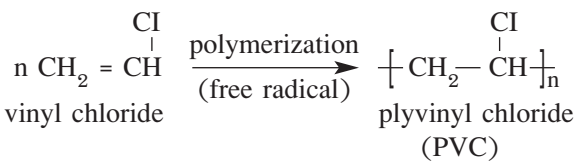
การหาปริมาณ DOP ในฟิล์มยืดหุ้มห่ออาหารด้วยวิธี NMR spectroscopic

นงนภัส ดวงดี

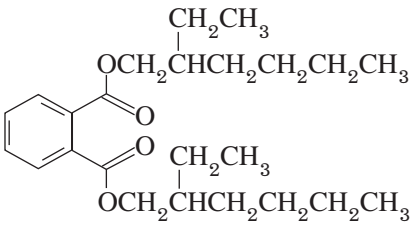
ปัจจุบันความต้องการใช้ฟิล์มยืดหุ้มห่ออาหารมีมากขึ้น ดังนั้นเพื่อเป็นการคุ้มครองผู้บริโภค จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมฟิล์มยืดหุ้มห่ออาหารขึ้น โดยกำหนดจากมาตรฐานของผู้ผลิตเป็นสำคัญทั้งในส่วนคุณภาพของการใช้งานและอันตรายอันเกิดจากสารเคมีที่ใช้เป็นวัตถุดิบ (มอก. 1136-2536)

ฟิล์มยืดหุ้มห่ออาหารตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมจะเรียกว่า “ฟิล์มยืด” หมายถึง ฟิล์มพลาสติกที่สามารถยืดและรัดสิ่งที่ต้องการหุ้มห่อ และเกาะติดกันเองได้ ฟิล์มยืดแบ่งตามพลาสติกที่ใช้ทำออกเป็น 2 ชนิด คือ PVC (polyvinyl chloride) และ PE (polyethylene) โดยเฉพาะ PVC เป็นพลาสติกที่ใช้อย่างแพร่หลาย เราจึงให้ความสนใจและจะกล่าวถึงในที่นี้

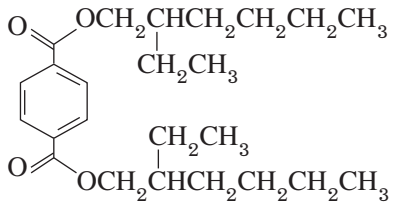
PVC (polyvinyl chloride) เป็นสารประกอบโพลิเมอร์ที่เกิดจากกระบวนการโพลิเมอร์ไรเซชั่น (polymerization) ของvinyl chloride (CH_2=CHCl) โมโนเมอร์ (monomer) โดยผ่านกลไกการเกิดปฏิกิริยาแบบอนุมูลอิสระ (free radical) ดังสมการ



เพื่อให้ PVC เป็นพลาสติกที่มีคุณสมบัติดีตรงตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานจึงต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของพลาสติก PVC โดยการผสมสารเติมแต่ง (additive/plastisizer) ลงไปเพื่อคงความเป็นพลาสติกที่เหนียว และยืดหยุ่น เหมาะแก่การใช้งานในแต่ละชนิดยิ่งขึ้น ส่วนมากสารที่ใช้เป็นสารเติมแต่งมักเป็นสารประกอบจำพวกเอสเทอร์ (esters) เช่น adipate esters, phosphate esters, citrates, trimellitate esters, sebacate & azelate esters รวมทั้ง phthalate esters ซึ่งแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพการใช้งานที่แตกต่างกัน ชนิดที่ใช้งานมากจะเป็นพวก phthalate esters ของ o-phthalic หรือ p-phthalic (terephthalic) acid โดยเฉพาะ Di-ethylhexyl phthalate (DEHP) หรือรู้จักกันในอีกชื่อหนึ่งว่า Dioctyl phthalate (DOP)



o-dioctyl phthalate



p-dioctyl phthalate(dioctyl terephthalate)

ในอุตสาหกรรมพลาสติก ใช้ DOP เป็นสารเติมแต่งกว่า 50% ทั้งนี้เพราะจะทำให้ได้พลาสติกที่เหนียวและยืดหยุ่นดี เนื่องจาก DOP เป็นสารโมเลกุลใหญ่เมื่อแทรกซึมเข้าสู่โมเลกุล PVC จะทำให้เกิดช่องอากาศ (free volume) ที่มากและเหมาะสม ทำให้พลาสติก PVC ที่ได้ยืดหยุ่นดี ถึงแม้ว่าพลาสติก PVC ที่ได้จากการเติม DOP จะมีประสิทธิภาพสูงในการใช้งาน แต่ผลข้างเคียงที่ตามมาคือ DOP เป็นสารก่อมะเร็ง เมื่อนำเอาผลิตภัณฑ์ฟิล์มหุ้มห่อ

อาหารไปใช้จะทำให้เพิ่มอัตราเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งแก่ผู้บริโภค (European commission,the scientific committee on medical products and medical devices, 26 september 2002)

ดังนั้นตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 1136-2536) ฟิล์มยืดหุ้มห่ออาหารจึงห้ามใช้ DOP เป็นสารเติมแต่ง เมื่อเป็นเช่นนี้แล้ววิธีการที่ใช้ตรวจสอบหา DOP จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง และวิธีการที่ใช้มาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันเพื่อตรวจสอบว่ามี DOP หรือไม่คือ วิธี Gas chromatography (GC) ซึ่งในกระบวนการวิเคราะห์ดังกล่าวต้องมีขั้นตอนในการเตรียมสารตัวอย่างและต้องมีสารมาตรฐานเป็นตัวเปรียบเทียบร่วมด้วยเสมอ ถ้าเราสามารถนำเสนอวิธีการวิเคราะห์ที่สะดวกและรวดเร็วกว่าวิธีเดิม ก็จะเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะได้รับความสนใจ

ในปัจจุบันมีเครื่องมือใหม่ ๆมากมายที่ได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานได้สะดวก รวดเร็ว มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น และNMR spectrometer เป็นเครื่องมืออีกชนิดหนึ่งที่ได้รับการพัฒนาและขยายขอบเขตประสิทธิภาพการใช้งานให้กว้างขวางขึ้น สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งในเชิงปริมาณวิเคราะห์ และคุณภาพวิเคราะห์ โดยเฉพาะในส่วนของคุณภาพวิเคราะห์สามารถที่จะหาโครงสร้างของสารประกอบได้โดยการแปลผลจากข้อมูล NMR (NMR spectrum) โดยไม่ต้องมีสารมาตรฐานมาเป็นตัวเปรียบเทียบ ขั้นตอนที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วย NMR spectrometer สะดวกและรวดเร็วกว่า GC มากอีกทั้งความถูกต้องแม่นยำก็ไม่ได้แตกต่างจาก GC จากประสิทธิภาพดังที่กล่าวมาข้างต้นเราจึงนำเทคนิคการวิเคราะห์ด้วย NMR มาใช้ในการวิเคราะห์เชิงคุณภาพวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบว่าในฟิล์มหุ้มห่ออาหารมี DOP ผสมอยู่หรือไม่ ดังที่จะแสดงต่อไปนี้

การวิเคราะห์หา DOP ด้วย NMR spectrometer

1. เครื่องมือ

NMR spectrometer (Advance DPX-400, bruker biospin)

2. เครื่องแก้ว

2.1 NMR tube

2.2 ขวดก้นกลมขนาด 125ml

2.3 ชุดเครื่องแก้วสำหรับ reflux

3. สารเคมี

3.1 $CHCl_3$

3.2 $CDCl_3$

4. การเตรียมสารตัวอย่าง

4.1 ชั่งตัวอย่าง 5กรัม ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆขนาด 0.5x0.5 cm^2 ใส่ในขวดก้นกลมขนาด 125 ml

4.2 ใส่ $CHCl_3$ 100 ml ลงในขวดก้นกลมข้อ 4.1

4.3 ตั้งเครื่องมือ reflux สำหรับข้อ 4.2 และ reflux เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

4.4 ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง กรองเอาเฉพาะส่วนที่เป็นสารละลาย

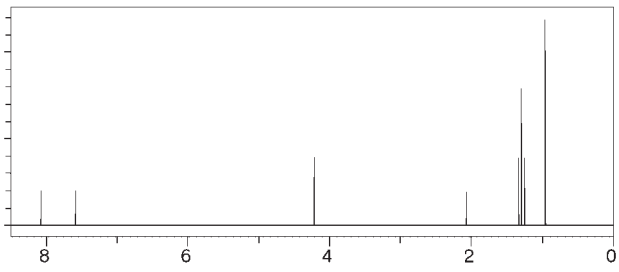
4.5 นำสารละลายที่ได้ไประเหยแห้งด้วยเครื่องระเหยแห้งแบบหมุน (rotary evaporator)

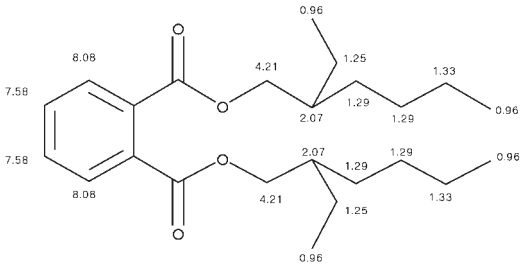
5. วิธีการวิเคราะห์

5.1 ชั่งสารตัวอย่างที่เตรียมได้จากข้อ 4 มา 20 mg ละลายใน $CDCl_3$ 0.5 ml ใส่ใน NMR tube พร้อมที่จะทำการวิเคราะห์ด้วย NMR spectrometer โดยใช้เทคนิค proton NMR

5.2 แปลผลจากข้อมูล proton NMR (NMR spectrometer) ที่ได้

5.3 ข้อสังเกตที่ดูง่ายคือ ต้องไม่มีสัญญาณ NMR ขึ้นที่ตำแหน่ง 7-8 ppm (chemical shift ; δ) ซึ่งเป็นสัญญาณของ aromatic proton ของสารประกอบพวก phthalate esters ดังที่แสดงในรูป





จากการนำเอากระบวนการ NMR spectroscopic มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หา DOP ในฟิล์มยืดหุ้มห่ออาหารดังที่แสดงมาข้างต้น เราสามารถที่จะนำเอาวิธีการเดียวกันนี้มาปรับเปลี่ยนให้เหมาะสำหรับการวิเคราะห์หา DOP หรือสารประกอบตัวอื่นๆ ในพลาสติกที่แตกต่างกันออกไปได้เช่นเดียวกัน

เอกสารอ้างอิง

European Commission Health & Consumer Protection Directorate General. Opinion on medical devices containing DEHP plasticised PVC ; neonates and other groups possibly at risk from DEHP toxicity. (online) Available from Internet : **http://ropa.eu.int/comm/health/ph risk/committees/scmp/ documents/out43 en.pdf.**, 26 September 2002. (cited 02 february 2004)

Robert, R.M, [et al]. **Modern experimental organic chemistry**. 4th ed. n.p.: Holt-Saunders, 1985.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น. คณะวิทยาศาสตร์. ภาควิชาเคมี. **การพิสูจน์สารประกอบอินทรีย์โดยวิธีสเปกโทรสโกปี** (Spectrometric identification of organic compound). เรียบเรียงโดย ลัดดาวัลย์ ชุนชาติประเสริฐ. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยฯ , 2534, หน้า 133-213.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม . ฟิล์มยืดหุ้มห่ออาหาร(Cling film) . **มอก.**1136. 2536.