

งานวิจัยนี้เป็นการปรับปรุงพื้นผิวของซิลิกา โดยการเคลือบฟิล์มพอลิไอโซพรินบนผิวซิลิกา ด้วยเทคนิคแอตโมสเฟียร์พอลิเมอไรเซชัน โดยเปรียบเทียบระหว่างการกระตุ้นด้วยรังสีแกมมา และการใช้ตัวริเริ่มปฏิกิริยา 2 ชนิด คือ โพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต (Potassium Persulfate : KPS) และ 2,2'-Azobis(2-Methylpropionamide) Dihydrochloride : V50) ผลการศึกษาพบว่า การกระตุ้นด้วยรังสีแกมมาให้ผลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพที่ดีกว่าระบบความร้อนที่ใช้ V50 และ KPS เป็นตัวริเริ่มปฏิกิริยา ตามลำดับ โดยระบบรังสีแกมมาที่อัตราการเปล่งรังสี 0.17 kGy/min ใช้ปริมาณรังสี 9 kGy ณ อุณหภูมิห้อง ให้ค่าการเปลี่ยนแปลงมอนอเมอร์ไอโซพรินที่ใช้สร้างฟิล์ม (Conversion of Monomer for Film Formation) ร้อยละ 60.71 น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 8909 g/mole แต่ถ้าใช้ปริมาณรังสีแกมมากเกินไป จะมีผลทำให้ปริมาณฟิล์มที่ได้และน้ำหนักโมเลกุลลดลง ขณะที่ระบบความร้อนที่ใช้ V50 เป็นตัวริเริ่ม ที่อุณหภูมิ 65 °C เวลาในการทำปฏิกิริยา 60 min ให้ค่าการเปลี่ยนแปลงมอนอเมอร์ไอโซพรินที่ใช้สร้างฟิล์ม ร้อยละ 57.48 และน้ำหนักโมเลกุล 6064 g/mole ส่วนระบบที่ใช้ KPS ณ อุณหภูมิ 80 °C เวลาในการทำปฏิกิริยา 120 min ให้ค่าการเปลี่ยนแปลงมอนอเมอร์ไอโซพรินที่ใช้สร้างฟิล์ม ร้อยละ 51.35 น้ำหนักโมเลกุล 186.8 g/mole นอกจากนี้ยังศึกษาจลนศาสตร์ของการสร้างฟิล์มโดยศึกษาหาค่าคงที่ปฏิกิริยาของการสร้างฟิล์ม (k_m) พบว่าระบบที่ใช้รังสีแกมมาให้ค่า k_m มากที่สุดเท่ากับ $2.45 \times 10^{-3} \text{ l}^{1.84}/\text{g}^{0.84} \cdot \text{min}$ ในขณะที่ระบบที่ใช้ V50 ให้ k_m เท่ากับ $2.06 \times 10^{-3} \text{ l}^{1.63}/\text{g}^{0.63} \cdot \text{min}$ และ KPS ให้ค่า k_m เท่ากับ $1.05 \times 10^{-3} \text{ l}^{1.31}/\text{g}^{0.31} \cdot \text{min}$

ผลการศึกษาลักษณะเฉพาะของพอลิไอโซพรินที่สังเคราะห์บนผิวซิลิกาโดยการเปรียบเทียบจากซิลิกาที่ปรับปรุงผิวทั้ง 3 ระบบ ได้แก่ ระบบที่ใช้รังสีแกมมา, ระบบความร้อนที่ใช้ V50 และระบบความร้อนที่ใช้ KPS ด้วยเครื่อง Fourier Transform Infrared Spectrophotometer (FTIR), Ultraviolet Visible Spectrophotometer (UV) และ Thermal Gravimetric Analyzer (TGA) แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จในการสังเคราะห์ฟิล์มบนผิวซิลิกา จากการศึกษาสัณฐานวิทยา (Morphology) ด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะบนพื้นผิวของซิลิกาก่อนปรับปรุง และซิลิกาหลังปรับปรุง ผลการศึกษากลุ่มกันของซิลิกา (Agglomeration) ด้วย Transmission Electron Microscope (TEM) พบว่าซิลิกาหลังปรับปรุงพื้นผิวซิลิกามีลักษณะการเกาะกลุ่มกันขนาดเล็กกว่าซิลิกาก่อนปรับปรุง ผลการทดสอบสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติ ได้แก่ ระยะเวลาการคงรูป (Cure Time) ค่าการสูญเสียเนื่องจากการขัดถู (Abrasion Loss) ระยะยืดจนขาด (Elongation at Break) ค่า 300% โมดูลัส (300% Modulus) และค่าต้านทานต่อการดึงจนขาด (Tensile Strength) พบว่ายางธรรมชาติที่ผสมซิลิกาที่ผ่านการปรับปรุงผิวโดยใช้รังสีแกมมาเป็นตัวกระตุ้น ให้ค่าสมบัติเชิงกลทุกค่า ดีกว่ายางธรรมชาติที่ผสมซิลิกาที่ผ่านการปรับปรุงผิวโดยใช้ V50 และ KPS เป็นตัวริเริ่ม ตามลำดับ ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงผิวซิลิกาโดยใช้เทคนิคแอตโมสเฟียร์พอลิเมอไรเซชัน โดยการกระตุ้นด้วยรังสีแกมมาเพื่อให้เกิดฟิล์มพอลิไอโซพริน มีผลต่อการพัฒนาสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติที่ดีขึ้น

In this research admicellar polymerization was used for silica surface modification by inducing formation of polyisoprene film on the surface. Gamma radiation was used to induce the polymerization reaction, in comparison with the use of Potassium persulfate (KPS) and 2, 2'-Azobis (2-methylpropionamide) dihydrochloride (V50) as initiators in thermal system. The results showed that polyisoprene film formation induced by gamma radiation was higher than that by V50 and KPS, both quantitatively and qualitatively. Irradiation at a dose rate of 0.17 kGy/min and a total dose of 9 kGy, at room temperature for 50 min yielded the polyisoprene film with 60.71 % conversion and a molecular weight of 8909 g/mole. At higher doses, the conversion and molecular weight decreased. The thermal system using V50 at 65°C for 60 min resulted in 57.48% film formation and a molecular weight of 6064 g/mole, whereas KPS at 80°C for 120 min brought about 51.35% film formation and a molecular weight of 186.8 g/mole. The kinetics of film formation reaction of all three systems were also investigated. The reaction constants for film formation (k_M) induced by radiation, V50, and KPS were $2.45 \times 10^{-3} \text{ l}^{1.84}/\text{g}^{0.84} \cdot \text{min}$, $2.06 \times 10^{-3} \text{ l}^{1.63}/\text{g}^{0.63} \cdot \text{min}$, and $1.05 \times 10^{-3} \text{ l}^{1.31}/\text{g}^{0.31} \cdot \text{min}$, respectively. The surface of the silica modified with radiation, V50, and KPS was characterized by Fourier Transform Infrared Spectrophotometer (FTIR), Ultraviolet Visible Spectrophotometer (UV) and Thermal Gravimetric Analyzer (TGA). All results confirmed that the polyisoprene film was successfully formed on silica surface. The morphology of the modified silica from all three systems was observed by Scanning Electron Microscope (SEM) to trace changes after the surface modification. The distribution of silica particles of the unmodified and modified silica was observed by Transmission Electron Microscope (TEM). The results revealed that the agglomeration of the modified silica from all three systems were smaller than that of the unmodified silica. Finally, the modified silica were used to prepare the natural rubber compound for studying mechanical properties of the rubber such as cure time, abrasion loss, elongation at break, 300% Modulus and tensile strength. The results displayed that all mechanical properties of the natural rubber compound prepared by the modified silica with radiation were better than those prepared by V50 and KPS, respectively. From this study, it can be concluded that, radiation-induced admicellar polymerization improved the film formation and mechanical properties of the natural rubber, more effectively than the thermal technique.