

# เทคโนโลยีการออกสูตรเคมียาง (Compounding Formulation)

การออกสูตรเคมียางให้เหมาะสมนั้นนับเป็นขั้นตอนแรกที่มีความสำคัญอย่างมากในการผลิตผลิตภัณฑ์ยาง เนื่องจากจะส่งผลต่อสมบัติหรือคุณภาพของผลิตภัณฑ์ยางดังกล่าว การออกสูตรเคมียางที่ดีนั้นต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับสมบัติและการใช้งานของยางแต่ละชนิดโดยละเอียด ต้องรู้หน้าที่กลไกการทำงานของสารเคมีต่างๆ ที่จะผสมลงไป ในยางเป็นอย่างดี รวมทั้งต้องมีความรู้เกี่ยวกับเครื่องจักรที่จะใช้ในการผสมและการแปรรูปด้วย

จุดประสงค์หลักของการออกสูตรเคมียาง ได้แก่

1. เพื่อให้สามารถขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ (processability)
2. เพื่อให้ผลิตภัณฑ์นั้นมีสมบัติตามที่ต้องการ (properties)
3. เพื่อควบคุมต้นทุน/ราคาตามที่ต้องการ (price)

โดยทั่วไปส่วนประกอบต่างๆ ในสูตรเคมียาง ประกอบด้วย

1. ยาง ไม่ว่าจะเป็นยางธรรมชาติ (natural rubber; NR) ยางสังเคราะห์ (synthetic rubber; SR) ยางผสม (blends) หรือยางเทอร์โมพลาสติก (thermoplastic elastomer; TPE)
2. ระบบสารวัลคาไนซ์ ได้แก่ สารวัลคาไนซ์ (vulcanizing agent) สารตัวเร่งปฏิกิริยา (accelerator) สารกระตุ้นปฏิกิริยา (activator)
3. สารตัวเติม (fillers) เช่น เขม่าดำ (carbon black) ซิลิกา (silica) แคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate) เคลย์ (clay) เป็นต้น
4. สารช่วยในการผลิต (processing aid)
5. สารป้องกันยางเสื่อม (antioxidant)
6. สี (pigment)
7. สารอื่นๆ (นอกเหนือไปจากข้างบน)

อย่างไรก็ดี ในแต่ละกลุ่ม อาจจะมีการใช้สารเคมีมากกว่าหนึ่งตัว เช่น สารตัวเร่งปฏิกิริยาอาจจะใช้สองตัวร่วมกัน หรือสีอาจใช้สามหรือสี่ชนิดรวมกัน เป็นต้น

## ตัวอย่างการออกสูตรเคมียาง

ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างการออกสูตรเคมียางที่มีการแปรปริมาณสารตัวเติมเขม่าดำร่วมกับแคลเซียมคาร์บอเนต โดยให้ยางที่ได้มีความแข็งประมาณ 70 IRHD แต่มีค่าความทนต่อแรงดึง (tensile strength) ต่างๆ กัน ดังแสดงในตารางที่ 1



ตารางที่ 1 สูตรเคมีและสมบัติของยางธรรมชาติที่แปรสัดส่วนระหว่างเขม่าดำกับแคลเซียมคาร์บอเนต [1]

สูตรเคมียาง (phr)	1	2	3	4	5	6	7	8
ยางแผ่นรมควันชั้น 1	100	100	100	100	100	100	100	100
เขม่าดำ เกรด N330	20	30	25	40	30	25	40	45
แคลเซียมคาร์บอเนต	300	300	250	200	200	150	100	50
น้ำมันช่วยแปรรูป	30	30	25	20	20	15	10	5
ซิงก์ออกไซด์	5	5	5	5	5	5	5	5
กรดสเตียริก	1	2	1	2	1	1	1	1
กำมะถัน	3	2.5	3	2.5	3	3	3	3
MTBS	1.5	-	1.5	-	1.5	1.5	1.5	1.5
CBS	-	1	-	1	-	-	-	-
DPG	0.1	-	0.1	-	0.1	0.1	0.1	0.1
<b>สมบัติ</b>								
ความหนืดมูนนี่ ที่ 100°C	48	49	48	46	52	54	60	69
มูนนี่สกอร์ช, 120°C (นาที)	10	23	11	22	10	9	7	7
คงรูปที่ 140°C, 30 นาที								
ความแข็ง (IRHD)	73	73	73	77	72	73	74	72
ความทนต่อแรงดึง (MPa)	4.7	5.0	5.5	6.7	7.2	8.4	11.0	16.0
การยืดตัว ณ จุดขาด (%)	405	400	390	330	390	365	345	365
การเสียรูปถาวรหลังกด (%)	34	44	28	41	25	26	23	25

หมายเหตุ:

MBTS = benzothiazyl disulfide

CBS = N-Cyclohexyl-2-benzothiazyl-sulfenamide

DPG = diphenylguanidine

จะเห็นได้ว่าการออกสูตรเคมียางเป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ในการที่จะให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติตามต้องการ การขึ้นรูปและต้นทุนที่เหมาะสม แต่อย่างไรก็ตามแม้ว่าเราจะสามารถออกสูตรเคมียางที่เหมาะสมได้แล้ว แต่เราจำเป็นต้องพิจารณาถึงปัจจัยอื่นๆ เช่น ต้องควบคุมกระบวนการวัลคาไนซ์ให้เหมาะสม มีฉนวนสมบัติทางกายภาพก็อาจจะเปลี่ยนไปได้เช่นกัน

### เอกสารอ้างอิง

1. พรพรรณ นิธิอุทัย, “เอกสารประกอบการอบรมเทคโนโลยียางระยะสั้น เรื่อง เทคนิคการออกสูตรยาง”, 29 เมษายน ถึง 1 พฤษภาคม 2535, โรงแรมเอเชีย กรุงเทพฯ
2. พงษ์ธร แซ่อู๋ และ ชาคิต สิริสิงห, “ยาง: กระบวนการผลิตและการทดสอบ”, ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, พิมพ์ครั้งที่ 1 มิถุนายน 2550.
3. วราภรณ์ ขจรไชยกูล, “ผลิตภัณฑ์ยาง: กระบวนการผลิตและเทคโนโลยี”, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, พิมพ์ครั้งที่ 2 กันยายน 2554.