บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

โครงงานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเกี่ยวกับการนำซิลิกาที่มีความบริสุทธิ์สูงจากแกลบมาใช้เป็นสารเสริมแรงในยางธรรมชาติ ซึ่งได้ทำการศึกษาถึงสมบัติทางกายภาพของสารประกอบยางที่ได้ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาซิลิกาที่มีความบริสุทธิ์สูงจากแกลบมาใช้งานในสารประกอบยางต่อไป ซึ่งซิลิกาที่ได้จากแกลบนี้เมื่อทำการผลิตในระดับอุตสาหกรรมด้วยวิธีที่เหมาะสม จะมีต้นทุนที่ถูกกว่าซิลิกาที่ได้จากการตกตะกอนที่ใช้กันทั่วไปในอุตสาหกรรม

การวิจัยนี้ได้เริ่มจากการสังเคราะห์ซิลิกาจากแกลบ โดยการนำแกลบมาทำปฏิกิริยากับกรด แล้วทำการเผา จะได้ซิลิกาความบริสุทธิ์สูง แล้วนำซิลิกาที่ได้นี้มาทำการบดให้มีขนาดอนุภาคเล็กลง หลังจากนั้นจึงนำซิลิกาที่ได้มาหาสมบัติบางประการ นำสมบัติสำคัญที่ทดสอบได้และที่มีผู้ศึกษาไว้แล้วของซิลิกาจากแกลบมาทำการเปรียบเทียบกับซิลิกาที่ใช้ทั่วไป (Hi-sil 255) จะพบว่าซิลิกาจากแกลบมีพื้นที่ผิวจำเพาะสูงกว่า ทั้งนี้เนื่องมาจากซิลิกาจากแกลบมีความเป็นรูพรุนมากกว่า สำหรับซิลิกาจากแกลบอาจมีพื้นที่ผิวจำเพาะสูงกว่านี้ได้มากกว่า 200 ตารางเมตรต่อกรัม โดยขึ้นกับวิธีการผลิต ส่วนเปอร์เซ็นต์ของซิลิกาของ Hi-sil 255 น้อยกว่าซิลิกาที่ได้จากแกลบมาก ซึ่งสมบัตินี้มีผลต่อสมบัติของยางมาก คือ สูตรที่ใช้ในการวิจัยนี้จะใส่ซิลิกาเป็นจำนวน 40 phr ซึ่งเมื่อคำนึงถึงเปอร์เซ็นต์ของซิลิกาที่มีอยู่ในสารประกอบยาง พบว่าปริมาณซิลิกาที่ใส่ในสารประกอบยางที่ใช้ Hi-sil 255 จะน้อยกว่าซิลิกาที่ได้จากแกลบ ซึ่งสมบัตินี้ทำให้สารประกอบยางที่ใส่ซิลิกาจากแกลบมีสมบัติหลายประการที่ดีกว่าสารประกอบยางที่ใส่ Hi-sil 255 สมบัติที่สำคัญของสารตัวเติมที่ใช้ในสารประกอบยาง คือ ขนาดอนุภาคและพื้นที่ผิว โดยซิลิกาที่ได้จากแกลบนี้มีสมบัติดังกล่าวดีกว่า Hi-sil 255

เมื่อทำการบดผสมสารประกอบยางทั้ง 4 สูตรแล้ว คือ สูตรที่ 1 เป็นสูตรที่ไม่ใส่สารเสริมแรง สูตรที่ 2 เป็นสูตรที่ใช้ซิลิกาจากแกลบเป็นสารเสริมแรง สูตรที่ 3 เป็นสูตรที่ใช้ Hi-sil 255 ซึ่งเป็นสารเสริมแรงที่ใช้ทั่วไปในอุตสาหกรรม และสูตรที่ 4 เป็นสูตรที่ใช้เขม่าดำเป็นสารเสริมแรง สำหรับในด้านการคงรูปสามารถสรุปได้ว่า สูตรที่ใช้ซิลิกาจะใช้เวลาในการคงรูปน้อยกว่าสูตรที่ใช้ Hi-sil 255 ซึ่งจะใช้เวลาในการคงรูปนานที่สุด สมบัตินี้เป็นข้อเสียที่สำคัญของ Hi-sil 255

สำหรับสมบัติทางกายภาพของสารประกอบยางนั้น ซิลิกาที่ได้จากแกลบมีสมบัติที่ดีกว่า Hi-sil 255 หลายประการ คือ ความต้านทานแรงดึง ความต้านทานต่อการฉีกขาดและการกระดอนของสารประกอบยาง โดยมีสมบัติที่ดีกว่า Hi-sil 255 แต่ด้อยกว่าเขม่าดำ ส่วนเปอร์เซ็นต์ในการยืดออกจนขาด

ของสูตรที่ใส่ซิลิกาจากแกลบนั้นดีกว่าสารประกอบยางอื่นๆ ที่ใช้ในการวิจัยนี้ แต่แรงที่ใช้ในการดึงยืดนั้นจะน้อยที่สุด ส่วนสมบัติที่ดีอีกประการของสารประกอบยางที่มีซิลิกาจากแกลบเป็นสารเสริมแรง คือ ความต้านทานต่อการสึกหรอจะดีกว่า Hi-sil 255 มาก จะมีความต้านทานใกล้เคียงกับสูตรที่ใช้เขม่าดำ ซึ่งโดยปกติแล้วสารประกอบยางที่ใช้ซิลิกาเป็นสารเสริมแรงจะมีความต้านทานต่อการสึกหรอน้อยกว่าเขม่าดำมาก ส่วนสมบัติในด้านของการกระดอนสูตรที่ใส่ซิลิกาจากแกลบจะมีการกระดอนสูงกว่าสูตรที่ใช้สารเสริมแรงชนิดอื่นๆ และสมบัติด้านการคืนตัวของสารประกอบยางที่ใส่ซิลิกาจะมีการคืนตัวดีที่สุดในบรรดาสารเสริมแรงชนิดอื่นๆ แต่สมบัติที่ไม่ดีของซิลิกาจากแกลบ คือ ทำให้สารประกอบยางมีความแข็งน้อยที่สุด ซึ่งน้อยกว่าสารประกอบยางที่ใส่ Hi-sil 255 ด้วย แต่ยังมีความแข็งมากกว่าสารประกอบยางที่ไม่ใส่สารเสริมแรงเลย

สามารถสรุปได้ว่า ซิลิกาจากแกลบเป็นวัตถุดิบที่มีสมบัติที่ดีสามารถนำมาใช้ในเป็นสารเสริมแรงสารประกอบยางได้ ซึ่งทำให้สารประกอบยางที่ได้มีสมบัติที่ดีกว่าสารประกอบยางที่ใช้ Hi-sil 255 เป็นสารเสริมแรงหลายประการ และนอกจากนี้ยังมีสมบัติบางประการที่ดีกว่าสารประกอบยางที่ใช้เขม่าดำเป็นสารเสริมแรงด้วย แต่ยังมีข้อเสียในด้านความแข็งของยาง ซึ่งมีความแข็งน้อยกว่าทั้งสูตรที่ใช้เขม่าดำและสูตรที่ใช้ Hi-sil 255

จากข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนี้สามารถเป็นแนวทางที่จะนำซิลิกาความบริสุทธิ์สูงที่สังเคราะห์ได้จากแกลบมาใช้เป็นสารเสริมแรงในยางธรรมชาติได้ในผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการความแข็งมากนัก แต่ต้องการสมบัติในด้านอื่นๆ มากกว่า

ซิลิกาความบริสุทธิ์สูงจากแกลบนี้สามารถควบคุมสมบัติต่างๆ ได้ โดยการควบคุมสภาวะที่ใช้ในการสังเคราะห์ เช่น สารที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา ได้แก่ กรด หรือเอนไซม์ เป็นต้น ซึ่งมีผลต่อความบริสุทธิ์ของซิลิกาที่ได้ การควบคุมอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาซึ่งจะมีผลต่อพื้นที่ผิวจำเพาะของซิลิกา โดยแนวทางที่ควรศึกษาต่อไป คือ การปรับเปลี่ยนสมบัติต่างๆ ของซิลิกา เพื่อให้มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการนำมาใช้เป็นสารเสริมแรงในยางธรรมชาติ และเพื่อเป็นการลดต้นทุนของซิลิกาที่ผลิตได้อีกด้วย ทั้งนี้เนื่องจากซิลิกาที่สังเคราะห์จากแกลบที่ใช้ในการวิจัยนี้มีความบริสุทธิ์สูงกว่าซิลิกาที่ใช้ทั่วไปในอุตสาหกรรมมาก ซึ่งการสังเคราะห์เพื่อให้ได้ซิลิกาที่มีความบริสุทธิ์สูงจากแกลบนี้ก็จะต้องใช้ต้นทุนที่สูงด้วย ดังนั้นแนวทางที่น่าสนใจในการศึกษา คือ การสังเคราะห์ซิลิกาจากแกลบที่มีความบริสุทธิ์ไม่สูงมากนัก ซึ่งอาจไม่ต้องใช้สารเคมีในการทำปฏิกิริยาเลย โดยการนำแกลบมาทำความสะอาดแล้วทำการเผาที่อุณหภูมิสูง เถ้าจากแกลบที่ได้จะมีสีค่อนข้างคล้ำ มีเถ้าสีดำปนอยู่มากกว่าเถ้าที่ได้จากแกลบที่ผ่านการทำปฏิกิริยา ซึ่งถ้าเถ้าจากแกลบชนิดนี้ถ้าสามารถนำมาใช้ในสารประกอบยางได้ จะเป็นการช่วยลดต้นทุนอย่างมาก