

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาคอมพอสิตชนิดใหม่ที่มีการจัดเรียงโครงสร้างรูพรุนแบบเฮกซะโกนอลอย่างเป็นระเบียบ มีสมบัติความพรุนสูง มีสภาพไม่ชอบน้ำ (hydrophobicity) และมีหมู่ฟังก์ชันบนพื้นผิวที่เหมาะสมเพื่อประยุกต์ในงานด้านการเร่งปฏิกิริยาและการดูดซับ คอมพอสิตที่สังเคราะห์ขึ้นเป็นเมโซพอร์สคอมพอสิตของยางธรรมชาติ (natural rubber, NR) และเฮกซะโกนอลเมโซพอร์สซิลิกา (hexagonal mesoporous silica, HMS) หรือ NR/HMS โดยใช้เทคนิคอินซิทูโซล-เจล (*in situ* sol-gel approach) จากนั้นวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของคอมพอสิต NR/HMS ที่สังเคราะห์ได้โดยใช้เทคนิควิเคราะห์ต่างๆ ขอบเขตการศึกษาของโครงการประกอบด้วย (ก) การศึกษาผลของชนิดเอมีนปฐมภูมิ (primary amine) ที่ใช้เป็นสารก่อโครงสร้าง (structure-directing agent) ต่อสมบัติความพรุนและสภาพไม่ชอบน้ำของคอมพอสิต NR/HMS ที่สังเคราะห์ได้ (ข) การพัฒนาคอมพอสิต NR/HMS-SO₃H ผ่านการดัดแปรพื้นผิวของ NR/HMS โดยการต่อติดพื้นผิวด้วยหมู่กรดโพรพิลซัลโฟนิก (propylsulfonic acid group) เพื่อใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดกรดในเอสเทอร์ฟิเคชันของกรดคาร์บอกซิลิกหลายชนิดกับเอทานอล (ค) การพัฒนาคอมพอสิต NR/HMS-NH₂ ผ่านการดัดแปรพื้นผิวของ NR/HMS โดยการต่อติดพื้นผิวด้วยหมู่ฟังก์ชันเอมีนชนิดต่างๆ เพื่อใช้เป็นตัวดูดซับในการกำจัดกรดคลอโรไฟบริก (clofibric acid) ที่ละลายในน้ำ และ (ง) การพิสูจน์โครงสร้างคอมพอสิตระหว่างยางธรรมชาติและ HMS และการศึกษากลไกการเกิดคอมพอสิต NR/HMS ในระบบอินซิทูโซล-เจล ผลการศึกษาจากโครงการนี้แสดงให้เห็นว่าสมบัติทางกายภาพและเคมีของคอมพอสิต NR/HMS สามารถปรับแต่งได้โดยใช้กรรมวิธีที่ไม่ซับซ้อน และมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวดูดซับ โดยสภาพไม่ชอบน้ำของยางธรรมชาติที่แทรกตัวในโครงสร้างเมโซพอร์สซิลิกาเป็นปัจจัยสำคัญที่เสริมประสิทธิภาพในการเร่งปฏิกิริยาและการดูดซับในระบบที่อ่อนไหวกับน้ำ นอกจากนี้ โครงการวิจัยนี้ประสบความสำเร็จในการพิสูจน์การเกิดโครงสร้างคอมพอสิตระหว่างยางธรรมชาติและซิลิกาใน NR/HMS โดยสายโซ่ยางธรรมชาติแทรกตัวเป็นส่วนหนึ่งของโครงข่ายโครงสร้างแบบเมโซพอร์สของ HMS และอันตรกิริยาระหว่างโมเลกุลยางธรรมชาติกับซิลิกาเป็นแรงอย่างอ่อน (weak interaction) ซึ่งมีหมู่เอท็อกซีของ TEOS ที่ไม่ถูกไฮโดรไลซ์ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อม (linker) ระหว่างสายโซ่โมเลกุลยางและซิลิกา

Abstract

This project is aimed to develop a new class of polymer/silica nanocomposites with well-ordered mesostructure, high mesoporosity, hydrophobicity and tunable surface functional groups for catalysis and adsorption applications. The nanocomposites developed are mesoporous composites based on natural rubber (NR) and hexagonal mesoporous silica (HMS), namely “NR/HMS”, which are synthesized using *in situ* sol-gel approach, followed by characterization for their physicochemical properties using various techniques. The scope of study in this project includes: (a) to study effects of type of primary amine used as structure-directing agent on the textural properties and hydrophobicity of NR/HMS nanocomposites attained, (b) to develop NR/HMS-SO₃H nanocomposites via surface modification of NR/HMS by grafting propylsulfonic acid groups in order to use as acidic catalysts in esterification of various carboxylic acids with ethanol, (c) to develop NR/HMS-NH₂ nanocomposites via surface modification of NR/HMS by grafting various types of amine functional groups in order to use as adsorbents in removal of clofibrac acid in aqueous solution, and (d) to verify the nanocomposite mesostructure composed of NR and HMS and to study mechanism for which the NR/HMS nanocomposite generated in the *in situ* sol-gel system. These studies indicated that the physicochemical properties of NR/HMS nanocomposites can be tuned using simple methods and the resulting materials find potential uses as catalysts and adsorbents. The hydrophobicity derived from the NR incorporated into the mesostructured silica is a key factor for enhanced catalysis and adsorption in water-sensitive environment. Moreover, this project successfully verified the formation of NR-silica composite structure of the NR/HMS materials in which the rubber chains are entrapped as a part of mesostructured HMS framework and the interaction between rubber molecules and silica is rather weak. The ethoxy groups of incompletely hydrolyzed TEOS act as hydrophobic linkers between rubber chains and silica.