

การพัฒนาและฟื้นฟูดินทรายในเขตเงาฝนด้วยถ่านชีวภาพ

พินิจภณ ปิตุยะ¹ อนัญญา โพธิ์ประดิษฐ์^{2*}

บทคัดย่อ

การผลิตถ่านชีวภาพด้วยวิธีการแยกสลายด้วยความร้อนแบบช้าที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส โดยใช้ร่วมกับปุ๋ยหมักและสารสกัดชีวภาพสำหรับปรับปรุงดินทรายเขตเงาฝนในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทราย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลสามพระยา อำเภอสายบุรี จังหวัดเพชรบุรี เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของถ่านชีวภาพ พบว่า ถ่านชีวภาพจากกะลามะพร้าวมีพื้นที่จำเพาะมากที่สุด 7.83 ตารางเมตรต่อกรัม รองลงมาคือเปลือกทุเรียน 4.25 ตารางเมตรต่อกรัม ในขณะที่ถ่านชีวภาพจากเปลือกทุเรียนและฝักสำโรง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูพรุนมากที่สุดคือ 208.80 และ 200.30 อังสตรอม เมื่อพิจารณาคุณสมบัติทางเคมีด้านองค์ประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจนและไนโตรเจน พบว่า ถ่านชีวภาพจากฝักหางนกยูง ให้คาร์บอน และไฮโดรเจน ในอัตราสูงที่สุดร้อยละ 72.04 และ 4.10 ตามลำดับ และถ่านชีวภาพจากเปลือกทุเรียน มีไนโตรเจนสูงที่สุดที่ร้อยละ 1.18 จากการทดลองปลูกหอมแดงพันธุ์ลับแล พบว่า ชุดควบคุม ดินรวม ดินผสมปุ๋ยหมักร่วมกับถ่านชีวภาพจากกะลามะพร้าวและ ดินผสมปุ๋ยหมักร่วมกับถ่านชีวภาพจากเปลือกทุเรียน มีการเจริญเติบโตของต้นเฉลี่ยและน้ำหนักรวมที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนชุดทดลองที่มีดินผสมปุ๋ยหมักร่วมกับ ถ่านชีวภาพจากฝักสำโรงและฝักหางนกยูง ที่มีการเจริญเติบโตและให้น้ำหนักรวมที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น <0.05

คำสำคัญ : ถ่านชีวภาพ วัสดุปรับปรุงดิน แหล่งสำรองธาตุอาหาร เขตเงาฝน

¹ อาจารย์พิเศษประจำหลักสูตร หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิตสาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี : biocharhuaysai@gmail.com

² อาจารย์ประจำหลักสูตร หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิตสาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัย ราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี e-mail: ananya.po@vru.ac.th

* ผู้นิพนธ์หลัก e-mail: ananya.po@vru.ac.th

DEVELOPMENT AND RESTORATION OF SANDY SOIL IN THE RAIN-SHADOW AREA WITH BIO-CHARCOAL

Pinitpon Pituya¹ Ananya Popradit^{2*}

Abstract

Production of biochar by Slow Pyrolysis dissipation at a temperature of 500oC, combined with compost and bio-extract, to improve sandy soil in Rain Shadow in the Huai Sai Royal Development Study Center, Sam Phraya, Cha Am, Phetchaburi. When comparing some physical and chemical properties of biochar of the 4 materials tests. It was found that coconut shell biochar has the highest surface area of 7.83 m²/g, followed by Durian bark 4.25 m²/g. While biochar from Durian peel and Bastard poom sheath the highest porosity was 208.80Å, 200.30Å, respectively, When considering chemical property elements of carbon, hydrogen and nitrogen it was found that biochar from Peacock's crest sheath gave carbon and hydrogen at the highest rate of 72.04 and 4.10 percent, respectively, and biochar from durian peel had the highest nitrogen content of 1.18 percent. From the experiment of planting shallots, it was found that. The soil control system included soil mixed with summaries biochars 4 type, biochar from coconut shell and biochar from durian peel. There was no statistical difference in growth and weight. The experiment was composted with biochar from Samrong pod and guppy pods the growth and total weight were significantly different at the confidence level <0.05.

Keywords : Bio char, Soil improvement material, Nutritional reserve, Rain shadow zone

¹ Doctor of Philosophy Program in Environmental Education, Collage of Innovative Management, Varaya Alongkorn Rajabhat University, Klong Luang, Prathum Thani 13180, Thailand.
e-mail: biocharhuaysai@gmail.com

² Doctor of Philosophy Program in Environmental Education, Collage of Innovative Management, Varaya Alongkorn Rajabhat University, Klong Luang, Prathum Thani 13180, Thailand. e-mail: ananya.po@vru.ac.th

* Corresponding author, e-mail: ananya.po@vru.ac.th

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีเกษตรกรขึ้นทะเบียนจำนวน 6,482,650 ครัวเรือน ถึงร้อยละ 92.23 มีพื้นที่ถือครอง จำนวน 95,360,138.5 ไร่(กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559) เกษตรกรส่วนใหญ่มีการประกอบอาชีพเชิงเดี่ยวเพื่อผลิตเป็นการค้า เช่น การปลูกข้าว อ้อย มันสำปะหลัง ยางพารา ปาล์มน้ำมันและสวนผลไม้ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีเกษตรกรที่ดำเนินชีวิตตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง โดยการปลูกพืชผัก ไม้ผล พืชไร่ และไม้ยืนต้นชนิดต่างๆ ไว้ใช้ประโยชน์ (ธัชชาวิทย์ สระโณ, 2558) ทั้งนี้ในแต่ละปีจะมีวัสดุเหลือทิ้งที่เป็นมวลชีวภาพจำนวนมากและถูกกำจัดทิ้งโดยเปล่าประโยชน์ (ธีรพจน์ พุทธิภูมิวิวงศ์, เจษฎานันท์ เวียงนนท์ และ ภัทราวดี ศรีบุญสม, 2006) แทนที่จะนำมาเปลี่ยนสภาพและใส่กลับลงไปในดินเพื่อให้เป็นธาตุอาหารพืช ดังนั้นมวลชีวภาพเหล่านี้สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดิน เช่น การทำปุ๋ยหมัก สารสกัดชีวภาพจากพืชผัก และผลไม้ ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่เกษตรกรรม นอกจากนี้ยังสามารถนำมวลชีวภาพเหล่านี้มาผ่านกระบวนการแยกสลายด้วยความร้อนแบบช้าและแบบเร็ว ที่มีการควบคุมอุณหภูมิและจำกัดออกซิเจน จะได้ผลผลิตที่เป็นของแข็งสีดำเรียกว่า “ถ่านชีวภาพหรือ Biochar” ใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดิน ทำหน้าที่ในการกักเก็บน้ำ เป็นแหล่งสำรองธาตุอาหาร ใช้เป็นแหล่งอาศัยของจุลินทรีย์ ปรับสภาพดินและใช้เป็นสารกระตุ้นในการทำปฏิกิริยาช่วยให้ธาตุอาหารพืชเกิดการแลกเปลี่ยนประจุบวกได้ดีขึ้น ช่วยให้พืชมีการเจริญเติบโตให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นและมีความคงตัวสามารถกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินได้นานหลายปี ทั้งนี้ถ่านชีวภาพกำลังเป็นที่สนใจของเกษตรกรทั่วโลกเนื่องจากเป็นนวัตกรรมที่ช่วยแก้ไขปัญหาดินเสื่อมโทรม ดังนั้นวัสดุเหลือทิ้งที่เป็นมวลชีวภาพหรือสารอินทรีย์จากเปลือกผลไม้ ผักที่ห่มห่อเมล็ดของพืชเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตถ่านชีวภาพได้เป็นอย่างดี ซึ่งกระบวนการผลิตด้วยวิธีการแยกสลายด้วยความร้อน(Pyrolysis) ที่มีการควบคุมอุณหภูมิและจำกัดปริมาณออกซิเจนในกระบวนการเผาไหม้ จะช่วยลดการสูญเสียธาตุอาหารพืช โดยในช่วงทศวรรษที่ผ่านมานักวิจัยด้านดินและสิ่งแวดล้อมให้ความสนใจศึกษาภาพในการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินและการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศในรูปแบบที่สามารถคงไว้ได้นานนับร้อยนับพัน ๆ ปี (Singh, Dolk, Shen, & Camps-Arbestain, 2017) ถ่านชีวภาพเป็นสารคล้ายถ่านที่ผลิตจากการเกษตรและของเสียจากป่า มีคาร์บอน 70 เปอร์เซ็นต์ ใช้เป็นตัวกระตุ้นดิน เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ ป้องกันการสลายตัวของดินและกักเก็บคาร์บอนไว้ในดิน ถ่านชีวภาพสามารถผลิตได้จากการทำ pyrolysis gasification และ hydrothermal carbonization การผลิตถ่านชีวภาพขนาดเล็กสามารถทำได้ โดยการใช้เตาเผาไพโรไลซิสและเตาเผาที่ดัดแปลงที่มีต้นทุนต่ำและใช้เทคโนโลยีที่ค่อนข้างง่าย สำหรับคุณภาพหลักของถ่านชีวภาพ คือ โครงสร้างที่ละเอียดมีพื้นผิวที่เพิ่มขึ้นและมีรูพรุนสูง อุดมด้วยคาร์บอนและเหมาะสำหรับการลดการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ (International Biochar Initiative, 2016; Lehmann, 2007) ดังนั้นกระบวนการทางเคมีโดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการแยกสลายด้วยความร้อนแบบไพโรไลซิส แบบช้า จึงเป็นที่ยอมรับเป็นอย่างมากเมื่อเร็ว ๆ นี้ ซึ่งเกี่ยวกับคุณสมบัติทางชีวเคมีในลักษณะที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและช่วยให้เกิดการพัฒนาในอนาคตที่ยั่งยืน (Oochit, Selvarajoo, & Arumugasamy, 2017) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Steiner ได้ตั้งข้อสังเกตไว้ในหนังสือ Amazonian Dark Earths ในปี 2003 ว่า การเพิ่มประสิทธิภาพของถ่านในดินทำให้เกิดการดูดซับไนโตรเจนของพืชเพิ่มขึ้น 280 – 400 เปอร์เซ็นต์ (Tenenbaum, 2009) ลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้ยังสามารถสร้างรายได้จากการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สำหรับเกษตรกรทั่วโลก(Carter, Shackley, Sohi, Suy, & Haefele, 2013) สมบัติทางกายภาพและเคมีของถ่านชีวภาพจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบและอุณหภูมิในการผลิตถ่านชีวภาพ(JRC, 2010) การผลิตถ่านชีวภาพที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 2 ชั่วโมง ช่วยทำให้มวลชีวภาพจากไม้กระถินยักษ์มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการปรับปรุงดินทรายเขตเงาฝนเพื่อเพิ่มผลผลิตงาดำ (Pinitpon,

Thavivongse, & Saowanee, 2017; Pituya Pinitpon, 2015). การทดสอบคุณลักษณะของถ่านชีวภาพจากเศษไม้ก่อนนำไปปรับปรุงคุณภาพดิน พบว่า คุณสมบัติที่สำคัญของถ่านชีวภาพที่มีรูพรุน จึงถูกประยุกต์ใช้กับดินเพื่อปรับปรุงการถ่ายเทอากาศของดิน ปรับปรุงความสามารถอุ้มน้ำและลดความแข็งของดิน ถ่านชีวภาพที่ผลิตจากเศษไม้สามารถดูดซับน้ำได้ 2-4 เท่าของน้ำหนักเดิม(ทวีวงศ์ ศรีบุรี, 2554) การพัฒนาถ่านชีวภาพจากเปลือกทุเรียนเพื่อใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินและเพิ่มธาตุอาหารพืช เมื่อทำการวิเคราะห์โดยเครื่อง XRF พบว่า แก้วของถ่านจากเปลือกทุเรียนมีองค์ประกอบของธาตุฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมมากกว่าถ่านชีวภาพจากวัสดุอื่นๆ เช่น แกลบ กะลาปาล์ม และไม้ไผ่ ถ่านจากเปลือกทุเรียนสามารถปรับค่า pH ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมได้ด้วยสารละลายน้ำส้มควันไม้ ทำให้ถ่านจากเปลือกทุเรียนหลังการปรับสภาพแล้วมีค่า pH ที่เสถียรอยู่ในช่วง 6.5-7.5 เมื่อทำการวิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวด้วย SEM พบว่า ถ่านจากเปลือกทุเรียนมีความพรุนสูงกว่าถ่านชีวภาพจากวัสดุอื่นๆ (Sajit Daosukho; Arun Kongkeaw; Urawan Oengeaw, 2012) ข้อจำกัดของถ่านชีวภาพที่ผลิตจากวัตถุดิบที่แตกต่างกันและภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างกัน ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินแตกต่างกันด้วย ฉะนั้นถ่านชีวภาพอาจถูกออกแบบมาเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินขึ้นอยู่กับเงื่อนไขในกระบวนการไพโรไลซิสและวัตถุดิบที่นำมาใช้ (Novak et al., 2016) อย่างไรก็ตามการปลูกพืชควรคำนึงถึงชนิดของพืชต้องมีความเหมาะสมกับลักษณะภูมิสังคมและเป็นที่ต้องการของประชาชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชสมุนไพรที่มีสรรพคุณในการรักษาสุขภาพ เช่น หอมแดงที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการปรุงอาหาร เป็นต้น

หอมแดง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Allium ascalonicum* เป็นพืชในวงศ์ Alliaceae มีการเพาะปลูกในเอเชียกลางและเอเชียตะวันตกเฉียงใต้ หอมแดงเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ต่างประเทศมีความต้องการเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะกลุ่มประเทศตะวันออกกลาง มีความต้องการอย่างมาก แหล่งผลิตหอมแดงของไทย ส่วนใหญ่ปลูกบริเวณพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย พะเยา อุตรดิตถ์ ศรีสะเกษ กาญจนบุรีและราชบุรี หอมแดงส่วนใหญ่นิยมปลูกกันช่วงปลายฤดูฝนหรือตั้งแต่ช่วงเดือนกันยายน-พฤศจิกายน เพราะมีอากาศที่ค่อนข้างเย็นและความชื้นเหมาะสมและเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนธันวาคม-มีนาคม หอมแดงเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนปนทรายและไม่ชอบน้ำแช่แข็ง พื้นที่ปลูกจะต้องมีการระบายน้ำที่ดี (ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2559)

การศึกษาค้นคว้า มุ่งเน้นการพัฒนาและฟื้นฟูดินทรายในเขตเงาฝน เนื่องจากในอดีตมีการใช้ประโยชน์พื้นที่เพื่อเกษตรกรรมติดต่อกันเป็นเวลานาน ประกอบกับสภาพพื้นที่มีความลาดเอียง เมื่อฝนตกก่อให้เกิดปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดิน และทำให้สภาพพื้นที่เกิดความเสื่อมโทรม ดินมีลักษณะเป็นทรายจัดธาตุอาหารต่ำและขาดความชื้น ต่อมาเกิดปัญหาความแห้งแล้ง เมื่อปลูกพืชทำให้ได้ผลผลิตน้อย การประกอบอาชีพจึงขาดความมั่นคงและยั่งยืน ซึ่งแนวทางการปรับปรุงดินโดยใช้วัสดุเหลือทิ้งมาผลิตเป็นถ่านชีวภาพเป็นนวัตกรรมหนึ่งที่มีความเหมาะสมกับประเทศเกษตรกรรมอย่างประเทศไทย ดังนั้น ผู้ศึกษาจึงสนใจผลของการผสมถ่านชีวภาพในดินทรายเขตเงาฝนเพื่อเพิ่มผลผลิตหอมแดง ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตั้งอยู่ที่ 77 หมู่ 7 ถนนบายพาส ตำบลสามพระยา อำเภอสองอำเภอ จังหวัดเพชรบุรี มีพื้นที่ 22,627 ไร่ เนื่องจากมีวัสดุเหลือทิ้งจากชุมชนและในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริเป็นจำนวนมาก เช่น เปลือกทุเรียน กะลามะพร้าว ผักหวานนกยูง และผักสำโรง เป็นต้น ผลิตเป็นถ่านชีวภาพโดยใช้กระบวนการแยกสลายด้วยความร้อนแบบช้า (Slow Pyrolysis) ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ใช้เตาเผาจากถังโลหะขนาด 200 ลิตร และถังโลหะบรรจุวัสดุขนาด 50 ลิตร ซึ่งอุปกรณ์มีขายทั่วไป ราคาถูกและ

วิธีการเผาใช้เทคโนโลยีที่ประชาชนสามารถทำได้ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนการใช้ปุ๋ย วัสดุปรับปรุงดินให้เกษตรกรในระยะยาวและสามารถใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อประกอบอาชีพได้อย่างมั่นคงและยั่งยืน

วัตถุประสงค์การวิจัยนี้เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของถ่านชีวภาพบางประการที่มีความเหมาะสมกับการปรับปรุงดินทรายเขตเงาฝน โดยพิจารณาจากการเจริญเติบโตของหอมแดง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัสดุในการผลิตถ่านชีวภาพได้จากฝักหางนกยูง เปลือกทุเรียน ฝักสำโรงและกะลามะพร้าว ทำให้แห้งโดยตากแดดในที่โปร่งเป็นเวลา 7 วัน

2. เชื้อเพลิงใช้เศษไม้กระถินยักษ์ จากเกษตรกรในชุมชนที่นำต้นกระถินสดมาเลื่อยแปะและเหลือนื้อไม้ นำมาตากให้แห้ง ตัดเป็นท่อนมีความยาวประมาณ 20 – 25 เซนติเมตร ใช้น้ำหนักของเชื้อเพลิง จำนวน 15 กิโลกรัมต่อการเผา 1 เตา

3. เตาเผาถ่านใช้ถังโลหะขนาด 200 ลิตรและถังโลหะขนาด 50 ลิตรสำหรับบรรจุวัสดุผลิตถ่านชีวภาพ

4. กระบวนการเผาไหม้ใช้วิธีการแยกสลายด้วยความร้อนแบบช้าที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 3 ชั่วโมง และปล่อยให้เย็นตัวจนถึงอุณหภูมิปกติ

5. ขนาดของถ่านชีวภาพที่ใช้ในการทดลอง ทำการบด/ย่อยและใช้ตระแกรงคัดขนาด(Sieves #4) หรือขนาดน้อยกว่า 4.75 มิลลิเมตร โดยใช้มาตรฐานตามคำแนะนำของ IBI(International Biochar Initiative 2016)

6. ใช้กระถางทดลองพลาสติกสีดำเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 8 นิ้ว หรือ 21 เซนติเมตร เป็นไปตามคำแนะนำขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนาของประเทศกลุ่มยุโรป(Organization for Economic Co-operation and Development= OECD 208)

7. พืชทดลองใช้หอมแดงพันธุ์ลับแล

8. ออกแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 6 ชุดการทดลอง ในแต่ละชุดการทดลองแบ่งเป็นชุดการทดลองย่อย จำนวน 4 ซ้ำ ปลูกลบหอมแดงจำนวน 3 ต้นต่อกระถาง ใช้สัดส่วนของดินในพื้นที่ห้วยทราย ปุ๋ยหมัก และถ่านชีวภาพ โดยมีชุดการทดลองดังนี้

8.1 T1 คือ ชุดควบคุมใช้ดิน 5,000 กรัม

8.2 T2 คือ ดิน 4,350 กรัม ผสมปุ๋ยหมัก 500 กรัม และถ่านชีวภาพรวม 150 กรัม จากเปลือกทุเรียน, กะลามะพร้าว, ฝักหางนกยูง และฝักสำโรง อย่างละ 37.5 กรัม

8.3 T3 คือ ดิน 4,350 กรัม ผสมปุ๋ยหมัก 500 กรัม และถ่านชีวภาพจากเปลือกทุเรียน 150 กรัม

8.4 T4 คือ ดิน 4,350 กรัม ผสมปุ๋ยหมัก 500 กรัม และถ่านชีวภาพจากกะลามะพร้าว 150 กรัม

8.5 T5 คือ ดิน 4,350 กรัม ผสมปุ๋ยหมัก 500 กรัม และถ่านชีวภาพจากฝักหางนกยูง 150 กรัม

8.6 T6 คือ ดิน 4,350 กรัม ผสมปุ๋ยหมัก 500 กรัม และถ่านชีวภาพจากฝักสำโรง 150 กรัม

9. การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ เคมีและผลผลิตหอมแดง

9.1 คุณสมบัติทางกายภาพ โดยการหาขนาดของพื้นที่ผิวจำเพาะและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูพรุนของถ่านชีวภาพจากเปลือกทุเรียน กะลามะพร้าว ฝักหางนกยูง และฝักสำโรง หาขนาดพื้นที่ผิวจำเพาะ (ตารางเมตรต่อกรัม) หาค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางรูพรุน (อังสตรอม) ด้วยวิธีของ Brunauer–Emmett–Teller (BET) multipoint method (Autosorb-I Series Quantachrome Instruments, USA)

9.2 คุณสมบัติทางเคมี โดยการหาค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้ถ่านชีวภาพต่อน้ำกลั่นที่อัตราส่วน 1:5 ใช้ pH meter (Mettler Toledo, USA) การเปรียบเทียบปริมาณขององค์ประกอบ C H N ด้วยเครื่อง 2400 CHN Elemental Analyzer, Perkin Elmer, USA

9.3 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตของหอมแดง โดยการตรวจวัดและบันทึกความยาวของใบจำนวน 8 ครั้ง ทุกวันที่ 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 และ 80 วัน โดยตรวจวัดผลผลิต จากน้ำหนักรวมต้นเฉลี่ย น้ำหนักหัวเฉลี่ย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวหอมเฉลี่ย

9.4 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติด้วยโปรแกรมประยุกต์ Minitab

ผลการวิจัย

1. การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ

จากกระบวนการเผาไหม้โดยวิธีการแยกสลายด้วยความร้อนแบบช้าที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส ในเวลา 3 ชั่วโมง และปล่อยให้เย็นตัวจนถึงอุณหภูมิปกติ มีลักษณะของวัสดุและถ่านชีวภาพจากเปลือกทุเรียน กะลามะพร้าว ฝักหางนกยูงและฝักสำโรง ภาพที่ 1 ถึง 4 เมื่อวิเคราะห์หาคุณสมบัติบางประการของถ่านชีวภาพที่ศึกษา คือ ขนาดพื้นที่ผิวจำเพาะและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูพรุน ดังตารางที่ 1 พบว่า ถ่านชีวภาพจากกะลามะพร้าวมีขนาดพื้นที่ผิวจำเพาะมากที่สุดถึง 7.83 ตารางเมตรต่อกรัม รองลงมาคือ เปลือกทุเรียน 4.25 ตารางเมตรต่อกรัม ในขณะที่ถ่านชีวภาพจากเปลือกทุเรียนและฝักสำโรง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูพรุนมากที่สุดคือ 208.80 และ 200.30 อังสตรอม ตามลำดับ



ภาพที่ 1 ลักษณะวัสดุและถ่านชีวภาพจากเปลือกทุเรียน



ภาพที่ 2 ลักษณะวัสดุและถ่านชีวภาพจากกะลามะพร้าว



ภาพที่ 3 ลักษณะวัสดุและถ่านชีวภาพจากฝักหางนกยูง

ภาพที่ 4 ลักษณะวัสดุและถ่านชีวภาพจากฝักสำโรง

ผลการตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของถ่านชีวภาพจากวัสดุ 4 ชนิดพบว่า ถ่านชีวภาพจากวัสดุที่ศึกษามีสภาพเป็นด่าง อยู่ระหว่าง 9.00-10.59 โดยถ่านชีวภาพจากฝักหางนกยูง มีความเป็นด่างสูงที่สุด รองลงมาเป็นเปลือกทุเรียน ฝักสำโรงและกะลามะพร้าว มีความเป็นด่างน้อยที่สุด ซึ่งมีค่า pH อยู่ที่ 10.59, 9.50, 9.30 และ 9.00 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของถ่านชีวภาพจากเปลือกทุเรียน กะลามะพร้าว ฝักหางนกยูงและฝักสำโรง

วัตถุดิบ	พื้นที่ผิว (m ² /g)	รูพรุน (Å)	พีเอช pH	คาร์บอน %	ไฮโดรเจน %	ไนโตรเจน %
เปลือกทุเรียน (Durian bark)	4.25	208.80	9.50	48.30	1.93	1.18
กะลามะพร้าว (Coconut shell)	7.83	45.65	9.00	65.54	3.17	0.00
ฝักหางนกยูง(Peacock pod)	3.01	139.20	10.59	72.04	4.10	0.69
ฝักสำโรง (Bastard pod)	0.26	200.30	9.30	50.35	2.92	0.58

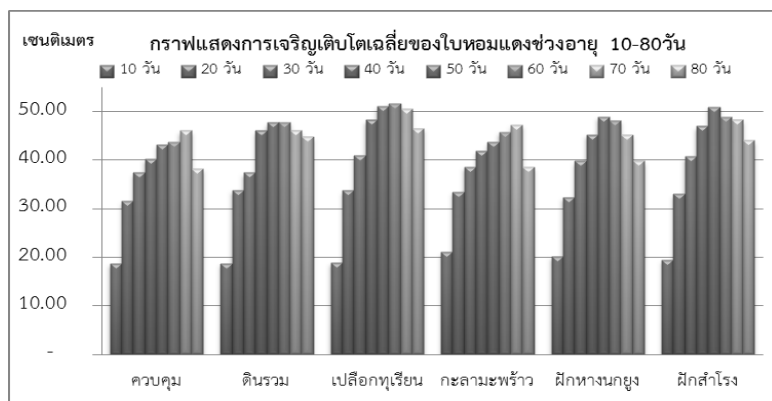
เมื่อพิจารณาคุณสมบัติทางเคมีด้านองค์ประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจนและไนโตรเจน พบว่า ถ่านชีวภาพจากฝักหางนกยูงให้ปริมาณคาร์บอนและไฮโดรเจนในอัตราสูงที่สุด ที่ร้อยละ 72.04 และ 4.10 ตามลำดับ รองลงมาเป็นถ่านชีวภาพจากกะลามะพร้าว ฝักสำโรง ฝักหางนกยูงและเปลือกทุเรียน มีปริมาณร้อยละของคาร์บอนและไฮโดรเจนน้อยที่สุด และถ่านชีวภาพจากเปลือกทุเรียนมีปริมาณร้อยละของไนโตรเจนสูงสุดที่ 1.18

2. การเจริญเติบโตของหอมแดง

การทดลองปลูกหอมแดงพันธุ์ลับแลในชุดทดลองทั้ง 6 ชุดทดลอง ได้เริ่มดำเนินการทดลองเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม 2559 และเก็บผลผลิตเมื่อวันที่ 16 มกราคม 2560 รวมอายุการเก็บผลผลิต 86 วัน และได้จัดเก็บข้อมูลดังนี้

2.1 ความยาวของใบ

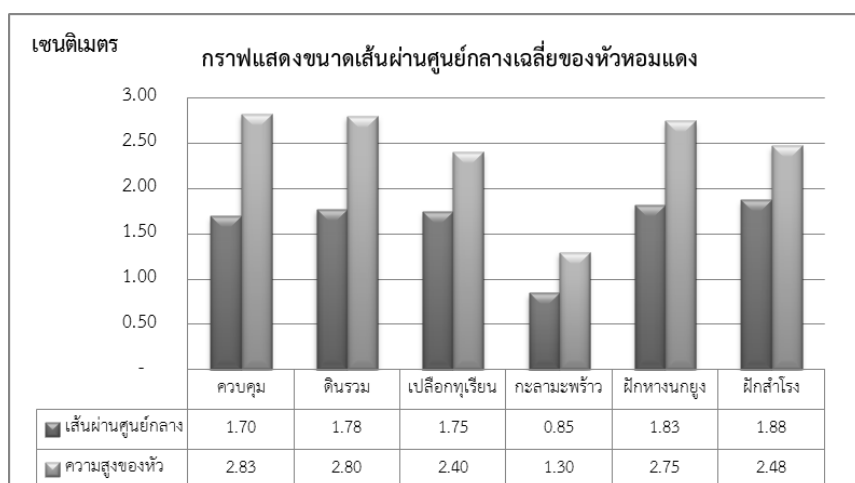
การตรวจวัดความยาวของใบหอมแดงในช่วงอายุ 10 และ 20 วัน ของแต่ละชุดทดลอง พบว่า หอมแดงมีการเจริญเติบโตของใบในชุดการทดลองที่มีดินผสมปุ๋ยหมักและถ่านรวม ถ่านเปลือกทุเรียนและถ่านกะลามะพร้าว มีความยาวของใบมากกว่า ฝักสำโรง ฝักหางนกยูง และชุดควบคุม ซึ่งมีการเจริญเติบโตมากที่สุด ในช่วงอายุ 60 วัน หลังจากนั้นใบจะเริ่มหยุดการเจริญเติบโต ซึ่งพบว่า ดินผสมปุ๋ยหมักร่วมกับถ่านชีวภาพจากเปลือกทุเรียน และถ่านชีวภาพจากฝักสำโรงมีความยาวของใบมากที่สุด รองลงมาเป็นถ่านจากฝักหางนกยูง ดินผสมถ่านรวม กะลามะพร้าวและชุดควบคุมมีความยาวน้อยที่สุด โดยมีความยาวของใบ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของใบหอมแดง

2.2 ขนาดของหัว

ผลการตรวจวัดขนาดความเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงของหัวหอมแดง พบว่า หอมแดง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 0.85–1.88 เซนติเมตรและความสูงมีขนาดระหว่าง 1.30–2.83 เซนติเมตร โดยชุดทดลองที่ผสมถ่านชีวภาพจากผักสำโรงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุด รองลงมาเป็นชุดทดลองที่ผสมถ่านชีวภาพจากผักหางนกยูง ดินรวม เปลือกทุเรียน ชุดควบคุมและ กะลามะพร้าว ให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยที่สุด โดยแต่ละชุดทดลองมีขนาดเฉลี่ย 1.88, 1.83, 1.78, 1.75, 1.70 และ 0.85 เซนติเมตร สำหรับความสูงเฉลี่ยของหอมแดง พบว่า ชุดควบคุมมีขนาดความสูงมากที่สุดคือ 2.83 เซนติเมตร และชุดทดลองที่ผสมถ่านชีวภาพจากกะลามะพร้าวมีขนาดความสูงน้อยที่สุดคือ 1.30 เซนติเมตร ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงเฉลี่ยของหอมแดง

2.3 น้ำหนักของหัว

2.3.1 น้ำหนักหัว

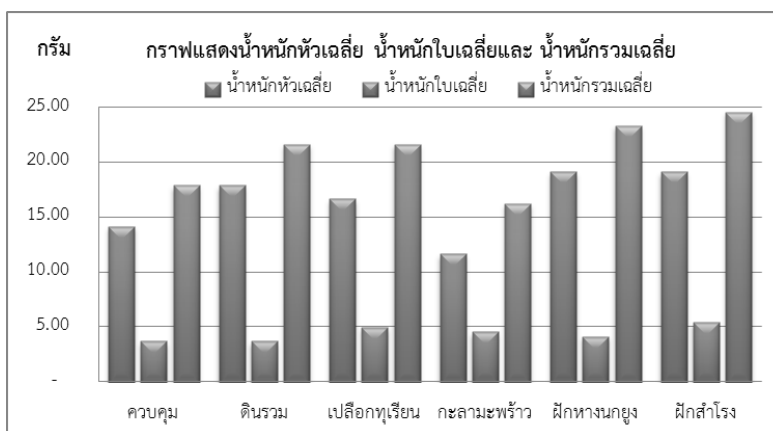
น้ำหนักหัวหอมแดงเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลอง พบว่ามีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 14.17 – 19.17 กรัมต่อหัว โดยชุดทดลองที่มีส่วนผสมของถ่านชีวภาพจากผักหางนกยูงและผักสำโรงให้น้ำหนักหัวเฉลี่ยเท่ากันและมากที่สุด รองลงมาเป็นดินรวม เปลือกทุเรียน ควบคุมและกะลามะพร้าวให้น้ำหนักหัวเฉลี่ยน้อยที่สุด ซึ่งมีค่า 19.17, 17.92, 16.67, 14.17 และ 11.67 กรัมต่อหัว ตามลำดับ

2.3.2 น้ำหนักใบ

น้ำหนักของใบเฉลี่ยพบว่า มีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 3.75-5.42 กรัมต่อต้น โดยชุดทดลองที่มีผสมถ่านชีวภาพจากผักสำโรงมีน้ำหนักใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 5.42 กรัมต่อต้น รองลงมาเป็นเปลือกทุเรียน กะลามะพร้าว ผักหางนกยูง สำหรับชุดควบคุมและดินรวมมีน้ำหนักใบเฉลี่ยน้อยที่สุด ซึ่งแต่ละชุดทดลองมีน้ำหนักใบเฉลี่ย 5.00, 4.58, 4.17, 3.75 และ 3.75 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

2.3.3 น้ำหนักรวม

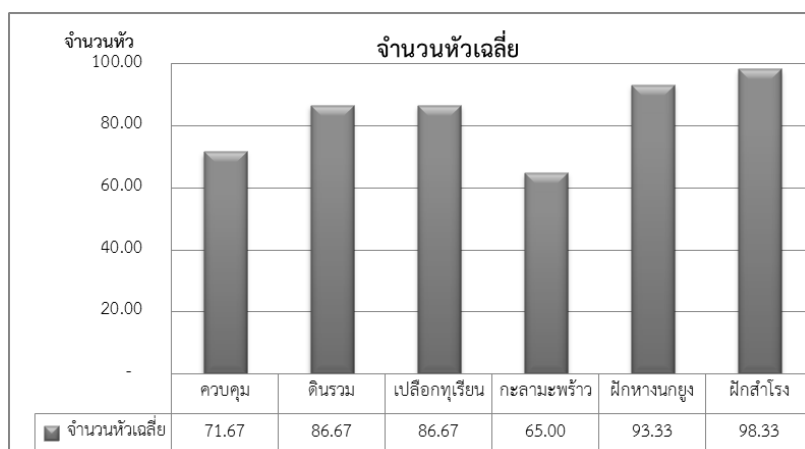
เมื่อพิจารณาน้ำหนักรวมของหัวและใบเฉลี่ย พบว่า ชุดทดลองที่มีถ่านชีวภาพจากผักสำโรงมีน้ำหนักมากที่สุดคือ 24.58 กรัมต่อต้น รองลงมาเป็นผักหางนกยูง ดินรวมเปลือกทุเรียน ควบคุม และกะลามะพร้าวให้น้ำหนักน้อยที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 23.33, 21.67, 21.67, 17.92 และ 16.25 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ดังกราฟในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 กราฟน้ำหนักหัว ใบและน้ำหนักรวมเฉลี่ยของหอมแดง

3. จำนวนหัว

จำนวนหัวเฉลี่ยของหอมแดงในแต่ละชุดการทดลอง พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 65.00 – 198.33 หัวต่อชุดทดลอง ซึ่งชุดทดลองที่มีถ่านชีวภาพจากผักสำโรง มีจำนวนหัวเฉลี่ยมากที่สุดคือ 98.33 หัวต่อชุดทดลอง รองลงมาเป็นถ่านชีวภาพจากผักหางนกยูง เปลือกทุเรียน ดินรวม ควบคุมและกะลามะพร้าว มีจำนวนหัวเฉลี่ยน้อยที่สุด ซึ่งมีจำนวนหัวเฉลี่ย 93.33, 86.67, 86.67, 71.67 และ 65.00 หัวต่อชุดทดลอง ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 จำนวนหัวเฉลี่ย

โดยการศึกษาสามารถอธิบายได้ว่า ถ่านชีวภาพจากฝักสำโรงและฝักหางนกยูง มีความเหมาะสมที่สุดในการปรับปรุงดินทรายเขตเงาฝนเพื่อปลูกหอมแดง เนื่องจากให้น้ำหนักหัว จำนวน และน้ำหนักรวมสูงที่สุด

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1. การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของถ่านชีวภาพ พบว่า ถ่านชีวภาพจากกะลามะพร้าว มีพื้นที่ผิวจำเพาะและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูพรุนมีค่าน้อยกว่าวัสดุชนิดอื่น แต่ผลวิเคราะห์ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของ International Biochar Initiative, (2016) ซึ่งคล้อยกับผลการศึกษาของ Kookana, Sarmah, Van Zwieten, Krull, & Singh, (2011) สรุปว่าคุณสมบัติของถ่านชีวภาพมีพื้นที่ผิวจำเพาะภายในสูง มีค่าประมาณน้อยกว่า 10 - 400 ตารางเมตรต่อกรัม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบและอุณหภูมิในการเผาไหม้ ถ่านชีวภาพสามารถอุ้มน้ำและดูดซับธาตุอาหารได้ดี และเป็นแหล่งอาศัยที่เหมาะสมสำหรับจุลินทรีย์ในดิน จึงเป็นวัสดุที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ดิน และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Warnock, Lehmann, Kuyper, & Rillig, (2007) ที่ระบุว่า การเปลี่ยนแปลงความร้อนในการเผาไหม้มีส่วนของรูพรุนขนาดเล็กบนพื้นที่ผิวจำเพาะมีสูง และมีความสามารถในการเก็บสารอาหารได้มาก รูพรุนขนาดเล็กประโยชน์ต่อจุลินทรีย์ในดิน ซึ่งขนาดของพื้นที่และรูพรุน มีความสำคัญต่อการกักเก็บความชื้น โดย รศ.ผศ.ดร.ทวีวงศ์ ศรีบุรี, (2554) ได้ศึกษาไม้กระถินยักษ์ ผลิตถ่านชีวภาพที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส ทำให้มีพื้นที่ผิวจำเพาะ 42.08 ตารางเมตรต่อกรัม เส้นผ่านศูนย์กลางรูพรุนเฉลี่ย 35.53 อังสตรอม และมีความสามารถในการดูดซับน้ำ 3.8 เท่าของน้ำหนักเดิม

2. การเจริญเติบโตของพบว่า ชุดทดลองที่ผสมถ่านชีวภาพมีการเจริญเติบโตของใบดีกว่าชุดควบคุม อายุการเก็บของผลผลิต 86 วัน ซึ่งปกติอายุของหอมแดงในช่วง 90 -110 วัน ซึ่งเป็นผลมาจากความเป็นต่างของถ่านชีวภาพ ซึ่งสอดคล้องกับผลของ JRC, IES, (2010) ระบุว่า การผลิตถ่านชีวภาพ จะมีเถ้าเกิดร่วมด้วย ทำให้ถ่านชีวภาพที่ได้มีค่าความเป็นกรด - ด่าง อยู่ในช่วงระหว่าง 6.2-9.6 ซึ่งช่วยปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของดิน

3. การให้ผลผลิต พบว่า ถ่านชีวภาพจากผักหวานนกยูง ผักสำโรง มีประสิทธิภาพอย่างยิ่งในการช่วยเพิ่มผลผลิตหอมแดง ดังนั้น วัสดุเหลือทิ้งจากธรรมชาติที่เป็นสารอินทรีย์ที่มีเนื้ออ่อนสามารถสร้างนวัตกรรมอันเป็นประโยชน์แก่เกษตรกร เนื่องจากถ่านชีวภาพมีพื้นที่จำเพาะและรูพรุนจำนวนมาก สามารถกักเก็บธาตุอาหารและเป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์กับพืช จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาองค์ความรู้แก่เกษตรกร ในเรื่องการปรับปรุงโครงสร้างของดินในกระบวนการผลิตอาหารให้เกิดความมั่นคงและยั่งยืนต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษานี้ได้ทดลองปลูกหอมแดง ซึ่งเป็นพืชอายุสั้นและเพียงฤดูกาลเดียว จึงควรมีการศึกษาซ้ำหรือควรใช้พืชที่มีความหลากหลายเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นประโยชน์ต่อประชาชน
2. การใช้ถ่านชีวภาพปรับปรุงดินทรายเขตเงาฝน ควรมีการศึกษาวัดผลเหลือทิ้งชนิดอื่นๆ ที่มีในพื้นที่หรือชุมชน เพื่อการใช้ประโยชน์ที่คุ้มค่าของทรัพยากรธรรมชาติ
3. ปัญหาความเสื่อมโทรมของดินในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน จึงควรศึกษาสัดส่วนของถ่านชีวภาพที่เหมาะสมกับสภาพดิน เพื่อให้ดินมีคุณภาพและเกิดความยั่งยืนในการประกอบอาชีพ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำ ขอขอบคุณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้โอกาสเข้าศึกษาในระดับดุษฎีบัณฑิต ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่สนับสนุนงบประมาณและให้ใช้สถานที่ศึกษา ทดลอง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตเพชรบุรี ที่ช่วยให้คำปรึกษาและขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ที่ได้ดำเนินการจัดให้มีการประชุมวิชาการในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2559). ฐานข้อมูลและทะเบียนเกษตรกร. รายงาน, 31.
- ทวิวงศ์ ศรีบุรี. (2554). การทดสอบคุณลักษณะของถ่านชีวภาพจากเศษไม้ก่อนนำไปปรับปรุงคุณภาพดิน. บทความ.
- ธัชชาวินท์ สรรุโณ. (2558). การผลิตพืชตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
- ธีรพจน์ พุทธิกิจวิวงศ์, เจษฎานันท์ เวียงนนท์, & ภัทราวดี ศรีบุญสม. (2006). การผลิตถ่านอัดแท่งจากต้นถั่วเหลือง. Naresuan University Journal, 14(3), 8.
- ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. (2559). การใช้ถ่านชีวภาพในดินทรายเพื่อเพิ่มผลผลิตหอมแดง เอกสารองค์ความรู้, 16.
- Carter, Sarah, Shackley, Simon, Sohi, Saran, Suy, Tan Boun, & Haefele, Stephan. (2013). The impact of biochar application on soil properties and plant growth of pot grown lettuce (*Lactuca sativa*) and cabbage (*Brassica chinensis*). *Agronomy*, 3(2), 404-418.
- International Biochar Initiative. (2016). Standardized Product definition and product testing guidelines for biochar that is used in soil
- JRC, IES. (2010). ILCD Handbook. International Reference Life Cycle Data System Home page. Available at: lct.jrc.ec.europa.eu/assessment/assessment/projects.

- Kookana, RS, Sarmah, AK, Van Zwieten, Lukas, Krull, Evelyn, & Singh, Balwant. (2011). 3 Biochar Application to Soil: Agronomic and Environmental Benefits and Unintended Consequences. *Advances in agronomy*, 112(112), 103-143.
- Lehmann, Johannes. (2007). A handful of carbon. *Nature*, 447(7141), 143-144.
- Novak, Jeff, Sigua, Gilbert, Watts, Don, Cantrell, Keri, Shumaker, Paul, Szogi, Ariel, . . . Spokas, Kurt. (2016). Biochars impact on water infiltration and water quality through a compacted subsoil layer. *Chemosphere*, 142, 160-167.
- Oochit, Dooshyantsingh, Selvarajoo, Anurita, & Arumugasamy, Senthil Kumar. (2017). Pyrolysis of Biomass Waste Biomass Management–A Holistic Approach (pp. 215-229): Springer.
- Pinitpon, Pituya, Thavivongse, Sriburi, & Saowanee, Wijitkosum. (2017). Optimization of Biochar Preparation from Acacia Wood for Soil Amendment. *Engineering Journal*, 21 Number 2(March), 6. doi: 10.4186/ej.2017.21.2
- Pituya Pinitpon. (2015). Effect of biochar application in sandy soil rain shadow area on sesame (*Sesamun indicum* L.) production. thesis, 166.
- Saijit Daosukho; Arun Kongkeaw; Urawan Oengeaw. (2012). The Development of Durian Shell Biochar as a Nutrition Enrichment Medium for Agricultural Purpose : Part 1 Chemical and Physical Characterization. Department of Science Service, 1(1), 9.
- Singh, Balwant, Dolk, Michaela Mei, Shen, Qinhua, & Camps-Arbestain, Marta. (2017). 3 Biochar pH, electrical conductivity and liming potential. *Biochar: A Guide to Analytical Methods*, 23.
- Tenenbaum, David J. (2009). Biochar: Carbon mitigation from the ground up. *Environmental health perspectives*, 117(2), A70.
- Warnock, Daniel D, Lehmann, Johannes, Kuyper, Thomas W, & Rillig, Matthias C. (2007). Mycorrhizal responses to biochar in soil–concepts and mechanisms. *Plant and Soil*, 300(1-2), 9-20.