บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

น้ำมันเป็นสารเติมแต่งที่ใส่ลงไปในยางเพื่อวัตถุประสงค์หลายประการ กล่าวคือ (1) ลดปริมาณของยางหรืออิลาสโตเมอร์ในสูตรยาง ทำให้ราคาของผลิตภัณฑ์ต่ำลง (2) ปรับปรุงสมบัติการไหลขณะยางผสมสารเคมี ลดพลังงานระหว่างการแปรรูป (3) ปรับปรุงการกระจายตัวของสารตัวเติม (4) ปรับปรุงการแปรรูปและการเหนี่ยวติด และ (5) มีอิทธิพลต่อสมบัติทางกายภาพของยางวัลคาไนซ์ โดยเฉพาะสมบัติด้านการยืดและความยืดหยุ่น จะเห็นได้ว่า การใช้น้ำมันส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการแปรรูปยางเป็นอย่างมากโดยส่งผลตั้งแต่ขั้นตอนการผสม การแปรรูป การวัลคาไนซ์ และสมบัติการใช้งานของผลิตภัณฑ์ การใช้น้ำมันในสูตรยางมีปริมาณการใช้ระหว่าง 5-30 phr หรือบางสูตรอาจจะสูงถึง 100 phr โดยน้ำมันที่ใช้ในสูตรยางในปัจจุบันได้มาจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ซึ่งสามารถแยกเป็นกลุ่มใหญ่ได้ 3 กลุ่ม คือ (1) น้ำมันพาราฟินิก (Paraffinic oil) มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นโมเลกุลไอโซพาราฟินิก (Isoparaffinic) โดยมีปริมาณวงแหวนอะโรมาติกชนิดหลายวง (Multi-ring aromatic) ต่ำกว่าน้ำมันชนิดอะโรมาติกค่อนข้างมาก โดยจะมีส่วนประกอบที่เป็นอะโรมาติก 19-30 % (2) น้ำมันแนฟทีนิก (Naphthenic oil) มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นโมเลกุลวงแหวนที่อิ่มตัว (Saturated ring) โดยจะมีส่วนประกอบที่เป็นอะโรมาติก 20-40 % (3) น้ำมันอะโรมาติก (Aromatic oil) มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นวงแหวนอะโรมาติกชนิดวงเดียวและหลายวงที่ไม่อิ่มตัว (Unsaturated single- and multiple-ring compounds) โดยจะมีอะโรมาติก 65-85 % องค์ประกอบของน้ำมันจะมีผลต่อสมบัติของยางโดยเฉพาะส่วนอะโรมาติก จะมีอิทธิพลอย่างมากต่อสมบัติเชิงกลของผลิต ภัณฑ์ยางเนื่องจากน้ำมันที่มีองค์ประกอบดังกล่าวจะทำให้สารตัวเติม เช่น เขม่าดำกระจายตัวได้ดีขึ้น และเกิดอันตรกิริยาระหว่างกัน ส่งผลเป็นอย่างมากต่อสมบัติของยาง แต่อย่างไรก็ตาม การมีองค์ประกอบที่เป็น อะโรมาติกทำให้เป็นข้อกังวลที่จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงได้มีการประกาศของสมาคมอุตสาหกรรมยางในประเทศแถบยุโรป (European Association of the Rubber Industry) โดยมีมาตรการและประกาศห้ามการใช้งานน้ำมันที่มีสารอะโรมาติกสูง (Highly Aromatic Oils) โดยเฉพาะน้ำมันที่มีวงแหวนหลายวงเป็นส่วนประกอบ (Polycyclic aromatic compounds, PAHs) ในผลิตภัณฑ์ยางล้อรถยนต์ เนื่องจากเมื่อใช้ต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานยางจะปลดปล่อยสารก่อมะเร็งที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ได้ ซึ่งประกาศดังกล่าวจะมีผลบังคับตั้งแต่สิ้นปี 2009 (ยกเว้นยางรถแข่งจะมีผลในปี 2010) โดยครอบคลุมยางสำหรับรถยนต์นั่ง รถบรรทุก ยางที่ใช้ในการเกษตร และยางรถมอเตอร์ไซด์ จึงส่งผลให้อุตสาหกรรมแปรรูปยางพารา โดยเฉพาะอุตสาหกรรมยางล้อรถยนต์ต่างมุ่งความสนใจที่จะหาน้ำมันหรือสารประกอบอื่นๆ ที่สามารถใช้ทดแทนน้ำมันดังกล่าว โดยน้ำมันที่จะนำมาใช้ทดแทนต้องผ่านมาตรฐาน IP346 (พัฒนามาตรฐานโดย The Institute of Petroleum) คือ ต้องเป็นน้ำมันที่เมื่อถูกสกัดด้วยสารไดเมทิลซัลฟอกไซด์ (dimethyl sulfoxide, DMSO) มีปริมาณสาร PAHs จำนวนวงแหวน 3-7 วง ไม่เกิน 3 % หากมีค่าเกินกว่าที่กำหนดไว้จะถูกระบุเป็นสารกลุ่มที่ก่อมะเร็ง (carcinogenic) และเป็นสารต้องห้ามในสูตรยางทันที น้ำมันพืชเป็นวัตถุดิบที่มีความสำคัญมากในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมอาหาร เป็นวัตถุดิบเริ่มต้นในการผลิตเครื่องสำอาง ผลิตไบโอดีเซล และใช้ในครัวเรือน เป็นต้น โดยมีข้อดีคือ สามารถ

ปลูกใหม่ทดแทนได้ น้ำมันบางชนิดได้จากพืชล้มลุก มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น ทำให้สามารถผลิตน้ำมันได้ในปริมาณที่สูง น้ำมันพืชมีองค์ประกอบที่หลากหลาย ทั้งส่วนโมเลกุลที่มีส่วนโครงสร้างที่อิ่มตัวและไม่อิ่มตัว การดัดแปลงโมเลกุลน้ำมันพืชจะได้น้ำมันที่มีโครงสร้างที่มีประโยชน์ในการใช้งานในยางได้มากขึ้น ลดปัญหาความเป็นพิษของน้ำมันได้ รวมทั้งการควบคุมปฏิกิริยาในการเตรียมที่มีความชัดเจน จะทำให้สามารถควบคุมคุณภาพของน้ำมันได้สม่ำ เสมอมากขึ้น การศึกษาเพื่อใช้ประโยชน์ของน้ำมันพืชในสูตรยางเริ่มมีการวิจัยอย่างกว้างขวางโดย Kundu (2000) พบว่าการใช้น้ำมันพืชในยางทำให้ได้การเสียรูปจากการกดมีค่าต่ำลง การกระเด้งตัว ความทนทานต่อการฉีกขาด การแตกของยางเนื่องจากการหักงอสูงขึ้นเมื่อไม่ใช้น้ำมัน ขณะที่ Aigbodion, *et al.* (2000) ได้ศึกษาสมบัติการแปรรูปและสมบัติกายภาพเชิงกลของยางธรรมชาติ ที่ประกอบด้วยน้ำมันเมล็ดยางพารา (Rubber seed oil, RSO) และน้ำมันเมล็ดยางพาราที่ผ่านปฏิกิริยาอิพอกซิไดชัน (Epoxidized RSO, ERSO) พบว่า ยางธรรมชาติทีผสมน้ำมันดังกล่าวมีค่าเวลาสกอช (scorch time) สูงกว่าและมีค่าอัตราการสุก (cure rate) ความหนาแน่นการเชื่อโยง (crosslink density) และสมบัติในการวัลคาไนเซชันอื่นๆที่ต่ำกว่ายางธรรม ชาติที่ไม่ได้ใช้น้ำมัน แต่ไม่มีผลต่อสมบัติเชิงความร้อน นอกจากนี้ Joseph, *et al*., (2003) ได้ศึกษาการใช้น้ำมันเมล็ดยางพาราและน้ำมันเมล็ดยางพาราที่ผ่านผ่านปฏิกิริยาอิพอกซิไดชัน เป็นพลาสติไซเซอร์ในยาง ไนไตรล์ (Acrylonitrile butadiene rubber, NBR) พบว่าการใช้น้ำมัน ERSO จะเกิดการชะออก ของสาร เคมีในยางแต่มีความทนทานต่อการสึกหรอที่ดีขึ้น รวมทั้ง Kuriakose and Varghese (2003) ได้รายงานเกี่ยวกับการใช้น้ำมันรำข้าว (Rice bran oil, RBO) และน้ำมันรำข้าวที่ผ่านผ่านปฏิกิริยาอิพอกซิไดชัน (Epoxidized RBO, ERBO) ในยางคอมปาวด์ของยาง เบลนด์ระหว่างยางธรรมชาติและยางคลอโรพรีน พบว่า ค่าเวลาการสุกหรือเวลาการวัลคาไนซ์และเวลา สกอชของยางคอมปาวด์ มีค่าต่ำกว่ายางที่ใช้น้ำมัน อะโรมาติก แต่สมบัติทางกายภาพอื่นๆไม่แตกต่างจากที่ใช้น้ำมันอะโรมาติก เมื่อมีความกังวลเกี่ยวกับน้ำมันที่มีองค์ประกอบที่เป็นอะโรมาติกมากยิ่งขึ้น ได้มีการ ศึกษาการใช้น้ำมันที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น โดยที่ Desgupta, *et al.,* (2007) ได้วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของน้ำมันพืช 10 ชนิด และน้ำมันซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากน้ำมันปิโตรเลียม 6 ชนิด โดยได้ศึกษาผลของน้ำมันดังกล่าวเพื่อทำหน้าที่เป็นน้ำมันช่วยการแปรรูปยางในการผลิตยางหล่อดอกสำหรับยางรถบรรทุกที่ใช้ยางธรรมชาติเป็นหลัก พบว่าน้ำมันจากธรรม ชาติบางชนิดให้สมบัติการแปรรูปที่ดีและทำให้เกิดแรงกระทำระหว่างยาง-สารตัวเติมได้ดี รวมทั้งทำให้เกิดการกระจายตัวที่ดี และ Desgupta, *et al.,* (2008) พบว่า การใช้น้ำมันจากธรรมชาติบางชนิดให้สมบัติเชิงกลและพลวัตเชิงกลดีขึ้น Raju (2007) ได้ศึกษาสมบัติเชิงกลและเชิงความร้อนของยางธรรมชาติคอมปาวด์ ที่ใช้น้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันช่วยแปรรูปยางเทียบกับน้ำมันแนฟทีนิก พบว่า ยางธรรมชาติคอมปาวด์ที่ประกอบด้วยน้ำมันมะพร้าวให้สมบัติเชิงกลดีกว่าน้ำมันแนฟทีนิก สมบัติทางกายภาพที่ดีกว่าเล็กน้อยแต่สมบัติเชิงความร้อนด้อยกว่า

ในการวิจัยนี้นักวิจัยมุ่งเน้นศึกษาความเป็นไปได้ในการนำน้ำมันพืชจากธรรมชาติ ที่มีปริมาณการผลิตสูงและหาได้ง่ายในประเทศไทย 3 ชนิด ได้แก่ น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันมะพร้าว ในการดัดแปรโมเลกุลแล้วนำไปใช้เป็นน้ำมันช่วยแปรรูปยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์ โดยน้ำมันมะพร้าวเป็นตัวแทนน้ำมันทีมีพันธะคู่ในโมเลกุลในปริมาณต่ำและน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ส่วนน้ำมันปาล์มมีปริมาณพันธะคู่และน้ำหนักโมเลกุลในระดับปานกลาง ส่วนน้ำมันถั่วเหลืองมีปริมาณพันธะคู่และน้ำหนักโมเลกุลสูงกว่า มาใช้ทดแทนน้ำมันแปรรูปยางที่มีปริมาณวงแหวนอะโรมาติกในปริมาณสูง โดยเริ่มจากการเตรียมน้ำมันพืชให้อยู่ในรูปของกรดไขมัน โดยการทำปฏิกิริยาของกรดไขมันจากน้ำมันพืชกับสารอะโรมาติกแอลกอฮอล์ที่มีวงแหวนต่ำ คือ 1-2 วง หลังจากนั้นจึงศึกษาสมบัติเบื้องต้นของน้ำมันที่เตรียมได้ และนำมาใช้เป็นน้ำมันแปรรูปยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์ รวมทั้งศึกษาสมบัติของยางวัลคาไนซ์และยางคอมปาวด์ที่ได้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อสังเคราะห์เอริลเอสเทอร์จากน้ำมันพืชกับสารอะโรมาติกแอลกอฮอล์ ที่มีวงแหวน 1-2 วง

1.2.2 เพื่อศึกษาสมบัติของเอริลเอสเทอร์ที่สังเคราะห์ได้

1.2.3 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้นของการใช้เอริลเอสเทอร์เป็นน้ำมันแปรรูปยางแทนที่น้ำมันที่มีปริมาณอะโรมาติกสูงในสูตรยางคอมปาวด์

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1.3.1 การวิเคราะห์คุณภาพเบื้องต้นของน้ำมันพืช 3 ชนิด คือน้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันมะพร้าว

1.3.2 การสังเคราะห์น้ำมันเอริลเอสเทอร์จากน้ำมันพืชโดยปฏิกิริยา Esterification /Transesterification โดยศึกษาอิทธิพลของชนิดน้ำมันพืช

1.3.3 ชนิดและปริมาณของสารอะโรมาติกแอลกอฮอล์ ที่มีวงแหวน 1-2 วง (Benzyl alcohol, 2-naphthyl methanol) ชนิดและปริมาณของสารตัวเร่งปฏิกิริยา (Sulfuric acid = 0.25, 1.00 และ 1.5%) อัตราส่วนระหว่างน้ำมันพืช:อะโรมาติกแอลกอฮอล์ (1:1, 1:1.5 และ 1:2) และอุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา (70, 100 และ 130°C) เป็นต้น

1.3.4 การติดตามความก้าวหน้าของปฏิกิริยา และการทำสารให้บริสุทธิ์

1.3.5 การทดสอบสมบัติเบื้องต้นและการยืนยันโครงสร้างของน้ำมันเอริลเอสเทอร์ที่สังเคราะห์ได้ โดยใช้เทคนิค FTIR และ ^{1}H-NMR

1.3.6 การศึกษาการใช้น้ำมันเอริลเอสเทอร์ที่สังเคราะห์ได้จากข้อ 1.3.2-1.3.3 เป็นน้ำมันแปรรูปยางในสูตรยางคอมเปาวด์และการทดสอบสมบัติยางคอมเปาวด์

1.3.7 เลือกน้ำมันเอริลเอสเทอร์ที่ให้สมบัติของสูตรยางคอมเปาวด์ ในข้อ 1.3.6 ที่ดีที่สุด อย่างน้อย 3 ชนิด มาปรับเปลี่ยนสภาวะการเตรียมเพื่อให้ได้ปริมาณน้ำมัน (%Yield) มากที่สุด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบสภาวะที่เหมาะสมและข้อมูลพื้นฐาน ในการเตรียมเอริลเอสเทอร์จากน้ำมันพืชทั้ง 3 ชนิด กับสารอะโรมาติกแอลกอฮอล์ ที่มีวงแหวน 1-2 วง

1.4.2 นำเอริลเอสเทอร์ที่สังเคราะห์ไปใช้เป็นน้ำมันแปรรูปยางเพื่อแทนที่น้ำมันที่มีปริมาณอะโรมาติกสูงในสูตรยางคอมปาวด์ได้