

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการเตรียมยางธรรมชาติให้เป็นไฮโดรเจล คือเป็นวัสดุที่มีความสามารถในการดูดซับน้ำได้สูง โดยทั่วไปนั้นไฮโดรเจลเป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ที่มีโครงสร้างของ hydrophilic functional groups อยู่บนโมเลกุล โดยมีปิโตรเลียมเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการผลิตเช่นเดียวกับพอลิเมอร์สังเคราะห์อื่นๆ ดังนั้นไฮโดรเจลจึงมีราคาสูงมากและยังคงมีแนวโน้มสูงขึ้นอีกเรื่อยๆตามราคาของปิโตรเลียม ไฮโดรเจลจากยางธรรมชาติจึงน่าจะเป็นทางเลือกของกระบวนการผลิตวัสดุชนิดนี้ เนื่องจากยางธรรมชาติเป็นวัตถุดิบที่มีราคาถูกกว่า

การปรับปรุงโมเลกุลยางธรรมชาติซึ่งมีความเป็น hydrophilic ต่ำ ให้สามารถดูดซับน้ำได้สูงขึ้นนั้นกระทำโดยการกราฟต์มาลิกแอนไฮโดรซึ่งที่มีความเป็น hydrophilic สูงกว่าลงบนสายโซ่ของยางธรรมชาติในสถานะหลอม พบว่าการใช้มาลิกแอนไฮโดรในปริมาณที่แตกต่างกัน คือ 3, 8, 12 และ 20 % โดยน้ำหนัก จะช่วยให้ความเป็น hydrophilic ของยางธรรมชาติที่เตรียมได้เพิ่มขึ้นตามปริมาณของมาลิกแอนไฮโดร ซึ่งตรวจสอบได้จากการลดลงของค่า contact angles กล่าวคือ ค่า contact angle ของยางธรรมชาติปกติมีค่า ~ 90 องศา ส่วนค่า contact angle ของยางที่เตรียมได้จากการใช้มาลิกแอนไฮโดร 3, 8, 12 และ 20 % มีค่าเท่ากับ 72, 71, 58 และ 52 องศา ตามลำดับ และเมื่อนำยางธรรมชาติที่กราฟต์ด้วยมาลิกแอนไฮโดรดังกล่าว ไปทดสอบความสามารถในการดูดซับน้ำ พบว่ายางตัวอย่างสามารถดูดซับน้ำได้ ~ 22, 30, 40 และ 60% โดยน้ำหนักตามลำดับ ขณะที่ยางธรรมชาติปกติจะดูดซับน้ำได้น้อยกว่า 10% โดยน้ำหนักเท่านั้น นอกจากนี้จะดูดซับน้ำได้แล้วยางที่เตรียมได้ยังสามารถดูดซับของเหลวอื่นที่มีขั้ว ได้แก่ acetone และ ethanol ได้อีกด้วย

กลไกการดูดซับน้ำของยางธรรมชาติที่เตรียมได้จากงานวิจัยน่าจะมีลักษณะเดียวกับไฮโดรเจลทั่วไป คือ H-bonding ระหว่างโมเลกุลน้ำกับ hydrophilic functional groups และเมื่อทดสอบอัตราการปลดปล่อยน้ำออกจากยางตัวอย่างที่ดูดซับน้ำไว้ พบว่าจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลา 4 วันแรก หลังจากนั้นจะลดลงอีกเพียงเล็กน้อย และพบว่ายางตัวอย่างที่มีความเป็น hydrophilic สูงกว่า จะมีอัตราการปลดปล่อยน้ำที่ช้ากว่า ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณ H-bonding ระหว่างน้ำกับมาลิกแอนไฮโดรบนสายโซ่ยางธรรมชาติ นอกจากนี้ยังพบว่าความสามารถในการดูดซับและปลดปล่อยน้ำของตัวอย่างสามารถเกิดกลับไปกลับมาได้อย่างสมบูรณ์ หากปล่อยให้ตัวอย่างดูดซับน้ำ จากนั้นนำไปอบที่ 50°C สลับกันไปเรื่อยๆ

บทคัดย่อ: ยางธรรมชาติดัดแปลงโมเลกุล ไฮโดรเจล วัสดุที่ดูดซับน้ำ

Abstract

This research illustrates the opportunity of preparing hydrogel from natural rubber. Typically, hydrogel is a highly water-absorbed material made from synthetic polymers containing hydrophilic functional groups. The same as other polymers, petroleum is also the original substrate for hydrogel; therefore, the price of hydrogel is apparently high and has dramatically been raised as the price of petroleum. Preparation of hydrogel from natural rubber then becomes an alternative because it is cheaper.

To modify natural rubber, a hydrophobic polymer, to become a more water absorbable material, maleic anhydride molecules, more hydrophilic function groups, are grafted onto rubber chains in the molten state. It was found that using of different amounts of maleic anhydride – 3, 8, 12 and 20 wt% – would increasingly enhance more hydrophilicity to natural rubber. This could lower the contact angles of natural rubber from 90 ° to ~ 72, 71, 58 and 52 ° when 3, 8, 12 and 20 wt% of maleic anhydride were incorporated, respectively. This modified rubber could absorb greater amounts of distilled water, ~ 22, 30, 40 and 60 wt%, respectively, as the amounts of maleic anhydride increases while the bare rubber could take less than 10 wt% of water. Moreover, this modified rubber could also absorb other polar liquids such as acetone and ethanol.

As found in a typical hydrogel, H-bonding between water and hydrophilic functional groups plays a role on water absorption. This mechanism is also expected to be responsible for water uptake found in this modified rubber. Decreasing of the weight of water swollen samples was monitored and found that it rapidly dropped within the first 4 days and then became almost unchanged. Moreover, water swollen samples with higher hydrophilicity revealed slower decay in weight. This result is correlated to degrees of H-bonding between water and maleic anhydride in samples. Additionally, the levels of water absorption and de-absorption are completely reversible when samples were cycled between soaking in water and heating in a 50°C oven.

Keyword: modified natural rubber, hydrogel, water absorbable materials