

สารพอลิเมอร์และการใช้ประโยชน์

- 13.1 สารพอลิเมอร์
- 13.2 ประเภทของสารพอลิเมอร์
- 13.3 สมบัติทางกายภาพของสารพลาสติกพอลิเมอร์

บทนำ

สารพอลิเมอร์ (polymer) คือ โมเลกุลขนาดใหญ่มากประกอบด้วยอะตอมเป็นจำนวนหลายร้อยหลายพันอะตอม พอลิเมอร์ธรรมชาติเป็นพื้นฐานของขบวนการแห่งชีวิตทั้งหมด ตัวอย่างในธรรมชาติที่เป็นพอลิเมอร์ ได้แก่ ยางธรรมชาติ แป้ง โปรตีน และการดิวคลีอิก และตัวอย่างที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นได้แก่ พอลิสไตรีน (polystyrene) พอลิเอทิลีน (polyethylene) พอลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinylchloride) หรือที่รู้จักกันว่า พีวีซี (PVC) เป็นต้น

13.1 สารพอลิเมอร์

สารพอลิเมอร์หรือมาโครโมเลกุล (macromolecule) หมายถึงโมเลกุลขนาดใหญ่ ซึ่งประกอบด้วยหน่วยของโมเลกุลซ้ำกันมาต่อกันมากมายเป็นสายโซ่ยาว กรรมวิธีที่หน่วยย่อยต่างๆ มาต่อกันเรียกว่าการเกิดพอลิเมอร์ไรเซชัน (polymerization) สารพอลิเมอร์บางชนิดเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น เส้นใยธรรมชาติ แป้งและเซลลูโลส การแบ่งประเภทชนิดของพอลิเมอร์สามารถแบ่งตามกรรมวิธีการผลิต ได้แก่ วิธีการสังเคราะห์ชนิดของโมโนเมอร์ที่ใช้ และลักษณะโครงสร้างของโมเลกุลที่นำมาใช้งาน

Degree of polymerization (D.P) คือจำนวน repeating units ในสารพอลิเมอร์

น้ำหนักโมเลกุลพอลิเมอร์ทั้งหมด = น้ำหนักโมเลกุลต่อ 1 หน่วย x D.P

$D.P = \text{น้ำหนักโมเลกุลพอลิเมอร์ทั้งหมด} / \text{น้ำหนักโมเลกุลต่อ 1 หน่วย}$

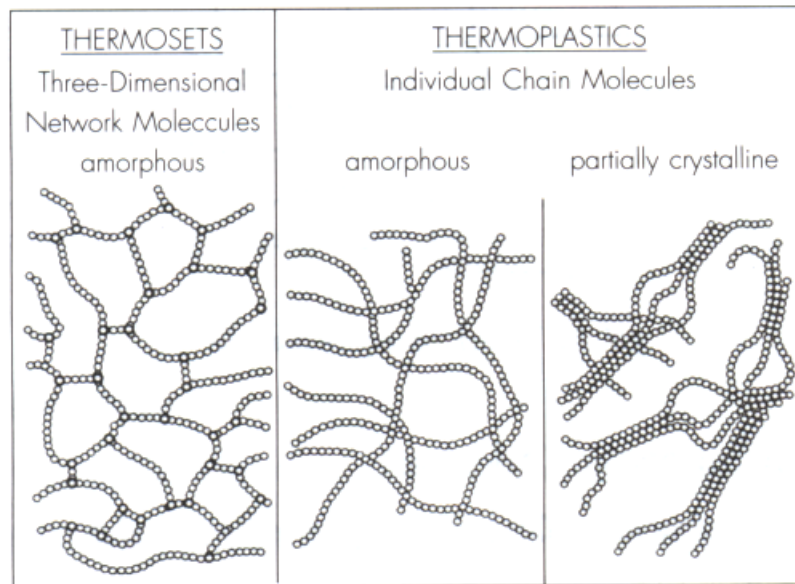
ตัวอย่าง สารเซลลูโลส มีน้ำหนักโมเลกุลพอลิเมอร์ทั้งหมด = 486,000 และมีน้ำหนักโมเลกุลต่อ 1 หน่วย ($C_6H_{12}O_6 = 72 + 10 + 80$) = 162 ดังนั้นสารเซลลูโลส มี $D.P = 486,000 / 162$ เท่ากับ 3000

13.1.1 ลักษณะสมบัติทางกายภาพของสารพอลิเมอร์

สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ เทอร์โมพลาสติก (thermoplastic) และเทอร์โมเซตติงพลาสติก (thermosetting plastic)

1. เทอร์โมพลาสติก เป็นสารพอลิเมอร์ที่ละลายได้ในตัวทำละลายบางชนิดเมื่อถูกความร้อนสามารถหลอมตัวได้และจะแข็งตัวเมื่อเย็นลงจึงสามารถนำมาหลอมใหม่ได้หลาย ๆ ครั้งโดยคุณสมบัติทางเคมีไม่เปลี่ยนไป เทอร์โมพลาสติกโดยมากประกอบด้วยพวก long chain carbon atoms ที่เกิดพันธะโควาเลนต์เข้าด้วยกัน บางครั้งอาจมีธาตุไนโตรเจน ออกซิเจนหรือกำมะถันเข้าไปเกิดพันธะโควาเลนต์ในโมเลกุล และระหว่างโมเลกุลต่อโมเลกุลจะเกิดพันธะทุติยภูมิ (secondary bonds) กันอีกด้วย สารเหล่านี้ได้แก่พวกพอลิเอทิลีน (polyethylene) และพอลีอะคริลิกแอซิด (polyacrylic acid) พีวีซี (PVC) ดังรูป 13.1

2. เทอร์โมเซตติงพลาสติก พอลิเมอร์นี้จะมีรูปทรงถาวรเมื่อผ่านกระบวนการผลิตโดยใช้ความร้อนหรือความดัน ผลผลิตที่ได้ไม่สามารถนำมาหลอมละลายได้อีกและไม่สามารถเปลี่ยนรูปร่างใหม่ได้ ถ้าให้ความร้อนมากๆ จะไหม้เกรียมและคุณสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนไปจากเดิม โดยส่วนใหญ่สารเทอร์โมเซตติงพลาสติกประกอบด้วยคาร์บอนอะตอมที่เกิดพันธะโควาเลนต์เข้าด้วยกันเป็นโครงข่ายได้เป็นของแข็งบางครั้งในโครงข่ายนั้นจะมีอะตอมของธาตุไนโตรเจน ออกซิเจน กำมะถัน หรืออะตอมอื่นๆ เข้าไปเกิดพันธะโควาเลนต์ร่วมด้วย สารพวกนี้ได้แก่ อีพอกซีเรซิน (epoxy resin) ฟีนอลิกเรซิน (phenolic resin) ยูเรีย-ฟอรัมาลดีไฮด์เรซิน (urea formaldehyde resin) เมลามีนฟอรัมาลดีไฮด์เรซิน (melamine formaldehyde resin) ดังรูป 13.1



รูปที่ 13.1 ความแตกต่างโครงสร้างโมเลกุลของเทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซตติ้งพลาสติก

13.1.2 ลักษณะการจัดตัวของสารพอลิเมอร์

สามารถแบ่งตามชนิดของการเกิด การจัดตัวของสารโมโนเมอร์และตามชนิดของโครงสร้างโมเลกุล

1. แบ่งตามชนิดการเกิดสารพอลิเมอร์ สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภทดังนี้

พอลิเมอร์ธรรมชาติ เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น โปรตีน ไขมัน เซลลูโลสและยางธรรมชาติ

พอลิเมอร์สังเคราะห์ เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากการสังเคราะห์เพื่อใช้ประโยชน์ต่าง ๆ เช่น พลาสติก ไนลอน ดาครอน และลูไซต์

2. แบ่งชนิดการจัดตัวของสารโมโนเมอร์

โฮโมพอลิเมอร์ (Homopolymers) เป็นพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยโมโนเมอร์ชนิดเดียวกัน คือในสารโซ่โมเลกุลจะเป็น A-A-A-A-A เช่น แป้ง พอลิเอทิลีน หรือ PVC

โคพอลิเมอร์ (Copolymers) เป็นพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยโมโนเมอร์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เช่น โปรตีน พอลิเอสเทอร์ กรณีของโคพอลิเมอร์ที่มาจากโมโนเมอร์ 2 ชนิด สามารถแบ่งได้ตามลักษณะการจัดเรียงตัวของโมโนเมอร์ คือ

โคพอลิเมอร์แบบสลับ (Alternating copolymers) ในสารโซโมเลกุลของพอลิเมอร์ประกอบด้วยโมโนเมอร์ A และโมโนเมอร์ B เรียงสลับกันไปอย่างมีระเบียบ คือ

~~~~ ABABABABABA ~~~~

**โคพอลิเมอร์แบบสุ่ม (Random copolymers)** ในสารโซโมเลกุลของพอลิเมอร์ประกอบด้วยโมโนเมอร์ A และโมโนเมอร์ B ปะปนกันอย่างไม่มีระเบียบ คือ

~~~~ ABBBBABABAABAB ~~~~

โคพอลิเมอร์แบบบล็อก (Block copolymers) ในสารโซโมเลกุลพอลิเมอร์ประกอบด้วยโมโนเมอร์ A และโมโนเมอร์ B ซึ่งแต่ละโมโนเมอร์ทั้ง 2 ชนิดพบว่าอยู่กันเป็นกลุ่มๆในสารโซพอลิเมอร์ คือ

~~~~ AAAAAABBBBBBAAAAAABBBBBB ~~~~

**โคพอลิเมอร์แบบกราฟท์ (Graft copolymers)** ในสารโซโมเลกุลพอลิเมอร์ประกอบด้วยโมโนเมอร์ A และโมโนเมอร์ B ซึ่งอาจจะมีสายโซ่พอลิเมอร์ A เป็นหลักและมีสายโซ่พอลิเมอร์ B แยกเป็นกิ่งออกไป คือ

~~~~ AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA ~~~~

| | |
|---|---|
| B | B |
| B | B |
| B | B |
| B | B |
| B | B |

3. แบ่งตามชนิดของโครงสร้างโมเลกุล ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดคือ

พอลิเมอร์แบบเส้น (Linear polymers) เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากโมโนเมอร์สร้างพันธะต่อกันเป็นสายยาวไม่มีกิ่งหรือสาขาแยกออกไป มีลักษณะดังนี้



พอลิเมอร์แบบกิ่ง (Branched polymers) เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากโมโนเมอร์ยึดกันแต่กิ่งก้านสาขาแยกออกไปจากพอลิเมอร์ของโซ่หลัก มีลักษณะดังนี้



พอลิเมอร์แบบร่างแห (network polymers) เป็นพอลิเมอร์ที่เกิดจากโมโนเมอร์เชื่อมต่อกันเป็นร่างแห มีลักษณะดังนี้

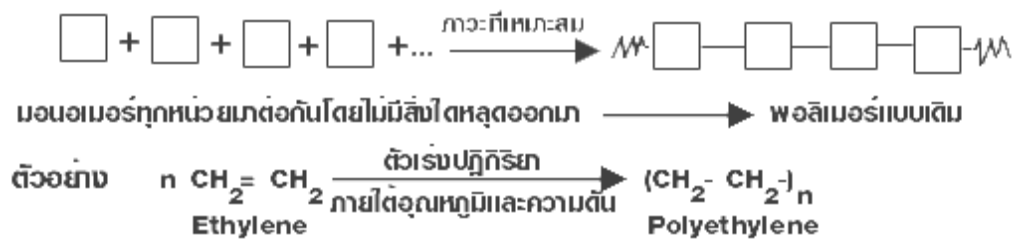


13.1.2 ปฏิกริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน

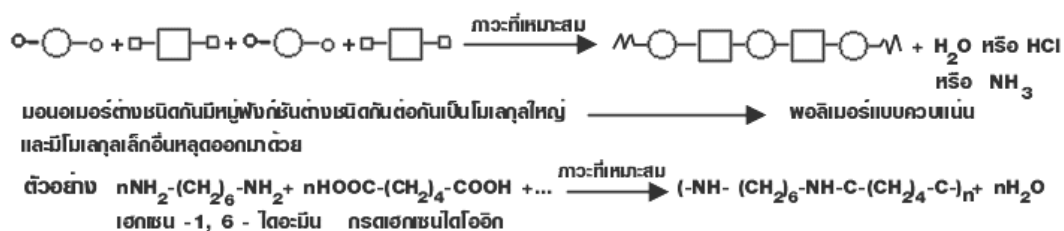
พอลิเมอร์ไรเซชัน (Polymerization) คือกระบวนการเกิดสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่จากสารที่มีโมเลกุลเล็ก สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

1. ปฏิกริยาการเกิดพอลิเมอร์ชนิดเพิ่มเข้า (Additional polymer)

เป็นวิธีการที่จะสังเคราะห์สารพอลิเมอร์โดยการเพิ่มต่อโมโนเมอร์เข้าด้วยกัน และไม่มีการสูญเสียอะตอมหรือโมเลกุลแต่อย่างใด การเพิ่มสารโมโนเมอร์ในการสังเคราะห์จะใช้สารประกอบอัลคีนเป็นสารเริ่มต้น ลักษณะตัวอย่างของพอลิเมอร์ชนิดนี้ได้แก่ polyethylene , teflon , polyvinyl chloride และ polyvinyl alcohol



2. ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ชนิดควบแน่น (Condensation polymer) เป็นวิธีการที่จะสังเคราะห์สารพอลิเมอร์ขึ้นโดยการควบแน่น วิธีนี้จะทำให้โมโนเมอร์แต่ละโมเลกุลที่มีหมู่ฟังก์ชันอย่างน้อย 2 หมู่มาทำปฏิกิริยาควบแน่นกัน พร้อมกับมีการกำจัดโมเลกุลขนาดเล็กออกมาซึ่งได้แก่ น้ำ แอมโมเนียหรือกรดเกลือ ตัวอย่างสารพอลิเมอร์ชนิดนี้ได้แก่ พอลีเอสเตอร์ (polyester) พอลิยูรีเทน (polyurethane) และพอลิอะไมด์ (polyamide)



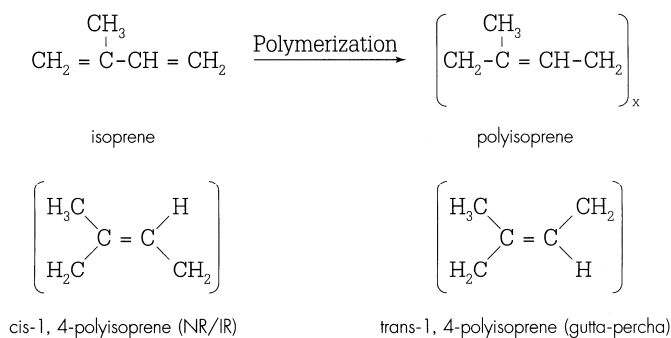
13.2 ประเภทของสารพอลิเมอร์

ประเภทของสารพอลิเมอร์สามารถแบ่งประเภทออกได้เป็น 3 ชนิด

1. ยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์
2. สารพลาสติก
3. เส้นใยสังเคราะห์

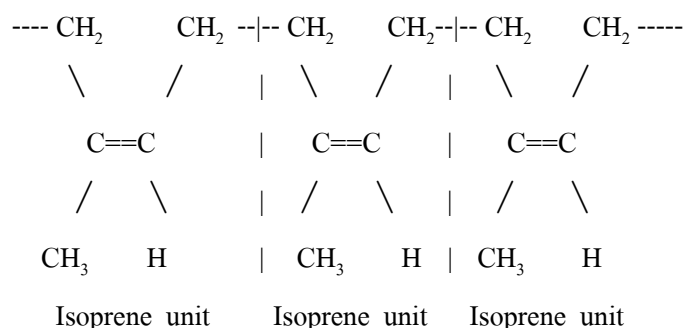
13.2.1 ยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์

1. ยางธรรมชาติ เป็นสารพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งซึ่งได้มาจากต้นไม้น้ำยางธรรมชาติจะมีลักษณะเป็นสีขาวเหมือนน้ำมันและมีเนื้อยางประมาณ 25 - 40 % มีความหนืด 12 - 15 centipois มีความเป็นกรดและด่าง pH ที่ 6.5 - 7.0 มีความหนาแน่นประมาณ 0.975 - 0.980 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรเรียกสภาพนี้ว่าน้ำยาง ถ้าใส่กรดฟอร์มิค 2 %



รูปที่ 13.2 ยางธรรมชาติ isoprene ในรูปแบบ cis และ trans

พอลิเมอร์ของยางธรรมชาติ เกิดจากโมเลกุลของไอโซพรีนหลาย ๆ โมเลกุลมาต่อกันเป็นสายพอลิเมอร์



ขบวนการผลิตยางธรรมชาติที่ได้จากการกรีดยางพาราซึ่งจะได้น้ำยางที่เรียกว่า latex ตามปกติถ้าปล่อยทิ้งไว้ตามธรรมชาติ เชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำยางที่ทำปฏิกิริยาย่อยสลายพวกแป้ง น้ำตาลและองค์ประกอบอื่นๆ ที่มีอยู่ในน้ำยาง ผลสุดท้ายจะเกิดกรดแอซติก (acetic acid) หรือกรดน้ำส้มในน้ำยางขึ้น วิธีการที่จะยับยั้งไม่ให้แบคทีเรียเจริญเติบโตในน้ำยางคือจะเติมสารแอมโมเนีย (NH₃) ลงในน้ำยาง สารแอมโมเนียจะไปเพิ่ม

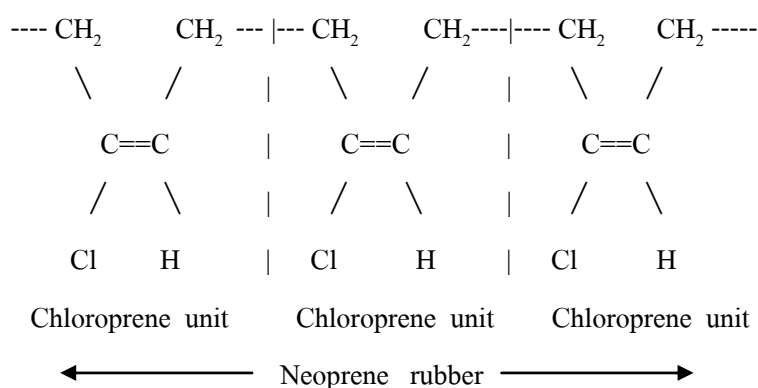
ปกติยางธรรมชาติใช้ประโยชน์ได้น้อย เนื่องจากมีคุณสมบัติไม่ดีคือ จะเกิดความเหนียวเมื่ออากาศร้อนและจะเปราะแตกง่ายเมื่ออากาศเย็นลง ต่อมาได้มีการนำเอายางธรรมชาติมาปรับปรุงให้ใช้งานได้ดีขึ้น โดยนำเอายางธรรมชาติมาผสมกับกำมะถันซึ่งเรียกขบวนการนี้ว่า การเกิดวาคาไนเซชัน (vulcanization) จะได้สายโซ่ของพอลิเมอร์ที่ยาว การเชื่อมโยง (crosslink) ด้วยกำมะถันทำให้ยางมีประโยชน์ในการใช้งานได้มากขึ้น

| | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|
| | | | | | |
| Sx | Sx | Sx | Sx | Sx | Sx |
| | | | | | |

Vulcanization rubber Sx = จำนวนกำมะถันที่เชื่อมโยงในสาย

ในบางครั้งอาจต้องผสมสารเคมีบางชนิดที่ทำให้คุณภาพของยางมีประสิทธิภาพการใช้งานดีขึ้น จึงมีการใส่สารเคมีหลายประเภทตามหน้าที่ของสารแต่ละตัว ดังตารางที่ 13.1

ต่อมาในปี ค.ศ. 1932 นักวิทยาศาสตร์ได้สังเคราะห์ยางขึ้นมาให้เหมือนกับยางธรรมชาติที่มีความทนทานต่อทุกสภาวะอากาศและความทนต่อน้ำมัน ยางที่สังเคราะห์ขึ้นมาใหม่นี้ชื่อว่านีโอพรีน (neoprene) โมโนเมอร์ของนีโอพรีนคือ คลอโรพรีน (chloroprene)



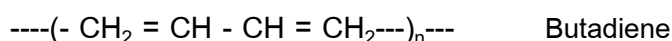
สารนี้โอปรีนมีคุณสมบัติดีกว่ายางไอโซปรีนคือ มีความยืดหยุ่น ทนต่อน้ำมัน ทนแดดและมีความเหนียว

ตารางที่ 13.1 ประเภทสารเคมีที่ใช้ในการผลิตยางและหน้าที่ต่าง ๆ

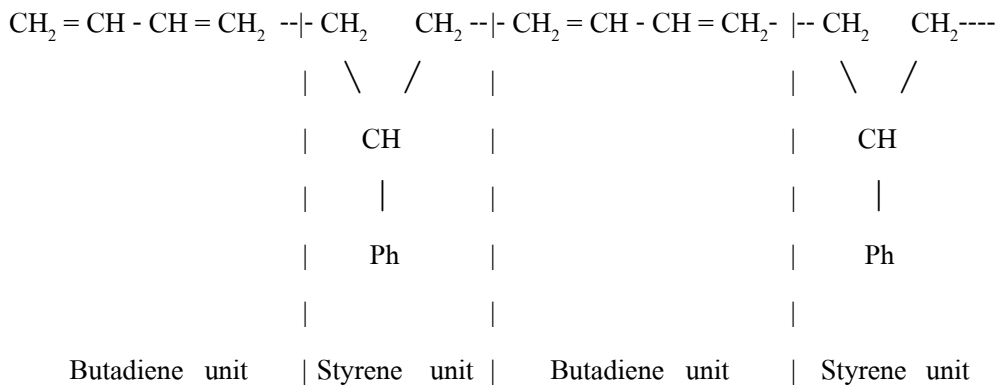
| ประเภทของสาร | หน้าที่ | ตัวอย่าง |
|---------------------------------|---|--|
| กำมะถัน | วัลคาไนซ์ยาง | Dicymyl peroxide (DCP) |
| ออกไซด์โลหะ | วัลคาไนซ์ยาง | ZnO, MgO |
| สารตัวเร่ง (Accelerator) | ช่วยให้ยางวัลคาไนซ์ด้วยกำมะถันได้เร็วขึ้น | Mercaptobanzothiazole
Diethyldithiocarbamate (ZDEC)
Diphenyl guanidine (DPG) |
| สารกระตุ้นตัวเร่ง (Activator) | ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของสารตัวเร่ง | Stearic acid, Zinc oxide
ใช้ร่วมกัน |
| สารต้านออกซิเดชัน (Antioxidant) | ช่วยลดการเสื่อมสภาพของยางเนื่องจากออกซิเดชัน | Phenyl-β-naphthylamine-
Substituted phenols |
| สารต้านไอโซน (Antiozonants) | ช่วยลดการเสื่อมสภาพของยางเนื่องจากไอโซน | Substituted p-phenylenediamines |
| สารเติมแต่ง (Additive) | เสริมความแข็งแรงความทนต่อการฉีกขาดการสึกกร่อนของยาง | Carbon black Silica high-styrene
resin |
| สารเพิ่มเนื้อ (Fillers) | เพิ่มเนื้อผลิตภัณฑ์เพื่อลดต้นทุนการผลิต | CaCO ₃ Clay เขม่าดำ ซิลิกา |
| สารช่วยการแปรรูป | ช่วยให้ยางแปรรูปง่ายขึ้น เช่น ลดความหนืด ช่วยการไหล | Paraffin/aromatic oils Stearic
acid Zinc stearate Factice |
| อื่น ๆ | สารทึบให้สี
สารลดการติดไฟ | TiO ₂ pigments
Antimony trioxide |

2. ยางสังเคราะห์ เกิดจากกระบวนการพอลิเมอไรเซชันให้โมเลกุลใหญ่ โมโนเมอร์ที่เป็นวัตถุดิบในการผลิตยางสังเคราะห์ส่วนใหญ่ผลิตจากปิโตรเลียม เช่น

ยางบิวตาไดเอิน (Butadiene) เกิดจากสารโมโนเมอร์ของสารบิวตาไดเอินมาต่อกันหลายโมเลกุล



ยางเอสปีอาร์ (Styrene butadiene rubber , SBR) ยางเอสปีอาร์ เกิดจากการผสมของ styrene 25 % และ butadiene 75 % สารพอลิเมอร์ชนิดนี้มี ประโยชน์มาก ยืดหยุ่นและทนต่อการแตกสลายได้ดี ยางชนิดนี้ส่วนใหญ่ใช้ทำอุปกรณ์กีฬา และผสมทำยางรถยนต์



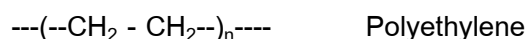
ยางไนไตรล์บิวตาไดอิน (Nitrile butadiene rubber, NBR) เป็น สารประกอบของไนไตรล์และบิวตาไดอินมาผสมกัน ยางชนิดนี้มีคุณสมบัติในการทนต่อน้ำมัน

13.2.2 สารพลาสติก

สารพลาสติกเป็นสารพอลิเมอร์ชนิดหนึ่ง ซึ่งเกิดจากโมโนเมอร์ตั้งแต่ 2 โมโน-เมอร์มาทำปฏิกิริยากันแบบพอลิเมอร์ไรเซชัน สารพลาสติกพอลิเมอร์สามารถแบ่งออก ได้เป็น 2 ชนิดได้แก่ คือ เทอร์โมพลาสติก และเทอร์โมเซตติงพลาสติก

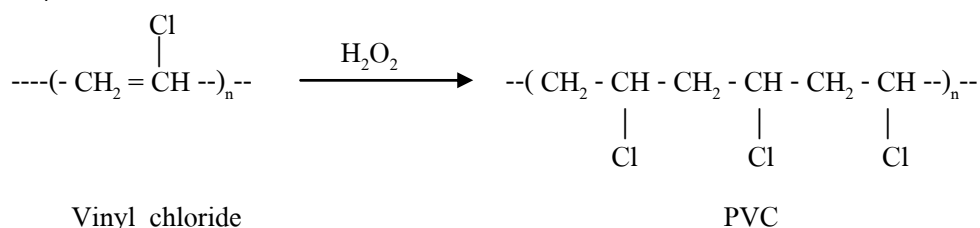
ประเภทของสารเทอร์โมพลาสติก มีดังนี้

1. พอลิเอทิลีน (Polyethylene , PE) เป็นผลพลอยได้ (by - product) ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม ประโยชน์ของสารพอลิเอทิลีนมีมากมาย เช่น ทำถุงพลาสติกหรือทำตุ๊กตา ใช้เป็นส่วนประกอบของรถยนต์และฉนวนกันความร้อน



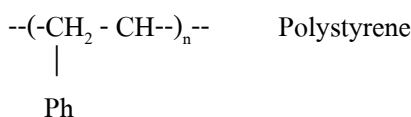
สารพอลิเอทิลีนที่ผลิตได้มี 2 รูปแบบคือ พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (high density polyethylene, HDPE) และพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (low density polyethylene, LDPE)

2. พอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl chloride, PVC) สารพอลิไวนิลคลอไรด์หรือสารพีวีซี ซึ่งสามารถสังเคราะห์จากสารโมโนเมอร์ของสารไวนิลคลอไรด์ (vinyl chloride)



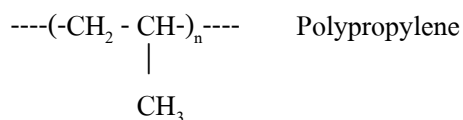
สารพีวีซีจะมีสภาพแข็งเปราะและไม่ยืดหยุ่น สมบัติเช่นนี้ใช้ทำท่อน้ำ มีน้ำหนักเบา ทนต่อสารเคมี ทำหนังสือพิมพ์ ฉนวนหุ้มไฟฟ้า ขวดน้ำ รองเท้า อุปกรณ์ทางการแพทย์และแผ่นเสียง ความเปราะของสารพีวีซีจะลดลงได้โดยการเติมสารประเภทเอสเทอร์ลงไป สารพอลิเมอร์ชนิดนี้ไม่ควรจะนำมาบรรจุอาหารหรือทำขวดพลาสติก เพราะอาจมีสารพลาสติกไซเซอร์ (plastiziser) เช่น สีสหรือสารหล่อลื่นปนออกมา ถ้านำมาเผากับสังกะสีจะเกิดดีคลอรีเนต (dechlorinate) คือเกิดการขจัดสารคลอรีนออกได้

3. พอลีสไตรีน (Polystyrene, PS) สารพอลีสไตรีนเตรียมได้จากการนำสารเบนซีนมา ทำปฏิกิริยากับ 3 โมเลกุลของเอทิลีนจะได้สไตรีน หลังจากนั้นจะเกิดพอลิเมอร์ไรเซชันเป็นสารพอลีสไตรีน

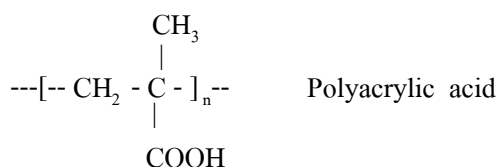


สารพอลีสไตรีนมีความทนต่อการกดและเบส ใช้เป็นฉนวนในส่วนประกอบของตู้เย็นเป็นสารไม่นำไฟฟ้าและใช้ในงานขึ้นรูปโดยการฉีดได้ง่าย

4. พอลิพรอพิลีน (Polypropylene, PP) คุณสมบัติใช้ทำแผ่นฟิล์มสำหรับหุ้มภาชนะ ถูพลาสติกใส่ของร้อน เชือกพอลิพลาสติก กล่องแบตเตอรี่ ถังขยะและชิ้นส่วนของตู้เย็น

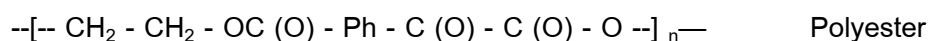


5. พอลีอะไคริลิกแอซิด (Polyacrylic acid) เป็นสารพอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างเป็นสายโซ่ตรง ชื่อทางการค้าว่า Plexiglass , lucite หรือ polyglass มีลักษณะใส ทนต่อการกัดและเบส ประโยชน์ใช้ทำเลนส์ คอมพิวเตอร์ แว่นตาและที่ใช้มากที่สุดคือในรถยนต์โดยใช้ทำไฟข้างหน้า ไฟท้าย ไฟเลี้ยวรวมทั้งพวงมาลัย ป้ายโฆษณา ฟันปลอม และหน้าต่างบนเครื่องบิน

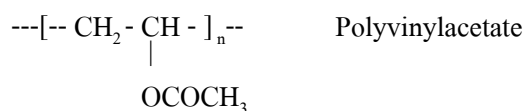


6. พอลีเอไมด์ (Polyamide) ได้แก่สาร Nylon 6 , Nylon 6 - 6 , Nylon 6 – 10, Nylon 7, Nylon 11 และ Nylon 12 สารพวก Nylon 6 และ Nylon 6 - 6 ดูดน้ำได้ดีจึงใช้ทำพวกถุงเท้า เสื้ออกล้ามและเสื้อกีฬา ส่วนพวก Nylon 6 , 11 , 12 ยืดหยุ่นดี ไม่ดูดน้ำจึงนำไปทำขนแปรงสีฟันและเอ็นตราข่ายแบดมินตัน

7. พอลีเอสเตอร์ (Polyester) มีชื่อทางการค้าคือ polyacetal หรือ polyoxy-methylene และ polyglycol เป็นสารไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว ใช้ทำเทปบันทึกเสียง ทำเส้นใยเสื้อผ้าที่ทรงดีไม่ค่อยยับแต่ต้องผสมฝ้ายจากธรรมชาติลงไปเพราะมันกระด้างเกินไป



8. พอลีไวนิลอะซิเตท (Polyvinylacetate) เตรียมได้จากอะเซตริกแอซิดทำปฏิกิริยากับกรดน้ำส้ม (acetic acid) ประโยชน์ใช้ทำกระจกนิรภัย ทนทานต่อจารบีและน้ำมัน นิยมใช้ทำกาวลาเท็กซ์ ทำฟิล์มเคลือบผิววัสดุ เคลือบพื้นและทำสีน้ำ



ประเภทของสารเทอร์โมเซต มีดังนี้

1. อีพอกซีเรซิน (Epoxy resin) เตรียมได้จากการนำเอาสารฟีนอลมาทำปฏิกิริยากับสารละลายอะซีโตน สารเรซินพวกนี้จะมีคุณสมบัติเหนียวใช้ฉีดรอยร้าวต่างๆ ได้ดี ถ้านำเอาสารอีพอกซีเรซินมารวมกับใยแก้ว (fiber glass) จะทำให้มีลักษณะแข็งขึ้น

2. ยูเรีย - ฟอรัลดีไฮด์เรซิน (Urea-formaldehyde resin) ลักษณะโครงสร้างเป็นร่างแหจึงมีคุณสมบัติที่แข็ง ไม่หลอมละลายง่าย มีลักษณะใสและทนต่อสารอินทรีย์ดีมาก ไม่ทนต่อกรดและเบส แต่ทนต่อแรงดึง แรงกระแทก ดูดซึมน้ำได้เล็กน้อยและเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี

3. เมลามีน - ฟอรัลดีไฮด์เรซิน (Melamine - formaldehyde resin) มีลักษณะแข็งมาก ไม่หลอมละลาย มีผิวหน้าที่แข็งทนต่อการขีดข่วนและทนต่อการเกาะของคราบน้ำจากกาแฟได้ดี ดังนั้นจึงนิยมนำมาทำภาชนะพวกจานชามต่างๆ

4. พอลิยูรีเทน (Polyurethane) นิยมใช้ทำโฟมชนิดยืดหยุ่นและโฟมชนิดแข็ง จึงใช้เป็นฉนวนในกระติกน้ำแข็งหรือผนังตู้เย็น ทำส่วนประกอบของเรือเพื่อให้การลอยตัวดีขึ้นและทำน้ำยาเคลือบผิววัสดุป้องกันรอยขีดข่วนได้ดี

13.2.3 เส้นใยสังเคราะห์

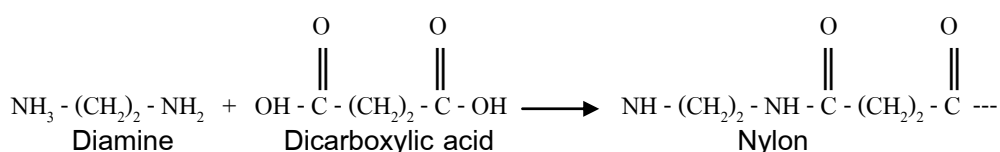
มนุษย์ได้รับเส้นใยธรรมชาติจากไหม ขนสัตว์หรือฝ้าย ต่อมาได้มีการค้นคิดเส้นใยสังเคราะห์ขึ้นมาจากสารอินทรีย์ 2 ชนิดได้แก่ อะมีนกับกรดคาร์บอกซิลิก จากนั้นมนุษย์ได้สังเคราะห์เรยอน (rayon) จากการนำเอาเซลลูโลสมาทำปฏิกิริยากับกรดแอซีติกในกรดซัลฟิวริกจะได้เส้นใยที่เรียกว่า เรยอนอะซีเตท (rayon acetate) มนุษย์ได้ใช้ลักษณะของเส้นใยสังเคราะห์มาใช้เป็นประโยชน์ดังนี้

1. เรยอน (Rayon) มนุษย์ได้มีการปรับปรุงเส้นใยเรยอนให้มีประสิทธิภาพการใช้งานให้ดีขึ้น โดยการนำเอาเซลลูโลสมาทำปฏิกิริยากับคาร์บอนซัลไฟด์ และโซเดียมไฮดรอกไซด์ ($\text{CS} + \text{NaOH}$) จะได้น้ำยาที่เหนียวซึ่งเรียกว่าวิโคส (vicose) หลังจากนั้นผ่านน้ำยาเข้มข้นไปยังกรดซัลฟิวริกจะได้สารเรยอนที่เส้นเล็ก คุณสมบัติของเส้นใยเรยอนคือใช้ทำผ้าตัดเสื้อ

2. ออลอนและอะไครแลน (Orlon and Acrilan) ออลอนเป็นชื่อทางการค้าของเส้นใยสังเคราะห์ ส่วนชื่อทางเคมีคือพอลิอะไครโลไนไตรล์ (polyacrylonitrile) ซึ่งโครงสร้างคล้ายกับไวนิลคลอไรด์ยกเว้นหมู่คลอไรด์ ($-Cl$) ถูกแทนที่ด้วยหมู่นไนไตรล์ ($-C \equiv N$) ประโยชน์ของสารชนิดนี้คือใช้ทำเสื้อสเวตเตอร์ ผ้าห่มและพรม

3. แดครอนและเทอริลีน (Decron and Terylen) เป็นชื่อทางการค้า ส่วนทางเคมีคือพอลิเอสเทอร์ ซึ่งเกิดจากการรวมตัวของกรดเทอเร็ฟทาลิก (terephthalic acid) และสารไกลคอล (glycol) ดังนั้นใยชนิดนี้จึงมีคุณสมบัติทนต่อรอยขีดข่วน ทำให้เสื้อผ้าไม่ยับและรีดง่าย

4. ไนลอน (Nylon) สารไนลอนเป็นพอลิเมอร์ชนิดหนึ่ง ซึ่งถูกพัฒนาจากการสังเคราะห์ยาง องค์ประกอบพื้นฐานของไนลอนเกิดจากสารอินทรีย์ 2 ชนิดมาทำปฏิกิริยากัน คือสารไดเอมีน (diamine) ทำปฏิกิริยากับกรดไดคาร์บอกซิลิก (dicarboxylic acid) เมื่อสาร 2 สารทำปฏิกิริยากัน จะเกิดการเชื่อมพันธะเหมือนกับพันธะเปปไทด์ของโปรตีน



ส่วนสารไนลอน 66 เกิดจาก hexa-methylenediamine ทำปฏิกิริยากับ adipic acid ประโยชน์ของไนลอนสามารถใช้แทนผ้าไหม ทำเสื้อผ้า ใช้ทำพรม หวีแปรงผมและเครื่องใช้สุขภัณฑ์ต่างๆ

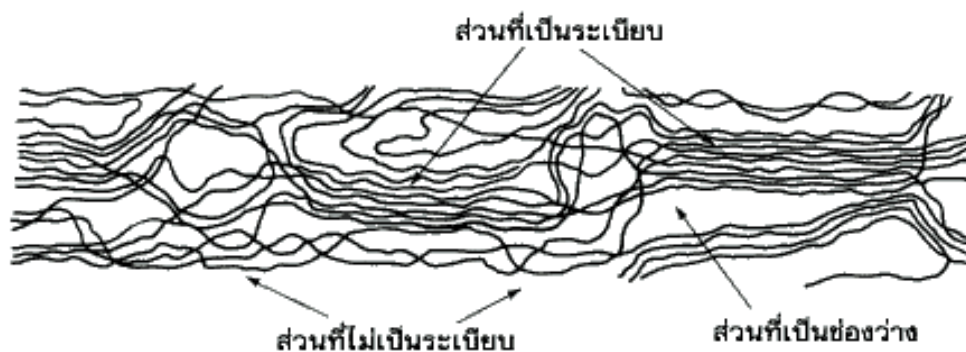
ลักษณะการจัดเรียงตัวภายในเส้นใย

1. บริเวณที่เป็นส่วนที่ไม่เป็นระเบียบ (Amorphous regions) เป็นบริเวณที่สามารถรับน้ำและความชื้น ดังนั้นจะเป็นบริเวณที่ยอมให้สีย้อมเข้าไปได้ แต่จะเป็นส่วนที่ไม่แข็งแรง

2. บริเวณที่เป็นส่วนที่เป็นระเบียบ (Crystalline regions) เป็นบริเวณที่ไม่สามารถรับน้ำ และความชื้น เป็นส่วนที่แข็งแรงของเส้นใยเนื่องจากโซ่โมเลกุลเรียงตัวเป็นระเบียบ

3. การจัดเรียงตัวของส่วนที่เป็นระเบียบตามแนวแกนเส้นใย (Orientation) เป็นบริเวณที่มีส่วนที่เป็นระเบียบเรียงตัวตามแนวแกนของเส้นใย ทำให้เพิ่มความแข็งแรงในด้านการทนแรง ดึงตามแนวแกนเส้นใย

ภาพแสดงลักษณะส่วนที่เป็นระเบียบ (ที่จัดเรียงตัวตามแนวแกนของเส้นใย) ส่วนที่ไม่เป็นระเบียบ และส่วนที่เป็นช่องว่าง



13.3 สมบัติทางกายภาพของสารพลาสติกพอลิเมอร์

13.3.1 การย่อยสลายและการนำกลับมาใช้ใหม่

อิทธิพลของการเชื่อมโยงคือ สายสารพอลิเมอร์จะมีการเชื่อมโยงซึ่งกันและกันระหว่างโมเลกุล ถ้าการเชื่อมโยงระหว่างโมเลกุลของสารพอลิเมอร์นั้นไม่มากพอจะทำให้โมเลกุลของตัวทำละลายสามารถแทรกซึมเข้าไปในโมเลกุลของสารพอลิเมอร์เหล่านั้น ซึ่งทำให้เกิดสภาพการพองตัวที่เรียกว่าวุ้น กรณีนี้สารพอลิเมอร์ต้องมีแรงดึงดูดระหว่างสายโซ่โมเลกุลสูง แต่ถ้าแรงกระทำระหว่างตัวทำละลายกับสารพอลิเมอร์มากกว่าแรงดึงดูดระหว่างสายโซ่โมเลกุลในสารพอลิเมอร์กันเอง จะทำให้สารพอลิเมอร์นั้นละลายในตัวทำละลาย ซึ่งความสามารถในการละลายของสารพอลิเมอร์ขึ้นอยู่กับขนาดและน้ำหนักโมเลกุลของสารพอลิเมอร์

การย่อยสลายสารพอลิเมอร์

การย่อยสลายสารพอลิเมอร์ เป็นการเปลี่ยนแปลงสมบัติในลักษณะที่มีการแตกออกของโครงสร้างหลังจากที่นำพอลิเมอร์นั้นไปใช้แล้ว การย่อยสลายในสารพอลิเมอร์

การย่อยสลายโดยใช้พลังงานความร้อน พอลิเมอร์ที่ใช้งานกับอุณหภูมิสูง ๆ จะเกิดการย่อยสลายโดยสายโซ่โมเลกุลจะแตกออกหรือฉีกขาด ทำให้น้ำหนักโมเลกุลลดลง

การย่อยสลายโดยใช้พลังงานกล พอลิเมอร์ที่มีสายโซ่ยาวๆ บางครั้งเมื่อได้รับแรงกระทำภายนอกอาจทำให้เกิดการย่อยสลายได้ ซึ่งเป็นผลให้น้ำหนักโมเลกุลลดลง

การย่อยสลายโดยพลังงานจากรังสี พอลิเมอร์ที่นำไปใช้งานส่วนมากจะต้องถูกแสงเกือบทั้งสิ้น พลังงานรังสีเพียงพอที่จะสลายพันธะระหว่างคาร์บอนแล้วเกิดเรดิคัล (radical) ขึ้นทำให้ผิวเปราะและแตกกระแหงในที่สุดก็จะหลุดเป็นผง

การนำสารพอลิเมอร์กลับมาใช้ใหม่

พอลิเมอร์ประเภทเทอร์โมพลาสติกโดยมากสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ ทั้งนี้หลักสำคัญในการนำกลับมาใช้ใหม่เพื่อให้เกิดประสิทธิผล ประกอบด้วยขั้นตอนการเก็บวัสดุที่ใช้แล้ว การแยกสิ่งเจือปน ออกได้ง่าย และการทำให้เกิดตลาดเพื่อให้อุตสาหกรรมกระบวนการหรือนำกลับมาใช้ใหม่ ทั้งนี้พลาสติกที่นำกลับมาใช้ใหม่ จะต้องมีการแสดงชนิดของพลาสติกที่ใช้ โดยทำเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีลูกศรอยู่สามด้าน (three sided triangular arrow) เพื่อแยกรหัสที่แตกต่างออกจากกันมีตัวเลขอยู่ตรงกลางและมีตัวอักษรอยู่ข้างใต้ เพื่อแสดงเรซินที่ใช้ทำภาชนะนั้น ดังแสดงในตารางที่ 13.2

ตารางที่ 13.2 แสดงเรซินที่ใช้ทำภาชนะนั้น

| รหัส | เรซิน | การนำไปใช้ |
|------|-----------------------------------|--|
| 1 | PETE (polyethylene terephthalate) | ภาชนะสำหรับใส่เครื่องดื่ม ภาชนะสำหรับใส่อาหารร้อน เป็นต้น |
| 2 | HDPE (high density polyethylene) | ขวดใส่นม ขวดใส่น้ำยาล้างจาน ขวดใส่น้ำมันของเด็กเล่น และ ถังพลาสติก เป็นต้น |
| 3 | V (Vinyls) | ภาชนะห่ออาหาร และขวดใส่น้ำมันพืช เป็นต้น |
| 4 | LDPE (low density polyethylene) | ภาชนะห่ออาหารที่หัดตัวได้ ถังพลาสติก และ ถังใส่เสื้อผ้า เป็นต้น |

| | | |
|---|--------------------|---|
| 5 | PP (polypropylene) | ภาชนะสำหรับใส่เนยเทียมและโยเกิร์ต ถุงใส่ของชำ, หมวก เสื้อที่ทำด้วยเส้นใย และภาชนะห่ออาหาร เป็นต้น |
| 6 | PS (polystyrene) | เครื่องใช้พลาสติก ไม้แขวนเสื้อ ถ้วย และ จานโฟม เป็นต้น |
| 7 | อื่นๆ | พอลิเมอร์ผสม และ พอลิเมอร์อื่นๆ เช่น : PC, ABS, PPO/PPE เป็นต้น |

ส่วนพลาสติกเป็นประเภทเทอร์โมเซต ไม่สามารถนำกลับมาหลอมใหม่ได้ แต่สามารถนำมาเป็นสารเติมทำให้สมบัติของพลาสติกผสมดีขึ้น โดยทั่วไปเมื่อพลาสติกที่นำมาผสมมีมากชนิดสมบัติที่ได้จึงแตกต่างกัน พลาสติกมีทั้งประเภทที่มีขั้ว (เช่นขวด PET เป็นต้น) และไม่มีขั้ว (เช่น HDPE เป็นต้น) จึงไม่สามารถรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้ จำเป็นต้องเติมสารช่วยผสมลงไปเพื่อให้ผสมกันดีขึ้น

สารพอลิเมอร์ส่วนใหญ่จะใส่สารเติมแต่ประเภทสเตบิไลเซอร์ (Stabiliser) ลงไปเพื่อป้องกันการเสื่อมสลายของวัสดุพอลิเมอร์เมื่ออยู่ภายใต้ความร้อน รังสีอัลตราไวโอเลต (ultraviolet) และอากาศ การเสื่อมเหล่านี้สังเกตจากการเปลี่ยนสี สมบัติทางเชิงกลลดลง การเกิดรอยร้าวที่ผิววัสดุเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงจากสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างของสารสเตบิไลเซอร์ ได้แก่ สีผงซึ่งเป็นสารอินทรีย์ของโลหะออกไซด์และเกลือของโลหะเป็นหลัก จะมีความทึบแสงที่สุด ทนต่อความร้อนและแสงแดด เช่น ไทตาเนียมออกไซด์ (titanium oxide, TiO_2) iron oxide เพื่อให้สีเหลือ สีน้ำตาลและสีแดง หรือสารคาร์บอนแบค (carbon black) ซึ่งเป็นตัวดูดซับการแผ่รังสีของอัลตราไวโอเลตสำหรับผลิตชิ้นงานที่ต้องการมีสีดำ