที่ทำให้ยางมีสีคล้ำ

2. สารฟอกสี emulsion A ประกอบด้วย

- 32% xylyl mercaptan (active constituent)
- 4% Dupanol OS (emulsifying agent)
- 64% inert hydrocarbon solvent (carrier)

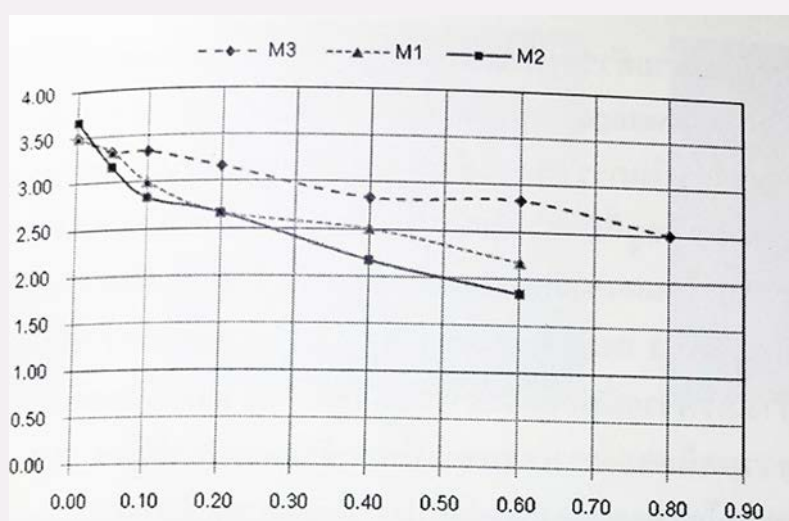
ซึ่ง xylyl mercaptan ทำปฏิกิริยากับยางที่มีสารสีเหลืองทำให้เกิดการฟอกสีขึ้น

3. สารในกลุ่มสารประกอบเมอร์แคปแทน จะทำหน้าที่เป็นสารแลกเปลี่ยนสายโซ่ (chain transfer agent)

โดยจะทำลายโครงสร้างพันธะคู่แบบคอนจูเกตของเบตาแคโรทีนให้สั้นลงด้วยการเกิดพอลิเมอร์แบบอนุมูลอิสระ (radical polymerization) ซึ่งหากพันธะคู่แบบคอนจูเกตต่อกันน้อยกว่า 8 พันธะ จะทำให้น้ำยางไม่มีสี แต่ข้อจำกัดของการฟอกสีน้ำยางด้วยเมอร์แคปแทนคือ อาจมีการตัดสายโซ่โมเลกุลยางร่วมด้วย ส่งผลให้ค่าความหนืดของยางลดลง

เนื่องจากสารฟอกสีที่ใช้ในประเทศต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้มีการวิจัยเพื่อพัฒนาสารฟอกสีทดแทนการนำเข้า โดยในปี พ.ศ. 2553 รศ.ดร. เจริญ นาคะสรรค์ และคณะ ได้ทำการศึกษาและพัฒนาสารฟอกสีชนิดใหม่ โดยศึกษาการใช้สารฟอกสีที่เตรียมขึ้น 5 สูตร ดังนี้ สูตร M1 สูตร M2 และสูตร M3 เป็นสูตรที่ใช้สารละลายเมอร์แคปแทน ซึ่งแต่ละสูตรมีโครงสร้างทางเคมีของเมอร์แคปแทนที่ต่างกัน สำหรับสูตร M1s และสูตร M2s เป็นสูตรที่มีสารผสมของสารละลายเมอร์แคปแทนกับสารลดแรงตึงผิว และคณะวิจัยได้ศึกษาการใช้สารฟอกสีในการผลิตยางเครพขาวพบว่า สารฟอกสีสูตร M2 ที่มีสารเมอร์แคปแทนที่มีสูตรโครงสร้างที่ประกอบด้วยสารในกลุ่มอะโรมาติกไทออล สามารถฟอกสียางเครพขาวได้ดีกว่าสารฟอกสีสูตร M1 ที่มีสารเมอร์แคปแทนที่มีสูตรโครงสร้างที่ประกอบด้วยสารกลุ่มอะลิฟาติกไทออล แต่สำหรับสารฟอกสีสูตร M3 ซึ่งมีสารเมอร์แคปแทนที่มีสูตรโครงสร้างเป็นวงแหวนคล้ายสูตร M1 แต่สารฟอกสีของสารละลายสูตร M3 มีสีเหลืองใสจึงส่งผลให้ค่าสีเฉลี่ยของยางเครพขาวสูง (ดังรูปที่ 2) ซึ่งค่าสีเฉลี่ยตามมาตรฐานยางไทยจะต้องมีค่าน้อยกว่า 3 ดังนั้น ปริมาณสารฟอกสีสูตร M1 สูตร M2 และสูตร M3 ที่ใช้ คือ 0.4, 0.27 และ 0.8 กรัมตามลำดับ จะให้ค่าสีเฉลี่ยที่ 2.5 และเมื่อเติมสารฟอกสีในปริมาณเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ยางเครพขาวมีค่าสีเฉลี่ยลดลง

ค่าสีเฉลี่ย (Lovibond units)



ปริมาณสารฟอกสี (กรัม)

รูปที่ 2 ค่าสีเฉลี่ยของยางเครพขาวที่ฟอกสีด้วยสารฟอกสีทดแทน สูตร M1 สูตร M2 และสูตร M3

เมื่อศึกษาค่าความหนืดมูนนี้ที่ได้ทำการเปรียบเทียบระหว่างยางเครพที่ไม่ได้ใช้สารฟอกสีกับยางเครพที่ใช้สารฟอกสีสูตร M1 และสูตร M2 พบว่า การเติมสารฟอกสีในปริมาณที่สูงขึ้นทำให้ค่าความหนืดมูนนี้เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย กล่าวคือ ยางเครพสูตรที่ใช้สารฟอกสีสูตร M2 มีค่าความหนืดมูนนี้ลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับยางเครพที่ไม่ได้ใช้สารฟอกสี แสดงให้เห็นว่าสารเมอร์แคปแทนในสารฟอกสีสูตร M2 มีผลต่อการตัดสายโซ่โมเลกุลของยางด้วย สำหรับยางเครพสูตรที่ใช้สารฟอกสีสูตร M1 มีค่าความหนืดมูนนี้เกือบคงที่เมื่อเทียบกับยางเครพที่ไม่ได้ใช้สารฟอกสี

ต่อมาคณะวิจัยได้ศึกษาการใช้สารลดแรงตึงผิวร่วมกับสารฟอกสี คือ สูตร M1s และสูตร M2s พบว่า ยางเครพสูตรที่ใช้สารลดแรงตึงผิวร่วมกับสารฟอกสีสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการฟอกสีและลดโอกาสในการตัดทอนสายโซ่ได้ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพยางเครพขาว (ทดสอบที่ปริมาณเนื้อยางแห้ง 15.3 กิโลกรัม)

ชนิดของสารฟอกสี	ค่าความอ่อนตัว		ค่าความหนืดมูนนี้เฉลี่ย	ค่าสีเฉลี่ย
	P ₀	% PRI		
ไม่เติมสารฟอกสี	36.5	98.6	59.5	2.5
สารฟอกสีนำเข้า	37.3	99.6	59.3	2.5
สารฟอกสีสูตร M1s	36.3	96.8	58.7	2.0
สารฟอกสีสูตร M2s	35.5	96.7	59.0	2.0

หมายเหตุ: ยางเครพขาวที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพใช้น้ำยางสดพันธุ์ RRIM 600

จากตารางที่ 2 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าความอ่อนตัวและค่าความหนืดมูนนี้ของยางเครพที่ไม่เติมสารฟอกสีกับยางเครพที่มีการเติมสารฟอกสี พบว่า ค่า P₀, % PRI และค่าความหนืดมูนนี้ของยางเครพที่ไม่เติมสารฟอกสีกับยางเครพที่เติมสารฟอกสี ค่าที่ได้ใกล้เคียงกัน สำหรับการวัดค่าสีเฉลี่ย พบว่า ยางเครพที่ฟอกสีด้วยสารฟอกสีสูตร M1s และสูตร M2s มีค่าสีเฉลี่ยลดลงเมื่อเทียบกับยางเครพที่ไม่เติมสารฟอกสีและยางเครพที่ใช้สารฟอกสีนำเข้า จากงานวิจัยดังกล่าวผู้วิจัยได้วิเคราะห์ราคาสารฟอกสีต่างๆ ต่อเนื้อยางแห้ง 100 กรัม ซึ่งระบุว่า สารฟอกสียางสูตร M1s มีราคา 111.39 บาท สูตร M2s มีราคา 94.72 บาท ซึ่งราคาถูกกว่าสารฟอกสีนำเข้าที่มีราคา 189.90 บาท ดังนั้นการใช้สารฟอกสีดังกล่าวเพื่อทดแทนสารฟอกสีนำเข้าสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตยางเครพขาวได้

แหล่งอ้างอิง

1. <http://www.krabi.doae.go.th>
2. วราภรณ์ ขจรไชยกูล. ยางธรรมชาติ: การผลิตและการใช้งาน. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพมหานคร, 2549
3. เจริญ นาคะสรรค์และคณะ. เอกสารการประชุมวิชาการยางพารา แห่งชาติ ครั้งที่ 4, 2555
4. ยุสรี หมดสะอึ. การลดสีคล้ำของยางธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2555

