

การศึกษาการผลิตถ่านไบโอชาร์แบบถังแนวตั้งขนาด 200 ลิตร

A Study of Biochar Production by a Vertical Tank of 200 Liters

วรเชษฐ์ แสงสีดา ณัฐวุฒิ ทองหล่อ พงษ์ภูไท อุดมอริยทรัพย์ สุพัตรา บุตรเสรีชัย วิจารณ์ นิสากัย
และ สุกัญญา หงส์ทอง*

Worachate Sangsida, Nattawut Tonglor, Pongputhai Udomariyasap, Supattra Budsareechai,
Wiparat Nisapai and Sukanya Hongthong*

โครงการจัดตั้งวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ 36000
Establishment project of the Faculty of Engineering and Industrial Technology,
Chaiyaphum Rajabhat University, Chaiyaphum Province 36000

*Corresponding author: Tel 044 815111. E-mail address: w.sangsida@hotmail.com

Received: 16 September 2022, Revised: 11 July 2023, Accepted: 15 July 2023, Published online: 30 August 2023

Abstract

The study aimed to design and construct a 200-liter vertical tank biochar generator for biochar production. The research involved testing the generator, conducting heat and material stability tests, and analyzing the properties of the biochar produced. The biochar oven's temperature measurement and the volume of wood vinegar were also investigated. The biochar generator's structure was made of a 200-liter steel tank.

In the experimental results of biochar production, acacia wood pieces of approximately 10-15 centimeters in length, with an average weight of 50 kilograms, were used. Each burning session took 4 hours, with 30 kilograms of firewood used per session. The experiment yielded 13 kilograms of charcoal and 15 liters of wood vinegar. The average Heating Value of the produced charcoal was 27.00 MJ/kg. The material's stability was assessed using Thermogravimetric Analysis (TGA), with a mean value of 3.07 mg. The temperature measurement test, conducted using Type K thermocouples and Graphtec midi logger GL820, recorded an average temperature of 560 °C.

The study obtained high-quality charcoal rich in carbon, which is naturally porous and beneficial for improving soil quality. The biochar also demonstrated excellent absorption of odors. Furthermore, if used as fuel, it can produce high heat, burn easily, and possess a lightweight characteristic.

Keyword : Biochar, Wood vinegar

บทคัดย่อ

การศึกษาการผลิตถ่านไบโอชาร์แบบถังแนวตั้งขนาด 200 ลิตร มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องผลิตถ่านไบโอชาร์ และเพื่อศึกษากระบวนการผลิตถ่านไบโอชาร์ โดยทำการทดสอบเครื่องผลิตถ่านไบโอชาร์แบบแนวตั้ง ทดสอบค่าความร้อน ทดสอบค่าความเสถียรของวัสดุ เพื่อหาคุณสมบัติของถ่านไบโอชาร์ ทดสอบการวัดอุณหภูมิในห้องอบถ่านไบโอชาร์ และหาปริมาณของน้ำส้มควันไม้ เครื่องผลิตถ่านไบโอชาร์ มีโครงสร้างเป็นถังเหล็กขนาด 200 ลิตร

ผลการทดลองผลิตถ่านไบโอชาร์ ใช้ไม้กระถินในการผลิตถ่าน ยาวประมาณ 10-15 เซนติเมตร น้ำหนักไม้เฉลี่ย 50 กิโลกรัม ใส่ลงในเครื่องผลิตถ่านใช้เวลาในการเผา 4 ชั่วโมงต่อครั้ง ในการทดลองใช้เชื้อเพลิงไม้พิน จำนวน 30 กิโลกรัมต่อครั้ง พบว่า ได้ปริมาณถ่าน 13 กิโลกรัม และได้ปริมาณน้ำส้มควันไม้ 15 ลิตร ค่าHeating Value เฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 27.00 MJ/kg ค่าความเสถียรของวัสดุด้วย Thermogravimetric Analysis (TGA) เฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 3.07 mg ทดสอบการวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัปเปิ้ล Type K บันทึกค่าด้วยเครื่อง Graphtec midi logger GL820 เฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 560 °Cจะได้ถ่านที่มีคุณภาพอุดมไปด้วยคาร์บอนมีรูพรุนตามธรรมชาติ ช่วยในการปรับปรุงดิน ดัดซึบกลิ่นได้ดี ถ้าใช้เป็นเชื้อเพลิงจะให้ความร้อนสูง ติดไฟง่าย มีน้ำหนักเบา

คำสำคัญ : ถ่านไบโอชาร์ น้ำส้มควันไม้

บทนำ

ไม่เป็นแหล่งพลังงานที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตประจำวันของคนไทยมาตั้งแต่อดีตกาล ถึงแม้ในปัจจุบันจะมีการพัฒนาแหล่งกำเนิดพลังงานด้านต่างๆ ตลอดจนการนำเอาเชื้อเพลิงอื่นๆ มาทดแทนไม้พิน เช่นพลังงานจากแสงอาทิตย์ ถ่านหิน แก๊สธรรมชาติ น้ำมันปิโตรเลียม พลังงานน้ำและความร้อนจากใต้พิภพ แต่พลังงานจากไม้ก็มีความสำคัญด้อยลงไปเลย โดยในประเทศที่มีการพัฒนาและประเทศที่มีการทำเกษตรกรรมมาก เนื่องจากวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น ใบไม้ กิ่งไม้ หญ้า ฟางข้าว เหง้ามันสำปะหลัง ชัง และต้นข้าวโพด มูลสัตว์ กากตะกอนของเสีย เป็นต้น แม้กระทั่งมูลสัตว์นำมาผ่านกระบวนการเผาไหม้ที่มีการควบคุม อุณหภูมิและอากาศหรือจำกัดอากาศให้เข้าไปเผาไหม้น้อยที่สุดซึ่งกระบวนการเผาไหม้นี้ ซึ่งมีสองวิธีหลัก ๆ คือ การแยกสลายด้วยความร้อนอย่างช้า (Slow Pyrolysis) อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 300 - 600 องศาเซลเซียส แต่จะใช้เวลาเป็นชั่วโมง หากใช้อุณหภูมิเฉลี่ยในการเผาไหม้ประมาณ 500 องศาเซลเซียส จะได้ผลผลิตของถ่านชีวภาพมากกว่า 20 - 50 % ที่เหลือเป็นแก๊สที่จุดติดไฟได้และมีของเหลวบางส่วนที่ควบแน่นได้การแยกสลายด้วยความร้อนอย่างรวดเร็ว (Fast Pyrolysis) อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 700 องศาเซลเซียส ใช้เวลาเป็นวินาที ผลผลิตที่ได้จะเป็นน้ำมันชีวภาพ (Bio-oil) ส่วนใหญ่ และที่เหลือได้แก๊สสังเคราะห์ (Syngas) และถ่านชีวภาพ (Biochar) [1,2]

ถ่านชีวภาพ หรือ ไบโอชาร์ (Biochar) คือ วัสดุที่อุดมด้วยคาร์บอน ผลิตจาก ชีวมวล (Biomass, วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น เหง้ามันสำปะหลัง ฟางข้าว ชังข้าวโพด กิ่งไม้ เป็นต้น) ผ่านกระบวนการแยกสลายด้วยความร้อนโดยไม่ออกซิเจน หรือใช้น้อยมาก (Pyrolysis) ซึ่งมีสองวิธีหลัก คือการแยกสลายอย่างเร็วและอย่างช้า ซึ่งต่างจากวิธีการแยกสลายอย่างเร็วที่อุณหภูมิเฉลี่ย 700 องศาเซลเซียส ซึ่งใช้เวลาเป็นวินาทีผลผลิตที่ได้จะเป็นน้ำมันชีวภาพ (bio-oil) 60% แก๊สสังเคราะห์(syngas) 20% และถ่านชีวภาพ 20% [3,4]

ถ่านชีวภาพ (ภาพที่ 1) มีความหมายต่างจากถ่านทั่วไป (charcoal) ตรงจุดมุ่งหมายการใช้ประโยชน์ คือถ่านทั่วไปจะหมายถึง ถ่านที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง ขณะที่ไบโอชาร์ คือ ถ่านที่ใช้ประโยชน์เพื่อกักเก็บคาร์บอน ลงในดินและปรับปรุงสภาพทางกายภาพของดิน เนื่องจากคุณสมบัติของถ่านชีวภาพ คือมีรูพรุนตามธรรมชาติ เมื่อใส่ลงในดินจะช่วยการระบายอากาศ การซึมน้ำ การอุ้มน้ำ ดูดซับธาตุอาหาร เป็นที่อยู่ของจุลินทรีย์ ลดความเป็นกรดของดิน นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยให้สูงขึ้น ทำให้

ประหยัดค่าใช้จ่าย ลดต้นทุน เพิ่มรายได้เพิ่มผลผลิต เป็นเทคโนโลยีที่สามารถพัฒนาได้ตั้งแต่ระดับเกษตรกร ครุฑเรือน ชุมชนและองค์กรท้องถิ่น [4-6]



ภาพที่ 1 ลักษณะของถ่าน

วิธีการวิจัย

1. เครื่องมือ และอุปกรณ์

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ (ภาพที่ 2) ได้แก่ (1) เครื่องผลิตถ่านไบโอชาร์แบบแนวตั้ง (2) เครื่องทดสอบค่าความร้อน Bomb Calorimeter (3) เครื่องทดสอบค่าความเสถียรของวัสดุ Thermogravimetric Analysis (TGA) (4) เครื่องทดสอบการวัดอุณหภูมิ Graphtec midi logger GL820 (5) เทอร์โมคัปเปิล (6) ไม้กระถิน (7) ไม้พิน และ (8) ถังแก๊ส



(1) เครื่องผลิตถ่านไบโอชาร์



(2) เครื่อง Bomb Calorimeter



(3) เครื่อง Thermogravimetric



(4) เครื่อง midi logger GL820



(5) เทอร์โมคัปเปิล



(6) ไม้กระถิน



(7) ไม้พิน



(8) เชื้อเพลิงแก๊ส

ภาพที่ 2 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

2. วิธีการทดสอบ

วิธีการออกแบบและผลิตเครื่องผลิตถ่านไบโอชาร์แบบแนวตั้งขนาด 200 ลิตร ใช้โปรแกรม Solid work ในการออกแบบ มีโครงสร้างเป็นถังเหล็กขนาด 200 ลิตร และห้องเผาไหม้ใช้ถังเหล็กขนาด 200 ลิตร ตัดส่วนกันถึงสูง 30 เซนติเมตร ใช้เหล็กกล่องเพื่อทำเป็นปล่องไฟขนาด 4 นิ้ว โดยเจาะและเชื่อมให้อยู่ตรงกลางถึงสูง 97 เซนติเมตร ฝาถังเจาะต่อกับตัวที่อยู่ในถึงสูง 20 เซนติเมตร

วิธีการผลิตถ่านไบโอชาร์ โดยใช้เชื้อเพลิง เช่น ไม้พิน แก๊ส ใช้ไม้กระถินในการผลิตถ่าน ตัดยาว 10-15 เซนติเมตร ใส่ลงไปในเครื่องผลิตถ่านให้เต็ม ใช้เวลาในการเผา 3-4 ชั่วโมง หลังจากเผาถ่านไปได้ประมาณ 2 ชั่วโมง จะเริ่มมีน้ำส้มควันไม้ออกมา และรออุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 50 องศาเซลเซียส สามารถเปิดเตาถ่าน ไบโอชาร์ออกมาใช้งานได้

วิธีการทดสอบ Bomb โดยติดตั้ง Temperature ใส่ น้ำ 2000 ml ในถังทดลอง Calorimeter bucket บดถ่านให้ละเอียดแล้วใส่ในถ้วยเหล็ก นำลวดมัดกับ Head of the Mahler bomb ให้ลวดสัมผัสกับถ่าน และใช้ Head of the Mahler bomb ชนให้แน่น เติม Oxygen ในลูก Bomb ประมาณ 2.8Kg/cm นำ Bomb ติดกับขั้วไฟฟ้า ใส่ลงไปในถังน้ำ เปิดการทำงาน โดยติดกับ Computer แล้วกดปุ่ม Stirer Switch ใช้เวลาจุดระเบิด 5 นาที รอเครื่องประมวลผลประมาณ 20 – 30 นาที

วิธีการทดสอบ TGA โดยเปิดซอฟต์แวร์ STA-200 กด Clear TG เปิดฝาใส่ถ้วย AL เพื่อชั่งน้ำหนัก ที่แสดงจากเครื่อง TGA เลือกถ้วย AL มาวิเคราะห์ กด Connect แล้วกด SET เตรียมถ่านลงถ้วย แล้วกด Start นาที รอเครื่องประมวลผลประมาณ 20 – 30 นาที

วิธีการทดสอบ midi logger GL820 ทำการต่อเทอร์โมคัปเปิล เข้ากับ midi logger GL820 เพื่ออ่านค่าอุณหภูมิภายในเครื่องผลิตถ่าน ทั้ง 9 จุดเก็บผลทุก 5 นาที จนกว่าอุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 50 องศาเซลเซียส

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

ตารางที่ 1 สรุปผลการทดลองผลิตถ่านไบโอชาร์

เผาถ่าน ครั้งที่	ปริมาณน้ำส้ม ควันไม้ (l)	จำนวนไม้ฟืน (kg)	จำนวนแก๊ส (kg)	จำนวนไม้กระถิน (kg)	จำนวนถ่าน (kg)
1	18	30	-	52	14
2	15	30	-	49	13
3	13	30	-	47	12
4	18	-	6.4	52	14
5	15	-	7.2	49	13
6	13	-	6.0	47	12

การทดลองผลิตถ่านไบโอชาร์ ใช้ไม้กระถินในการผลิตถ่าน ยาวประมาณ 10-15 เซนติเมตร น้ำหนักไม้เฉลี่ย 50 กิโลกรัม ใส่ลงไปในเครื่องผลิตถ่านใช้เวลาในการเผา 4 ชั่วโมงต่อครั้ง ในการทดลอง ใช้เชื้อเพลิงไม้ฟืน จำนวน 30 กิโลกรัมต่อครั้ง พบว่า ได้ปริมาณถ่าน 13 กิโลกรัม และได้ปริมาณน้ำส้มควันไม้ 15 ลิตร ดังแสดงในตารางที่ 1

การทดสอบค่าความร้อนด้วย Bomb Calorimeter ดังแสดงในภาพที่ 3 พบว่า Heating Value 20.43, 29.18, 30.27, 25.91, 28.68 และ 27.57 MJ/kg ตามลำดับ ทดสอบค่าความเสถียรของวัสดุด้วย Thermogravimetric Analysis (TGA) ดังแสดงในภาพที่ 4 พบว่า คุณภาพตัวอย่าง 1.78, 2.29, 3.42, 3.48, 3.81, และ 3.65 mg ตามลำดับ และทดสอบการวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัปเปิ้ล Type K บันทึกค่าด้วยเครื่อง Graphtec midi logger GL820 ดังแสดงในภาพที่ 5 พบว่า อุณหภูมิสูงสุด 546.6, 586.3, 552.0, 546.6, 545.2, และ 579.3 °C ตามลำดับ

ในการผลิตถ่านไบโอชาร์ จะใช้ไม้กระถินมาทำให้เป็นถ่านไบโอชาร์ ด้วยวิธีการตัดสดแล้วตากแดดทิ้งไว้ โดยน้ำหนักเริ่ม 60 kg แต่ละครั้งจะเก็บตัวอย่างมาทดลองห่ากัน 1 สัปดาห์ น้ำหนักที่ได้จะไม่เท่ากัน เชื้อเพลิงจะเป็นฟืนทั่วไปโดยใช้ 30 kg เท่ากัน และเชื้อเพลิงแก๊สที่ใช้หมดไปแต่ละครั้ง ดังในตารางที่ 1 แล้วนำมาทำการเผาแต่ละครั้ง จะเห็นได้ว่าผลิตที่ได้คือน้ำส้มควันไม้เท่ากัน ได้ปริมาณถ่านเท่ากัน จากการใช้เชื้อทั้งสองชนิด



ภาพที่ 3 แสดงค่าความร้อน

จะเห็นว่าค่าความร้อนแต่ละครั้งต่างกัน เนื่องจากคุณภาพของถ่านที่ได้ไม่เท่ากัน เพราะการเผาแต่ละครั้งอุณหภูมิจะไม่เท่ากัน อุณหภูมิเริ่มต้นในการทดลองของเครื่อง Bomb แต่ละครั้งไม่เท่ากัน เพื่อที่จะได้รู้ว่าคุณภาพที่ได้ให้ค่าความร้อนแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด และคุณภาพครั้งไหนดีที่สุด



ภาพที่ 4 แสดงค่าความเสถียรของวัสดุ

จะเห็นว่าค่าความเสถียรของวัสดุต่างกัน เนื่องจากเนื่องจากคุณภาพของถ่านที่ได้ไม่เท่ากัน เพื่อที่จะได้รู้ว่าการเผาแต่ละครั้งคุณภาพของถ่าน ได้ค่าความเสถียรของวัสดุมีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด และคุณภาพในการเผาของครั้งไหนดีที่สุด



ภาพที่ 5 แสดงอุณหภูมิภายในเตา

จะเห็นว่าอุณหภูมิของทั้ง 6 ครั้ง มีความแตกต่างกัน เพราะอุณหภูมิเริ่มต้นแต่ละครั้งที่เผาไม่เท่ากัน สภาพอากาศแต่ละวันไม่เท่ากัน และตอนเลี้ยงไฟอาจจะไม่สม่ำเสมอ จึงทำให้อุณหภูมิสูงสุดแต่ละครั้งในการเผาไม่เท่ากัน

สรุปผลการวิจัย

ผลการทดลองผลิตถ่านไบโอชาร์ ใช้ไม้กระถินในการผลิตถ่าน ยาวประมาณ 10-15 เซนติเมตร น้ำหนักไม้เฉลี่ย 50 กิโลกรัม ใส่ลงในเครื่องผลิตถ่านใช้เวลาในการเผา 4 ชั่วโมงต่อครั้ง ในการทดลอง ใช้เชื้อเพลิงไม้ฟืน จำนวน 30 กิโลกรัมต่อครั้ง พบว่า ได้ปริมาณถ่าน 13 กิโลกรัม และได้ปริมาณน้ำส้มควันไม้ 15 ลิตร ค่าHeating Value เฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 27.00 MJ/kg ค่าความเสถียรของวัสดุด้วย Thermogravimetric Analysis (TGA) เฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 3.07 mg ทดสอบการวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัปเปิ้ล Type K บันทึกค่าด้วยเครื่อง Graphtec midi logger GL820 เฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 560 °C

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ปีงบประมาณ 2565

ขอขอบคุณคณาจารย์ โครงการจัดตั้งคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ ที่อนุเคราะห์สนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] บรรเจิดลักษณ์ จินตฤทธิ์ และนวลจันทร์ ภาสตา. (2560). การศึกษาสมบัติของถ่านชีวภาพต่อสมบัติของดินและผลผลิตพืชสมุนไพรขึ้นในพื้นที่ดินเปรี้ยวจัด. กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดินกรมพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพฯ.
- [2] พินิจภณ ปิตุยะ. (2557). เอกสารองค์ความรู้เรื่อง ถ่านชีวภาพ. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. นราธิวาส.
- [3] รัตถชล อ่างมณี กัญจน์รี ช่วงฉ่ำ อรรณพ หอมจันทร์. (2017). สมบัติของไบโอชาร์ที่ผลิตจากเศษข้าวโพดและคอกมูลในการใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดิน. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 12 (1), 53-63.
- [4] เสาวคนธ์ เหมวงษ์ และศศิธร เชื้อกฤษณะ. (2554). การใช้ถ่านปรับปรุงดินเพื่อปลูกข้าวโพดข้าวเหนียว หวาน. วารสารเกษตร. 27 (3), 259-266.
- [5] สุพรชัย มั่งมีสิทธิ์. (2551). คู่มือการผลิตถ่านคุณภาพสูงและน้ำส้มควันไม้เพื่อใช้ในครัวเรือน. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร. กรุงเทพมหานคร.
- [6] อรสา สุกสว่าง. (2552). “เทคโนโลยีถ่านชีวภาพ : วิธีแก้ปัญหาโลกร้อน ดิน และความยากจนในภาค เกษตรกรรม”, ใน การประชุมวิชาการเรื่อง สภาวะโลกร้อน: ความหลากหลายทางชีวภาพและการใช้ ประโยชน์อย่างยั่งยืน, วันที่ 5-6 พฤศจิกายน 2552 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.