

อิทธิพลของความเร็วในการตีฟองต่อสมบัติของฟองน้ำยางธรรมชาติ
ที่ใช้เปลือกลำไยเป็นสารตัวเติม

Influence of Whipping Speed on Properties of Natural Rubber Latex Foam
Filled with Longan Shell

อรุณศรี เอี่ยมรัมย์ และตรีญญา มุลชัย*

Aroonsri Aiemrum and Darinya Moonchai*

สาขาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Rubber and Polymer Technology Programme, Faculty of Engineering and Agro-Industry, Maejo University

Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: darinyamoonchai@gmail.com

Received: September 14, 2023

Revised: July 15, 2024

Accepted: October 09, 2024

Abstract

The effects of whipping speed on the properties of natural rubber latex foam filled with longan shells were studied. Longan shell loading was varied at 0 and 5 phr. Gelling time, bubble height from the whipping process, percentage of shrinkage, density, and compression set were determined. Whipping speeds of 100, 125, and 190 rpm were used. It was found that an increase in whipping speed caused an increase in bubble height and a decrease in gelling time and density. The whipping speed of 190 rpm showed the lowest compression set. The properties of latex foams filled with 0 and 5 phr of longan shell were compared. The obtained test results revealed that latex foam filled with 5 phr of longan shell gave lower bubble height and gelling time. Latex foam filled with 5 phr of longan shell exhibited a higher percentage of shrinkage, density, and compression set.

Keywords: natural rubber, latex foam, longan shell, whipping speed, properties of latex foam

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของความเร็วในการตีฟองต่อสมบัติของฟองน้ำยางธรรมชาติที่ใช้เปลือกลำไยเป็นสารตัวเติม แปรปริมาณเปลือกลำไยที่ 0 และ 5 ส่วนต่อเนื้อยางแห้งหนึ่งร้อยละ (phr) สมบัติที่ทดสอบ ได้แก่ เวลาในการเจล ความสูงฟองยาง ค่าการหดตัว ความหนาแน่น และค่าการเสียรูปหลังการกดอัด แปรความเร็วที่ใช้ในการตีฟองเป็น 100, 125, และ 190 รอบต่อนาที พบว่าเมื่อเพิ่มระดับความเร็วในการตีฟองส่งผลให้ความสูงฟองยางเพิ่มขึ้น เวลาในการเจลลดลง ยางฟองน้ำที่ได้มีค่าความหนาแน่นลดลง และในการตีฟองที่ความเร็ว 190 รอบต่อนาที ให้ค่าการเสียรูปหลังการกดอัดน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบสมบัติของยางฟองน้ำเมื่อใช้เปลือกลำไยที่ 0 และ 5 phr พบว่าที่ปริมาณเปลือกลำไย 5 phr ให้ความสูงของฟองยางและเวลาในการเจลที่น้อยกว่า ส่วนผลการทดสอบสมบัติพบว่าการใช้เปลือกลำไยที่ปริมาณ 5 phr จะให้ค่าการหดตัว ความหนาแน่น และค่าการเสียรูปหลังการกดอัดที่มากกว่า

คำสำคัญ: ยางธรรมชาติ ยางฟองน้ำ เปลือกลำไย
ความเร็วในการตีฟอง สมบัติยางฟองน้ำ

คำนำ

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำยางพารามีหลายประเภท ตัวอย่างเช่น ถุงมือแพทย์ ถุงยางอนามัย ลูกโป่ง เบ้าพิมพ์ ยางพารา หน้ากากยาง ผ้าเคลือบยาง และของชำร่วยต่าง ๆ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์ยางฟองน้ำ ซึ่งประกอบด้วยผลิตภัณฑ์หลากหลายชนิด เช่น ที่นอนยางฟองน้ำ หมอนยางฟองน้ำ เบาะรองนั่ง และเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ เป็นต้น ถือว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีการใช้น้ำยางในปริมาณมาก การผลิตผลิตภัณฑ์ยางฟองน้ำทำได้โดยนำน้ำยางมาผสมกับสารเคมีต่าง ๆ ได้แก่ สารทำให้เกิดฟอง สารทำให้ยางคงรูป สารตัวเร่ง สารกระตุ้น สารทำให้เกิด

เจล และสารตัวเติม ในการใช้สารตัวเติมต้องใช้ในปริมาณที่เหมาะสม ถ้าใช้ในปริมาณเกินไปอาจส่งผลเสียต่อสมบัติของยางฟองน้ำที่ได้ สารตัวเติมที่นิยมใช้มากในอุตสาหกรรมน้ำยาง ได้แก่ แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) Prakaimaneewong *et al.* (2009) ศึกษาอิทธิพลของปริมาณ CaCO_3 ต่อสมบัติของฟองน้ำยางธรรมชาติ โดยใช้ CaCO_3 ปริมาณ 0, 5, 10, 20 และ 30 ส่วนต่อเนื้อยางแห้งหนึ่งร้อยละ (phr) พบว่าปริมาณ CaCO_3 ที่เหมาะสม ได้แก่ 5 ส่วนต่อเนื้อยางแห้งหนึ่งร้อยละ นอกจากนี้ยังมีการใช้สารตัวเติมจากวัสดุธรรมชาติ ในกระบวนการทำยางฟองน้ำ เช่น Moonchai and Aiemrum (2013) และ Pornprasit and Aiemrum (2018) ศึกษาการใช้รำสกัดน้ำมันเป็นสารตัวเติมในยางฟองจากน้ำยางธรรมชาติ Moonchai and Aiemrum (2021) ศึกษาการใช้รำสกัดน้ำมันและเปลือกลำไยเป็นสารตัวเติมในฟองน้ำยางธรรมชาติสำหรับลูกบอลบริหารมือ พบว่ายางฟองน้ำที่ใช้เปลือกลำไยเป็นสารตัวเติม มีค่าความหนาแน่น และแรงกดที่ทำให้ยางฟองน้ำยุบตัวมากกว่ายางฟองน้ำที่ใช้รำสกัดน้ำมัน และการใช้เปลือกลำไยเป็นสารตัวเติม ส่งผลให้ยางฟองน้ำมีค่าการเสียรูปหลังการกดอัดน้อยกว่าการใช้รำสกัดน้ำมัน

ลำไยเป็นพืชที่นิยมปลูกกันมากทางภาคเหนือของประเทศไทยโดยเฉพาะในจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดลำพูน มีช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิตอยู่ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคมของทุกปี ปัจจุบันประเทศไทยมีลำไยสดบริโภคกันทั้งปี ซึ่งเราสามารถนำลำไยมาบริโภคได้ทั้งในรูปแบบเนื้อลำไยสด และเนื้อลำไยแปรรูป เช่น เนื้อลำไยอบแห้ง (เนื้อลำไยสีทอง) เนื้อลำไยอบแห้งทั้งเปลือก เนื้อลำไยกระป๋อง และเนื้อลำไยกวน เป็นต้น ในกระบวนการแปรรูปผลลำไยจะมีปริมาณเปลือกลำไยเหลือทิ้งจากการแปรรูปจำนวนมาก (Sruamsiri, 2012) เมื่อมีการส่งเสริมการผลิตลำไยมากขึ้น ส่งผลให้มีเปลือกลำไยเหลือทิ้งจากการแปรรูปมากขึ้นไปด้วย งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการนำเปลือกลำไยซึ่งเป็นเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้เป็นสารตัวเติมในส่วนของ

กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์จากน้ำยางธรรมชาติ เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเปลือกกล้วย โดยคณะผู้วิจัยสนใจศึกษาอิทธิพลของความเร็วในการตีฟองต่อสมบัติของยางฟองน้ำ โดยใช้เปลือกกล้วยเป็นสารตัวเติมในปริมาณ 0 และ 5 phr จากนั้นทดสอบสมบัติต่าง ๆ ได้แก่ เวลาในการเจล ความสูงฟองยาง ลักษณะฟองน้ำหลังการคงรูป ความหนาแน่น และค่าการเสียรูปหลังการกดอัด

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาการใช้เปลือกกล้วยซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเป็นสารตัวเติมในกระบวนการตียางฟองน้ำ เพื่อศึกษาอิทธิพลของความเร็วในการตีฟองต่อสมบัติฟองน้ำยางธรรมชาติที่ใช้เปลือกกล้วยเป็นสารตัวเติม โดยมีขั้นตอนการวิจัยดังต่อไปนี้

การเตรียมสารเคมี

ในการศึกษาสมบัติของฟองน้ำยางธรรมชาติที่ใช้เปลือกกล้วยเป็นสารตัวเติม จะเตรียมสารเคมีดังต่อไปนี้

- 1) น้ำยางข้นชนิดแอมโมเนียสูง (High Ammonia Concentrated Natural Rubber) มีปริมาณเนื้อยางแห้ง 60%
- 2) สารเบนโทไนท์เคลย์ (Bentonite clay) ทำหน้าที่เป็นสารป้องกันการตกตะกอนในขั้นตอนการเตรียมสารดิสเพอร์ชัน
- 3) สารวัลตามอล (Vultamol) ทำหน้าที่ช่วยกระจายสารเคมีในขั้นตอนการเตรียมสารดิสเพอร์ชัน

4) สารละลายโพแทสเซียมโอเลต (Potassium Oleate solution) ทำหน้าที่เป็นสารช่วยการเกิดฟองเตรียมให้อยู่ในรูปสารละลาย 10%

5) กำมะถัน (Sulphur) ทำหน้าที่เป็นสารคงรูปเตรียมให้อยู่ในรูปดิสเพอร์ชัน 50%

6) ซิงค์ไดเอทิลไดไฮโอคาร์บาเมต (ZDEC) ทำหน้าที่เป็นสารตัวเร่ง เตรียมให้อยู่ในรูปดิสเพอร์ชัน 50%

7) ซิงค์เมอร์แคปโตเบนโซไธโอซอล (ZMBT) ทำหน้าที่เป็นสารตัวเร่ง เตรียมให้อยู่ในรูปดิสเพอร์ชัน 50%

8) ซีพีแอล (CPL) ทำหน้าที่เป็นสารป้องกันการเสื่อมสภาพ เตรียมให้อยู่ในรูปดิสเพอร์ชัน 50%

9) ซิงค์ออกไซด์ (ZnO) ทำหน้าที่เป็นสารกระตุ้น เตรียมให้อยู่ในรูปดิสเพอร์ชัน 50%

10) ไดฟีนิลกัวนิดิน (DPG) ทำหน้าที่เป็นสารช่วยการเกิดเจล เตรียมให้อยู่ในรูปดิสเพอร์ชัน 33%

11) โซเดียมซิติโคฟลูออไรด์ (SSF) ทำหน้าที่เป็นสารทำให้เกิดเจล เตรียมให้อยู่ในรูปดิสเพอร์ชัน 25%

12) เปลือกกล้วย (Longan shell) ทำหน้าที่เป็นสารตัวเติม มีค่าพื้นที่ผิวจำเพาะ $32.85 \text{ m}^2/\text{g}$ และมีค่าความเป็นกรดต่าง 4.12 ก่อนนำมาใช้นำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช เพื่อเป็นการควบคุมขนาดของเปลือกกล้วยให้สม่ำเสมอ จากนั้นนำไปเตรียมให้อยู่ในรูปของดิสเพอร์ชัน 25% ดังสูตรการเตรียมแสดงดัง Table 1

โดยน้ำยางและสารเคมีลำดับที่ 1-11 จัดจำหน่ายโดยบริษัทหลักกี้ไฟร์ จำกัด ส่วนเปลือกกล้วยเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

Table 1 Compounding Formulation of Longan Shell Dispersion

Chemical Ingredients	Weight (g)
Longan Shell	25.0
Vultamol	1.0
Bentonite clay	1.0
Water	73.0

การเตรียมยางพองน้ำ

ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องตีฟองยี่ห้อแชมป์ บริษัทซีเคไอ แฟมิลี 2016 จำกัด ขนาด 5 ลิตร กำลังไฟ 300 วัตต์ ใช้หัวตีชนิดใบพาย (Moonchai and

Aiemrum, 2022) เลือกแปรปริมาณเปลือกลำไยที่ 0 และ 5 phr เนื่องจากที่ปริมาณเปลือกลำไยที่ 5 phr ยังคงได้ยางพองน้ำที่มีสมบัติใกล้เคียงกับยางพองน้ำจากน้ำยางธรรมชาติ Aiemrum *et al.* (2018)



Figure 1 Mixing element (paddle type)

1) ตียางพองน้ำใช้สูตรน้ำยางผสมสารเคมีตาม Table 2 โดยมีขั้นตอนการตีฟองดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ตีน้ำยางชั้นที่ความเร็วระดับ 1 เป็นเวลา 3 นาที เพื่อไล่แอมโมเนีย ใช้ความเร็วต่ำสุด (กรณีสูตรที่ใช้เปลือกลำไยจะผสมเปลือกลำไยพร้อมับน้ำยางชั้น)

ขั้นตอนที่ 2 เติมน้ำมันพืชไฮดรอลิกในหม้อตีฟอง ใช้ความเร็วระดับ 1 เป็นเวลา 1 นาที

ขั้นตอนที่ 3 เติมน้ำมันพืชไฮดรอลิกในหม้อตีฟอง ใช้ความเร็วระดับ 1 เป็นเวลา 4 นาที เพื่อให้น้ำมันพืชไฮดรอลิกเข้ากันดีก่อน จากนั้นลำดับถัดไปทำการปรับความเร็วในการตีฟอง

โดยการแปรระดับความเร็วในการตีฟองเป็นระดับที่ 1 (ความเร็ว 100 รอบต่อนาที) 2 (ความเร็ว 125 รอบต่อนาที) และ 3 (ความเร็ว 190 รอบต่อนาที) เป็นระยะเวลา 4 นาที ดังแสดงรายละเอียดสภาวะการปรับความเร็ว ขั้นตอนที่ 3 นี้ใน Table 3

ขั้นตอนที่ 4 เติมไดฟนิลกันวีนติน ใช้ความเร็วระดับ 1 เป็นเวลา 1 นาที

ขั้นตอนที่ 5 เติมซิงค์ออกไซด์ ใช้ความเร็วระดับ 1 เป็นเวลา 1 นาที

ขั้นตอนที่ 6 เติมโซเดียมซัลโฟลูปอไรด์ ใช้ความเร็วระดับ 1 เป็นเวลา 1 นาที

2) นำฟองยางที่ปั่นได้เทลงเบ้าที่เตรียมไว้ ปาดหน้าฟองยางให้เรียบ แล้วนำไปอบด้วยหม้อนึ่งไอน้ำที่อุณหภูมิ 100°C. เป็นเวลา 30 นาที เพื่อให้ยางฟองน้ำคงรูป

3) นำยางฟองน้ำออกจากเบ้าและล้างด้วยน้ำสะอาด เพื่อชะล้างสารเคมีที่ตกค้างออก แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 70°C. จนแห้ง

Table 2 Compounding formulation of natural rubber latex

Chemical ingredients	Dry weight (phr)	Wet weight (g)	Level of whipping speed
60% Ha Latex (1)	100	167	1
25% Longan Shell (1)	0, 5	0, 20	
10% Potassium Oleate (2)	1.5	15	1
50% Sulphur (3)	2	4	
50% ZDEC (3)	1	2	*Different whipping speed as shown in Table 2
50% ZMBT (3)	1	2	
50% CPL (3)	1	2	
25% DPG (4)	0.8	3.2	1
50% ZnO (5)	5	10	1
25% SSF (6)	1	4	1

Table 3 Different speed for whipping process

Whipping Condition	Whipping speed (RPM)	Time (minute)
1	100	4
	100	4
2	100	4
	125	4
3	100	4
	190	4

การทดสอบสมบัติยางพองน้ำ

1) พฤติกรรมการเกิดฟอง ได้แก่ เวลาในการเจล โดยจับเวลาตั้งแต่เริ่มใส่สารโซเดียมซัลไฟโคฟลูออไรด์ จนกระทั่งฟองเกิดการเจล และความสูงของฟองยาง โดยวัดความสูงฟองยางที่ตีได้หลังสิ้นสุดกระบวนการตีฟอง จากนั้นนำมาลบด้วยความสูงของระดับน้ำยางเริ่มต้นที่ใส่ลงไป ในหม้อ ก่อนเริ่มกระบวนการตีฟองจะได้เป็นความสูงของฟองยางที่ได้จากกระบวนการตีฟอง

2) ลักษณะของยางพองน้ำหลังการคงรูป จากการทดลองพบว่า ยางพองน้ำหลังการคงรูปเกิดการหดตัว แต่ไม่พบการยุบตัวอย่างมีนัยสำคัญ งานวิจัยนี้จึงรายงานค่าการหดตัว และสังเกตลักษณะรูพรุนยางพองน้ำ โดยใช้กล้องถ่ายภาพจุลทรรศน์ถ่ายภาพตัดขวางของยางพองน้ำที่กำลังขยาย 4 เท่า โดยค่าการหดตัว คำนวณจากสมการที่ (1)

$$\text{ค่าการหดตัว (\%)} = (A-B)/A \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ A = ความกว้างของเบ้าพิมพ์ (ซม.)

B = ความกว้างของยางพองน้ำหลังคงรูป (ซม.)

หมายเหตุ การวัดการหดตัวจะวัดจาก 3 ตำแหน่ง ได้แก่ ด้านบน ด้านล่าง และตรงกลาง และรายงานเป็นค่าเฉลี่ย

3) ทดสอบความหนาแน่นตัดฟองน้ำเป็นทรงสี่เหลี่ยมขนาด กว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ 50×50×50 มม. จากนั้นนำไปแช่น้ำหนักด้วยเครื่องชั่งความละเอียด 4 ตำแหน่ง คำนวณหาความหนาแน่นจากสมการที่ (2)

$$D = M/V \quad (2)$$

เมื่อ D = ความหนาแน่นของชิ้นทดสอบ (กรัม/ลบ.ซม.)

M = น้ำหนักของชิ้นทดสอบ (กรัม)

V = ปริมาตรของชิ้นทดสอบ (ลบ.ซม.)

4) ทดสอบค่าการยุบตัว เนื่องจากการอัด (Compression set) ตามมาตรฐาน มอก. 173-2519 ให้ตัดยางพองน้ำเป็นทรงสี่เหลี่ยมขนาด กว้าง × ยาว × สูง เท่ากับ 50×50×25 มม. นำฟองน้ำวางไว้ใต้แผ่นเหล็ก กดแผ่นเหล็กอัดให้ฟองน้ำยุบไป 50% ของความสูงเดิม จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 22 ชม. เมื่อ

ครบตามกำหนดเวลาให้นำออกจากตู้อบ แกะเอาแผ่นเหล็กออก แล้ววางไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที คำนวณหา ค่าเปอร์เซ็นต์การยุบตัวเนื่องจากแรงอัดจากสมการที่ (3)

$$\text{Compression set (\%)} = \frac{[t_0 - t]}{t_0} \times 100 \text{ mm} \quad (3)$$

เมื่อ t_0 = ความสูงของชิ้นทดสอบก่อนการทดสอบ (มม.)

t = ความสูงของชิ้นทดสอบหลังการทดสอบ (มม.)

ในการทดสอบสมบัติของยางพองน้ำ จะรายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของชิ้นตัวอย่างจากการตีฟองจำนวน 3 ครั้งในการตีฟองแต่ละระดับความเร็ว

ผลการวิจัยและวิจารณ์

งานวิจัยนี้ศึกษาการนำเปลือกกล้วยซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร มาใช้เป็นสารตัวเติมในกระบวนการตียางพองน้ำจากน้ำยางธรรมชาติ โดยทำการเปรียบเทียบสมบัติของยางพองน้ำระหว่างพองน้ำยางธรรมชาติ (0 LS) กับพองน้ำยางธรรมชาติผสมเปลือกกล้วยในปริมาณ 5 phr (5 LS) และศึกษาอิทธิพลของความเร็วที่ต่างกัน (100, 125 และ 190 รอบต่อนาที) ในการตีฟองตามระดับความเร็วที่ใช้ในกระบวนการทำยางพองน้ำที่กำหนดใน Table 3 ผลการทดสอบแสดงดัง Figure 2-7 จากการศึกษาพฤติกรรมการเกิดฟองน้ำยางธรรมชาติจากความสูงของฟองและเวลาในการเจล พบว่าเมื่อเพิ่มความเร็วในการตีฟอง ความสูงของฟองยางมีค่าเพิ่มขึ้นทั้งสูตร 0 LS และ 5 LS และการใช้เปลือกกล้วยในปริมาณ 5 phr ส่งผลให้ความสูงของฟองยางมีค่าลดลง (Figure 2) แสดงว่าการใช้เปลือกกล้วยเป็นสารตัวเติมทำให้กระบวนการตีฟองเกิดได้ยากขึ้น และผลทดสอบเวลาในการเจลของฟองยาง (Figure 3) พบว่าเมื่อเพิ่มความเร็วในการตีฟอง ส่งผลให้เวลาในการเจลมีค่าลดลงทั้งสูตร 0 LS และ 5 LS เนื่องมาจากเมื่อเพิ่มความเร็วในการตีฟอง ส่งผลให้แอมโมเนียที่ทำหน้าที่เป็นสารรักษาสภาพ

การเป็นของเหลวของน้ำยางเกิดการระเหยได้มากขึ้น จึงทำให้เวลาในการเจลของฟองยางสั้นลง และเมื่อเปรียบเทียบเวลาเจลระหว่างสูตรทั้งสองพบว่าสูตร 5 LS ที่ใช้เปลือกกล้วยในปริมาณ 5 phr มีเวลาเจลที่สั้นกว่าสูตร 0 LS ที่ไม่ใช้สารตัวเติม เนื่องจากค่าความเป็นกรดต่ำของเปลือกกล้วยมีค่าเท่ากับ 4.12 ซึ่งบ่งบอกว่าเปลือกกล้วยมีสถานะความเป็นกรด ซึ่งในสถานะที่เป็นกรดจะช่วยกระตุ้นการสูญเสียสถานะการเป็นสารคอลลอยด์ของน้ำยาง (Kajornchaiyakul, 2012) จึงทำให้ยางฟองน้ำเกิดการเจลได้ง่ายขึ้นเมื่อมีการเติมเปลือกกล้วย

เช่นเดียวกับการใช้แคลเซียมคาร์บอเนตเป็นสารตัวเติมจะทำให้เวลาในการเจลมีค่าลดลงตามปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตที่เพิ่มขึ้น (Kovuttikulrangsie and Pethrattanamunee 2006) Figure 4 แสดงค่าการหดตัวของยางฟองน้ำเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสูตรที่ 0 LS และ 5 LS พบว่าการใช้เปลือกกล้วยเป็นสารตัวเติมในปริมาณ 5 phr ส่งผลให้ยางฟองน้ำเกิดการหดตัวมากกว่าการไม่ใช้สารตัวเติม และการเพิ่มความเร็วในการตีฟองส่งผลให้สูตร 5 LS มีค่าการหดตัวลดลง ขณะที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของค่าการหดตัวอย่างมีนัยสำคัญในสูตร 0 LS สำหรับค่าความหนาแน่น ค่าการเสีรูปหลังการกดอัดแสดงดัง Figure 5-6 พบว่าเมื่อเพิ่มความเร็วในการตีฟอง ความหนาแน่นของยางฟองน้ำมีค่าลดลงทั้งสูตร 0 LS

และ 5 LS เนื่องจากเมื่อเพิ่มระดับความเร็วในการตีฟอง ความสูงของฟองยางเพิ่มขึ้น หมายถึง การมีฟองอากาศแทรกเข้าสู่เนื้อยางมากขึ้น จึงทำให้ความหนาแน่นของยางฟองน้ำลดลง และที่ความเร็วในการตีฟอง 190 รอบต่อนาทีให้ค่าการเสีรูปหลังการกดอัดน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสองสูตร สูตร 5 LS ที่มีการใช้เปลือกกล้วยในปริมาณ 5 phr ให้ค่าความหนาแน่นที่สูงกว่าสูตร 0 LS ที่ไม่มีการใช้สารตัวเติม เนื่องมาจากโดยทั่วไปการใช้สารตัวเติมส่งผลให้ความหนาแน่นของน้ำยางผสมสารเคมีเพิ่มสูงขึ้น และพบว่าสูตร 5 LS มีค่าการเสีรูปหลังการกดอัดมากกว่าสูตร 0 LS เนื่องจากสารตัวเติมเข้าไปแทนที่ปริมาณเนื้อยาง ส่งผลให้สมบัติความเป็นยางลดลง ความสามารถในการคืนตัวของผลิตภัณฑ์จึงลดลง

เมื่อศึกษาลักษณะยางฟองน้ำหลังการคงรูป Figure 7 แสดงลักษณะรูพรุนของยางฟองน้ำ พบว่ายางฟองน้ำสูตร 0 LS ให้รูพรุนที่มีขนาดเล็กและขนาดสม่ำเสมอกว่ายางฟองน้ำสูตร 5 LS และความเร็วในการตีฟองไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อลักษณะรูพรุนของยางฟองน้ำสูตร 0 LS สำหรับยางฟองสูตร 5 LS จะเห็นว่า การตีที่ระดับความเร็ว 100 และ 125 รอบต่อนาที ได้ยางฟองน้ำที่มีรูพรุนลักษณะใกล้เคียงกัน ขณะที่การตีฟองที่ระดับความเร็ว 190 รอบต่อนาที ให้ยางฟองน้ำที่มีรูพรุนขนาดใหญ่ขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

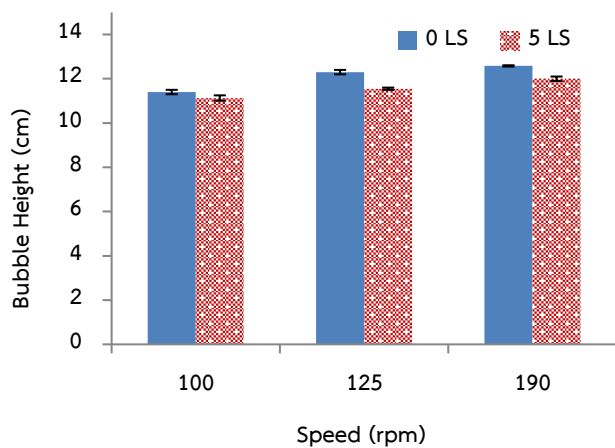


Figure 2 Bubble height from whipping process

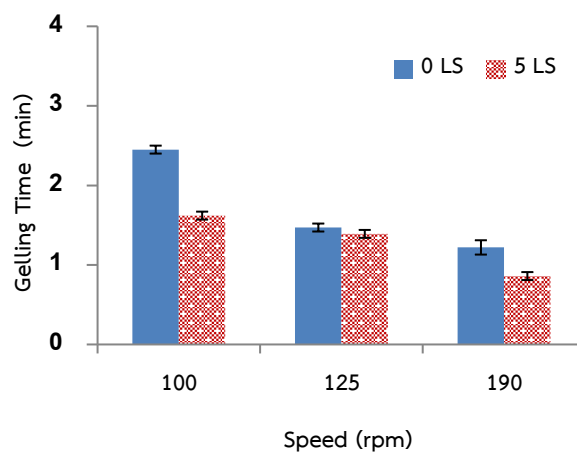


Figure 3 Gelling time of latex foam

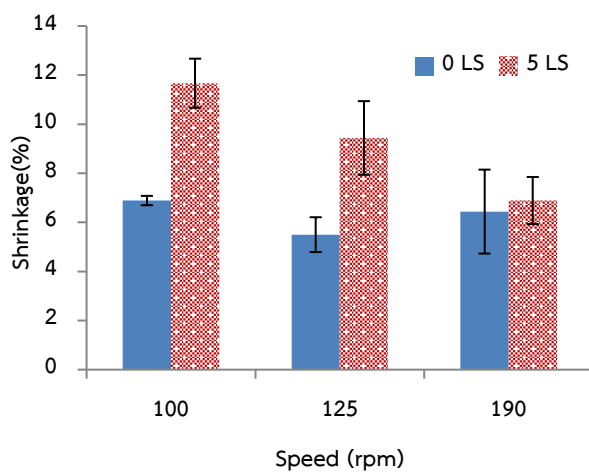


Figure 4 Shrinkage of latex foam

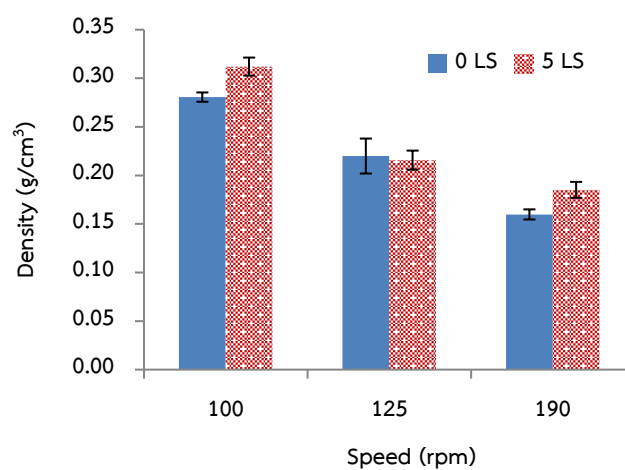


Figure 5 Density of latex foam

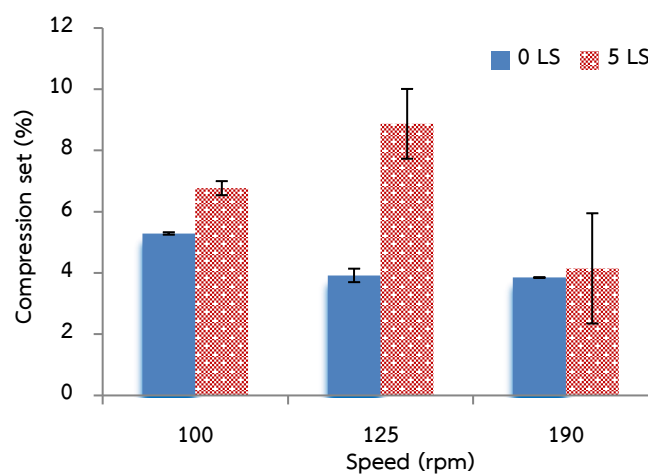


Figure 6 Compression set of latex foam

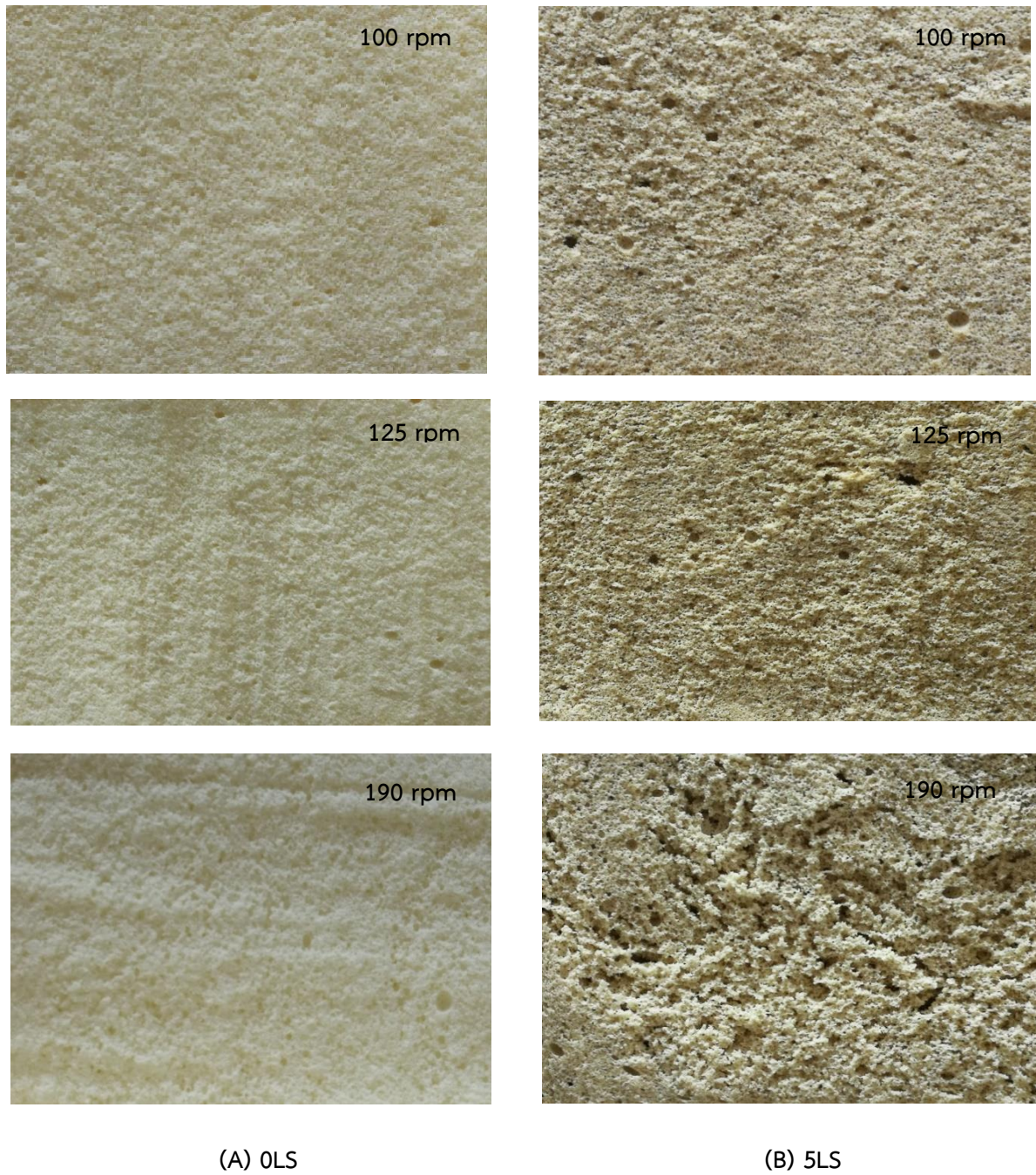


Figure 7 Porosity of latex foam with different longan content and whipping speed
(A) OLS and (B) 5LS

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาอิทธิพลของความเร็วในการตีฟองต่อสมบัติของฟองน้ำยางธรรมชาติที่ใช้เปลือกกล้วยเป็นสารตัวเติม แปรรูปความเร็วที่ใช้ในการตีฟองเป็น 100, 125, และ 190 รอบต่อนาที สมบัติที่ทดสอบ ได้แก่ เวลาในการเจล ความสูงฟองยาง ลักษณะยางฟองน้ำหลังการคงรูป ความหนาแน่น และค่าการเสียรูปหลังการกดอัด พบว่าเมื่อเพิ่มระดับความเร็วในการตีฟองส่งผลให้ความสูงฟองยางเพิ่มขึ้น เวลาในการเจลลดลง ยางฟองน้ำที่ได้มีความหนาแน่นลดลง และในการตีฟองที่ความเร็ว 190 รอบต่อนาที ให้ค่าการเสียรูปหลังการกดอัดน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบสมบัติของยางฟองน้ำเมื่อใช้เปลือกกล้วยที่ 0 และ 5 phr พบว่าที่ปริมาณเปลือกกล้วย 5 phr ให้ความสูงของฟองยางและเวลาในการเจลที่น้อยกว่า แสดงว่าการใช้เปลือกกล้วยส่งผลให้เกิดฟองยางขึ้น การทดสอบสมบัติพบว่า การใช้เปลือกกล้วยที่ปริมาณ 5 phr จะให้ค่าการหดตัว ความหนาแน่น และค่าการเสียรูปหลังการกดอัดที่มากกว่า จากผลการวิจัยทำให้เห็นว่าความเร็วในการตีฟองที่แตกต่างกันส่งผลต่อสมบัติของยางฟองน้ำ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่สนับสนุนทุนในการดำเนินการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2563 และขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่อนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ในการดำเนินการวิจัย ให้เสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- Aiemrum, A., Y. Nontawasee and P. Srisa-nga. 2018. Effect of Longan Shell used as Filler on Properties of Natural Rubber Sponge. pp.148–158. *In Proceedings of the MJU Annual Conference 2018*. Chiang Mai: Maejo University. [in Thai]
- Kajornchaiyakul, V. 2012. **Latex Technology**. Bangkok: The Thailand Research Fund (TRF). 292 p. [in Thai]
- Kovuttikulrangsie, S. and N. Pethrattanamunee. 2006. Effect of Calcium Carbonate on Making Natural Rubber Sponge. pp. 137–143. *In Kajornchaiyakul, V. (ed.). Rubber Research for Sustainable Future*. Bangkok: The Thailand Research Fund (TRF). [in Thai]
- Moonchai, D. and A. Aiemrum. 2013. Effects of defatted rice bran on properties of natural rubber latex foam. **KKU Science Journal** 41(4): 1019–1029. [in Thai]
- Moonchai, D. and A. Aiemrum. 2021. Natural Rubber Latex Foams Filled with Defatted Rice Bran and Longan Shell for Hand Exercise Ball. pp. 148–158. *In Proceedings of the 14th Srinakharinwirot University Research Conference (Online)*. Bangkok: Strategic Wisdom and Research Institute. [in Thai]

Moonchai, D. and A. Aiemrum. 2022.

Comparative Properties of Natural Rubber Latex Foam Filled with Defatted Rice Bran and Longan Shell. pp. 271–280. *In Proceedings of the 8th Conference on Research and Creative Innovations (Online).*

Chiang Mai: Research and Development Institute, Rajamangala University of Technology Lanna. [in Thai]

Pornprasit, P. and A. Aiemrum. 2018. Natural

Rubber Latex Foam for Seeding. pp. 515–519. *In Proceedings of the 10th International Conference on Science, Technology and Innovation for Sustainable Well-Being, Lao People's Democratic Republic.* Vientiane: Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. [in Thai]

Prakaimaneewong, P., N. Na-Ranong,

N. Wichitcholchai, W. Pattanakul and S. Jammuen. 2009. **Development Formula and Technic for Latex Foam Rubbers Manufacture for Decreased Cost in Pilot Scale.** 29 p.

In Research Report. Bangkok: Department of Agriculture, Postharvest and Processing Research and Development Office. [in Thai]

Sruamsiri, S. 2012. The use of residues from

longan production as cattle feed. **Maejo Vision Magazine** 13(1): 25–29. [in Thai]