

บทที่ 4

ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการเตรียมคอมโพสิตจากยางธรรมชาติ STR 5L ผสมเส้นใยธรรมชาติ ร่วมกับเส้นใยแก้ว E glass และศึกษาสมบัติเชิงกล โดยพิจารณาผลการทดลองของคอมโพสิตระหว่างยางธรรมชาติ และเส้นใยปาล์มน้ำมัน เส้นใยหมากและเส้นใยคาบมะพร้าวร่วมกับเส้นใยแก้ว E glass ประกอบด้วย ซึ่งแสดงผลการทดสอบสมบัติเวลาการคงรูปของยาง (Cure time) ความแข็ง (Hardness test) ความทนทานต่อแรงดึง (Tensile strength) จากอิทธิพลของปริมาณของเส้นใยธรรมชาติร่วมกับเส้นใยแก้ว E glass ที่ปริมาณ 5 และ 10 ส่วนในหนึ่งร้อยส่วนของยางธรรมชาติ (part per hundred of rubber, phr) และอิทธิพลของความยาวเส้นใยที่ 5 และ 10 mm

4.1 ผลของเวลาการคงรูปยาง

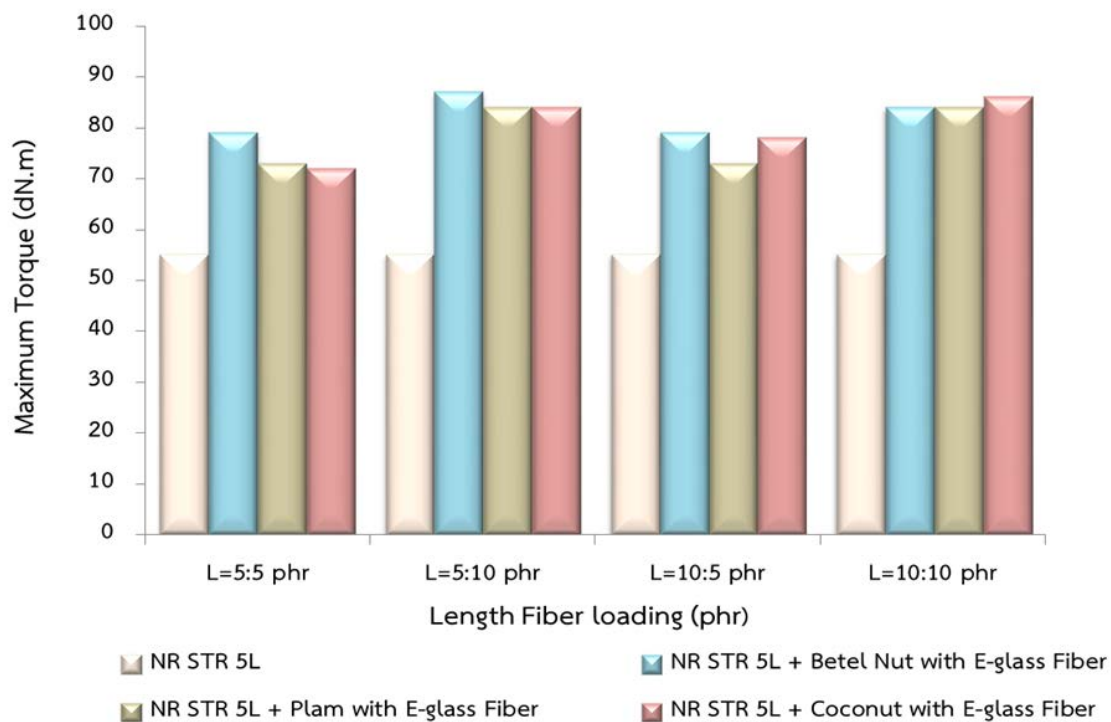
จากการทดสอบสมบัติการคงรูปด้วยเครื่อง MDR ค่าทอร์กสูงสุด (Maximum Torque, (M_H)) ที่ได้เป็นค่าที่บอกถึงความแข็งของยางในขณะที่ค่าทอร์กต่ำสุด (Minimum Torque, (M_L)) จะบอกถึงความหนืดเริ่มต้นของยางคอมพาวด์ ค่าทอร์กสูงสุด ค่าทอร์กต่ำสุด เวลาการสกรอร์ช (t_{s1}) และเวลาการคงรูป (t_{90}) ของยางธรรมชาติที่เสริมแรงด้วยเส้นใยที่มีการปรับปรุงเส้นใยธรรมชาติด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และผ่านการวัลคาไนซ์แสดงดังตารางที่ 4.1 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยที่มีการปรับปรุงส่งผลให้ค่าทอร์กสูงสุด และค่าทอร์กต่ำสุดเพิ่มขึ้นดังแสดงในภาพที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ เนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณของเส้นใยทำให้แรงบิดต่ำสุดของเครื่อง MDR มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากการที่เส้นใยเข้าไปขัดขวางการเคลื่อนที่สายโซ่โมเลกุลของยางในขณะที่ได้รับความร้อน ทำให้โมเลกุลของยางเคลื่อนที่ได้ยากขึ้น ความหนืดจึงเพิ่มขึ้นเป็นผลให้แรงบิดมีค่ามากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ L. Mathew และคณะ [17] ซึ่งเปิดเผยว่า เมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยส่งผลให้ค่าทอร์กสูงสุดของคอมโพสิตระหว่างเส้นใยปอปิด (Isora fiber) และยางธรรมชาติเพิ่มขึ้น

จากภาพที่ 4.3 พบว่าปริมาณของเส้นใยที่มีการปรับปรุงไม่ได้ส่งผลต่อค่าเวลาการสกรอร์ชของคอมโพสิต นอกจากมีหลากหลายงานวิจัยที่กล่าวว่า พบผลที่คล้ายกันเมื่อทดสอบกับคอมโพสิตระหว่างเส้นใยไม้และยางธรรมชาติและคอมโพสิตระหว่างเส้นใยสับปะรดและยางธรรมชาติ พบว่าเวลาการคงรูปของคอมโพสิตมีค่าลดลง เมื่อเพิ่มปริมาณของเส้นใยที่มีการปรับปรุง ดังแสดงในภาพที่ 4.4 โดยทั่วไปแล้วสมบัติการคงรูปของคอมโพสิตขึ้นอยู่กับสมบัติของสารเสริมแรง เช่น พื้นที่ผิวขนาดของสารเสริมแรงความชื้นและปริมาณของโลหะออกไซด์ โดยค่าทอร์กสูงสุด และค่าทอร์กต่ำสุดจะเพิ่มขึ้นในขณะที่ค่าเวลาการสกรอร์ช และค่าเวลาการคงรูปมีค่าลดลง

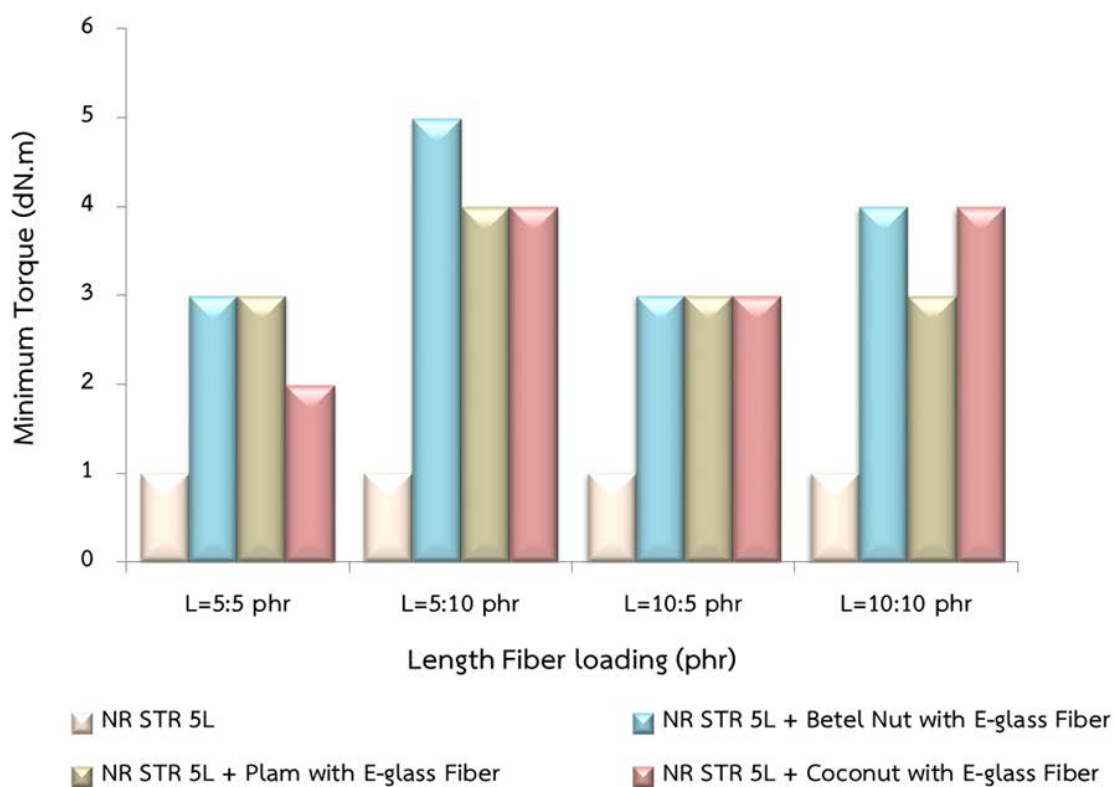
เมื่อพิจารณาที่ปริมาณเส้นใยเท่ากัน พบว่าคอมโพสิตของเส้นใยที่ผ่านการทำวัลคาไนซ์ให้ค่าทอร์กสูงสุด

ตารางที่ 4.1 สมบัติการคงรูปของยางธรรมชาติที่เสริมแรงด้วยเส้นใยที่ได้มีการปรับปรุงเส้นใยธรรมชาติด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ผ่านการทำวัลคาไนซ์ที่ปริมาณเส้นใยต่างๆ

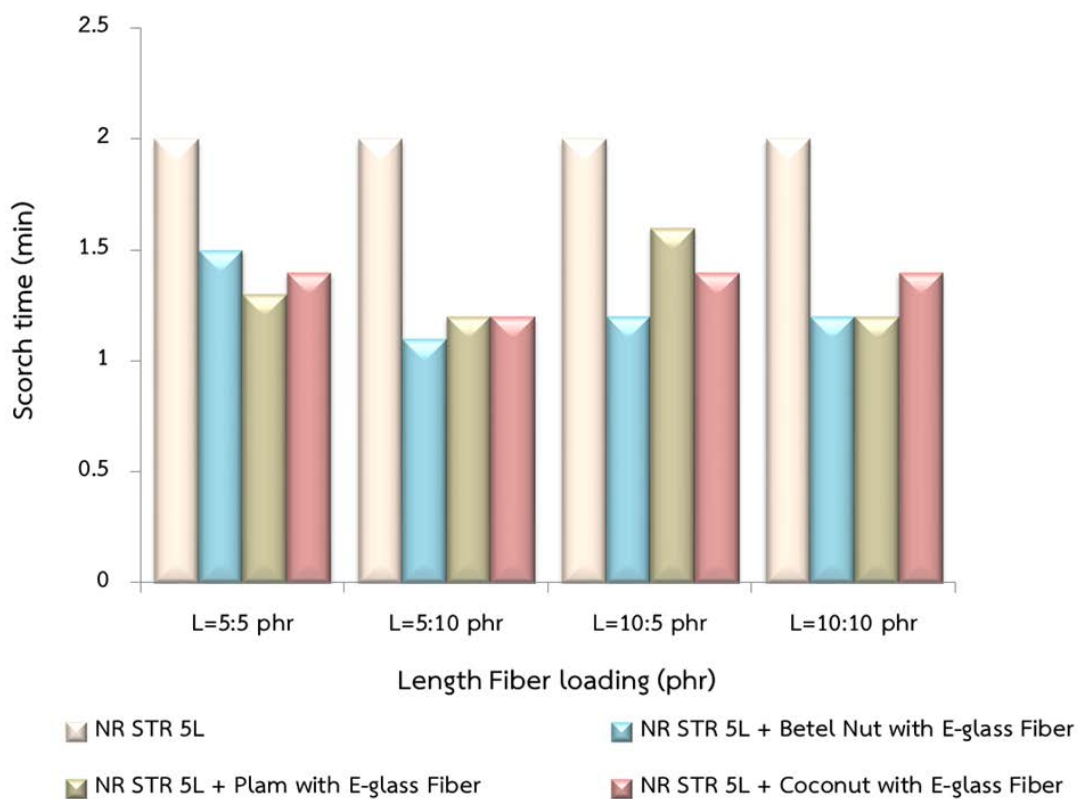
Formulation	M_H (dN-m)	M_L (dN-m)	Time (min)	
			t_{s1}	t_{90}
NR STR 5L	55	1	2	3
STR 5L+Betel Nut with E-glass Fiber L=5,5 phr	79	3	1.5	2.5
STR 5L+Betel Nut with E-glass Fiber L=5,10 phr	87	5	1.1	2.2
STR 5L+Betel Nut with E-glass Fiber L=10,5 phr	79	3	1.2	2.3
STR 5L+Betel Nut with E-glass Fiber L=10,10 phr	84	4	1.2	2.3
STR 5L+Plam with E-glass Fiber L=5,5 phr	73	3	1.3	2.3
STR 5L+Plam with E-glass Fiber L=5,10 phr	84	4	1.2	2.1
STR 5L+Plam with E-glass Fiber L=10,5 phr	73	3	1.6	2.6
STR 5L+Plam with E-glass Fiber L=10,10 phr	84	3	1.2	2.3
STR 5L + Coconut with E-glass Fiber L=5,5 phr	72	2	1.4	2.5
STR 5L + Coconut with E-glass Fiber L=5,10 phr	84	4	1.2	2.2
STR 5L + Coconut with E-glass Fiber L=10,5 phr	78	3	1.4	2.6
STR 5L + Coconut with E-glass Fiber L=10,10phr	86	4	1.4	2.4



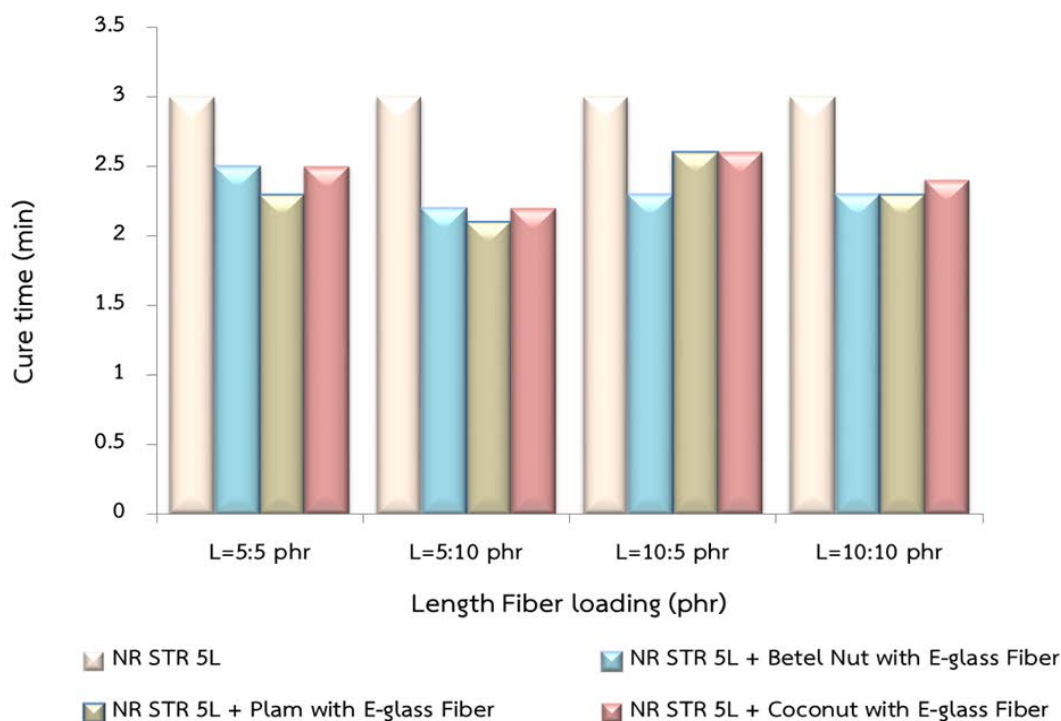
ภาพที่ 4.1 ผลของปริมาณเส้นใยต่อค่าทอร์กสูงสุดของคอมโพสิตที่มีการปรับปรุงเส้นใยธรรมชาติด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ผ่านการวัลคาไนซ์กับปริมาณความยาวเส้นใยที่ต่างกัน



ภาพที่ 4.2 ผลของปริมาณเส้นใยต่อค่าทอร์กต่ำสุดของคอมโพสิตที่มีการปรับปรุงเส้นใยธรรมชาติด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ผ่านการวัลคาไนซ์กับปริมาณความยาวเส้นใยที่ต่างกัน



ภาพที่ 4.3 ผลของปริมาณเส้นใยต่อค่าเวลาการสกอ์ชของคอมโพสิตที่มีการปรับปรุงเส้นใยธรรมชาติด้วยสารละลายไซเตียมไฮดรอกไซด์ที่ผ่านการวัลคาไนซ์กับปริมาณความยาวเส้นใยที่ต่างกัน

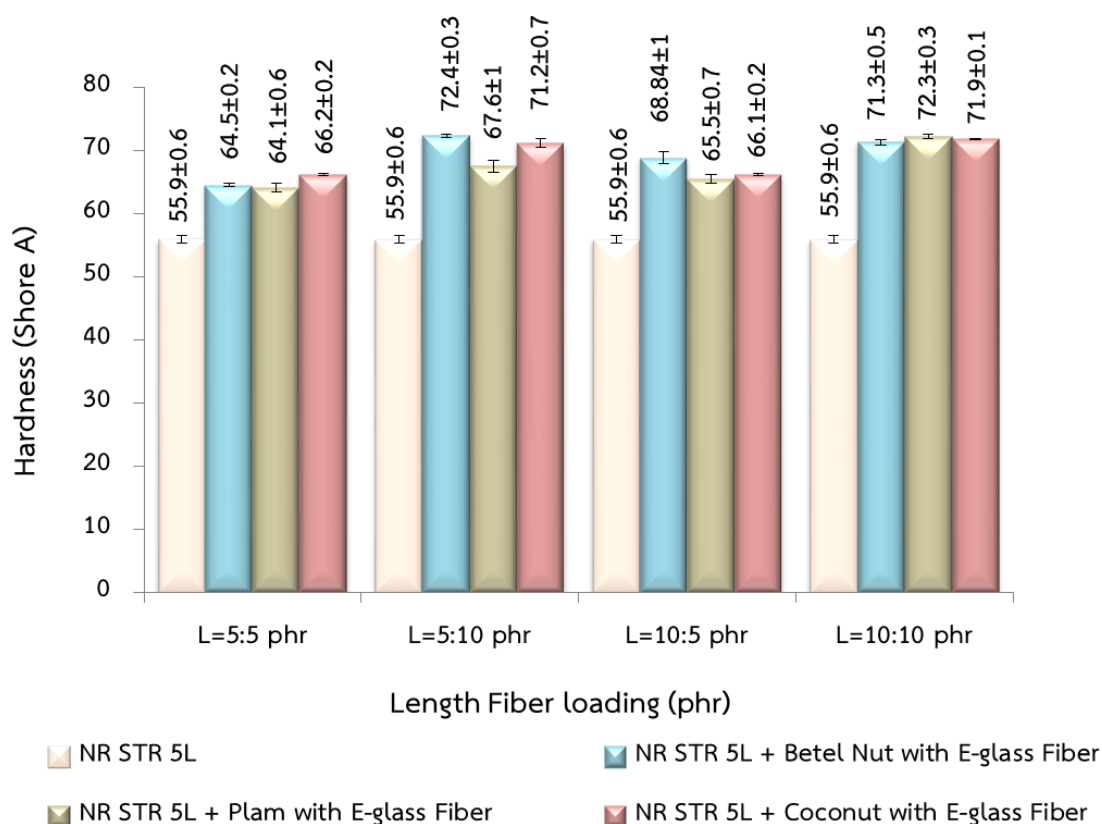


ภาพที่ 4.4 ผลของปริมาณเส้นใยต่อค่าเวลาการคงรูปของคอมโพสิตที่มีการปรับปรุงเส้นใยธรรมชาติด้วยสารละลายไซเตียมไฮดรอกไซด์ที่ผ่านการวัลคาไนซ์กับปริมาณความยาวเส้นใยที่ต่างกัน

4.2 สมบัติทางกล (Mechanical properties)

4.2.1 สมบัติด้านความแข็ง (Hardness)

พบว่าการใส่เส้นใยปาล์มน้ำมัน เส้นใยหมาก เส้นใยกาบมะพร้าวร่วมกับเส้นใยแก้ว E glass เข้าไปในส่วนเสริมแรงในยางธรรมชาติ STR 5L เมื่อทดสอบความแข็ง ผลปรากฏว่าค่าความแข็งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเส้นใยที่เติมลงไป และเมื่อเติมเส้นใยแก้ว E glass ซึ่งมีคุณสมบัติในด้านความแข็งแรงสูง ยิ่งทำให้ค่าความแข็งของยางเพิ่มขึ้น และสามารถรับแรงกดอัดโดยไม่เสียรูปได้มากกว่ายางที่ไม่มีส่วนเสริมแรง อิทธิพลของเส้นใยแก้ว E glass เป็นการแทรกกลลงในเนื้อยางแทนช่องว่างของ Free Volume ในยาง ทำให้ยางมีความต้านทานต่อแรงกดอัดเพิ่มมากขึ้น ค่าความแข็งโดยรวมของชิ้นงานยางจึงเพิ่มขึ้นดังแสดงในภาพที่ 4.7 แม้จะมีความแข็งเพิ่มขึ้น แต่ในขณะที่ยังเติมเส้นใยแก้ว E glass ไม่ช่วยเสริมความต้านทานแรงดึง และเพิ่มค่าการยืดตัวก่อนขาดให้แก่วัสดุคอมโพสิตเลย

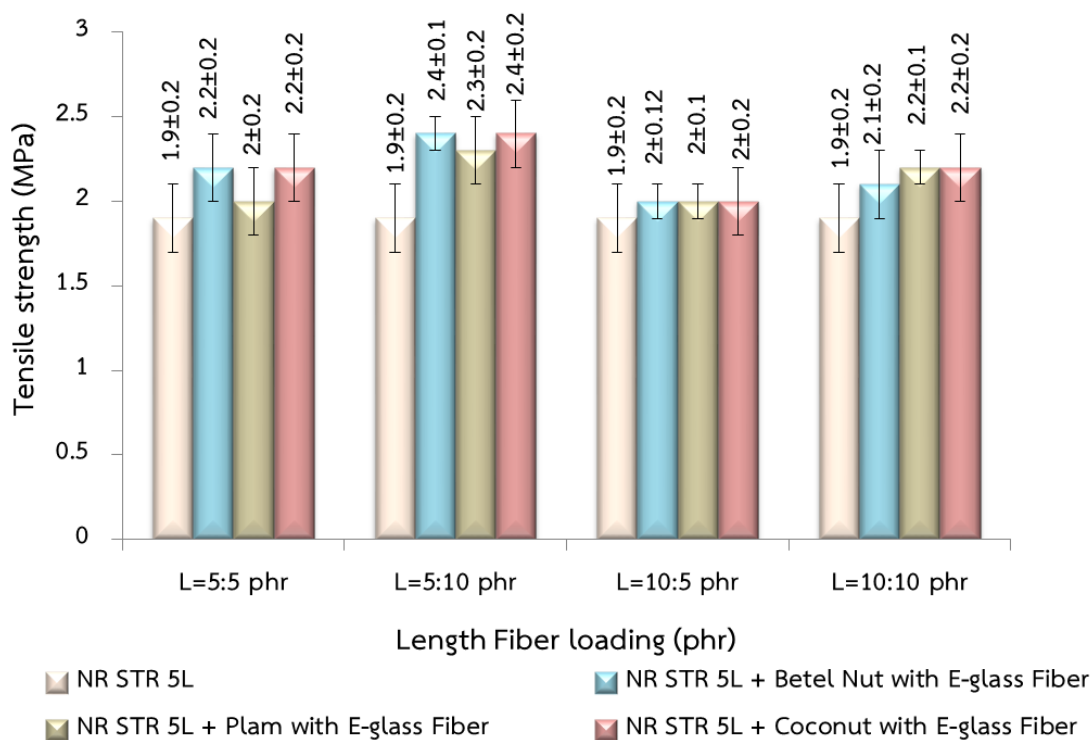


ภาพที่ 4.5 ผลของปริมาณเส้นใยต่อค่าความแข็งของคอมโพสิตที่มีการปรับปรุงเส้นใยธรรมชาติด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ผ่านการวัลคาไนซ์กับปริมาณความยาวเส้นใยที่ต่างกัน

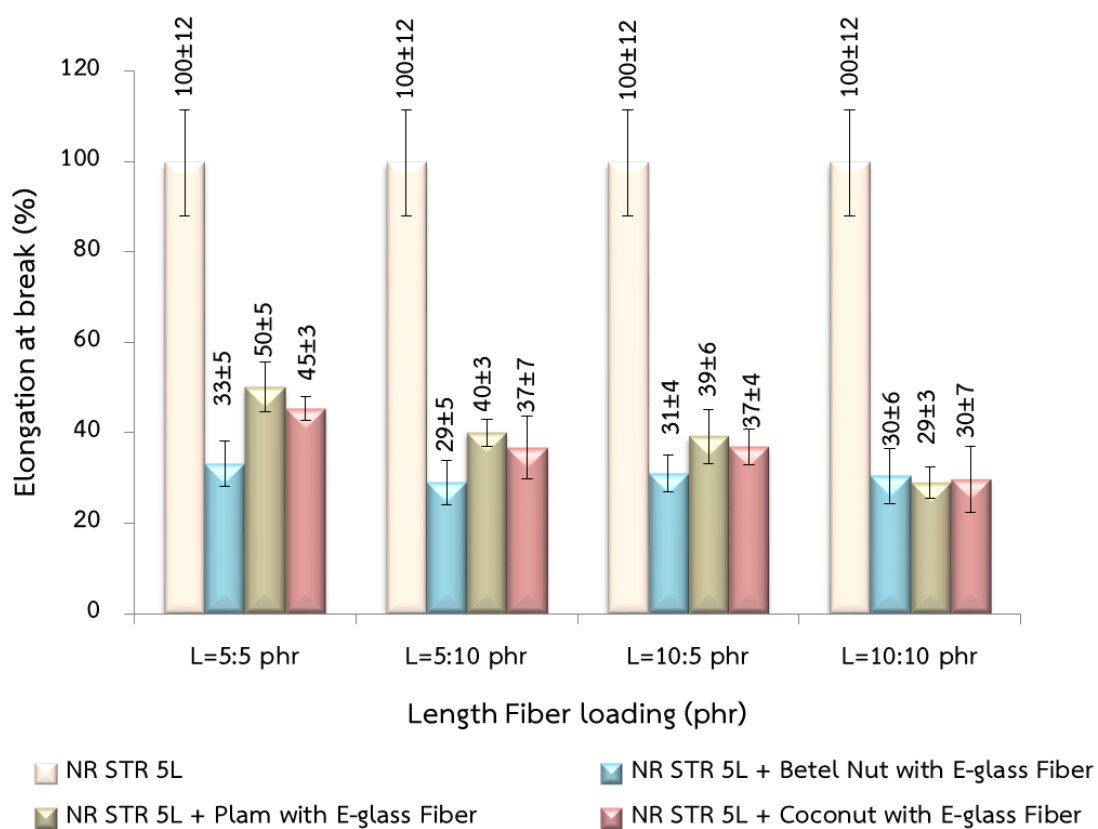
4.2.2 สมบัติความทนทานต่อแรงดึง (Tensile properties)

จากผลการทดสอบความต้านทานแรงดึงของแผ่นวัสดุจากเส้นใยปาล์มน้ำมัน เส้นใยหมาก เส้นใยกาบมะพร้าวร่วมกับเส้นใยแก้ว E glass บดผสมยางธรรมชาติในอัตราส่วนที่ความยาว 5 มิลลิเมตร ปริมาณการเติมเส้นใย 5, 10 phr และที่ความยาว 10 มิลลิเมตร ปริมาณการเติมเส้นใย 5, 10 phr พบว่าอัตราส่วนที่ความยาว 5 และ 10 มิลลิเมตรที่ปริมาณการเติมเส้นใย 5 phr ทำให้ยางมีความต้านทานแรงดึงลดน้อยลง อีกทั้งปริมาณของเมทริกซ์ที่เป็นเนื้อยางจะน้อยลง โดยที่ความต้านทานแรงดึงอาจเป็นค่าของเส้นใยปาล์มน้ำมัน เส้นใยหมาก เส้นใยกาบมะพร้าวที่มียางเป็นตัวประสาน มีเนื้อยาง

บางส่วนโดนกันโดยเส้นใย ประกอบกับในระหว่างกระบวนการขึ้นรูปมีทั้งกระบวนการให้ความร้อนและการทิ้งชิ้นงานไว้ให้เย็น วัสดุทั้งสองชนิดมีความสามารถในการหดตัวและขยายตัวทางความร้อนได้ไม่เท่ากัน จึงมีผลให้เกิดช่องว่างขึ้นระหว่างเฟส ความบกพร่องดังกล่าวทำให้ความต้านทานแรงดึงของชิ้นงานลดลง ดังแสดงในภาพที่ 4.6 แต่ด้วยเหตุผลนี้ทำให้ค่าการยึดตัวก่อนขาดของยางคอมโพสิตมีค่าสูงขึ้นและลดลงตามความยาวของเส้นใย ดังแสดงในภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.6 ผลของปริมาณเส้นใยต่อค่าความต้านทานแรงดึงของคอมโพสิตที่มีการปรับปรุงเส้นใยธรรมชาติด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ผ่านการวัลคาไนซ์กับปริมาณความยาวเส้นใยที่ต่างกัน



ภาพที่ 4.7 ผลของปริมาณเส้นใยต่อค่าการยืดตัวก่อนขาดของคอมโพสิตที่มีการปรับปรุงเส้นใยธรรมชาติด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ผ่านการวัลคาไนซ์กับปริมาณความยาวเส้นใยที่ต่างกัน