

### Abstract

The present work attempts to develop suitable methodology for determination gel content of natural rubber (NR) from *H. brasiliensis* tree and preparation rubber sample at various amounts of gel content in order to investigate effect of gel content on processability and physical properties besides the values indicated in the standard rubber. Moreover, effect of gel content on properties of vulcanizates was also studied in this work i.e. 1. static stress and strain properties such as hardness, tensile and tear tests 2. dynamic stress and strain properties such as rebound resilience, friction and wear, abrasion, fatigue, and resistance to ageing and weathering.

The results observed from the experiment showed that the development of methodology for determination gel content with rapidity and high accuracy was carried out by using the concentration and temperature at 0.1% w/v, 50°C for dissolving the rubber in the presence of shaking at 2 and 5h, followed by centrifugation at 8,000 rpm for 30 min. It was proved that the concentration, temperature, and time of dissolving affecting on the gel content.

Furthermore, gel content of STR 5L increased with increasing time of accelerated storage hardening. The gel contents were 2.43, 2.83, 3.57, 6.76, and 12.42% at 0, 6, 12, 24, and 48h, respectively. It was found that the gel content at 0 and 6 h were not much different. The  $P_0$  and Mooney viscosity of rubber increased with increasing gel content. This may be due to the fact that the rubber molecules are difficult to relocate because of the interaction between rubber molecules. The gel content at 2.43, 2.83, 3.57, and 6.76% showed the same physical properties for unblended as well as blended with SBR rubber excepted for the properties of rubber which was incubated at 48h of accelerated storage hardening atmosphere. Some physical properties such as tensile strength, elongation at break, and tear strength were dropped. This suggested that some networks were broken down by thermal from the long time of incubation and the gel interrupt distribution of rubber chemical and filler which influence on inhomogeneties of networks leading to the deterioration of properties. However, the gel content plays a role on properties of unvulcanized rubber and vulcanized rubber at high gel content only, especially 12.4% of gel content and effect of gel content on the properties of unblended and blended with SBR rubber showed the same tendency.

**Keywords:** natural rubber, gel content, physical properties

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้ได้ทำการหาวิธีการที่เหมาะสมในการวัดค่าเจลของตัวอย่างยางธรรมชาติจากต้นยาง *H. brasiliensis* และทำการเตรียมยางให้มีเจลปริมาณที่ต่าง ๆ กันเพื่อที่จะศึกษาผลของปริมาณเจลต่อสมบัติของยาง ทั้งทางด้าน processability และ physical properties นอกเหนือจากค่าที่ระบุในมาตรฐาน และศึกษาผลของ gel content ต่อสมบัติของยางหลังการคงรูป เช่น สมบัติความเค้นและความเครียดสถิต (static stress and strain properties) ได้แก่ การทดสอบความแข็ง (hardness) แรงดึงหรือเทนไซล์ความเค้น/ความเครียด (tensile stress/strain) การทดสอบการฉีกขาด (tear tests) สมบัติความเค้นและความเครียดพลวัต (dynamic stress and strain properties) ได้แก่ การกระด้ง (rebound resilience) การเสียดทานและการสึกหรอ (friction and wear) ได้แก่ การขัดสี (abrasion) การล้าตัว (fatigue) และความต้านทานต่อการเสื่อมสภาพและต่อบรรยากาศ (resistance to ageing and weathering)

จากการทดลองพบว่าสามารถพัฒนาวิธีการหาค่าเจลได้ถูกต้องและรวดเร็วยิ่งขึ้นโดยการใช้ความเข้มข้นในการละลายยางที่ 0.1% w/v และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 50°C ในขณะที่ละลายและมีการเขย่าที่ ชั่วโมงที่ 2.5 และ 5 และทำการเก็บเจลด้วยวิธีการเซนตริฟิวจ์ที่ความเร็วรอบ 8,000 rpm เป็นเวลา 30 นาที และพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการหาค่าเจลคือ ความเข้มข้น อุณหภูมิ และระยะเวลาของการละลาย

นอกจากนี้พบว่าปริมาณเจลในยางธรรมชาติ (STR 5L) จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเร่ง (Storage hardening) นั่นคือค่าเจลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จาก 2.43 2.83 3.57 6.76 และ 12.42 เปอร์เซนต์ตามเวลาของการเร่งยางที่เพิ่มขึ้น 0, 6, 12, 24 และ 48 ชั่วโมงตามลำดับและจะเห็นว่าเวลาการบ่มเจลที่ 0 และ 6 ชั่วโมงไม่ได้ทำให้ยางมีค่าเจลที่ต่างกัน และพบว่าปริมาณเจลที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ทั้งค่า  $P_0$  และค่า Mooney viscosity ของยางสูงขึ้นซึ่งเชื่อว่าการเกิดจากการที่โมเลกุลยางเคลื่อนที่ได้น้อยลงเนื่องจากการเชื่อมโยงระหว่างโมเลกุลของยางมากขึ้น ในด้านของสมบัติเชิงกล (Physical properties) พบว่าปริมาณเจลที่ต่างกันคือ 2.43 2.83 3.57 และ 6.76 เปอร์เซนต์ไม่ได้ส่งผลให้ยางมีสมบัติเชิงกลแตกต่างกันแต่อย่างใดทั้งในกรณีของสูตรยางที่ผสมและไม่ผสมกับยางเอสปีอาร์ ยกเว้นสมบัติเชิงกลของยางที่ทำการบ่มเจลเป็นเวลาถึง 48 ชั่วโมงซึ่งมีผลทำให้สมบัติเชิงกลบางอย่างเช่น Tensile strength Elongation at break และ Tear strength ต่ำกว่ายางตัวอื่นๆซึ่งเชื่อว่าการเกิดจากการผ่านความร้อนในการบ่มเจलगานกว่ายางตัวอื่นจึงทำให้สายโซ่โมเลกุลบางส่วนโดนทำลายและส่วนของเจลดังกล่าวจะไปขัดขวางการกระจายตัวของสารเคมีและสารตัวเติมในยางซึ่งส่งผลให้โครงสร้างมีความไม่สม่ำเสมอ ทำให้ยางดังกล่าวมีสมบัติเชิงกลต่ำกว่ายางตัวอื่นๆ อย่างไรก็ตามพบว่าส่วนของปริมาณเจลที่ต่างกันยางธรรมชาติจะส่งผลต่อสมบัติยางดิบก่อนการผสมมากกว่ายางคงรูป และจะมีผลกับยางคงรูปอย่างมีนัยสำคัญ เฉพาะค่าของเจลที่ต่างกับตัวอื่นค่อนข้างสูง เช่นยางที่มีเจล 12.42 เปอร์เซนต์ และพบว่าผลของปริมาณเจลในยางธรรมชาติที่ผสมและไม่ผสมยางเอสปีอาร์ให้ผลการทดลองที่มีแนวโน้มเป็นไปในทางเดียวกัน

**คำสำคัญ:** ยางธรรมชาติ, ปริมาณเจล (gel content), สมบัติทางกายภาพ