

การพัฒนาวัสดุดูดซับเสียงแบบรูพรุนของโฟมยางพาราที่เติมผงถ่านจาก ขี้ข้าวโพด

The development of sound-absorber porous of sponge foam rubber with addition corn cob carbon

นุชจิรา ดีแจ้ง^{1*} และ ศรารัตน์ มหาศรานนท์²

บทคัดย่อ

การสังเคราะห์วัสดุดูดซับเสียงแบบรูพรุนโฟมยางพาราที่ถูกเสริมแรงด้วยผงถ่านจากขี้ข้าวโพด ที่อัตราการเติมผงถ่านขี้ข้าวโพด 0, 5, 10 และ 15 phr นำโฟมยางพาราที่ได้มาทดสอบสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความหนาแน่น ความแข็ง (แบบ Shore scale A) การทนต่อแรงดึง (ASTM D638) และสมบัติการดูดซับเสียง (ASTM C 384-04) ศึกษาโครงสร้างทางจุลภาคด้วยกล้องสแตอริโอไมโครสโคปและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าความหนาแน่นมีค่าอยู่ในช่วง 0.13-0.33 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีค่าความแข็งอยู่ระหว่าง 1.1-11.1 Shore A ค่าความหนาแน่นและค่าความแข็งมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณถ่านขี้ข้าวโพดที่เติม ผลการทดสอบค่าการทนต่อแรงดึงและค่าความยืดหยุ่นของโฟมยางพาราที่เติมผงถ่านจากขี้ข้าวโพด พบว่าโฟมยางพาราที่มีการเติมผงถ่านจากขี้ข้าวโพดแสดงตัวคล้ายคอมพอสิตที่มีความเปราะ และมีการทนต่อแรงดึงเพิ่มขึ้นแต่ค่าความยืดหยุ่นขึ้นงานลดลงเมื่อปริมาณถ่านเพิ่มขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงในช่วงความถี่ 1000-2500 เฮิร์ตซ์ ที่อัตราการเติมผงถ่านจากขี้ข้าวโพดอัตราเติม 0 และ 5 phr อยู่ในช่วง 0.52-0.83 และ 0.80-0.98 ตามลำดับ ขณะที่อัตราการเติมผงถ่าน 10 และ 15 phr แสดงค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงในช่วงความถี่ 700-6400 เฮิร์ตซ์ อยู่ในช่วง 0.33-0.60 กล่าวได้ว่าผลการเติมผงถ่าน

¹ สาขาฟิสิกส์ประยุกต์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

¹Email : nuchjirad@nu.ac.th

² ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร มหาวิทยาลัยนเรศวร ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

²Email : sararatm@nu.ac.th

* Corresponding author, e-mail: nuchjirad@nu.ac.th

ที่ 5 phr สามารถดูดซับเสียงได้ดีที่สุด จากการศึกษาโครงสร้างจุลภาคของโฟมยางพารา พบว่ารูพรุนของโฟมยางพารามีขนาดเล็กลงตามปริมาณการเติมผงถ่านจากซังข้าวโพดที่เพิ่มขึ้น ผงถ่านที่เติมจะจากตัวอยู่ทั่วไปในโฟมยางพาราและช่วยยึดโครงสร้างให้มีความแข็งแรงขึ้น ส่งผลให้ค่าการดูดซับของโฟมยางพารามีความค่าแตกต่างกัน

คำสำคัญ: โฟมยางพารา, ถ่านซังข้าวโพด, ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง

Abstract

The synthetic foam rubber was reinforced by powder corn cob charcoal with 0, 5, 10 and 15 phr additional content. The foam rubber was estimated the physical properties such as density, hardness (Shore scale A), tensile strength (ASTM D638) and sound absorption coefficient (ASTM C 384 – 04). The foam rubber microstructure was investigated by stereo microscope and scanning electron microscopy (SEM). It was found that the density and hardness of rubbers foam were presented in the range of 0.13-0.33 g/cm³ and 1.1-11.1 Shore A, following, that were increased with high corn cob charcoal content. The results of tensile strength and modulus from foam rubber with vary corn cob charcoal addition, it was shown the like-brittle polymer and the increased high strength while the elastic modulus associated to reduce with increased charcoal contents. The sound absorption coefficient for the frequency between 700 to 6400 Hz of charcoal addition 0 and 5 phr were presented the range of value 0.52-0.83 and 0.35-0.98, according. Then, the charcoal additive 10 and 15 phr were presented the high frequency adsorption between 700 to 6400 Hz, sound coefficient 0.33-0.60. Finally, the addition 5 phr corn cob charcoal had high sound coefficient. The morphology of foam, the porosity size was reduced with high charcoal content. The charcoal particles were good distribution in rubber foam and supported the high adhesion of foam structure. Finally, the different foam structure was effect form charcoal corn cob particles content. It was effected the sound absorption coefficient behavior in rubber foam.

Keywords: rubber foam, corn cob charcoal, the sound absorption coefficient

1. บทนำ

ปัญหามลพิษทางเสียงเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องด้านเศรษฐกิจและสังคม โดยเฉพาะในเมืองหรือแหล่งพักอาศัยใกล้เขตธุรกิจ การคมนาคม รวมถึงกิจกรรมที่มีการใช้เสียง ส่งผลต่อการดำเนินชีวิตและสุขภาพของประชาชนผู้พักอาศัย การเลือกใช้วัสดุดูดซับเสียงภายในและภายนอกอาคาร เพื่อเป็นการลดระดับความดังของเสียงรบกวนเพื่อความปลอดภัยของบุคคลที่อยู่ใกล้แหล่งกำเนิดเสียง [1] วัสดุที่นิยมนำมาผลิตเป็นวัสดุกันเสียงรบกวน ได้แก่ โยหิน และสารโพลิเมอร์ เป็นต้น วัสดุดังกล่าวล้วนแล้วแต่มีราคาสูงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

การแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรเกิดขึ้นหลายๆ ประเภท ขณะเดียวกันก็ก่อให้เกิดวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลผลิต ชังข้าวโพดเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีอยู่มาก [2] เมื่อนำมาเข้าสู่กระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ถ่านจากชังข้าวโพด พบว่าลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกับวัสดุสังเคราะห์ที่มีรูพรุน นอกจากนี้ยังพาราจัดเป็นพืชเศรษฐกิจ การเพาะปลูกจำนวนมากทำให้เกิดการผลิตน้ำยางออกมาล้นตลาดส่งผลกระทบต่อเกษตรกร การส่งเสริมให้มีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากน้ำยางพาราที่มีเพื่อก่อให้เกิดมูลค่าเป็นแนววิธีหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาการคายพารา [3] ยางพารา (*Hevea Brasiliensis*) เป็นพืชที่ปลูกเพื่อนำน้ำยางใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยาง การเก็บผลผลิตน้ำยางจากต้น ยางธรรมชาติมีสมบัติเชิงกลที่ดีเยี่ยมโดยเฉพาะความแข็งแรงและความยืดหยุ่น ซึ่งยางสังเคราะห์ไม่สามารถเทียบได้ อย่างไรก็ตาม ยางธรรมชาติมีข้อเสีย คือ มีความหนืดและความยืดหยุ่นสูงทำให้น้ำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้ยากเมื่อเทียบกับยางสังเคราะห์ การเสื่อมสภาพเนื่องจากความร้อนและทิศทางของแสงแดด การหักงอที่อุณหภูมิต่ำ สามารถในการรักษาสมบัติความยืดหยุ่น ณ อุณหภูมิห้อง เป็นต้น การปรับปรุงโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากยางธรรมชาติสามารถทำได้ด้วยการเติมสารเคมี หรือการเติมอนุภาคผง

ถ่าน คือ สารที่มีองค์ประกอบของธาตุคาร์บอนเป็นหลักที่เกิดจากการแปรรูปอินทรีย์หรืออนินทรีย์ด้วยกระบวนการคาร์บอนไนซ์เซชัน (Carbonization) ลักษณะโครงสร้างของถ่านที่ได้จะมีรูพรุนสูงมากน้อยขึ้นกับวัสดุตั้งต้น การเจือปนหรือการเติมถ่านในน้ำยางเพื่อการเสริมสมบัติของยางให้ดีขึ้น โดยไปเพิ่มการยึดเกาะภายในโครงสร้างของโฟมยางพารา

การดูดซับเสียง หมายถึง การเปลี่ยนแปลงผลรวมของพลังงานเสียงที่ลดน้อยลงเมื่อผ่านตัวกลางใดๆ กล่าวได้ว่า การดูดกลืนเสียง คือ ความสามารถของวัสดุในการดูดกลืนพลังงานเสียงและเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อน วัสดุที่สามารถดูดซับคลื่นเสียงได้ดีมักเป็นวัสดุทำจากเส้นใย (Fibrous) และมีความพรุน (Porous) เมื่อเสียงเคลื่อนที่กระทบวัสดุ เสียงส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลืนและส่งผ่านเข้าไปในวัสดุ [6]

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการผลิตวัสดุดูดซับเสียงแบบรูพรุน คือ โฟมยางพาราที่เสริมแรงด้วยผงถ่านจากชังข้าวโพดในปริมาณการเติมผงถ่านจากชังข้าวโพดที่แตกต่างกัน ซึ่งโฟมยางที่ได้ถูกทดสอบสมบัติทางกายภาพ สมบัติเชิงกล และสมบัติการดูดซับเสียงด้วยวิธีท่อแบบคลื่นยืน (ASTM C384-04) [4, 5] ศึกษาลักษณะโครงสร้างทางจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์แสงและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เพื่อให้ได้เงื่อนไขที่เหมาะสมต่อการผลิตโฟมยางพาราที่เติมผงถ่านจากชังข้าวโพดสำหรับการดูดซับเสียง

2. วิธีการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการผลิตผลิตภัณฑ์โฟมยางพาราที่เสริมแรงด้วยผงถ่านจากขี้ข้าวโพด มีวิธีดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ การผลิตถ่าน การผลิตฟองน้ำจากยางพาราและทดสอบสมบัติ มีรายละเอียด ดังนี้

การเตรียมถ่านขี้ข้าวโพด นำขี้ข้าวโพดที่ทำความสะอาดแล้วมาตากแดดให้แห้งสนิท เผาขี้ข้าวโพดให้เป็นถ่านด้วยวิธีเผาแบบอับอากาศที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำถ่านที่ได้มาบดให้ละเอียดและคัดขนาดอนุภาคผงถ่านให้น้อยกว่า 150 ไมครอน ด้วยตะแกรงร่อน

การผลิตโฟมยางพาราที่เสริมแรงด้วยผงถ่านจากขี้ข้าวโพด

- ทำการเตรียมน้ำยางที่เติมสารปรับปรุงน้ำยางให้เหมาะสมกับการทำโฟม ดังตารางที่ 1 นำน้ำยางที่ผ่านการปรับแต่สภาพมาเติมผงถ่านจากขี้ข้าวโพดที่ปริมาณถ่าน 5, 10 และ 15 กรัม ต่อน้ำยางพารา 100 กรัม

- การขึ้นรูปโฟมยางพารา

1. เติมน้ำสารโพแทสเซียมโอเลิเอตลงในน้ำยางพารามาแล้วปั่นเพื่อไล่แอมโมเนียเป็น เวลา 30 วินาที เติมน้ำผงถ่านจากขี้ข้าวโพดแล้วปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำยางพารา

2. เติมน้ำสาร Sulfur, ZDEC, ZMBT, Wing stay L, Zing oxide และ DPG (ดังตารางที่ 1) ขณะเติมน้ำสารต้องทำการปั่นน้ำยางพาราไปพร้อมกัน เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกันเป็นเวลา 1 นาที

3. นำน้ำยางพาราที่ผ่านการผสมเทลงแบบพิมพ์แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง แล้วนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกมาล้างน้ำสะอาดที่อุณหภูมิห้อง นำไปอบต่อที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จะได้ผลิตภัณฑ์โฟมยางพาราที่เสริมแรงด้วยผงถ่านจากขี้ข้าวโพด ดังรูปที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราการเติมน้ำสารต่อน้ำยาง 100 กรัม

สาร	หน่วย (กรัม)
โพแทสเซียมโอเลิเอต	8.98
กำมะถัน (sulfur)	2.395
สารแซดดีอีซี (ZDEC)	1.195
สารแซดเอ็มบีที (ZMBT)	1.195
สารวิงสเตย์แอล (Wing stay L)	1.195
สารซิงค์ออกไซด์ (Zinc oxide)	5.99
สารดีพีจี (DPG)	1.195



รูปที่ 1 (ก) น้ำยางพาราที่ถูกเทลงในแบบภายในเตาอบ (ข) ชิ้นงานผลิตภัณฑ์ที่ได้

การทดสอบคุณภาพของโฟมยางพารา

- การทดสอบหาค่าความหนาแน่น ตัดโฟมยางพาราให้อยู่ในลักษณะทรงกระบอก นำไปชั่งน้ำหนัก (m) และวัดค่าความสูง (h) คำนวณหาปริมาตรดังสมการ 1 และความหนาแน่นดังสมการ 2

$$V = \pi r^2 h \quad (1)$$

$$D = \frac{m}{V} \quad (2)$$

- ทดสอบหาค่าความแข็ง ตามมาตรฐาน ASTM D2240 นำโฟมยางพาราเสริมแรงด้วยผงถ่านจากขี้ขาวโพดมาตัดให้อยู่ในรูปแบบของทรงกระบอก ทดสอบความแข็งด้วยเครื่อง Shore scleroscope หัวกดแบบ Shore A ทำการทดสอบ 3 จุดบนชิ้นงาน

- ทดสอบการทนต่อแรงดึง ของชิ้นทดสอบที่จุดขาด ความยืดหยุ่น ค่าการดูดซับพลังงาน วัดโดยเครื่อง Universal testing machine (UTM) เตรียมชิ้นงานให้เป็นรูปดัมเบล (dumb bell) ที่อัตราการดึง 500 มิลลิเมตรต่อนาที ทำการทดสอบ 5 ครั้งต่อเงื่อนไขการเติมผงถ่านในโฟมยางพารา ณ อุณหภูมิห้อง



รูปที่ 2 ชิ้นงานโฟมยางพาราที่เสริมแรงด้วยผงถ่านจากขี้ขาวโพดที่ใช้ในการทดสอบการทนต่อแรงดึง

- ทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง นำชิ้นงานที่ทดสอบใส่เข้าไปในท่อ impedance tube ที่มีแหล่งกำเนิดปล่อยคลื่นเสียง เพื่อความดันเสียงผ่านชิ้นงานด้วยไมโครโฟน นำค่าพลังงานที่ได้มาคำนวณหา

สัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง (sound absorption coefficients, α) คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง ดังสมการ 3 และ 4

$$\alpha = \frac{E_{\alpha+1}}{E_i} \quad (3)$$

$E_{\alpha+1}$ = พลังงานของคลื่นเสียงที่ทะลุผ่าน

E_i = พลังงานของคลื่นเสียงที่ตกสัมผัสกับวัสดุดูดซับเสียง

$$\alpha = \frac{A_2 - A_1}{S} \quad (4)$$

เมื่อ A_1 คือ ค่าความสามารถในการดูดซับเสียงก่อนนำแผ่นวัสดุเข้าไปติดตั้ง, ตารางเมตร

A_2 คือ ค่าความสามารถในการดูดซับเสียงเมื่อนำวัสดุเข้าไปติดตั้งภายใน, ตารางเมตร

S คือ ขนาดของแผ่นวัสดุที่ใช้ในการทดสอบ, ตารางเมตร

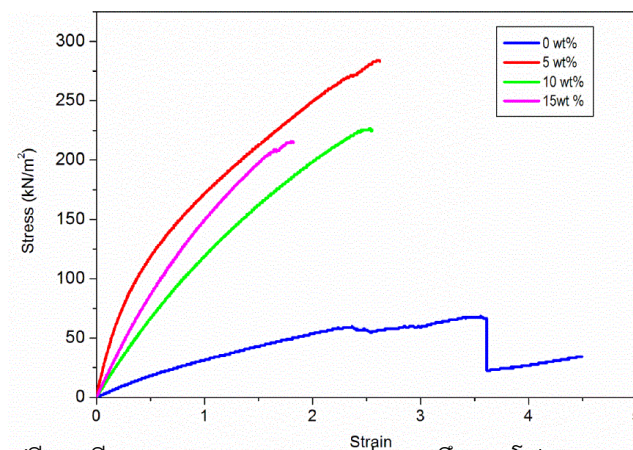
3. ผลการศึกษา

ค่าความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์โฟมยางพาราที่เสริมแรงด้วยผงถ่านจากชังข้าวโพด มีค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้นตามปริมาณการเติมผงถ่าน ที่อัตราส่วนในการเติมผงถ่าน 15 phr มีค่าความหนาแน่นสูงสุด 0.33 ± 0.08 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ที่อัตราส่วนในการเติมผงถ่าน 0 phr มีค่าความหนาแน่นน้อยสุด 0.13 ± 0.01 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ผลการเติมผงถ่านทำให้ความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเป็น 67% เมื่อเทียบกับโฟมยางพาราที่ไม่มีการเติมผงถ่าน ค่าความแข็งของโฟมยางพารามีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณการเติมผงถ่านจากชังข้าวโพด ดังตารางที่ 2 ผงถ่านชังข้าวโพดในโฟมยางพาราจะเพิ่มความแข็งแรงของโฟมยางพารา ที่ปริมาณการเติม 15 phr มีค่าความแข็งมากที่สุดที่ 11.1 ± 0.67 มีค่าความแข็งมากกว่าฟองน้ำที่ไม่มีการเติมผงถ่านถึง 4 เท่า กล่าวได้ว่าค่าความแข็งจะมีค่าเพิ่มขึ้น 3.35 เท่าต่อการเติมผงถ่าน 5 phr

การทดสอบสมบัติเชิงกล ค่าการทนต่อแรงดึงภายใต้สภาวะแรงดึงคงที่ พบว่าค่าความยืดหยุ่นของมีความแตกต่างกันชัดเจน จากรูปที่ 3 โฟมยางพาราที่มีการเติมผงถ่านจากชังข้าวโพดแสดงตัวคล้ายพอลิเมอร์แบบเปราะ (Brittle) คือ มีค่าการทนต่อแรงดึง [7] และมีค่าความยืดหยุ่นของขึ้นงานลดลงตามปริมาณที่เพิ่มขึ้นของการเติมผงถ่านจากชังข้าวโพด ดังตารางที่ 2 ฟองน้ำที่ไม่มีการเติมผงถ่านจากชังข้าวโพด 0 phr แสดงตัวคล้ายพอลิเมอร์แบบยืดหยุ่นสูง คือ มีค่าการทนต่อแรงดึงต่ำสุดและมีค่าความเครียดสูงทำให้สามารถยืดตัวออกได้มากกว่าโฟมที่เติมผงถ่าน อย่างไรก็ตาม ค่าความเค้นที่ปรากฏมีค่าน้อยกว่าการเติมผงถ่าน ผลของสมบัติเชิงกลของโฟมยางพาราที่เติมผงถ่านพบว่าค่ามอดูลัสของยังและความแกร่งโฟมยางพารามีค่าเพิ่มขึ้นสูงถึง 4 เท่า เมื่อเทียบกับโฟมยางพาราที่ไม่มีการเติมผงถ่าน ที่อัตราส่วนในการเติมผงถ่าน 5 phr เป็นอัตราการเติมที่ให้ค่ามอดูลัสของยังและความแกร่งสูงสุด และมีค่าลดลงเมื่อปริมาณผงถ่านเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 2 แสดงสมบัติทางกายภาพของโพลียาพาราที่เติมถ่านจากขี้ข้าวโพด

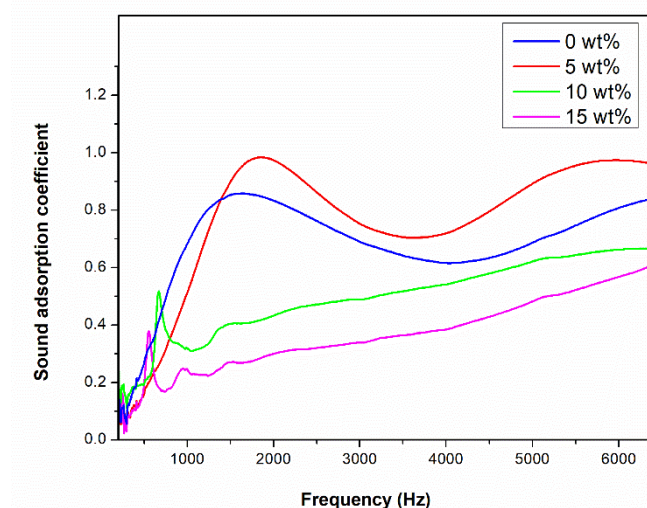
ผง ถ่าน ขี้ ข้าวโพด (wt%)	ความหนาแน่น (กรัม ต่อ ลูกบาศก์ เซนติเมตร)	ค่าความแข็ง (shore A)	มอดุลัสของยัง (กิโลนิวตันต่อตาราง เมตร)	มอดุลัสของความแกร่ง (กิโลนิวตันต่อ ตารางเมตร)
0	0.13 ± 0.01	1.1 ± 0.75	28.99 ± 1.44	183.52
5	0.18 ± 0.01	4.5 ± 0.45	144.84 ± 8.64	488.83
10	0.30 ± 0.01	9.8 ± 0.51	100.46 ± 8.81	345.75
15	0.33 ± 0.08	11.1 ± 0.67	127.32 ± 10.69	241.19



รูปที่ 3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการทดสอบการทนต่อแรงดึงของโพลียาพาราที่อัตราส่วนในการเติมผง ถ่านจากขี้ข้าวโพด

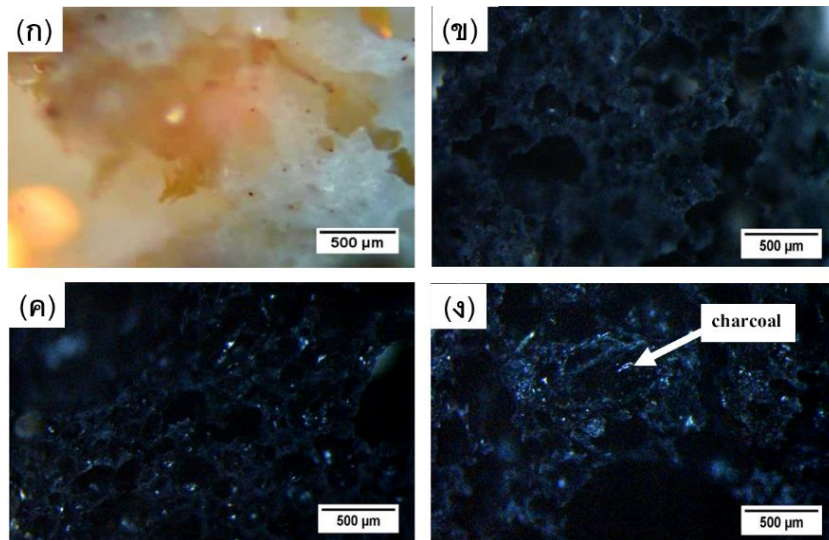
พิจารณาผลการทดสอบการการดูดซับเสียงของโพลียาพาราที่เสริมแรงด้วยผงถ่านจากขี้ข้าวโพด ดังรูปที่ 4 ช่วงความถี่ 200 - 500 เฮิรตซ์ พบว่าผลิตภัณฑ์โพลียาพาราที่มีการเติมผงถ่านจากขี้ข้าวโพดแสดงลักษณะการสะท้อนเสียงหรือไม่มีการดูดซับเสียง ที่ช่วงความถี่ 600-1300 เฮิรตซ์ โพลียาพาราที่อัตราส่วนในการเติมผงถ่าน 0 และ 5 phr แสดงค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงมีค่าอยู่ในช่วง 0.35 - 0.83 และที่ช่วงความถี่ 1300 - 2700 เฮิรตซ์ พบว่าผลิตภัณฑ์โพลียาพาราที่อัตราส่วนในการเติมผงถ่าน 5 phr แสดงค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงมากที่สุดมีค่าอยู่ในช่วง 0.84 - 0.98 และที่อัตราส่วนในการเติมผงถ่าน 0 phr มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงสูงเช่นกันมีค่าอยู่ในช่วง 0.77 - 0.85 ขณะที่การเติมผงถ่าน 10 และ 15 phr มีค่าสัมประสิทธิ์ต่ำกว่า 0.5 และมีแนวโน้มมีค่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ที่ปริมาณการเติมผงถ่าน 5 phr พบว่าเป็นปริมาณที่เหมาะสมต่อโพลียาพาราเพื่อการดูดซับเสียง ทั้งนี้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงที่ดีต้องมีค่าใกล้เคียง 1 [6] ขณะที่ปริมาณการเติมมากกว่า 10 phr โพลียาพารามีการสะท้อนเสียงมากกว่าการดูดซับเสียง ดังรูปที่ 4 เมื่อ

ความถี่เสียงมากกว่า 2500 เฮิรตซ์ พบว่าที่ phr ของการเติมผงถ่านซึ่งขาวโพลยังคงแสดงความสามารถดูดซับเสียงได้ดีโดยมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงมากกว่า 0.8 ขณะที่สมบัติการดูดซับเสียงที่การเติมผงถ่านมากกว่า 10 phr มีสมบัติการดูดซับเสียงเพิ่มขึ้นตามความถี่ของเสียงที่ตกกระทบ

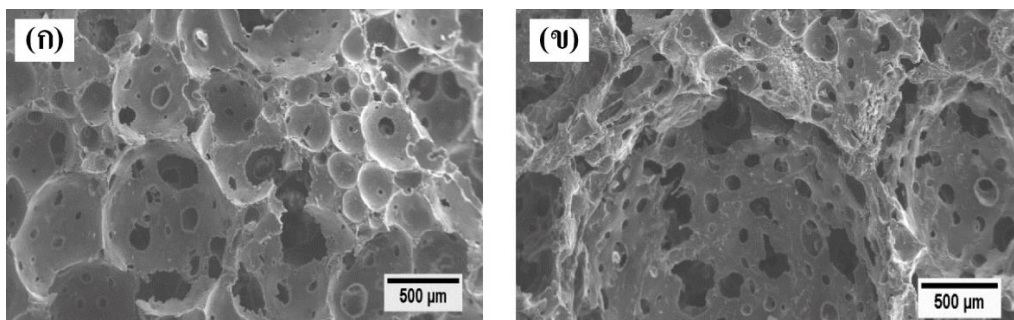


รูปที่ 4 กราฟแสดงค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง (Absorption coefficient) ของผลิตภัณฑ์โฟมยางพาราที่เสริมแรงด้วยผงถ่านจากชังข้าวโพล

จากรูปที่ 5 (ก) แสดงลักษณะโครงสร้างของโฟมยางพาราที่เสริมแรงด้วยผงถ่านจากชังข้าวโพล โฟมยางพาราที่ไม่เติมผงถ่านจากชังข้าวโพลฟองน้ำที่ได้จะมีลักษณะเป็นสีขาว เมื่อเติมผงถ่านจากชังข้าวโพลที่รูปที่ 5 (ข)-(ง) พบว่าโฟมยางพาราที่ได้มีลักษณะเป็นสีดำ อย่างไรก็ตาม รูพรุนของโฟมยางพาราที่ปรากฏรูพรุนที่มีขนาดเล็กและขนาดใหญ่กระจายทั่วชิ้นงาน และอนุภาคของผงถ่านซึ่งข้าวโพลที่ถูกเติมจะกระจายตัวเข้าไปแทรกภายในโครงสร้างของโฟมยางพารา รูปที่ 5 (ง) ที่ปริมาตรการเติม 10 และ 15 phr พบว่าฟองน้ำที่ได้จะมีลักษณะเป็นสีดำรูพรุนขนาดใหญ่จะมีปริมาณลดลง ปรากฏอนุภาคของผงถ่านแทรกตัวอยู่ในเนื้อโฟมยางพาราอย่างชัดเจน เมื่อพิจารณาระดับโครงสร้างทางจุลภาคของโฟมยางพาราด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบว่าลักษณะโครงสร้างของโฟมยางพาราที่ปรากฏที่ความแตกต่างกัน กล่าวคือ โฟมยางพาราที่ถูกเติมด้วยผงถ่านจะปรากฏรูพรุนขนาดเล็กบนผิวผนังรูพรุนขนาดใหญ่มากกว่าโฟมยางพาราที่ไม่มีการเติมผงถ่าน ดังรูปที่ 6



รูปที่ 5 แสดงลักษณะสีฐานด้วยกล้องสเตอริโอไมโครสโคปของผลิตภัณฑ์โพลียาพาราที่เติมผงถ่านจากขี้เถ้าโพดที่อัตราส่วนในการเติมผงถ่าน (ก) 0, (ข) 5, (ค) 10 และ (ง) 15 phr



รูปที่ 6 ลักษณะโครงสร้างทางจุลภาคของโพลียาพาราที่อัตราส่วนในการเติมผงถ่าน (ก) 0 และ (ข) 15 phr

4. สรุปผล

โพลียาพาราที่อัตราส่วนในการเติมผงถ่าน 0, 5, 10 และ 15 phr พบว่าผงถ่านที่เติมเข้าไปจะไปเพิ่มสมบัติทางกายภาพ คือ ความหนาแน่น และการทนต่อแรงดึงของโพลียาพาราที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มผงถ่าน พฤติกรรมเชิงกลของโพลียาพาราที่ถูกเติมด้วยผงถ่านแสดงตัวคล้ายคอมพอสิตที่มีความเปราะ สอดคล้องกับค่าความเค้นที่เพิ่มขึ้นเมื่อทำการออกแรงดึง จากลักษณะโครงสร้างทางกายภาพของโพลียาพาราที่มีผงถ่านกระจายตัวอยู่ในโพลียาพารา ผงถ่านเป็นอนุภาคของแข็งที่มีความพรุน [2] จะไปเสริมให้โพลียาพาราเกิดการยึดเกาะระหว่างกันได้ดีทำให้มีสมบัติความทนต่อแรงดึงสูง นอกจากนี้ลักษณะของสีของโพลียาพาราที่ปรากฏมีสีเปลี่ยนเป็นสีดำตามปริมาณผงถ่าน ความสามารถดูดซับเสียงของโพลียาพาราพบว่าการเติมที่ 0 และ 5 phr แสดงความสามารถการดูดซับเสียงได้ดีในช่วงความถี่ 1300 - 2700 เฮิร์ตซ์ ที่ดีที่สุด นอกจากนี้ช่วงความถี่ดังกล่าวเป็นช่วงความถี่ที่มนุษย์สามารถได้ยิน [1, 5-6] สมบัติเชิงกลของโพลียาพาราที่

อัตราส่วนในการเติมผงถ่าน 5 phr โฟมยางพาราที่เติมผงถ่านยังแสดงค่ามอดูลัสของยังและความแข็งแรงโฟมยางพาราที่สูงกว่าทุกเงื่อนไขการเติมผงถ่าน จากคุณสมบัติเชิงกลและการดูดซับเสียงจึงเหมาะที่นำมาใช้งานมากกว่าการโฟมยางพาราที่ไม่มีการเติมถ่าน

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาเคมี และ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ในการเอื้อเฟื้อสถานที่ทำงานวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ศิวพันธุ์ ชูอินทร์. ความรู้เบื้องต้นมลพิษทางเสียง. (2556). สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร.
- [2] ประภัสสร รัตนไพบูลย์. (2558). การผลิตถ่านกัมมันต์จากขี้ข้าวโพดที่กระตุ้นด้วยน้ำและซิงค์คลอไรด์ร่วมกับรังสีไมโครเวฟ. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี. สาขาฟิสิกส์ประยุกต์, มหาวิทยาลัยนเรศวร
- [3] การยางแห่งประเทศไทย(ศูนย์วิจัยยาง) เว็บไซต์ :
http://www.raot.co.th/ewt_news.php?nid=4567&filename=index สืบค้นวันที่ 7 มิ.ย. 2562
- [4] American National Standard. (2004). Standard Test Method for Impedance and Absorption of Acoustical Materials by Impedance Tube Method C 384 – 04.
- [5] Cowan, J.P. (1993). Handbook of Environmental Acoustics. John Wiley & Sons Inc. USA.
- [6] Ballou, G.M. (2008). Handbook for Sound Engineers 4nd ed. Elsevier Inc. USA.
- [7] Brown, R. (2002). Handbook of Polymer Testing. Rapra Technology Limited, United Kingdom.