

กุญแจทางสังเคราะห์

ขันดในไตรล์

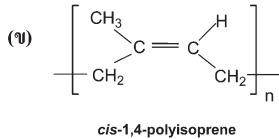
คุ้มครองสำคัญของถุงมือยางธรรมชาติ

■ อาจารณ์ ปันประยูร*

กลุ่มมือยางทางการแพทย์แต่เดิมทำมาจากการน้ำยางจากต้นยางพารา (*Hevea brasiliensis*) (ภาพที่ 1ก) แต่เนื่องจากปัญหาการแพ้โปรตีนที่คล้ายน้ำได้ (water extractable protein) ซึ่งเป็นองค์ประกอบในน้ำยางธรรมชาติโดยเฉพาะผู้ใช้ซึ่งเป็นชาวญี่ปุ่นและเมริกาเกิดอาการแพ้ดีบุชเป็นอันตรายถึงชีวิต องค์กรทางการแพทย์และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องของประเทศไทย จึงพยายามผลิตปุ๋ยหาโดยการใช้ถุงมือที่ทำมาจากยางสังเคราะห์แทนในบรรดายางสังเคราะห์ที่ใช้ทดแทนยางธรรมชาตินั้น น้ำยางสังเคราะห์ชนิดในไตรล์ (nitrile latex) ได้วับความนิยมสูงสุด เนื่องจากราคากลุ่มนี้จากน้ำยางชนิดนี้สูงกว่าถุงมือยางธรรมชาติไม่นักนัก แม้จะมีต้นทักษัณต้านภัยภายนอกอย่าง เช่น ความต้านแรงดึงและความยืดตัวจะด้อยกว่า ถุงมือยางชนิดในไตรล์ก็มีสมบัติเด่นคือทนต่อสารเคมีได้ดี เนื่องจากปัญหาการแพ้โปรตีนในน้ำยางแล้ว บางช่วงราคาน้ำยางธรรมชาติมีความพันธุ์มาก ปัจจัยเหล่านี้ถูกผลให้แนวโน้มของตลาดผลิตภัณฑ์ถุงมือยางชนิดในไตรล์มีสูงค่าสูงขึ้น มีการคาดคะเนว่าตลาดถุงมือยางสังเคราะห์ชนิดในไตรล์ จะเติบโตมากกว่าร้อยละ 6 ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2559⁽¹⁾



ภาพที่ 1 (ก) ต้นยางพารา (*Hevea brasiliensis*)

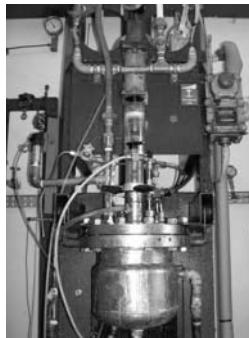


(ก) สูตรโครงสร้างของ cis-1,4-polyisoprene
องค์ประกอบหลักในน้ำยางธรรมชาติ

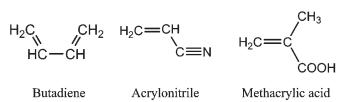
น้ำยางธรรมชาติ (natural latex) และน้ำยางสังเคราะห์ในไตรล์นั้นมีองค์ประกอบทางเคมีเป็นลักษณะคล้ายน้ำนม คือไขว้ขันหรือไขว้ครีมเหมือนกัน น้ำไขว้ขันนี้ที่จริงแล้วคืออนุภาคยาง (rubber particles) ทรงกลมขนาดเล็ก (50-1500 นาโนเมตร) กระจายตัวอยู่ในตัวกลางซึ่งมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นน้ำ อนุภาคของยางธรรมชาตินั้น ร้อยละ 94 โดยน้ำหนัก เป็นโมเลกุลของโพลิไอโซพรีน (polyisoprene) (ภาพที่ 1ข) ส่วนที่เหลือประกอบด้วยสารปนเปื้อนทางธรรมชาติ เช่น โปรตีนร้อยละ 2.2 โฟฟอลิปิด (phospholipids และ natural lipids) ร้อยละ 3.4 และสารอื่น ๆ อีกร้อยละ 0.6 มีงานวิจัย^(2,3) ระบุว่า โปรตีนและไลปิดมีส่วนอย่างมากที่ทำให้ผลิตภัณฑ์จากน้ำยางธรรมชาติมีคุณภาพดีเด่นกว่า เช่น มีความทนต่อแรงดึงและความยืดหยุ่นตัวสูง งานวิจัยนี้สอดคล้องกับการทดลองที่นำถุงมือยางมาทำการล้างทำความสะอาดไปรีดส่วน แล้วนำไปทดสอบค่าความทนต่อแรงดึงและความยืดตัว ผลการทดสอบพบว่า ถุงมือหลังการล้างโดยปอร์ตีนมีความแข็งแรงและความยืดหยุ่นลดลงอย่างเห็นได้ชัด (ดร.ณี วัชราเรืองวิทย์, 2544) ดังนั้นผู้ใช้ที่ไม่มีปัญหาการแพ้โปรตีนจึงนิยมใช้ถุงมือยางที่ทำจากน้ำยางธรรมชาติโดยเฉพาะแพทย์ผู้ต้องการถุงมือที่กระชับและอ่อนนุ่มขณะปฏิบัติงาน

น้ำยางในไตรล์ทำมาจากการสังเคราะห์โพลิเมอร์ด้วยวิธีอิมลัชัน (emulsion polymerisation) ในรีแอคเตอร์แบบหนาแน่นดันสูง (ภาพที่ 2 ก) โดยมีสารตั้งต้นหลักคือบิวตadiene (butadiene) ในปริมาณร้อยละ 60-70 อะคริโลนิไตรล์ (acrylonitrile) ร้อยละ 20-30 และเมทาคริลิก แอซิด (methacrylic acid) ในปริมาณน้อยกว่าร้อยละ 10 สูตรโครงสร้างของสารตั้งต้นทั้งสามแสดงในภาพที่ 2 ข





ภาพที่ 2 (ก) รีแอคเตอร์แบบ
ทนความดันสูงใช้ในการสังเคราะห์
น้ำยาในไตรล์



ภาพที่ 2 (ข) สารตั้งต้นในการผลิตน้ำยา
สังเคราะห์ชนิดไตรล์

ถุงมือยางทางการแพทย์เป็นผลิตภัณฑ์จากการนำน้ำยาผสมกับสารช่วยให้หายใจเชื่อมประสานกัน (cross-linking agent) และวัสดุรูปแบบแบบบูรณาภิภาคที่อุดหนูกว้างประมาณ 100 ถึง 120 องศาเซลเซียส สารเชื่อมประสานที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ถุงมือยางธรรมชาติคือซัลฟีโพร์ (Sulphur) ส่วนในถุงมือยางในไตรล์คือโลหะออกไซด์ เช่น ซิงค์ออกไซด์ (ZnO) แล้วน้ำร้อนเหยียด อนุภาคของยางจะเคลื่อนที่มาใกล้กันและเชื่อมประสานกันในที่สุด กลไกการเกิดพิลามบณณะแบบระหว่างที่น้ำเยื่อกระเพาะหันหน้าหันหลัง ของถุงมือยาง ในยางธรรมชาติสารซัลฟีโพร์จะทำหน้าที่เชื่อมประสานพอเลิเมอร์แต่ละสายที่พันธุ์คู่ของพอลิโอโซฟเร็นทำให้เกิดโครงข่าย (network) ที่แข็งแรง เนื่องจากโครงสร้างของ 1,4-พอลิโอโซฟเร็นเป็นแบบไม่สมมาตรเมื่อถูกดึงยืด โครงข่ายของสายโพลิเมอร์จะยืดตัวได้มากไม่ถึงกันตัว เมื่อเบรคบินที่บันทึกยานไปไตรล์กับยางในไตรล์การสร้างโครงข่ายแบบไอโอนิก (ionic cross-linking) กับกลุ่มคาร์บอเนต (carboxylate, $RCOO^-$) ที่ผิว

ของอนุภาคยาง เนื่องจากโครงสร้างของบิวตะไดอีนซึ่งเป็นองค์ประกอบล่วงไปอยู่ในน้ำยาเป็นแบบสมมาตร เมื่อถูกดึงยืดโครงข่ายของสายโพลิเมอร์จะล็อกตัวจากการกระบวนการรีซิสตัลไลซ์ชัน (recrystallisation) ค่าความยืดของถุงมือยางในไตรล์ จึงต่ำกว่าอย่างธรรมชาติ

การปรับปรุงสมบัติของผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง ส่วนใหญ่โรงงานผลิตจะเน้นการปรับปรุงสูตรการผลิตเนื่องจากยังไม่เข้าขั้นตอนและเพิ่มผลเริ่ว งานวิจัยในระดับโมเลกุลเริ่มมีการนำมาใช้มากในปัจจุบันและส่วนใหญ่จะเป็นความร่วมมือระหว่างโรงงานผู้ผลิตกับหน่วยงานทางการศึกษาซึ่งมีความรู้และบุคลากรพัฒนา กว่า ในขณะที่ผู้ผลิตถุงมือยางธรรมชาติต้องมีต้นทุนเพิ่มในส่วนที่ต้องลดความเสี่ยงต่อการแพ้โปรตีนในถุงมือให้ผู้บริโภค เช่น การหันไปใช้น้ำยาในไตรล์ (deprotonised latex) มาผลิตถุงมือแทน ผู้ผลิตถุงมือยางชนิดไตรล์ก็จะริบบิ้งพัฒนาเพื่อบรรจุสมบัตินางประการ (เช่นความอ่อนนุ่ม) ในระดับโมเลกุล เพื่อเพิ่มจุดเด่นให้แข็งขันได้กับถุงมือยางธรรมชาติ แต่เนื่องจากสภาพตลาดปัจจุบันยังขยายตัวได้สูง การแข่งขันแบบชิงตลาดจึงยังไม่รุนแรงมากนัก ในอนาคตหากตลาดอิ่มตัว ถุงมือยางในไตรล์จะเป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าจับตามองในฐานะคุ้มค่าด้วยของถุงมือยางธรรมชาติซึ่งผลิตและส่งออกมากในประเทศไทย

โครงการพิสิกส์และวิศวกรรม กลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ ให้บริการทดสอบสมบัติทางกายภาพของถุงมือยาง ทางการแพทย์ตามมาตรฐาน มอก.1056-2548 และ ISO 11193-1 ซึ่งเป็นการทดสอบที่ได้รับการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 นอกจากนี้ยังให้บริการวิเคราะห์โปรตีนตามมาตรฐาน ASTM D6124 และการวิเคราะห์โปรตีนตามมาตรฐาน ASTM D5712 และ EN 455-3 อีกด้วย สนใจติดต่อที่กลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ โครงการพิสิกส์และวิศวกรรม โทรศัพท์ 0 2201 7160-1

เอกสารอ้างอิง

- Carretero-Gonzalez, J., et al. Molecular dynamics of natural rubber as revealed by dielectric spectroscopy: The role of natural cross-linking. *Soft Matter*, 2010, vol.6, no.15, p.3636-3642.
- Global rubber gloves market: An analysis - Market research reports on Aarkstore enterprise. 2009. [online] [cite dated 4 November 2010] Available from internet : <http://www.aarkstore.com/reports/Global-Rubber-Gloves-Market-An-Analysis-12679.html>.
- Toki, S., et al. Multi-scaled microstructures in natural rubber characterized by synchrotron x-ray scattering and optical microscopy. *Journal of Applied Polymer Science B. Polymer Physic*, 2008, vol.46, no.22, p.2456-2464.

