

# พลาสติกไซเซอร์สำหรับอุตสาหกรรมยาง

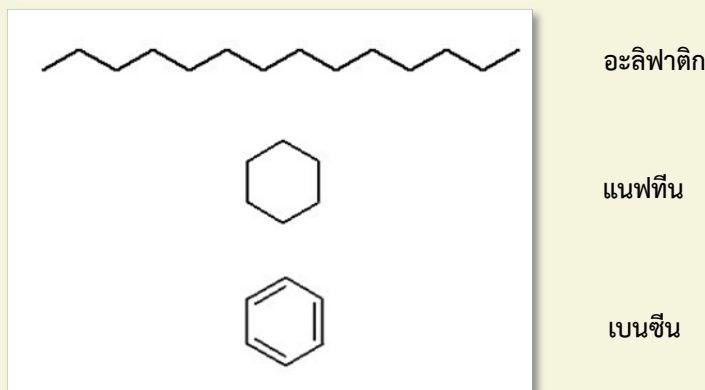
พลาสติกไซเซอร์ (plasticizers) คือ สารเติมแต่งที่ผสมในสูตรเคมียางเพื่อช่วยให้กระบวนการผลิตเป็นไปได้ง่ายขึ้น ลดความหนืดของยางคอมพาวด์ลง ช่วยในการกระจายตัวของสารตัวเติมในยางได้ดีขึ้น และช่วยปรับปรุงสมบัติความเหนียวติดกันของยางคอมพาวด์ ฯลฯ โดยทั่วไปแล้วพลาสติกไซเซอร์ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมยาง ได้แก่ น้ำมันมิเนอร์ล ซึ่งเป็นน้ำมันจากการกลั่นน้ำมันดิบที่ได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมี แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้



1. น้ำมันพาราฟินิก คือ น้ำมันที่มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นสารประกอบอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน สูตรโครงสร้างทั่วไป คือ  $C_nH_{2n+2}$
2. น้ำมันแนฟทาติก คือ น้ำมันที่มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นสารประกอบอะลิไซคลิกไฮโดรคาร์บอน (โครงสร้างเป็นวงแหวนปิดและพันธะเดี่ยว) สูตรโครงสร้างทั่วไป คือ  $C_nH_{2n}$
3. น้ำมันอะโรมาติก คือ น้ำมันที่มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีวงแหวนเบนซีนอย่างน้อย 1 หมู่ สูตรโครงสร้างทั่วไป คือ  $C_nH_n$

ตารางที่ 1 สัดส่วนองค์ประกอบที่มีอยู่ในน้ำมันแต่ละชนิด

ชนิดน้ำมัน	พาราฟินิก (%)	แนฟทาติก (%)	อะโรมาติก
พาราฟินิก	60-74	20-35	0-10
แนฟทาติก	34-45	30-45	10-30
อะโรมาติก	20-35	20-40	35-50



รูปที่ 1 ตัวอย่างโครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

ในการพิจารณาเลือกใช้น้ำมันให้เหมาะกับยางนั้น จะพิจารณาจากค่าดัชนีในการละลาย (solubility parameter) ของยางกับน้ำมันที่มีค่าใกล้เคียงกัน เพื่อให้สามารถผสมเข้ากันได้ดี ซึ่งถ้าหากน้ำมันไม่เข้ากันกับยางจะทำให้มีการซึมออกมาที่ผิวยาง ทำให้ยางเหนียวเยิ้ม ส่งผลให้สมบัติของยางด้อยลง นอกจากนี้ การใช้น้ำมันอาจต้องพิจารณาถึง

ผลิตภัณฑ์ที่จะทำการผลิตด้วย เช่น ถ้าต้องการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีสีควรเลือกใช้น้ำมันพาราฟินิก เนื่องจากน้ำมันพาราฟินิกเป็นน้ำมันที่มีสีจางกว่าน้ำมันชนิดอื่น (ดูตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ประกอบ)

ตารางที่ 2 ความเข้ากันได้ของน้ำมันและยางชนิดต่างๆ

ชนิดน้ำมัน	ชนิดยาง							
	NR	SBR	BR	NBR	CR	CSM	EPDM	IIR
พาราฟินิก	+	+	+	-	-	-	+	+
แนฟทินิก	+	+	+	0	0	0	+	0
อะโรมาติก	+	+	+	+	+	+	0	-

หมายเหตุ: + เข้ากันได้ 0 เข้ากันได้บางสถานะ - ไม่เข้ากัน

ตารางที่ 3 สมบัติทั่วไปของน้ำมันแต่ละชนิด

ชนิดน้ำมัน	ความหนาแน่น	ความเสถียร	สมบัติที่อุณหภูมิต่ำ	สี	การคงรูปด้วยเพอร์ออกไซด์
พาราฟินิก	ต่ำ	ดี	ดี	จาง	ดี
แนฟทานิก	↕	↕	↕	↕	↕
อะโรมาติก	สูง	ไม่ดี	ไม่ดี	เข้ม	ไม่ดี

นอกจากน้ำมันมีเนอรัลแล้ว ยังมีการใช้พลาสติกไซเซอรัลสังเคราะห์สำหรับยางประเภทที่ไม่สามารถเข้ากันหรือเข้ากับน้ำมันมีเนอรัลได้น้อย เช่น ยาง NBR และ ยาง CR พลาสติกไซเซอรัลกลุ่มนี้ช่วยให้การเติมสารตัวเติมผสมกับยางได้ดีขึ้น และทำให้ยางคงรูปมีสมบัติการกระด้างกระดอนและสมบัติการหักงอที่อุณหภูมิต่ำได้ดีขึ้น แต่มีการนำพลาสติกไซเซอรัลสังเคราะห์มาใช้ในอุตสาหกรรมยางค่อนข้างน้อยเนื่องจากมีราคาสูง

ประเภทของพลาสติกไซเซอรัลสังเคราะห์ ได้แก่

1. พลาสติกไซเซอรัลกลุ่มอีเทอร์ เช่น พอลิอีเทอร์ พอลิอีเทอร์โทอีอีเทอร์ นิยมใช้กับยาง NBR และ CR เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและปรับปรุงสมบัติการหักงอที่อุณหภูมิต่ำ
2. พลาสติกไซเซอรัลกลุ่มเอสเทอร์ เช่น ไดออกทิลอะทาเลต (DOP) ไดไอโซออกทิลอะทาเลต (DIOP) นิยมใช้กับยาง NBR และ CR
3. พลาสติกไซเซอรัลกลุ่มคลอรีเนตเตตไฮโดรคาร์บอน เช่น คลอรีเนตเตตพาราฟิน นิยมใช้ร่วมกับแอนติโมนีไตรออกไซด์เพื่อปรับปรุงสมบัติการติดไฟของยาง
4. ผลิตภัณฑ์ที่เป็นพอลิเมอร์เหลว เช่น ยางเหลว SBR BR NBR และ EPDM เหมาะสำหรับการใช้เป็นพลาสติกไซเซอรัลสำหรับยางชนิดเดียวกัน เช่น ยาง SBR เหลวใช้เป็นพลาสติกไซเซอรัลสำหรับยาง SBR

น้ำมันหรือสารพลาสติกไฮเซออร์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมยางที่เป็นน้ำมันมีเนอรัลซึ่งประกอบด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีโครงสร้างแบบวงแหวนอะโรมาติกส์หลายวง (polycyclic aromatic hydrocarbon; PAHs) ซึ่งสาร PAHs จัดเป็นสารก่อมะเร็งและก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ (mutation) ในสัตว์ทดลอง สหภาพยุโรปจึงได้ออกข้อกำหนด European directive 2005/69/EC ว่าด้วยการจำกัดการใช้สารอันตรายในกลุ่มสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีวงแหวนอะโรมาติกส์หลายวง (PAHs) ไม่ให้เกินปริมาณที่กำหนด (ดังตารางที่ 4) โดยกำหนดระดับสูงสุดของน้ำมันที่ใช้ในการผลิตยางล้อรถยนต์ไม่เกิน 10 mg/kg ข้อกำหนดดังกล่าวมีผลบังคับใช้ตั้งแต่ 1 มกราคม 2553

ตารางที่ 4 สาร PAHs ตามข้อกำหนด European directive 2005/69/EC

สารเคมี	ข้อกำหนด	
Benzo (a) pyrene; BaP	< 1 mg/kg	รวมกัน < 10 mg/kg (ppm)
Benzo (e) pyrene; BeP		
Benzo (a) anthracene; BeA		
Chrysen; CHR		
Benzo (b) fluoranthene ; BbFA		
Benzo (j) fluoranthene; BjFA		
Benzo (k) fluoranthene; BkFA		
Dibenzo (a,h) anthracene; DBAhA		

ดังนั้นน้ำมันที่จะนำมาใช้ในอุตสาหกรรมยางล้อจะต้องมีปริมาณ PAH ต่ำ (< 10 mg/kg) ผู้ผลิตยางล้อจึงต้องทำการหาน้ำมันชนิดใหม่เพื่อทดแทนน้ำมัน DAE (distillate aromatic extract) ที่มี PAHs สูง เช่น น้ำมัน TDAE (treated distillate aromatic extracted) น้ำมัน MES (mild extract solvated) น้ำมัน NAP (naphthenic oil) น้ำมัน RAE (residual aromatic extract) ซึ่งน้ำมันแต่ละชนิดมีปริมาณอะโรมาติกและน้ำหนักโมเลกุลที่แตกต่างกัน ส่งผลให้มีสมบัติต่างๆ เช่น ความต้านทานการหมุน การยึดเกาะถนนเปียก และอายุการใช้งานแตกต่างกันด้วย

ในปี ค.ศ. 2011 Jurgen และคณะ ได้ศึกษาสูตรดอกยางคอมพาวด์ที่ประกอบด้วย SSBR, NdBR, NR, ซิลิกา, ไซเลน และสารเคมีอื่นๆ ในปริมาณที่เท่ากันทุกสูตรแต่มีการใช้น้ำมันต่างชนิดกัน (แสดงสมบัติของน้ำมันชนิดต่างจากการทดสอบดังตารางที่ 5) โดยทำการผสมยางและสารเคมีแล้วทำการขึ้นรูปดอกยางคอมพาวด์ให้เป็นแผ่นสำหรับติดลงบนโครงยาง (carcass body) และทดสอบสมบัติความต้านทานการหมุน และประสิทธิภาพการเบรกในสภาพถนนเปียกและถนนแห้ง ผลการทดสอบแสดงดังรูปที่ 2-4

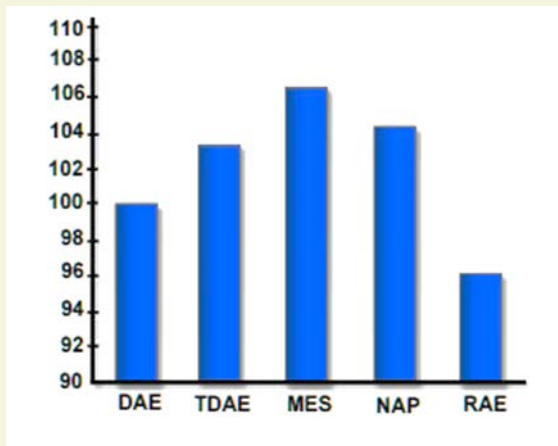
ตารางที่ 5 การทดสอบสมบัติของน้ำมันชนิดต่างๆ ที่ใช้สำหรับยางล้อ

สมบัติ	วิธีการทดสอบ	ชนิดน้ำมัน				
		DAE	MES	TDAE	RAE	NAP
ความหนาแน่น (Density 15°C) (kg/m <sup>3</sup> )	DIN51757	990	915	950	980	925
ดัชนีหักเห (Refractive index; nD 20°C)	DIN51423	1.56	1.51	1.53	1.55	1.51
ความหนืดจลน์ (Kinetic viscosity 100°C) (cSt)	DIN51562	26	16	19	60	19

สมบัติ	วิธีการทดสอบ	ชนิดน้ำมัน				
		DAE	MES	TDAE	RAE	NAP
จุดอะนิลีน (Aniline point) (°C)	DIN ISO 2977	41	97	68	69	96
Viscosity gravity constant; VGC	DIN51378	0.94	0.84	0.89	0.91	0.85
สัดส่วนคาร์บอน CA/CN/CP*	DIN51378	40/25/35	15/27/58	25/30/45	34/28/38	13/33/54
การสกัดด้วย DMSO	IP-346	22	<2.9	<2.9	(n.a)	<2.9
Benzo (a) pyrene (ppm)	GC-MS	17	<1	<1	<1	<1
8 critica PCAs (ppm)	GC-MS	320	<10	<10	<10	<10

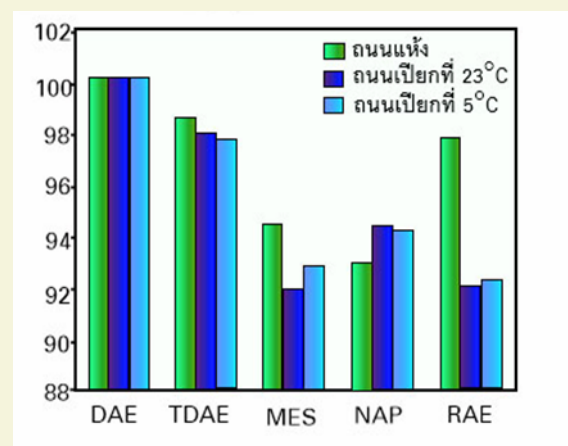
หมายเหตุ: \*สัดส่วนคาร์บอนอะโรมาติก/แนฟทีนิก/พาราฟินิก

ความต้านทานการหมุน (%)



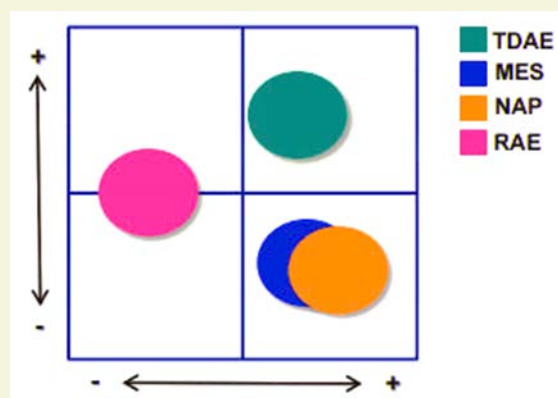
รูปที่ 2 ความต้านทานการหมุนเทียบกับการใช้น้ำมัน DAE

ประสิทธิภาพการเบรก (%)



รูปที่ 3 ประสิทธิภาพการเบรกในสภาพถนนแห้งและถนนเปียกเทียบกับการใช้น้ำมัน DAE

การยึดเกาะถนนบนพื้นเปียก



ความต้านทานการหมุน

รูปที่ 4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของพลาสติกไซเซอร์แต่ละชนิด

จากรูปที่ 2-4 เมื่อทดสอบสมบัติความต้านทานการหมุนและประสิทธิภาพการเบรกบนถนนแห้งและเปียกของ น้ำมันชนิดต่างๆ ในการทดสอบสมบัติความต้านทานการหมุน จากรูปที่ 2 พบว่า ยางล้อที่ใช้ น้ำมัน RAE มีค่าความต้านทานการหมุนต่ำกว่าน้ำมันชนิดอื่น แสดงให้เห็นว่ายางล้อที่ใช้ น้ำมัน RAE สามารถประหยัดน้ำมันได้ดีกว่ายางล้อที่ใช้ น้ำมันชนิดอื่น สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพการเบรก จากรูปที่ 3 พบว่า ยางล้อที่ใช้ น้ำมัน RAE และ น้ำมัน TDAE มีค่าประสิทธิภาพการเบรกในสภาพถนนแห้งสูงกว่าการใช้ น้ำมันชนิดอื่น แสดงให้เห็นว่ายางล้อที่ใช้ น้ำมัน ดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการยึดเกาะถนนที่ดีและมีความปลอดภัยสูง

### เอกสารอ้างอิง

1. พงษ์ธร แซ่ฮุย. สารเคมียาง. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2548
2. พรพรรณ นิธิอุทัย. สารเคมีสำหรับยาง. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 2528
3. ดารณี เจริญสุข. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียาง ปีที่ 3 ฉบับที่ 2, 2552
4. Jurgen Trimbach, Hanser&Rosenthal, 2011

