

ศึกษาความเป็นไปได้ของถ่านเหง้ามันสำปะหลังและถ่านกะลามะพร้าว เพื่อพัฒนาเป็น ถ่านดูดซับ

Feasibility study of cassava rhizome and coconut shell charcoal for development as adsorption charcoal

ชลลดา ไร่ขาม¹, ปภากร จันทะวงศ์ฤทธิ์^{1*}, ปริญา บุญโกศล² และวุฒิพงษ์ พลค้อ²

Chonlada Raikham¹, Papaporn Jantawongrit^{1*}, Parinda Bunkoson² and Wutthipong Phonkho²

Received: 7 ธ.ค. 2566

Revised: 22 ธ.ค. 2566

Accepted: 25 ธ.ค. 2566

บทคัดย่อ

ถ่านนอกจากจะนำมาใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงแล้ว ยังสามารถดูดกลืนหมิ่นอับและความชื้นได้ โดยชีวมวลที่เหลือใช้ทางการเกษตรส่วนใหญ่มีความเหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาเป็นถ่านดูดซับ เนื่องจากชีวมวลมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก และมีปริมาณเซลลูโลสสูง เมื่อนำชีวมวลไปผ่านกระบวนการเผา ทำให้ถ่านชีวมวลมีปริมาณรูพรุนเพิ่มขึ้น ซึ่งรูพรุนของถ่านชีวมวลก็เป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการดูดซับ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของถ่านเหง้ามันสำปะหลังและกะลามะพร้าว เพื่อนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ถ่านดูดซับ โดยการนำเหง้ามันสำปะหลัง และกะลามะพร้าวไปตากแห้งและทำการเผาด้วยเตาเผาไบโอชาร์จำกัดอากาศขนาด 200 ลิตร และนำถ่านที่ได้ไปบดและร่อนด้วยตะแกรงขนาด 600 μm จากนั้นนำผงถ่านไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ลักษณะพื้นที่ผิว โครงสร้างรูพรุน และความหนาแน่น และวิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณ ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณสารระเหย และปริมาณคาร์บอนเสถียร จากผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพ พบว่าชีวมวลทั้งสองชนิดหลังผ่านกระบวนการเผา มีลักษณะพื้นที่ผิวที่ขรุขระและมีปริมาณโครงสร้างรูพรุนภายนอกและภายในเพิ่มขึ้น เนื่องจากเกิดจากการสลายองค์ประกอบของเฮมิเซลลูโลสและเซลลูโลสในกระบวนการเผา สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณ พบว่าชีวมวลทั้งสองชนิดมีปริมาณความชื้นลดลงหลังผ่านกระบวนการเผา มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมถ่านกัมมันต์ ปริมาณเถ้าและปริมาณสารระเหยของถ่านกะลามะพร้าวต่ำกว่าถ่านเหง้ามันสำปะหลัง ส่งผลให้ถ่านกะลามะพร้าวมีลักษณะโครงสร้างพื้นที่ผิวขรุขระและรูพรุนสูงกว่า ขณะที่ปริมาณคาร์บอนเสถียรของถ่านกะลามะพร้าวสูงกว่าถ่านเหง้ามันสำปะหลัง แสดงถึงปริมาณคาร์บอนที่มีความบริสุทธิ์สูง เมื่อพิจารณาสมบัติของชีวมวลทั้งหมด จะเห็นได้ว่าชีวมวลมีสมบัติที่เหมาะสมและเป็นไปได้ในการนำมาพัฒนาเป็นถ่านดูดซับ

คำสำคัญ : ถ่านดูดซับ, เหง้ามันสำปะหลัง, กะลามะพร้าว, โครงสร้างรูพรุน

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

¹ อาจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

² สาขาวิชาฟิสิกส์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

¹ Assistant Professor, Faculty of Liberal Arts and Science, Roi-Et Rajabhat University

¹ Lecturer, Faculty of Liberal Arts and Science, Roi-Et Rajabhat University

² Program of Physics, Department of Science and Technology, Faculty of Liberal Arts and Science, Roi-Et Rajabhat University

*Corresponding Author Email: papaporn.j@reru.ac.th

Abstract

Charcoal, besides being used as fuel It is also used as adsorption charcoal and hygroscopic charcoal. Most agricultural biomass residues are suitable to be developed into sorbent charcoal because of biomass has carbon as the main component and a high amount of cellulose. In the process of combustion, makes the pores of biomass charcoal increase. The pores of biomass charcoal are another factor that affects the adsorption ability. This research objective, feasibility study of cassava rhizome and coconut shell charcoal for development as adsorption charcoal. Cassava rhizomes and coconut shells are dried and fired in 200-liter drums. After that, the charcoal was ground and sieved using a sieve with a size of 600 micrometers. The charcoal powder was analyzed for physical properties including surface area, porous structure and density. The charcoal powder was analyzed by the proximate analysis including moisture, ash, volatile matter and fixed carbon content. It was found that both types of biomasses after combustion, it has a rough surface and an increased amount of external and internal pore structures. Due to the breakdown of hemicellulose and cellulose in the combustion process. In addition, it was found that both types of biomasses had decreased moisture content after the combustion process, with values within the standard criteria for activated carbon industry products. Moreover, the ash content and volatile matter content of coconut shell charcoal is lower than that of cassava rhizome charcoal. As a result, coconut shell charcoal has higher rough surface area and pore. While, the fixed carbon content of coconut shells charcoal is higher than cassava charcoal which indicate the amount of carbon with high purity. Therefore, the both types of biomasses have suitable properties and possible for development into adsorption charcoal.

Keywords : absorbent charcoal, cassava rhizome, coconut shell, pore structure

บทนำ

ประเทศไทยประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก โดยกลุ่มธุรกิจภาคการเกษตรกรรมจัดอยู่ในกลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมที่มีการเจริญเติบโตสูงในระดับประเทศ แต่วัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตทางการเกษตร (ชีวมวล) ยังคงมีจำนวนมาก เช่น เหว้ามันสำปะหลัง กะลามะพร้าว กาบมะพร้าว ชังข้าวโพด และแกลบ เป็นต้น ซึ่งวัสดุเหล่านี้เป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (ชีวมวล) ที่มีจำนวนมาก และจะถูกกำจัดโดยการเผาไหม้โดยตรง ซึ่งมีผลต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการนำชีวมวลไปทำถ่านดูดซับเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจาก ชีวมวลส่วนใหญ่มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งปริมาณเซลลูโลส แสดงให้เห็นถึงปริมาณรูพรุนที่มีในชีวมวล หากชีวมวลที่มีปริมาณเซลลูโลสสูง เมื่อนำไปผ่านกระบวนการเผา ทำให้มีปริมาณรูพรุนสูง ซึ่งมีผลต่อความสามารถในการดูดซับได้ดี อีกทั้งเมื่อนำไปทำถ่านดูดซับยังปลอดภัยต่อร่างกาย เนื่องจากเป็นวัสดุทางธรรมชาติ

การวิจัยนี้ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำชีวมวลไปทำเป็นวัสดุดูดซับ เพื่อลดปัญหาขยะจากชีวมวลที่ไม่ถูกนำไปใช้ประโยชน์หรือถูกนำไปใช้ประโยชน์น้อย โดยการศึกษาจะใช้การพิจารณาเลือกวัตถุดิบแบบถ่านกัมมันต์ โดยมีองค์ประกอบของเซลลูโลสสูง มีปริมาณเถ้าต่ำ และมีคาร์บอนสูง (Oscar, 2019) เนื่องจากชีวมวลที่มีปริมาณเซลลูโลสสูง เมื่อผ่านกระบวนการเผาจะทำให้ชีวมวลมีจำนวนรูพรุนเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณคาร์บอนที่สูง เมื่อผ่านกระบวนการเผาจะทำให้ได้ผลผลิตถ่านที่มีปริมาณคาร์บอนบริสุทธิ์สูง และปริมาณเถ้าบ่งบอกถึงสิ่งปนเปื้อนในวัสดุตั้งต้น หากวัสดุมีปริมาณเถ้าต่ำ ส่งผลให้ถ่านมีพื้นที่ผิวและรูพรุนสูง เนื่องจากมีโอกาสที่เถ้าจะไปปิดกั้นรูพรุนภายในถ่าน จึงทำให้รูพรุนภายในถ่านลดลงตามปริมาณเถ้าจากวัสดุตั้งต้น

(Mopoung et al., 2012) นอกจากนี้แล้วพื้นที่ผิวและปริมาณรูพรุนสูง ทำให้ถ่านมีพื้นที่ในการจับเกาะกับโมเลกุลสารที่จะดูดซับมากขึ้นและสิ่งที่บ่งบอกถึงการดูดซับได้ดีของถ่านดูดซับจะขึ้นอยู่กับโครงสร้างของรูพรุนและลักษณะพื้นที่ผิวของตัวดูดซับ (Ersan, G. et al., 2017) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้เลือกตัวอย่างชีวมวลที่จะนำมาศึกษาเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ดูดซับ ได้แก่ เหน้้ำมันสำปะหลังมีเซลลูโลสปริมาณร้อยละ 40-55 โดยน้ำหนัก (รัชพล, 2558) คาร์บอนปริมาณร้อยละ 52.33 โดยน้ำหนัก เถ้าปริมาณร้อยละ 3.72 โดยน้ำหนัก (Karan et al., 2012) กะลามะพร้าวมีเซลลูโลสปริมาณร้อยละ 40-55 โดยน้ำหนัก (รัชพล, 2558) คาร์บอนปริมาณร้อยละ 53.88 โดยน้ำหนัก เถ้าปริมาณร้อยละ 0.7 โดยน้ำหนัก (Agunsoye et al., 2014) โดยการนำชีวมวลดังกล่าวมาศึกษาโครงสร้างลักษณะพื้นที่ผิวและปริมาตรรูพรุน เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ดูดซับกลิ่น ซึ่งถ่านดูดซับสามารถผลิตได้จากกระบวนการคาร์บอนไนเซชัน (carbonization) เป็นการไพโรไลซิสแบบหนึ่ง โดยมีกระบวนการก็คือนำวัตถุดิบไปตากแห้งเพื่อลดความชื้น จากนั้นนำวัตถุดิบไปเผาในเตาเผาอ็อกซิเจนหรือจำกัดอากาศให้มีออกซิเจนน้อย ใช้อุณหภูมิประมาณ 200-500 °C ซึ่งเป็นกระบวนการเผาที่ทำให้ได้ปริมาณคาร์บอนสูงมากขึ้น และทำให้วัตถุดิบมีรูพรุน (ธีรดิษฐ์, 2559) นอกจากนี้การคาร์บอนไนเซชันยังช่วยกำจัดธาตุและองค์ประกอบต่างๆ ได้แก่ ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน และน้ำออกมาในรูปแบบน้ำมัน ทาร์ และแก๊ส ทำให้คาร์บอนจัดเรียงเป็นระเบียบมากขึ้น (Demiral et al., 2011) ปัจจุบันถ่านดูดซับสามารถผลิตได้หลายวิธี เช่น วิธีการกระตุ้นแบบทางกายภาพ วิธีการกระตุ้นทางเคมี และการเผาชีวมวลด้วยเตาเผาไพโรไลซิสจำกัดอากาศ ซึ่งวิธีการกระตุ้นทางกายภาพนั้นจำเป็นต้องมีค่าใช้จ่ายมาก เพราะวิธีนี้ใช้สารในการกระตุ้นจะอยู่ในรูปของก๊าซ ซึ่งก๊าซที่นิยมใช้ส่วนใหญ่จะเป็นไอน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คลอรีน เป็นต้น และในกระบวนการกระตุ้นนี้ต้องใช้อุณหภูมิในการเผาค่อนข้างสูง เพราะไอน้ำหรือสารกระตุ้นที่ใช้จะต้องเป็น superheated steam ซึ่งเป็นกระบวนการที่สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและงบประมาณ รวมไปถึงพื้นที่ผิวและปริมาณรูพรุนเกิดในปริมาณน้อยจึงไม่นิยมใช้การกระตุ้นทางกายภาพ ส่วนการกระตุ้นทางเคมีจะใช้อุณหภูมิในการกระตุ้นต่ำทำให้ประหยัดพลังงานขั้นตอนการคาร์บอนไนเซชัน และใช้เวลาในการกระตุ้นน้อย ที่สำคัญผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกระตุ้นทางเคมี จะมีพื้นที่ผิวและรูพรุนสูง แต่การกระตุ้นด้วยสารเคมียังมีสารเคมีตกค้างอยู่ที่ผลิตภัณฑ์ จึงจำเป็นต้องล้างสารเคมีตกค้างออก ทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น นอกจากนี้วิธีดังกล่าวข้างต้นมาแล้ว การเผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ด้วยเตาเผาไพโรไลซิสเป็นการเผาแบบไม่ได้ใช้สารเคมีใดๆ ใช้เพียงออกซิเจนในเตาเผาจำนวนจำกัดเพื่อให้เชื้อเพลิงติดไฟ ซึ่งวิธีนี้จะทำให้ได้วัสดุที่ไม่มีสารเคมีตกค้าง จึงปลอดภัยในการนำไปใช้งาน และใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาความเป็นไปได้ในการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่ เหน้้ำมันสำปะหลังและกะลามะพร้าวมาทำการเผาด้วยเตาเผาไพโรไลซิสจำกัดอากาศ โดยวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ลักษณะพื้นที่ผิว โครงสร้างรูพรุน และความหนาแน่น และวิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณ ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณสารระเหย และปริมาณคาร์บอนเสถียร

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่าง

นำเหน้้ำมันสำปะหลังและกะลามะพร้าวไปตากแห้งด้วยเครื่องทดสอบประสิทธิภาพการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อลดปริมาณความชื้นให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานถ่านดูดซับชุมชนโดยไม่เกินร้อยละ 8 (มาตรฐานผลิตถ่านชุมชน มผช.180, 2560) จากนั้นนำชีวมวลดังกล่าวมาเผาโดยใช้เตาเผาไพโรไลซิสขนาด 200 ลิตร ซึ่งเตาเผา ประกอบด้วย ฝาปิดเตา ที่ล็อกฝาปิดเตา ปล่องจุดไฟด้านล่าง ปล่องไฟด้านบน เทอร์โมคัปเปิล และเครื่องอ่านค่าอุณหภูมิแสดงดังภาพประกอบที่ 1 ในกระบวนการเผาหนึ่งครั้งจะใส่ชีวมวลจนเต็มถัง โดยใช้เหน้้ำมันสำปะหลังในการเผา 22 กิโลกรัม และกะลามะพร้าวในปริมาณ 30 กิโลกรัม วิธีการเผา คือ ทำการจุดเชื้อเพลิงที่ช่องด้านล่างของเตาเผาเพื่อให้ความร้อนจากเชื้อเพลิงเข้าไปอบชีวมวล สักพักจะสังเกตเห็นควันลักษณะเป็นสีขาวพุ่งออกมาจากปากปล่องของเตาเผา ซึ่งควันที่เกิดขึ้นเกิดจากการไล่ความชื้นและสลายองค์ประกอบของ

ชีวมวล ได้แก่ เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลส จึงทำให้เกิดแก๊สหรือน้ำมันดิบขึ้นภายในเตาเผา ทำให้ชีวมวลภายในเตาเผาติดไฟได้ โดยจะสังเกตได้จากเปลวไฟที่เกิดขึ้นจากปล่องด้านบนของเตาเผา ซึ่งกระบวนการนี้จะเป็นช่วงเปลี่ยนจากชีวมวลให้กลายเป็น ถ่าน หลังจากนั้นเปลวไฟที่ด้านบนของเตาเผาจะเริ่มเบาลงและดับไป จึงถือว่าเป็นการสิ้นสุดกระบวนการเผา โดยแห้งน้ำมัน สำปะหลังและกะลามะพร้าวมีอุณหภูมิการไล่ความชื้นอยู่ในช่วง 42-407 °C เวลา 1 ชั่วโมง 28 นาที และการเปลี่ยนจากไม้ เป็นถ่านมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 406-639 °C เวลา 44 นาที จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นประมาณ 12-15 ชั่วโมง จึงเก็บถ่านได้ โดยถ่าน จากชีวมวลที่ได้จากกระบวนการเผามีลักษณะเป็นสีดำ จากนั้นนำถ่านที่ได้ไปบดด้วยเครื่องป้อนเนกประสงค์และร่อนด้วย ตะแกรงเบอร์ 30 ขนาด 600 μm เพื่อให้ได้ขนาดของผงถ่านที่มีความละเอียดมากขึ้น เนื่องจากผงถ่านมีความละเอียดหรือ มีขนาดเล็กจะทำให้มีพื้นที่ผิวในการดูดซับเพิ่มมากขึ้น (ชัยยศ ตั้งสถิตกุลชัย, 2542) แล้วนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ลักษณะพื้นที่ผิว โครงสร้างรูพรุน และความหนาแน่น และวิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณ ได้แก่ ปริมาณความชื้น ความหนาแน่น ปริมาณเถ้า ปริมาณสารระเหยและปริมาณคาร์บอนเสถียร



ภาพประกอบที่ 1 เตาเผากำหนดชีวมวล

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์สมบัติของผงถ่าน

2.1 ปริมาณความชื้น

ปริมาณความชื้นทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน (ASTM D3173) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำที่เหลืออยู่ในวัสดุ โดยนำตัวอย่าง 1 กรัม ใส่ลงในกระปุกหาความชื้น และให้ความร้อนคงที่ในตู้อบ (drying oven) ที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อให้ไอน้ำระเหยออกจากตัวอย่าง ค่าความชื้นที่ได้สามารถคำนวณจากน้ำหนักของตัวอย่างที่ลดลง ดังสมการที่ (1)

$$\text{ปริมาณความชื้น \% (d.b.)} = \frac{w-d}{d} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อกำหนดให้

% (d.b.) คือ ร้อยละมวลแห้ง

W คือ น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ หน่วย g

D คือ น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ หน่วย g

2.2 ปริมาณสารระเหย (Volatile matter content, VMC)

ปริมาณสารระเหยทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน (ASTM E711-87) โดยนำตัวอย่าง 2 กรัม ที่ผ่านการอบและน้ำหนักคงที่ไปเผาที่อุณหภูมิ 550 °C เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นชั่งน้ำหนักของตัวอย่าง และนำมาคำนวณตามสมการที่ (2)

$$\text{ปริมาณสารระเหย (VMC\%)} = \frac{B-C}{B} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อกำหนดให้

B คือ น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา หน่วย g

C คือ น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา หน่วย g

2.3 ปริมาณเถ้า (Ash content, AC)

ปริมาณเถ้าทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน (ASTM E711-87) โดยนำตัวอย่าง 2 กรัม ที่ผ่านการอบและน้ำหนักคงที่ไปเผาที่อุณหภูมิ 550 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เก็บในโถดูดความชื้นเพื่อให้เย็น จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักตัวอย่าง และคำนวณตามสมการที่ (3)

$$\text{ปริมาณเถ้า (AC\%)} = \frac{D}{B} \times 100 \quad (3)$$

เมื่อกำหนดให้

B คือ น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา หน่วย g

D คือ น้ำหนักตัวอย่างหลังจากการเผา หน่วย g

2.4 ปริมาณคาร์บอนเสถียร (Fixed carbon, FC)

ปริมาณคาร์บอนเสถียรทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน (ASTM E711-87) สามารถคำนวณตามสมการที่ (4)

$$\text{ปริมาณคาร์บอนเสถียร (FC\%)} = 100 - \%(\text{VMC} + \text{AC}) \quad (4)$$

เมื่อกำหนดให้

VMC คือ ปริมาณสารระเหย หน่วย %

AC คือ ปริมาณเถ้า หน่วย %

2.5 ความหนาแน่น (Apparent density)

ความหนาแน่นทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน (ASTM D 1556) โดยหาจากอัตราส่วนระหว่างมวลของผงถ่านต่อปริมาตรของ ผงถ่าน สามารถคำนวณได้ตามสมการที่ (5)

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (5)$$

เมื่อกำหนดให้

ρ คือ ความหนาแน่นของผงถ่าน หน่วย kg/m^3

m คือ มวลของผงถ่าน หน่วย kg

v คือ ปริมาตรของผงถ่าน หน่วย m^3

2.6 การวิเคราะห์โครงสร้างระดับจุลภาค

ทำการทดสอบโครงสร้างระดับจุลภาคของผงถ่านกะลามะพร้าวและเหง้ามันสำปะหลังด้วยเครื่อง scanning electron microscope: SEM (JEOL, model JSM - 5800LV with link ISIS series 300, Tokyo, Japan) โดยนำผงถ่านมาติดลงบนฐานวางตัวอย่าง แลวนำไปเคลือบทอง โดยใช้พลังงานในการเร่งอิเล็กตรอนเท่ากับ 15 kv กำลังขยาย 200 เท่า

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของชีวมวลก่อนเผาและหลังเผาของเหง้ามันสำปะหลังและกะลามะพร้าว แสดงดังตารางที่ 1 พบว่าหลังผ่านการเผากะลามะพร้าวมีปริมาณความชื้นร้อยละ 0.45 ± 0.01 โดยน้ำหนักแห้ง และเหง้ามันสำปะหลังมีปริมาณความชื้นร้อยละ 0.27 ± 0.03 โดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งความชื้นที่ลดลง เนื่องจากการเผาช่วยกำจัดน้ำ และน้ำมันหาร รวมทั้งธาตุและสารประกอบต่าง ๆ ออกจากชีวมวล จากการพิจารณาปริมาณความชื้นต่อความเป็นไปได้ของสมบัติด้านการดูดซับ พบว่าชีวมวลทั้งสองชนิดเหมาะสมที่จะนำไปพัฒนาเป็นถ่านดูดซับ เพราะมีค่าความชื้นที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม ถ่านกัมมันต์ ซึ่งมีค่าปริมาณความชื้นไม่เกิน ร้อยละ 8 โดยน้ำหนักแห้ง (มาตรฐานอุตสาหกรรมถ่านกัมมันต์ มอก. 900-2547)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของชีวมวลก่อนเผาและหลังเผา

ชีวมวล	ปริมาณความชื้นของชีวมวลก่อนเผา (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)	ปริมาณความชื้นของชีวมวลหลังเผา (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
เหง้ามันสำปะหลัง	4.23 ± 0.14	0.27 ± 0.03
กะลามะพร้าว	5.67 ± 0.07	0.45 ± 0.01

2. ผลการวิเคราะห์ความหนาแน่น

ความหนาแน่นเป็นการทดสอบหาน้ำหนักของถ่านดูดซับต่อหน่วยปริมาตร ในการศึกษาครั้งนี้หมายถึงปริมาตรของช่องว่างระหว่างอนุภาคของถ่านดูดซับต่อปริมาตรของถ่านดูดซับ จากผลการวิเคราะห์ความหนาแน่นของผงถ่านจากชีวมวลของเหง้ามันสำปะหลังและกะลามะพร้าว แสดงดังตารางที่ 2 พบว่าความหนาแน่นของผงถ่านจากกะลามะพร้าวมีค่าความหนาแน่นมากที่สุดคือ $0.37 \pm 0.09 \text{ g/cm}^3$ รองลงมาคือเหง้ามันสำปะหลังมีค่า $0.14 \pm 0.16 \text{ g/cm}^3$ ตามลำดับ ซึ่งค่าความหนาแน่นของทั้งสองชีวมวลอยู่ในเกณฑ์กำหนดตามมาตรฐาน อุตสาหกรรมถ่านกัมมันต์ (มอก.) 900-2547 โดยควรมีความหนาแน่นปรากฏไม่เกิน 0.75 g/cm^3

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความหนาแน่นของผงถ่านจากชีวมวล

ชีวมวล	มวล (g)	ปริมาตร (cm ³)	ความหนาแน่น (g/cm ³)
เหง้ามันสำปะหลัง	9.97 ± 0.12	71.87 ± 0.15	0.14 ± 0.16
กะลามะพร้าว	26.32 ± 0.07	71.87 ± 0.15	0.37 ± 0.09

3. ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารระเหย เถ้า และคาร์บอนเสถียร

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของชีวมวล เพื่อบ่งบอกถึงค่าที่เหมาะสมของสมบัติต่างๆ ของชีวมวลที่จะนำไปพัฒนาเป็นถ่านดูดซับ โดยประเมินจากผลการวิเคราะห์ปริมาณสารระเหย ปริมาณเถ้า และปริมาณคาร์บอนเสถียรซึ่งชีวมวลที่มีความเหมาะสมควรมีปริมาณสารระเหยและปริมาณเถ้าต่ำ และปริมาณคาร์บอนเสถียรสูง ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 3 พบว่า เหง้ามันสำปะหลังมีปริมาณสารระเหยร้อยละ 65.27±0.11% และกะลามะพร้าว 57.96±0.87 % ส่วนปริมาณเถ้าของเหง้ามันสำปะหลังมีค่าร้อยละ 15.09±0.45 % และกะลามะพร้าว 6.31±0.43 % ส่วนปริมาณสารระเหยของเหง้ามันสำปะหลังมีค่าร้อยละ 19.64±0.34 % และกะลามะพร้าว 35.72±0.44 % จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวจะเห็นได้ว่ากะลามะพร้าวมีปริมาณสารระเหยและเถ้าน้อยกว่าถ่านจากเหง้ามันสำปะหลัง ขณะที่ปริมาณคาร์บอนเสถียรของกะลามะพร้าวสูงกว่าถ่านเหง้ามันสำปะหลัง ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปพัฒนาเป็นถ่านดูดซับ

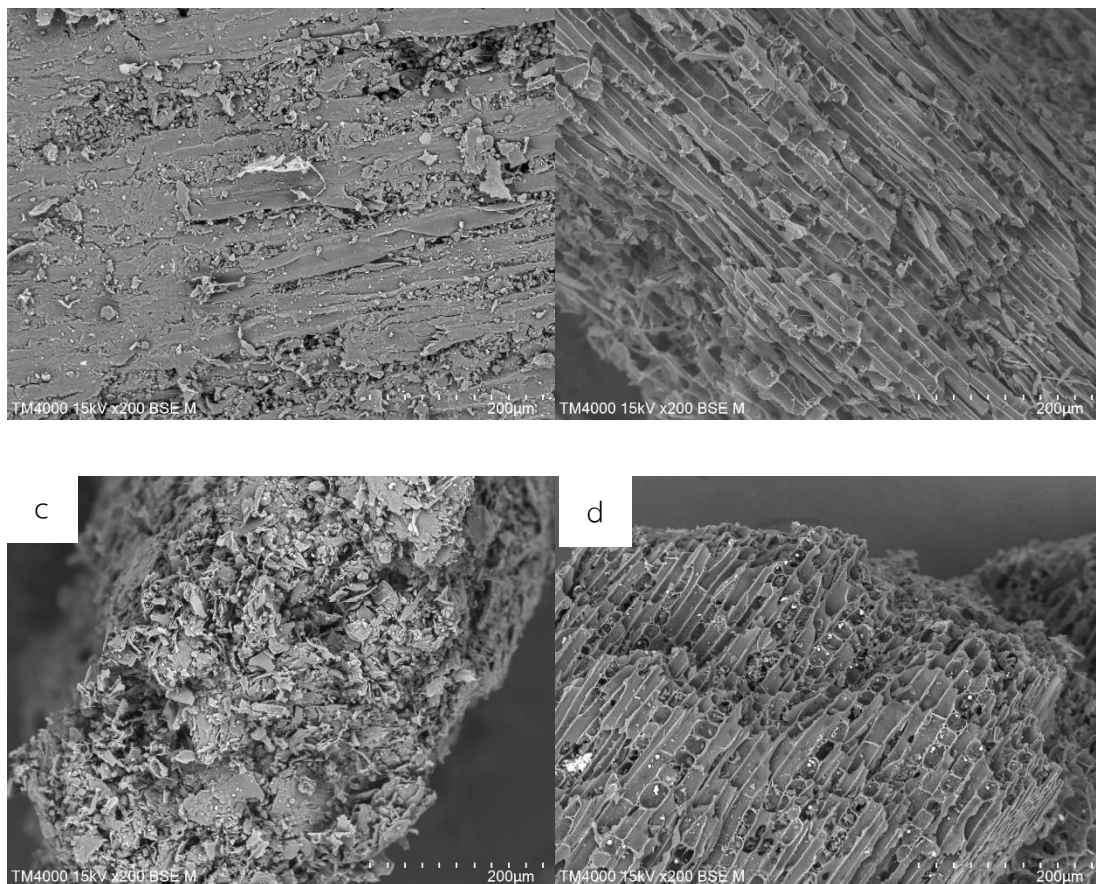
ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารระเหย เถ้า และคาร์บอนเสถียรของผงถ่านจากชีวมวล

ชีวมวล	ปริมาณสารระเหย (%)	ปริมาณเถ้า (%)	ปริมาณคาร์บอนเสถียร (%)
เหง้ามันสำปะหลัง	65.27 ± 0.11	15.09 ± 0.45	19.64 ± 0.34
กะลามะพร้าว	57.96 ± 0.87	6.31 ± 0.43	35.72 ± 0.44

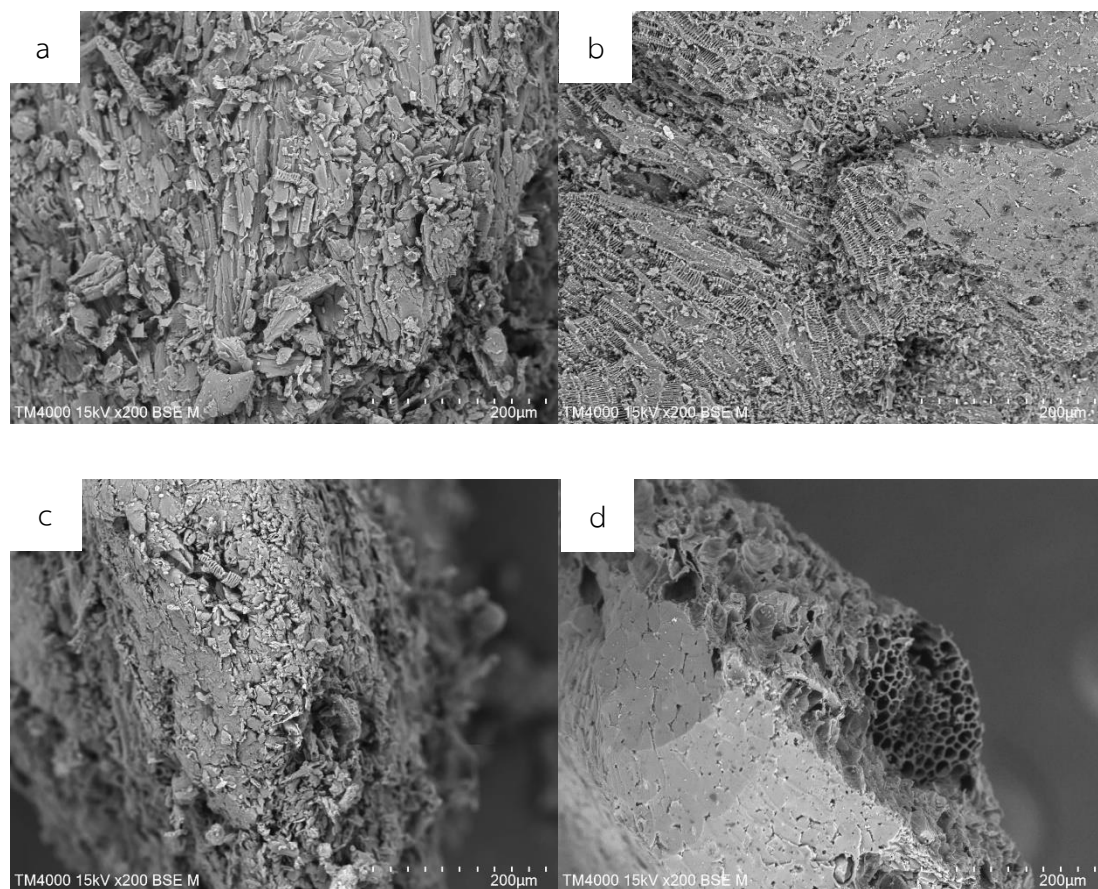
4. ผลการวิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวและโครงสร้างรูพรุน

การวิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวและโครงสร้างรูพรุนของชีวมวลก่อนเผาและชีวมวลหลังเผาของเหง้ามันสำปะหลัง และกะลามะพร้าวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 200 เท่า โดยทำการวิเคราะห์ด้วยกล้องสองส่วน คือการวิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวและโครงสร้างรูพรุนภายนอกของชีวมวลก่อนเผาและหลังเผา และการวิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวและโครงสร้างรูพรุนภายในของชีวมวลก่อนเผาและหลังเผา แสดงดังภาพประกอบที่ 2 และภาพประกอบที่ 3 โดยลักษณะพื้นผิวและโครงสร้างรูพรุนเป็นสมบัติที่สำคัญของถ่านดูดซับ ถ่านที่มีปริมาตรและขนาดของรูพรุนมากจะสามารถดูดซับสารที่เป็นอันตรายต่อร่างกายและเก็บสะสมไว้ในรูพรุนได้มากกว่าถ่านที่มีปริมาตรและขนาดของรูพรุนที่น้อยกว่า (Bhadusha et al., 2011) จากผลการวิเคราะห์พบว่าลักษณะพื้นผิวภายนอกของชีวมวลก่อนเผามีความขรุขระและไม่เป็นผิวเรียบ มีความหนาแน่นของอนุภาคสูง ส่วนลักษณะพื้นผิวภายนอกของชีวมวลหลังเผามีความขรุขระมากขึ้น ซึ่งความขรุขระของพื้นผิวนี้อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการแตกหักของโครงสร้างชีวมวลจากการสลายตัวของสารระเหยต่างๆ ขณะเผาไหม้ และมีความหนาแน่นของอนุภาคลดลง จากการวิเคราะห์โครงสร้างรูพรุนภายในของชีวมวลก่อนเผา จะเห็นว่าชีวมวลก่อนเผามีปริมาณรูพรุนน้อยและมีขนาดรูพรุนไม่สม่ำเสมอ มีอนุภาคขนาดเล็กปนอยู่จำนวนมาก และจากการวิเคราะห์โครงสร้างรูพรุนภายในของชีวมวลหลังเผาพบว่า ลักษณะโครงสร้างรูพรุนของชีวมวลหลังเผามีปริมาณรูพรุนมากขึ้นเมื่อเทียบกับชีวมวลก่อนเผา ขนาดอนุภาคเล็กๆ ที่ปนอยู่ก็ลดลงเมื่อเทียบกับชีวมวลก่อนเผา เนื่องจากกระบวนการเผาทำให้กำจัดน้ำ น้ำมันดิบ และสารประกอบ

อื่นๆ ที่ระเหยได้ออกไปในขณะเผาไหม้ เช่น ออกซิเจน ไฮโดรเจน เป็นต้น ทำให้ชีวมวลหลังเผามีความหนาแน่นของอนุภาคต่ำกว่าชีวมวลก่อนเผา และมีปริมาตรรูพรุนสูงขึ้น จากรูปจะเห็นได้ว่าลักษณะพื้นที่ผิวและโครงสร้างรูพรุนของชีวมวลหลังเผาของกะลามะพร้าวมีโครงสร้างรูพรุนมากกว่าเหง้ามันสำปะหลัง ซึ่งสอดคล้องกับผลของปริมาณเถ้าและปริมาณสารระเหยของถ่านกะลามะพร้าวต่ำกว่าถ่านเหล้ามันสำปะหลัง ส่งผลให้ถ่านกะลามะพร้าวมีลักษณะโครงสร้างพื้นที่ผิวและรูพรุนสูงกว่า ขณะที่ปริมาณคาร์บอนเสถียรของกะลามะพร้าวสูงกว่าถ่านเหล้ามันสำปะหลัง แสดงถึงปริมาณคาร์บอนที่มีความบริสุทธิ์ อย่างไรก็ตาม ชีวมวลหลังเผาของกะลามะพร้าวและเหง้ามันสำปะหลังมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปพัฒนาเป็นถ่านดูดซับ เนื่องจากรูพรุนทำให้เกิดพื้นที่ผิวสัมผัสมากขึ้น ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับ



ภาพประกอบที่ 2 (a) และ (b) แสดงภาพ SEM ที่ถ่ายแบบระนาบพื้นผิว (Plane view) ของลักษณะโครงสร้างพื้นผิวและรูพรุนภายนอกของเหง้ามันสำปะหลังก่อนเผาและหลังเผา ตามลำดับ (c) และ (d) แสดงภาพ SEM ที่ถ่ายแบบภาคตัดขวาง (Cross section) ของลักษณะโครงสร้างพื้นผิวและรูพรุนภายในของเหง้ามันสำปะหลังก่อนเผาและหลังเผา ตามลำดับ ถ่ายด้วยกำลังขยาย 200 เท่า



ภาพประกอบที่ 3 (a) และ (b) แสดงภาพ SEM ที่ถ่ายแบบระนาบพื้นผิว (Plane view) ของลักษณะโครงสร้างพื้นผิวและรูพรุนภายนอกของกะลามะพร้าวก่อนเผาและหลังเผา ตามลำดับ (c) และ (d) แสดงภาพ SEM ที่ถ่ายแบบภาคตัดขวาง (Cross section) ของลักษณะโครงสร้างพื้นผิวและรูพรุนภายในของกะลามะพร้าวก่อนเผาและหลังเผา ตามลำดับ ถ่ายด้วยกำลังขยาย 200 เท่า

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า ผงถ่านจากกะลามะพร้าว และเหง้ามันสำปะหลัง มีความเหมาะสมที่จะนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ดูดซับ เนื่องจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลังมีความชื้นต่ำ เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ ถ่านชุมชนที่ความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนักแห้ง เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวและโครงสร้างรูพรุนของชีวมวล พบว่าลักษณะพื้นผิวและโครงสร้างรูพรุนภายนอกของชีวมวลหลังเผามีความขรุขระมากกว่าชีวมวลก่อนเผาและลักษณะพื้นผิว โครงสร้างรูพรุนภายในชีวมวลหลังเผาจะมีปริมาณรูพรุนเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นถ่านชีวมวลจากกะลามะพร้าวและเหง้ามันสำปะหลัง จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาเป็นถ่านดูดซับ

เอกสารอ้างอิง

รัชพล พะวงศ์รัตน์. (2558). กระบวนการปรับสภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเอทานอลจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ประเภทลิกโนเซลลูโลส. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม-มิถุนายน 2558 : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2560). คุณภาพถ่านไม้. สืบค้น เมื่อวันที่ 5 ธันวาคม 2566, จาก

<https://www.tisi.go.th/index.php>

ชัยยศ ตั้งสฤติกุลชัย. (2542). การผลิตถ่านกัมมันต์จากถ่านหินลิกไนท์. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. (2560). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านดุดกลิน. สืบค้น เมื่อวันที่ 5 ธันวาคม 2566, จาก <http://tcps.tisi.go.th/>

ธีรดิษฐ์ โพธิ์ตันติมงคล.(2560). ถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรโดยการกระตุ้นทางเคมีเพื่อการประยุกต์ใช้กำจัด สารมลพิษในน้ำ. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เพื่อการเรียนรู้ ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสมเด็จพระเจ้าพระยา.

Agunsoye, J.O., Talabi, S.I., Bello, S.A. and Awe, I.O. (2014). The Effects of Cocos Nucifera (Coconut Shell) on the Mechanical and Tribological Properties of Recycled Waste Aluminum Can Composites. Tribology in Industry. 36(2):155-162.

Bhadusha N and Ananthabaskaran T. (2011). Adsorptive removal of methylene blue onto ZnCl₂ activated carbon from wood apple outer shell: kinetics and equilibrium studies. E-Journal of Chemistry. 8(4): 1696–707.

Demiral, I. and Ayan, E. A. (2011). Pyrolysis of grape bagasse: Effect of pyrolysis conditions on the product yields and characterization of the liquid product. Bioresource Technology. 102(4): 3946–3951.

Ersan, G., Apul, O. G., Perreault, F. and Karanfil, T. (2017). Adsorption of organic contaminants by graphene nanosheets: A review. Water Research. 126, 385–398.

Mopoung, S., Sirikulakajorn, A., Dummun, D. and Luethanom P. (2012). Nanocarbonfibril inriceflourcharcoal. International Journal of the Physical Sciences. 7 (2): 214 -221

Oscar D. Caicedo-Salcedo, Diana P. Vargas-Delgadillo, Liliana Giraldo and Juan Carlos Moreno-Pirajan. (2019). Data of preparation and characterization of activated carbon using two activate agents and mango seed as precursor material. Data in brief. 27: 104769.