

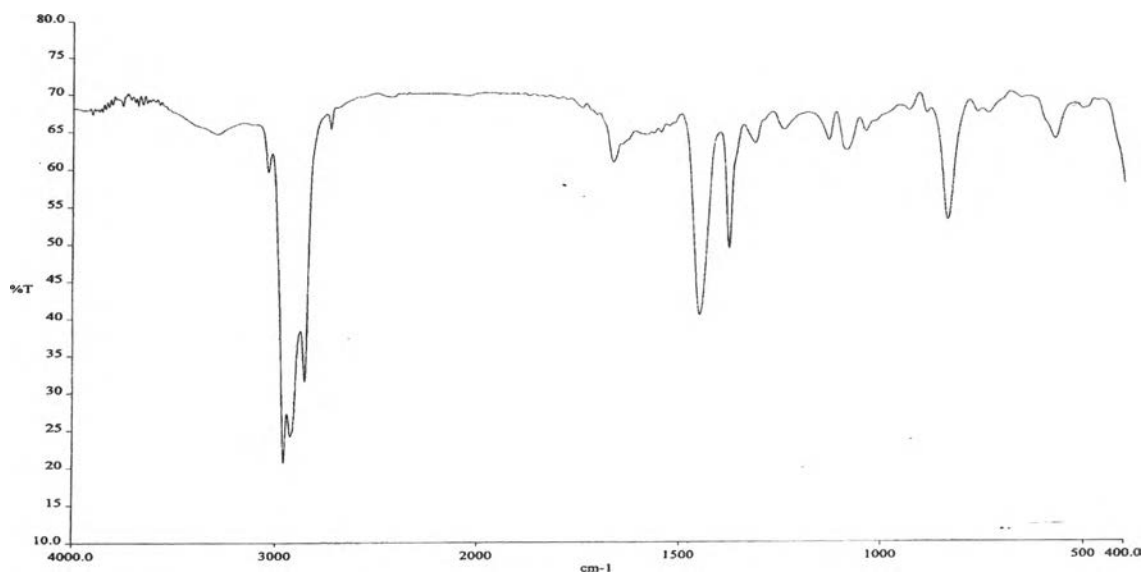
บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

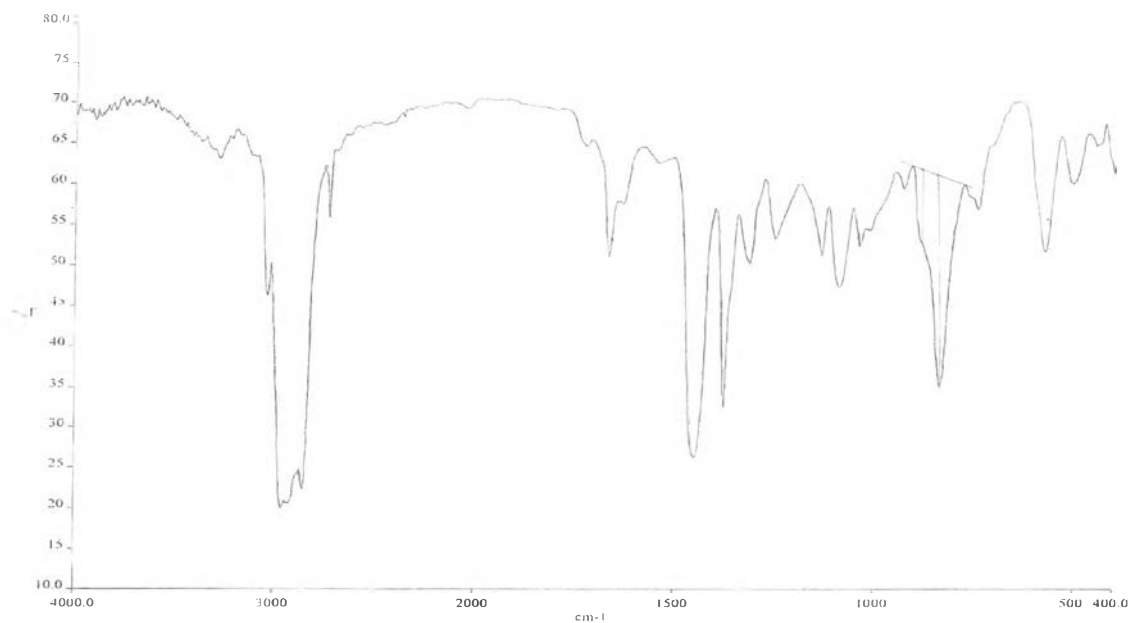
4.1 การวิเคราะห์หาปริมาณหมู่ฟังก์ชันของยางธรรมชาติและยาง ENR ด้วยเทคนิค FT-IR

รูปที่ 4.1 แสดง FT-IR สเปกตรัมของยางธรรมชาติและยาง ENR ที่เตรียมได้

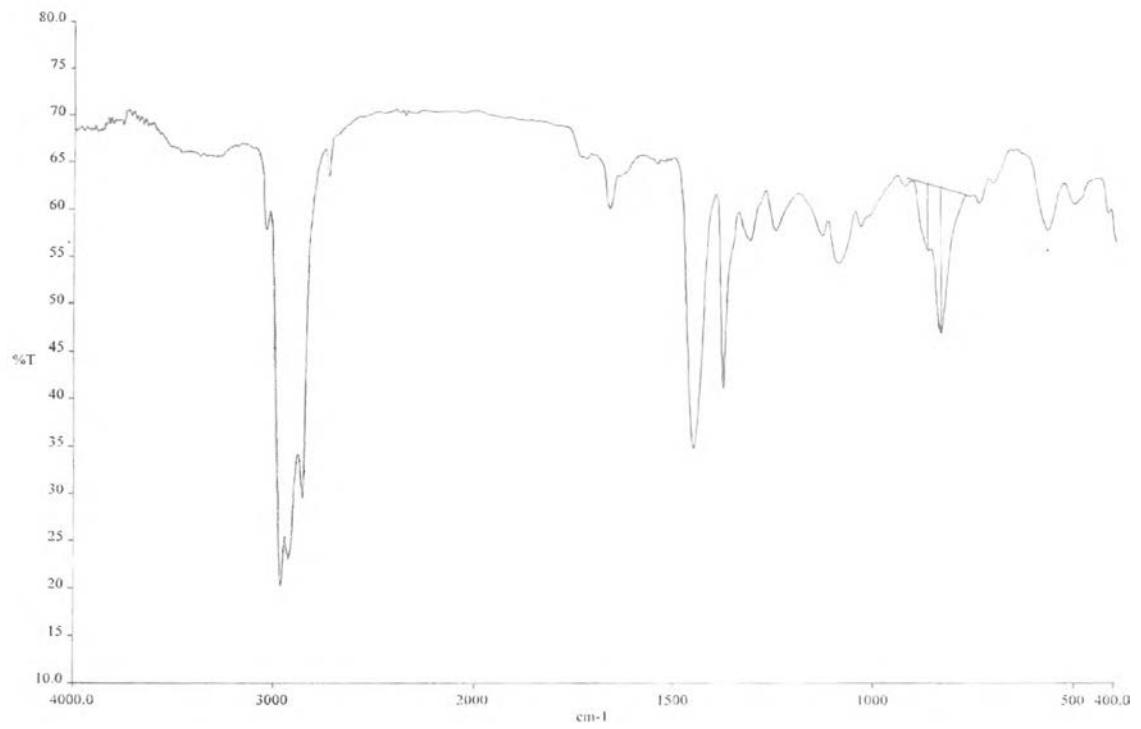
a)



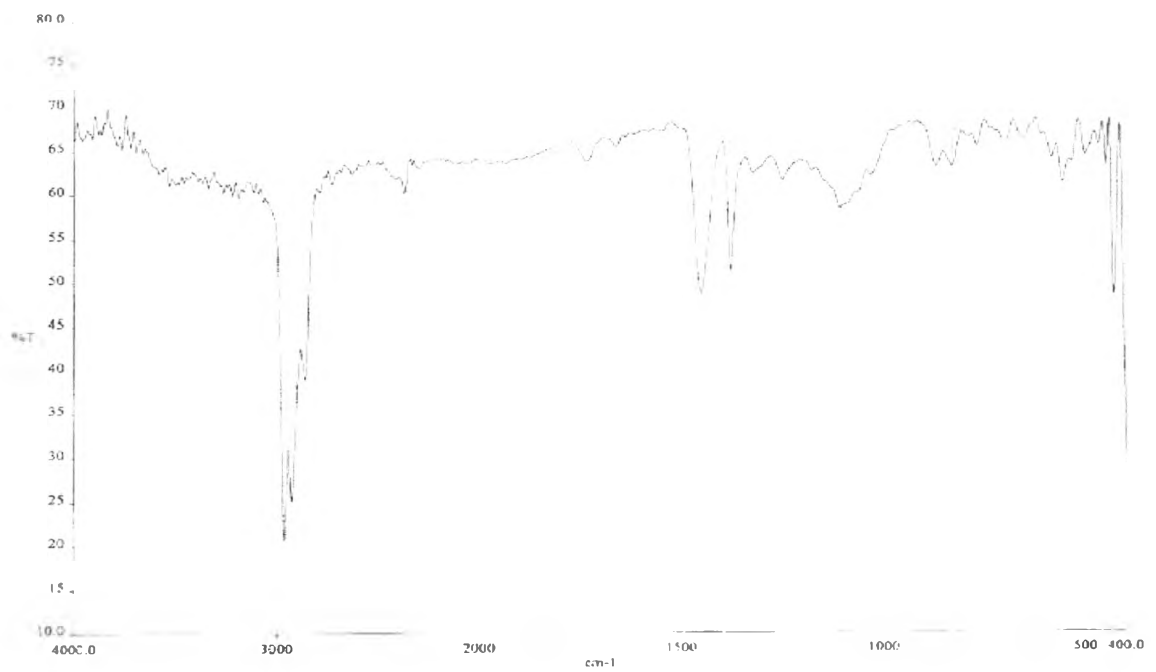
(b)



(c)



(d)



รูปที่ 4.1 FT-IR สเปกตรัม ของ (a) ยางธรรมชาติ (b) ยาง ENR A
(c) ยาง ENR B และ (d) ยาง ENR C

รูปที่ 4.1 (a) แสดง FT-IR สเปกตรัม ของยางธรรมชาติ ซึ่งปรากฏพีกที่ตำแหน่งเลขคลื่น 835 cm^{-1} (แสดงพันธะ C-H ต่อกับ $-\text{C}=\text{C}-$ ของ *cis*-1,4-polyisoprene) ส่วน FT-IR สเปกตรัม ของยาง ENR A, ยาง ENR B และยาง ENR C ปรากฏการเพิ่มขึ้นของพีกที่เลขคลื่น 870 cm^{-1} (การสั่นแบบเส้นของ C-O ของหมู่เอพอกไซด์) และการลดลงของพีกที่เลขคลื่น 835 cm^{-1}

ตารางที่ 4.1 แสดงการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์โมลของหมู่เอพอกไซด์ของยาง ENR A, ENR B และ ENR C ซึ่งเปอร์เซ็นต์โมลของหมู่เอพอกไซด์สามารถคำนวณได้ด้วยวิธีของ Davey และ Loadman โดยใช้อัตราส่วนแถบการดูดกลืนแสง (absorbance ratio) ที่ตำแหน่งเลขคลื่น 870 cm^{-1} ต่อแถบการดูดกลืนแสงที่ตำแหน่งเลขคลื่น 835 cm^{-1} ดังสมการนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์โมลของหมู่เอพอกไซด์} = [a_{870} / (a_{870} + a_{835})] \times 100$$

เมื่อ a_{870} คือ ค่าการดูดกลืนแสงอินฟราเรดที่ตำแหน่งเลขคลื่น 870 cm^{-1}
 a_{835} คือ ค่าการดูดกลืนแสงอินฟราเรดที่ตำแหน่งเลขคลื่น 835 cm^{-1}

ตารางที่ 4.1 เปอร์เซนต์เอพอกไซด์ของยาง ENR

ยาง ENR	เปอร์เซนต์เอพอกไซด์	ยาง ENR
ENR A	$[(61.50-53.00) / ((61.50-53.00)+(60.50-34.50))] \times 100 = 24.63$	ENR 25
ENR B	$[(62.10-54.00) / ((62.10-54.00)+(61.30-46.50))] \times 100 = 35.37$	ENR 35
ENR C	$[(67.50-63.00) / ((67.50-63.00)+(37.50-63.50))] \times 100 = 52.94$	ENR 50

ตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าเวลาที่ใช้ในการเอพอกซิไดซ์น้ำยางธรรมชาติเป็นเวลา 1, 3 และ 6 ชั่วโมง โดยใช้อัตราส่วนโดยโมลของน้ำยางธรรมชาติต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่อกรดฟอร์มิกเท่ากับ 1:1:0.75 นั้น ให้ผลิตภัณฑ์ยาง ENR 25, ENR 35 และ ENR 50 ตามลำดับ

4.2 ผลการหาเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งและพอลิสไตรีนแห้ง

- น้ำยางธรรมชาติที่นำมาใช้ในการเตรียมพอลิเมอร์ผสมมีเนื้อยางแห้ง 60%
- ยาง ENR 25, ENR 35 และ ENR 50 ที่เตรียมได้มีเนื้อยางแห้ง 15.36%
- พอลิสไตรีนอิมัลชันทางการค้ามีเนื้อพอลิสไตรีนแห้ง 50%
- พอลิสไตรีนอิมัลชันที่สังเคราะห์ได้มีเนื้อพอลิสไตรีนแห้ง 21-24%

4.3 ผลการหาน้ำหนักโมเลกุลของพอลิสไตรีนที่เตรียมได้ด้วยเทคนิค GPC

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบหาน้ำหนักโมเลกุลของพอลิสไตรีนที่สังเคราะห์ได้ด้วยเทคนิค GPC

ตารางที่ 4.2 น้ำหนักโมเลกุลของพอลิสไตรีนที่สังเคราะห์ได้

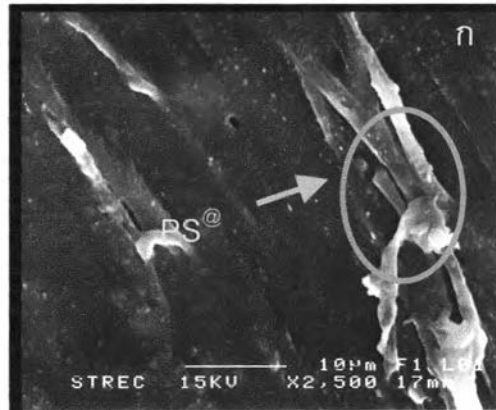
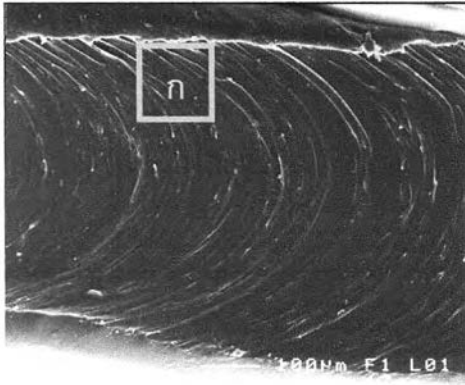
Information	Value
M_n	121,000
M_w	458,000
Polydispersity index	3.8

ตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่า พอลิสไตรีนที่สังเคราะห์ได้นั้นมีน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยโดยจำนวนจำนวนเท่ากับ 121,000 และน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยโดยน้ำหนักเท่ากับ 458,000 โดยมี polydispersity index (PDI) เท่ากับ 3.8 ซึ่งแสดงว่ามีการกระจายของน้ำหนักโมเลกุลที่ค่อนข้างกว้าง

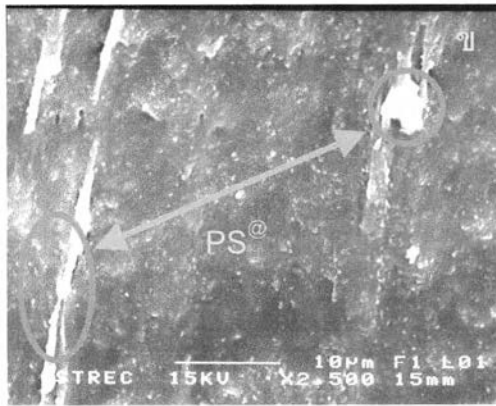
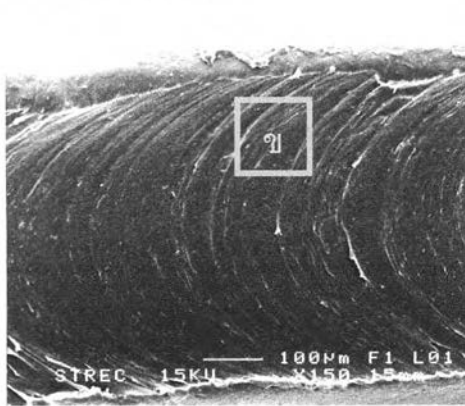
4.4 การตรวจสอบสัณฐานวิทยาของแผ่นยางพอลิเมอร์ผสมด้วยเทคนิค SEM

รูปที่ 4.2 แสดงสัณฐานวิทยาของพื้นผิวหน้าตัดของแผ่นพอลิเมอร์ผสมระหว่างยางธรรมชาติกับพอลิสไตรีนทางการค้า ด้วยอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างเนื้อยางแห้งและพอลิสไตรีนแห้ง ดังนี้ 100:20, 100:40, 100:60, 100:80 และ 100:100

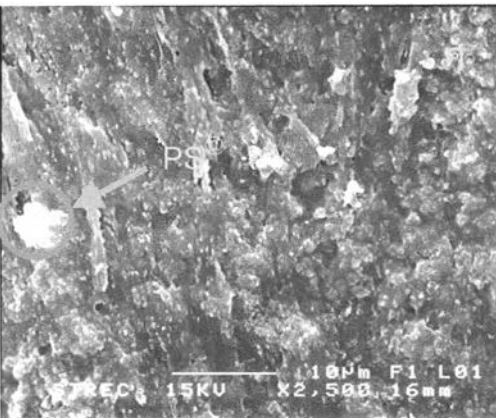
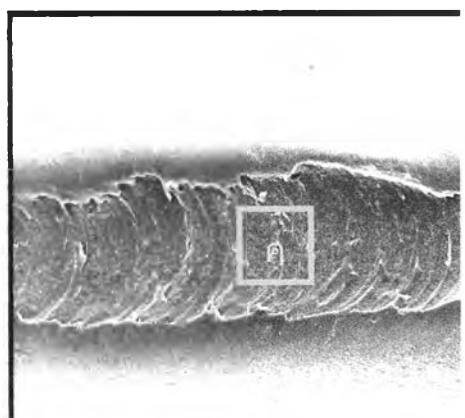
a) NR/PS[®] (100:20)

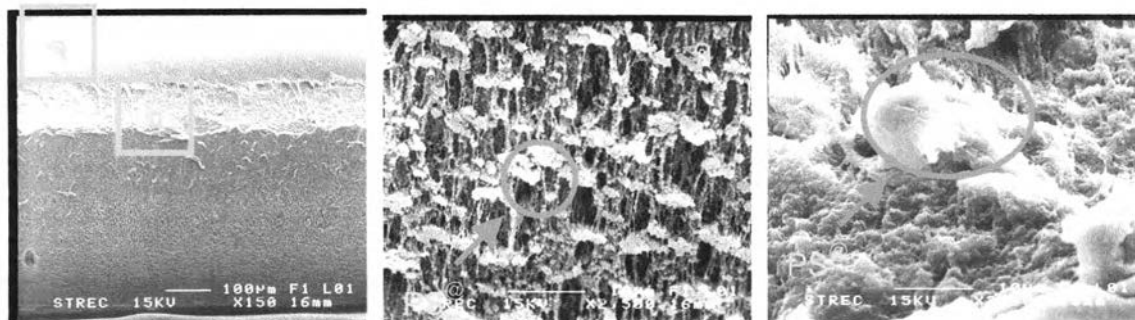


b) NR/PS[®] (100:40)



c) NR/PS[®] (100:60)



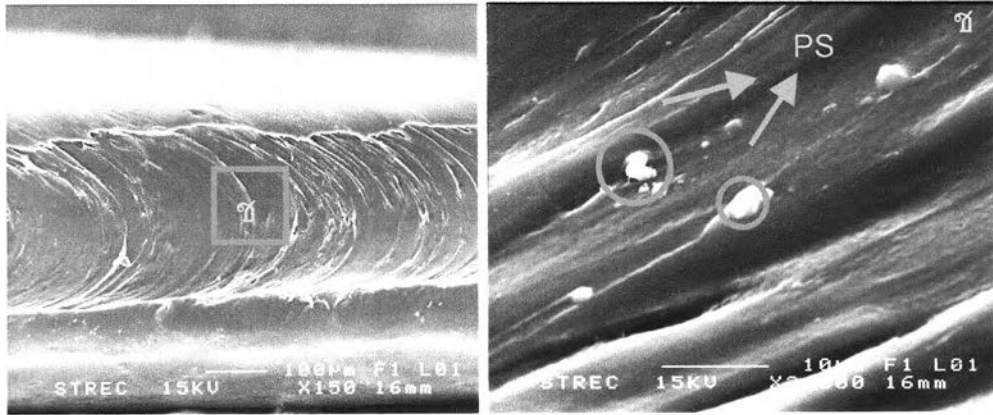
d) NR/PS[®] (100:80)e) NR/PS[®] (100:100)

รูปที่ 4.2 สัณฐานวิทยาของพื้นผิวหน้าตัดของแผ่นพอลิเมอร์ผสมระหว่างยางธรรมชาติกับพอลิสไตรีน การค้า ด้วยอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักระหว่างเนื้อยางแห้งและพอลิสไตรีนแห้ง
a) 100:20, b) 100:40, c) 100:60, d) 100:80 และ e) 100:100

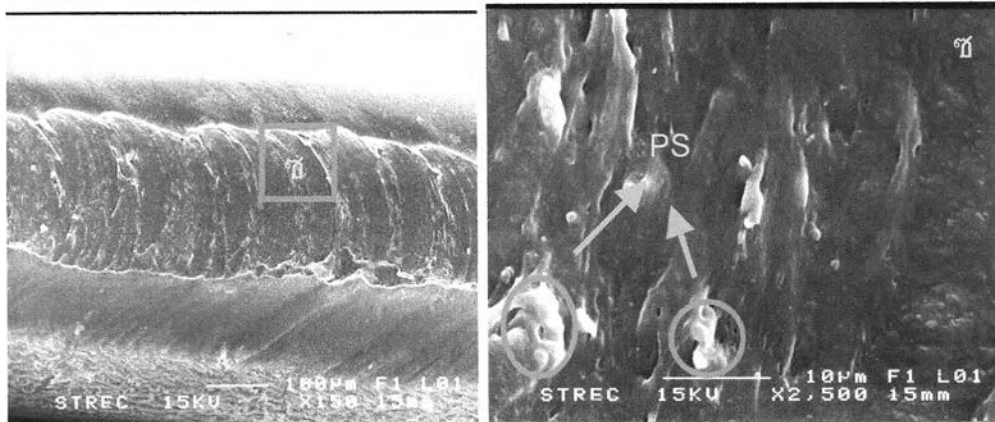
รูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าแผ่นพอลิเมอร์ผสมที่มีอัตราส่วนระหว่างยางธรรมชาติต่อพอลิสไตรีน เท่ากับ 100:60, 100:80 และ 100:100 มีการแยกชั้นของส่วนผสม คือ ชั้นที่มียางธรรมชาติเป็นเมทริกซ์ โดยมีพอลิสไตรีนกระจายตัวอยู่ และชั้นที่มีพอลิสไตรีนเป็นเมทริกซ์ซึ่งมียางธรรมชาติกระจายตัวอยู่ แต่ ยังมีการยึดเกาะที่ดีระหว่างรอยต่อของชั้นเหล่านี้

รูปที่ 4.3 แสดงสัณฐานวิทยาของพื้นผิวหน้าตัดของแผ่นพอลิเมอร์ผสมระหว่างยางธรรมชาติกับพอลิสไตรีนที่เตรียมได้ ด้วยอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างเนื้อยางแห้งและพอลิสไตรีนแห้ง ดังนี้ 100:20, 100:40, 100:60, 100:80 และ 100:100

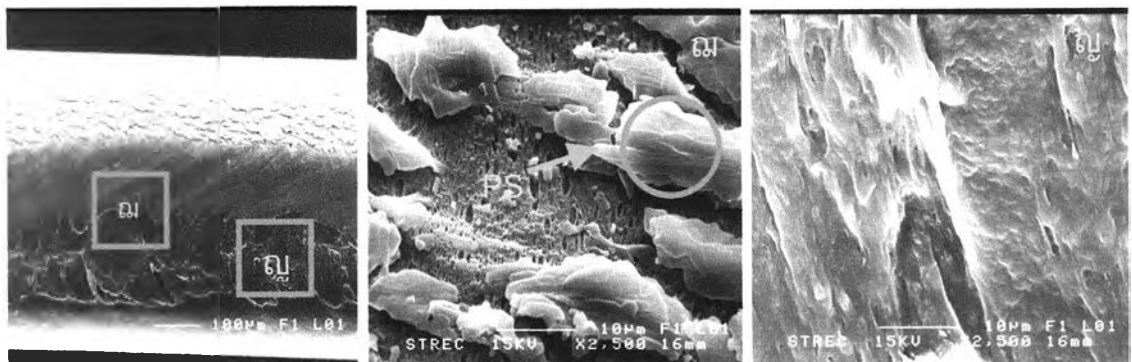
a) NR/PS(100:20)



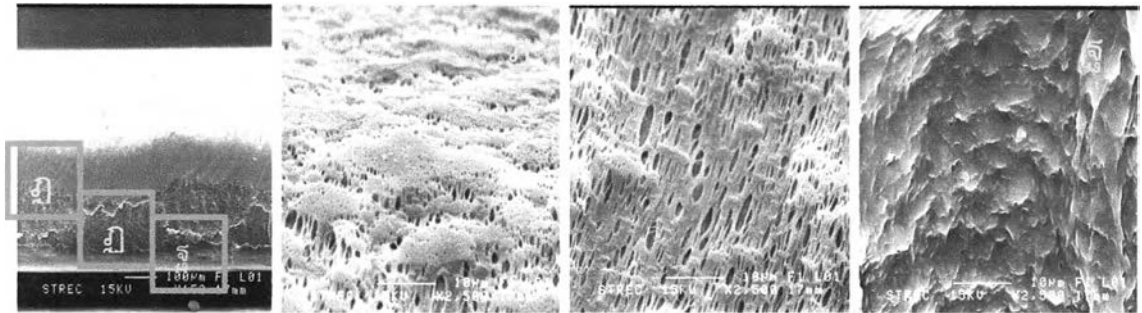
b) NR/PS(100:40)



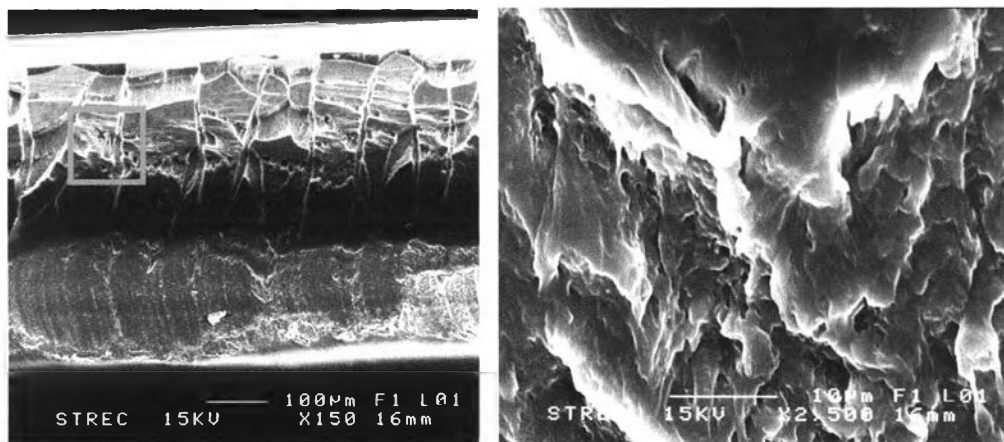
c) NR/PS(100:60)



d) NR/PS(100:80)



e) NR/PS (100:100)



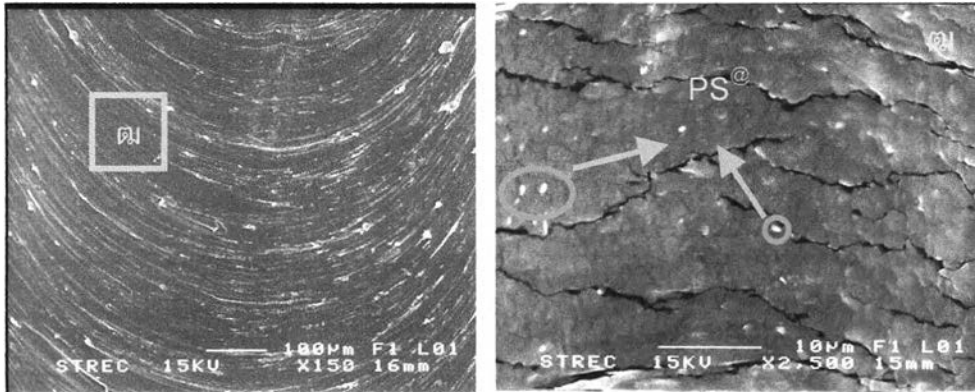
รูปที่ 4.3 สัณฐานวิทยาของพื้นผิวหน้าตัดของแผ่นพอลิเมอร์ผสมระหว่างยางธรรมชาติกับพอลิสไตรีนที่เตรียมได้ ด้วยอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักระหว่างเนื้อยางแห้งและพอลิสไตรีนแห้ง

a) 100:20, b) 100:40, c) 100:60, d) 100:80 และ e) 100:100

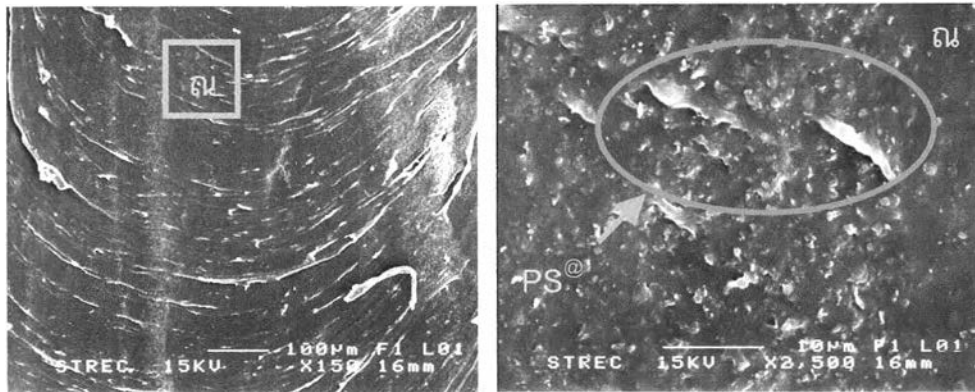
จากรูปที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าแผ่นพอลิเมอร์ผสมระหว่างยางธรรมชาติและพอลิสไตรีนที่เตรียมได้มีการแยกชั้นของส่วนผสมปรากฏให้เห็น ซึ่งพอลิเมอร์ผสมในอัตราส่วน 100:20 และ 100:40 ยังไม่มีชั้นของการรวมตัวจากพอลิสไตรีนมากนัก ขณะที่พอลิเมอร์ผสมในอัตราส่วน 100:60 แสดงให้เห็นว่าในชั้นที่มีพอลิสไตรีนเป็นเมทริกซ์มีการรวมตัวของพอลิสไตรีนจนมีขนาดใหญ่ขึ้น แต่สำหรับอัตราส่วน 100:80 ในชั้นที่มีพอลิสไตรีนเป็นเมทริกซ์กลับไม่เห็นพอลิสไตรีนในลักษณะที่รวมตัวเป็นก้อน แสดงว่ามียางธรรมชาติแทรกตัวอยู่ในชั้นนี้น้อย หากแต่ยังมีการยึดเกาะระหว่างชั้นที่ดี และสำหรับอัตราส่วนของผสม 100:100 นั้นไม่ปรากฏกการแยกชั้นของส่วนผสมและการรวมกันเป็นก้อนของพอลิสไตรีน

รูปที่ 4.4 แสดงสัณฐานวิทยาของพื้นผิวหน้าตัดของแผ่นพอลิเมอร์ผสมระหว่างยาง ENR 25 กับพอลิสไตรีนทางการค้า ด้วยอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างเนื้อยางแข็งและพอลิสไตรีนแข็ง ดังนี้ 100:20, 100:40, 100:60 และ 100:80 (ที่อัตราส่วน 100:100 ไม่สามารถเตรียมเป็นชิ้นงานได้)

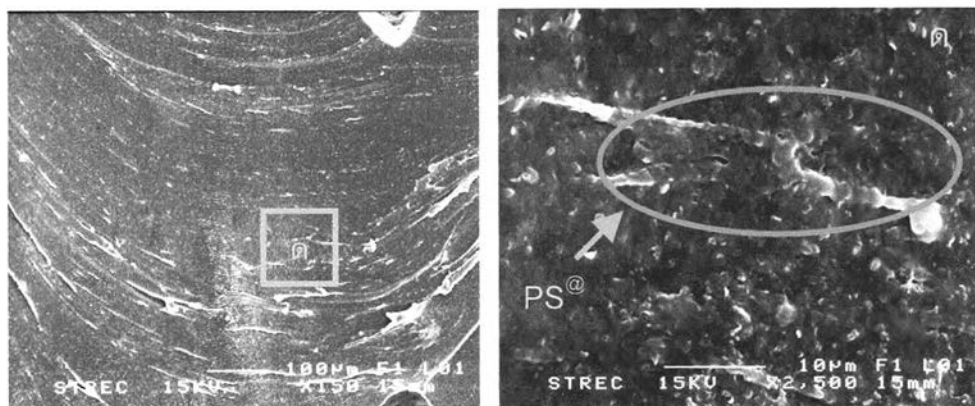
a) ENR 25/PS[®] (100:20)



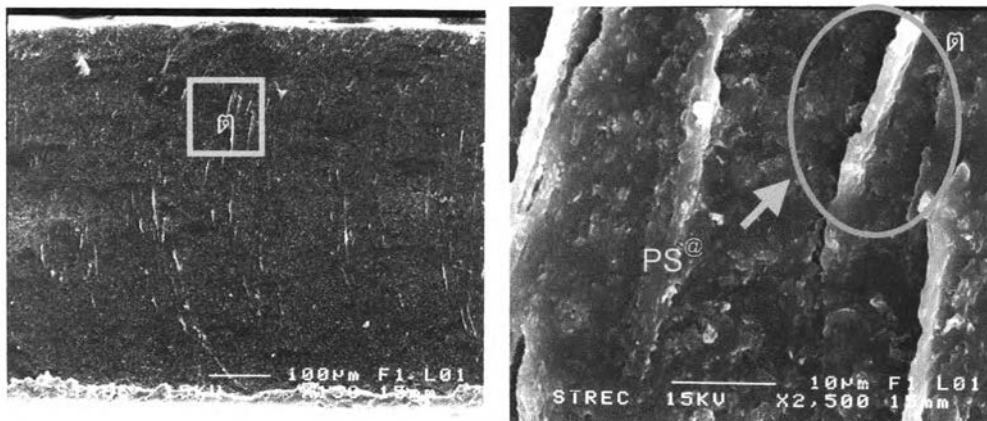
b) ENR 25/PS[®] (100:40)



c) ENR 25/PS[®] (100:60)



d) ENR 25/PS[®] (100:80)

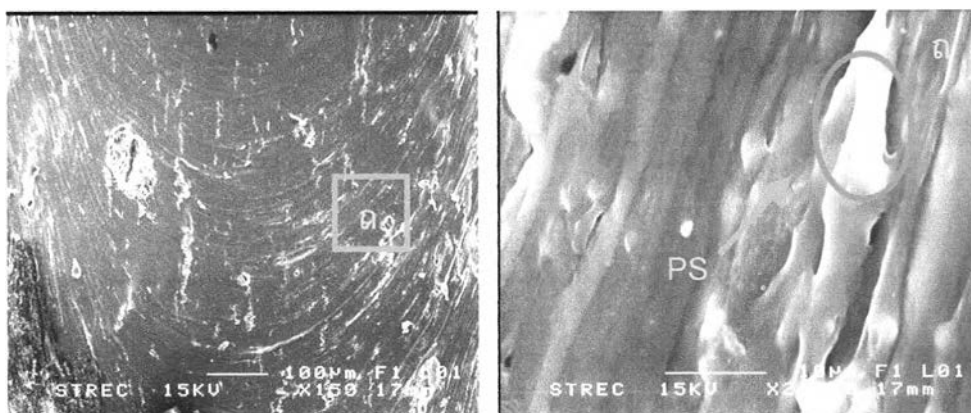


รูปที่ 4.4 สันฐานวิทยาของพื้นผิวหน้าตัดของแผ่นพอลิเมอร์ผสมระหว่างยาง ENR 25 กับพอลิสไตรีนทางการค้า ด้วยอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักระหว่างเนื้อยางแห้งและพอลิสไตรีนแห้ง a) 100:20, b) 100:40, c) 100:60 และ d) 100:80

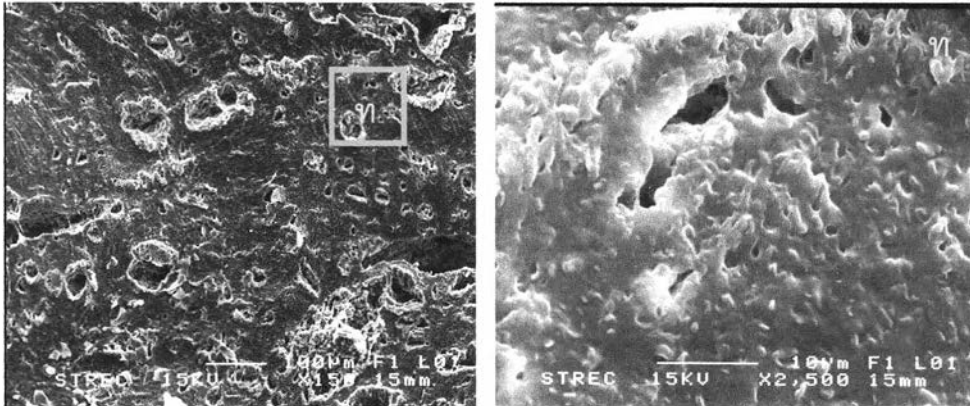
จากรูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าแผ่นพอลิเมอร์ผสมระหว่างยาง ENR 25 กับพอลิสไตรีนทางการค้า สามารถเข้ากันได้ดี โดยไม่มีการแยกชั้นให้เห็นในทุกอัตราส่วน หากแต่จะสังเกตเห็นว่าเมื่อปริมาณ พอลิสไตรีนเพิ่มขึ้น พอลิสไตรีนที่กระจายอยู่จะจับตัวกันมีขนาดใหญ่ขึ้น

รูปที่ 4.5 แสดงสันฐานวิทยาของพื้นผิวหน้าตัดของแผ่นพอลิเมอร์ผสมระหว่างยาง ENR 25 กับพอลิสไตรีนที่เตรียมได้ด้วยอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักระหว่างเนื้อยางแห้งและพอลิสไตรีนแห้ง ดังนี้ 100:20 และ 100:40 (ที่อัตราส่วน 100:60, 100:80 และ 100:100 ไม่สามารถเตรียมเป็นชิ้นงานได้)

a) ENR 25/PS(100:20)



b) ENR 25/PS(100:40)

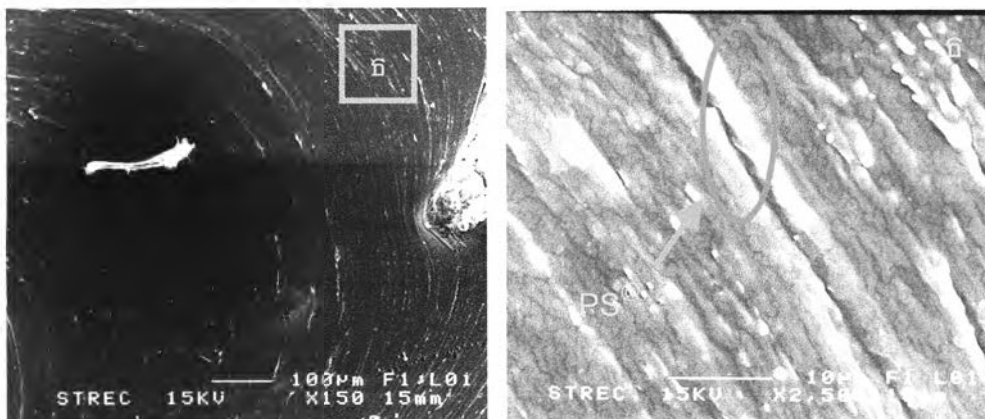


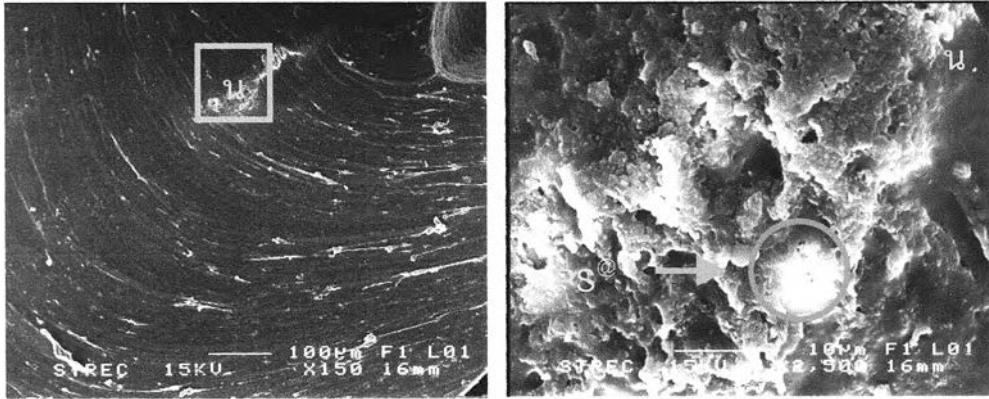
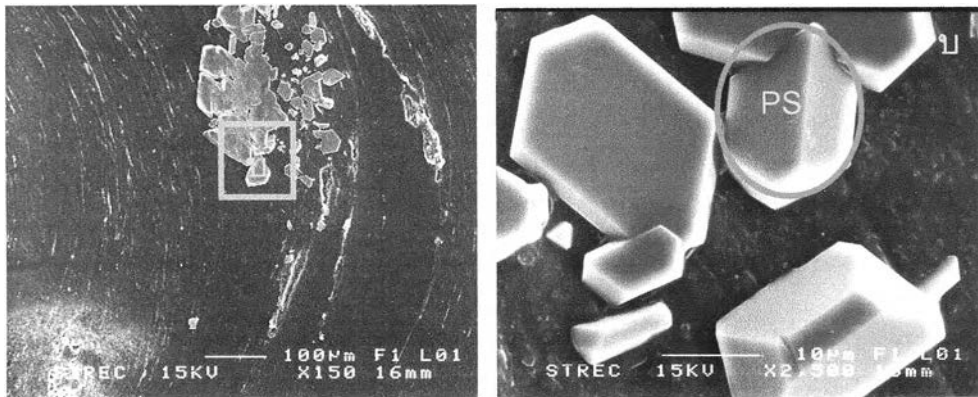
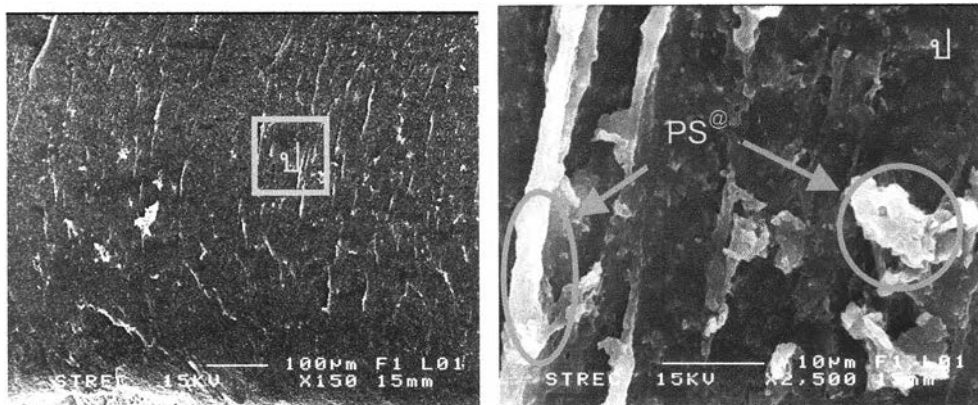
รูปที่ 4.5 สัณฐานวิทยาของพื้นผิวหน้าตัดของแผ่นพอลิเมอร์ผสมระหว่างยาง ENR 25 กับพอลิสไตรีนที่เตรียมได้ ด้วยอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักระหว่างเนื้อยางแห้งและพอลิสไตรีนแห้ง

a) 100:20 และ b) 100:40

จากรูปที่ 4.5 จะเห็นว่า ยาง ENR 25 สามารถเข้ารวมตัวกับพอลิสไตรีนได้โดยไม่มีการแยกชั้นของส่วนผสม และเมื่อเพิ่มปริมาณพอลิสไตรีนที่เตรียมได้ 40% โดยน้ำหนักนั้น พบว่า พอลิสไตรีนยังสามารถการกระจายตัวได้ดี

รูปที่ 4.6 แสดงสัณฐานวิทยาของพื้นผิวหน้าตัดแผ่นพอลิเมอร์ผสมระหว่างยาง ENR 35 กับพอลิสไตรีนทางการค้า ด้วยอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักระหว่างเนื้อยางแห้งและพอลิสไตรีนแห้ง ดังนี้ 100:20, 100:40, 100:60 และ 100:80 (ที่อัตราส่วน 100:100 ไม่สามารถเตรียมเป็นชิ้นงานได้)

a) ENR 35/PS[®] (100:20)

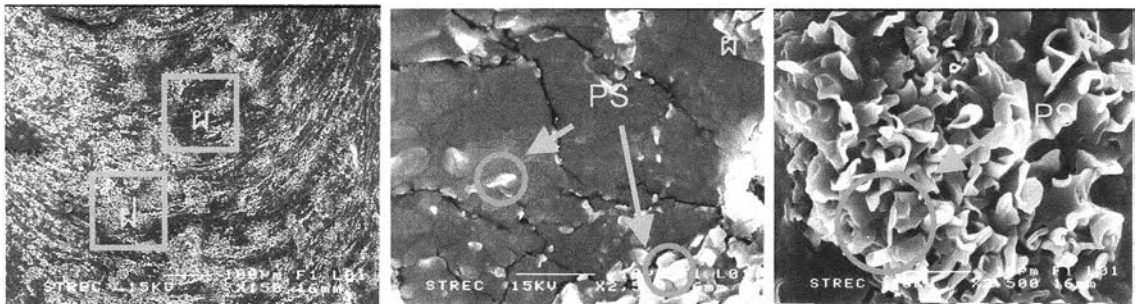
b) ENR 35/PS[®] (100:40)c) ENR 35/PS[®] (100:60)d) ENR 35/PS[®] (100:80)

รูปที่ 4.6 สัณฐานวิทยาของพื้นผิวหน้าตัดของแผ่นพอลิเมอร์ผสมระหว่างยาง ENR 35 กับพอลิสไตรีน
 ทางการค้า ด้วยอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักระหว่างเนื้อยางแห้งและพอลิสไตรีนแห้ง
 a) 100:20, b) 100:40, c) 100:60 และ d) 100:80

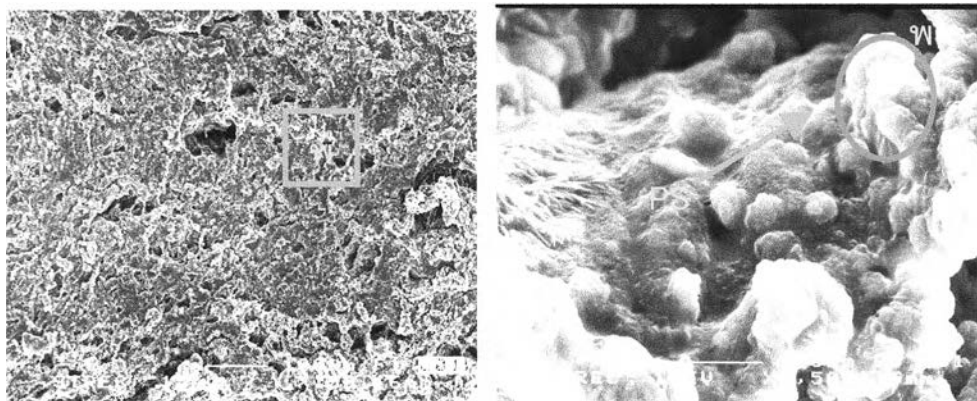
รูปที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าการผสมยาง ENR 35 กับพอลิสไตรีนทางการค้าจะเข้ารวมตัวกันได้ ในระดับหนึ่งเมื่อปริมาณพอลิสไตรีนไม่สูงนัก ซึ่งเมื่อปริมาณพอลิสไตรีนสูงขึ้นเป็น 60% โดยน้ำหนัก จะเห็นการรวมตัวของพอลิสไตรีนในลักษณะที่เป็นแผ่นขนาดใหญ่ และเมื่อปริมาณพอลิสไตรีนเพิ่มขึ้น เป็น 80% โดยน้ำหนัก จะเห็นการรวมตัวของพอลิสไตรีนเป็นกลุ่มก้อนและเป็นแท่งยาวปะปนกัน

รูปที่ 4.7 แสดงลักษณะวิทยาของพื้นผิวหน้าตัดของแผ่นพอลิเมอร์ผสมระหว่างยาง ENR 35 และพอลิสไตรีนที่เตรียมได้ ด้วยอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างเนื้อยางแห้งและพอลิสไตรีนแห้ง ดังนี้ 100:20 และ 100:40 (ที่อัตราส่วน 100:60, 100:80 และ 100:100 ไม่สามารถเตรียมขึ้นงานได้)

a) ENR 35/PS(100:20)



b) ENR35/PS(100:40)



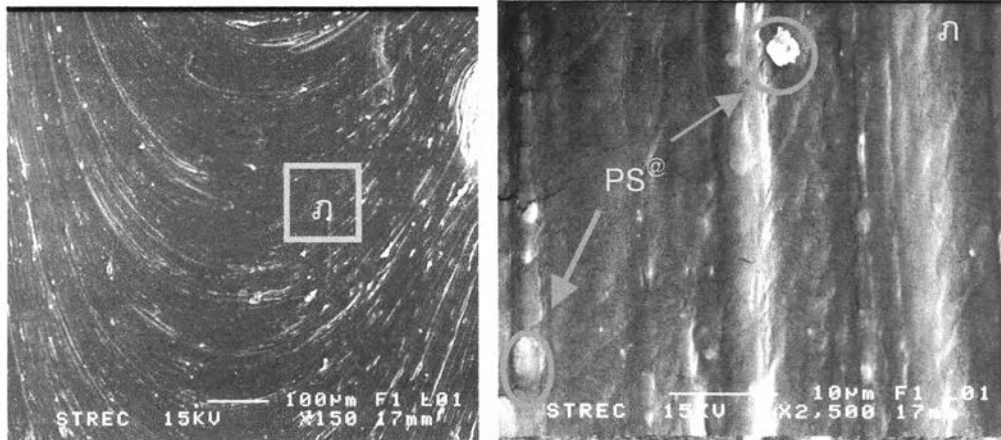
รูปที่ 4.7 ลักษณะวิทยาของพื้นผิวหน้าตัดของแผ่นพอลิเมอร์ผสมระหว่างยาง ENR 35 กับพอลิสไตรีน ที่เตรียมได้ ด้วยอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักระหว่างเนื้อยางแห้งและพอลิสไตรีนแห้ง

a) 100:20 และ b) 100:40

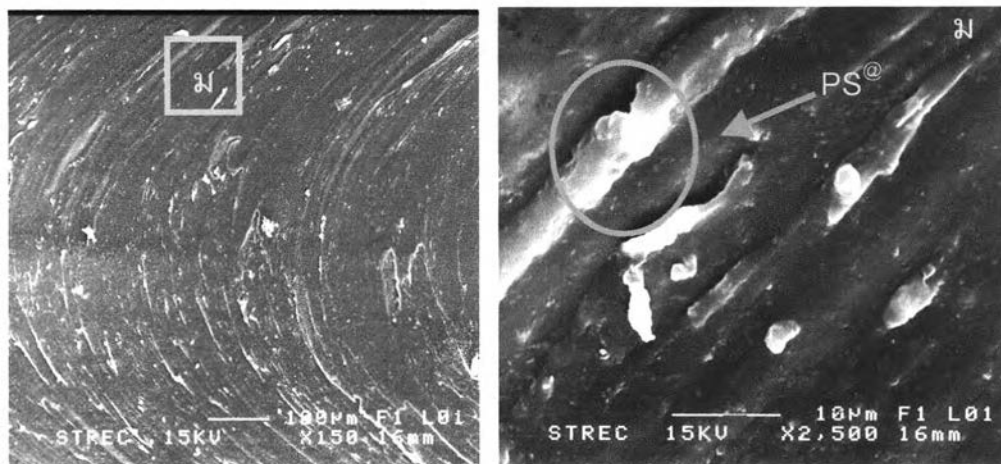
จากรูปที่ 4.7 จะเห็นว่า ยาง ENR 35 สามารถเข้ารวมตัวกับพอลิสไตรีนได้โดยไม่มีการแยกชั้นของส่วนผสม โดยพอลิเมอร์ผสมที่มีอัตราส่วน 100:20 แสดงการกระจายตัวของพอลิสไตรีนเป็นกลุ่มๆ และเมื่อปริมาณพอลิสไตรีนเพิ่มขึ้นเป็น 40% โดยน้ำหนักนั้นไม่พบการกระจายตัวในลักษณะที่เป็นกลุ่มๆของพอลิสไตรีน

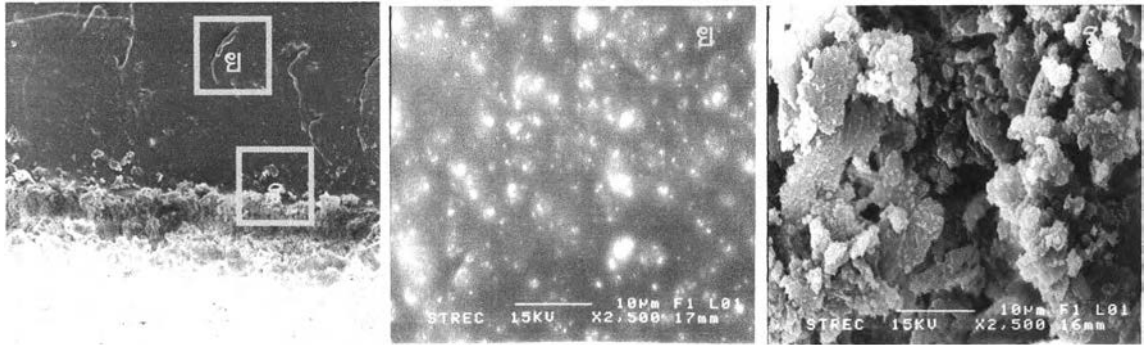
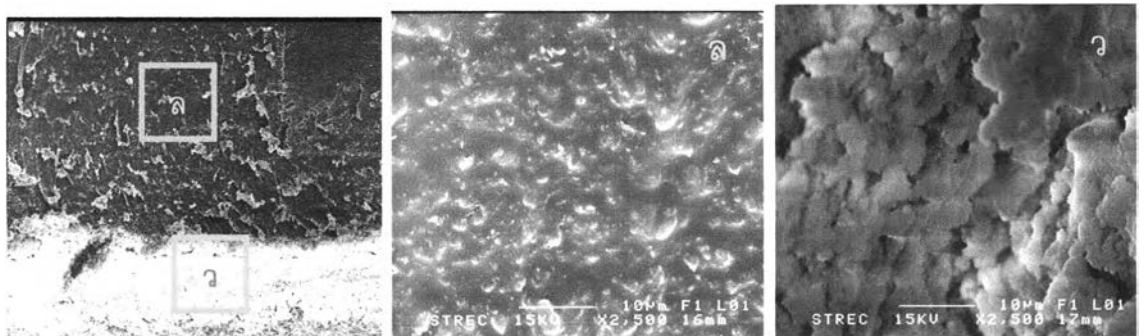
รูปที่ 4.8 แสดงลักษณะพื้นผิวหน้าตัดของแผ่นพอลิเมอร์ผสมระหว่างยาง ENR 50 และพอลิสไตรีนทางการค้า ด้วยอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักระหว่างเนื้อยางแห้งและพอลิสไตรีนแห้ง ดังนี้ 100:20, 100:40, 100:60 และ 100:80 (ที่อัตราส่วน 100:100 ไม่สามารถเตรียมเป็นชิ้นงานได้)

a) ENR 50/PS[®] (100:20)



b) ENR 50/PS[®] (100:40)



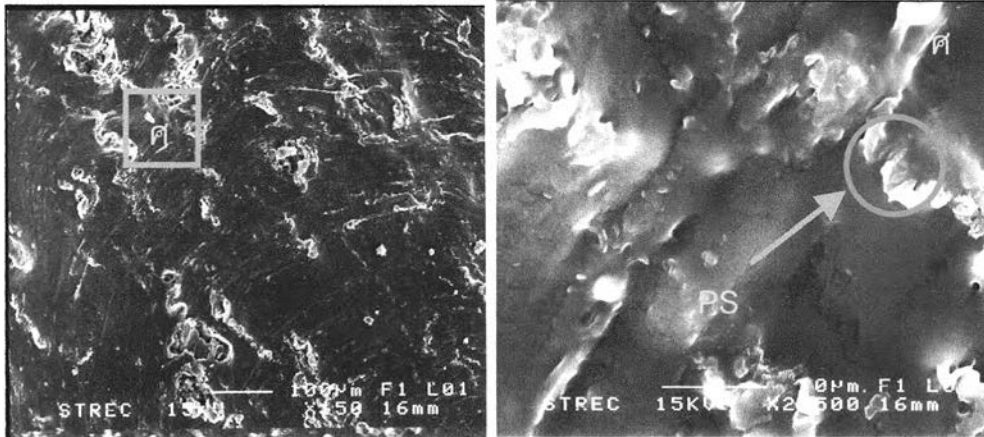
c) ENR 50/PS[®] (100:60)d) ENR 50/PS[®] (100:80)

รูปที่ 4.8 สัณฐานวิทยาของพื้นผิวหน้าตัดของแผ่นพอลิเมอร์ผสมระหว่างยาง ENR 50 กับพอลิสไตรีนทางการค้า ด้วยอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักระหว่างเนื้อยางแห้งและพอลิสไตรีนแห้ง a) 100:20, b) 100:40, c) 100:60 และ d) 100:80

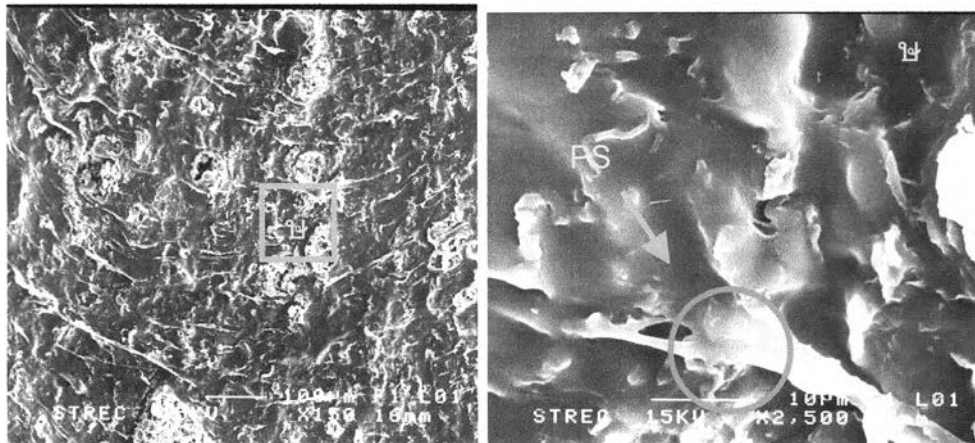
จากรูปที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่าแผ่นพอลิเมอร์ผสมที่มีอัตราส่วนระหว่างยาง ENR 50 ต่อพอลิสไตรีนทางการค้าเท่ากับ 100:20 และ 100:40 ไม่มีการแยกชั้นของส่วนผสม แต่ที่อัตราส่วน 100:60 และ 100:80 จะมีการแยกชั้นของส่วนผสม คือ ชั้นที่มียาง ENR เป็นเมทริกซ์โดยมีพอลิสไตรีนกระจายตัวอยู่ และชั้นที่มีพอลิสไตรีนเป็นเมทริกซ์ซึ่งมียาง ENR กระจายตัวอยู่ แต่ระหว่างชั้นมีการยึดเกาะที่ดี

รูปที่ 4.9 แสดงสัณฐานวิทยาของพื้นผิวหน้าตัดของแผ่นพอลิเมอร์ผสมระหว่างยาง ENR 50 และพอลิสไตรีนที่เตรียมได้ ด้วยอัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างเนื้อยางแห้งและพอลิสไตรีนแห้ง ดังนี้ 100:20 และ 100:40 (ที่อัตราส่วน 100:60, 100:80 และ 100:100 ไม่สามารถเตรียมขึ้นงานได้)

a) ENR 50/PS(100:20)



b) ENR50/PS(100:40)



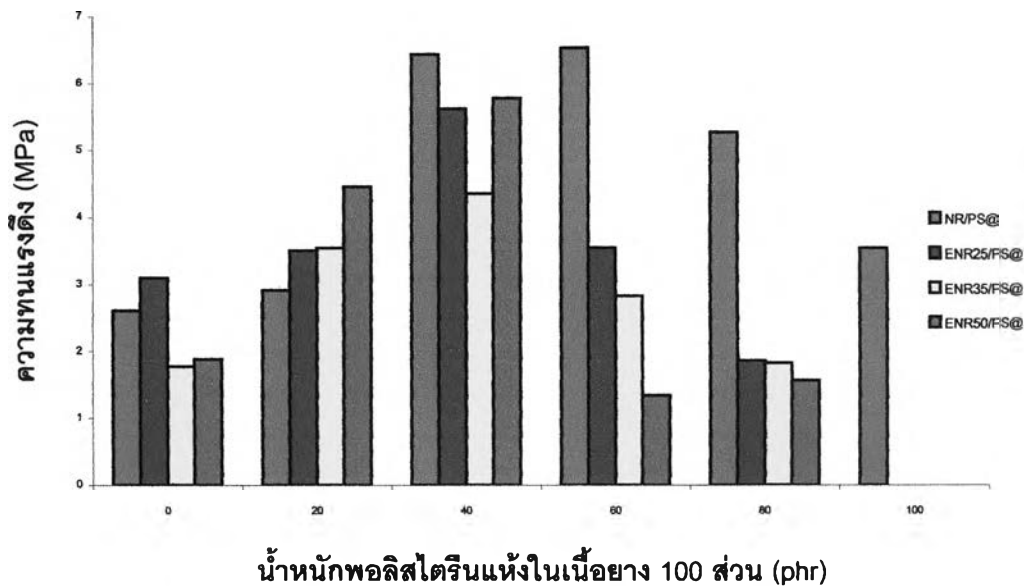
รูปที่ 4.9 สัณฐานวิทยาของพื้นผิวหน้าตัดของแผ่นพอลิเมอร์ผสมระหว่างยาง ENR 50 กับพอลิสไตรีนที่เตรียมได้ ด้วยอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักระหว่างเนื้อยางแห้งและพอลิสไตรีนแห้ง
a) 100:20 และ b) 100:40

จากรูปที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่าแผ่นพอลิเมอร์ผสมที่มีอัตราส่วนระหว่างยาง ENR 50 ต่อพอลิสไตรีนที่เตรียมได้เท่ากับ 100:20 และ 100:40 ไม่มีการแยกชั้นของส่วนผสม และการกระจายตัวของพอลิสไตรีนเป็นลักษณะเหมือนกัน

4.5 สมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ผสม

4.5.1 ความทนแรงดึง

รูปที่ 4.10 แสดงค่าความทนแรงดึงของแผ่นพอลิเมอร์ผสมที่เตรียมได้จากการผสมน้ำยาง (ยางธรรมชาติ และยาง ENR) กับพอลิสไตรีนอิมัลชันทางการค้า ในปริมาณต่างๆ กัน

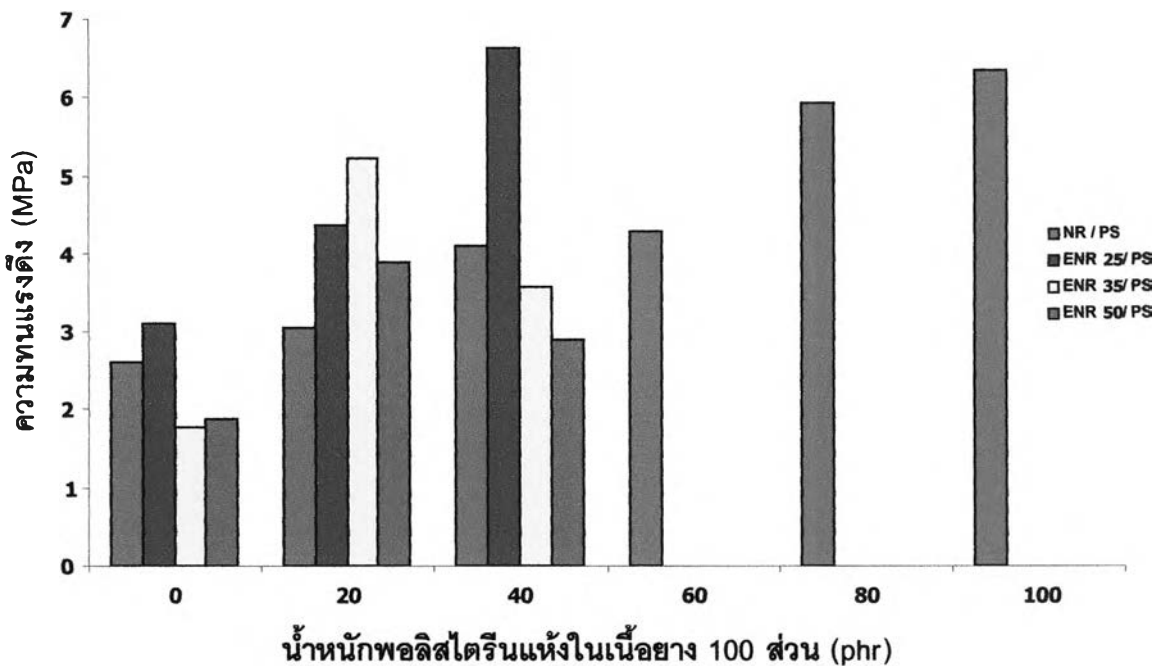


รูปที่ 4.10 ความทนแรงดึงของแผ่นพอลิเมอร์ผสมระหว่างยางและพอลิสไตรีน

รูปที่ 4.10 แสดงให้เห็นว่าแผ่นยางที่ยังไม่ได้ทำเป็นพอลิเมอร์ผสมนั้น ความทนแรงดึงของยาง ENR 25 มีค่ามากที่สุด โดยมากกว่ายางธรรมชาติเนื่องจากการมีหมู่อิพอกไซด์จะช่วยเพิ่มแรงดึงดูระหว่างโมเลกุล ทำให้มีความทนแรงดึงมากกว่า แต่ถ้ามีหมู่อิพอกไซด์มากขึ้น (ENR 35 และ ENR 50) กลับทำให้ค่าความทนแรงดึงลดลง เนื่องจากหมู่อิพอกไซด์เป็นหมู่ที่มีความแข็ง จึงทำให้ความทนแรงดึงลดลง

เมื่อพิจารณาพอลิเมอร์ผสมระหว่างยางธรรมชาติกับพอลิสไตรีนทางการค้า พบว่า ความทนแรงดึงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณพอลิสไตรีนเพิ่มขึ้น และมีค่าสูงที่สุดที่ปริมาณพอลิสไตรีน 40 และ 60% โดยน้ำหนัก แต่จะลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณพอลิสไตรีนเพิ่มเป็น 80 และ 100% โดยน้ำหนัก ทั้งนี้เนื่องจากความเข้ากันได้ระหว่างยางธรรมชาติและพอลิสไตรีนลดลง และมีพอลิสไตรีนซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่มีความเปราะอยู่มากเกินไป

จากการพิจารณาพอลิเมอร์ผสมระหว่างยาง ENR และพอลิสไตรีน พบว่า การเติมพอลิสไตรีนปริมาณ 20% โดยน้ำหนัก ทำให้มีความทนแรงดึงสูงกว่ายางธรรมชาติที่ใส่พอลิสไตรีนเท่ากัน และพอลิเมอร์ผสมระหว่างยาง ENR กับพอลิสไตรีนมีความทนแรงดึงสูงสุดเมื่อใส่พอลิสไตรีน 40% โดยน้ำหนัก ซึ่งพอลิเมอร์ผสมที่ใช้ยาง ENR 50 มีความทนแรงดึงสูงที่สุด และมีค่าลดลงเมื่อใส่พอลิสไตรีนเพิ่มขึ้น ด้วยเหตุผลเดียวกับที่ได้กล่าวมาแล้ว นอกจากนี้ ยาง ENR ที่มีหมู่อีพอกไซด์มากขึ้น (ENR 35 และ ENR 50) มีผลทำให้ความทนแรงดึงลดลงด้วยเช่นกัน



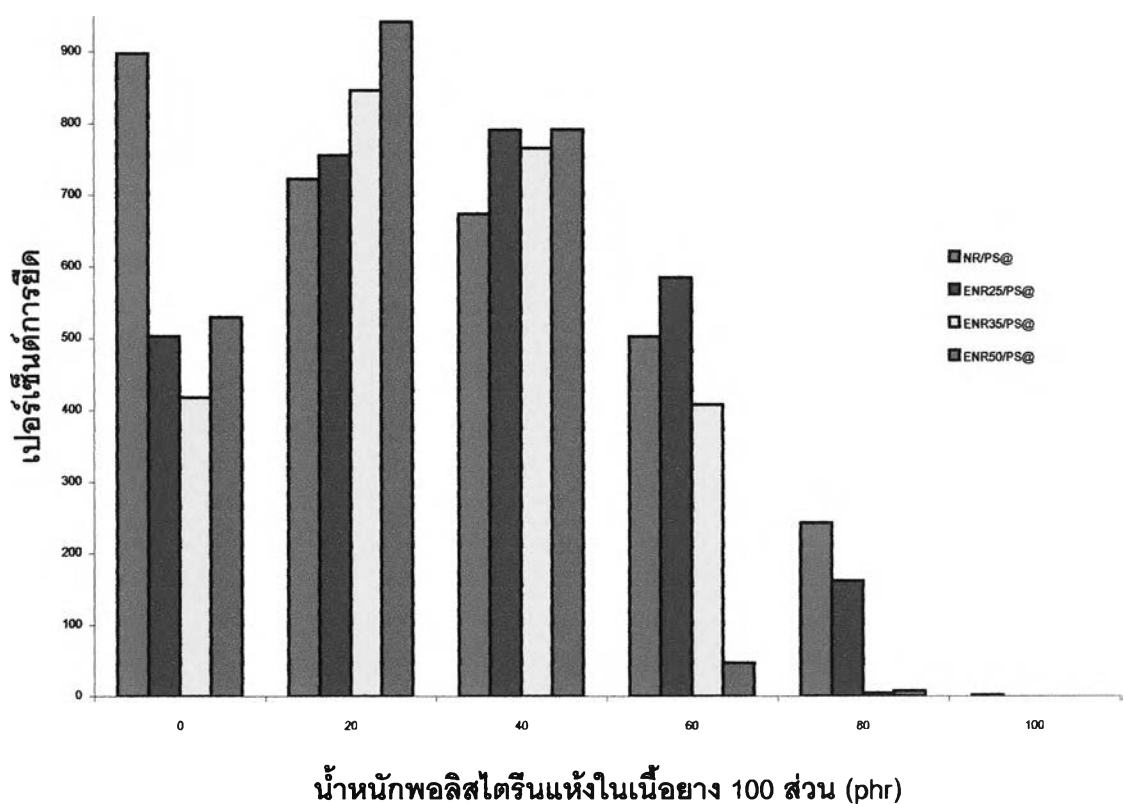
รูปที่ 4.11 ความทนแรงดึงของแผ่นพอลิเมอร์ผสมระหว่างยางและพอลิสไตรีนที่เตรียมได้

รูปที่ 4.11 เมื่อพิจารณาพอลิเมอร์ผสมระหว่างยางธรรมชาติกับพอลิสไตรีนที่เตรียมได้ พบว่าความทนแรงดึงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณพอลิสไตรีนเพิ่มขึ้น แม้จะใส่พอลิสไตรีนสูงถึง 100% โดยน้ำหนัก ทั้งนี้เพราะปริมาณพอลิสไตรีนจำนวนมากทำให้เกิดการแยกชั้นของส่วนผสม และชั้นที่มีพอลิสไตรีนเป็นเมทริกซ์จะมียางแทรกตัวอยู่ ซึ่งมีผลทำให้ความเปราะของพอลิสไตรีนลดลง ส่วนชั้นที่มียางธรรมชาติเป็นเมทริกซ์จะมีพอลิสไตรีนกระจายตัวและเสริมให้ยางมีความทนแรงดึงเพิ่มขึ้น โดยระหว่างชั้นนั้นมีการยึดเกาะที่ดี จึงทำให้ความทนแรงดึงเพิ่มขึ้น

เนื่องจากการเตรียมพอลิเมอร์ผสมระหว่างยาง ENR และพอลิสไตรีน สามารถเตรียมขึ้นงานได้ที่อัตราส่วนระหว่างยาง ENR และพอลิสไตรีน เท่ากับ 100:20 และ 100:40 เท่านั้น ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความทนแรงดึง พบว่า พอลิเมอร์ผสมที่เตรียมจากยาง ENR 25 มีความทนแรงดึงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อปริมาณพอลิสไตรีนเพิ่มขึ้น และมีค่าสูงกว่าการใช้ยางธรรมชาติในอัตราส่วนผสมเดียวกัน ส่วนการใช้ยาง ENR 35 และยาง 50 จะให้ผลไปในทำนองเดียวกัน คือ เมื่อปริมาณพอลิสไตรีนเพิ่มขึ้นความทนแรงดึงเพิ่มขึ้น และจะลดลงเมื่อใส่พอลิสไตรีน 40% โดยน้ำหนัก ทั้งนี้เนื่องจากความแข็งของทั้งหมู่อีพอกไซด์ที่เพิ่มขึ้นและปริมาณพอลิสไตรีนที่เพิ่มขึ้นนั่นเอง

4.5.2 เปอร์เซ็นต์การยืดตัว

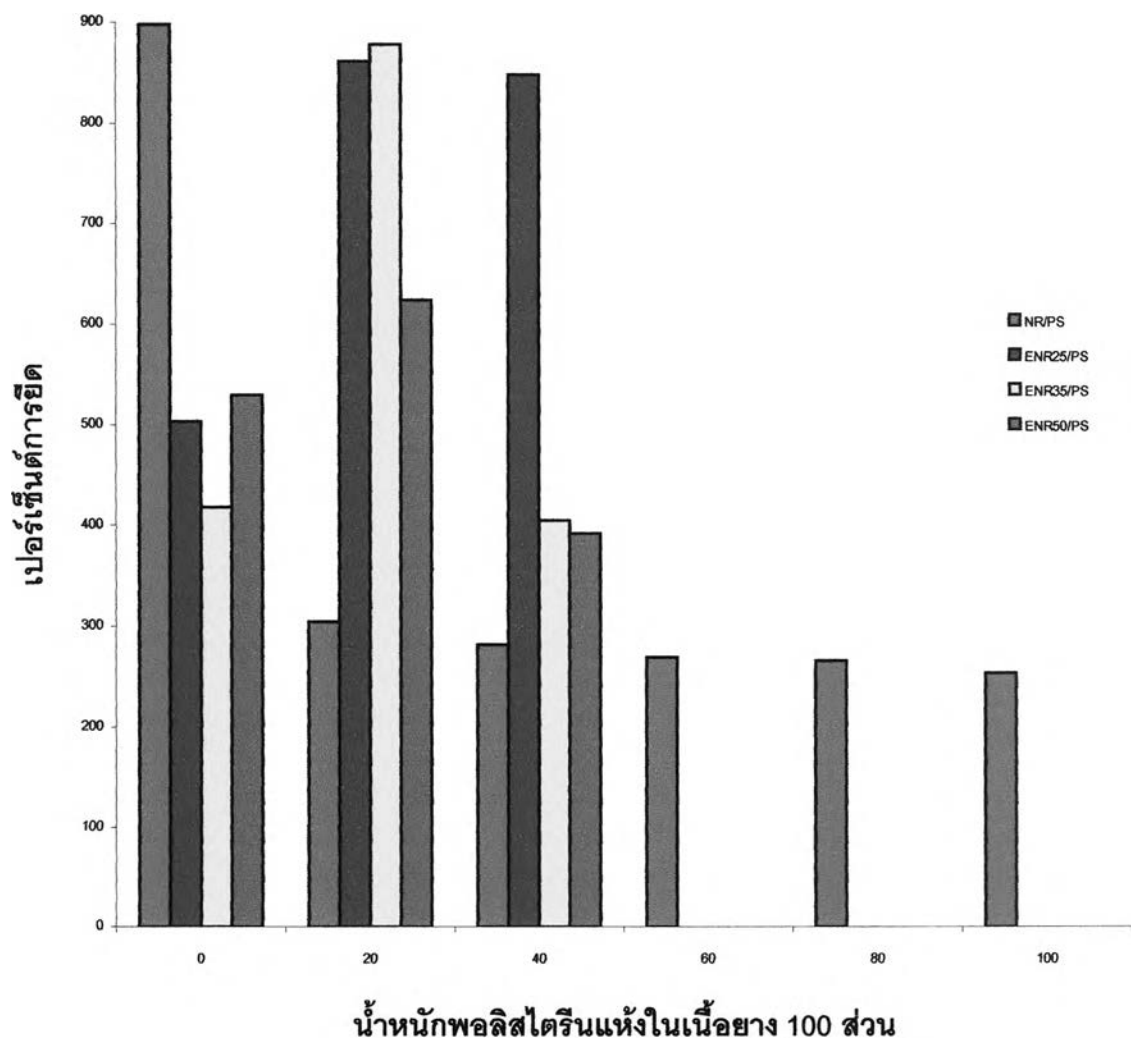
รูปที่ 4.12 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัวของแผ่นยางที่เตรียมได้จากการผสมน้ำยาง (ยางธรรมชาติ และยาง ENR) กับพอลิสไตรีนอิมัลชันที่เตรียมได้ ในปริมาณต่างๆ กัน



รูปที่ 4.12 เปอร์เซ็นต์การยืดตัวของพอลิเมอร์ผสมที่ใช้พอลิสไตรีนทางการค้า

จากรูปที่ 4.12 แสดงให้เห็นว่าการเติมพอลิสไตรีนทางการค้าในยางธรรมชาติทำให้เปอร์เซ็นต์ การยึดตัวของพอลิเมอร์ผสมลดลง ในขณะที่พอลิเมอร์ผสมที่เตรียมจากยาง ENR 25 มีเปอร์เซ็นต์การยึดตัวเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณพอลิสไตรีนเพิ่มขึ้นจนถึง 40% โดยน้ำหนัก และลดลงเมื่อปริมาณพอลิสไตรีนเพิ่มขึ้นเป็น 60 และ 80% โดยน้ำหนัก ส่วนเปอร์เซ็นต์การยึดตัวของยาง ENR 35 และ ENR 50 จะลดลง เมื่อปริมาณพอลิสไตรีนเพิ่มขึ้นเป็น 40 60 และ 80% โดยน้ำหนัก ทั้งนี้เนื่องจากการยึดตัวได้น้อยของทั้งหมู่เอพิออกไซด์และพอลิสไตรีนนั่นเอง

รูปที่ 4.13 แสดงเปอร์เซ็นต์การยึดตัวของพอลิเมอร์ผสมที่เตรียมได้จากการผสมน้ำยาง (ยางธรรมชาติ และยาง ENR) กับพอลิสไตรีนอิมัลชันที่เตรียมได้ ในปริมาณต่างๆ กัน

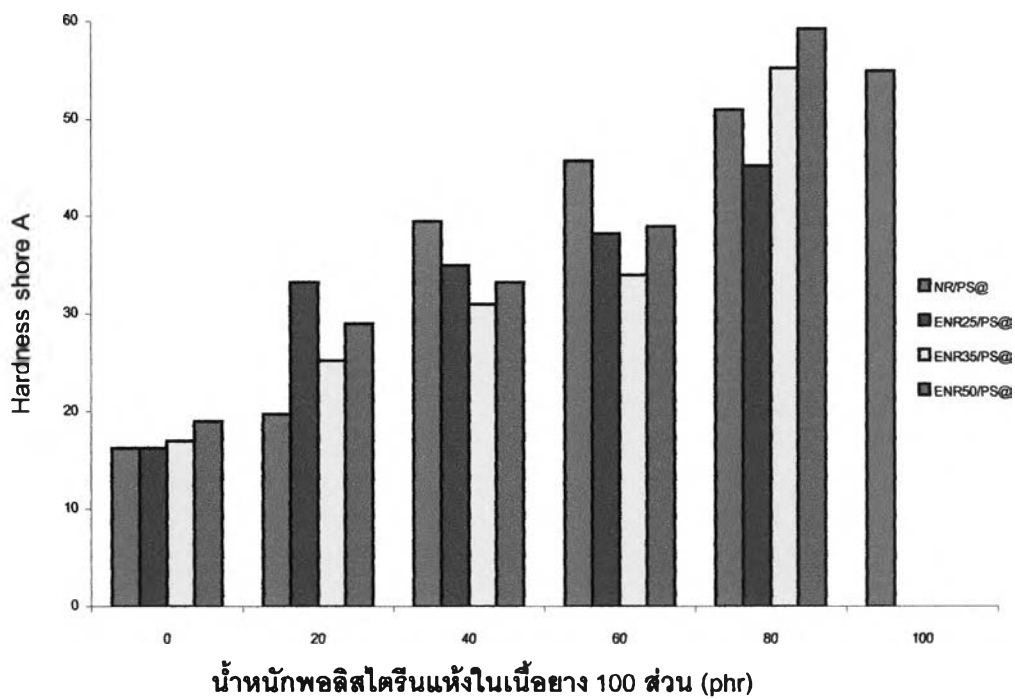


รูปที่ 4.13 เปอร์เซ็นต์การยึดตัวของพอลิเมอร์ผสมที่ใช้พอลิสไตรีนที่เตรียมได้

จากรูปที่ 4.13 แสดงให้เห็นว่าการเติมพอลิस्टาโรลที่เตรียมได้ในยางธรรมชาติทำให้เปอร์เซ็นต์การยืดตัวของพอลิเมอร์ผสมลดลงอย่างเห็นได้ชัด และมีแนวโน้มคงที่เมื่อเปอร์เซ็นต์พอลิस्टาโรลเพิ่มขึ้น ขณะที่พอลิเมอร์ผสมที่เตรียมจากยาง ENR 25 มีเปอร์เซ็นต์การยืดตัวเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณพอลิस्टาโรลเพิ่มขึ้นถึง 40% โดยน้ำหนัก ส่วนเปอร์เซ็นต์การยืดตัวของยาง ENR 35 และ ENR 50 จะเพิ่มขึ้นที่ปริมาณพอลิस्टาโรลเท่ากับ 20% โดยน้ำหนัก และลดลงที่ 40% โดยน้ำหนัก ทั้งนี้เนื่องจากการยืดตัวได้น้อยของทั้งหมู่เอพอกไซด์และพอลิस्टาโรลนั่นเอง

4.5.3 ผลการทดสอบความแข็งของพอลิเมอร์ผสม

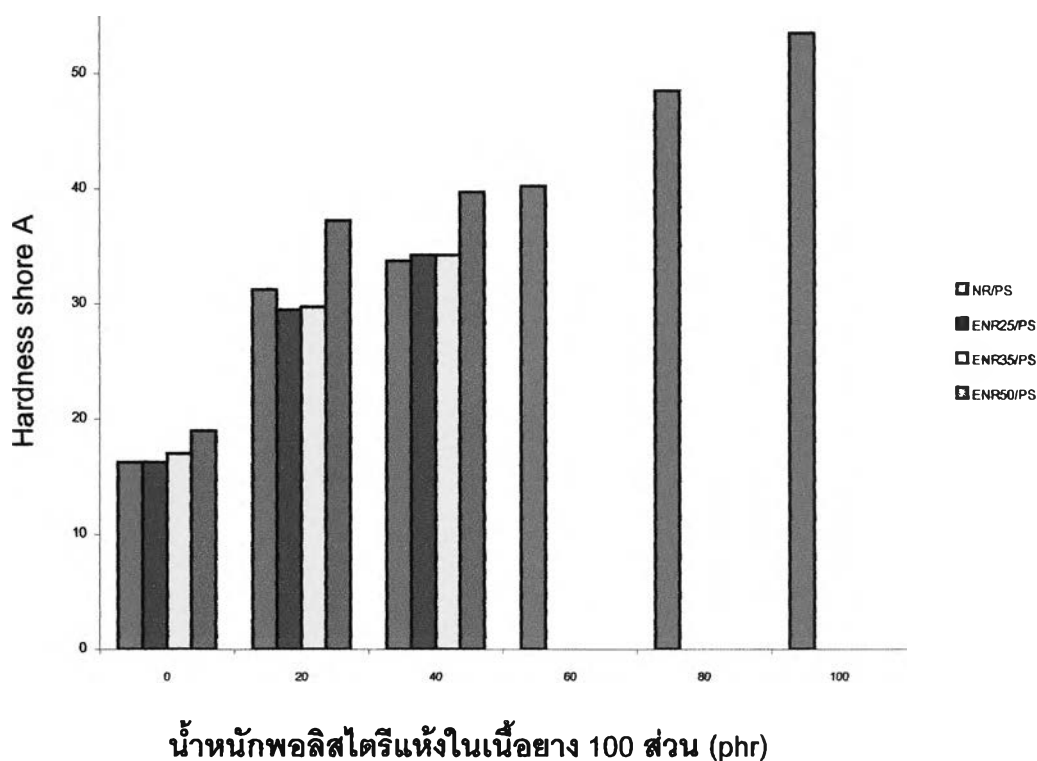
รูปที่ 4.14 แสดงค่าความแข็งของพอลิเมอร์ผสมที่เตรียมได้จากการผสมน้ำยาง (ยางธรรมชาติ และยาง ENR) กับพอลิस्टาโรลอีมีลชันทางการค้าในปริมาณต่างๆ กัน



รูปที่ 4.14 ความแข็งของพอลิเมอร์ผสมที่เตรียมจากพอลิस्टาโรลทางการค้า

รูปที่ 4.14 แสดงให้เห็นว่าพอลิเมอร์ผสมมีความแข็งเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณพอลิสไตรีนทางการค้าเพิ่มขึ้น ทั้งในส่วนที่ใช้ยางธรรมชาติและยาง ENR ต่างๆ ซึ่งจะมีความแข็งอยู่ในช่วงตั้งแต่ประมาณ 20-60 Shore A ขึ้นกับชนิดของยางและปริมาณพอลิสไตรีนที่ใช้

รูปที่ 4.15 แสดงค่าความแข็งของพอลิเมอร์ผสมที่เตรียมได้จากการผสมน้ำยาง (ยางธรรมชาติและยาง ENR) กับพอลิสไตรีนอิมัลชันที่เตรียมได้ในปริมาณต่างๆ กัน

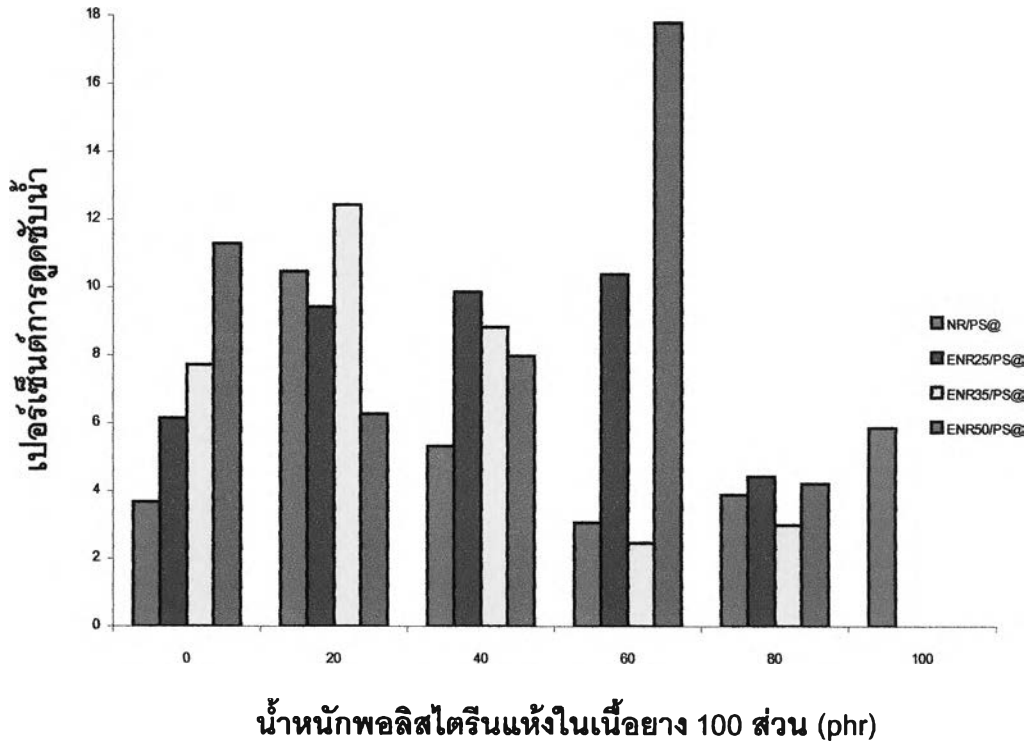


รูปที่ 4.15 ความแข็งของพอลิเมอร์ผสมที่เตรียมจากพอลิสไตรีนที่เตรียมได้

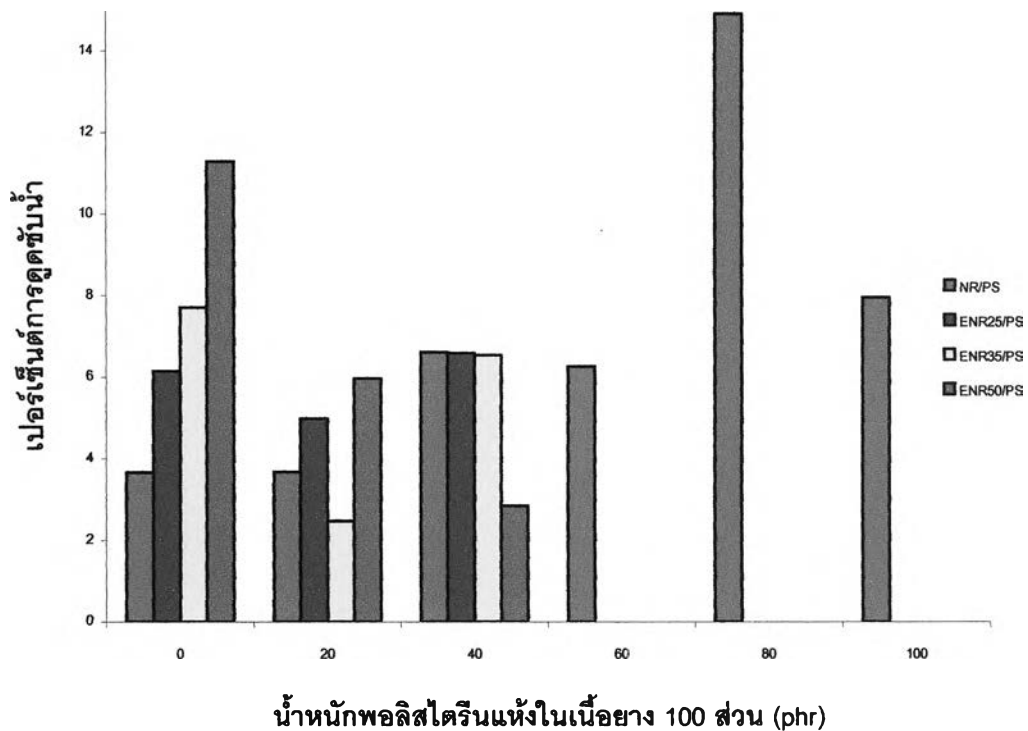
รูปที่ 4.15 แสดงให้เห็นว่าพอลิเมอร์ผสมมีความแข็งเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณพอลิสไตรีนที่เตรียมได้เพิ่มขึ้น ทั้งในส่วนที่ใช้ยางธรรมชาติและยาง ENR ต่างๆ ซึ่งจะมีความแข็งอยู่ในช่วงตั้งแต่ประมาณ 30-55 Shore A ขึ้นกับชนิดของยางและปริมาณพอลิสไตรีนที่ใช้

4.6 ผลการทดสอบสมบัติการดูดซับน้ำ

รูปที่ 4.16 และ 4.17 แสดงค่าความแข็งของพอลิเมอร์ผสมที่เตรียมได้จากการผสมน้ำยาง (ยางธรรมชาติ และยาง ENR) กับพอลิสไตรีนอิมัลชันทางการค้า และพอลิสไตรีนที่เตรียมได้ ตามลำดับ



รูปที่ 4.16 เปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำของพอลิเมอร์ผสมที่เตรียมจากพอลิสไตรีนทางการค้า



รูปที่ 4.17 เปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำของพอลิเมอร์ผสมที่เตรียมจากพอลิอะครีลาไมด์ที่เตรียมได้

รูปที่ 4.15 และ 4.16 แสดงให้เห็นว่าแผ่นยางที่ยังไม่ได้ทำเป็นพอลิเมอร์ผสมนั้น มีเปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำเพิ่มขึ้นตามปริมาณหมู่อิพอกไซด์ที่อยู่ในยางธรรมชาติ โดยยางที่มีหมู่อิพอกไซด์มากจะสามารถดูดซับน้ำได้มากกว่า เนื่องจากความมีขั้วเหมือนกันของน้ำและหมู่อิพอกไซด์ แต่เมื่อมีการเติมพอลิอะครีลาไมด์ในยาง พบว่า เปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำมีแนวโน้มที่หลากหลาย ทั้งนี้ขึ้นกับโครงสร้างพื้นผิว ลักษณะสัณฐานวิทยาของแผ่นพอลิเมอร์ผสมว่ามีการแยกชั้นของส่วนผสมหรือไม่ โดยถ้าชั้นบนมีส่วนของพอลิอะครีลาไมด์มากกว่า จะให้ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำที่ต่ำกว่า นอกจากนี้ เปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำยังขึ้นกับการกระจายตัวของพอลิอะครีลาไมด์และขนาดของช่องว่างบนผิวหน้าแผ่นพอลิเมอร์ผสมอีกด้วย

ผลที่ได้จากการทดสอบหาเปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำ สามารถสรุปได้ว่า ถ้ามีการดูดซับน้ำได้น้อย แสดงว่า ชั้นงานมีพอลิอะครีลาไมด์กระจายอยู่บนพื้นผิวเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ ถ้าพอลิอะครีลาไมด์อยู่ส่วนในของชั้นงานและมีกระจายตัวไม่ดี จะทำให้เกิดช่องว่างภายในชั้นงานซึ่งส่งผลให้มีการดูดซับน้ำได้มากขึ้น



4.7 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางความร้อนด้วยเทคนิค DSC

ตารางที่ 4.3 แสดงการเปลี่ยนแปลง T_g ของพอลิสไตรีนในแผ่นพอลิเมอร์ผสมที่เตรียมจากน้ำยาง (ยางธรรมชาติ และยาง ENR) กับพอลิสไตรีนอิมัลชันทางการค้าและที่เตรียมได้ในปริมาณต่างๆ

ตารางที่ 4.3 แสดง T_g ของพอลิสไตรีนที่เปลี่ยนไปในพอลิเมอร์ผสม

สาร	T_g (°C)
PS [®]	105.93
NR: PS [®] (1: 0.2)	98.50
NR: PS [®] (1: 0.4)	97.22
NR: PS [®] (1: 0.6)	96.52
NR: PS [®] (1: 0.8)	95.90
NR: PS [®] (1: 1)	93.94
PS [®]	105.45
ENR25: PS [®] (1: 0.2)	92.99
ENR25: PS [®] (1: 0.4)	92.59
ENR25: PS [®] (1: 0.6)	91.13
ENR25: PS [®] (1: 0.8)	89.89
PS [®]	105.64
ENR35: PS [®] (1: 0.2)	93.20
ENR35: PS [®] (1: 0.4)	90.30
ENR35: PS [®] (1: 0.6)	90.78
ENR35: PS [®] (1: 0.8)	92.02
PS [®]	105.48
ENR50: PS [®] (1: 0.2)	92.98
ENR50: PS [®] (1: 0.4)	89.89
ENR50: PS [®] (1: 0.6)	90.95
ENR50: PS [®] (1: 0.8)	95.59

สาร	T_g (°C)
PS	105.11
NR: PS (1: 0.2)	99.40
NR: PS (1: 0.4)	97.52
NR: PS (1: 0.6)	98.16
NR: PS (1: 0.8)	97.45
NR: PS (1: 1)	96.71
PS	100.88
ENR25: PS (1: 0.2)	97.18
ENR25: PS (1: 0.4)	94.85
PS	99.02
ENR35: PS (1: 0.2)	96.40
ENR35: PS (1: 0.4)	92.98
PS	100.42
ENR50: PS (1: 0.2)	95.81
ENR50: PS (1: 0.4)	96.59

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่า T_g ของพอลิสไตรีนในพอลิเมอร์ผสมมีค่าลดลง คือ อยู่ในช่วงประมาณ 90-99.4 องศาเซลเซียส ซึ่งการลดลงของค่า T_g ขึ้นกับความสามารรถในการเข้ารวมตัวกันระหว่างยางและพอลิสไตรีน