



รายงานการวิจัย

การพัฒนานวัตกรรมเบาะรองนั่งจากวัสดุเหลือทิ้งในการแปรรูปเสาวรส

**Innovation of Cushion from Waste Material in Processing of
Passion Fruit.**

หทัยนุช จันทรชัยภูมิ

สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2565

รหัสโครงการสัญญา 65A1450000113

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนานวัตกรรมเบาะรองนั่งจากวัสดุเหลือทิ้งในการแปรรูปเสาวรส

**Innovation of Cushion from Waste Material in Processing of
Passion Fruit.**

หทัยนุช จันทร์ชัยภูมิ สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ทุนอุดหนุนงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ประจำปีงบประมาณ 2565

(ก)

ชื่องานวิจัย	การพัฒนานวัตกรรมเบาะรองนั่งจากวัสดุเหลือทิ้งในการแปรรูป เสาวรส
ผู้วิจัย	หทัยนุช จันทร์ชัยภูมิ
สาขาวิชา	วิศวกรรมการผลิตและการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2565

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากวัสดุเหลือทิ้งในการแปรรูปเสาวรสด และเพื่อทดสอบคุณสมบัติของเบาะรองนั่งจากวัสดุเหลือทิ้งในการแปรรูปเสาวรสด ได้แก่ การทดสอบการวัดมิติชิ้นงาน การทดสอบดัชนีความแข็งแรงเชิงกด การทดสอบการยุบตัวเนื่องจากแรงกด การทดสอบความหนาแน่น และทำการทดสอบความแข็งแรง Shore โดยทำการพัฒนาเบาะรองนั่งทั้งหมด 5 สูตร ประกอบด้วย น้ำยางพารา : สารละลายโพแทสเซียมโอเลต : กำมะถัน : ซิงค์เมอร์แคปโตเบนโซไทอาโซล : ซิงค์ไดเอทิลไดโซโอคาร์บาเมต : วีกส์เตย์แอล : ซิงค์ออกไซด์ : โซเดียมซลิโคฟลูออไรด์ : ไคฟีนิลกัวดิน : ผงกำมะถันจากเปลือกเสาวรสด มีอัตราส่วนคือ 779: 70: 19: 19: 19: 19: 47: 4: 15: 15, 779: 70: 19: 19: 19: 19: 47: 14: 15: 5, 779: 70: 19: 19: 19: 19: 47: 4: 25: 5, 779: 70: 19: 19: 19: 19: 47: 14: 25: 15 และ 779: 70: 19: 19: 19: 19: 47: 9: 20: 10 ตามลำดับ จากผลการทดสอบพบว่าอัตราส่วนที่ดีที่สุดคือ 779: 70: 19: 19: 19: 19: 47: 4: 15: 15 มีค่าเฉลี่ยการวัดมิติชิ้นงานเท่ากับ $340 \times 340 \times 40.70$ mm ค่าเฉลี่ยดัชนีความแข็งแรงเชิงกดเท่ากับ 270.4 N ค่าเฉลี่ยการยุบตัวเนื่องจากแรงกดเท่ากับ 3.23 % ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นเท่ากับ 0.172 g/cm^3 ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงเท่ากับ 23.4 g/cm^3 ตามลำดับ

คำสำคัญ : เปลือกเสาวรสด / ถ่านกำมะถัน / เบาะรองนั่ง

Title Innovation of Cushion from Waste Material in Processing of Passion Fruit.

Author Hathainuch Janchaiyaphoom

Branch Production Engineering and Management

Phetchabun Rajabhat University **Year of Research** 2022

Abstract

This research has the objective to develop a cushion product made from waste material in processing of passion fruit and testing the properties of the cushion from product made from waste material in processing of passion fruit. Included testing are dimensions of the workpieces, compressive hardness index, compression collapse, density and shore hardness test by developing a total of 5 formulas consist of latex : K - oleate solution : Sulphur : Zinc - 2 - mercaptobenzothiazole dispersion : Zinc - N - diethyl dithiocarbamate dispersion : Wing stay L dispersion : Zinc oxide : Sodium silicofluoride dispersion : Diphenyl guanidine dispersion : activated charcoal from passion fruit peel which the ratio are 779: 70: 19: 19: 19: 19: 47: 4: 15: 15, 779: 70: 19: 19: 19: 19: 47: 14: 15: 5, 779: 70: 19: 19: 19: 19: 47: 4: 25: 5, 779: 70: 19: 19: 19: 19: 47: 14: 25: 15 and 779: 70: 19: 19: 19: 19: 47: 9: 20: 10 ,respectively. The results testing show that the best formula ratio 779: 70: 19: 19: 19: 19: 47: 4: 15: 15 was founded mean of the workpieces dimensions was 340 x 340 x 40.70 mm. The mean index of compressive hardness is 270.4 N. The mean deflation due to pressure is 3.23%.The average density is 0.172 g/cm³. The average hardness is 23.4 g / cm³,respectively.

Keywords : Passion Fruit Shell / Activated Charcoal / Cushion

(ก)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์และนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่เสียสละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอบพระคุณกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปเสารส อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นอย่างสูงที่ได้ให้ความร่วมมือและให้คำแนะนำแก่ผู้วิจัย และขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

หทัยนุช จันทร์ชัยภูมิ

11 พฤศจิกายน 2565

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูปภาพ.....	ซ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 เสาวรศ.....	3
2.2 เปลือกเสาวรศ.....	4
2.3 ถ่านกัมมันต์.....	5
2.4 กระบวนการผลิตยางฟองน้ำจากยางพารา.....	8
2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	12
3.1 กระบวนการทำ Activate Carbonจากเปลือกเสาวรศ.....	12
3.2 กระบวนการผลิตยางฟองน้ำ.....	13
3.3 การศึกษาวัสดุที่ใช้ในการทำแม่พิมพ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรศ.....	17
3.4 การทดสอบคุณสมบัติเบาะรองนั่งยางฟองน้ำ.....	18
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย.....	25
4.1 ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรศ.....	25
4.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติเบาะรองนั่งยางฟองน้ำจากเปลือกเสาวรศ.....	28
4.3 ผลการหาส่วนผสมผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากที่เหมาะสมที่สุด.....	32

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย.....	35
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	35
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	37
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	38
บรรณานุกรม.....	39
ภาคผนวก.....	40
ภาคผนวก ก.....	41
ภาคผนวก ข.....	57
ภาคผนวก ค.....	61
ประวัติผู้วิจัย.....	66

(จ)

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงส่วนผสมในการผลิตยางฟองน้ำ.....	13
4.1 แสดงอัตราส่วนการผลิต ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส.....	25
4.2 แสดงผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส.....	27
4.3 แสดงผลการทดสอบการวัดมิติชิ้นงาน.....	28
4.4 แสดงผลการทดสอบดัชนีความแข็งเชิงกด.....	29
4.5 แสดงผลการทดสอบการยุบตัวเนื่องจากแรงกด.....	30
4.6 แสดงผลการทดสอบค่าเฉลี่ยความหนาแน่น.....	31
4.7 แสดงผลการทดสอบค่าเฉลี่ยความแข็ง Shore (H00).....	32
4.8 ผลการหาส่วนผสมผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งที่เหมาะสมที่สุด.....	33

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 เสาบรรทัดเส้นเปลือกลูกสีม่วง และเสาบรรทัดเส้นเปลือกลูกสีเหลือง.....	3
3.1 การตากเปลือกเสาวรศ.....	12
3.2 ขั้นตอนการทำยางฟองน้ำ.....	14
3.3 หม้อนึ่งจากถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร.....	16
3.4 หลักการทำงานของหม้อนึ่งจากถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร.....	16
3.5 ตำแหน่งการวัดมิติ.....	19
3.6 เครื่องมือทดสอบการยุบตัวเนื่องจากแรงกด.....	21
3.7 สเกลของ Durometer แต่ละแบบตามมาตรฐาน ASTM D2240.....	22
4.1 กราฟผลการทำนายส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดจากการคำนวณ.....	33
ก-1 เตาเผาถ่านกัมมันต์ ขนาด 200 ลิตร (ด้านนอก).....	42
ก-2 เตาเผาถ่านกัมมันต์ขนาด 50 ลิตร (ด้านใน).....	42
ก-3 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล ยี่ห้อ AND รุ่น EK-1200i.....	43
ก-4 เครื่องผสมวัตถุดิบ ยี่ห้อ House worth รุ่น HW – 3470.....	43
ก-5 แม่พิมพ์หล่อวัสดุ ขนาด 35x35x5 cm.....	44
ก-6 เตาอบ 200ลิตร.....	44
ก-7 น้ำยางชั้น 60%.....	45
ก-8 K-Oleate สารละลายโพแทสเซียมโอเลเอต.....	45
ก-9 กำมะถัน.....	46
ก-10 ZDEC ซิงค์ไดเอททิลไดไฮโอคาร์บาเมต.....	46
ก-11 ZDEC ซิงค์ไดเอททิลไดไฮโอคาร์บาเมต.....	47
ก-12 วีกส์เตย์แอล.....	47
ก-13 ZnO.....	48
ก-14 ไดฟีนิลกาวดิน DPG.....	48
ก-15 SSF โซเดียมซัลโฟลูปอไรด์.....	49
ก-16 การตากเปลือกเสาวรศ.....	49
ก-17 เตาเผา 200 ลิตร.....	50
ก-18 บรรจุเปลือกเสาวรศใส่ถังเล็ก 50 ลิตร.....	50

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก-19 บรรจุพินให้อยู่รอบๆ เต็มถึง.....	51
ก-20 เพลเปือกเสาวรสีที่บรรจุใส่ถังเล็ก.....	51
ก-21 ถ่านกัมมันต์เปือกเสาวรสีที่บดแล้ว.....	52
ก-22 แสดงสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย.....	53
ก-23 ผงถ่านกัมมันต์จากเปือกเสาวรสี.....	53
ก-24 เครื่องผสม.....	53
ก-25 เครื่องชั่งน้ำหนัก.....	54
ก-26 แม่พิมพ์.....	54
ก-27 เทฟองน้ำยางลงในแม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูป.....	55
ก-28 ยางฟองน้ำหลังทิ้งไว้ในแม่พิมพ์.....	55
ก-29 แม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูปเบาะรองนั่งที่ปิดฝาแล้ว.....	56
ก-30 ผึ่งเบาะรองนั่งยางพารา.....	56
ข-1 เบาะรองนั่งสูตรที่ 1.....	58
ข-2 เบาะรองนั่งสูตรที่ 2.....	58
ข-3 เบาะรองนั่งสูตรที่ 3.....	59
ข-4 เบาะรองนั่งสูตรที่ 4.....	59
ข-5 เบาะรองนั่งสูตรที่ 5.....	60

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

เสาวรสเป็นพืชชนิดหนึ่งที่ปลูกมากในจังหวัดเพชรบูรณ์โดยเฉพาะอำเภอเขาค้อ เมื่อเปรียบเทียบกับทั้งประเทศแล้วมีการปลูกเสาวรสเป็นอันดับ 1 ของประเทศไทย โดยมีเกษตรกรผู้ปลูกเสาวรส 353 ราย พื้นที่ปลูก 3,770 ไร่ มีผลผลิตรวม 3,415,950 กิโลกรัม ราคาขายเฉลี่ย 60-70 บาทต่อกิโลกรัม (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560) และได้มีการแปรรูปผลผลิตเสาวรสที่เสาวรสตรา KPT ตั้งอยู่ที่ วัดทุ่งสมอ ตำบลทุ่งสมอ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ และวิสาหกิจชุมชนแปรรูปเสาวรสและแปรรูปพืชผลทางการเกษตร ตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยทั่วไปแล้วเกษตรกรส่วนใหญ่จะปลูกเพื่อนำผลเสาวรสที่ได้ ส่งต่อไปยังโรงงานหรือวิสาหกิจชุมชนเพื่อทำการแปรรูป ปัจจุบันมีการแปรรูปเสาวรสออกมามากมายในทุกๆ ส่วนของเสาวรสสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ และเกิดประโยชน์สูงสุด เมื่อพิจารณาจากการแปรรูปแล้ว พบว่าการแปรรูปเสาวรสนั้นทำให้มีเศษเหลือทิ้งจากการแปรรูปอยู่ในปริมาณมาก ได้แก่ เปลือก ที่ไม่ได้มีการนำไปใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ (จันทร์จิรา และคณะ, 2562) โดยมีจำนวนเปลือกที่เหลือทิ้งจากการแปรรูปประมาณ 853,990 กิโลกรัมต่อปี พบว่าเปลือกเสาวรสบางส่วนได้นำไปใช้เลี้ยงโค (ลพ, มปป.) และเปลือกส่วนใหญ่ถูกทิ้งให้เกิดเป็นขยะและกลายเป็นสิ่งปฏิกูลในโรงงานหรือพื้นที่การแปรรูปของวิสาหกิจชุมชน และได้เน่าเสียจึงส่งกลิ่นเหม็นไปทั่วบริเวณโรงงานหรือพื้นที่การแปรรูปของวิสาหกิจชุมชน

จากปัญหาปริมาณเปลือกเสาวรสที่เหลือทิ้งจากการแปรรูปนั้นมีจำนวนมาก จึงมีความจำเป็นที่จะต้องลดขยะจากการแปรรูปของเปลือกเสาวรส และมีแนวคิดที่จะนำเปลือกเสาวรสมาใช้ประโยชน์ โดยการเพิ่มมูลค่าด้วยการนำมาทำเป็นเบาะรองนั่ง ซึ่งจะนำเปลือกเสาวรสมาเผาเป็นถ่านกัมมันต์ โดยถ่านกัมมันต์จะมีคุณสมบัติในการดูดซับสูงเนื่องจากพื้นที่ผิวที่สูง ใช้เพื่อดูดซับกลิ่นและความอับชื้น ป้องกันการเกิดแบคทีเรีย ถ่านกัมมันต์ยังสามารถปล่อยประจุลบ เพื่อช่วยในการกระตุ้นการไหลเวียนของเลือด และช่วยป้องกันสารที่ก่อให้เกิดพิษในระบบทางเดินทางอาหาร ในทางการแพทย์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะใช้ถ่านกัมมันต์ของเปลือกเสาวรสเป็นส่วนผสมในการขึ้นรูปยางพองน้ำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่ง นอกจากจะเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเปลือกเสาวรสแล้ว ยังมีคุณสมบัติที่ส่งผลดีต่อสุขภาพ เหมาะสำหรับผู้ที่มีความจำเป็นต้องนั่งทำงานเป็นเวลานาน เนื่องจากยางพองน้ำมีความยืดหยุ่นที่ได้จากธรรมชาติของยาง สามารถรองรับ

สรีระได้พอเหมาะโดยไม่ได้นุ่มหรือแข็งจนเกินไป มีคุณสมบัติดีต่อสุขภาพ มีความทนทานสูง มีคุณสมบัติป้องกันไรฝุ่น เนื้อยางมีรูปทรง ระบายอากาศได้ดี เหมาะกับสภาพอากาศของเมืองไทย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1.2.1. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากวัสดุเหลือทิ้งในการแปรรูปเสาวรส
- 1.2.2. เพื่อทดสอบคุณสมบัติของเบาะรองนั่งจากวัสดุเหลือทิ้งในการแปรรูปเสาวรส

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1.3.1. การทำเปลือกเสาวรส ให้เป็นถ่านกัมมันต์ ใช้กระบวนการคาร์บอนไนเซชัน
- 1.3.2. ความละเอียดของผงถ่านกัมมันต์จากเปลือกเสาวรส มีค่าความละเอียดไม่เกิน 180 mesh
- 1.3.3. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเบาะรองนั่ง คือ เปลือกเสาวรส ที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำเสาวรส ผงถ่านกัมมันต์จากเปลือกเสาวรส: น้ำยางพารา : สารเคมีแอมโมเนียมโอเลต : สารเคมีกำมะถัน : สารเคมีแซดอีดีซี : สารเคมีแซดเอ็มบีที : สารเคมีวินสเตย์เอล : สารเคมีซิงค์ออกไซด์ : สารเคมีดีจีพี : สารเคมีเอสเอสเอฟ
- 1.3.4. ลักษณะของเบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส เป็นทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีขนาด 35x35x3 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 1.3.5. ขึ้นรูปเบาะรองนั่งแบบใช้ปฏิกิริยาวัลคาไนเซชัน (Vulcanization) ซึ่งเป็นการทำให้ยางคงรูป โดยอาศัยการใช้สารเคมี การให้ความร้อน
- 1.3.6. การทดสอบประสิทธิภาพเบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส ได้แก่ 1) การวัดมิติชิ้นงาน 2) ดัชนีความแข็งเชิงกด 3) การยุบตัวเนื่องจากแรงกด 4) ความหนาแน่น และ 5) ความแข็งแรงแบบ Shore Durometer

1.4 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

- 1.4.1. ได้ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากวัสดุเหลือทิ้งในการแปรรูปเสาวรสที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเปลือกเสาวรสได้
- 1.4.2. ได้อัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเบาะรองนั่งจากจากวัสดุเหลือทิ้งในการแปรรูปเสาวรส
- 1.4.3. สามารถลดปริมาณขยะที่เกิดจากการแปรรูปเสาวรสได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เสาารส

เสาวรส หรือที่เราเรียกกันอีกชื่อหนึ่งว่า กะทกรกฝรั่ง อยู่ในตระกูล passifloraceae เป็นไม้ผลประเภทเถาเลื้อย ลำเถาค่อนข้างใหญ่ เถาเกี่ยวเลื้อยพัน โดยใช้มือจับที่เป็นเส้นออกตรงชอกใบ

ใบ ใบเป็นใบเดี่ยว รูปใบมน โคนผิวเรียบปลายใบแหลมโดยแยกเป็นสามแฉก ใบและเส้นใบบริเวณที่ติดต่อกันมีสีแดงเรื่อ บริเวณใกล้โคนก้านใบมีแฉกแหลมเล็กเรียงตรงกันข้ามสลับกัน ก้านใบ มีขนาดก้านไม้ขีด มีขนอ่อนเป็นฝอยขนาดเล็ก

ดอก ดอกของเสาวรส ดอกเดี่ยวสีม่วงเข้มมีขนาดใหญ่ เส้นผ่านศูนย์กลางดอก 4-5 เซนติเมตร กลีบเลี้ยง 5 กลีบ สีเขียว กลีบดอก 5 กลีบ สีขาวและประด้วยจุดสีม่วง ส่วนที่เด่นที่สุดคือ เส้นสีม่วงปนขาวเป็นจำนวนมากที่อยู่เป็นวงถัดจากกลีบดอกเข้าไป ดอกเสาวรสจะคว่ำหน้าลง จึงดูคล้ายดวงโคมที่ห้อยแขวนอยู่เป็นระยะๆ ตามเถาที่เลื้อยพันอยู่ ดอกมีกลิ่นหอมมากและหอมตลอดทั้งวัน ผลเป็นรูปไข่ เมื่อสุกจะเป็นสีเหลือง มีเมล็ดจำนวนมาก ปลูกประดับตามซุ้ม หรือตามรั้วบ้านได้ดี ขยายพันธุ์ได้ทั้งเพาะเมล็ด ตอนกิ่ง และปักชำกิ่ง

ผล เป็นรูปไข่หรือไข่ยาว มีหลายพันธุ์ บางพันธุ์ ผิวสีม่วง สีเหลือง สีส้มอมน้ำตาล เปลือกผล เรียบ เนื้อรับประทานได้ มีเมล็ดจำนวนมาก อยู่ตรงกลาง



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของ (ก)เสาวรสพันธุ์เปลือกสีม่วง และ (ข)เสาวรสพันธุ์เปลือกสีเหลือง

2.1.2 ประโยชน์ของเสาวรส

เนื้อในหรือรกหุ้มเมล็ดสามารถรับประทานได้ โดยผ่าผลแล้วเติมน้ำตาลเล็กน้อยก็รับประทานได้ทั้งเมล็ด หรือนำไปทำเป็นแยมผลไม้ก็ได้ น้ำคั้นจากเนื้อส่วนนี้มีกลิ่นหอมและมีการดม ใช้ผสมเป็นเครื่องดื่มหรือจะผสมกับน้ำผลไม้ชนิดอื่นๆ เพื่อเพิ่มกลิ่นหอม ซึ่งเป็นที่นิยมนกันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ และกำลังเป็นที่ต้องการของโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปหลายแห่งในประเทศไทย เพราะนอกจากทำให้เครื่องดื่มน่าลิ้มชิมรสแล้ว ยังมีคุณค่าทางอาหารต่างๆ มากมาย

ส่วนที่ใช้เป็นประโยชน์ของกะทกรกฝรั่ง ได้มาจากส่วนเนื้อเยื่อหุ้มอยู่รอบ ๆ เมล็ดภายในจะมีน้ำสีเหลืองเข้มมีรสเปรี้ยวจัด และกลิ่นหอมแรง สามารถนำมาประกอบอาหารและทำเป็นน้ำผลไม้สำหรับดื่ม ผลสุกอาจรับประทานสด โดยปกติกะทกรกฝรั่งจะมีรสเปรี้ยวกว่าน้ำส้มประมาณ 3 เท่า ดังนั้นจึงสามารถนำมาผลิตน้ำผลไม้หรือนำไปผสมกับน้ำผลไม้ที่มีรสออกเปรี้ยว

ส่วนเปลือก ผลและเนื้อส่วนนอก มีลักษณะแข็ง ไม่สามารถรับประทานได้ และส่วนภายในผลมีเมล็ดสีน้ำตาลเข้มหรือดำจำนวนมาก ซึ่งเมล็ดจะมีรสเป็นเยื่อเมือกสีเหลืองหรือสีส้ม ลักษณะเหนียวข้นและมีกลิ่นหอมเฉพาะตัวห่อหุ้มอยู่โดยรอบ เสาวรสสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ไม่ว่าจะเป็นเขต อากาศเย็นทางภาคเหนือ หรือเขตอากาศร้อนชื้นทางภาคกลางและภาคตะวันออก ซึ่งเป็นพืชที่ปลูกได้ง่าย การดูแลรักษาไม่ยุ่งยาก แต่ให้ผลผลิตต่อไร่สูง จึงเป็นพืชที่สามารถทำรายได้ให้แก่เกษตรกรได้ดี ประกอบกับตลาดต่างประเทศมีความต้องการสูง ผลเสาวรสหลังจากเก็บเกี่ยวไม่สามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้นานกว่า 1-2 อาทิตย์สามารถเก็บได้นาน 4-5 อาทิตย์ที่อุณหภูมิ 4.4-10 องศาเซลเซียส (เหมาะสม 7 องศาเซลเซียส) สูญเสียน้ำหนักอย่างรวดเร็วหลังจากเก็บเกี่ยว การจุ่มใน paraffin wax ร้อนเป็นการ sterilize ผิวของผลไม้และป้องกันไม่ให้ผลไม้แห้งและเหี่ยว ผลเสาวรส 1,000 กิโลกรัม มีเนื้อเยื่อ 580 กิโลกรัม ได้น้ำเสาวรส 426 กิโลกรัม โดยเฉลี่ยน้ำ เสาวรส 1 ลิตร ได้จากผลเสาวรส 4-5 กิโลกรัม

2.2 เปลือกเสาวรส

เปลือกเสาวรสมักจะถูกขายให้กับเกษตรกรเพื่อนำไปใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์เช่น วัว ควาย เป็นต้น แต่จากงานวิจัยหลายงานพบว่า เปลือกของเสาวรสนี้มีประโยชน์มากมายยิ่งกว่าการเป็นแค่อาหารสัตว์ หากมองประโยชน์ในเชิงพาณิชย์เปลือกเสาวรสเป็นอีกวัตถุดิบหนึ่งที่มีความเป็นไปได้สูงในการผลิตเพกติน เนื่องจากเป็นเศษเหลือที่มีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 50 ถึง 60 ของน้ำหนักผลสด และมีปริมาณเพกตินประมาณร้อยละ 19.1 ของน้ำหนักเปลือกแห้ง โดยเพกตินที่ได้เป็นเพกตินชนิดที่มีปริมาณหมู่เอสเตอร์ต่ำ (low ester pectin or low methoxy pectin) หรือที่เรียกว่าเพกตินชนิด LM (Yapo และ Koffi, 2006) ซึ่งมีประโยชน์ต่อการเพิ่มความหนืดให้กับผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณของแข็งละลายอยู่น้อยเช่น เครื่องดื่มน้ำผลไม้เข้มข้นเปรี้ยวโยเกิร์ต เป็นต้น (Kulkarni และ Vijayanand, 2010; Pinheiro และคณะ, 2008)

Yapo และ Koffi (2008) ได้ศึกษาประโยชน์ของเปลือกเสาวรสในแง่ของการเป็นแหล่งวัตถุดิบใหม่ในการผลิตเส้นใยอาหาร โดยนำเปลือกเสาวรสปั่นธุลีหยาบมาสกัดด้วยเอทานอลพบว่า มีส่วนของของแข็งที่ไม่ละลายในเอทานอลมากกว่าร้อยละ 73 และส่วนของของแข็งนี้เองซึ่งมีคุณสมบัติเป็นเส้นใยอาหารที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำมากกว่า 3 กรัมต่อกรัมของเส้นใยและมีความสามารถในการอุ้มน้ำมันมากกว่า 4 กรัมต่อกรัมของเส้นใย เส้นใยอาหารเป็นสารที่ร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อยสลายและดูดซึมได้ด้วยตนเองแต่จุลินทรีย์บางชนิด (probiotics) ที่อยู่ภายในทางเดินอาหารสามารถหมักสารเหล่านี้ได้ ทำให้จุลินทรีย์เหล่านั้นเจริญเติบโตได้ดีขึ้น จึงเป็นประโยชน์แก่มนุษย์เช่น ช่วยลดอาการท้องผูกรักษาสมดุลน้ำและเกลือแร่ในร่างกายและช่วยในการดูดซึมแร่ธาตุบางชนิด เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็กและสังกะสี (พีร์, 2008) จากคุณประโยชน์ดังกล่าวจึงทำให้มีนักวิจัยศึกษาถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ที่พบในเปลือกเสาวรส

2.3 ถ่านกัมมันต์

2.3.1 ความหมายของถ่านกัมมันต์

ถ่านกัมมันต์เป็นสารดูดซับประเภทหนึ่งที่มีลักษณะเป็นของแข็งสีดำ อาจอยู่ในรูปแบบผงหรือเม็ดก็ได้ โดยมีการสังเคราะห์ขึ้นเป็นพิเศษ เพื่อให้มีพื้นที่ผิวมากที่สุดซึ่งทำได้โดยการทำให้มีรูพรุนหรือโพรงภายในเนื้อคาร์บอนมากเท่าที่จะทำได้ เทคโนโลยีในปัจจุบันสามารถทำให้ถ่านกัมมันต์ 1 กรัมมีพื้นที่ผิวได้ประมาณ 600-1000 ตารางกิโลเมตร การที่ทำให้คาร์บอนมีพื้นที่ภายในผิวสูงเพื่อสามารถดึงดูดโมเลกุลจำนวนมากๆ ให้มาเกาะติดที่ผิวได้ พื้นที่ผิวจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกำหนดสมรรถนะของคาร์บอน ด้วยเหตุนี้คาร์บอนที่มีพื้นที่ผิวจำเพาะสูงจึงมีอำนาจหรือความสามารถในการดูดซับ (Adsorptive Capacity) สูงตามไปด้วย การหาพื้นที่ผิวทำได้โดยการหาปริมาณไอโอดีนที่ถูกดูดซับไว้โดยการวัดค่าไอโอดีนนัมเบอร์ซึ่งเป็นค่าเทียบเคียงกับพื้นที่ผิวของคาร์บอน โดยที่ค่าไอโอดีนนัมเบอร์แสดงถึงสมรรถนะของคาร์บอนในการดูดซับโมเลกุลต่างๆ

2.3.2 คุณสมบัติของถ่านกัมมันต์

ถ่านกัมมันต์ที่ใช้ควรมีคุณสมบัติอย่างน้อย มีดังนี้

Total Surface Area	800 – 1500 m ³ /g
Bulk Density	26 lb/ft ³
Effective Size	0.8 – 0.9 nm
UniFormity Coefficient	Max 1.9
Iodine Number	Min 850 mg/g
Ash	Max 8 %
Moisture	Max 2 %

2.3.3 ประโยชน์ของถ่านกัมมันต์

ถ่านกัมมันต์ถูกนำมาใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากความสามารถในการดูดซับสูงทั้งสารที่เป็นก๊าซและของเหลว โรงงานอุตสาหกรรมที่พบ การนำถ่านกัมมันต์ไปใช้ประโยชน์มีดังนี้

1. โรงงานน้ำตาล

- 1) ใช้ในการฟอกสีน้ำตาลเป็นจุดประสงค์หลัก
- 2) ใช้ในการดูดสารพวก ไนโตรจีนัส และไลอะฟิลลิกคอลลอยด์ จากน้ำอ้อยและสารละลายน้ำตาล

2. อุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลและไซรัพจากแป้ง

- 1) ใช้ในการดูดซับสารพวกโปรตีน เหล็ก หินปูนและฟอสเฟตออกจากสารประกอบ Dextrin, Maltose และDextose ทำให้สีของไซรัปอยู่คงทนไม่เปลี่ยนเป็นสีคล้ำแม้จะเก็บไว้นาน
- 2) ใช้ในการเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายให้สูงขึ้น

3. โรงงานไขมันและน้ำมัน

- 1) ใช้ดูดสิ่งแปลกปลอมที่อยู่ในน้ำมันพืช
- 2) ใช้ดูดซับ(inhibitor)ตัวยับยั้งโดยไม่ดูดสี
- 3) ใช้ร่วมกับการฟอกสี เพื่อให้ได้สีตามที่ต้องการและได้รตที่ดีขึ้น

4 โรงงานเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์

- 1) วิสกี้ ใช้ถ่านกัมมันต์ในการกำจัดรสและกลิ่นที่ไม่ต้องการโดยการนำถ่านกัมมันต์มาทำเป็นชั้นให้วิสกี้ไหลผ่าน หรือนำถ่านกัมมันต์ผสมเข้ากับวิสกี้โดยตรงประมาณ 0.1- 0.5 % แล้วจึงกรองออกภายหลัง

- 2) ไวน์ ใช้ถ่านกัมมันต์เพื่อกำจัดรสและกลิ่นที่ไม่ต้องการ ทำให้ไวน์เกรดดีขึ้น

- 3) เบียร์ เติมถ่านกัมมันต์ลงไปเบียร์ เพื่อกำจัดตะกอนที่เกิดขึ้นจากการแช่เย็นโดยถ่านกัมมันต์จะทำหน้าที่ดูดซับตะกอนโปรตีนที่เอนไซม์ย่อยไม่ได้ แล้วยังใช้ถ่านกัมมันต์ในการเตรียมน้ำให้สะอาดก่อนนำไปต้มเพื่อผลิตเบียร์ด้วย

5 ผลิตภัณฑ์อาหาร

- 1) เจลาติน ใช้ถ่านกัมมันต์ในการดูดกลิ่นและสีที่ไม่พึงประสงค์ ทำให้เจลาตินใสและสะอาด

2) เพคติน ใช้ถ่านกัมมันต์ดูดกลืนและสีที่ไม่พึงประสงค์ของเพคตินที่สกัดจากผลไม้ซึ่งมักมีสีมืดมัวและมีกลิ่นเฉพาะตัวที่ไม่ค่อยดี

3) น้ำผลไม้ ใช้ถ่านกัมมันต์ดูดสีในน้ำผลไม้ทำให้สีของน้ำผลไม้ใสขึ้น ไม่ขุ่น

6 การทำให้น้ำบริสุทธิ์

ใช้ถ่านกัมมันต์ดูดคอลลิ้นและสารเป็นพิษอื่นๆที่ติดมากับน้ำประปาซึ่งอาจทำได้ 2 ทางคือ ใช้ถ่านกัมมันต์ชนิดผงผสมลงในน้ำแล้วกรองออก แล้วใช้ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ดและให้น้ำไหลผ่าน จากหลักการข้างต้นมีการดัดแปลงให้เป็นเครื่องกรองน้ำ เพื่อทำให้น้ำบริสุทธิ์ซึ่งเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย

7 สารอินทรีย์

ใช้ถ่านกัมมันต์ในการปรับสภาพเพื่อใช้ประโยชน์ต่างๆกันตามชนิดของสารอินทรีย์เช่น

- 1) แลคเตส(lactose) และกรดแลคติก (lactic acid) ซึ่งผ่านการปรับสภาพโดยการเติมด่างลงไป จะมีผลข้างเคียงทำให้สารโปรตีนพวกอัลบูมินตกตะกอนผลที่เกิดขึ้นสามารถแก้ไขโดยการเติมถ่านกัมมันต์
- 2) เบต้าอิน(Betaine) มีอยู่ในน้ำทิ้งโรงงานน้ำตาลที่ใช้หัวBeet เป็นวัตถุดิบ ซึ่งสารดังกล่าวทำให้น้ำทิ้งมีค่า bod สูงสามารถแก้ไขได้โดยการเติมถ่านกัมมันต์ลงไปดูดซับเบต้าอิน และเบต้าอิน ดังกล่าวยังสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้

8 อุตสาหกรรมเคมีและยา

ถ่านกัมมันต์ใช้ในการผลิตสารเคมีและยาหลายชนิด ในต่างประเทศได้มีการทดลองใช้ถ่านกัมมันต์ในการรักษาโรคโดยตรงแล้ว เช่น แพทย์ชาวอังกฤษนิยมใช้ถ่านเพื่อรักษาอาการอักเสบจากการติดเชื้อ ในประเทศฝรั่งเศสใช้ผงถ่านเพื่อกำจัดสารพิษ ส่วนนักวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกาใช้ผงถ่านกัมมันต์ลดแก๊สในกระเพาะอาหาร หรือใช้ดูดเชื้อแบคทีเรียที่เป็นตัวผลิตแก๊สในลำไส้ ตลอดจนอาการท้องเดินจากการรับประทานอาหารที่เป็นพิษด้วย

9 การทำให้ตัวทำละลายบริสุทธิ์เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

ในอุตสาหกรรมหลายประเภทถ้าสามารถนำตัวทำละลายสารใดๆกลับมาใช้ใหม่ ได้จะเป็นการลดต้นทุนการผลิตอย่างมากซึ่งถ่านกัมมันต์สามารถใช้ประโยชน์กับงานนี้ได้

10. กระบวนการเร่งปฏิกิริยาเคมี(Catalytic process)

ถ่านกัมมันต์ทำหน้าที่เป็นตัวพาสารเร่งในปฏิกิริยาที่มีสารเร่งหลายชนิด รวมทั้งทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของตัวเร่งให้ดีขึ้นด้วย

11 การใช้งานด้านอื่นๆ

- 1) ถ่านกัมมันต์เป็น absorbent column ชนิดหนึ่งที่ใช้ใส่เครื่อง Gas Chromatography
- 2) ประยุกต์ใช้ดูดซับสารพวก Organic colloid
- 3) ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการปฏิกิริยาของแก๊ส หรือในปฏิกิริยาการฟอสฟีน
- 4) ใช้ผสมลงในสีเพื่อป้องกันการกัดกร่อน
- 5) ใช้ถ่านกัมมันต์เป็นส่วนผสมในกันกรองบุหรี
- 6) อุตสาหกรรมการปรับอากาศโดยใช้ถ่านกัมมันต์ทำหน้าที่เป็นตัวดูดซับสารมลพิษในอากาศต่างๆเช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจน อะเซทิลีน ฯลฯ
- 7) ใช้ถ่านกัมมันต์ในการฟอกสีในโรงงานอุตสาหกรรมการทำผงชูรส
- 8) ใช้ถ่านกัมมันต์ในการดูดสิ่งสกปรก จับน้ำมัน และก๊าซธรรมชาติหรือกำจัดสารจำพวกสารอินทรีย์ที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบในโรงงานแยกก๊าซธรรมชาติ
- 9) ใช้ถ่านกัมมันต์ในการกำจัดสารอินทรีย์ที่ไม่ต้องการในสารละลายในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า
- 10) ประยุกต์ในการผลิตน้ำอัดลมหรือน้ำหวานบรรจุขวดโดยถ่านกัมมันต์เกี่ยวข้องในกระบวนการทำน้ำตาลที่ใช้ในการผลิตให้มีความบริสุทธิ์ปราศจากกลิ่นและรส

2.4 กระบวนการผลิตยางฟองน้ำจากยางพารา

กระบวนการผลิตยางฟองน้ำโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 กระบวนการ คือ กระบวนการดันลอป (Dunlop process) ซึ่งมีการพัฒนาดังแต่ปี 1929 โดยใช้โซเดียมซิลิโคฟลูออไรด์ (Sodium Silicofluoride, SSF) เป็นสารทำให้น้ำยางเกิดการจับตัวและเกิดการคงรูป ส่วนกระบวนการแบบที่สอง คือ กระบวนการแบบทาลาเลย์ (Talalay process) ซึ่งมีการพัฒนาประมาณปี 1946 โดยมีการให้ความเย็นกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งมีหน้าที่ทำให้สารเกิดการจับตัวและเกิดการคงรูป

โดยปกติในกระบวนการผลิตยางฟองน้ำจากน้ำยางพารา พบว่าฟองน้ำจะเกิดการหดตัว ภายหลังจากการวัลคาไนท์ ซึ่งทำให้ขนาดของฟองน้ำยางธรรมชาติได้ขนาดเล็กกว่าที่กำหนดไว้จาก เบ้า ซึ่งเป็นปัญหาต่อการใช้ที่ต้องการรูปทรงที่แน่นอนของยางฟองน้ำ ปัญหาการหดตัวนี้เกิดจาก ยางพารามีการทนทานต่อการบวมตัว ในตัวทำละลายค่อนข้างต่ำ และอัตราในการปั่นไม่คงที่ ส่งผล ให้ความหนาแน่นของยางแตกต่างกัน รวมทั้งปริมาณของแข็ง ชนิดและปริมาณของสารเกิดฟอง (Blowing agent) ส่งผลให้คุณสมบัติทางกลของยางไม่แน่นอน

ยางฟองน้ำมีลักษณะที่อาจเป็นเซลล์เปิด (ฟองหรือช่องว่างเชื่อมติดกันโดยไม่มีผนังเซลล์) แบบเซลล์ปิด (ฟองมีขนาดเล็ก บางส่วนมีผนังเซลล์และบางส่วนไม่มีผนังเซลล์) และแบบเซลล์เล็ก (ฟองมีขนาดเล็ก) ซึ่งการเกิดลักษณะเซลล์ ที่แตกต่างกันนั้นจะขึ้นกับปัจจัยการควบคุมกระบวนการ ในการเกิดฟอง สารเคมีที่ใช้ ซึ่งผลความแตกต่างของลักษณะเซลล์จะส่งผลต่อคุณสมบัติเชิงกลและ การรับแรงกระแทกได้ ยางฟองน้ำจัดเป็นวัสดุชีวภาพที่ได้จากธรรมชาติที่น่าสนใจและมีศักยภาพ สูงในการพัฒนา ปรับปรุงเพื่อนำมาใช้ในระดับอุตสาหกรรม ในปัจจุบันการใช้น้ำยางพารามาแปร รูปเป็นยางฟองน้ำยังอยู่ในระดับที่ต่ำมาก มีการใช้งานที่จำกัด เนื่องจากรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่แปรรูป ได้มีเพียงไม่กี่ชนิด ตลอดจนข้อมูลพื้นฐานทาง คุณสมบัติยังไม่ครบถ้วน จึงทำให้การนำน้ำ ยางพารามาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าประเภทยางฟองน้ำจึงตกต่ำมาก ในขณะที่ความต้องการ ใช้วัสดุกันกระแทกในอุตสาหกรรมมีสูงมาก ตลอดจนการที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับการรักษา สิ่งแวดล้อม

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศุภชัย ภิธัชเพ็ญ (2551) ยางฟองน้ำเป็นวัสดุย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่เตรียมได้จากน้ำยาง ธรรมชาติ มีโครงสร้างเป็นรูพรุนที่ต่อเนื่องกันภายใน โครงสร้าง จึงมีลักษณะคล้ายฟองน้ำ และเมื่อ ถูกกระทำด้วยแรงกดและจะสามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ดี (โพแทสเซียมโอเลียด), สารตัวเติม (แคลเซียมคาร์บอเนต), ผลของกระบวนการให้ความร้อน (นึ่งและอบ) ความหนาแน่นของนิตยา ของน้ำต่อสมบัติทางกายภาพของยางฟองน้ำ โดยใช้กระบวนการดันลือปในการเตรียมอย่างของน้ำ จากผลการทดลองพบว่าสมบัติของยางฟองน้ำขึ้นกับปริมาณของโพแทสเซียมโอเลียด โดยเมื่อเติม โพแทสเซียมโอเลียดในปริมาณที่มากขึ้นทำให้ยางฟองน้ำมีความหนาแน่นและความสามารถในการ ดันทานแรงกดลดลง นอกจากนี้โพแทสเซียมโอเลียดส่งผลให้ยางฟองน้ำที่ผ่าน การให้ความ ร้อนแบบนึ่งสามารถดันทานต่อแรงกดได้ดี และมีความหนาแน่นและเปอร์เซ็นต์การหดตัวสูงกว่า

ยางพองน้ำที่ผ่านการให้ความร้อนแบบอบ ในขณะที่การเติมแคลเซียมคาร์บอเนตส่งผลให้ยางพองน้ำมีความหนาแน่น ความสามารถในการต้านทานแรงกดและเปอร์เซ็นต์การหดตัวที่สูงขึ้นและมีเปอร์เซ็นต์การหดตัวสูงสุดที่ระดับ 10 phr (part per hundred rubbers) และแคลเซียมคาร์บอเนตส่งผลให้ยางพองน้ำที่ผ่านการให้ความร้อนแบบอบสามารถต้านทานแรงกดได้ดีกว่ายางพองน้ำที่ผ่านการให้ความร้อนแบบนึ่ง นอกจากนี้พบว่ายางพองน้ำที่มีความหนาแน่นสามารถต้านทานต่อแรงกด และสามารถป้องกันแรงกระแทกได้ดี เมื่อนำไปทดสอบที่ความเค้นสถิต 0.04 kg/cm^3 และตกกระแทกที่ความสูง 18 นิ้ว พบว่ายางพองน้ำที่มีความสามารถในการป้องกันแรงกระแทกดีที่สุดคือ ยางพองน้ำที่เตรียมจากการใช้โพแทสเซียมโอเลเอต 1.40 phr การให้ความร้อนแบบอบและมีความหนาแน่น 1.5 นิ้วซึ่งมีค่า G ต่ำสุด (42.9 G) แม้ว่ายางพองน้ำจะมีความสามารถในการดูดซับแรงกระแทกได้ต่ำกว่าโพลีโพลิสไตรีน (ความหนาแน่น 0.016 g/cm^3) แต่เมื่อนำไปทดสอบรับแรงกระแทกหลายๆ ครั้ง กลับพบว่ายางพองน้ำมีสมบัติการป้องกันการกระแทกได้ดีเนื่องจากยางพองน้ำมีความยืดหยุ่นและความสามารถในการคืนตัวกลับได้ดีกว่าโพลีโพลิสไตรีน และยางพองน้ำเมื่อเติมผสมกับขี้เลื่อยไม้ยางพาราส่งผลให้ความหนาแน่นและความสามารถต้านทานต่อแรงกดสูงขึ้น ขณะที่เปอร์เซ็นต์การหดตัวลดลง นอกจากนี้ยางพองน้ำเดิมขี้เลื่อยตั้งแต่ 10-25 % ไม่มีความแตกต่างกันในด้านความสามารถในการดูดซับแรงกระแทก และเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุสังเคราะห์โฟม Expandable polystyrene พบว่ายางพองน้ำมีประสิทธิภาพในการดูดซับแรงกระแทกได้ดีกว่า 9-14 % และช่วยให้ประหยัดพื้นที่การใช้ของวัสดุกันกระแทกได้ 2.2-14.7 % ยางพองน้ำจึงมีความจำเป็นในการใช้เป็นวัสดุกันกระแทกแบบใช้ซ้ำหรือแบบป้องกันการกระแทกซ้ำ

สุพรรณ ยอดยิ่ง และคณะ (2547) ศึกษาการผลิตถ่านกัมมันต์จากไม้ไผ่ โดยใช้วิธีกระตุ้นด้วยซิงค์คลอไรด์ ซึ่งมีตัวแปรที่ศึกษาคืออัตราส่วนโดยมวลของซิงค์คลอไรด์ต่อถ่านไม้ไผ่ที่ 0.5: 1, 1:1 และ 2: 1 อุณหภูมิที่ใช้ในการกระตุ้นได้แก่ 700 800 และ 900 องศาเซลเซียส ทดสอบคุณสมบัติของถ่านกัมมันต์ที่ได้จากการทดลอง โดยการหาค่าการดูดซับไอโอดีนและค่าปริมาณความชื้น นำทางกลับมันที่ได้จากสถานะที่ดีที่สุดมาศึกษาไอโซเทอร์ม การดูดซับเมทธิลีนบลู ของถ่านกัมมันต์ ศึกษาสเปกตรัมของถ่านกัมมันต์เปรียบเทียบกับสเปกตรัมของถ่านกัมมันต์ที่อิมพัลส์ด้วยเมทธิลีนบลู และศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับสารละลายตะกั่ว ผลการทดลองพบว่าสถานะที่เหมาะสมสำหรับการใช้ถ่านกัมมันต์จากไม้ไผ่โดยวิธีการกระตุ้นด้วยซิงค์คลอไรด์ คือ อัตราส่วนโดยมวลของซิงค์คลอไรด์ต่อถ่านไม้ไผ่ที่ 1:1 และอุณหภูมิในการกระตุ้นคือ 900 องศาเซลเซียส ถ่านกัมมันต์ที่ได้ มีค่าไอโอดีนนัมเบอร์ 85 7.86 มิลลิกรัมต่อกรัม ความชื้น 0.100% เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมถ่านกัมมันต์แล้วพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณสมบัติเป็นถ่านกัมมันต์ ไอโซเทอรั่มการดูดซับเมทิลีนบลูของถ่านกัมมันต์เป็นไอโซเทอรั่มชนิดเอช(H) มีพื้นที่ผิวจำเพาะ เท่ากับ 26.2 7 ตารางเมตรต่อกรัม การดูดซับเมทิลีนบลูของถ่านกัมมันต์เป็นการดูดซับทางกายภาพ และธาตุกำมะถันมีประสิทธิภาพในการดูดซับสารละลายตะกั่วเท่ากับ 51.33% หรือ 1.68 มิลลิกรัมต่อกรัม

จันทร์จิรา ไช้ขวัญแก้ว และคณะ (2562)การใช้เปลือกและเมล็ดเสาวรสเสริมในอาหารไก่พื้นเมือง ในอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการเสริมเปลือกเสาวรส และการเสริมเมล็ดเสาวรส ในระดับต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของไก่พื้นเมือง แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง แต่ละการทดลองใช้ไก่พื้นเมืองพันธุ์ลูกผสม 3 สายพันธุ์ จำนวน 150 ตัว สุ่มแบ่งลูกไก่ออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ตัว และวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ การทดลองที่ 1 การเสริมเปลือกเสาวรสในอาหารต่อการเจริญเติบโตและเปอร์เซ็นต์ซากของไก่พื้นเมือง ให้ไก่กลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียว ส่วนกลุ่มที่ 2, 3, 4, และกลุ่ม 5 ได้รับอาหารสำเร็จรูปและเสริมด้วยเปลือกเสาวรส 2.5, 5.0, 7.5 และ 10.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การทดลองที่ 2 การเสริมเมล็ดเสาวรสในอาหารต่อการเจริญเติบโตและเปอร์เซ็นต์ซากของไก่พื้นเมือง ให้ไก่กลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียว ส่วนกลุ่มที่ 2, 3, 4, และกลุ่ม 5 ได้รับอาหารสำเร็จรูปและเสริมด้วยเมล็ดเสาวรส 3.0, 6.0, 9.0 และ 12.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้ง 2 การทดลอง ทำการเก็บข้อมูลน้ำหนักตัว และปริมาณอาหารที่กิน ของไก่พื้นเมือง ในแต่ละสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการสุ่มไก่ในแต่ละซ้ำ ซ้ำละ 2 ตัว มาชำแหละ เพื่อกำหนดค่าเปอร์เซ็นต์ซากของไก่ทดลองในแต่ละกลุ่ม นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Different (LSD) ผลการทดลองที่ 1 พบว่าการเสริมเปลือกเสาวรสในอาหารทำให้ไก่พื้นเมืองทั้ง 5 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ซากแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) และผลการทดลองที่ 2 พบว่าการเสริมเมล็ดเสาวรสในอาหารทำให้ไก่พื้นเมืองทั้ง 5 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโต และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ซากแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

จากการได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วในเนื้อหาบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรสและวิธีการทดสอบผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมา โดยมีขั้นตอนคือ การทำเปลือกเสาวรสให้เป็นถ่านกัมมันต์ (Activate Carbon) จากนั้นจะนำถ่านกัมมันต์จากเปลือกเสาวรสมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเป็นไส้ในของเบาะรองนั่งด้วยวิธีการวัลคาไนซ์ยางพาราให้กลายเป็นยางฟองน้ำ แล้วทำการทดสอบคุณสมบัติของยางฟองน้ำจากเปลือกเสาวรสโดยอ้างอิงการทดสอบตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเอาของที่นอนยางฟองน้ำลาเท็กซ์ (มอก. เอส 44-2562) จากนั้นจึงดำเนินการออกแบบผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรสโดยอ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของเบาะนั่ง (มพช. 379/2559) แล้วทำการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมา

3.1 กระบวนการทำ Activate Carbonจากเปลือกเสาวรส

3.1.1 เตรียมเปลือกเสาวรสที่เต็มไว้มาตากแดดให้แห้งสนิท เพื่อไม่ให้ขึ้นเน่าหรือเชื้อรา



รูปที่ 3.1 การตากเปลือกเสาวรส

3.1.2 เมื่อเปลือกเสาวรสแห้งสนิทแล้วให้นำมาเก็บ และเตรียมการเผา

3.1.3 เตรียมเตาเผาให้พร้อม

3.1.4 เอาเปลือกเสาวรสบรรจุใส่เตาเผาปิดฝาถึงให้สนิท

3.1.5 เเผาที่อุณหภูมิ 1000 °C

3.1.6 เมื่อเผาเสร็จแล้วบดถ่านกัมมันต์ให้มีขนาด 300 mesh

3.2 กระบวนการผลิตยางฟองน้ำ

3.2.1 ส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตยางฟองน้ำ

คณะผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะผลิตยางฟองน้ำที่มีการผสมถ่านกัมมันต์จากเปลือกเสาวรส จากนั้นผู้วิจัยจะนำส่วนผสมไปขึ้นรูปให้เป็นเบาะรองนั่ง จากการศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงได้ทำการออกแบบการทดลองส่วนผสมในการผลิตยางฟองน้ำโดยอ้างอิงจากงานวิจัยผลิตภัณฑ์หมอนอิงยางพารา (ชัยวุฒิ และคณะ, 2561) ซึ่งมีรายละเอียดส่วนผสมดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงส่วนผสมในการผลิตยางฟองน้ำ

ส่วนประกอบ	สูตร อ้างอิง (g)	สูตรที่ 1 (g)	สูตรที่ 2 (g)	สูตรที่ 3 (g)	สูตรที่ 4 (g)	สูตรที่ 5 (g)
น้ำยางข้น (LA-TZ)	779	779	779	779	779	779
K-Oleate*	70	70	70	70	70	70
Sulfur*	19	19	19	19	19	19
ZMBT ¹ , *	19	19	19	19	19	19
ZDEC ² , *	19	19	19	19	19	19
Wingstay L*	19	19	19	19	19	19
ZnO ³ , *	47	47	47	47	47	47
SSF ⁵ , ***	9	4	14	4	14	9
DPG ⁴ , **	20	15	15	25	25	20
ถ่านกัมมันต์(จากเปลือกเสาวรส)	-	15	5	5	15	10

หมายเหตุ : ¹ZMBT = Zinc-2-mercaptobenzothiazole

²ZDEC = Zinc diethyldithiocarbamate

³ZnO = Zinc oxide

⁴DPG = Diphenylguanidine

⁵SSF = Sodium silicofluoride

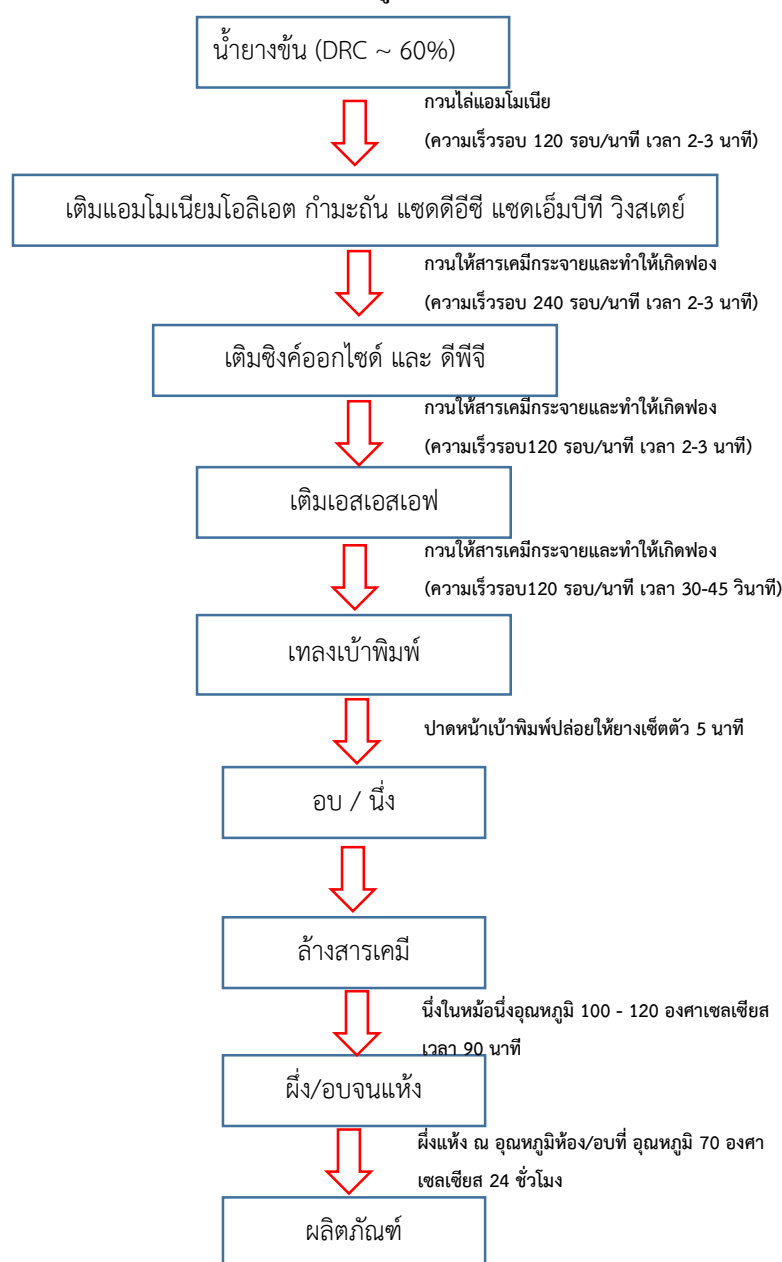
*ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก

**ความเข้มข้นร้อยละ 33 โดยน้ำหนัก

***ความเข้มข้นร้อยละ 12.5 โดยน้ำหนัก

3.2.2 กระบวนการทำยางฟองน้ำ

ยางฟองน้ำ ใช้กระบวนการทางเคมี ที่ทำให้วัสดุประเภทยางสามารถนำไปใช้งานได้ คือ ปฏิกริยาวัลคาไนเซชัน (Vulcanization) ซึ่งเป็นการทำให้ยางคงรูป โดยอาศัยการใช้สารเคมี ที่เหมาะสมและการให้ความร้อน เพื่อให้สายโซ่ยางเกิดการเชื่อมโยง ทำให้มีสมบัติเชิงกลและใช้งานได้ดีขึ้นงานวิจัยนี้ทีมวิจัยศึกษาอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการทำยางฟองน้ำสุก โดยทั่วไปอุปกรณ์ที่สามารถนำมาใช้ในการทำให้ยางฟองน้ำคงรูปคือหม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave) และตู้อบลมร้อน ซึ่งมีขั้นตอนการทำยางฟองน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการทำยางฟองน้ำ

หน้าที่ของสารเคมีที่ใช้ในการผลิตยางฟองน้ำ

- 1) น้ำยางพารา (60% NR latex ZA) เป็นน้ำยางพาราประเภทที่มีเนื้อยางแห้งประมาณ 60% ของปริมาณน้ำยางทั้งหมด และเก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย 0.7% สั่งซื้อมาจากบริษัท วิรุพห์ กิจ อินดัสทรี จำกัด (สำนักงานใหญ่)
- 2) สารละลายโพแทสเซียมโอเลเอต (K - oleate solution 10%) จะถูกเตรียมอยู่ในรูปสารละลายเข้มข้น 10% (w/v) สารละลายมีลักษณะใส หนืด ทำหน้าที่เป็นสารก่อตัว หรือ สารช่วยให้เกิดฟอง (Foaming agent) สั่งซื้อมาจากบริษัท เคมีคอลแอนด์แมททีเรียลส์ จำกัด (สำนักงานใหญ่)
- 3) ซิงค์ออกไซด์ (Zinc oxide, ZnO) เป็นสารเคมีที่มีลักษณะเป็นผงสีขาวครีมขุ่น ใช้ในรูปของสารแขวนลอยที่มีความเข้มข้น 50% ทำหน้าที่เป็นสารกระตุ้นเร่งปฏิกิริยาคัดค้านซ์ของน้ำยาง (Activator gelling agent) สั่งซื้อมาจากบริษัท เคมีคอลแอนด์แมททีเรียลส์ จำกัด (สำนักงานใหญ่)
- 4) กำมะถัน (Sulphur, S) เป็นกรดที่มีลักษณะเป็นผงสีเหลืองขุ่น ใช้ในรูปสารแขวนลอยที่มีความเข้มข้น 50% ทำหน้าที่เป็นสารวัลคาไนซ์ (Vulcanizing agent) หรือสารทำให้ยางคงรูป สั่งซื้อมาจากบริษัท เคมีคอลแอนด์แมททีเรียลส์ จำกัด (สำนักงานใหญ่)
- 5) ซิงค์ไดเอทิลไดไธโอคาร์บาเมต (Zinc - N - diethyl dithiocarbamate dispersion, ZDEC) เป็นสารเคมีที่มีลักษณะเป็นผงสีขาวขุ่น ใช้ในรูปของสารแขวนลอยที่มีความเข้มข้น 50% ทำหน้าที่เป็นสารตัวเร่ง (Accelerator) ให้ยางสุก สั่งซื้อมาจากบริษัท เคมีคอลแอนด์แมททีเรียลส์ จำกัด (สำนักงานใหญ่)
- 6) ซิงค์เมอร์แคปโทเบนโซไทอาโซล (Zinc - 2 - mercaptobenzothiazole dispersion, ZMBT) เป็นสารเคมีที่มีลักษณะเป็นผงเหลืองขุ่น ใช้ในรูปของสารแขวนลอยที่มีความเข้มข้น 50% ทำหน้าที่เป็นสารตัวเร่ง (Accelerator) ให้ยางสุก สั่งซื้อมาจากบริษัท เคมีคอลแอนด์แมททีเรียลส์ จำกัด (สำนักงานใหญ่)
- 7) ริงส์เตย์แอล (Wing stay L dispersion, WSL) เป็นสารเคมีที่ใช้ในรูปสารแขวนลอยที่มีความเข้มข้น 50% ทำหน้าที่เป็นสารแอนติออกซิเดนซ์ (Antioxidant) เป็นสารป้องกันยางเสื่อม สั่งซื้อมาจากบริษัท เคมีคอลแอนด์แมททีเรียลส์ จำกัด (สำนักงานใหญ่)
- 8) โซเดียมซิลิโคฟลูออไรด์ (Sodium silicofluoride dispersion, SSF) เป็นสารเคมีที่มีลักษณะเป็นเม็ดสีขาวขุ่น ใช้ในรูปสารแขวนลอยที่มีความเข้มข้น 20% ทำหน้าที่เป็นสารก่อเจลหลัก (Gelling agent) หรือสารช่วยให้ฟองจับตัว สั่งซื้อมาจากบริษัท เคมีคอลแอนด์แมททีเรียลส์ จำกัด (สำนักงานใหญ่)

- 9) ไดฟีนิลกัวนิดีน (Diphenyl guanidine dispersion, DPG) เป็นสารเคมีที่มีลักษณะเป็นผงสีขาว ขุ่น ใช้ในรูปสารแขวนลอยที่มีความเข้มข้น 33% ทำหน้าที่เป็นสารก่อเจลเสริม (Secondary gelling agent) หรือสารเร่งให้ยางสุก สั่งซื้อมาจากบริษัท เคมีคอลแอนด์แมททีเรียลส์ จำกัด (สำนักงานใหญ่)

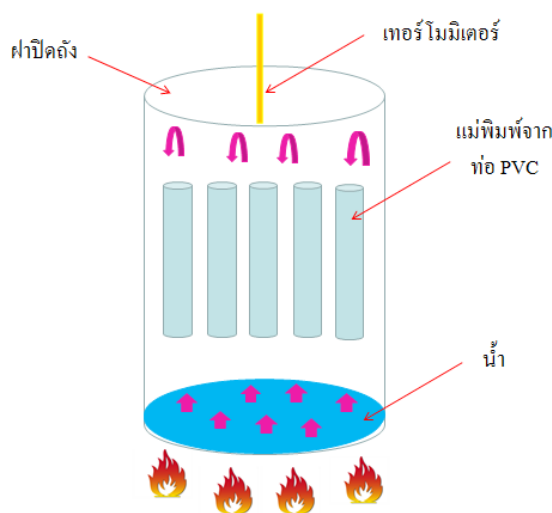
3.2.3 กระบวนการทำให้ยางฟองน้ำสุก

คณะผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้งานถึงน้ำมันขนาด 200 ลิตร เพื่อทดแทนการใช้หม้อนึ่งไอน้ำ เนื่องจากยางฟองน้ำที่ขึ้นรูปมาเป็นเบาะรองนั่งมีขนาดใหญ่ ไม่สามารถนำเข้าในหม้อนึ่งไอน้ำได้ ดังนั้นการประยุกต์ใช้งานถึงน้ำมันขนาด 200 ลิตร จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในกระบวนการทำให้ยางฟองน้ำสุก วิธีการทำโดยเอาฝาถังออกและทำตะแกรง เพื่อวางแม่พิมพ์แม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูปเบาะรองนั่ง โดยให้ก้นถังถึงตะแกรงมีระยะห่างประมาณ 20 เซนติเมตร เพื่อเติมน้ำสำหรับต้มให้ไอน้ำและความร้อน โดยได้รับความร้อนจากเตาแก๊สที่ให้ความร้อนที่ก้นถัง หลักการทำงานของหม้อนึ่งจากถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร (ชัยวุฒิ และคณะ, 2561) ดังแสดงในรูปที่

3.3



รูปที่ 3.3 หม้อนึ่งจากถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร



รูปที่ 3.4 หลักการทำงานของหม้อน้ำจากถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร

การเตรียมผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส โดยใช้เทคนิคการตีฟอง (Foaming) มีขั้นตอนดังนี้

- 1) นำน้ำยางชั้นชนิดครีมและสารเคมีตามสูตรในการเตรียมยางฟองน้ำตามตารางที่ 3.1 ใส่ลงในหม้อของเครื่องผสม อาหารเนกประสงค์ ตามลำดับ เปิดเครื่องผสมอาหารเนกประสงค์เพื่อตี ให้ฟูตามเวลาที่กำหนด
- 2) เทฟองน้ำยางลงในแม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูปเบาะรองนั่งเตรียมไว้ปิดหน้าฟองน้ำยางให้เรียบปิดฝาแม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูปเบาะรองนั่ง
- 3) นำแม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูปเบาะรองนั่งที่ปิดฝาแล้ว ไปนั่งในหม้อน้ำไอน้ำ 1.5 ชั่วโมง
- 4) นำยางฟองน้ำออกจากแม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูปเบาะรองนั่งและล้างทำความสะอาด เพื่อชะล้างสารเคมี ตกค้าง
- 5) นำยางฟองน้ำไปผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง

3.3 การศึกษาวัสดุที่ใช้ในการทำแม่พิมพ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส

เมื่อเราปั่นน้ำยางจนได้ฟองตามปริมาณ ต้องการแล้ว จะเราต้องรีบเทฟองน้ำยางลงแม่พิมพ์ทันที การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส จำเป็นต้องใช้แม่พิมพ์ที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส ที่มีลักษณะตามต้องการ ในทางอุตสาหกรรม แม่พิมพ์ที่ใช้ ผลิตจาก Cast aluminium alloy ที่มีสมบัติถ่ายเทความร้อนได้ดี ทนทานต่อการกัดกร่อน ผิวหน้าเรียบลื่น ง่ายต่อการลอกผลิตภัณฑ์ยางฟองน้ำออกจากแม่พิมพ์ หรือใช้แม่พิมพ์พลาสติก โครงเหล็กที่ทนต่อความร้อนที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตหมอนยางพาราทั่วไป ซึ่งมีราคาสูงถึงชิ้นละ 12,000 บาท ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงศึกษาวัสดุที่เลือกใช้เป็นแม่พิมพ์ เพื่อให้ได้แม่พิมพ์ที่เหมาะสม ราคาไม่สูง ซึ่งคณะผู้วิจัยสามารถจัดหาและนำมาใช้ได้

เนื่องจากผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส ที่ต้องการมีลักษณะทรงสี่เหลี่ยม ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำแผ่นสังกะสีมาขึ้นรูปเป็นสี่เหลี่ยมให้เป็นทรงสี่เหลี่ยม เนื่องจากแผ่นสังกะสีเป็นวัสดุที่ทนความร้อนได้ดี หาได้ง่าย แต่มีปัญหาในการรักษารูปทรงและเกิดสนิมหลังจากใช้งานไม่นาน เนื่องจากแม่พิมพ์แผ่น สังกะสี ต้องสัมผัสกับน้ำและความชื้นจากฟองน้ำยาง รวมทั้งความร้อนจากการทำให้สุกหมอนสูงซึ่งเป็นการเร่งให้แม่พิมพ์เกิดสนิมและเสียรูปทรง

วัสดุเหล็กชึงค์ มีคุณสมบัติผิวหน้าเรียบลื่น ทนต่อการกัดกร่อน ไม่เป็นสนิม อายุการใช้งานยาวนาน ราคาแพง

วัสดุพลาสติก ที่มีลักษณะเป็นทรงตามที่ต้องการ ซึ่งขึ้นอยู่กับแม่พิมพ์ที่ทำการฉีดขึ้นรูป มีหลายขนาดให้เลือก สามารถหาได้ง่าย สามารถรักษารูปร่างและไม่เกิดสนิม แต่ความแข็งแรงน้อย อายุการใช้งานสั้นเมื่อเปรียบเทียบกับแม่พิมพ์พลาสติกโครงเหล็กที่ใช้กันในอุตสาหกรรม หรือแม่พิมพ์แผ่นสังกะสี

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงทดลองนำแผ่นสังกะสีเรียบ ขึ้นรูปเป็นลักษณะทรงสี่เหลี่ยม เนื่องจากสามารถหาได้ง่ายมาทดลองใช้เป็นแม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูปเบาะรองนั่ง เป็นแม่พิมพ์ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส

3.4 การทดสอบคุณสมบัติเบาะรองนั่งยางฟองน้ำ

เนื่องจากมาตรฐานการทดสอบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งยางฟองน้ำนั้นไม่มีมาตรฐานรองรับ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเลือกใช้มาตรฐานที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมา ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการทดสอบคุณสมบัติโดยอ้างอิงจากตามมาตรฐานอุตสาหกรรมเอสของทีนอน ยางฟองน้ำลาเท็กซ์ (มอก. เอส 44-2562) และมาตรฐาน ASTM โดยการทดสอบผลิตภัณฑ์เบาะรอง

นํ้ายางพองนํ้าในแต่ละสูตรจะทำการทดสอบแบบ 3 ซ้ำ ในทุกๆ หัวข้อการทดสอบซึ่งหัวข้อในการทดสอบคุณสมบัติมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

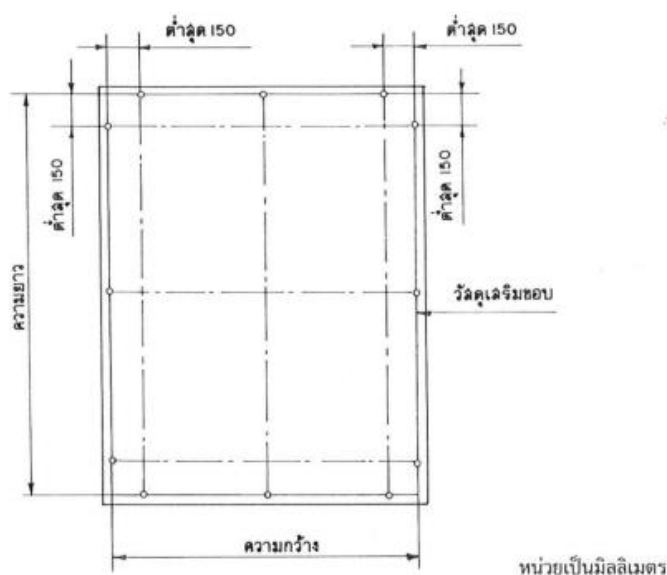
3.4.1 วัดมิติชิ้นงาน

3.4.1.1 การวัดความกว้างและความยาว

ใช้เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 mm วัดที่ระยะห่างระหว่างแนวที่ตั้งฉากกับผิวหน้าของตัวอย่างชิ้นงานทั้งด้านยาวและด้านกว้าง โดยไม่รวมวัสดุเสริมขอบ ให้วัดทุกด้าน ด้านละ 3 ตำแหน่ง แต่ละตำแหน่งอยู่ห่างกันเป็นระยะเท่า ๆ กัน และห่างจากที่มุมตัวอย่างที่ชิ้นงานไม่น้อยกว่า 150 mm (เปลี่ยนเป็น 10% ของความยาวเบาะรองนั่ง) ตลอดความยาวและความกว้างของตัวอย่างชิ้นงาน แล้วรายงานผลทุกค่า

3.4.1.2 การวัดความหนา

ใช้เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 mm วัดระยะห่างในแนวตั้งฉากกับผิวหน้าตัวอย่างที่ชิ้นงาน ด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง โดยไม่รวมวัสดุเสริมขอบ ให้วัดทุกด้าน ด้านละ 3 ตำแหน่ง แต่ละตำแหน่งอยู่ห่างกันเป็นระยะเท่า ๆ กัน และห่างจากที่มุมตัวอย่างชิ้นงานไม่น้อยกว่า 150 mm (เปลี่ยนเป็น 10% ของความยาวเบาะรองนั่ง) ตลอดความยาวและความกว้างของตัวอย่างชิ้นงาน แล้วรายงานผลทุกค่า



หมายเหตุ ○ คือ ตำแหน่งที่วัดความกว้าง ความยาว และความหนา

รูปที่ 3.5 ตำแหน่งการวัดมิติ

3.4.2 ดัชนีความแข็งเชิงกด (Indentation Test)

3.4.2.1 เครื่องมือ

1) เครื่องทดสอบความแข็งที่กดในแนวดิ่ง สามารถปรับความเร็วได้ และมีความแม่นยำ +1% ประกอบด้วย เป็นกดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 200^{+3}_{-0} mm และมีรัศมีความโค้งขอบล่าง $1.0^{+0.5}_{-0}$ mm พร้อมอุปกรณ์วัดความหนาที่มีความละเอียดถึง 0.5 mm

2) แผ่นรองรับขึ้นทดสอบที่มีผิวหน้าเรียบและแข็ง มีขนาดใหญ่กว่าขึ้นทดสอบ และมีรูระบายอากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm แต่ละรูห่างกัน 20 mm

3.4.2.2 การเตรียมขึ้นทดสอบ

ทำการสุ่มตัดตัวอย่างที่ขึ้นงานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสให้มีขนาด กว้าง 380^{+20}_{-0} mm ยาว 380^{+20}_{-0} mm และหนา 50^{+2}_{-0} mm เป็นขึ้นทดสอบ จำนวน 1 ชิ้น โดยมีผิวระนาบด้านบนขนานกับด้านล่าง

3.4.2.3 วิธีทดสอบ

1) วางขึ้นทดสอบบนแผ่นรองรับขึ้นทดสอบ เลื่อนให้เป็นกดกดลงบนขึ้นทดสอบ โดยใช้แรงกด 5 N^{+0}_{-2} แล้ววัดความหนาบ้นที่ค่าความหนาที่ได้เป็นความหนาเริ่มต้น

2) เพิ่มแรงกดให้ความหนาของขึ้นทดสอบลดลง $70\% \pm 2.5\%$ ของความหนาเริ่มต้นด้วยอัตราเร็ว $100\text{ mm/min} \pm 20\text{ mm/min}$ แล้วคลายแรงกดด้วยอัตราเดิม ปฏิบัติเช่นเดียวกันนี้อีก 2 ครั้ง

3) เพิ่มแรงกดให้ความหนาของขึ้นทดสอบลดลง $40\% \pm 1\%$ ของความหนาเริ่มต้นด้วยอัตราเร็ว $100\text{ mm/min} \pm 20\text{ mm/min}$ ปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลา $30\text{ s} \pm 1\text{ s}$ แล้วบันทึกดัชนีความแข็งเชิงกดจากค่าแรงกดที่อ่านได้เป็นนิวตัน

3.4.3 การยุบตัวเนื่องจากแรงกด (Indentation Set)

3.4.3.1 เครื่องมือ

1) เครื่องทดสอบแรงกด ซึ่งประกอบด้วยแผ่นระนาบกว้าง 300 mm ยาว 300 mm ทำด้วยอะลูมิเนียมหรือเหล็กกล้า 2 แผ่นขนานกัน และสามารถปรับระยะห่างระหว่างแผ่นระนาบทั้งสองได้ตามความหนาของขึ้นทดสอบ

2) เครื่องวัดความหนาที่วัดได้ละเอียดถึง 0.5 mm

3.4.3.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

สุ่มตัดตัวอย่างที่ชิ้นงานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส กว้าง $50 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ ยาว $50 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ และหนา $25 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ เป็นชิ้นทดสอบ จำนวน 5 ชิ้น โดยมีผิวระนาบด้านบนขนานกับด้านล่าง

3.4.3.3 วิธีทดสอบ

1) สุ่มวัดความหนาของชิ้นทดสอบโดยปราศจากแรงกด ในแนวตั้งฉากกับผิวระนาบทั้งสองของชิ้นทดสอบ 3 ตำแหน่ง แล้วหาค่าเฉลี่ยความหนาของชิ้นทดสอบ (t_1)

2) วางชิ้นทดสอบไว้บริเวณกึ่งกลางระหว่างแผ่นระนาบของเครื่องทดสอบแรงกด เลื่อนแผ่นระนาบทั้งสองเข้าหากัน จนกระทั่งชิ้นทดสอบมีความหนาลดลง 50% ของความหนาเดิม ปล่อยทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ $27^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ $65\% \pm 5\%$ เป็นเวลา 72 h

3) นำชิ้นทดสอบออกจากเครื่องทดสอบแรงกด ปล่อยชิ้นทดสอบให้คืนตัวไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 min แล้ววัดความหนาของชิ้นทดสอบ (t_2) แล้วรายงานผลทุกค่า

3.4.3.4 วิธีคำนวณ

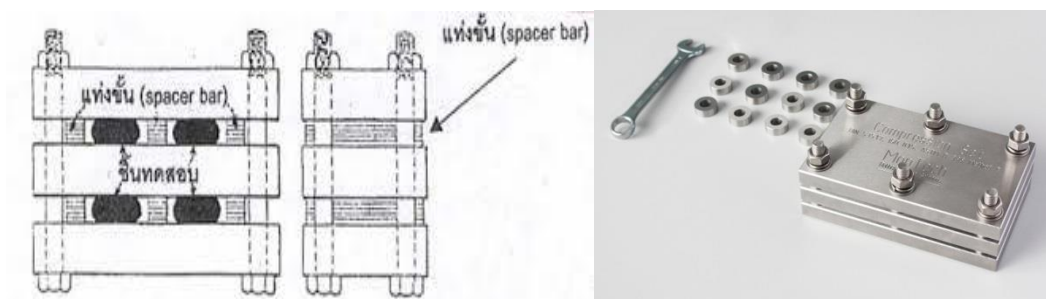
คำนวณหาค่าการยุบตัวเนื่องจากแรงกด จากสูตร

$$C = \frac{t_1 - t_2}{t_1} \times 100$$

เมื่อ C คือ การยุบตัวเนื่องจากแรงกด เป็นร้อยละ

t_1 คือ ความหนาเริ่มต้นของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

t_2 คือ ความหนาของชิ้นทดสอบหลังการทดสอบ เป็นมิลลิเมตร



รูปที่ 3.6 เครื่องมือทดสอบการยุบตัวเนื่องจากแรงกด

3.4.4 ความหนาแน่น

การทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 3574-95 ซึ่งทำการทดลองโดยการเตรียมชิ้นงานที่ใช้สำหรับทดสอบเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 35x35x3 เซนติเมตร จากนั้นนำชิ้นงานไปชั่งน้ำหนักแล้วคำนวณความหนาแน่นของตัวอย่างโดยใช้สูตร ดังนี้

$$D = \frac{M}{V}$$

เมื่อ D = ความหนาแน่นของชิ้นงานทดสอบ (g/cm^3)

M = น้ำหนักชิ้นงานทดสอบ (g)

V = ปริมาตรทดสอบ (cm^3)

3.4.5 ความแข็งแรงแบบ Shore Durometer (Shore Durometer Hardness Test)

การทดสอบความแข็งแรงแบบ Shore Durometer เป็นหนึ่งในเครื่องมือวัดความแข็งแรงของวัสดุ การทดสอบความแข็งแรงวิธีนี้ถูกค้นพบโดย Albert F, Shore ในปี ค.ศ. 1920 ส่วนใหญ่การวัดความแข็งแรงมักจะใช้กับวัสดุประเภทโพลิเมอร์ ยาง และวัสดุประกอบต่างๆ (composites) เป็นต้น ซึ่ง Durometer มีหลายสเกลสำหรับการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับวัสดุ ตามมาตรฐาน ASTM D2240 ได้แบ่งออกเป็น 12 สเกล ได้แก่ A, B, C, D, DO, E, M, O, OO, OOO, OOO-S และ R โดยเรียงลำดับจากแข็งน้อยไปมาก (A ไป R) แต่ละสเกลมีค่าตั้งแต่ 0-100

การทดสอบแบบ Shore Durometer ใช้หัวกดชุบแข็ง สปริงที่ได้รับการปรับอย่างถูกต้อง ความลึกของหัวกดและแผ่นกด โดยหัวกดจะถูกติดตั้งตรงกลางของฐานกดและมีระยะยึดตัว 2.5 มม. จากผิวของฐานตำแหน่งระยะยึดตัวเต็มที่เข็มชี้แสดงค่าศูนย์ เมื่อหัวกดถูกกดจนกระทั่งแนบติดกับผิวหน้าฐาน ตัวบ่งชี้แสดงค่า 100 ดังนั้นทุกๆ จุดของ Shore มีค่าเท่ากับ ระยะกด 0.0025 มม. (สเกล M เท่ากับ 0.00125 มม.) ซึ่งรายละเอียดของ Durometer แต่ละสเกล ดังแสดงในรูปที่ 3.7

TYPE	MAIN SPRING TRAVEL	INDENTER DESCRIPTION	INDENTER IMAGE	APPLICATIONS
A ASTM D2240 JIS K6253 ISO 868	821 gf 1.81 LB 0.100 inch travel	Truncated Cone 35° Included Angle		Soft rubber, elastomers, neoprene, silicone, vinyl, nitrile, and butyl, soft plastics, felt, leather, waxes, printing rollers and similar materials
B ASTM D2240	821 gf 1.81 LB	Conical 30° Included Angle		Rubber, elastomers, use when off the high end of the A scale
C ASTM D2240	4.53 kgf 10 LB 0.100 inch travel	Truncated Cone 35° Included Angle		Medium hard rubber or plastics use when off the low end of the D scale
D ASTM D2240 JIS K6253 ISO 868	4.53 kgf 10 LB	Conical 30° Included Angle		Hard rubber, plastics, acrylic, delrin, kevlar, pvc, nylon, lexan, epoxies and similar materials
DO ASTM D2240	4.53 kgf 10 LB 0.100 inch travel	3/32" Spherical Diameter (2.38mm)		Dense textile windings, medium printing rollers
E	821gf, 1.81 lbs 0.100 inch travel	0.200" Spherical Diameter (5.08mm)		Medium density textile windings, soft rubber, foamed elastomers, wound threads, yarn
O ASTM D2240	821gf, 1.81 lbs 0.100 inch travel	3/32" Spherical Diameter (2.38mm)		Soft printing rollers, textile windings
OO ASTM D2240	113gf, 4.0 oz. 0.100 inch travel	3/32" Spherical Diameter (2.38mm)		Sponge rubber, very soft rubber
OOO ASTM D2240	113gf, 4.0 oz. 0.100 inch travel	1/2" Spherical Diameter (12.7mm)		Very soft materials, (e.g.) open cell foam

รูปที่ 3.7 สเกลของ Durometer แต่ละแบบตามมาตรฐาน ASTM D2240

จากการพิจารณาคณะผู้วิจัยเลือกใช้ Durometer Type OO ซึ่งเหมาะสำหรับการใช้งานเพื่อทดสอบยางฟองน้ำ เพื่อเก็บข้อมูลผลการทดสอบชิ้นงานตัวอย่าง

ตารางที่ 3.2 ตารางเก็บข้อมูลผลการทดสอบคุณสมบัติเบาะรองนั่งยางพองน้ำจากเสาวรส

3.2.1 มิติชิ้นงาน

สูตร ที่	ชั้น ที่	มิติชิ้นงาน (mm)			ปริมาตรทั้งหมด(m ³)	%แม่นยำ
		กว้าง	ยาว	หนา		
1	1	340	340	40.70	4704920	76.82
2	2	340	340	40.50	4681800	76.44
3	3	340	340	40.50	4681800	76.44
4	4	350	350	40.70	4985750	81.40
5	5	330	330.50	40.00	4362600	71.23

3.2.2 ดัชนีความแข็งแรงเชิงกด

สูตรที่	ชั้นที่	ดัชนีความแข็งแรงเชิงกด (N)
1	1	270.4
2	2	64.2
3	3	100.3
4	4	111.3
5	5	74.7

3.2.3 การยุบตัวเนื่องจากแรงกด

สูตรที่	ชั้นที่	การยุบตัวเนื่องจากแรงกด (%)
1	1	3.23
2	2	2.26
3	3	3.04
4	4	2.68
5	5	1.94

3.2.4 ความหนาแน่น

สูตรที่	ชั้นที่	ความหนาแน่น (g/cm ³)
1	1	0.208
2	2	0.224
3	3	0.208
4	4	0.176
5	5	0.176

3.2.5 ความแข็ง Shore

สูตรที่	ชั้นที่	ความแข็ง Shore (H00)
1	1	23.40
2	2	23.90
3	3	19.50
4	4	14.49
5	5	49.30

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส

4.1.1 ผลการพัฒนาสสูตรผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส

ในครั้งนี้ ผู้จัดทำได้ดัดแปลงและพัฒนาสูตรดังกล่าว ผู้จัดทำได้ศึกษาข้อมูลจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยอ้างอิงจากงานวิจัยของ ชัยวุฒิ วัชรัง (2561) โดยได้ทดลองทำการผลิตจริงตามสูตรอ้างอิงจากงานวิจัย จนกระทั่งได้สูตรการทดลองสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ทั้งสิ้น 5 สูตร ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงอัตราส่วนการผลิต ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส

ส่วนประกอบ	สูตรอ้างอิง (g)	สูตรที่ 1 (g)	สูตรที่ 2 (g)	สูตรที่ 3 (g)	สูตรที่ 4 (g)	สูตรที่ 5 (g)
น้ำยางชั้น (LA-TZ)	779	779	779	779	779	779
K-Oleate*	70	70	70	70	70	70
Sulfur*	19	19	19	19	19	19
ZMBT ¹ , *	19	19	19	19	19	19
ZDEC ² , *	19	19	19	19	19	19
Wingstay L*	19	19	19	19	19	19
ZnO ³ , *	47	47	47	47	47	47
SSF ⁵ , ***	9	4	14	4	14	9
DPG ⁴ , **	20	15	15	25	25	20
ถ่านกัมมันต์(จากเปลือกเสาวรส)	-	15	5	5	15	10

หมายเหตุ :

¹ZMBT = Zinc-2-mercaptobenzothiazole ²ZDEC = Zinc diethyldithiocarbamate

³ZnO = Zinc oxide

⁴DPG = Diphenylguanidine

⁵SSF = Sodium silicofluoride

*ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก

**ความเข้มข้นร้อยละ 33 โดยน้ำหนัก

***ความเข้มข้นร้อยละ 12.5 โดยน้ำหนัก

สาเหตุที่ทำการผลิตโดยแบ่งเป็น 5 สูตรข้างต้น เนื่องจากทางผู้วิจัยได้ทำการนำสูตรแต่ละสูตรมาปรับใหม่โดย ผู้วิจัยได้ทำการเพิ่มสาร SSF สาร DPG และเพิ่มผงถ่านกัมมันต์ ตามปริมาณของสาร SSF ที่ทำหน้าที่ในการเซตตัวฟองน้ำยาให้เป็นโฟม ได้แก่ 4 g, 14 g, 4 g, 14 g และ 9 g ตามปริมาณสาร DPG ที่ทำหน้าที่เป็นตัวทำงานกับตัวเร่งหรือเซตตัวฟองน้ำ ได้แก่ 15 g, 15 g, 25 g, 25 g และ 20 g และปริมาณของผงถ่านกัมมันต์บดละเอียด ได้แก่ 15 g, 5 g, 5 g, 15 g และ 10 g ลงไปเพื่อให้ได้สูตรที่ดีที่สุดในการรวมวิธีการผลิต ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส

สำหรับกรรมวิธีในการผลิตจะเริ่มจากการเตรียมผงถ่านกัมมันต์จากเปลือกเสาวรส น้ำยาพารา และสารเคมี ในปริมาณที่กำหนดไว้ ดังตารางที่ 4.1 จากนั้นเริ่มทำการปั่นน้ำยาพารา แล้วผสมผงถ่านกัมมันต์จากเปลือกและสารเคมีต่างๆ ลงในเครื่องผสมวัตถุดิบตามลำดับขั้นตอนที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 จากนั้นจึงนำส่วนผสมที่ปั่นเข้าด้วยกันไปเทลงในแม่พิมพ์ แล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปนึ่งในหม้อไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที เพื่อให้วัสดุกันกระแทกเกิดการคงรูป จากนั้นแกะชิ้นงานกันกระแทกออกจากแม่พิมพ์ จากนั้นนำชิ้นงานกันกระแทกไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที เพื่อไล่ความชื้นออก

โดยขั้นตอนในการปั่นส่วนผสมในระยะเริ่มแรกที่มีการใส่น้ำยาพารากับสารละลายโพแทสเซียมโอเลเอต (Potassium - oleate solution 10%) จะใช้ความเร็วในการปั่นที่ระดับสูงสุด ที่ความเร็ว 140 รอบต่อนาที เพื่อให้ น้ำยาพาราเกิดการก่อฟองมากที่สุด ทำให้เนื้อของส่วนผสมเกิดความนุ่ม จากนั้นจึงลดความเร็วในการปั่นส่วนผสมลงเป็นความเร็ว 50 รอบต่อนาที เพื่อให้สารเคมีและผงถ่านกัมมันต์จากเปลือกเสาวรสที่มีการเติมลงไปผสมสามารถเข้าเป็นเนื้อเดียวกันและทั่วถึงมากที่สุด ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าเป็นความเร็วเหมาะสมที่สุดในการปั่นส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกัน ที่เกิดการทดลองแบบลองผิดลองถูกมาแล้ว

จากการทดลองการพัฒนาผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งโดยแบ่งออกเป็น 5 สูตร ซึ่งได้ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งที่ทำจากเปลือกเสาวรส แสดงให้เห็นดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส

สูตร ที่	ลักษณะกายภาพภายนอก	ความเป็นเนื้อ เดียวกันของ ส่วนผสม	ความ สม่ำเสมอ ของรูพรุน	ผิวไม่ ขรุขระ	มีความ ยืดหยุ่น
1		✓	✓	✓	✓
2		✓	✓	✓	✓
3		✓	✓	✓	✓
4		✓	✓	✓	✓
5		✓	✓	✓	✓

ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส จากการพิจารณาลักษณะทางกายภาพภายนอกของผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งที่ได้พัฒนาขึ้นมาทั้ง 5 สูตรนี้ พบว่าทั้ง 5 สูตร มีความเป็นเนื้อเดียวกันของส่วนผสม มีความสม่ำเสมอของรูพรุน ผิวไม่ขรุขระ และมีความยืดหยุ่น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการผลิตเบาะรองนั่งทั้ง 5 สูตร สำหรับใช้ในการทดสอบสมบัติต่างๆ ต่อไป เพื่อนำมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการใช้งานผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมา

4.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติเบาะรองนั่งยางพองน้ำจากเปลือกเสาวรส

4.2.1 ผลการทดสอบการวัดมิติชิ้นงาน

จากการทดลองผสมสูตรในอัตราส่วนต่างๆ ทางผู้วิจัยได้ทำการวัดมิติชิ้นงานที่ได้ออกมาแต่ละสูตร โดยใช้เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 mm ซึ่งได้ทำการวัดมิติชิ้นงานของเบาะรองนั่งทั้ง 5 สูตร โดยที่ผู้วิจัยใช้ชิ้นงานทดสอบแต่ละสูตรเป็นจำนวน 5 ตัวอย่าง ซึ่งผลของการวัดมิติชิ้นงาน เป็นดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบการวัดมิติชิ้นงาน

สูตร ที่	ชิ้น ที่	มิติชิ้นงาน (mm)			ปริมาตรทั้งหมด(m^3)	%แม่นยำ
		กว้าง	ยาว	หนา		
1	1	340	340	40.70	4704920	76.82
2	2	340	340	40.50	4681800	76.44
3	3	340	340	40.50	4681800	76.44
4	4	350	350	40.70	4985750	81.40
5	5	330	330.50	40.00	4362600	71.23

จากกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส จะสังเกตได้ว่าชิ้นงานที่ผลิตขึ้นมาจะมีลักษณะเล็กลงจากแม่พิมพ์ที่ใช้หล่อเพียงเล็กน้อย ซึ่งการหดตัวของชิ้นงานนั้นมีผลต่อรูปทรงของผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส อาจส่งผลให้ชิ้นงานไม่เป็นแผ่นเรียบตามต้องการ ดังนั้นผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องทำการวัดมิติชิ้นงานผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรสที่พัฒนาขึ้นมาทั้ง 5 สูตร จากผลการวัดมิติชิ้นงานพบว่า ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรสสูตรที่ 1 มีมิติชิ้นงานเฉลี่ยเท่ากับ 76.82% สูตรที่ 2 มีมิติชิ้นงานเฉลี่ยเท่ากับ 76.44% สูตรที่ 3 มีมิติชิ้นงานเฉลี่ยเท่ากับ 76.44% สูตรที่ 4 มีมิติชิ้นงานเฉลี่ยเท่ากับ 81.40% สูตรที่ 5 มีมิติชิ้นงานเฉลี่ยเท่ากับ 71.23% เมื่อเปรียบเทียบมิติชิ้นงานของชิ้นงานทดสอบทั้ง 5 สูตร พบว่าชิ้นงานตัวอย่างสูตรที่ 4 มีมิติชิ้นงานที่ดีที่สุด รองลงมาคือชิ้นงานสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 และชิ้นงานสูตรที่ 5 มีมิติชิ้นงานที่ต่ำที่สุด

4.2.2 ผลการทดสอบดัชนีความแข็งแรงเชิงกด

จากการทดสอบดัชนีความแข็งแรงเชิงกดของผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส อ้างอิงจากมาตรฐานการทดสอบ ISO 2439 ซึ่งได้ผลการทดสอบดัชนีความแข็งแรงเชิงกด เป็นดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบดัชนีความแข็งแรงเชิงกด

สูตร	SSF	DPG	Charcoal	ชิ้นงานที่ 1	ชิ้นงานที่ 2	ชิ้นงานที่ 3	ค่าเฉลี่ยดัชนีความแข็งแรงเชิงกด (N)
1	4	15	15	270.4	270.3	270.5	270.4
2	14	15	5	64.1	64.4	64.1	64.2
3	4	25	5	100.4	100.3	100.4	100.4
4	14	25	15	111.2	111.4	111.4	111.3
5	9	20	10	74.6	74.7	74.78	74.7

จากผลการทดสอบดัชนีความแข็งแรงเชิงกดของชิ้นงานทดสอบทั้ง 5 สูตร โดยชิ้นงานทดสอบทุกชิ้นมีความหนาแน่นเท่ากัน พบว่าผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยดัชนีความแข็งแรงเชิงกดเท่ากับ 270.4 N ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งสูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยดัชนีความแข็งแรงเชิงกดเท่ากับ 64.2 N ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยดัชนีความแข็งแรงเชิงกดเท่ากับ 100.4 N ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งสูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยดัชนีความแข็งแรงเชิงกดเท่ากับ 111.3 N ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งสูตรที่ 5 มีค่าเฉลี่ยดัชนีความแข็งแรงเชิงกดเท่ากับ 74.7 N เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยดัชนีเชิงกดของชิ้นงานทั้ง 5 สูตร พบว่าชิ้นงานตัวอย่างสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยดัชนีความแข็งแรงเชิงกดได้ดีที่สุด อาจเกิดจากปริมาณสารSSF สาร DPG และผงถ่านกัมมันต์ที่ใส่ลงไป 4 g, 15 g และ 15 g เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุด จึงทำให้ด้านทานแรงกดได้ดีที่สุด

4.2.3 ผลการทดสอบการยุบตัวเนื่องจากแรงกด

จากการทดสอบการยุบตัวเนื่องจากแรงกดของผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส อ้างอิงจากมาตรฐาน ISO 8156 Method B ได้ผลเป็นเปอร์เซ็นต์ เป็นดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบการยุบตัวเนื่องจากแรงกด

สูตร	SSF	DPG	Charcoal	ชั้นงานที่ 1	ชั้นงานที่ 2	ชั้นงานที่ 3	ค่าเฉลี่ยการยุบตัวเนื่องจากแรงกด (%)
1	4	15	15	3.23	3.21	3.23	3.22
2	14	15	5	2.26	2.24	2.26	2.3
3	4	25	5	3.04	3.02	3.04	3.03
4	14	25	15	2.68	2.65	2.67	2.7
5	9	20	10	1.94	1.92	1.93	1.93

จากการทดสอบการยุบตัวเนื่องจากแรงกดของผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรสทั้ง 5 สูตร พบว่าผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยการยุบตัวเนื่องจากแรงกดเท่ากับ 3.22 % สูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยการยุบตัวเนื่องจากแรงกดเท่ากับ 2.3 % สูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยการยุบตัวเนื่องจากแรงกดเท่ากับ 3.03 % สูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยการยุบตัวเนื่องจากแรงกดเท่ากับ 2.7 % และสูตรที่ 5 มีค่าเฉลี่ยการยุบตัวเนื่องจากแรงกดเท่ากับ 1.93 % ดังนั้นความหนาแน่นของเนื้อผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งทั้ง 5 สูตร มีค่าเฉลี่ยการยุบตัวเนื่องจากแรงกดแตกต่างกัน เนื่องจากการควบคุมกระบวนการผลิต และควบคุมปริมาณสารเคมีที่ใส่ลงไปให้เหมือนกัน แต่จะแตกต่างกันเฉพาะปริมาณสาร SSF สาร DPG และปริมาณผงถ่านกัมมันต์ที่ใส่ลงไปในส่วนผสมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จึงทำให้ผลของการทดสอบการยุบตัวเนื่องจากแรงกดแตกต่างกัน

4.2.4 ผลการทดสอบความหนาแน่น (Density)

จากการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 3574-95 ซึ่งทำการทดสอบโดยการเตรียมชิ้นงานที่ใช้สำหรับทดสอบเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 5 X 5 X 5 เซนติเมตร จากนั้นนำชิ้นงานไปชั่งน้ำหนัก แล้วคำนวณหาความหนาแน่นของชิ้นงาน ซึ่งได้ทำการทดสอบความหนาแน่นของเบาะรองนั่งทั้ง 5 สูตร โดยที่ผู้วิจัยใช้ชิ้นงานทดสอบแต่ละสูตรเป็นจำนวน 5 ตัวอย่าง ซึ่งผลของการทดสอบความหนาแน่น เป็นดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดสอบค่าเฉลี่ยความหนาแน่น

สูตร	SS F	DPG	Charcoal	ชิ้นงานที่ 1	ชิ้นงานที่ 2	ชิ้นงานที่ 3	ค่าเฉลี่ยความ หนาแน่น (g/cm ³)
1	4	15	15	0.208	0.206	0.202	0.205
2	14	15	5	0.224	0.221	0.223	0.223
3	4	25	5	0.208	0.205	0.208	0.207
4	14	25	15	0.176	0.173	0.177	0.175
5	9	20	10	0.176	0.174	0.172	0.174

จากการทดสอบความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรสทั้ง 5 สูตร พบว่า ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นเท่ากับ 0.205 g/cm³ สูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นเท่ากับ 0.223 g/cm³ สูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นเท่ากับ 0.207 g/cm³ สูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นเท่ากับ 0.175 g/cm³ และสูตรที่ 5 มีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นเท่ากับ 0.174 g/cm³ ดังนั้นความหนาแน่นของเนื้อผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งทั้ง 5 สูตร มีความหนาแน่นไม่แตกต่างกัน เนื่องจากมีการควบคุมกระบวนการผลิต และควบคุมปริมาณสารเคมีที่ใส่ลงไปให้เหมือนกัน แต่จะแตกต่างกันเฉพาะปริมาณสาร SSF สาร DPG และปริมาณผงถ่านกัมมันต์ที่ใส่ลงไปในส่วนผสมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จึงไม่ทำให้ผลของการทดสอบความหนาแน่นแตกต่างกัน

4.2.5 ผลการทดสอบความแข็ง Shore (H00)

จากการทดสอบความแข็ง Shore (H00) ของผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส อ้างอิงจากตามมาตรฐาน ASTM D2240 ซึ่งได้ผลการทดสอบความแข็ง Shore (H00) เป็นดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดสอบค่าเฉลี่ยความแข็ง Shore (H00)

สูตร	SS F	DPG	Charcoal	ชิ้นงานที่ 1	ชิ้นงานที่ 2	ชิ้นงานที่ 3	ค่าเฉลี่ยความ หนาแน่น (g/cm ³)
1	4	15	15	23.5	23.3	23.5	23.4
2	14	15	5	23.6	23.5	23.4	23.5
3	4	25	5	19.4	19.6	19.6	19.5
4	14	25	15	14.8	15.1	14.8	14.9
5	9	20	10	19.2	19.4	19.4	19.3

จากการทดสอบความแข็ง Shore (H00) ของผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรสทั้ง 5 สูตร โดยชิ้นงานทุกชิ้นมีความหนาแน่นเท่ากัน พบว่าผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความแข็งเท่ากับ 23.4 g/cm³ ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งสูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยความแข็งเท่ากับ 23.5 g/cm³ ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยความแข็งเท่ากับ 19.5 g/cm³ ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งสูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยความแข็งเท่ากับ 14.9 g/cm³ ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งสูตรที่ 5 มีค่าเฉลี่ยความแข็งเท่ากับ 19.3 g/cm³ พบว่าชิ้นงานตัวอย่างสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 มีความแข็งที่อยู่ในระดับดีที่สุด รองลงมาคือ ชิ้นงานสูตรที่ 3 สูตรที่ 5 และชิ้นงานสูตรที่ 4 มีความแข็งอยู่ในระดับที่ต่ำที่สุด

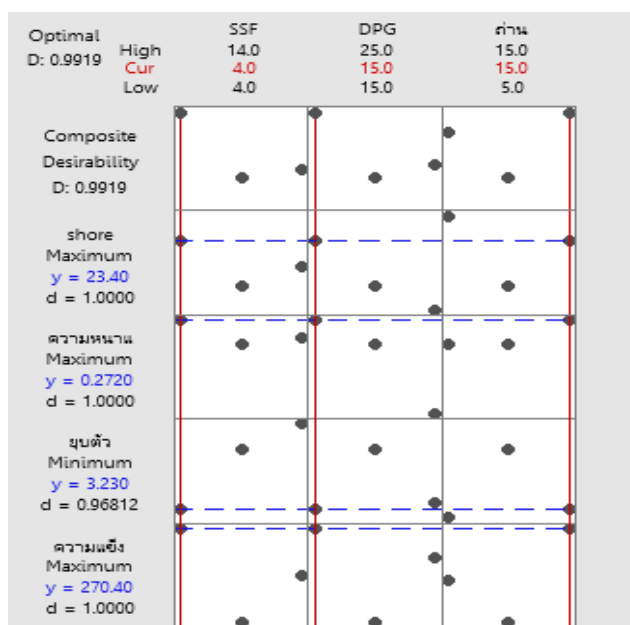
4.3 ผลการหาส่วนผสมผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรสที่เหมาะสมที่สุด

ผลจากการทดลองของผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส โดยมีทั้งหมด 5 สูตร คือ สูตรที่เพิ่มสาร SSF ที่ทำหน้าที่ในการเซตตัวฟองน้ำยาให้เป็นโฟม ได้แก่ 4 g, 14 g, 4 g, 14 g และ 9 g สาร DPG ที่ทำหน้าที่เป็นตัวทำงานกับตัวเร่งหรือเซตตัวฟองน้ำ ได้แก่ 15 g, 15 g, 25 g, 25 g และ 20 g และปริมาณของผงถ่านกัมมันต์บดละเอียด ได้แก่ 15 g, 5 g, 5 g, 15 g และ 10 g โดยนำข้อมูลผลการทดสอบคุณสมบัติเบาะรองนั่งยางฟองน้ำจากเปลือกเสาวรส ได้แก่ ผลการทดสอบการวัดมิติ ชิ้นงาน ผลการทดสอบดัชนีความแข็งเชิงกด ผลการทดสอบการยุบตัวเนื่องจากแรงกด ผลการทดสอบความหนาแน่น ผลการทดสอบความแข็ง Shore มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม Minitab17

ตารางที่ 4.8 ผลการหาส่วนผสมผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรสที่เหมาะสมที่สุด

สูตร	SS F	DP G	Charcoal	ดัชนีความ แข็งเชิงกด	การยุบตัว เนื่องจากแรงกด	ความ หนาแน่น	Shore
1	4	15	15	270.4	3.23	0.272	23.40
2	14	15	5	64.2	8	0.227	23.40
3	4	25	5	100.3	3.04	0.146	19.50
4	14	25	15	111.3	9	0.152	14.90
5	9	20	10	74.7	7	0.246	19.30
			Target	มากกว่า 170N ดี	ไม่เกินร้อยละ6+ minดี	max ดี	max ดี

จากผลทดลองผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่ง ได้แก่ ผลการทดสอบการวัดมิติชิ้นงาน ผลการทดสอบดัชนีความแข็งเชิงกด ผลการทดสอบการยุบตัวเนื่องจากแรงกด ผลการทดสอบความหนาแน่น ผลการทดสอบความแข็ง Shore เมื่อทำการปรับปริมาณสารSSF สารDPG และปริมาณผงถ่านกัมมันต์ในระดับต่างๆ เพื่อทำการหาส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรสที่เหมาะสมที่สุด ผู้วิจัยสามารถทำการทำนายเพื่อหาสูตรที่เหมาะสมที่สุดที่จะทำผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส เป็นดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 กราฟผลการทำนายส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดจากการคำนวณ

จากรูปที่ 4.1 เป็นผลที่ได้จากการคำนวณเพื่อหาส่วนผสมในการผลิต ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรศที่เหมาะสมที่สุด พบว่าควรลดปริมาณสาร SSF จากสูตรอ้างอิงเท่ากับ 4 กรัม ลดปริมาณสาร DPG จากสูตรอ้างอิงเท่ากับ 15 กรัม และใส่ผงถ่านจากเปลือกเสาวรศปริมาณ 15 กรัม เป็นส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดในการผลิต ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรศ ซึ่งมีความแม่นยำในการทำนาย 99.19% (รูปที่ 4.1) ซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรศ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส เพื่อลดขยะที่มาจากเปลือกเสาวรสเหลือทิ้ง ของวิสาหกิจชุมชนแปรรูปเสาวรสและแปรรูปพืชผลทางการเกษตร ตำบลหนองแม่นา อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยผู้วิจัยได้ทำการประยุกต์ใช้ความรู้ทางเทคโนโลยีด้านวิศวกรรมเคมีกับภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งที่สามารถรองรับได้พอเหมาะ โดยไม่ได้นุ่มหรือแข็งจนเกินไป โดยวัสดุที่ใช้ผลิตมาจากเปลือกเสาวรส ซึ่งถือว่าเป็นเศษวัสดุเหลือใช้จากการแปรรูป แล้วนำมาผสมยางพาราและสารเคมีต่างๆ เพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตยางพองน้ำ แล้วนำมาขึ้นรูปลงในแม่พิมพ์ โดยกระบวนการผลิตจะมีการควบคุมตัวแปรต่างๆ ได้แก่ ปริมาณของเปลือกเสาวรสที่นำมาทำเป็นผงถ่านกัมมันต์ ขนาดของผงถ่านกัมมันต์ ปริมาณน้ำยางพารา ปริมาณสารเคมีต่างๆ ที่ใส่ลงไปในส่วนผสม เวลาในการผลิต ความเร็วรอบในการปั่นส่วนผสม และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบเพื่อไล่ความชื้น เป็นต้น โดยผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งที่ทำจากเปลือกเสาวรสในวิจัยพัฒนาขึ้นมาจะมีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีขนาด 35x35x5 ลูกบาศก์เซนติเมตร เหมาะสำหรับผู้ที่มีความจำเป็นต้องนั่งทำงานเป็นเวลานาน

งานวิจัยยังได้ทำการทดสอบคุณสมบัติเบาะรองนั่งยางพองน้ำที่ผลิตจากวัสดุเปลือกเสาวรส ซึ่งหัวข้อของการทดสอบคุณสมบัติ ได้แก่ การทดสอบการวัดมิติชิ้นงาน การทดสอบดัชนีความแข็งเชิงกด การทดสอบการยุบตัวเนื่องจากแรงกด การทดสอบความหนาแน่น การทดสอบความแข็ง Shore เป็นต้น ซึ่งสรุปผลการทดสอบคุณสมบัติ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ลักษณะทางกายภาพภายนอกของผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งที่ได้พัฒนาขึ้นมาทั้ง 5 สูตรนี้พบว่าทั้ง 5 สูตร มีความเป็นเนื้อเดียวกันของส่วนผสม มีความสม่ำเสมอของรูพรุน ผิวไม่ขรุขระ และมีความยืดหยุ่น

5.1.2 การวัดมิติชิ้นงานพบว่า ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรสสูตรที่ 1 มีมิติชิ้นงานเฉลี่ยเท่ากับ 340 x 340 x 40.70 mm สูตรที่ 2 มีมิติชิ้นงานเฉลี่ยเท่ากับ 340 x 340 x 40.50 mm สูตรที่ 3 มีมิติชิ้นงานเฉลี่ยเท่ากับ 340 x 340 x 40.50 mm สูตรที่ 4 มีมิติชิ้นงานเฉลี่ยเท่ากับ 350 x 350 x

40.70 mm สูตรที่ 5 มีมิติชิ้นงานเฉลี่ยเท่ากับ 330 x 330 x 40.00 mm เมื่อเปรียบเทียบมิติชิ้นงานของชิ้นงานทดสอบทั้ง 5 สูตร พบว่าชิ้นงานตัวอย่างมีมิติชิ้นงานที่ใกล้เคียงกัน

5.1.3 การทดสอบดัชนีความแข็งแรงเชิงกดของชิ้นงานทดสอบทั้ง 5 สูตร โดยชิ้นงานทดสอบทุกชิ้นมีความหนาแน่นเท่ากัน พบว่าผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยดัชนีความแข็งแรงเชิงกดเท่ากับ 270.4 mm ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งสูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยดัชนีความแข็งแรงเชิงกดเท่ากับ 64.2 mm ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยดัชนีความแข็งแรงเชิงกดเท่ากับ 100.4 mm ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งสูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยดัชนีความแข็งแรงเชิงกดเท่ากับ 111.3 mm ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งสูตรที่ 5 มีค่าเฉลี่ยดัชนีความแข็งแรงเชิงกดเท่ากับ 74.7 mm เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยดัชนีเชิงกดของชิ้นงานทั้ง 5 สูตร พบว่าชิ้นงานตัวอย่างสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยดัชนีความแข็งแรงเชิงกดได้ดีที่สุด อาจเกิดจากปริมาณสาร SSF สาร DPG และผงถ่านกัมมันต์ที่ใส่ลงไป 4 g, 15 g และ 15 g เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุด จึงทำให้ด้านทานแรงกดได้ดีที่สุด

5.1.4 การยุบตัวเนื่องจากแรงกดของผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรสทั้ง 5 สูตร พบว่าผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยการยุบตัวเนื่องจากแรงกดเท่ากับ 3.23 mm สูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยการยุบตัวเนื่องจากแรงกดเท่ากับ 8.2 mm สูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยการยุบตัวเนื่องจากแรงกดเท่ากับ 3.04 mm สูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยการยุบตัวเนื่องจากแรงกดเท่ากับ 9.0 mm และสูตรที่ 5 มีค่าเฉลี่ยการยุบตัวเนื่องจากแรงกดเท่ากับ 7 mm ดังนั้นความหนาแน่นของเนื้อผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งทั้ง 5 สูตร มีค่าเฉลี่ยการยุบตัวเนื่องจากแรงกดแตกต่างกัน เนื่องจากการควบคุมกระบวนการผลิต และควบคุมปริมาณสารเคมีที่ใส่ลงไปให้เหมือนกัน แต่จะแตกต่างกันเฉพาะปริมาณสาร SSF สาร DPG และปริมาณผงถ่านกัมมันต์ที่ใส่ลงไปในส่วนผสมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จึงทำให้ผลของการทดสอบการยุบตัวเนื่องจากแรงกดแตกต่างกัน

5.1.5 การทดสอบความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรสทั้ง 5 สูตร พบว่าผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นเท่ากับ 0.172 g/cm³ สูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นเท่ากับ 0.227 g/cm³ สูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นเท่ากับ 0.146 g/cm³ สูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นเท่ากับ 0.152 g/cm³ และสูตรที่ 5 มีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นเท่ากับ 0.246 g/cm³ ดังนั้นความหนาแน่นของเนื้อผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งทั้ง 5 สูตร มีความหนาแน่นไม่แตกต่างกัน เนื่องจากการควบคุมกระบวนการผลิต และควบคุมปริมาณสารเคมีที่ใส่ลงไปให้เหมือนกัน แต่จะแตกต่างกันเฉพาะปริมาณสาร SSF สาร DPG และปริมาณผงถ่านกัมมันต์ที่ใส่ลงไปในส่วนผสมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จึงไม่ทำให้ผลของการทดสอบความหนาแน่นแตกต่างกัน

5.1.6 การทดสอบความแข็ง Shore (H00) ของผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรสทั้ง 5 สูตร โดยชิ้นงานทุกชิ้นมีความหนาแน่นเท่ากัน พบว่าผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งสูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความแข็งเท่ากับ 23.4 g/cm^3 ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งสูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยความแข็งเท่ากับ 23.5 g/cm^3 ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งสูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยความแข็งเท่ากับ 19.5 g/cm^3 ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งสูตรที่ 4 มีค่าเฉลี่ยความแข็งเท่ากับ 14.9 g/cm^3 ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งสูตรที่ 5 มีค่าเฉลี่ยความแข็งเท่ากับ 19.3 g/cm^3 พบว่าชิ้นงานตัวอย่างสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 มีความแข็งที่อยู่ในระดับดีที่สุด รองลงมาคือ ชิ้นงานสูตรที่ 3 สูตรที่ 5 และชิ้นงานสูตรที่ 4 มีความแข็งอยู่ในระดับที่ต่ำที่สุด

ผลการหาส่วนผสมผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรสที่เหมาะสมที่สุด โดยการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม Minitab17 ผลที่ได้จากการคำนวณเพื่อหาส่วนผสมในการผลิต ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรสที่เหมาะสมที่สุด พบว่าควรลดปริมาณสาร SSF จากสูตรอ้างอิงเท่ากับ 4 กรัม ลดปริมาณสาร DPG จากสูตรอ้างอิงเท่ากับ 15 กรัม และใส่ผงถ่านจากเปลือกเสาวรสปริมาณ 15 กรัม เป็นส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดในการผลิต ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส ซึ่งมีความแม่นยำในการทำนาย 99.19% ซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดในการผลิต ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 ส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมาส่วนใหญ่เป็นวัสดุจากธรรมชาติ จึงทำให้ควบคุมความเสถียรได้ยาก หากซื้อวัสดุมาเก็บไว้เป็นระยะเวลานาน จะส่งผลให้โครงสร้างของเนื้อวัสดุเกิดการแปรเปลี่ยนสภาพไปจนไม่สามารถผลิตบรรจุภัณฑ์ออกมาได้

5.2.2 ผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมา มีความหนาแน่นมากเกินไป เนื่องจากขณะทำการปั่นส่วนผสมเข้าด้วยกันนั้นยังไม่สามารถทำให้ส่วนผสมเกิดฟองได้มากเท่าที่ควร

5.2.3 ส่วนผสมเกิดการแข็งตัวก่อนอย่างรวดเร็ว จนไม่สามารถเทส่วนผสมได้เต็มแม่พิมพ์ และไม่สามารถตกแต่งผิวชิ้นงานให้มีผิวเรียบได้

5.2.4 ส่วนผสมจากผงถ่านเมื่อได้ทำการผสมลงในส่วนผสมแล้วไม่อาจเข้าเป็นเนื้อเดียวกันกับยางพองน้ำ จึงทำให้มีผงถ่านที่จับตัวกันเป็นก้อนอยู่ข้างล่างของส่วนผสม

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการทดสอบสูตรที่ดีที่สุดเพิ่มอีก 3 ชั่วโมงทดลอง เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของผลการทดลองในงานวิจัยครั้งนี้
2. ควรทำการพัฒนาต่อขอรูปแบบและลักษณะของผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรสที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค เพื่อให้สามารถจำหน่ายได้ในงานวิจัยครั้งถัดไป
3. ควรมีอุปกรณ์ช่วยในการป้องกันผง่านในขั้นตอนการปั่นผสมวัตถุดิบ เพื่อช่วยทำให้ผง่านสามารถกระจายได้อย่างสม่ำเสมอในยางพองน้ำ
4. ควรเติมผง่านหลังขั้นตอนการปั่นไล่เเอมโมเนียในน้ำยางทันที เพื่อให้ผง่านสามารถกระจายตัวได้อย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอยิ่งขึ้น เนื่องจากหากเติมสารเคมีทั้งหมดก่อนเติมผง่าน จะส่งผลให้น้ำยางเกิดการคงรูปเป็นฟองน้ำแล้วเล็กน้อย ทำให้เติมผง่านลงไปตามหลังจากนั้น ผง่านจะกระจายตัวในส่วนผสมน้ำยางได้ยาก และเกิดการกระจายไม่ทั่วส่วนผสมขึ้น
5. ควรใช้เครื่องผสมวัตถุดิบที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากเครื่องผสมที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้มีขนาดเล็ก จึงจำเป็นต้องทำการผสมวัตถุดิบถึง 2 ครั้ง ถึงจะสามารถเทลงไปในเดิมแม่พิมพ์เบาะรองนั่งได้

บรรณานุกรม

- [1] ชัยวุฒิ วัชรัง, ศันสนีย์ ศรีจันทร์, เสาวลักษณ์ บุญยอด และ สราวุธ ประเสริฐศรี (2561). **ผลิตภัณฑ์หมอนขิดยางพาราบ้านศรีฐาน จังหวัดยโสธร. วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่ 1 (มกราคม-กุมภาพันธ์ 2561). หน้า6-10.**
- [2] ศุภชัย ภิสัษเพ็ญ (2551). **การพัฒนาวัสดุกันกระแทกจากยางพองน้ำ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สืบค้นจาก <http://kb.psu.ac.th/psukb/handle/2010/6024> (26 มกราคม 2563)**
- [3] สุพรรณ ยอดยิ่ง และคณะ, (2547). **ศึกษาการผลิตถ่านกัมมันต์จากไม้ไผ่ โดยใช้วิธีกระตุ้นด้วยซิงค์คลอไรด์. (26 กุมภาพันธ์ 2563)**
- [4] จันทร์จิรา ไต้ชะวัญแก้ว. (2562). **การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเสาวรสและผลใช้ของกล้วยหิน และการใช้เสริมเป็นอาหารไก่พื้นเมือง. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 5 8-9 มีนาคม 2561 ณ อิมทีเรียล ภูเก็ต รีสอร์ท อำเภอเขาแก้ว จังหวัดเพชรบูรณ์. หน้า739-744**
- [5] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2562). **มาตรฐานอุตสาหกรรมเอสทีนอน ยางพารา มอก.44-2562. กระทรวงอุตสาหกรรม.**
- [6] กำชัย นุ้ยศิริกุล และ สมร หิรัญประดิษฐ์กุล. (2550). **การศึกษาและการพัฒนาคุณสมบัติการดูดซับของถ่านกัมมันต์ที่สังเคราะห์จากเศษไม้ไผ่. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.**
- [7] อนุสรณ์ พลบง และ วิษณีย์ ยืนยงพุทธกาล. (2561). **ผลของการเตรียมวัตถุดิบต่อคุณภาพของใยอาหารผงที่มีสารต้านอนุมูลอิสระจากเปลือกเสาวรสพันธุ์สีม่วง (Passiflora edulis Sims). วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (มกราคม-มีนาคม). หน้า193-197**
- [8] ชีรดิษฐ์ โพธิ์ตันติ. (2561). **ถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรโดยการกระตุ้นทางเคมีเพื่อการประยุกต์ใช้กำจัดสารมลพิษในน้ำ. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ ปีที่ 8. (เมษายน-พฤษภาคม 2560). หน้า197-208.**

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

คู่มือการผลิตเบาะรองนั่งเปลือกเสาวรศ

คู่มือจากการผลิตเบาะรองนั่งเปลือกเสาวรศ

1. ชุดอุปกรณ์และสารเคมี

ชุดอุปกรณ์และสารเคมี มีดังต่อไปนี้

1. เตาเผาถ่านกัมมันต์ ทำหน้าที่เผาเปลือกเสาวรศให้กลายเป็นถ่านกัมมันต์



รูปที่ ก-1 เตาเผาถ่านกัมมันต์ ขนาด 200 ลิตร (ด้านนอก)

2. ถัง 50 ลิตร ทำหน้าที่ บรรจุใส่เปลือกเสาวรศไว้ภายใน



รูปที่ ก-2 เตาเผาถ่านกัมมันต์ขนาด 50 ลิตร (ด้านใน)

3. เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล ทำหน้าที่ชั่งสารเคมีที่เป็นส่วนผสมในการทำเบาะรองนั่งเปลือกเสาวรศ



รูปที่ ก-3 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล ยี่ห้อ AND รุ่น EK-1200i

4. เครื่องผสมวัตถุดิบ ทำหน้าที่ ผสมส่วนผสมสารเคมีและน้ำยางให้เข้ากัน



รูปที่ ก-4 เครื่องผสมวัตถุดิบ ยี่ห้อ House worth รุ่น HW – 3470

5. แม่พิมพ์หล่อเบาะรองนั่ง ทำหน้าที่ เป็นแม่พิมพ์ในการขึ้นรูปเบาะรองนั่งให้เป็นรูปตามต้องการ



รูปที่ ก-5 แม่พิมพ์หล่อวัสดุ ขนาด 35x35x5 cm

6. เตาอบ 200ลิตร ทำหน้าที่ นึ่งเบาะรองนั่งที่เทใส่แม่พิมพ์แล้ว



รูปที่ ก-6 เตาอบ 200ลิตร

7. น้ำยางพาราชั้น 60% เป็นน้ำยางพาราประเภทที่มีเนื้อยางแห้งประมาณ 60% สั่งซื้อมาจาก บริษัท วิรุพหกิจ อินดัสทรี จำกัด (สำนักงานใหญ่)



รูปที่ ก-7 น้ำยางชั้น 60%

8. สารละลายโพแทสเซียมโอเลอเต K-Oleate ทำหน้าที่ ทำหน้าที่เป็นสารก่อตัว หรือ สารช่วยให้เกิดฟอง (Foaming agent) สั่งซื้อมาจากบริษัท เคมีคอลแอนด์แมททีเรียลส์ จำกัด (สำนักงานใหญ่)



รูปที่ ก-8 สารละลายโพแทสเซียมโอเลอเต (K-Oleate)

9. กำมะถัน ทำหน้าที่ ทำหน้าที่เป็นสารวัลคาไนซ์ (Vulcanizing agent) หรือสารทำให้ยางคงรูป สั่งซื้อมาจากบริษัท เคมีคอลแอนด์แมททีเรียลส์ จำกัด (สำนักงานใหญ่)



รูปที่ ก-9 กำมะถัน

10. ZDEC ทำหน้าที่เป็นสารตัวเร่ง (Accelerator) ให้ยางสุก สั่งซื้อจากบริษัท เคมีคอล แอนด์แมททีเรียลส์ จำกัด (สำนักงานใหญ่)



รูปที่ ก-10 ซิงค์ไดเอทิลไดโซโอคาร์บาเมต (ZDEC)

11. ZMBT ทำหน้าที่ ทำหน้าที่เป็นสารตัวเร่ง (Accelerator) ให้ยางสุก สั่งซื้อจากบริษัท เคมีคอลแอนด์แมททีเรียลส์ จำกัด (สำนักงานใหญ่)



รูปที่ ก-11 ZMBT

12. วิงค์สเตย์แอล ทำหน้าที่เป็นสารตัวเร่ง (Accelerator) ให้ยางสุก สั่งซื้อจากบริษัท เคมีคอลแอนด์แมททีเรียลส์ จำกัด (สำนักงานใหญ่)



รูปที่ ก-12 วิงค์สเตย์แอล

12. ZnO ทำหน้าที่ ทำหน้าที่เป็นสารกระตุ้นเร่งปฏิกิริยาวัลคาไนซ์ของน้ำยาง (Activator gelling agent) สั่งซื้อจากบริษัท เคมีคอลแอนด์แมททีเรียลส์ จำกัด (สำนักงานใหญ่)



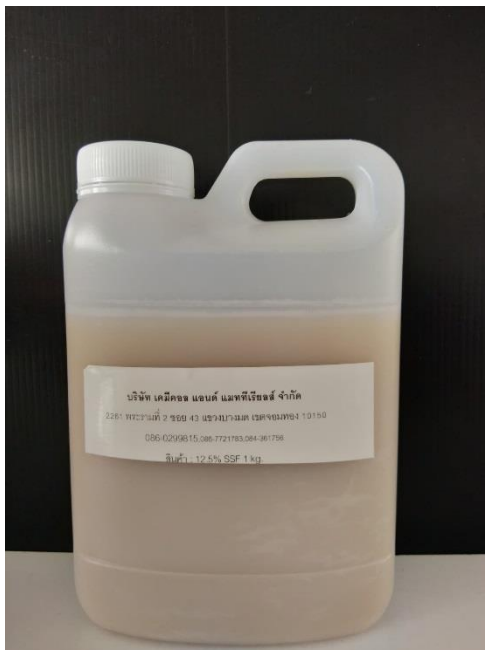
รูปที่ ก-13 ZnO

13. ไดฟีนิลกัวดรีน DPG ทำหน้าที่ ทำหน้าที่เป็นสารก่อเจลเสริม (Secondary gelling agent) หรือสารเร่งให้แข็งที่สุด สั่งซื้อมาจากบริษัท เคมีคอลแอนด์แมททีเรียลส์ จำกัด (สำนักงานใหญ่)



รูปที่ ก-14 ไดฟีนิลกัวดรีน (DPG)

14. SSF ทำหน้าที่ เป็นแม่พิมพ์ในการขึ้นรูปเบาะเพื่อไปขึ้นตอนในการอบ สั่งซื้อมาจาก บริษัท เคมีคอลแอนด์แมททีเรียลส์ จำกัด (สำนักงานใหญ่)



รูปที่ ก-15 โซเดียมซัลไฟฟอสเฟต (SSF)

2. กระบวนการทำ Activate Carbonจากเปลือกเสาวรส

2.1 การเตรียม Activate Carbonจากเปลือกเสาวรส

- 1) เตรียมเปลือกเสาวรสที่เต็มไว้มาตากแดดให้แห้งสนิท เพื่อไม่ให้ขึ้นรา

หรือเชื้อรา



รูปที่ ก-16 การตากเปลือกเสาวรส

- 2) เมื่อเปลือกเสาวรสแห้งสนิทแล้วให้นำมาเก็บรักษาไว้ในที่แห้ง และเตรียมการเผา
- 3) เตรียมเตาเผา 200 ลิตร



รูปที่ ก-17 เตาเผา 200 ลิตร

- 4) เอาเปลือกเสาวรสบรรจุใส่เตาเผา 50 ลิตร จากนั้นปิดฝาถังให้สนิท จากนั้นวางถัง 50 ลิตร (ที่มีเปลือกเสาวรสบรรจุอยู่) ลงไปในถัง 200 ลิตร



รูปที่ ก-18 บรรจุเปลือกเสาวรสใส่ถังเล็ก 50 ลิตร

5) ใส่ฟืนเข้าไปในถัง 200 ลิตร ให้อยู่รอบๆ เต็มถัง 200 ลิตร



รูปที่ ก-19 บรรจุฟืนในถังอยู่รอบๆ เต็มถัง

6) จากนั้นทำการจุดไฟเพื่อให้ภายในถังมีอุณหภูมิสูงประมาณ $700 - 1,000^{\circ}\text{C}$



รูปที่ ก-20 เผาเปลือกเสาวรสที่บรรจุไม้ถังเล็ก

6) เมื่อเผาเสร็จแล้วบดผ่านกัมมันต์ให้มีขนาด 180 mesh



รูปที่ ก-21 ถ่านกัมมันต์เปลือกเสาวรสที่บดแล้ว

การเตรียมผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรศ

การเตรียมผลิตภัณฑ์เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรศ โดยใช้เทคนิคการตีฟอง (Foaming) มีขั้นตอนดังนี้

เตรียมวัสดุในการผสมไว้แก่

1. สารเคมี ได้แก่

- น้ำยางพารา (60% NR latex ZA)
- สารละลายโพแทสเซียมโอเลต (K - oleate solution 10%)
- ซิงค์ออกไซด์ (Zinc oxide, ZnO)
- กำมะถัน (Sulphur, S)
- ซิงค์ไดเอทิลไดไทโคาร์บาเมต (Zinc - N - diethyl dithiocarbamate dispersion, ZDEC)
- ซิงค์เมอร์แคปโทเบนโซไทอาโซล (Zinc - 2 - mercaptobenzothiazole dispersion, ZMBT)
- ริงส์เตย์แอล (Wing stay L dispersion, WSL)
- โซเดียมซิลิโคฟลูออไรด์ (Sodium silicofluoride dispersion, SSF)
- แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium carbonate dispersion, CaCO₃)
- ไดฟีนิลกวาดีน (Diphenyl guanidine dispersion, DPG)



รูปที่ ก-22 แสดงสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

2.ผงถ่านเปลือกเสาวรศ



รูปที่ ก-23 ผงถ่านกัมมันต์จากเปลือกเสาวรศ

3.เครื่องผสม



รูปที่ ก-24 เครื่องผสม

4.เครื่องชั่งน้ำหนัก



รูปที่ ก-25 เครื่องชั่งน้ำหนัก

5.แม่พิมพ์



รูปที่ ก-26 แม่พิมพ์

- 1) เทน้ำยางปริมาณ 779 กรัม กวนไล่แอมโมเนีย ปั่นเบอร์ 3 ประมาณ 3 นาที
- 2) เติมแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ กำมะถัน แซดดีอีซี แซดเอ็มบีที วังสเคย์ ที่ชั่งไว้ตามสูตร กวนให้สารเคมีกระจายและทำให้เกิดฟอง ปั่นเบอร์ 2 ประมาณ 3 นาที

- 3) เติมซิงค์ออกไซด์ และ ดีพีจี ที่ชั่งไว้ตามสูตร กวนให้สารเคมีกระจายและทำให้เกิดฟอง ปั่นเบอร์ 2 ประมาณ 3 นาที
- 4) เติมเอสเอสเอฟ ที่ชั่งไว้ตามสูตร กวนให้สารเคมีกระจายและทำให้เกิดฟอง ปั่นเบอร์ 2 ประมาณ 45 วินาที
- 5) เทลงเบ้าพิมพ์ปล่อยให้ยางเซ็ดตัว 10 นาที



รูปที่ ก-27 เทฟองน้ำยางลงในแม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูป



รูปที่ ก-28 ขางฟองน้ำหลังทิ้งไว้ในแม่พิมพ์

3) นำแม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูปเบาะรองนั่งที่ปิดฝาแล้ว ไปนั่งในหม้อนึ่งไอน้ำ 1.5 ชั่วโมง



รูปที่ ก-29 แม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูปเบาะรองนั่งที่ปิดฝาแล้ว ไปนั่งในหม้อนึ่งไอน้ำ

4) นำยางฟองน้ำออกจากแม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูปเบาะรองนั่งและล้างทำความสะอาด เพื่อชะล้างสารเคมี ตกค้าง

5) นำยางฟองน้ำไปผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง



รูปที่ ก-30 ผึ่งเบาะรองนั่งยางพารา

ภาคผนวก ข

เบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรสทั้ง 5 สูตร



รูปที่ ข-1 เบาะรองนั่งสูตรที่ 1



รูปที่ ข-2 เบาะรองนั่งสูตรที่ 2



รูปที่ ข-3 เบาะรองนั่งสูตรที่ 3



รูปที่ ข-4 เบาะรองนั่งสูตรที่ 4



รูปที่ ข.5 เบาะรองนั่งสูตรที่ 5

ภาคผนวก ก

ผลการทดสอบเบาะรองนั่งจากเปลือกเสาวรส



สำนักเครื่องมือวิทยาศาสตร์และการทดสอบ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ชั้น 1 อาคารบริหารวิชาการรวม อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110
โทรศัพท์ 07428 6904-7, 07428 6910, 089734 2482, 084407 1732
อีเมล osit@group.psu.ac.th เว็บไซต์ http://osit.psu.ac.th

F-RES-T-003 ฉบับที่ 0 บังคับใช้ 02/01/63

รายงานผลการทดสอบ

เลขที่รายงาน:	R1256/64	หน้า: 1/1
วันที่ออกรายงาน:	10 กุมภาพันธ์ 2564	วันที่รับตัวอย่าง: 3 กุมภาพันธ์ 2564
เลขที่ใบขอใช้บริการ:	1555/64	
ชื่อและที่อยู่ลูกค้า:	อาจารย์ หทัยนุช จันทร์ชัยภูมิ สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์	
ผู้ทดสอบ:	นางสาวนภาเพ็ญ สุวรรณมณี	
วันที่ทำการทดสอบ:	6 - 9 กุมภาพันธ์ 2564	
วิธีการทดสอบ:	WI-RES-Compression set-001 และ REF-RES-ISO1856-029	
เครื่องมือทดสอบ:	Compression Set Tester, JIS A5756, Yasuda, Japan	
เทคนิคการทดสอบ:	การบดตัวเนื่องจากแรงกด	
สภาพตัวอย่าง:	ของแข็ง	
รายละเอียดตัวอย่าง:	เบาะรองนั่งยางพารา	จำนวน: 2 ตัวอย่าง

ผลการทดสอบ:

ลำดับที่	ชื่อตัวอย่าง	เครื่องมือ/วิธีทดสอบ	รายการตรวจสอบ	หน่วย	ผลการทดสอบ
1	สูตร 1	In-house method based on ISO1856 Method B	การบดตัวเนื่องจากแรงกด	%	3.23
2	สูตร 3				3.04

* ข้อมูลดิบถูกจัดเก็บในโฟลเดอร์\\server2\\rawdata\\Compression Set\\2564\\1555-64

* ขนาดชิ้นทดสอบ: ความกว้าง = (50 ± 1) mm, ความยาว = (50 ± 1) mm และความหนา = (25 ± 1) mm

* สภาวะการทดสอบ: ทำการกดที่ 50 %, อุณหภูมิ (23 ± 2) °C, ความชื้นสัมพัทธ์ (50 ± 5) % เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

* รายงานค่า Median จากการทดสอบจำนวน 5 ซ้ำ

(นางรุสนี กุลวิจิตร)

หัวหน้าฝ่ายบริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์

11 กุมภาพันธ์ 2564

.....สิ้นสุดรายงานผลการทดสอบ.....

หมายเหตุ รายงานผลการทดสอบนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น และรายงานผลการทดสอบนี้ต้องไม่ถูกทำสำเนาเพื่อบางส่วน
ออกให้ทั้งฉบับ โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากทางสำนักเครื่องมือวิทยาศาสตร์และการทดสอบ



สำนักเครื่องมือวิทยาศาสตร์และการทดสอบ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ชั้น 1 อาคารบริหารวิชาการรวม อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110
โทรศัพท์ 07428 6904-7, 07428 6910, 089734 2482, 084407 1732
อีเมล osit@group.psu.ac.th เว็บไซต์ http://osit.psu.ac.th

F-RES-T-003 ฉบับที่ 0 บังคับใช้ 02/01/63

รายงานผลการทดสอบ

เลขที่รายงาน:	R1153/64	หน้า:	1/2
วันที่ออกรายงาน:	2 กุมภาพันธ์ 2564	วันที่รับตัวอย่าง:	26 มกราคม 2564
เลขที่ใบขอใช้บริการ:	1448/64		
ชื่อและที่อยู่ลูกค้า:	อาจารย์ หทัยนุช จันทร์ชัยภูมิ สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์		
ผู้ทดสอบ:	นายณัฐวุฒิ ปรีชา		
วันที่ทำการทดสอบ:	29 มกราคม – 1 กุมภาพันธ์ 2564		
วิธีการทดสอบ:	อ้างอิง WI-RES-Foam Compression tester-001, REF-RES-DIN/EN ISO2439/2008-036 และ WI-RES-Pillow Latex-001		
เครื่องมือทดสอบ:	Foam Compression Tester, F0013, IDM, Australia, และ Steel ruler		
เทคนิคการทดสอบ:	ดัชนีความแข็งเชิงกด และลักษณะทั่วไป (การตรวจสอบขนาด)		
สภาพตัวอย่าง:	ของแข็ง		
รายละเอียดตัวอย่าง:	เบาะรองนั่งยางพารา	จำนวน:	5 ตัวอย่าง

ผลการทดสอบ: ดังแสดงในหน้าถัดไป



(นางรุสณี กุลจิตร)

หัวหน้าฝ่ายบริการเครื่องมือวิจัยทางวิทยาศาสตร์

2 กุมภาพันธ์ 2564

หมายเหตุ รายงานผลการทดสอบนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น และรายงานผลการทดสอบนี้ต้องไม่ถูกทำสำเนาเพียงบางส่วน
ยกเว้นทำทั้งฉบับ โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากทางสำนักเครื่องมือวิทยาศาสตร์และการทดสอบ



สำนักเครื่องมือวิทยาศาสตร์และการทดสอบ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ชั้น 1 อาคารบริหารวิชาการรวม อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110
โทรศัพท์ 07428 6904-7, 07428 6910, 089734 2482, 084407 1732
อีเมล osit@group.psu.ac.th เว็บไซต์ http://osit.psu.ac.th

F-RES-T-003 ฉบับที่ 0 บังคับใช้ 02/01/63

เลขที่รายงาน: R1153/64

หน้า: 2/2

ผลการทดสอบ:

ลำดับที่	ชื่อตัวอย่าง	เครื่องมือ/วิธีทดสอบ	รายการตรวจสอบ	หน่วย	ผลการทดสอบ
1.	สูตร 1	Steel ruler	In-house method based on ISO 2439 method A	ดัชนีความแข็งแรงเชิงกล	270.4
			ความกว้าง	เซนติเมตร	34.9
			ความยาว		34.7
			ความหนา		4.9
2.	สูตร 2	Steel ruler	In-house method based on ISO 2439 method A	ดัชนีความแข็งแรงเชิงกล	64.2
			ความกว้าง	เซนติเมตร	34.7
			ความยาว		34.4
			ความหนา		5.1
3.	สูตร 3	Steel ruler	In-house method based on ISO 2439 method A	ดัชนีความแข็งแรงเชิงกล	100.3
			ความกว้าง	เซนติเมตร	34.6
			ความยาว		34.9
			ความหนา		4.6
4.	สูตร 4	Steel ruler	In-house method based on ISO 2439 method A	ดัชนีความแข็งแรงเชิงกล	111.3
			ความกว้าง	เซนติเมตร	33.5
			ความยาว		33.3
			ความหนา		4.2
5.	สูตร 5	Steel ruler	In-house method based on ISO 2439 method A	ดัชนีความแข็งแรงเชิงกล	74.7
			ความกว้าง	เซนติเมตร	33.6
			ความยาว		34.3
			ความหนา		4.9

* ข้อมูลดิบถูกจัดเก็บในโฟลเดอร์(server2\rawdata\TIS product\Material\2564\1448-64

* ดัชนีความแข็งแรงเชิงกล: รายงานค่าจากการทดสอบจำนวน 1 ซ้ำ

* ความกว้าง, ความยาว และความหนา: รายงานค่าเฉลี่ยจากการทดสอบจำนวน 3 ซ้ำ

สิ้นสุดรายงานผลการทดสอบ.....

หมายเหตุ รายงานผลการทดสอบนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น และรายงานผลการทดสอบนี้ต้องไม่ถูกทำสำเนาเพียงบางส่วน
ทุกส่วนทั้งฉบับ โดยไม่ได้รับความเห็นชอบเป็นลายลักษณ์อักษรจากทางสำนักเครื่องมือวิทยาศาสตร์และการทดสอบ



สำนักเครื่องมือวิทยาศาสตร์และการทดสอบ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ชั้น 1 อาคารบริหารวิชาการรวม อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110
โทรศัพท์ 07428 6904-7, 07428 6910, 089734 2482, 084407 1732
อีเมล osit@group.psu.ac.th เว็บไซต์ <http://osit.psu.ac.th>

F-RES-T-003 ฉบับที่ 0 มีกัปใช้ 02/01/63

รายงานผลการทดสอบ

เลขที่รายงาน:	R2458/64	หน้า:	1/1
วันที่ออกรายงาน:	28 พฤษภาคม 2564	วันที่รับตัวอย่าง:	18 พฤษภาคม 2564
เลขที่ใบขอใช้บริการ:	3125/64		
ชื่อและที่อยู่ลูกค้า:	อาจารย์ หทัยนุช จันทร์ชัยภูมิ สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์		
ผู้ทดสอบ:	นางสาวภาเพ็ญ สุวรรณมณี		
วันที่ทำการทดสอบ:	21 – 27 พฤษภาคม 2564		
วิธีการทดสอบ:	WI-RES-Compression set-001 และ REF-RES-ISO1856-029		
เครื่องมือทดสอบ:	Compression Set Tester, JIS A5756, Yasuda, Japan		
เทคนิคการทดสอบ:	การยุบตัวเนื่องจากแรงกด		
สภาพตัวอย่าง:	ของแข็ง		
รายละเอียดตัวอย่าง:	เบาะรองนั่งยางพารา		จำนวน: 3 ตัวอย่าง

ผลการทดสอบ:

ลำดับที่	ชื่อตัวอย่าง	เครื่องมือ/วิธีทดสอบ	รายการตรวจสอบ	หน่วย	ผลการทดสอบ
1.	สูตร 2	In-house method based on ISO1856 Method B	การยุบตัวเนื่องจากแรงกด	%	2.26
2.	สูตร 4				2.68
3.	สูตร 5				1.94

* ข้อมูลดิบถูกจัดเก็บในโฟลเดอร์ \\server2\rawdata\Compression Set\2564\3125-64

* ขนาดชิ้นทดสอบ: ความกว้าง = (50 ± 1) mm, ความยาว = (50 ± 1) mm และความหนา = (25 ± 1) mm

* สภาวะการทดสอบ: ทำการกดอัดที่ 50 %, อุณหภูมิ (23 ± 2) °C, ความชื้นสัมพัทธ์ (50 ± 5) % เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

* รายงานค่า Median จากการทดสอบจำนวน 5 ซ้ำ

(นางรุสนี กุลวิจิตร)

หัวหน้าฝ่ายบริการเครื่องมือวิจัยทางวิทยาศาสตร์

31 พฤษภาคม 2564

.....สิ้นสุดรายงานผลการทดสอบ.....

หมายเหตุ รายงานผลการทดสอบนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น และรายงานผลการทดสอบนี้ต้องไม่ถูกทำสำเนาเพื่อบางส่วน
ออกวันทำทั้งฉบับ โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากทางสำนักเครื่องมือวิทยาศาสตร์และการทดสอบ

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล นางสาวหทัยนุช จันทร์ชัยภูมิ
Miss Hathainuch Janchaiyaphoom
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1670400078671
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000
โทรศัพท์ 056-717164 ต่อ 1608, 1609 โทรสาร 056-717164
E-mail hathainuch.jan@gmail.com
5. ประวัติการศึกษา
วศ.ม. (วิศวกรรมการจัดการพลังงาน)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
พลังงาน
วัสดุวิศวกรรม
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย ผู้อำนวยการโครงการวิจัย :-
 - 7.1. หัวหน้าโครงการวิจัย :
 - การบูรณาการเทคโนโลยี เพื่อยกระดับขีดความสามารถของวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตกล้วยอบไส้มะขามในจังหวัดเพชรบูรณ์
เสนอขอทุนวิจัยของทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สทสว.) 2563

7.2. งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

- การออกแบบและพัฒนาชุดคันร้งไหมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บรังไหมจากจ่อไม้โดยใช้วัสดุที่มีความยืดหยุ่น. นำเสนอในวารสารการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 1 เครือข่ายสถาบันวิจัยและพัฒนา ร่วมกับเครือข่ายวิชาการทางด้านคณิตศาสตร์ “งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น” ประจำปี 2557
- การออกแบบและสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลสำหรับใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนวิชาการจัดการพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม นำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยายในการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 2 ประจำปี 2558
- การออกแบบและสร้างอุปกรณ์จับยึดหมุนเพลานางานตัดด้วยแท่นตัดไฟเบอร์ นำเสนอภาคบรรยาย (Oral Presentation) การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ “ราชภัฏวิจัย ครั้งที่ 3” 21 พฤษภาคม 2558 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
- การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ปั๊มโลหะเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าของที่ระลึกพวงกุญแจโลหะรูปฝักมะขาม กลุ่มสตรีก้าวหน้า อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ และสำรวจความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. 2558; 8(1) : 24-33. TCI กลุ่ม 1
- การพัฒนาวัสดุกันกระแทกจากเกล็ดผสมฟองน้ำยางธรรมชาติเพื่อการขนส่งมะม่วงน้ำดอกไม้. ในการประชุมวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2559 วันที่ 29 เมษายน 2559. หน้า 352 - 360.
- การประยุกต์ใช้วิธีอานานิคมมดเพื่อจัดเส้นทางท่อเทียมในอำเภอเขาค้อ. ในการประชุมวิชาการการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า (EENET) ประจำปี 2559 ระหว่างวันที่ 25-27 พฤษภาคม พ.ศ. 2559. หน้า 501 - 504.

- การพัฒนาชุดกระทู้ถ่านสำหรับเตาแก๊สซีพีเออร์. ในการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 3 วันที่ 22 กรกฎาคม 2559; มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- การประยุกต์ใช้วิศวกรรมคั่นไซในการพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ เสนอขอทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2559
- การเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ OTOP ด้วยวิศวกรรมการเคลือบผิว: กรณีศึกษาสินค้ากลุ่มตีมีดบ้านใหม่และสินค้ากลุ่มสตรีก้าวหน้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ เสนอขอทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2559
- การผลิตถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะขาม เสนอขอทุนสนับสนุนนักวิจัยรุ่นใหม่มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2560
- การออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกขนาดแมคคาเดเมียแบบชั้นรางท่อ สำหรับกลุ่มผู้ผลิตและแปรรูปแมคคาเดเมีย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ เสนอขอทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2562
- การใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้ง ในการผลิตกล้วยอบไส้มะขามเพื่อพัฒนาเป็นวัสดุชะลอการสุกของผลไม้ เสนอขอทุนวิจัยของทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สทสว.) 2563