ไบโอชาร์จากเปลือกมังคุด ทางเลือกในการปรับปรุงดินและลดการสะสมของเชื้อโรคในดิน

ธนกฤต เวียงทอง[1], กฤติพงศ์ ลิปิธีรกร[1], พีรวิชญ์ ชัยพานิชย์[1], อดุลย์สมาน สุขแก้ว[2,3], และ สุธี จุ้งลก[1*]

[1]โรงเรียนเบตง "วีระราษฎร์ประสาน" 19 ถนนรวมวิทย์ อำเภอเบตง จังหวัดยะลา ประเทศไทย
[2]สมาคมนักวิจัยชายแดนใต้ ตำบลสะเตง อำเภอเมืองยะลา จังหวัดยะลา ประเทศไทย
[3]คณะวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ตำบลสะเตง อำเภอเมืองยะลา จังหวัดยะลา ประเทศไทย
**Corresponding author: gaschem4159@kbyala.ac.th*

บทคัดย่อ

การเสื่อมโทรมของดินและปัญหาดินเป็นกรดเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการเกษตรของประเทศไทย ขณะเดียวกันการผลิตมังคุดก่อให้เกิดเปลือกมังคุดจำนวนมากซึ่งยังไม่ได้รับการใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตไบโอชาร์จากเปลือกมังคุดด้วยกระบวนการไพโรไลซิสภายใต้สภาวะออกซิเจนจำกัดที่อุณหภูมิประมาณ 450 องศาเซลเซียส และศึกษาผลของการเติมไบโอชาร์ต่อสมบัติของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรด–ด่าง (pH) และอัตราการซึมน้ำของดิน โดยกำหนดอัตราการเติมไบโอชาร์ที่ร้อยละ 0, 2, 5 และ 10 และบ่มดินเป็นเวลา 28 วัน ผลการทดลองพบว่า การเติมไบโอชาร์ส่งผลให้ค่าความเป็นกรด–ด่างของดินเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนตามปริมาณที่เติม โดยอัตราร้อยละ 10 ให้ค่าการปรับปรุง pH สูงสุด จากค่าเฉลี่ย 5.32 เป็น 6.18 นอกจากนี้ การเติมไบโอชาร์ในอัตราร้อยละ 2 และ 5 ช่วยเพิ่มอัตราการซึมน้ำของดินได้ดีที่สุด เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ขณะที่อัตราร้อยละ 10 แม้ช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ แต่ทำให้อัตราการซึมน้ำลดลงเล็กน้อย

สรุปได้ว่า ไบโอชาร์จากเปลือกมังคุดมีศักยภาพในการใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดิน โดยเฉพาะในดินกรด ซึ่งอัตราการเติมร้อยละ 5 ให้ผลสมดุลที่เหมาะสมทั้งด้านการปรับค่า pH และการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการน้ำในดิน การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงแนวทางการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร และสนับสนุนการพัฒนาเกษตรกรรมอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: ไบโอชาร์/ เปลือกมังคุด / ไพโรไลซิส / เชื้อโรค

Mangosteen pericarp-derived biochar: A sustainable alternative for soil amendment and the mitigation of soil-borne pathogen accumulation.

Thanakrit Wiangthong[1], Kritipong Lipiteerakorn [1], Pheerawit Chaipanit[1], Adulsman Sukkaew[2,3], and Suthee Junglok[1*]

[1]Betong Wiraratprasan School, 19 Ruamwit Road , Betong District,Betong District, Yala Province, Thailand
[2]Southern Border Researchers Association, Sateng Subdistrict, Mueang District, Yala Province, Thailand
[3]Faculty of Science, Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University, Yala, Sateng Subdistrict, Mueang District, Yala Province, Thailand
**Corresponding author: gaschem4159@kbyala.ac.th*

Abstract

Soil degradation and acidic soil problems are major obstacles to agriculture in Thailand. At the same time, mangosteen production creates a large amount of mangosteen peels that have not been fully utilized. This research aims to produce biochar from mangosteen peels through a pyrolysis process under limited oxygen conditions at a temperature of approximately 450°C, and to study the effects of adding biochar on soil properties, including pH value and soil water infiltration rate. The biochar addition rates were set at 0%, 2%, 5%, and 10%, and the soil was incubated for 28 days. The results showed that adding biochar clearly increased the soil pH according to the amount added. The 10% rate gave the highest pH improvement, from an average of 5.32 to 6.18. In addition, adding biochar at 2% and 5% helped improve the soil water infiltration rate the most compared to the control group. Meanwhile, the 10% rate helped increase water-holding capacity but caused the infiltration rate to decrease slightly.

In conclusion, mangosteen peel biochar has the potential to be used as a soil amendment, especially in acidic soil. An addition rate of 5% provides the most suitable balance for both adjusting the pH value and increasing water management efficiency in the soil. This study shows a way to add value to agricultural waste and supports the development of sustainable agriculture.

Keywords: Biochar / Mangosteen peel / Pyrolysis / Pathogen

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากกว่าร้อยละ 40 ของพื้นที่ทั้งหมด ภาคการเกษตรจึงมีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจและความมั่นคงทางอาหาร อย่างไรก็ตาม ปัญหาดินเสื่อมโทรม เช่น ดินเป็นกรด ความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ และการสูญเสียธาตุอาหาร กำลังทวีความรุนแรงจากการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่องและการจัดการดินที่ไม่เหมาะสม ส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตลดลงในระยะยาว ขณะเดียวกัน ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตมังคุดรายสำคัญ ทำให้เกิดเปลือกมังคุดจำนวนมากซึ่งยังไม่ได้รับการใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า การนำวัสดุเหลือทิ้งดังกล่าวมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงจึงเป็นแนวทางที่ช่วยลดของเสียและเพิ่มมูลค่าทางการเกษตร [1]

ไบโอชาร์ (Biochar) เป็นวัสดุคาร์บอนที่ผลิตจากกระบวนการไพโรไลซิสภายใต้สภาวะออกซิเจนจำกัด ซึ่งสามารถควบคุมพารามิเตอร์ของกระบวนการ เช่น อุณหภูมิ อัตราการให้ความร้อน และระยะเวลา เพื่อปรับสมบัติของวัสดุให้เหมาะสมต่อการใช้งาน โครงสร้างรูพรุนของไบโอชาร์มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ การกักเก็บธาตุอาหาร และการปรับสมดุลค่าความเป็นกรด–ด่างของดิน อีกทั้งยังช่วยกักเก็บคาร์บอนในดิน ซึ่งมีส่วนช่วยลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ [2]

จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าการนำวัสดุชีวภาพเหลือทิ้ง เช่น แกลบ ฟางข้าว ซังข้าวโพด กะลาปาล์ม และเศษไม้ มาแปรรูปเป็นไบโอชาร์ สามารถช่วยปรับปรุงสมบัติของดินได้อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งในด้านโครงสร้างดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำ นอกจากนี้ งานวิจัยหลายฉบับยังรายงานว่าไบโอชาร์มีศักยภาพในการลดความเป็นกรดของดินและเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร อย่างไรก็ตาม การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการใช้เปลือกมังคุดเป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอชาร์ยังมีอยู่อย่างจำกัด [3] [4] [5] [6] ดังนั้น โครงงานนี้จึงมุ่งศึกษาการผลิตไบโอชาร์จากเปลือกมังคุดภายใต้กรอบแนวคิดวิศวกรรมเคมี ตั้งแต่การออกแบบและควบคุมกระบวนการไพโรไลซิส ไปจนถึงการประเมินผลของไบโอชาร์ต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรด–ด่าง ความสามารถในการอุ้มน้ำ และพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของน้ำในดิน การศึกษานี้ไม่เพียงช่วยแก้ไขปัญหาดินเสื่อมโทรม แต่ยังเป็นแนวทางในการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร แนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนขององค์การสหประชาชาติในด้านการเกษตรที่ยั่งยืน การผลิตและการบริโภคอย่างรับผิดชอบ และการรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยบูรณาการองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมกระบวนการ วัสดุศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ดินเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ

ด้วยเหตุนี้ โครงงานนี้จึงมีความสำคัญทั้งในเชิงวิชาการและเชิงประยุกต์ โดยแสดงให้เห็นถึงบทบาทของวิศวกรรมเคมีในการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร และสนับสนุนการพัฒนาเกษตรกรรมอย่างยั่งยืนในระยะยาว

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อผลิตไบโอชาร์จากเปลือกมังคุดด้วยกระบวนการไพโรไลซิสภายใต้สภาวะออกซิเจนจำกัด และศึกษาศักยภาพของวัสดุที่ได้ในฐานะวัสดุปรับปรุงดิน

2.2 เพื่อศึกษาผลของการเติมไบโอชาร์ในอัตราส่วนร้อยละ 0, 2, 5 และ 10 ต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรด–ด่าง ความสามารถในการอุ้มน้ำ และอัตราการซึมน้ำของดิน

2.3 เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมของอัตราการเติมไบโอชาร์ที่ส่งผลต่อการปรับปรุงคุณภาพดินและประสิทธิภาพการจัดการน้ำในดิน ภายใต้แนวคิดการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและการพัฒนาเกษตรกรรมอย่างยั่งยืน

3. ขอบเขตของการศึกษา

3.1 การศึกษานี้มุ่งผลิตไบโอชาร์จากเปลือกมังคุดด้วยกระบวนการไพโรไลซิสภายใต้สภาวะออกซิเจนจำกัดที่อุณหภูมิประมาณ 450 องศาเซลเซียส โดยไม่ศึกษาผลของอุณหภูมิหรือเงื่อนไขการผลิตอื่นที่แตกต่างกัน

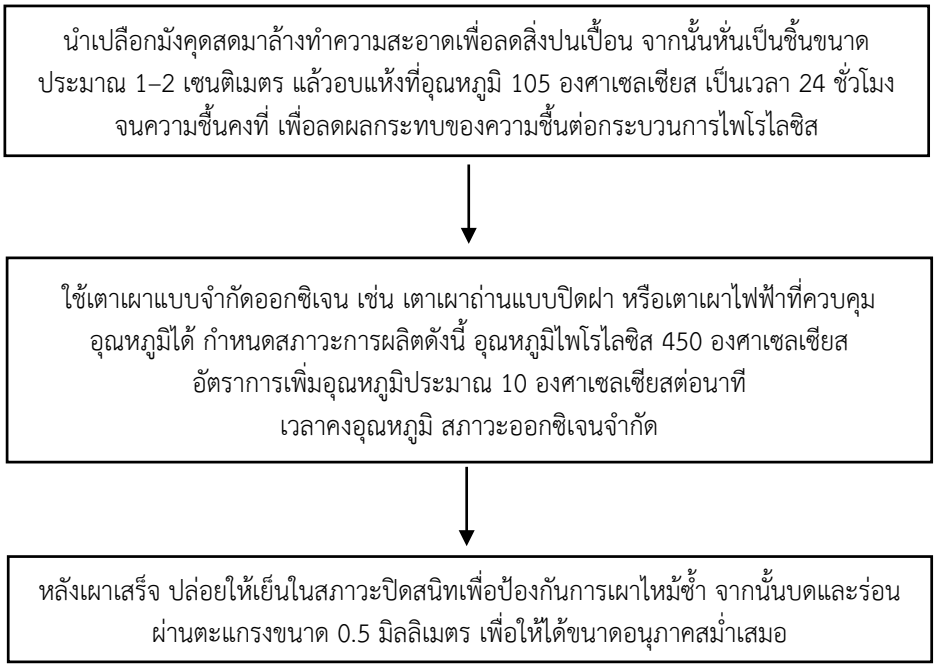
3.2 การทดลองประเมินผลของไบโอชาร์ต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินเฉพาะค่าความเป็นกรด–ด่าง อัตราการซึมน้ำ และความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ภายใต้อัตราการเติมไบโอชาร์ร้อยละ 0, 2, 5 และ 10 โดยน้ำหนัก โดยไม่ศึกษาสมบัติทางเคมีขั้นสูงอื่น เช่น ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน หรือองค์ประกอบธาตุอาหารในดิน

3.3 การศึกษานี้ดำเนินการในระดับห้องปฏิบัติการ โดยบ่มดินเป็นระยะเวลา 28 วัน และไม่ได้ศึกษาผลกระทบระยะยาวในสภาพแปลงปลูกจริงหรือประเมินผลต่อผลผลิตพืชเชิงพาณิชย์

4. วิธีการศึกษา

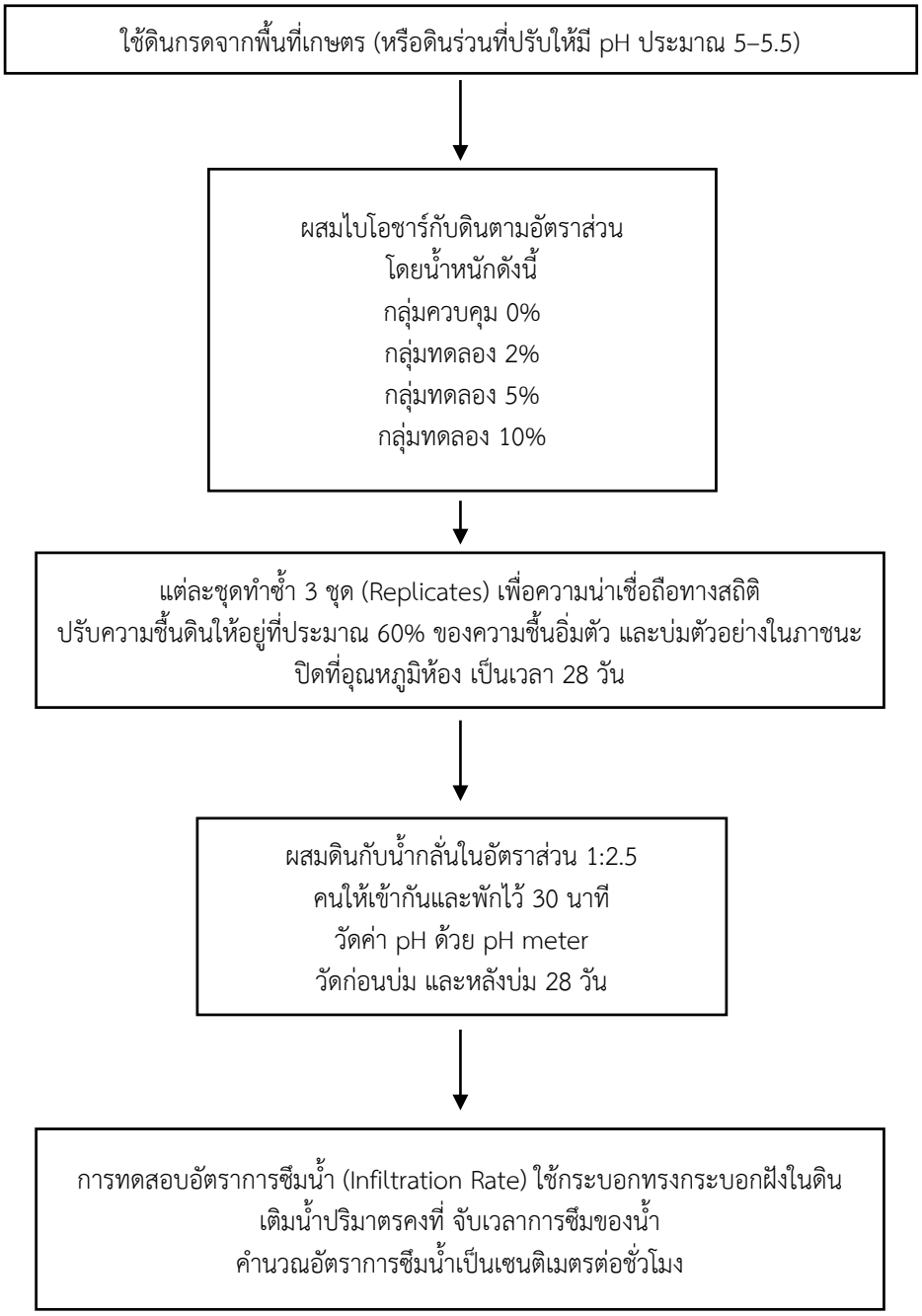
4.1 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

4.1.1 ขั้นตอนการทำไบโอชาร์ ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขั้นตอนการผลิตไบโอชาร์

4.1.2 ขั้นตอนการเตรียมดินทดลองและทดสอบสมบัติของดิน ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนการเตรียมดินทดลองและทดสอบสมบัติของดิน

5. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

5.1 ผลการวัดค่าความเป็นกรด–ด่าง (pH) ของดิน

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ค่า pH ของดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณไบโอชาร์ที่เติม โดยกลุ่มควบคุม (0%) แทบไม่มีการเปลี่ยนแปลง ขณะที่กลุ่มร้อยละ 10 มีค่าการเพิ่มขึ้นมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า pH ดินก่อนและหลังบ่ม 28 วัน

อัตราการเติมไบโอชาร์ (%)	pH ก่อนบ่ม (Mean ± SD)	pH หลังบ่ม (Mean ± SD)	การเปลี่ยนแปลง
0	5.30 ± 0.04	5.27 ± 0.05	-0.03
2	5.31 ± 0.05	5.55 ± 0.06	0.24
5	5.29 ± 0.03	5.82 ± 0.07	0.53
10	5.32 ± 0.06	6.18 ± 0.08	0.86

5.2 ผลการทดสอบอัตราการซึมน้ำของดิน

ผลการทดลองพบว่า การเติมไบโอชาร์ในอัตราส่วนร้อยละ 2 และ 5 ช่วยเพิ่มอัตราการซึมน้ำของดินเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่มปริมาณเป็นร้อยละ 10 อัตราการซึมน้ำลดลงเล็กน้อย แต่ยังคงสูงกว่ากลุ่มควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการซึมน้ำของดิน

อัตราการเติมไบโอชาร์ (%)	อัตราการซึมน้ำ (ซม./ชม.) Mean ± SD
0	3.85 ± 0.22
2	4.52 ± 0.30
5	4.87 ± 0.28
10	4.18 ± 0.25

6. สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าไบโอชาร์จากเปลือกมังคุดสามารถผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยกระบวนการไพโรไลซิสภายใต้สภาวะออกซิเจนจำกัด และมีศักยภาพในการนำมาใช้ปรับปรุงคุณภาพดิน โดยเฉพาะในดินที่มีความเป็นกรด

ผลการทดลองพบว่า การเติมไบโอชาร์ในดินส่งผลให้ค่าความเป็นกรด–ด่าง (pH) ของดินเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน และมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณที่เติม โดยอัตราการเติมร้อยละ 10 ให้ประสิทธิภาพสูงสุดในการปรับสภาพดินกรดให้เหมาะสมต่อการเพาะปลูก

ในด้านสมบัติการเคลื่อนที่ของน้ำ การเติมไบโอชาร์ในระดับร้อยละ 2–5 ช่วยเพิ่มอัตราการซึมน้ำของดินได้ดีที่สุด สะท้อนถึงการปรับปรุงโครงสร้างดินให้โปร่งมากขึ้น ขณะที่การเติมในระดับสูง (ร้อยละ 10) แม้จะช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ แต่ส่งผลให้อัตราการซึมน้ำลดลงเล็กน้อย เนื่องจากโครงสร้างรูพรุนขนาดเล็กของไบโอชาร์

โดยรวมแล้ว ไบโอชาร์จากเปลือกมังคุดมีความเหมาะสมในการใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดิน โดยอัตราการเติมร้อยละ 5 ให้ผลสมดุลที่ดีทั้งด้านการปรับค่า pH และการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการน้ำในดิน ขณะที่อัตราร้อยละ 10 เหมาะสำหรับการปรับปรุงดินกรดอย่างเข้มข้น

ดังนั้น การนำไบโอชาร์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ ไม่เพียงช่วยเพิ่มคุณภาพดินและประสิทธิภาพการเพาะปลูก แต่ยังเป็นแนวทางที่ส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและสนับสนุนการเกษตรที่ยั่งยืนในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมพัฒนาที่ดิน. (2021). *สถานการณ์ทรัพยากรดินของประเทศไทย*. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

[2] นันทนา ศรีสวัสดิ์. (2020). การผลิตและการประยุกต์ใช้ไบโอชาในระบบเกษตรกรรมไทย. *วารสารดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย, 41*(1), 1–15.

[3] สมชาย ใจดี และคณะ. (2019). ผลของไบโอชาร์ต่อสมบัติทางเคมีของดินกรดในพื้นที่เกษตรภาคใต้. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร, 12*(2), 45–56.

[4] Glaser, B., Lehmann, J., & Zech, W. (2002). Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal – A review. *Biology and Fertility of Soils, 35*(4), 219–230. https://doi.org/10.1007/s00374-002-0536-4

[5] Laird, D. A. (2008). The charcoal vision: A win–win–win scenario for simultaneously producing bioenergy, permanently sequestering carbon, while improving soil and water quality. *Agronomy Journal, 100*(1), 178–181. https://doi.org/10.2134/agronj2007.0068

[6] Lehmann, J., & Joseph, S. (2009). *Biochar for environmental management: Science and technology*. Earthscan.