บทที่ 1
บทนำ

ยางธรรมชาติเป็นยางที่มีสมบัติไม่ต้านทานน้ำมัน โดยจะบวมตัวหรือละลายเมื่อสัมผัสกับน้ำมันปิโตรเลียมต่างๆ ทั้งนี้เนื่องจากโมเลกุลของยางธรรมชาติไม่มีขั้วเช่นเดียวกับน้ำมันปิโตรเลียม ในการทำผลิตภัณฑ์ยางที่ต้องการความทนทานน้ำมันปิโตรเลียม ได้แก่ วงแหวนยาง (O-rings) พื้นรองเท้ายางที่ใช้ในโรงงาน หรืออะไหล่ยางที่ต้องสัมผัสกับสารน้ำมัน เช่น น้ำมันเครื่อง จาระบี และน้ำมันเบนซิน เป็นต้น [1] จำเป็นต้องใช้ยางสังเคราะห์ชนิดพิเศษที่มีความต้านทานน้ำมันได้ดี เช่น ยาง ไนไตรล์ (nitrile rubber) ยางอะคริลิก (acrylic rubber) และยางฟลูออโร (fluoro rubber) เป็นต้น เนื่องจากยางสังเคราะห์เหล่านี้เป็นชนิดมีขั้วสูง จึงทนทานน้ำมันปิโตรเลียมซึ่งเป็นสารไม่มีขั้วหรือมีขั้วต่ำได้ดี ซึ่งยางสังเคราะห์เหล่านี้ล้วนมีราคาแพงทั้งสิ้น การปรับปรุงสมบัติความต้านทานน้ำมันของยางธรรมชาติอาจทำได้โดยผสมยางธรรมชาติกับยางที่มีความต้านทานน้ำมันได้ดี เช่น ยางไนไตรล์ [2] อย่างไรก็ตาม ยางผสมเหล่านี้ยังมีสมบัติต้านทานน้ำมันไม่ดีเท่ายางสังเคราะห์ชนิดพิเศษ นอกจากนี้ ยังอาจทำให้สมบัติเชิงกลบางอย่างลดลง เนื่องจากความสามารถในการรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันของยางผสมเหล่านี้ไม่ดีพอ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการผลิตยางธรรมชาติมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก โดยผลิตยางส่งออกทั้งในรูปของน้ำยางข้น (concentrated latex) หรือยางดิบแห้งชนิดต่างๆ เช่น ยางแท่ง STR (Standard Thai Rubber) ยางแผ่นรมควัน (ribbed smoke sheet) และยางแผ่นผึ่งแห้ง (air dried sheet) เป็นต้น และเนื่องจากยางธรรมชาติมีสมบัติไม่ต้านทานน้ำมันดังที่ได้กล่าวมาแล้ว จึงได้มีการนำน้ำยางข้นมาดัดแปรด้วยกระบวนการทางเคมีให้เป็นยางธรรมชาติอิพอกซิไดซ์ (ENR) ซึ่งเป็นยางกึ่งสังเคราะห์ที่มีโครงสร้างทางเคมีที่สามารถต้านทานน้ำมันได้ดีขึ้น [3]

การสังเคราะห์ยาง ENR เริ่มขึ้นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1962 ผลิตผลที่ได้ในขณะนั้นจะยังมีคุณภาพไม่ดีพอ และได้ผลิตผลในรูปที่เป็นของผสม เนื่องจากมีการแตกของวงแหวนอิพอกไซด์บางส่วน ทำให้ผลิตผลที่ได้ไม่บริสุทธิ์ แต่ปัจจุบันสามารถควบคุมภาวะการเกิดปฏิกิริยาได้เป็นผลสำเร็จ[3] และทำให้ยาง ENR มีสมบัติคล้ายกับยางสังเคราะห์มากกว่ายางธรรมชาติ โดยมีสมบัติให้อากาศซึมผ่านได้ต่ำเมื่อเทียบกับยางบิวทิล (butyl rubber) และมีความต้านทานน้ำมันที่ดีเมื่อเทียบกับยางไนไตรล์ รวมทั้งมีสมบัติทางไดนามิกส์ที่ดี และสามารถเกิดผลึกได้เมื่อเกิดความเครียด (strain induced crystallization) เช่นเดียวกับยางธรรมชาติ ทำให้ยาง ENR มีความแข็งแรงและความต้านทานการล้า (fatigue) สูง [1]

ยาง ENR สามารถเตรียมได้โดยการดัดแปรโมเลกุลของยางธรรมชาติด้วยปฏิกิริยาอิพอกซิเดชัน (epoxidation reaction) ซึ่งปฏิกิริยาอิพอกซิเดชันสามารถกระทำได้ใน 2 สถานะ คือ สถานะสารละลาย (solution state) และในรูปของน้ำยาง (latex) ซึ่งปฏิกิริยาอิพอกซิเดชันในรูปน้ำยางจะมีความสะดวกปลอดภัยจากตัวทำละลาย และประหยัดกว่าวิธีแรก จึงนิยมใช้วิธีนี้มากกว่า โดยทั่วไปที่นิยมใช้มี 2 วิธี คือ ใช้เปอร์แอซิดเป็นสารที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาอิพอกซิเดชัน โดยเปอร์แอซิดที่นิยมใช้ คือ กรดเปอร์แอซีติก (peracetic acid) และกรดเปอร์ฟอร์มิก (performic acid) ส่วนอีกวิธีหนึ่งจะใช้กรดฟอร์มิก (formic acid) กับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide) ที่เรียกว่า '*in situ*' epoxidation ทำปฏิกิริยากับยางธรรมชาติภายใต้ภาวะที่เหมาะสม ในปัจจุบันได้มีการผลิตยาง ENR ในระดับอุตสาหกรรมในต่างประเทศ 2 ชนิด คือ ENR-25 และ ENR-50 คือ ยางธรรมชาติอิพอกซิไดซ์ที่มีปริมาณหมู่อิพอกไซด์ 25 และ 50 mol% ตามลำดับ โดยสมบัติของยาง ENR จะขึ้นกับปริมาณของหมู่อิพอกไซด์และปฏิกิริยาข้างเคียงที่เกิดขึ้น ซึ่งพบว่าอุณหภูมิกล๊าสทรานซิชันของยาง ENR เพิ่มขึ้นประมาณ 1 องศาเซลเซียส ทุกๆ โมลเปอร์เซ็นต์ที่เกิดปฏิกิริยาอิพอกซิเดชัน นอกจากนี้ สมบัติที่เปลี่ยนไปเมื่อระดับการเกิดปฏิกิริยาอิพอกซิเดชันเพิ่มขึ้น ได้แก่ การบวมตัวในน้ำมันไฮโดรคาร์บอน และสภาพให้ซึมผ่านได้ของแก๊ส (gas permeability) ลดลง การดูดกลืนพลังงานไมโครเวฟ (microwave energy) เพิ่มขึ้น และความสามารถในการเสริมแรงด้วยซิลิกาเพิ่มขึ้น รวมทั้งเพิ่มความสามารถในการเข้ารวมตัวกับพอลิเมอร์ที่มีขั้ว [1]

งานวิจัยนี้ จะเป็นการสังเคราะห์ยาง ENR จากน้ำยางข้นด้วยวิธี '*in situ*' epoxidation โดยใช้กรดฟอร์มิก ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และภาวะของปฏิกิริยาต่างๆ กัน เพื่อให้ได้ยาง ENR ที่มีสมบัติต้านทานน้ำมัน แล้วทำให้เสถียรด้วยสารลดแรงตึงผิวประเภท nonionic surfactant

นอกจากนี้ จะนำยางที่เตรียมได้ไปทดสอบสมบัติความต้านทานน้ำมันและสมบัติเชิงกล โดยเปรียบเทียบกับยางธรรมชาติและยางไนไตรล์ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนายางให้มีต้นทุนการผลิตต่ำ มีสมบัติความต้านทานน้ำมัน และสมบัติเชิงกลที่ดี เพื่อใช้ทดแทนยางสังเคราะห์ชนิดพิเศษที่มีราคาแพงในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. สังเคราะห์ยางธรรมชาติอิพอกซิไดซ์จากน้ำยางข้นด้วยวิธี '*in situ*' epoxidation ภายใต้ภาวะต่างๆ

2. ศึกษาสมบัติความต้านทานน้ำมันและสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติอิพอกซิไดซ์ที่สังเคราะห์ได้

3. เปรียบเทียบสมบัติความต้านทานน้ำมันและสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติอิพอกซิไดซ์ที่สังเคราะห์ได้กับยางธรรมชาติและยางไนไตรล์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย