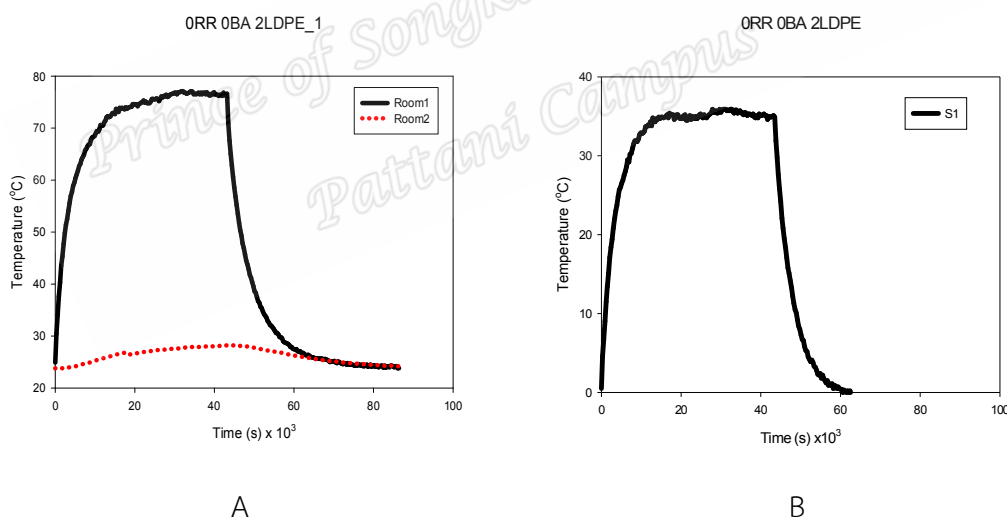


บทที่ 4

ผลการวิจัย และวิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาสมบัติเชิงความร้อน เชิงกายภาพ เช่น สมบัติเชิงกล สมบัติการไหล ความหนาแน่น และศึกษาโครงสร้างและการกระจายตัวจากภาพ SEM ในบทนี้จึงกล่าวถึงผลการทดลอง และการวิเคราะห์ค่าที่ได้จากการทดลอง ซึ่งสามารถศึกษารายละเอียดได้ดังนี้

4.1 ผลการศึกษาสมบัติเชิงความร้อน (ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน; k)



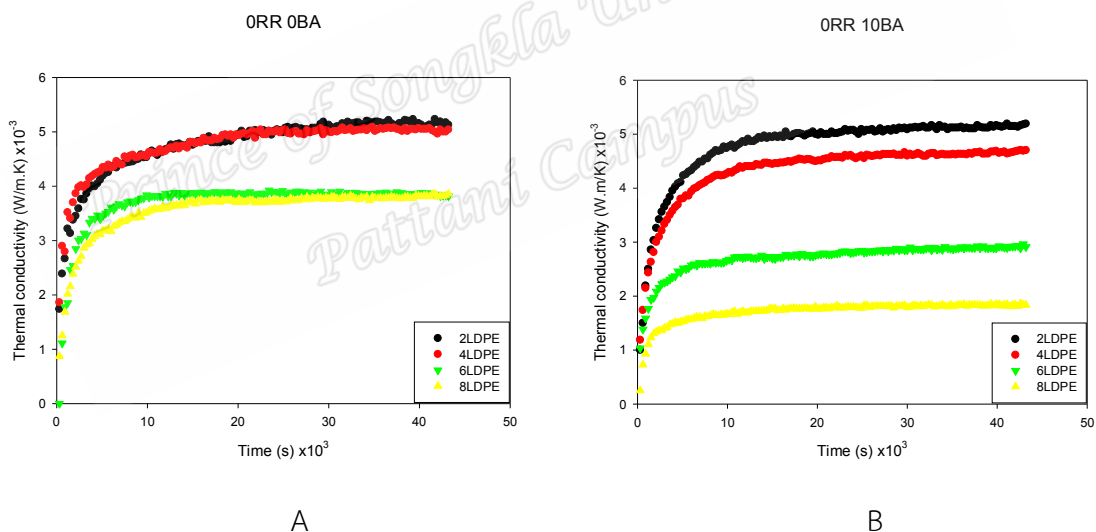
ภาพที่ 4.1 A กราฟอุณหภูมิตู้ที่ 1 และตู้ที่ 2 กับเวลา และ B กราฟผลต่างอุณหภูมิสัมพัทธ์ตัวอย่างกับเวลา ตามลำดับ ของสูตรยาง NR 100 phr BA 0 phr RR 0 phr โดยผสม LDPE 2 phr

จากรูปที่ 4.1 กราฟอุณหภูมิของตู้ที่ 1 และตู้ที่ 2 ในตอนเริ่มต้นจะอ่านค่าได้ค่าเดียวคือ 25°C ซึ่งแสดงถึงความแม่นยำของเครื่องมือ จากนั้นให้ความร้อนในตู้ที่ 1 ถึง 79 °C จะสังเกตเห็นว่าความร้อนที่ผ่านแผ่นยางเข้าไปในตู้ที่ 2 ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 28 °C เท่านั้น การออกแบบสูตรยางต่างๆ เพื่อเพิ่มกลไกหลากหลายในการดูดซับความร้อน เช่น การดูดซับโดยการขยับตัวของโซ่

ยาง การดูดซับโดยการขั้วตัวเล็กน้อยของอนุภาคยางรีเคลม การดูดซับจากโมเลกุลของอากาศใน ฟองอากาศที่เกิดจากสารก่อฟองและยังถูกกันด้วยเศษแผ่นฟิล์ม LDPE จึงส่งผลให้อุณหภูมิในตู้ที่ 2 นั้นเพิ่มขึ้นเพียง 3-4 °C ซึ่งแตกต่างจากฉนวนกันความร้อนแบบเดิมนั้นเป็นการดูดซับความร้อนเพียง หนึ่งกลไกเท่านั้น

4.1.1 ผลการศึกษาความสัมพันธ์การนำความร้อนของสูตรยาง NR 100 phr BA 0 และ 10 phr RR 0 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr

การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนแต่ละสูตร จะต้องนำข้อมูลผลการทดลองมาเขียนกราฟอุณหภูมิกับเวลาของตู้ที่ 1 และตู้ที่ 2 และกราฟผลต่างอุณหภูมิสัมพันธ์ด้านหน้า และด้านหลังของตัวอย่างกับเวลา ดังรูปที่ 4.1 แล้วนำค่าต่างๆ ไปคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนกับเวลา ตามสมการ $Q = kAt \frac{\Delta T}{\Delta x}$ ดังรูปที่ 4.2

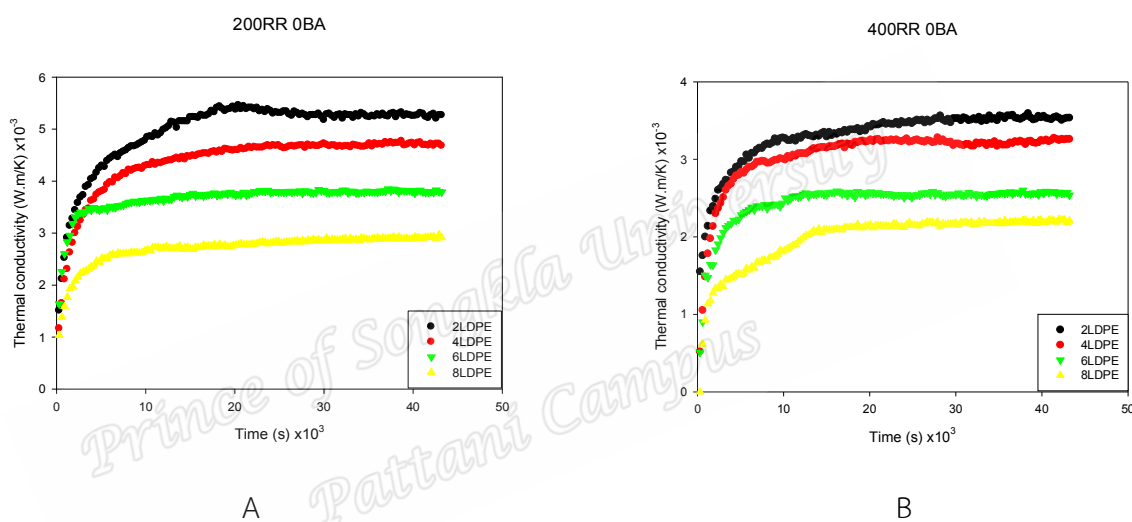


ภาพที่ 4.2 A, B กราฟเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การนำความร้อนกับเวลาของสูตรยาง NR 100 phr BA 0 และ 10 phr RR 0 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ตามลำดับ

จากรูปที่ 4.2 เป็นการแสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นตัวอย่างที่ผสม NR 100 phr BA 0 และ 10 phr RR 0 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ตามลำดับจะเห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีการเพิ่มเศษแผ่นฟิล์ม LDPE สารก่อฟองเข้าไป เนื่องจากเศษแผ่นฟิล์ม LDPE นั้นมีสมบัติเป็นฉนวนความร้อนและมีความยืดหยุ่นและเมื่อเพิ่มปริมาณ

ขึ้น เศษแผ่นฟิล์ม LDPE จะคลี่ตัวออกมาได้ดีขึ้น จึงทำให้มีประสิทธิภาพในการกั้นความร้อนที่ไหลจากด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านของแผ่นยาง เช่นเดียวกันกับสารก่อกองเมื่อเพิ่มปริมาณสารก่อกองเข้าไป จะเห็นได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนนั้นลดลงเช่นกัน เนื่องจากโมเลกุลภายในนั้นได้ดูดซับความร้อนที่ส่งผ่านเข้าไปในเนื้อยาง ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนจึงลดลง

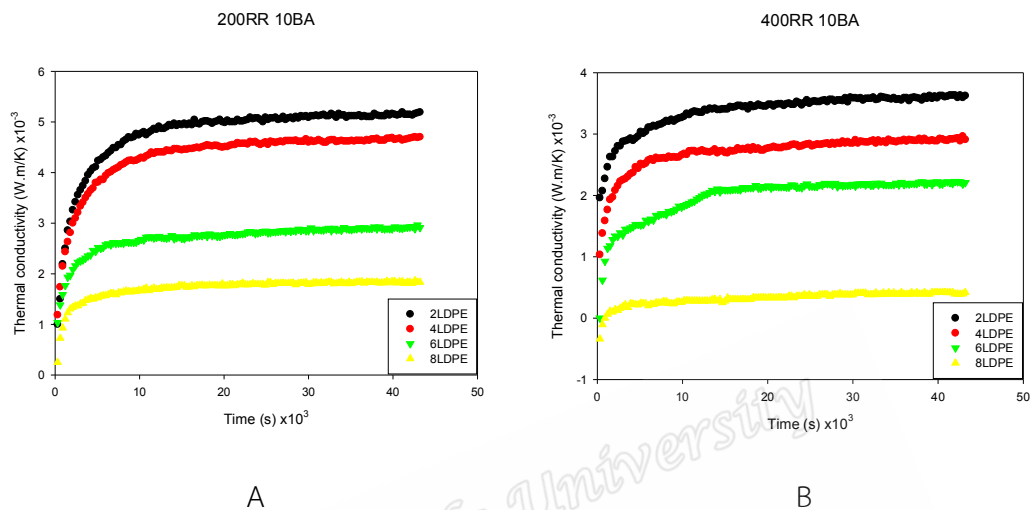
4.1.2 ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของสูตรยาง NR 100 phr BA 0 phr RR 200 และ 400 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr



ภาพที่ 4.3 A, B กราฟเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การนำความร้อนกับเวลาของสูตรยาง NR 100 phr BA 0 phr RR 200 และ 400 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ตามลำดับ

จากรูปที่ 4.3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของสูตรยาง NR 100 phr BA 0 phr โดยทำการแปร RR 200 และ 400 phr และเศษแผ่นฟิล์ม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr จะเห็นได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่ม RR และเศษแผ่นฟิล์ม LDPE เนื่องจาก RR มีส่วนผสมของเขม่าดำที่เป็นโครงสร้าง Agglomerate ภายในโครงสร้างนี้จะมีช่องว่างที่มีอากาศอยู่ภายในซึ่งเป็นตัวช่วยดูดซับความร้อนได้ดีและเมื่อความร้อนผ่านเข้าไปทำให้อุณหภูมิของ RR นั้นขยับตัวเล็กน้อยจึงทำให้เกิดการดูดซับความร้อนได้อีกทางหนึ่ง ในสูตรยังมีการเพิ่มเศษแผ่นฟิล์ม LDPE เข้าไปเพื่อช่วยในเรื่องการกั้นความร้อนอีกทางหนึ่ง ดังนั้นเมื่อผสม RR และเศษแผ่นฟิล์ม LDPE ในปริมาณเพิ่มขึ้น จึงมีแนวโน้มทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนลดลง

4.1.3 ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของสูตรยาง NR 100 phr BA 10 phr RR 200 และ 400 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr



ภาพที่ 4.4 A, B กราฟเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การนำความร้อนกับเวลาของสูตรยาง NR 100 phr BA 10 phr RR 200 และ 400 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ตามลำดับ

จากรูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นถึงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ลดลงไปอีกเมื่อมีการเพิ่ม RR, BA และเศษแผ่นฟิล์ม LDPE เข้าไป สูตรยางนี้ได้มีการผสมสารตัวเติมทั้ง 3 ตัวเข้าไป จึงเป็นการเพิ่มกลไกการดูดซับความร้อนของแผ่นตัวอย่างให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการดูดซับ RR ซึ่งเป็นยางรีไซเคิลที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว เมื่อนำมาติดกับยางธรรมชาติ จะทำให้โซ่ยางนั้นสั้นลง เมื่อความร้อนผ่านเข้าไปทำให้โซ่ยางเกิดการขยับตัว อีกทั้งยังมีการขยับตัวของอนุภาคภายในของ RR อีกด้วย กลไกการดูดซับความร้อนของยางจึงดีขึ้น การดูดซับจากสารก่อฟอง สารก่อฟองในทำให้เกิดฟองอากาศภายในเมื่อมีความร้อนส่งผ่านเข้ามาฟองอากาศนี้เกิดการขยับตัวชนกัน จึงทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนภายใน และมีการผสมเศษแผ่นฟิล์ม LDPE นอกจากจะช่วยในเรื่องกันความร้อนแล้ว เศษแผ่นฟิล์ม LDPE ยังเป็นตัวที่ทำให้ปริมาตรอิสระในแผ่นยางเพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งเป็นการเพิ่มกลไกการดูดซับความร้อนได้อีกทางหนึ่งเช่นเดียวกัน

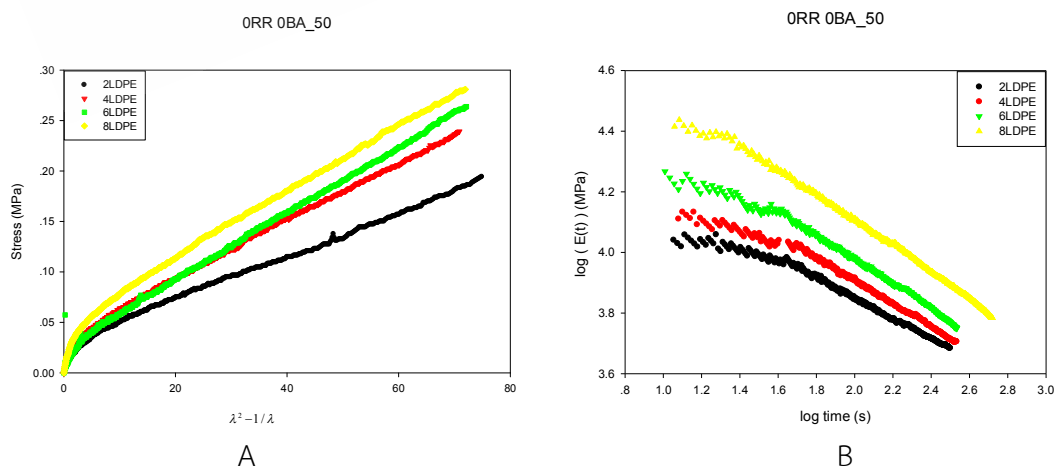
4.2 ผลการศึกษาสมบัติเชิงกล

4.2.1 ความทนต่อแรงดึงและค่ามอดูลัสของยาง (Tensile strength and Modulus)

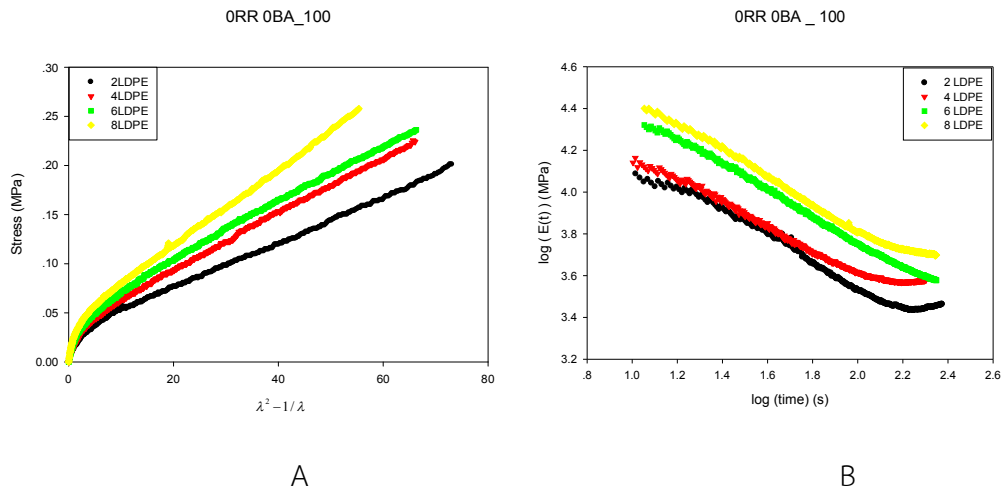
ในหัวข้อนี้ได้ทำการทดลองดึงตัวอย่างโดยการนำแผ่นตัวอย่างไปตัดเป็นรูปดัมเบล วัดความยาวเริ่มต้น 18 เซนติเมตร จากนั้นนำไปดึงด้วยเครื่อง Tensile Testing โดยทำการดึงที่ความเร็ว 50, 100, 200, 300 และ 400 มม./นาที จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนั้น ตัวอย่างที่ไม่ได้ผสมสารก่อกองค่า Tensile Strength จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อ LDPE และ RR เพิ่ม แต่เมื่อมีการเติมสารก่อกองเข้าไป ค่า Tensile Strength จะมีค่าลดลงเมื่อเพิ่ม LDPE และ RR เข้าไป

4.2.1.1 ผลของ LDPE ต่อค่าความทนต่อแรงดึงและค่ามอดูลัสที่ความเร็วต่างๆ

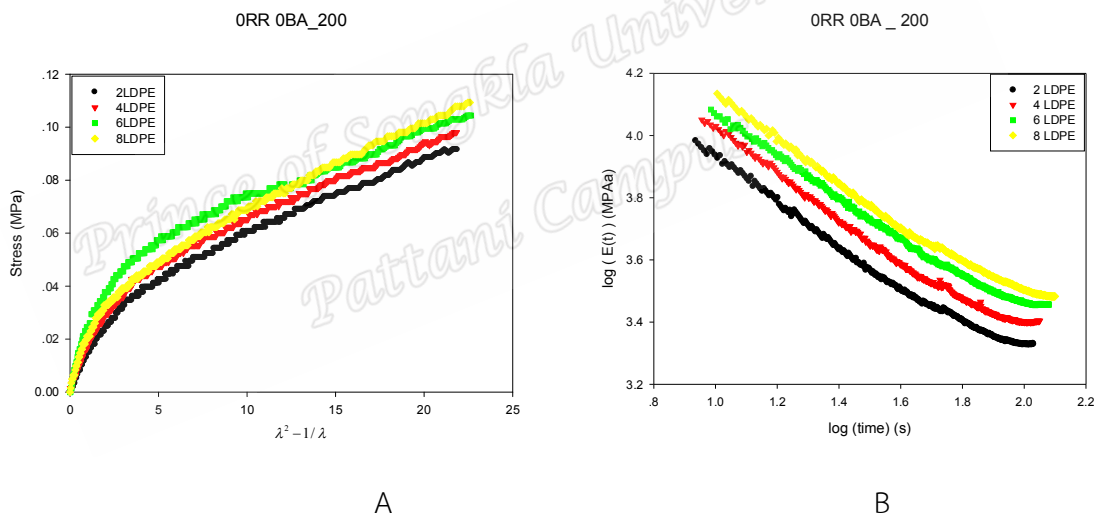
จากการทดสอบการดึงตัวอย่างที่ความเร็วต่างๆ เมื่อเพิ่มเศษแผ่นฟิล์ม LDPE เข้าไป จะได้ว่าค่าของความทนต่อการดึงและร้อยละการยืดของตัวอย่างนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มเศษแผ่นฟิล์ม LDPE เนื่องจากโครงสร้างภายในของเศษแผ่นฟิล์ม LDPE เป็นแบบกิ่งก้านสาขา จึงเกิดการยึดเกาะกับอนุภาคของยางได้ดีประกอบกับเมื่อผสมแผ่นฟิล์มเข้าไป โครงสร้างภายในนั้นเกิดปริมาตรอิสระได้น้อยเนื่องจากเกิดการแทนที่ของเศษแผ่นฟิล์ม LDPE จึงทำให้ความแข็งแรงของยางนั้นเพิ่มขึ้น ประกอบกับเศษแผ่นฟิล์ม LDPE ยังมีความยืดหยุ่นสูงจึงเป็นการเพิ่มสมบัติเชิงกลให้ดียิ่งขึ้นไปอีก ดังรูปที่ 4.5-4.9



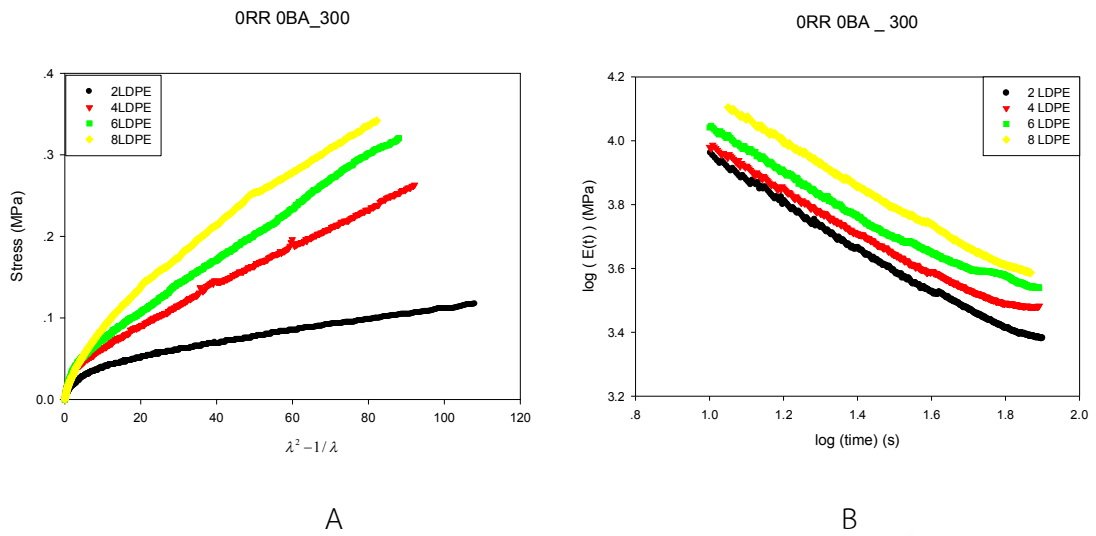
ภาพที่ 4.5 กราฟ A แสดงค่าความทนต่อแรงดึงและ B แสดงค่ามอดูลัสของ NR 100 phr BA 10 phr RR 200 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่ความเร็ว 50 มม./นาที



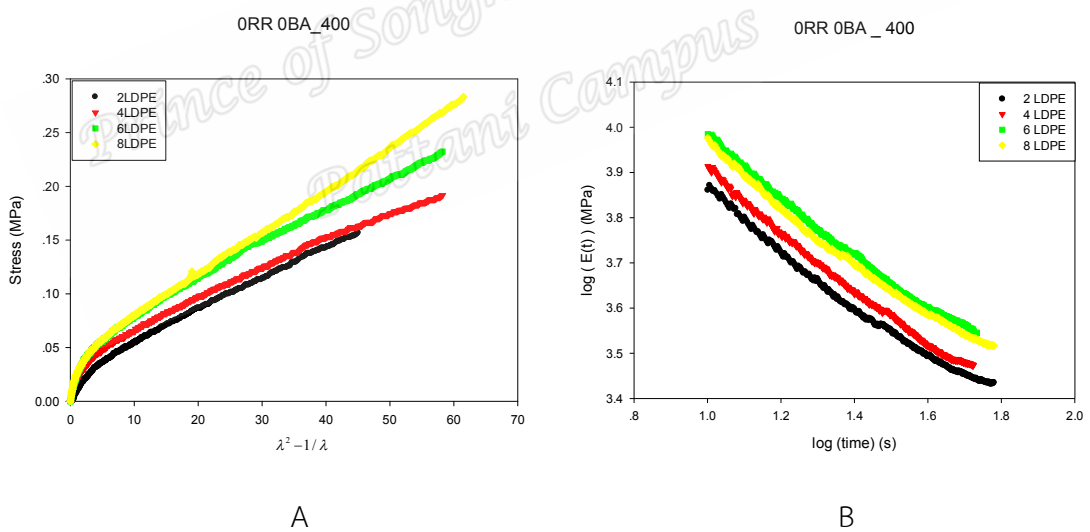
ภาพที่ 4.6 กราฟ A แสดงค่าความทนต่อแรงดึงและ B แสดงค่ามอดูลัสของ NR 100 phr BA 10 phr RR 200 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่ความเร็ว 100 มม./นาที



ภาพที่ 4.7 กราฟ A แสดงค่าความทนต่อแรงดึงและ B แสดงค่ามอดูลัสของ NR 100 phr BA 0 phr RR 0 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่ความเร็ว 200 มม./นาที



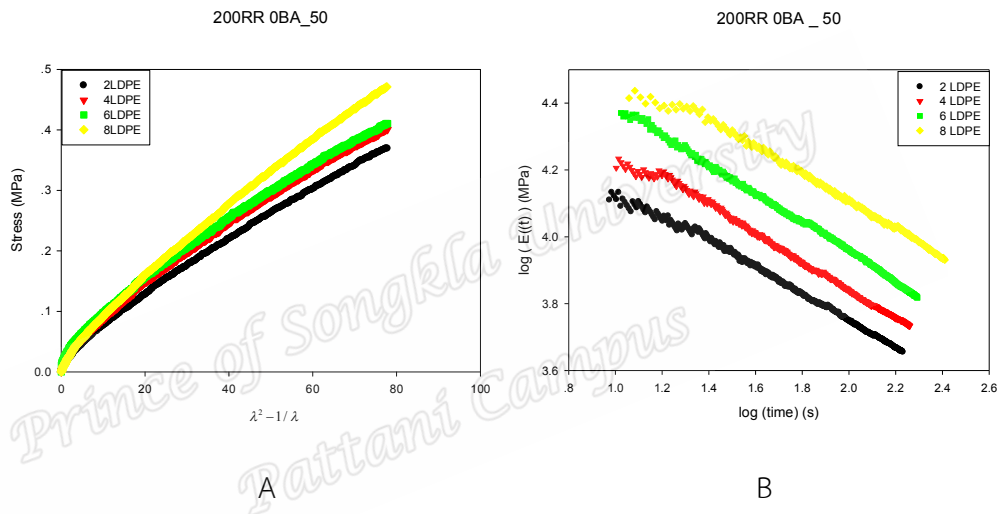
ภาพที่ 4.8 กราฟ A แสดงค่าความทนต่อแรงดึงและ B แสดงค่ามอดูลัสของ NR 100 phr BA 0 phr RR 0 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่ความเร็ว 300 มม./นาที



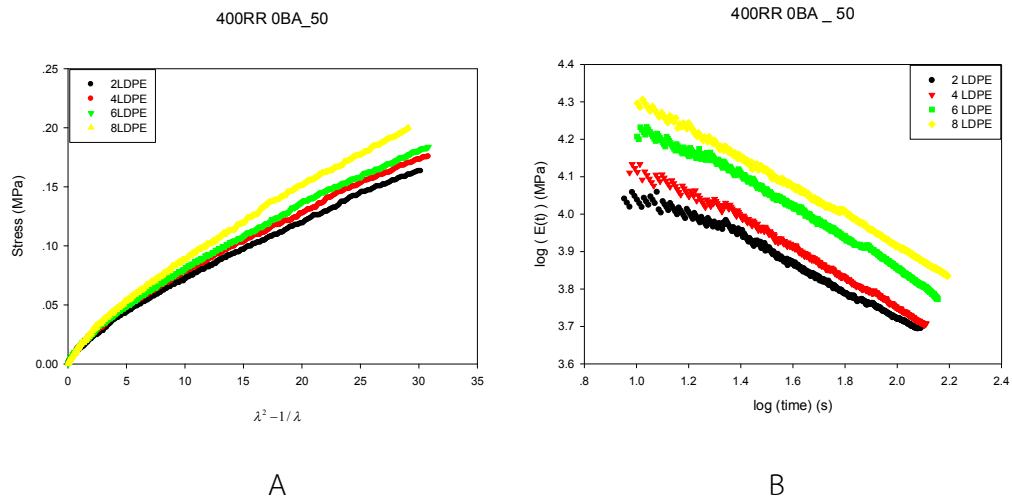
ภาพที่ 4.9 กราฟ A แสดงค่าความทนต่อแรงดึงและ B แสดงค่ามอดูลัสของ NR 100 phr BA 0 phr RR 0 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่ความเร็ว 400 มม./นาที

4.2.1.2 ผลของ RR ต่อค่าความทนต่อแรงดึงและค่ามอดุลัสที่ความเร็วต่างๆ

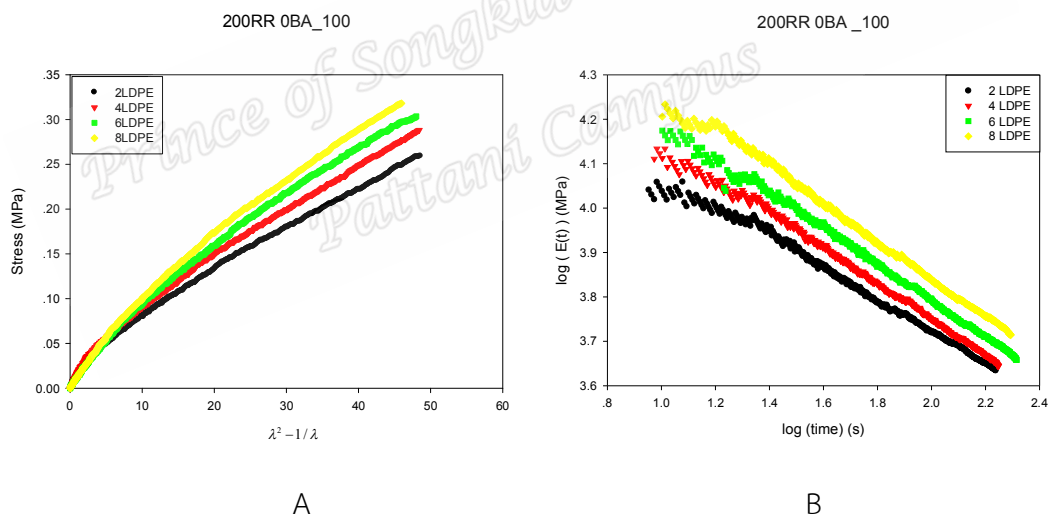
จากผลการทดลองเมื่อเพิ่ม RR ในอัตราส่วน 200 และ 400 phr จะเห็นได้ว่าค่าความทนต่อแรงดึงและร้อยละการยืดของตัวอย่างนั้นมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจาก RR มีส่วนประกอบของ Carbon black ซึ่งเป็นสารที่เพิ่มความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ อีกทั้งโครงสร้างของ RR นั้นมีส่วนประกอบของเขม่าดำหรือซิลิกา ซึ่งเป็นสารที่ทำให้ยางนั้นแข็งแรงอีกเช่นกัน เมื่อนำมาผสมกับ NR จะทำให้สมบัติเชิงกลของแผ่นยางนั้นเพิ่มขึ้นไปอีก โขยงมีการเกาะเกี่ยวและเรียงตัวกันได้ดีขึ้น และเมื่อเพิ่มเศษแผ่นฟิล์ม LDPE ที่มีสมบัติเด่นคือความเหนียวและความยืดหยุ่นยิ่งทำให้แผ่นยางมีความแข็งแรงมากขึ้น ค่า Stress Strain และค่า Modulus ของยางจึงเพิ่มตามไปด้วย ดังรูปที่ 4.10-4.19



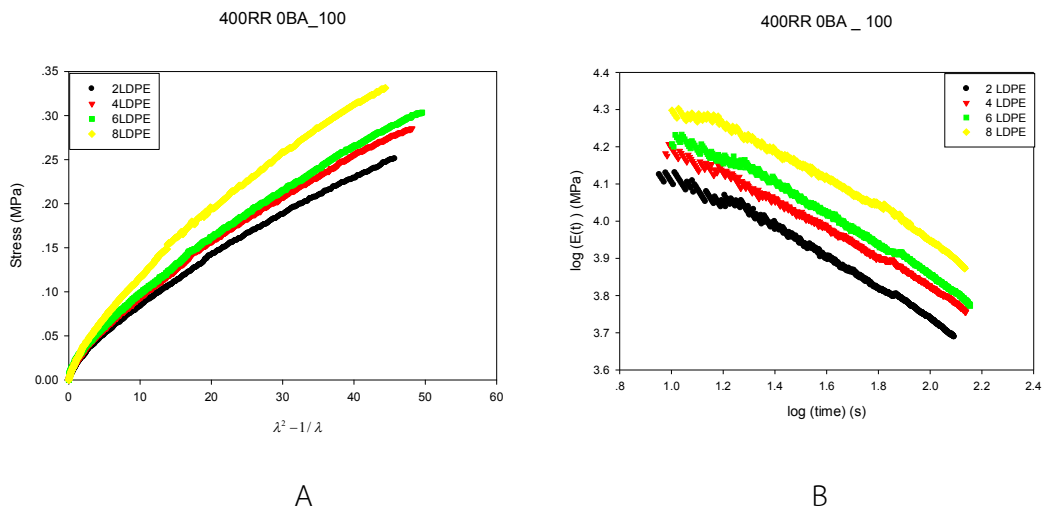
ภาพที่ 4.10 กราฟ A แสดงค่าความทนต่อแรงดึงและ B แสดงค่ามอดุลัสของ NR 100 phr BA 0 phr RR 200 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่ความเร็ว 50 มม./นาที



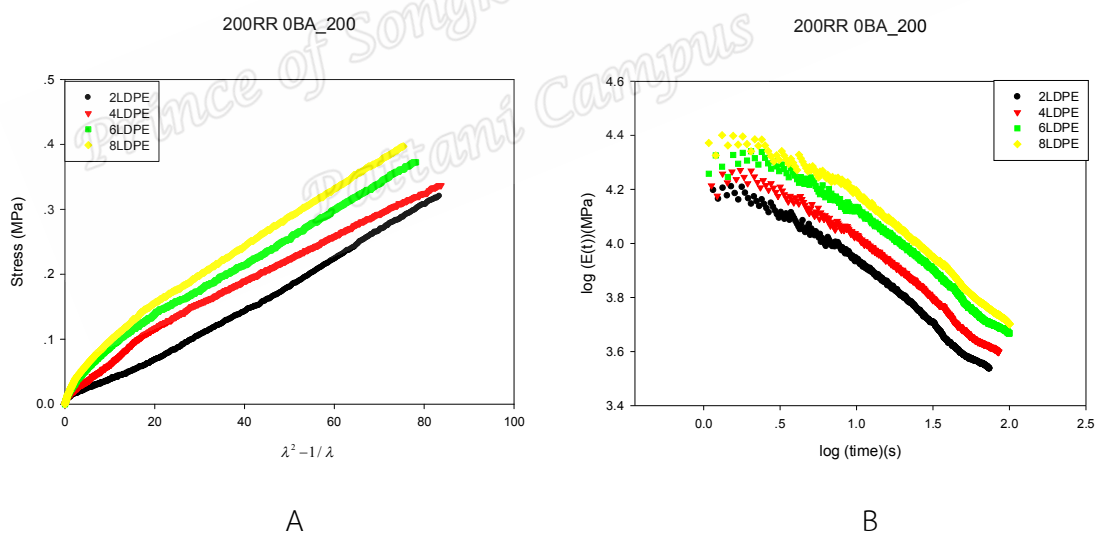
ภาพที่ 4.11 กราฟ A แสดงค่าความทนต่อแรงดึงและ B แสดงค่ามอดูลัสของ NR 100 phr BA 0 phr RR 400 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่ความเร็ว 50 มม./นาที



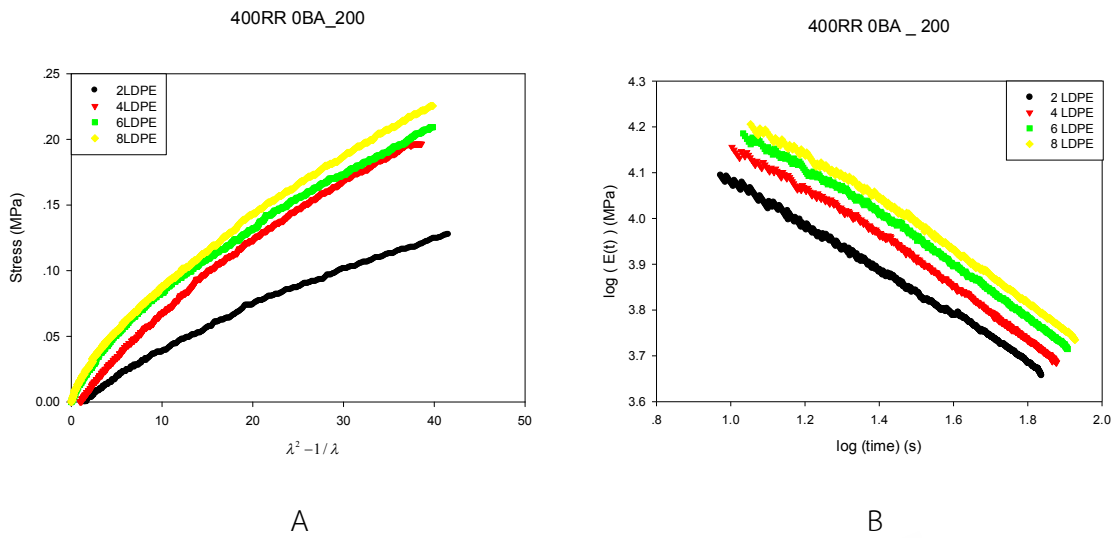
ภาพที่ 4.12 กราฟ A แสดงค่าความทนต่อแรงดึงและ B แสดงค่ามอดูลัสของ NR 100 phr BA 0 phr RR 200 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่ความเร็ว 100 มม./นาที



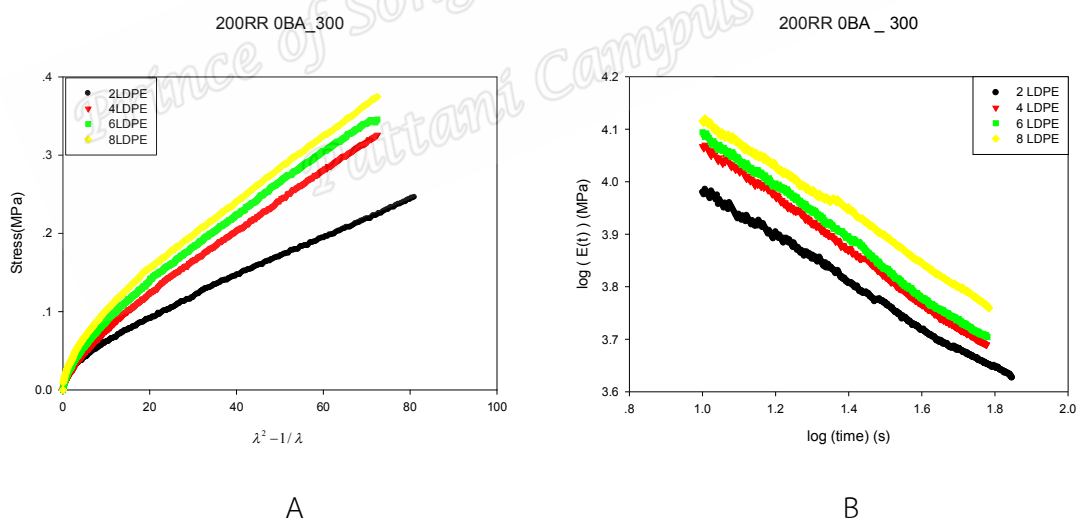
ภาพที่ 4.13 กราฟ A แสดงค่าความทนต่อแรงดึงและ B แสดงค่ามอดูลัสของ NR 100 phr BA 0 phr RR 400 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่ความเร็ว 100 มม./นาที



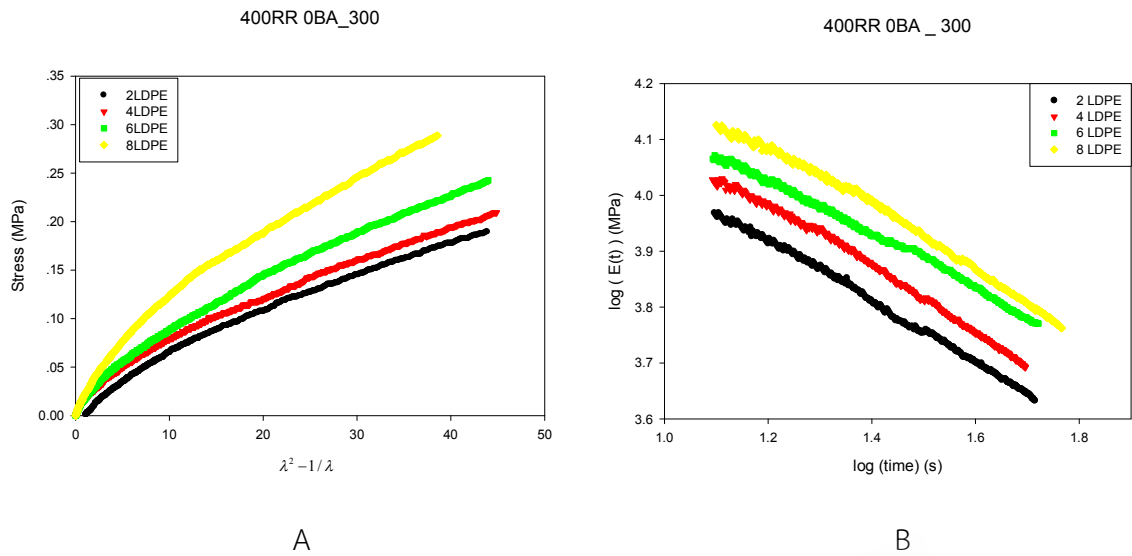
ภาพที่ 4.14 กราฟ A แสดงค่าความทนต่อแรงดึงและ B แสดงค่ามอดูลัสของ NR 100 phr BA 0 phr RR 200 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่ความเร็ว 200 มม./นาที



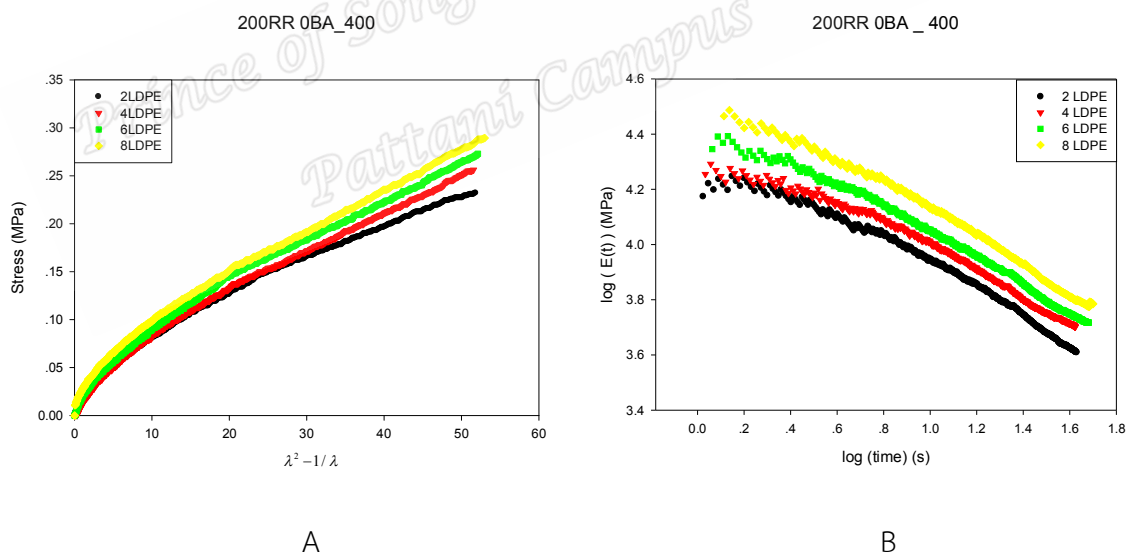
ภาพที่ 4.15 กราฟ A แสดงค่าความทนต่อแรงดึงและ B แสดงค่ามอดูลัสของ NR 100 phr BA 0 phr RR 400 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่ความเร็ว 200 มม./นาที



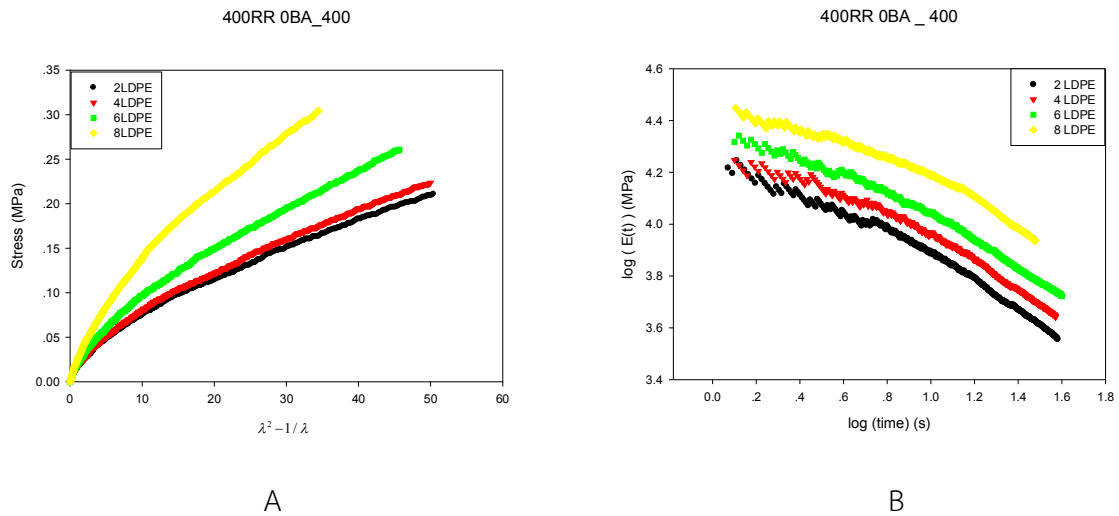
ภาพที่ 4.16 กราฟ A แสดงค่าความทนต่อแรงดึงและ B แสดงค่ามอดูลัสของ NR 100 phr BA 0 phr RR 200 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่ความเร็ว 300 มม./นาที



ภาพที่ 4.17 กราฟ A แสดงค่าความทนต่อแรงดึงและ B แสดงค่ามอดูลัสของ NR 100 phr BA 0 phr RR 0 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่ความเร็ว 200 มม./นาที



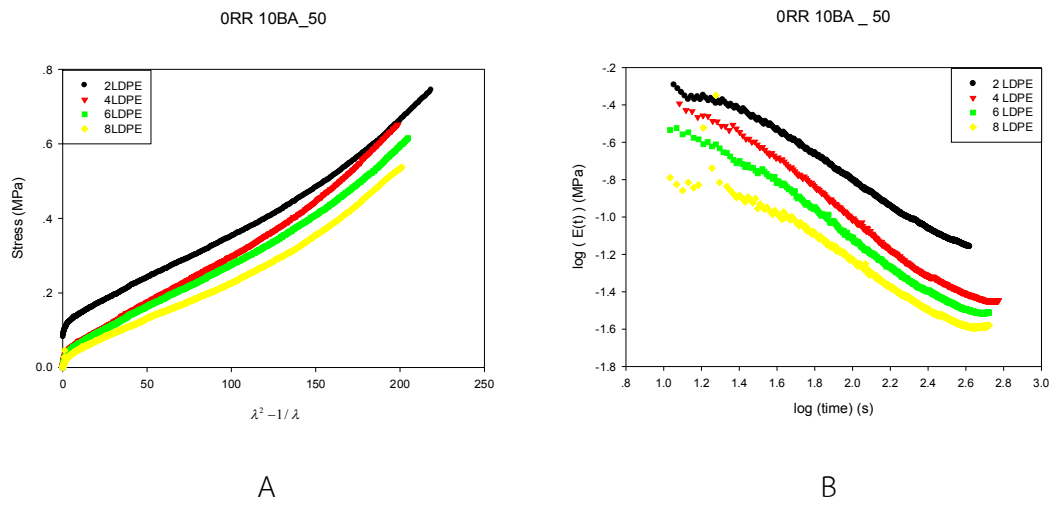
ภาพที่ 4.18 กราฟ A แสดงค่าความทนต่อแรงดึงและ B แสดงค่ามอดูลัสของ NR 100 phr BA 0 phr RR 200 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่ความเร็ว 400 มม./นาที



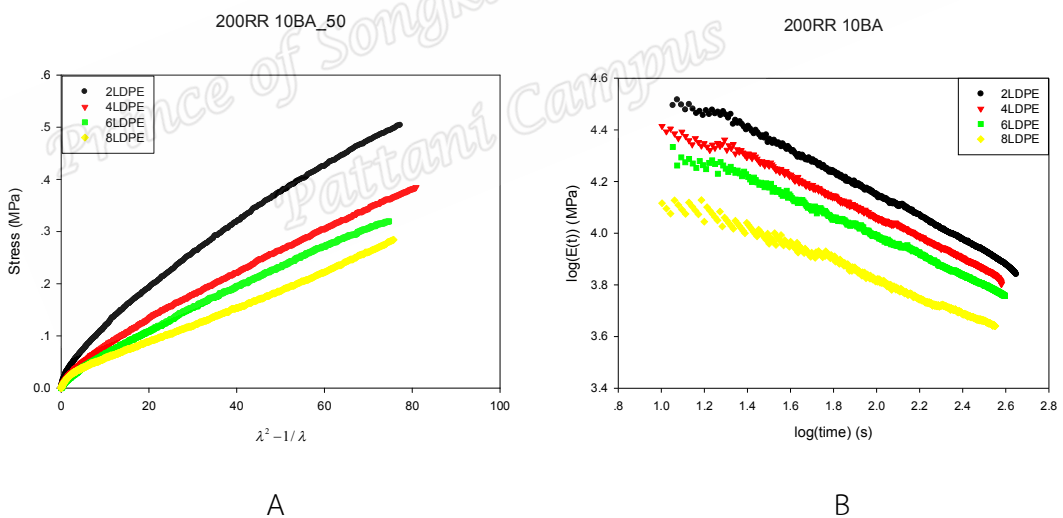
ภาพที่ 4.19 กราฟ A แสดงค่าความทนต่อแรงดึงและ B แสดงค่ามอดูลัสของ NR 100 phr BA 0 phr RR 400 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่ความเร็ว 400 มม./นาที

4.2.1.3 ผลของ BA ต่อค่าความทนต่อแรงดึงและค่ามอดูลัสที่ความเร็วต่างๆ

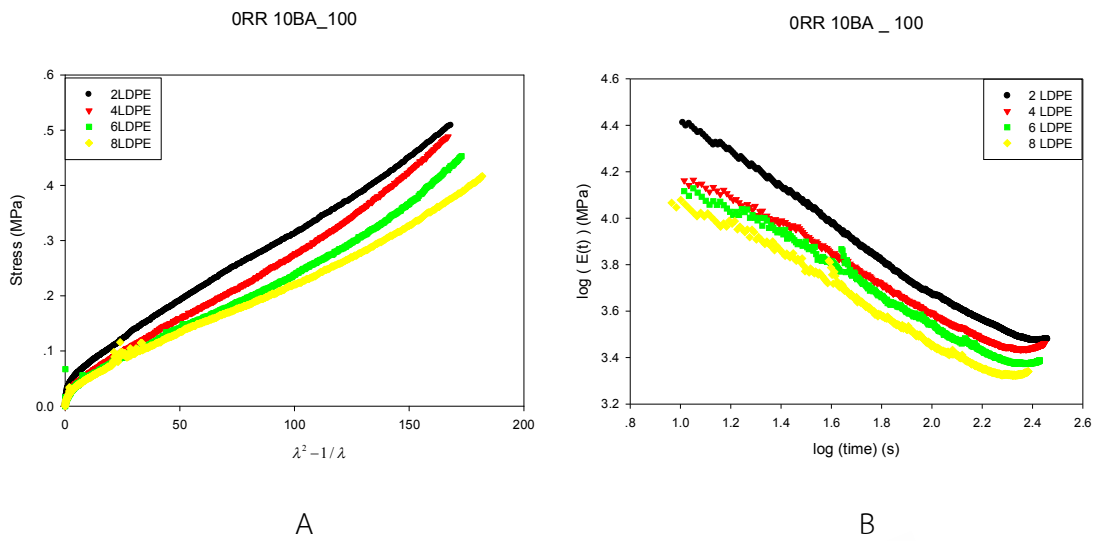
จากผลการทดลองค่าความทนของแรงดึงเมื่อเพิ่ม BA เข้าไปในปริมาณ 10 phr นำไปเขียนกราฟ Stress-Strain และ Modulus จะเห็นว่ากราฟที่ได้นั้นจะมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มเศษแผ่นฟิล์ม LDPE และ RR เข้าไป เนื่องจาก BA เป็นสารก่อฟอง โครงสร้างภายในยางจึงมีรูพรุน ฟองอากาศขึ้น ทำให้ความแข็งแรง การเกาะเกี่ยวของโซ่ยางของยางนั้นด้อยลง เนื่องจากผสม BA จึงทำให้โครงสร้างภายในของแผ่นยางนั้นเป็นเซลล์แบบเปิด จึงง่ายต่อการฉีกขาด และได้มีการแทนที่เนื้อยางด้วยฟองอากาศจึงทำให้มีเนื้อยางในแผ่นยางน้อยลง สมบัติเชิงกลของแผ่นยางจึงลดลง ดังรูปที่ 4.20-4.29



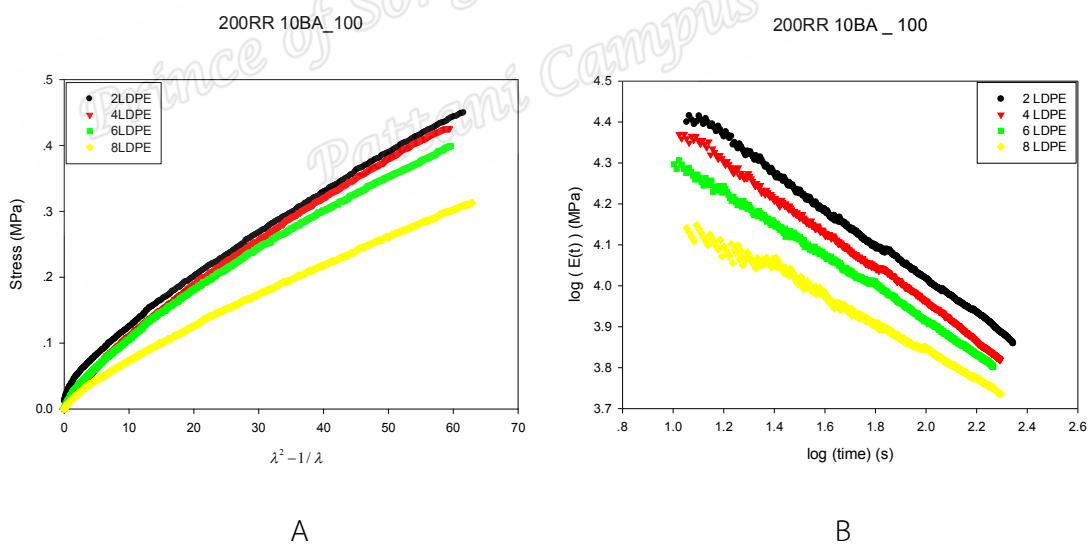
ภาพที่ 4.20 กราฟ A แสดงค่าความหนืดแรงดึงและ B แสดงค่ามอดูลัสของ NR 100 phr BA 10 phr RR 0 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่ความเร็ว 50 มม./นาที



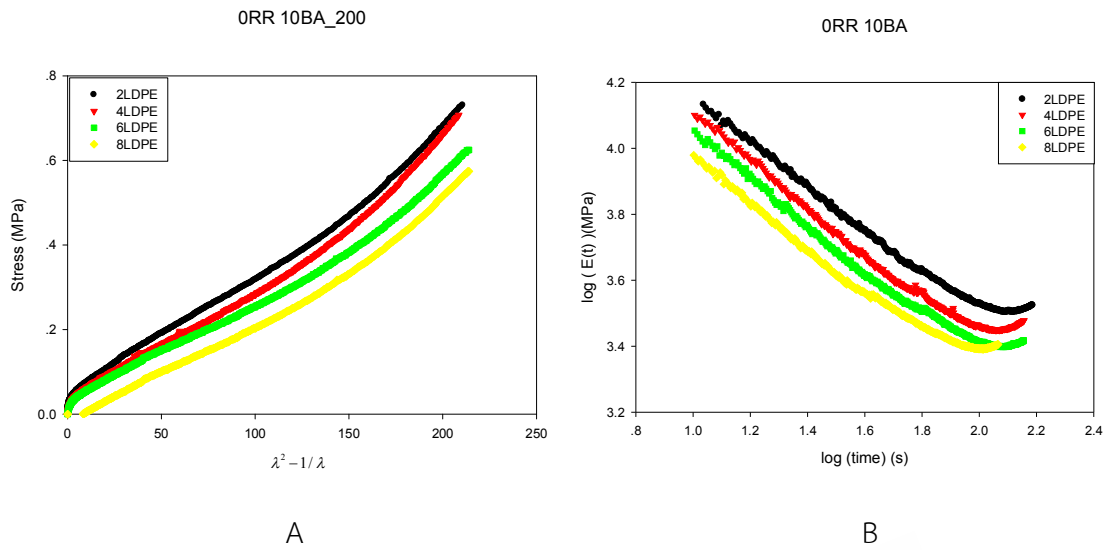
ภาพที่ 4.21 กราฟ A แสดงค่าความหนืดแรงดึงและ B แสดงค่ามอดูลัสของ NR 100 phr BA 10 phr RR 200 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่ความเร็ว 50 มม./นาที



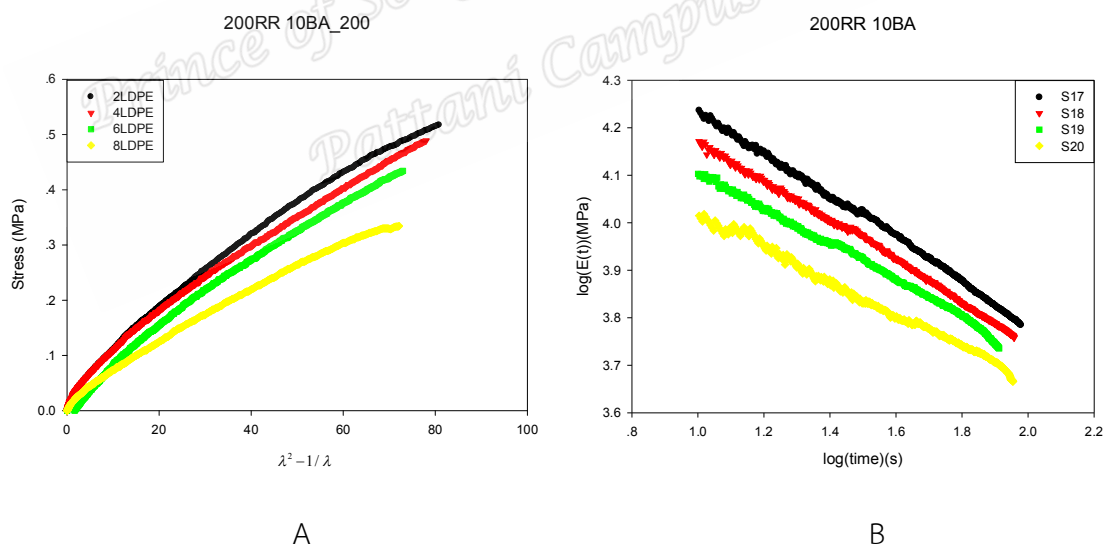
ภาพที่ 4.22 กราฟ A แสดงค่าความทนต่อแรงดึงและ B แสดงค่ามอดูลัสของ NR 100 phr BA 10 phr RR 0 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่ความเร็ว 100 มม./นาที



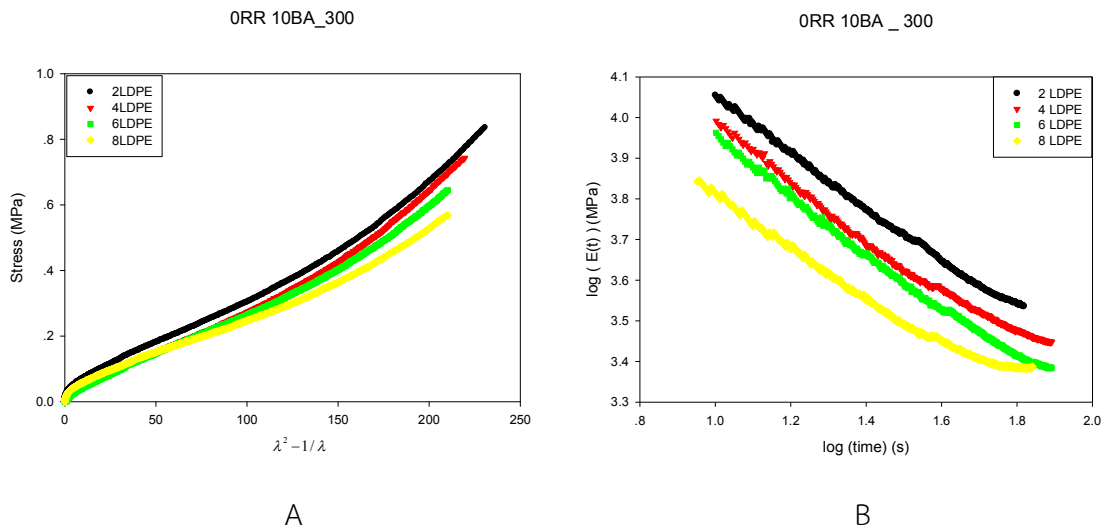
ภาพที่ 4.23 กราฟ A แสดงค่าความทนต่อแรงดึงและ B แสดงค่ามอดูลัสของ NR 100 phr BA 10 phr RR 200 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่ความเร็ว 100 มม./นาที



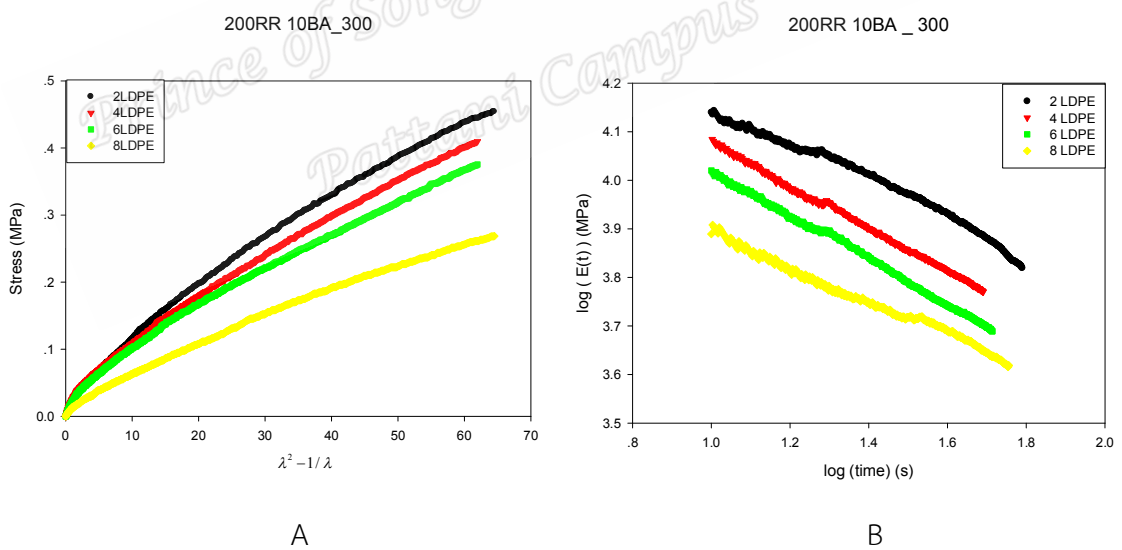
ภาพที่ 4.24 กราฟ A แสดงค่าความหนืดต่อแรงดึงและ B แสดงค่ามอดูลัสของ NR 100 phr BA 10 phr RR 0 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่ความเร็ว 200 มม./นาที



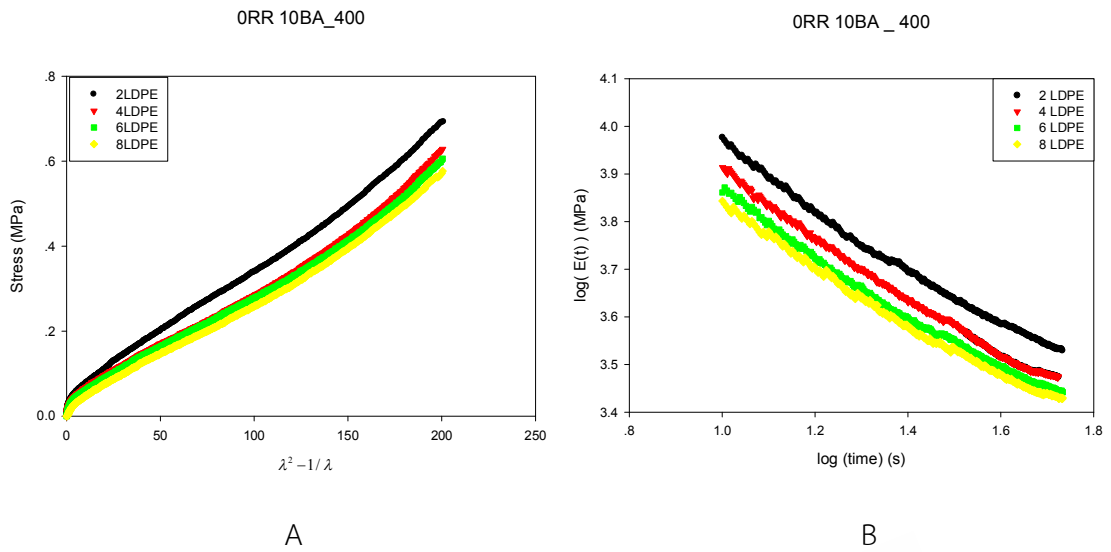
ภาพที่ 4.25 กราฟ A แสดงค่าความหนืดต่อแรงดึงและ B แสดงค่ามอดูลัสของ NR 100 phr BA 10 phr RR 200 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่ความเร็ว 200 มม./นาที



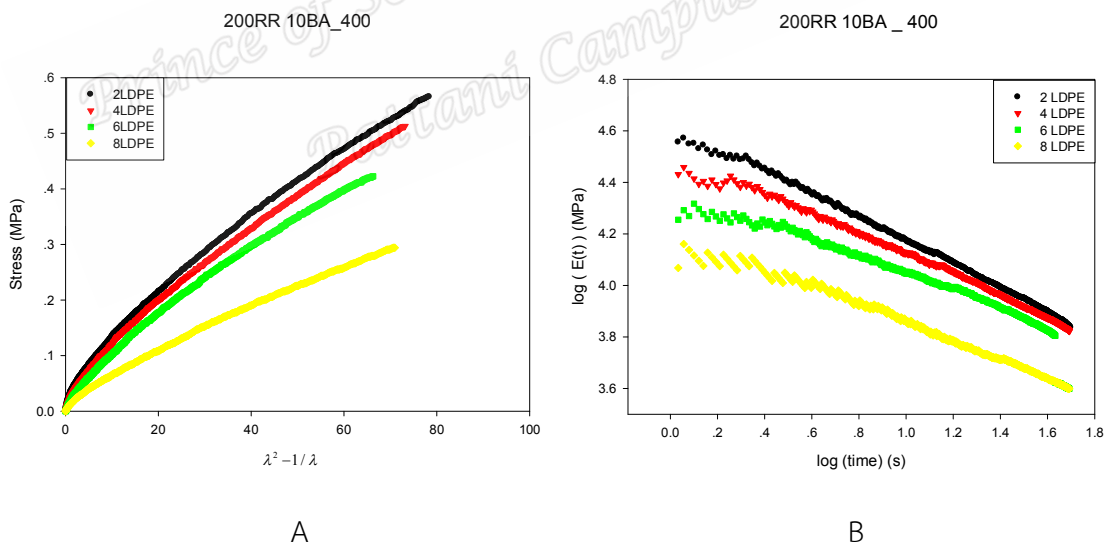
ภาพที่ 4.26 กราฟ A แสดงค่าความทนต่อแรงดึงและ B แสดงค่ามอดูลัสของ NR 100 phr BA 10 phr RR 0 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่ความเร็ว 300 มม./นาที



ภาพที่ 4.27 กราฟ A แสดงค่าความทนต่อแรงดึงและ B แสดงค่ามอดูลัสของ NR 100 phr BA 10 phr RR 200 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่ความเร็ว 300 มม./นาที



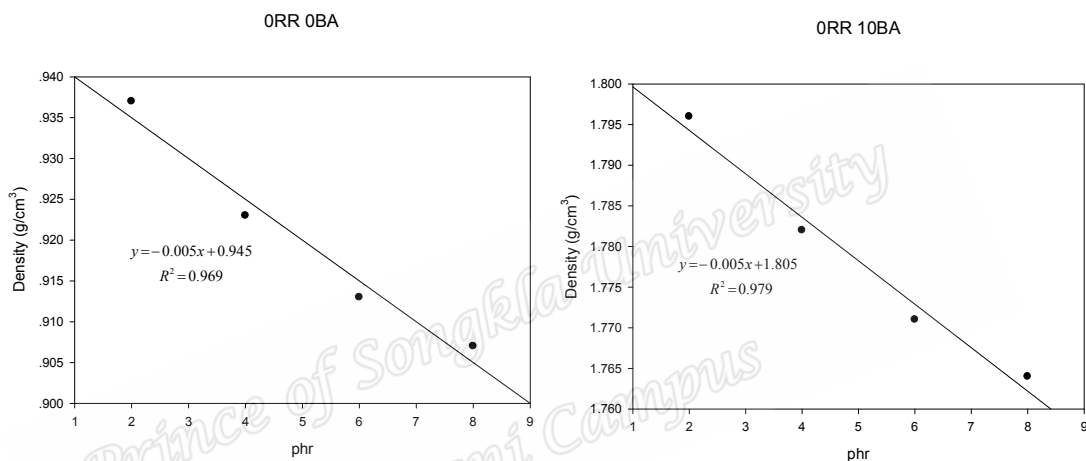
ภาพที่ 4.28 กราฟ A แสดงค่าความหนืดต่อแรงดึงและ B แสดงค่ามอดูลัสของ NR 100 phr BA 10 phr RR 0 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่ความเร็ว 400 มม./นาที



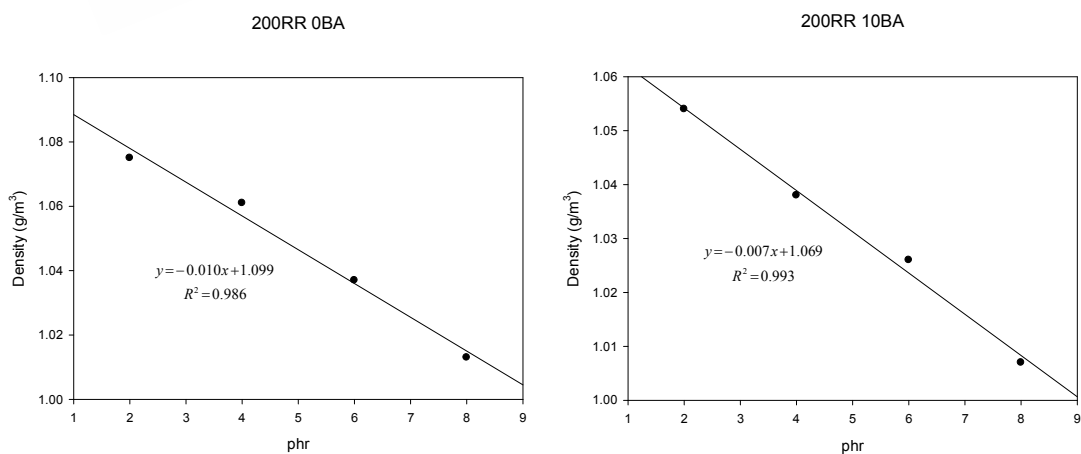
ภาพที่ 4.29 กราฟ A แสดงค่าความหนืดต่อแรงดึงและ B แสดงค่ามอดูลัสของ NR 100 phr BA 10 phr RR 200 phr โดยผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่ความเร็ว 400 มม./นาที

4.3 ผลการศึกษาความหนาแน่น

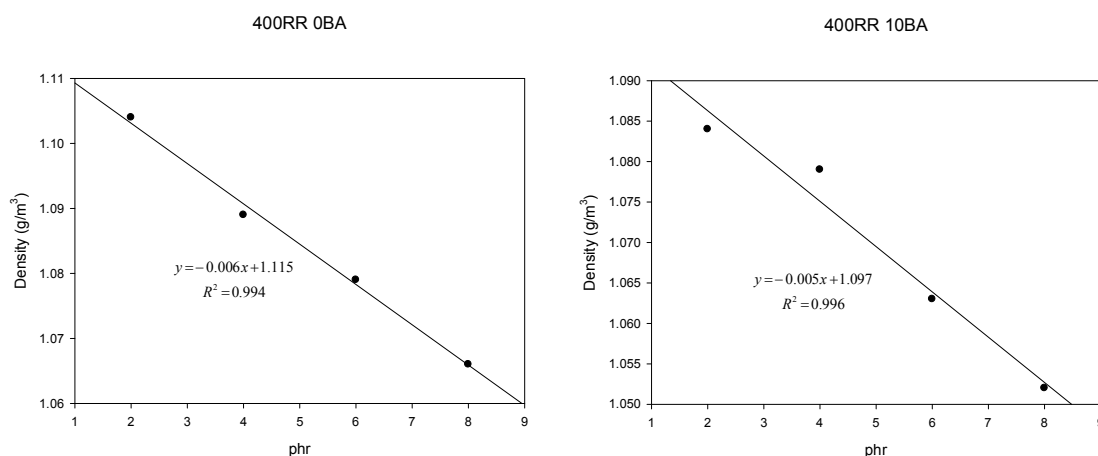
จากการทดลองความหนาแน่นโดยใช้เครื่อง Densimeter พบว่า ค่าความหนาแน่นของตัวอย่างมีค่าลดลงเมื่อสารตัวเติมเพิ่มขึ้น เนื่องจากสารตัวเติมนั้นมีสมบัติการเป็นรูพรุนและเกิดการแทนที่กันของยางกับสารตัวเติมจึงทำให้เกิดปริมาตรอิสระมากขึ้น ผลการทดลองสอดคล้องกับค่าการนำความร้อนที่วัดได้ของยางแต่ละสูตร ดังรูปที่ 4.30-4.32



ภาพที่ 4.30 แสดงค่าความหนาแน่นของตัวอย่างที่ผสม RR 0 phr BA 0 และ 10 phr ตามลำดับ



ภาพที่ 4.31 แสดงค่าความหนาแน่นของตัวอย่างที่ผสม RR 200 phr BA 0 และ 10 phr ตามลำดับ



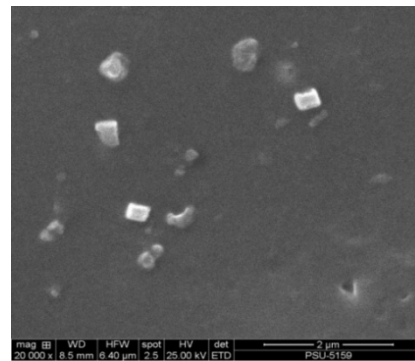
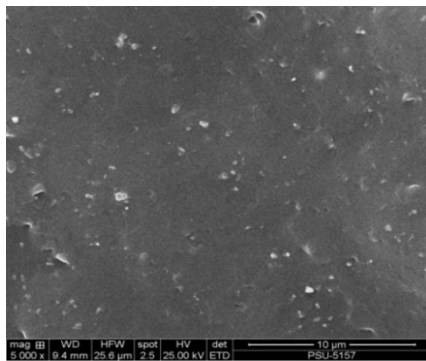
ภาพที่ 4.32 แสดงค่าความหนาแน่นของตัวอย่างที่ผสม RR 400 phr BA 0 และ 10 phr ตามลำดับ

4.4 ผลการศึกษาโครงสร้างภายในโดยเครื่อง Scanning Electron Microscope, SEM

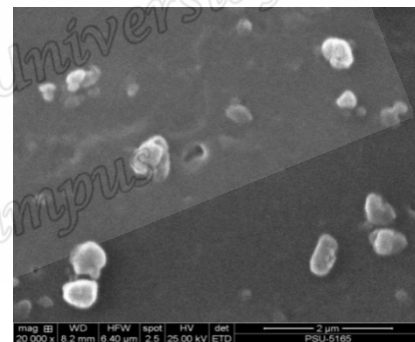
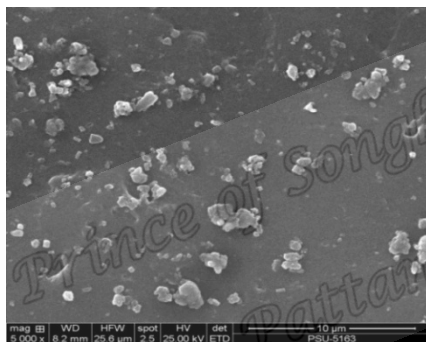
การศึกษาโครงสร้างภายในของตัวอย่างต่างๆนั้น ผู้วิจัยได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ประเด็น ประเด็นแรก ศึกษาอิทธิพลของ LDPE โดยจะเลือกตัวอย่างที่ S1, S2, S3 และ S4 ประเด็นที่สอง ศึกษาอิทธิพลของ RR โดยจะเลือกตัวอย่างที่ S1, S5 และ S9 และประเด็นสุดท้าย ศึกษาอิทธิพลของ BA โดยจะเลือกตัวอย่างที่ S1 และ S13 เพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน

4.4.1 อิทธิพลของ LDPE ต่อโครงสร้างภายในของแผ่นตัวอย่าง

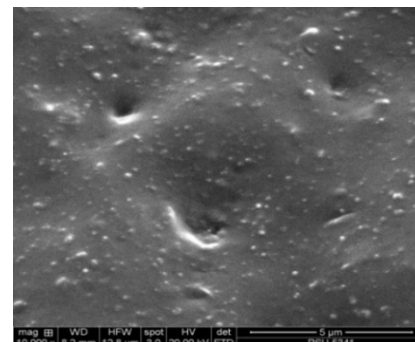
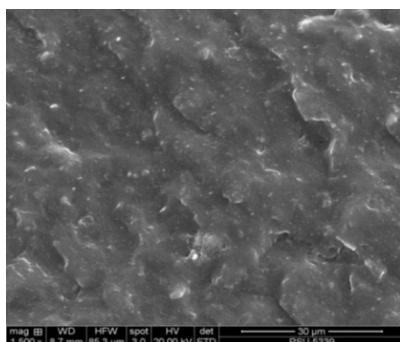
จากผลการศึกษาอิทธิพลของ LDPE จะเห็นว่าตัวอย่าง S1 ยังไม่เห็นถึงความเป็นรูพรุน แต่การกระจายตัวของเศษแผ่นฟิล์ม LDPE มีการกระจายตัวดี เมื่อมีการเพิ่ม LDPE เป็น 6 phr นอกจากการกระจายตัวดีของเศษแผ่นฟิล์ม LDPE แล้ว เศษแผ่นฟิล์ม LDPE ยังมีการคลี่ตัวออกมาเพื่อกันความร้อนได้ดีขึ้นเช่นตัวอย่าง S3 และตัวอย่างที่ S8 เป็นตัวอย่างที่เพิ่ม RR 10 phr, LDPE 8 phr สังเกตได้ว่าจะมีรูพรุนเพิ่มขึ้น จึงทำให้เพิ่มปริมาตรอิสระภายในตัวอย่างสมบัติเชิงกลที่ได้จึงลดลง ดังรูปที่ 4.33-4.35



ภาพที่ 4.33 แสดงภาพจากเครื่อง SEM ของตัวอย่าง S1 กำลังขยาย 5,000 และ 20,000 เท่า ตามลำดับ



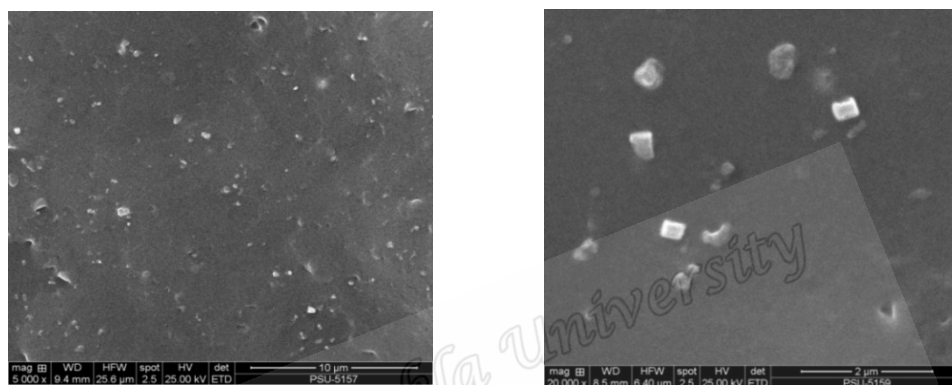
ภาพที่ 4.34 แสดงภาพจากเครื่อง SEM ของตัวอย่าง S3 กำลังขยาย 5,000 และ 20,000 เท่า ตามลำดับ



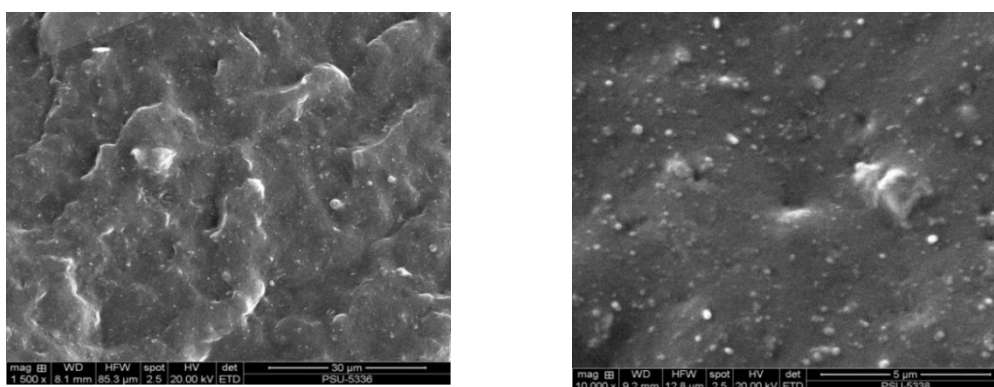
ภาพที่ 4.35 แสดงภาพจากเครื่อง SEM ของตัวอย่าง S8 กำลังขยาย 1,500 และ 10,000 เท่า ตามลำดับ

4.4.2 อิทธิพลของ RR ต่อโครงสร้างภายในของแผ่นตัวอย่าง

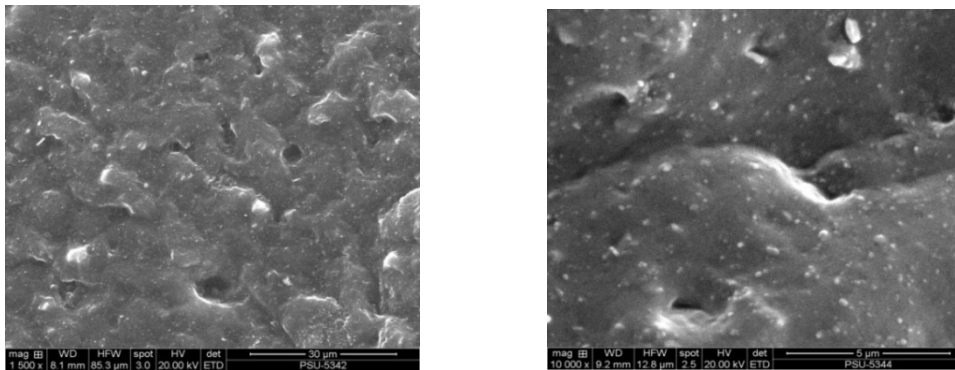
จากการศึกษาอิทธิพลของ RR ตัวอย่างที่นำมาศึกษาคือ S1, S5 และ S9 ตัวอย่าง S1 เป็นตัวอย่างที่ยังไม่มีการเพิ่ม RR ตัวอย่าง S5 และ S9 ได้มีการเพิ่ม RR 200 และ 400 phr ตามลำดับ จากรูปจะเห็นได้ว่าอนุภาคของ RR มีการกระจายตัวได้ดีทั้งตัวอย่าง S5 และ S9 และที่ผิวยังมีรูพรุนจุงทำให้สมบัติต่างไปจาก S1 ซึ่งไม่ผสมยาง RR เลย เมื่อนำมาผสมกับยางธรรมชาติจะทำให้เข้ากันได้ดี ปริมาตรอิสระจึงน้อยลง ดังรูปที่ 4.36-4.38



ภาพที่ 4.36 แสดงภาพจากเครื่อง SEM ของตัวอย่าง S1 กำลังขยาย 5,000 และ 20,000 เท่า ตามลำดับ



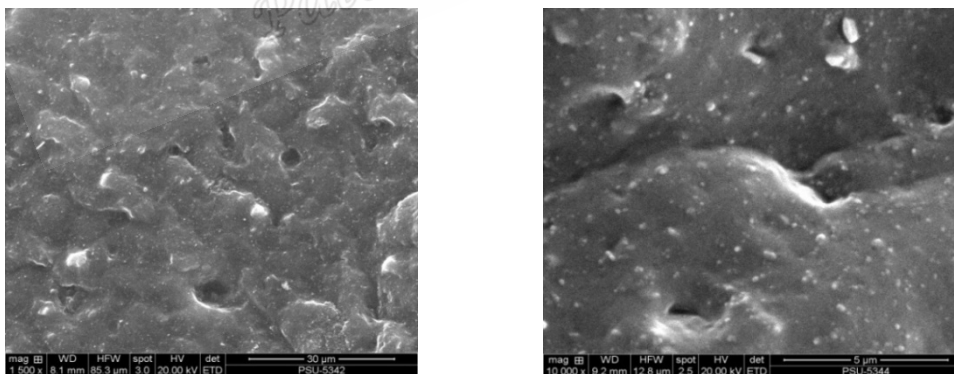
ภาพที่ 4.37 แสดงภาพจากเครื่อง SEM ของตัวอย่าง S5 กำลังขยาย 1,500 และ 10,000 เท่า ตามลำดับ



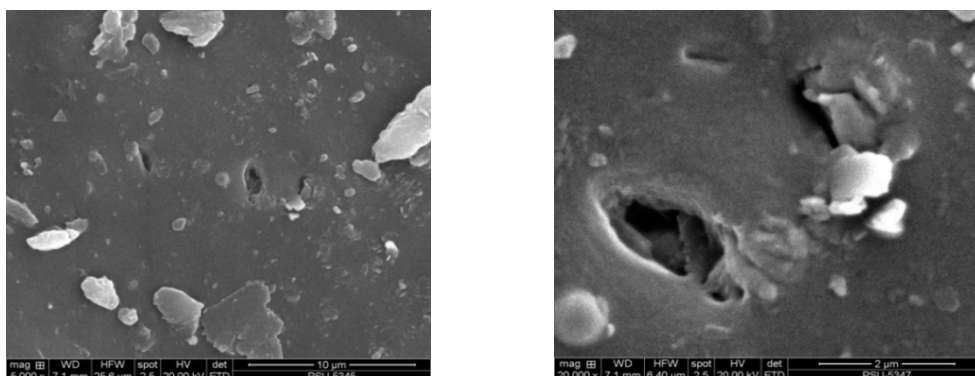
รูปที่ 4.38 แสดงภาพจากเครื่อง SEM ของตัวอย่าง S9 กำลังขยาย 1,500 และ 10,000 เท่า

4.4.3 อิทธิพลของ BA ต่อโครงสร้างภายในของแผ่นตัวอย่าง

จากการศึกษาอิทธิพลของ BA โดยเลือกตัวอย่าง S1 และ S13 มาเปรียบเทียบโครงสร้างภายใน ตัวอย่าง S1 เป็นตัวอย่างที่ไม่ผสม BA จากรูปจะเห็นได้ว่าโครงสร้างภายในจะไม่มีรูพรุน ตัวอย่าง S13 ซึ่งได้มีการผสม BA 10 phr LDPE 2 phr จากรูปจะเห็นได้ว่ามีรูพรุนปรากฏอยู่ทั่วพื้นผิว ดังรูปที่ 4.39-4.40



ภาพที่ 4.39 แสดงภาพจากเครื่อง SEM ของตัวอย่าง S9 กำลังขยาย 1,500 และ 10,000 เท่าตามลำดับ



ภาพที่ 4.40 แสดงภาพจากเครื่อง SEM ของตัวอย่าง S13 กำลังขยาย 5,000 และ 20,000 เท่า ตามลำดับ

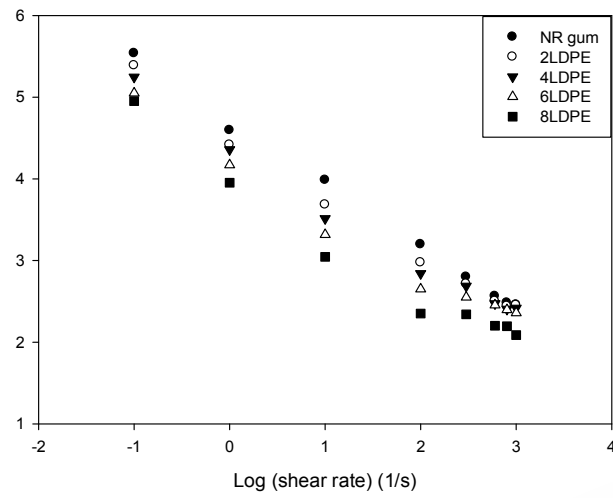
4.5 ผลการศึกษาสมบัติการไหลโดยใช้เครื่อง Capillary Rheometer

การศึกษาศสมบัติการไหลจะศึกษาสองประเด็นคือ ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิที่มีผลต่อความหนืดและศึกษาอิทธิพลของสารตัวเติมที่มีผลต่อความหนืด โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการศึกษาคือ 100°C , 115°C และ 130°C สารตัวเติม (LDPE) คือ 2, 4, 6 และ 8 phr และกำหนดอัตราการเฉือนคือ 0.1, 1, 10, 100, 300, 600, 800 และ $1,000\text{ s}^{-1}$

4.5.1 อิทธิพลของปริมาณเศษแผ่นฟิล์ม LDPE ที่มีผลต่อความหนืด

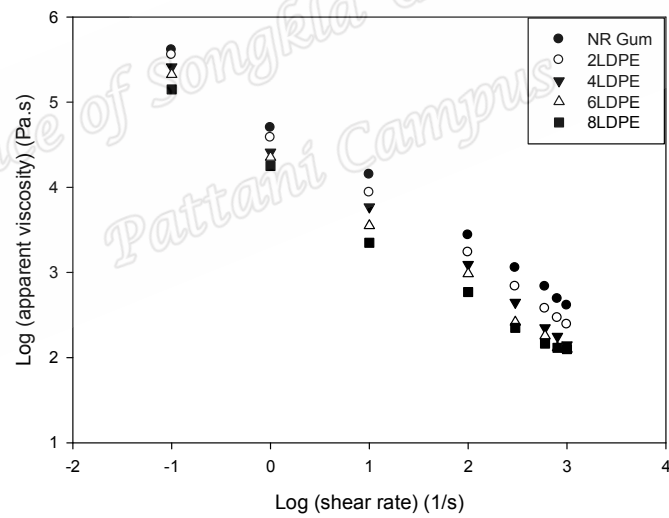
จากการศึกษาพบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและเพิ่มอัตราการเฉือน ความหนืดที่ได้นั้นจะมีค่าลดลง เนื่องจากแผ่นฟิล์ม LDPE เป็นพลาสติกจึงเป็นการยากที่จะเกาะเกี่ยวกับผนังของไดน์ จึงเกิดการสั่นไถลได้ง่ายจึงทำให้กราฟความหนืดลดลงไปเมื่อเพิ่มปริมาณผสมของแผ่นฟิล์ม LDPE ดังรูปที่ 4.41 A, B และ C

Temp. 100°C

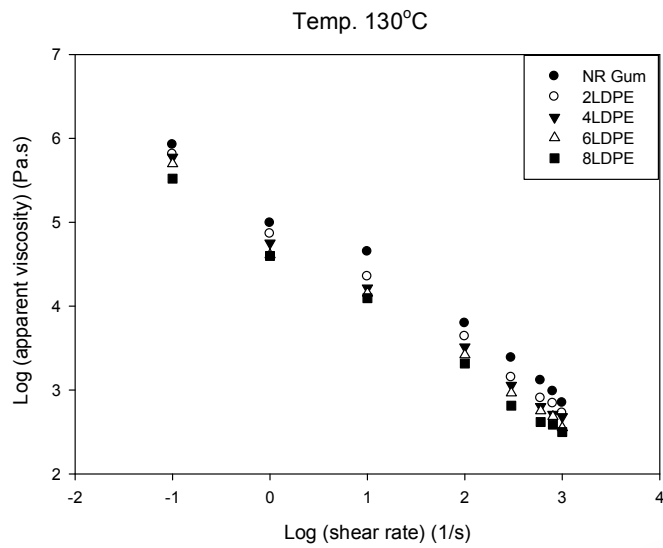


A

Temp. 115°C



B



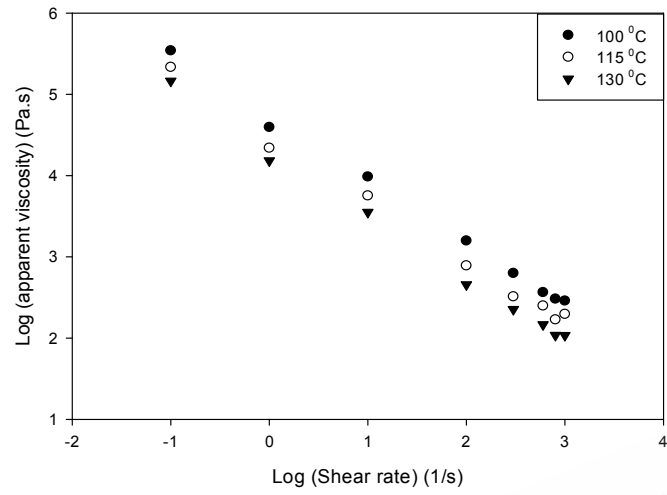
C

ภาพที่ 4.41 A, B และ C แสดงกราฟระหว่างอัตราเฉือนกับความหนืดของยางธรรมชาติและตัวอย่างที่ผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ที่อุณหภูมิ 100°C, 115°C และ 130°C ตามลำดับ

4.5.2 อิทธิพลของอุณหภูมิที่มีผลต่อความหนืด

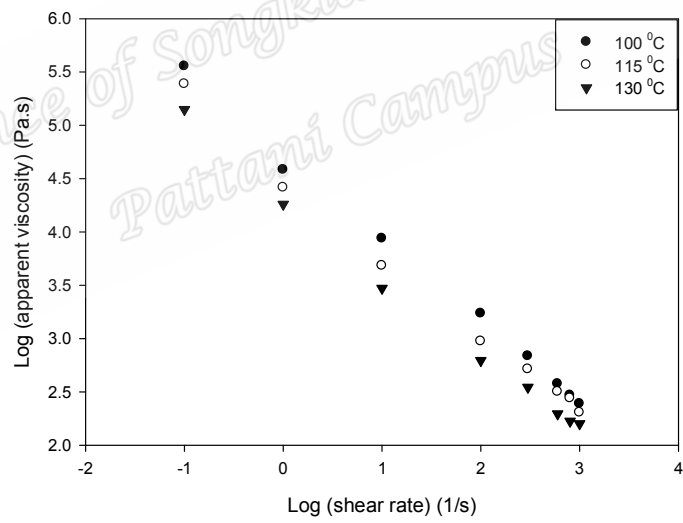
จากการศึกษาอิทธิพลของสารตัวเติมที่มีผลต่อความหนืด พบว่า เมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิและอัตราเฉือนในแต่ละตัวอย่างความหนืดที่ได้นั้นมีค่าลดลงเนื่องจากการเพิ่มอุณหภูมินั้นส่งผลให้ปริมาตรอิสระระหว่างโซ่ยางมีมากขึ้น ทำให้โซ่ยางยับตัวและไหลได้ง่าย จึงทำให้ความหนืดลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ดังรูปที่ 4.42 A, B, C, D และ E

NR gum



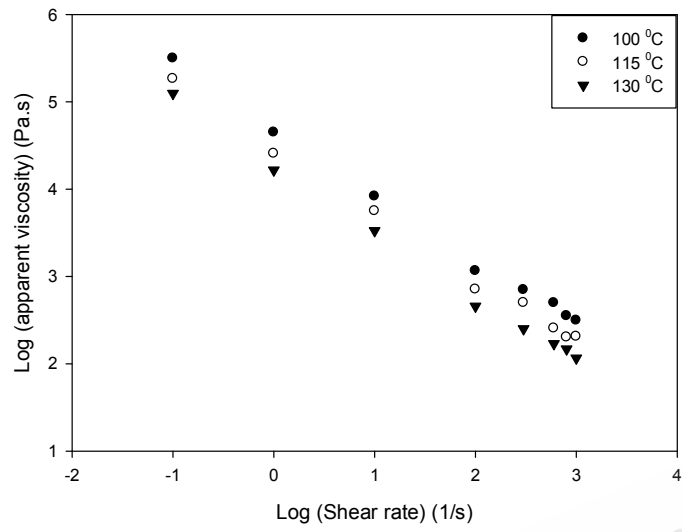
A

2LDPE



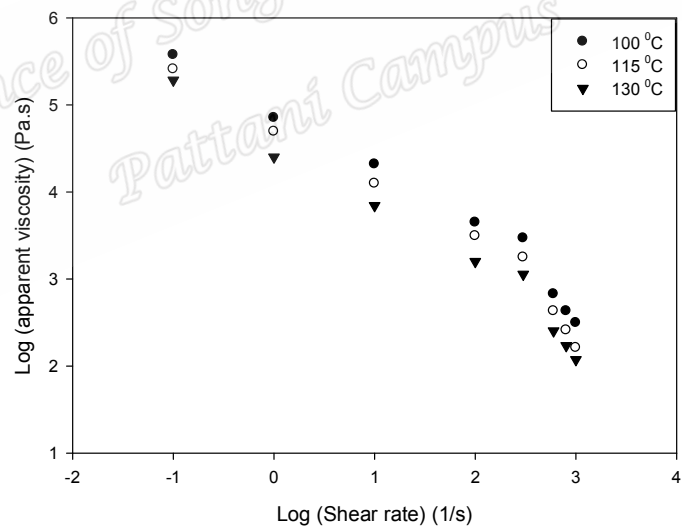
B

4LDPE

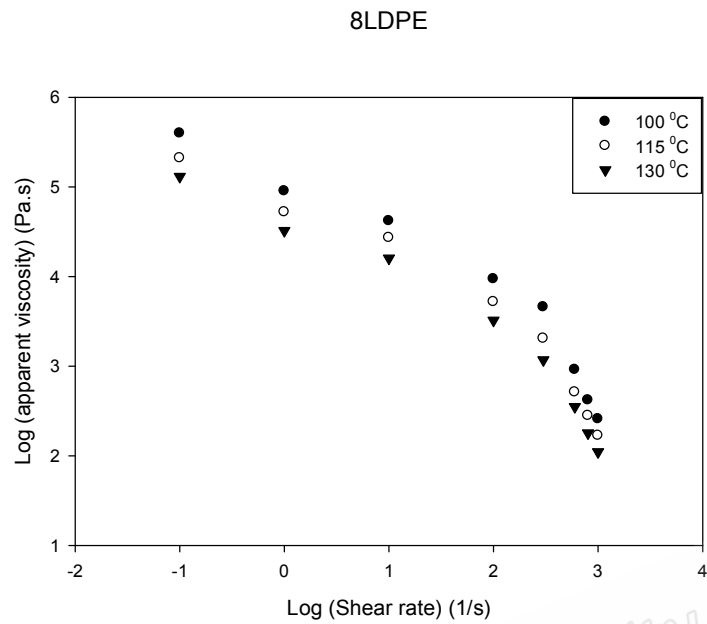


C

6LDPE



D



E

ภาพที่ 4.42 A, B, C, D และ E แสดงกราฟระหว่างอัตราเฉือนและความหนืด ที่อุณหภูมิ 100°C, 115°C และ 130°C ของยางธรรมชาติและตัวอย่างที่ผสม LDPE 2, 4, 6 และ 8 phr ตามลำดับ