หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ภาชนะพลาสติก

พลาสติก เป็นสิ่งที่มนุษย์ได้ประดิษฐ์ขึ้น และนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายทุกวงการ พลาสติกเป็นสารสังเคราะห์อณูใหญ่ หรือที่เรียกว่า โพลีเมอร์ ซึ่งเกิดจากการรวมตัวกันเป็นสายของหน่วยอณูเล็กที่เรียกว่า โมเลกุลโมโนเมอร์ จำนวนนับไม่ถ้วน แต่ละโมเลกุลโมโนเมอร์เป็นผลจากการเรียงตัวของอะตอม ซึ่งสามารถทำปฏิกริยาเชื่อมติดต่อกันเป็นสายโซ่[4] พลาสติกมีเนื้อแข็งในอุณหภูมิปกติ แต่เมื่อได้รับความร้อนและกำลังอัดจะอ่อนตัวและสามารถไหลเข้าไปอยู่ในเนื้อที่ว่างในแบบหล่อได้ ครั้นเมื่อลดความร้อนและคลายกำลังอัดพลาสติกที่อ่อนตัวจะกลับแข็งดังเดิมและสามารถนำออกมามีลักษณะเหมือนแบบที่ทำการหล่อ[5] พลาสติกบางชนิดได้จากการรวมตัวทางเคมีจากสารที่มีโมเลกุลเล็ก เช่น จากกาซกลายเป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ขึ้น บางชนิดได้จากการปฏิกริยาทางเคมีของสารที่ได้จากธรรมชาติ เช่น ฝ้าย และคาเซอีน[6]

พลาสติกมีอยู่ด้วยกันมากมายแต่นำมาใช้กันอย่างแพร่หลายมีประมาณ 16 ชนิด โดยทั่วไปแล้วจะแบ่งพลาสติกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้[6]

1. Thermo-plastic materials สารชนิดนี้เมื่อให้ความร้อนจะอ่อนตัว และจะกลับแข็งอีกเมื่อเย็นลง

2. Thermo-setting materials สารชนิดนี้เมื่อให้ความร้อนครั้งแรกจะอ่อนตัว แต่ถ้ายังให้ความร้อนต่อไปอีกจะกลับแข็งตัว และคงสภาพเช่นเดิมไม่เปลี่ยนแปลงอีก

ปัจจุบันพลาสติกมีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์แทบทุกคน สำหรับด้านเภสัชกรรม พลาสติกนำมาใน 3 ลักษณะ คือ[7]

1. ใช้เป็นภาชนะบรรจุยา
2. ใช้ทำที่บ่อ
3. ใช้เป็นภาชนะสำหรับแบ่งจ่ายยาให้กับผู้ป่วย

พลาสติกที่นิยมใช้ทำภาชนะบรรจุยาในประเทศไทยมี

1. โพลีเอธิลีน (Polyethylene)
2. โพลีโปรปีลีน (Polypropylene)
3. โพลีไวนีลคลอไรด์ หรือ พีวีซี (Polyvinylchloride or PVC)
4. โพลีสไตรีน (Polystyrene)

(1) โพลีเอธิลีน หรือ โพลีธีน มีชื่อทางเคมีว่า Ehtene homopolymer[8] เตรียมได้จากการทำปฏิกริยาให้เกิดการรวมตัวเป็นสารอณูใหญ่ หรือที่เรียกว่า Polymerization ของเอธิลีนเหลวที่อุณหภูมิและความกดดันที่กำหนด[9] โพลีเอธิลีน มีสูตรทางเคมีดังนี้[8]

$$\left[CH_2 - CH_2 \right]_n \qquad n = \text{degree of polymerization}$$

เคสเลอร์ได้แสดงให้ทราบว่า โครงสร้างโมเลกุลของโพลีเอธิลีนมีลักษณะเป็นสายโซ่ต่อกันตามยาว แต่อาจมีแขนงแยกบ้างเล็กน้อย[18] โพลีเอธิลีน เป็นพลาสติกที่เรารู้จักกันดี เพราะใช้ทำถุงพลาสติกธรรมดาที่ซื้อขายกันในท้องตลาด รวมทั้งที่ขายเป็นภาชนะแบบต่าง ๆ[10] มีความแข็งแรงดีและมีความใสมากสามารถทนสภาวะที่มีอุณหภูมิต่ำมากได้ และจะแตกออกเป็นผลึกเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า -50° เซลเซียส[8] คุณสมบัติของโพลีเอธิลีนจะแปรไปตามน้ำหนักโมเลกุลและชนิด[11] โพลีเอธิลีน เหมาะในการเก็บผลิตภัณฑ์ที่ต้องเก็บในอุณหภูมิต่ำ สามารถเก็บในอุณหภูมิต่ำได้ถึง -40° เซลเซียส และสามารถทนต่ออุณหภูมิสูงได้ถึง 80°-100° และบางชนิดสามารถทนได้ถึง 120° เซลเซียส หรือสูงกว่านั้น[4] จึงมีการนำโพลีเอธิลีนมาใช้ร่วมกับวัสดุอื่น เช่น โพลีเอสเธอร์ ทำให้สามารถนำมาต้มได้ หรือใช้ร่วมกับโมลาร์และอาลูมิเนียมทำให้ทนต่อความเย็น[10]

คุณสมบัติทั่ว ๆ ไปของโพลีเอธิลีน มีดังนี้[8, 11, 12, 13, 14]

1. มีความเหนียวที่อุณหภูมิปกติ
2. ไม่ดูดน้ำ

3. ทนทานต่อสารเคมีในอุณหภูมิปกติ เช่น พวก non oxidising acids และ alkalines, alcohols, ethers, ketones, esters ถูกทำลายโดย oxidising acids เช่น กรดไนตริกและกรดเปอร์คลอริก, petroleum ether, free halogens, เบนซีน, ก๊าซโซลีน, น้ำมันหล่อลื่น, aromatic and chlorinated hydrocarbons

4. ความชื้นและก๊าซทั่วไปซึมเข้าและผ่านออกได้น้อยมาก

5. ทำให้เป็นรูปแบบต่าง ๆ ง่าย

6. มีความยืดหยุ่นสูง สามารถทำให้โค้ง งอ ได้ตามความประสงค์

7. มีผิวเรียบ

8. ทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศที่เปลี่ยนแปลงมาก ๆ ได้ดีพอควร และสามารถเพิ่มความต้านทานอันนี้โดยการเติมสารประกอบอื่น ๆ ลงไป

9. สามารถแต่งสีได้ตามชอบ

10. เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี

11. ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส

โพลีเอธิลีน แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ[4, 12]

1. Low density หรือ High pressure polyethylene ได้จากการทำให้เกิดการรวมตัวเป็นสารอณูใหญ่ของเอธิลีนด้วยความกดดันสูง โดยวิธี PE-process ของ ไอซีไอ ใช้อุณหภูมิ 100°-140° เซลเซียส ความกดดัน 1000 บรรยากาศ[15] พลาสติกชนิดนี้จะมีความหนาแน่น 0.910-0.925 มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ $3XIO^5$ มีค่า Permeability const. water ที่อุณหภูมิ 25° เซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซนต์ เท่ากับ $800XIO^{IO}$ ซีซี/ซม.^{2}/วินาที/ซม.ปรอท[16] มีจุดหลอมเหลวที่ 110°-115° เซลเซียส

2. Medium density polyethylene ได้จากการดัดแปลงวิธี PE-process หรือโดยการผสมกันระหว่าง Low และ High density polyethylene จะมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ $2XIO^5$ $I2$มีความหนาแน่น 0.926-0.940[16]

3. High density หรือ Low pressure polyethylene ได้จากการทำให้เกิดการรวมตัวเป็นสารอนุใหญ่ของเอธิลีนโดยวิธีของ ไซเกลอร์ ใช้อุณหภูมิ 50°-70° เซลเซียส ที่ความกดดันของบรรยากาศ[15] พลาสติกชนิดนี้จะมีความหนาแน่น 0.941-0.965 มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 1.25×10^5 มีค่า Permeability const. water ที่อุณหภูมิ 25° เซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 130×10^{10} ซีซี/ซม.^{2}/มม./วินาที/ซม.ปรอท[16] มีจุดหลอมเหลวที่ 135° เซลเซียส[15]

โพลีเอธิลีนเริ่มค้นพบในปี 1937 และเริ่มมีการผลิตเป็นอุตสาหกรรมในปี 1942[14] จากนั้นก็มีการนำมาใช้เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และนำมาใช้ทางเภสัชกรรมอย่างมากภายหลังจากที่มีการค้นพบว่า พีวีซี อาจทำให้เกิดมะเร็งได้

(2) <u>โพลีโปรพีลีน</u> มีชื่อทางเคมีว่า Propene polymer[8] เป็นพลาสติกที่แสงผ่านได้ดีชนิดหนึ่ง[10] โพลีโปรพีลีนถูกค้นพบในปี ค.ศ. 1954[12] โดย นัตตา[15] ซึ่งเป็นผลมาจากการค้นคว้าวิธีการที่จะเตรียมสารอนุใหญ่โดยการใช้ความกดดันต่ำ ๆ[9] โพลีโปรพีลีนมีสูตรทางเคมีดังนี้[8]

$$\left[CH(CH_3)CH_2 \right]_n$$

การที่โมเลกุลมีอะตอมของไฮโดรเจนเกาะอยู่ที่ Tertiary C-atom ทำให้ออกซิไดซ์ได้ง่ายกว่าพวกโพลีเอธิลีนจึงจำเป็นต้องใช้สารกันการออกซิไดซ์ใส่ลงไปด้วย โพลีโปรพีลีนมีความหนาแน่น 0.90-0.92 มีจุดหลอมเหลวสูงถึง 165° เซลเซียส มีค่า Permeability const. water ที่อุณหภูมิ 25° เซลเซียส และความชื้นสัมผัส 90 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 680×10^{10} ซีซี/ซม.^{2}/มม./วินาที/ซม.ปรอท[16]

คุณสมบัติทั่ว ๆ ไปของโพลีโปรพีลีน มีดังนี้คือ[8, 14, 16]

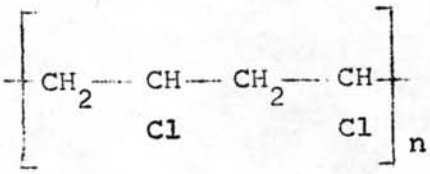
1. มีความแข็งที่บริเวณผิวสูงและมีความต้านทานต่อการขีดข่วน
2. มีความคงตัวดี

3. ทนทานต่อการเสียดสี และสามารถหักพับงอไปมาได้
4. เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีแม้ในขณะที่มีอุณหภูมิสูง
5. สารประกอบพวกไฮโดรการ์บอนสามารถทำให้เกิดการอ่อนตัวและเกิดการขยายตัว
6. ในอุณหภูมิระหว่าง 15° ถึง 105° ฟาเรนไฮท์ จะมีความเหนียวมาก แต่จะเริ่มเปราะเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 0° ฟาเรนไฮท์
7. ใช้ประโยชน์ได้ดีในอุณหภูมิระหว่าง 0° ถึง 100° เซลเซียสหรือสูงกว่า
8. กาซทั่วไปและความชื้นผ่านเข้าออกได้น้อยมาก
9. ทนทานต่อสารเคมี
10. สามารถทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100° เซลเซียส ได้โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพ
11. แต่งสีได้ตามชอบ
12. ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส

โพลีโปรปีลีนทำออกเป็นการค้าในปี 1958 ในปี 1964 ผลิตออกมาเป็นมูลค่า 80 ล้านปอนด์ และเพิ่มเป็น 425 ล้านปอนด์ ในปี 1965[12] เป็นสารประกอบที่กำลังเข้ามามีบทบาทอย่างมากในการบรรจุยาทางเภสัชกรรม[7] สาเหตุเพราะมีความเบากว่าโพลีเอธิลีน[11] และต้านทานความร้อนได้สูง[4] โดยที่มีคุณสมบัติอื่น ๆ ใกล้เคียงกัน ในประเทศสวีเดนมีการนำมาใช้เป็นภาชนะบรรจุที่ต้องการความใสและสามารถนึ่งโดยความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อโดยไม่มีข้อจำกัดหรือเกิดปัญหา[7]

(3) <u>โพลีไวนีลคลอไรด์</u> หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า พีวีซี ซึ่งมีชื่อทางเคมีว่า Chloroethylene polymer[8] พีวีซี มีวิวัฒนาการมาจากการค้นพบกาซไวนีลคลอไรด์ โดยเรคโนลท์ได้นำมาเตรียม พีวีซี ในปี 1835[5] ต่อมาในปี 1875 โบมานน์ได้นำวิธีการใหม่ ๆ มาใช้และแนะนำ พีวีซี ให้เป็นที่รู้จักกันทั่วไป จนกล่าวกันได้ว่า กำจำกัดความที่โบมานน์ให้ไว้และ Baumann's preparation ถือเป็นจุดเริ่มต้นของวิวัฒนาการทางด้านวิทยาการใหม่ ๆ ของ พีวีซี[17] โพลีไวนีลคลอไรด์ได้จากการนำกาซไวนีลคลอไรด์มา

ทำเป็นสารอนุใหญ่ โดยมีสารประกอบอินทรีย์พวกเปอร์ออกไซด์หรือสมประกอบอนินทรีย์พวกเปอร์ซัลเฟตเป็นสารเริ่มต้น การใช้ชนิดของสารเริ่มต้นหรือความแตกต่างกันของอุณหภูมิและความกดดันที่ใช้จะมีผลต่อขนาดความยาวของโมเลกุล[16] พีวีซี มีสูตรทางเคมีดังนี้คือ[8]



โดยมาก พีวีซี มีน้ำหนักโมเลกุลตั้งแต่ 60,000 ถึง 150,000[8] ทนทานต่อสารเคมีและเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี มีค่า Permeability const. water ที่อุณหภูมิ 25° เซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 1,560 x10^{10} ซีซี/ซม.^{2}/มม./วินาที/ซม. ปรอท[16]

โพลีไวนีลคลอไรด์แบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ

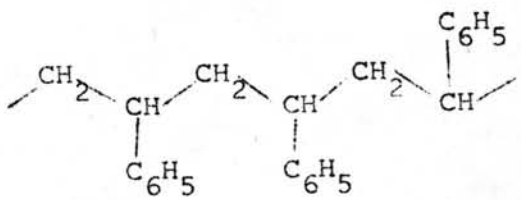
1. Unmodified Polyvinyl Chloride มีความถ่วงจำเพาะ 1.16-1.35[4] มีลักษณะแข็ง โปร่งใส เปลี่ยนสีเมื่อได้รับความร้อนหรือถูกแสง[8] จึงจำเป็นต้องผสมสารที่ทำให้เกิดความคงตัวประมาณ 1-2 เปอร์เซ็นต์[16] พีวีซีที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่สามารถละลายได้ใน Cyclohexanone, methyl cyclohexanone, dimethyl forfamide, nitrobenzene, tetrahydrofuran, isophorone, mesityl oxide ส่วนพวกที่มีโมเลกุลขนาดเล็กสามารถละลายได้ใน dipropyl ketone, methyl amyl ketone, methyl isobutyl ketone, acetonylacetone, methyl ethyl ketone, dioxane, methylene chloride

2. Modified Polyvinyl Chloride มีความถ่วงจำเพาะ 1.35 - 1.45[4] ชนิดนี้มีการผสมพลาสติกไซด์เพื่อทำให้มีความอ่อนตัวหรือเพื่ออำนวยความสะดวกในการทำเป็นรูปแบบต่าง ๆ เช่น สารหล่อลื่นแบบพิมพ์[16] เมลแลนให้คำนิยามถึง สารที่จะถึงเป็นพลาสติกไซด์ไว้ว่า เป็นสารที่ไม่ระเหย มีจุดเดือดสูง และไม่สามารถแยกออก

จากตัวพลาสติกเมื่อมีการนำไปผสม นอกจากนี้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของสารที่ถูกผสม

กล่าวกันว่า พีวีซี เป็นพลาสติกที่นำมาใช้กันอย่างกว้างขวางมากที่สุดในปัจจุบัน

(4) <u>โพลีสไตรีน</u> ได้จากการให้ความร้อนแก่สไตรีนจนถึง 200° เซลเซียส โมเลกุลของสไตรีนจะรวมตัวกันเป็นสารอณูใหญ่[8] โพลีสไตรีนเป็นพลาสติกที่เก่าแก่ที่สุดชนิดหนึ่งและมีการนำมาใช้อย่างกว้างขวาง[11] มีการนำโพลีสไตรีนมาผสมกับ Polycyclo-Thexylmethacrylate ใช้ทำเลนส์แอคโครแมทติคชนิดพลาสติก[14] โพลีสไตรีนมีสูตรเคมีดังนี้[12]



คุณสมบัติทั่ว ๆ ไปของโพลีสไตรีน[4, 10, 14]

1. มีความแข็งมาก
2. เมื่อทำให้มีรูปร่างจะเปราะ นอกจากจะทำการเปลี่ยนแปลงส่วนผสมก่อน
3. เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี
4. เก็บประจุไฟฟ้าสถิตไว้ในตัวได้
5. ผิวเรียบมากและมีความใสมากกว่าชนิดอื่น ๆ
6. ยอมให้ความชื้นผ่านได้บ้างจึงนิยมนำมาใช้บรรจุ ผักและผลไม้สด
7. ราคาถูกกว่าชนิดอื่น ๆ
8. สะดวกในการทำเป็นรูปแบบต่าง ๆ
9. ใสและไม่มีสี สามารถแต่งสีต่าง ๆ รวมทั้งทำให้มีสภาพที่โปร่งแสง โปร่งใส หรือขุ่นได้
10. ไม่ทนต่อสภาพการเปลี่ยนแปลงของดินฟ้าอากาศภายนอก

11. ทนต่อสารเคมีทั่วไปได้ดีพอควร แต่จะอ่อนตัวเมื่อถูกสารพวกแลคเกอร์ หรือทินเนอร์ ละลายได้ในตัวทำละลาย

โพลีสไตรีนมีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1.04-1.08[4] มีค่า Permeability const. water ที่อุณหภูมิ 25° เซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 12,000x10[10] ซีซี/ซม.[2]/มม./วินาที/ซม.ปรอท[16] ใช้ได้ในอุณหภูมิระหว่าง 0°-90° แซลเซียส[4] โพลีสไตรีนนำมาใช้แพร่หลายตั้งแต่ปี 1938[14] ในปี 1962 สถิติการสูงถึง 922 ล้านปอนด์ นำมาใช้ในทางเภสัชกรรม โดยเฉพาะด้านการบรรจุยาเพราะมีราคาถูกมาก และมีความต้านทานต่อแรงอัดภายในรวมทั้งมีความต้านทานต่อแรงบีดสูง[7] สำหรับในปัจจุบัน นำโพลีสไตรีนมาใช้ในแง่ที่มีความแข็งและมีความใสสูง[12]