มติชน

ก 6620

วันศุกร์ที่ 23 ธันวาคม พุทธศักราช 2548 ปีที่ 28 ฉบับที่ 10149 หน้า 26

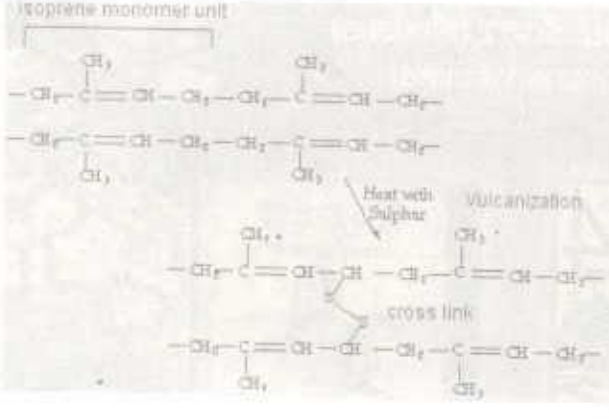
Siam Photon
ศูนย์ปฏิบัติการวิจัย
เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนแห่งชาติ

แสงซินโครตรอนกับงานวิจัยเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมยาง

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ยางธรรมชาติ (Natural rubber) เป็นวัตถุดิบสำคัญที่ใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท ที่สำคัญคือยางรถยนต์ ถุงมือยาง พื้นรองเท้า สายพานขนส่ง ชิ้นงานทางด้านวิศวกรรม และผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ใช้ในงานก่อสร้าง เป็นต้น ถึงแม้ว่ายางธรรมชาติจะได้มาจากต้นยาง Hevea brasiliensis เป็นน้ำยางสีขาวข้นมีส่วนประกอบเป็นน้ำ 62% เนื้อยาง 35% และส่วนที่เหลือเป็นโปรตีนและองค์ประกอบอื่นๆ คุณภาพของน้ำยางที่ได้จะขึ้นอยู่กับชนิดของต้นยางที่ปลูก และลักษณะภูมิอากาศซึ่งจะเหมาะกับเขตอากาศร้อนชื้นในแถบเส้นศูนย์สูตร ประเทศที่มีการปลูกและส่งออกยางมากที่สุดได้แก่ อินโดนีเซีย มาเลเซีย ประเทศไทย และประเทศในแถบแอฟริกา ในส่วนของเนื้อยางจะมีลักษณะเป็นสายโพลิเมอร์ไอโซพรีน(cis-1,4-polyisoprene) พันกันไปมา และเมื่อทำการเร่งให้เนื้อยางตกตะกอนโดยการทำให้โปรตีนที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญสลายตัวด้วยการเติมกรดอะซิติกเพื่อกำจัดน้ำออกและนำไปอบเพื่อที่จะทำเป็นยางแผ่นหรือยางแท่งเพื่อจัดจำหน่ายแก่โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เนื้อยางที่ได้ในขั้นตอนนี้จะมีสีขาวที่มีความเหนียวและมีความยืดหยุ่นสูง มีความทนต่อกรด แต่ไม่ทนต่อความร้อนและน้ำมัน ซึ่งในการใช้งานในด้านต่างๆ จะต้องมีการแปรรูปยางให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติตามต้องการอย่างไรก็ตามในปัจจุบันก็ได้มียางสังเคราะห์ที่เป็นผลพลอยได้จากการกลั่นน้ำมัน ซึ่งยางสังเคราะห์เหล่านี้ก็มีคุณสมบัติที่ไม่ด้อยไปกว่ายางธรรมชาติ และบางตัวก็มีคุณสมบัติที่โดดเด่นเฉพาะตัวแตกต่างกันไป

ขั้นตอนสำคัญในการแปรรูปยางที่นิยมใช้ก็คือการเติมกำมะถัน (Sulfur, S) ลงไปในเนื้อยางภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูง เรียกกระบวนการนี้ว่า "วัลคาไนเซชัน" ซึ่งเป็นการค้นพบโดยบังเอิญของเนลสัน บี กูดเยียร์ เมื่อปี ค.ศ. 1839 โดยกำมะถันจะทำหน้าที่เข้าไปจับกับสายโพลิเมอร์เข้าด้วยกัน เรียกว่า "คลอสลิงค์" (รูปที่ 1) เพื่อทำให้ยางมีสมบัติที่เหนียวและคงตัว มีความแข็งแรง ทนทานต่อแรงดึง ทนต่อน้ำมันได้มากยิ่งขึ้น และสามารถใช้งานในช่วงอุณหภูมิที่กว้าง นอกจากนี้ก็ได้มีการเติมสารต่างๆ เช่น fillers ที่อาจเป็นผงคาร์บอนซิลิเกต หรือดินเหนียว หรือสารต้านการสลายตัว (anti-degradants) รวมทั้งการผสมยางสังเคราะห์

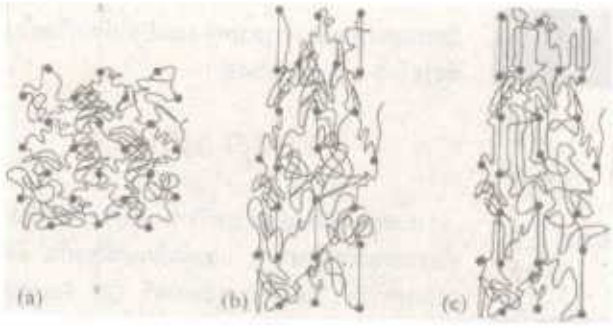


รูปที่ 1 แสดงการเกิดวัลคาไนเซชัน (vulcanization) ที่ทำให้เกิดร่างแหของซัลเฟอร์ (crosslink) ของสายโพลิเมอร์ polyisoprene

[ต่อด้านหลัง]

เข้าไปด้วยในอัตราส่วนต่างๆเข้าไปเพื่อปรับให้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ได้มีสมบัติเฉพาะตัวการเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติจึงได้มีการศึกษาวิจัยในเชิงลึกเพื่อให้ความรู้ความเข้าใจต่อกระบวนการต่างๆ มากยิ่งขึ้น

ดังตัวอย่างที่ได้มีการค้นพบว่าองค์ประกอบของยางมีผลต่อความแข็งแรงที่เกิดขึ้นโดยการเปรียบเทียบกันระหว่างยางธรรมชาติที่มีส่วนประกอบเป็น cis-1, 4-polyisoprene ซึ่งจะมีโครงสร้างแบบ cis-เกือบสมบูรณ์โดยมีโครงสร้างที่เป็น trans- ที่ส่วนปลายสายโพลิเมอร์เท่านั้นจะมีความแข็งแรงกว่ายางสังเคราะห์ที่มีโครงสร้างแบบ trans-แทรกอยู่อย่างไม่เป็นระเบียบ (โครงสร้างแบบ cis- และ trans- เป็นโครงสร้างของสารชนิดเดียวกันแต่มีการจัดเรียงตัวแตกต่างกัน) โดยการศึกษาการก่อโครงร่างผลึกของเนื้อยางด้วยการวัดการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ในมุมกว้าง (wide-angle x-ray diffraction, WAXD) ของตัวอย่างในขณะที่ใช้แรงดึงกระทำอย่างต่อเนื่อง การทดลองดังกล่าวได้กระทำที่ห้องปฏิบัติการ National Synchrotron Light Source (NSLS) ณ ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งค้นพบว่าโครงร่างผลึกของเนื้อยางที่กิดขึ้นจากแรงดึง (รูปที่ 2) สามารถรองรับขนาดของสารปรับแต่งคุณภาพยางชนิดต่างๆ ในระดับนาโนเมตรได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพยางต่อไปในอนาคต



รูปที่ 2 แสดงภาพจำลองโครงร่างผลึกของยางธรรมชาติที่ผ่านการทำวัลค่าไนเซชัน โดยสีฟ้าแทนโพลิเมอร์สายสั้นและวงกลมแทนคลอสลิงค์ที่เกิดขึ้น (a) ก่อนการดึง (b) แสดงโพลิเมอร์สายสั้นที่ถูกยืดเต็มที่ก่อนที่เนื้อยางจะเปลี่ยนโครงร่าง (c) โครงร่างผลึกที่เกิดขึ้นจากแรงดึง

เอกสารอ้างอิง

1. Masatoshi Tosaka, et al., (2004) 'Orientation and crystallization of natural rubber networks as revealed by WAXD using synchrotron radiation', *Macromolecules*, **37**(9), 3299-3309.

ดร. บัวบาล พูลเพิ่ม
นักวิจัยศูนย์ปฏิบัติการวิจัยเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนแห่งชาติ

ศช.จัดสัมมนาแสงซินโครตรอนกับการวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมยางและพอลิเมอร์ในประเทศไทย ในวันที่ 26 ธันวาคม 2548 ณ สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรุงเทพฯ