บทที่ 3

ผลการทดลอง และบทวิจารณ์

3.1 กลไกการเกิดฟิล์มของน้ำยาง

(เอกสารประกอบ 1)

น้ำยางธรรมชาติที่มีขนาดอนุภาคยางไม่สม่ำเสมอจะเกิดเป็นฟิล์มบางที่มีการกระจายตัวของอนุภาครูปทรงรี ซึ่งได้ทำการศึกษาลักษณะพื้นผิว และความขรุขระของแผ่นฟิล์มโดยใช้เทคนิค Atomic Force Microscopy ทำให้ได้ภาพถ่ายที่แตกต่างจากพื้นผิวของฟิล์มที่เกิดจากน้ำยางสังเคราะห์คือ XSBR ที่มีขนาดอนุภาคสม่ำเสมอ และไม่มีสิ่งเจือปนอื่น เช่นโปรตีน จึงทำให้พื้นผิวของฟิล์มที่ได้ประกอบด้วยอนุภาครูปทรงกลมกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ แต่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการทำให้ฟิล์มน้ำยางแห้ง จะพบว่าอนุภาครูปทรงกลมจะเริ่มหลอมเข้าหากันเกิดเป็นรอยคลื่นบนแผ่นฟิล์ม และเมื่ออนุภาคยาง XSBR เกิดการเชื่อมโยงระหว่างโมเลกุล พื้นผิวของฟิล์มน้ำยางจะมีความราบเรียบมากขึ้น สอดคล้องกับพื้นผิวของฟิล์มน้ำยางธรรมชาติ เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างน้ำยางก่อนและหลังผ่านกระบวน vulcanization พบว่าแผ่นฟิล์มน้ำยางธรรมชาติที่เกิดการเชื่อมโยงระหว่างโมเลกุล มีลักษณะเป็นรอยเลื่อนแทนที่

ในงานวิจัยยังได้ทำการศึกษาลักษณะของแผ่นฟิล์มน้ำยางที่ได้จากการผสมระหว่างน้ำยางธรรมชาติเข้ากับน้ำยางสังเคราะห์ ซึ่งน้ำยางธรรมชาติจะประกอบด้วยอนุภาคยางที่มีความอ่อนมากกว่าอนุภาคยางจากน้ำยางสังเคราะห์ XSBR (อนุภาคยางธรรมชาติมีค่า Tg ~ -68 องศาเซลเซียส และอนุภาคยาง XSBR มีค่า +4 องศาเซลเซียส) อนุภาคยางที่แข็งในน้ำยาง XSBR จะเคลื่อนที่แยกส่วนจากอนุภาคยางที่อ่อนในน้ำยาง NR ไปที่ผิวของแผ่นฟิล์ม โดยอนุภาคยางที่แข็งจะถูกยึดติดกันไว้ด้วยอนุภาคยางที่อ่อน ดังนั้นเมื่อทำการผสมน้ำยาง XSBR เข้ากับ NR ในสัดส่วน 75 : 25 จะพบว่าแผ่นฟิล์มจะเกิดช่องว่างที่มีขนาดในระดับไมโครเมตร เนื่องมาจากปริมาณของอนุภาคยาง NR ที่เข้าไปแทรกอยู่ระหว่างอนุภาคยาง XSBR มีไม่เพียงพอ เมื่อแผ่นฟิล์มผ่านกระบวนการวัลคาไนเซชั่น ช่องว่างที่เกิดขึ้นจะกลายเป็นรูพรุนระดับไมโครเมตร ซึ่งนอกจากจะสอดคล้องกับสมบัติเชิงกลที่ด้อยลงของน้ำยางผสมแล้ว ความต้านทานต่อแรงเสียดทานยังลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณอนุภาคยาง XSBR มากกว่า 50% เช่นเดียวกันกับสมบัติความชอบน้ำของแผ่นฟิล์ม แสดงว่าอนุภาคยาง XSBR จะกระจายตัวอยู่ที่ผิวของแผ่นฟิล์ม และเกิดการเชื่อมโยงระหว่างโมเลกุลจึงเป็นผลให้ค่าความต้านทานต่อเสียดทานลดน้อยลง

3.2 การเชื่อมขวางระหว่างวัฏภาค

(เอกสารประกอบ 1)

จากการศึกษาสมบัติทางความร้อนของแผ่นฟิล์มที่ได้จากน้ำยางผสมระหว่างอนุภาคยางที่อ่อนของน้ำยางธรรมชาติกับอนุภาคยางที่แข็งของน้ำยาง XSBR พบว่าแผ่นฟิล์มที่ได้จะแสดงความไม่เข้ากัน จาก peak ของ tan δ ที่แสดงถึงอุณหภูมิเปลี่ยนสภาพแก้ว (glass transition temperature, Tg) แยกออกเป็น 2 ค่า ที่ชัดเจนในฟิล์มยางผสม โดยค่า Tg ของอนุภาคยาง XSBR จะเพิ่มขึ้นจากเดิม +4 องศาเซลเซียส เป็น +20.1 องศาเซลเซียส เป็นผลมาจากการเชื่อมโยงกันระหว่างโมเลกุลของอนุภาคยาง XSBR ที่มีหมู่ carboxylate ซึ่งพร้อมที่จะเกิดปฏิกิริยาการเชื่อมโยง ทำให้ค่า modulus ของฟิล์มยางเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่ค่าต้านทานต่อแรงดึง และระยะยืด ณ จุดขาด ลดต่ำลง เป็นผลมาจากปริมาณพันธะคู่ในยางสังเคราะห์มีจำนวนน้อยกว่าในยางธรรมชาติ ดังนั้นการเพิ่มปริมาณสัดส่วนของยางสังเคราะห์มีผลทำให้ส่วนของโมเลกุลที่มีพันธะเชื่อมโยงลดต่ำลง เมื่อทำการศึกษาลักษณะของพันธะกำมะถันที่เชื่อมโยงระหว่างโมเลกุลในแผ่นฟิล์มที่เกิดจากน้ำยางธรรมชาติ น้ำยางสังเคราะห์ และน้ำยางผสม โดยเทคนิค XANES พบว่าชนิดของพันธะกำมะถันที่เชื่อมโยงระหว่างโมเลกุลในฟิล์มที่เกิดจากน้ำยางธรรมชาติจะมีความแตกต่างกันเมื่อเพิ่มปริมาณ หรือการแปรสัดส่วนระหว่างกำมะถันกับสารตัวเร่ง การเพิ่มกำมะถันเป็นปริมาณมากๆ จะทำให้ได้พันธะเชื่อมโยงแบบ disulfidic แทนที่พันธะเชื่อมโยงแบบ polysulfidic โดยเปรียบเทียบตำแหน่งของ peak ที่มีการดูดกลืนพลังงาน ในสารมาตรฐาน สำหรับฟิล์มยางจากน้ำยาง XSBR แสดง peak การดูดกลืนพลังงาน 2 ช่วงคลื่น คือ 2481.4 eV และ 2471.5 eV แสดงถึงกำมะถันที่ไม่เกิดปฏิกิริยาการเชื่อมโยง และกำมะถันที่เชื่องโยงโมเลกุลแบบ polysulfidic ตามลำดับ จากการทดลองพบว่าพื้นที่ใต้ peak ของการดูดกลืนพลังงานที่ช่วงคลื่น 2481.4 จะลดต่ำลงเมื่อเพิ่มสัดส่วนของยางธรรมชาติ ซึ่งมีความสอดคล้องกับสมบัติทางกลที่วัดได้