สารเอคโค เอเชีย
ภาคพิเศษสำหรับสาร Echo Development Note
ฉบับที่ 35 เดือนพฤษภาคม 2018

การใช้ถ่านไบโอชาร์ในประเทศกำลังพัฒนา: คุณภาพ ชนิดของดิน และการวัดปริมาณ

โดย ดร.ไมเคิล เชเฟอร์ (Dr. D. Michael Shafer) มูลนิธิอุ่นใจ อ.พร้าว จ.เชียงใหม่

ดร. ไมเคิล เชเฟอร์ เกษียณอายุจากการเป็นอาจารย์สอนวิชารัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยรัทเกอรส์ ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นผู้ก่อตั้งมูลนิธิอุ่นใจเมื่อปี 2008 หลังจากการศึกษาเกี่ยวกับถ่านไบโอชาร์ที่การประชุมเอคโคเมื่อปี 2013 มูลนิธิอุ่นใจได้เริ่มต้นออกแบบและปรับปรุงทดสอบการใช้อุปกรณ์ผลิตถ่านไบโอชาร์ที่ต้นทุนต่ำและใช้เทคโนโลยีแบบง่ายๆเพื่อเกษตรกรที่มีฐานะยากจน ในปี 2017 ทีมไบโอชาร์จากมูลนิธิอุ่นใจได้เป็นผู้ชนะรางวัลพลังงานโลก World Energy Globe Award (ประเทศไทย) ด้านการพัฒนาต้นแบบถ่านไบโอชาร์ในระดับหมู่บ้านที่เป็นกิจการเพื่อสังคม และทีมงานเพิ่งได้เริ่มดำเนินการทำกิจการเพื่อสังคมอีกอย่างหนึ่งคือการขายผลิตภัณฑ์ไบโอชาร์ของเกษตรกรภายใต้ชื่อสินค้า "รักษ์ดิน"

ในบทความนี้ ดร.ไมเคิล เชเฟอร์แบ่งปันประสบการณ์ในการนำถ่านไบโอชาร์ไปใช้จริงในประเทศที่กำลังพัฒนา โดยมีเป้าหมายเพื่อมุ่งเน้นไปยังการศึกษาถ่านไบโอชาร์ที่ไม่ใช่การศึกษาภายในห้องทดลองวิชาการ แต่นำออกมาศึกษาในบริบทพื้นที่การเกษตรของประเทศกำลังพัฒนาที่ไม่ได้เป็นระบบระเบียบเหมือนในห้องทดลอง โดยหวังว่าจะเป็นการตอกย้ำความมั่นใจให้กับนักพัฒนาที่ "ลงมือสัมผัสกับงานจริงๆ" ว่าสามารถผลิตถ่านไบโอชาร นำไปใช้ และแม้แต่ทดสอบถ่านไบโอชาร์ในพื้นที่ได้

คำนำ

มีเอกสารข้อมูลการทดลองจำนวนมากที่มีเนื้อหาอธิบายเกี่ยวกับถ่านไบโอชาร์หรือถ่านชีวภาพและข้อดีของถ่านชนิดนี้ มีรายงานในด้านดีมากมายผลการทดลองได้มาจากการทดสอบภาคสนามในประเทศที่กำลังพัฒนา[1]

อย่างไรก็ตาม หากคุณทำงานกับเกษตรกรรายย่อยที่ยากจน ข้อดีต่างๆที่มีในรายงานเกี่ยวกับถ่านไบโอชาร์เหล่านั้นอย่าเพิ่งเชื่อทั้งหมด ผมไม่ได้หมายความว่าข้อมูลเหล่านั้นไม่มีประโยชน์ แต่เป็นข้อมูลที่ดีมาก (แม้จะมีการเอนเอียงไปบ้าง เหมือนผลการทดลองทางวิทยาศาสตร์ทั่วไปส่วนใหญ่ ที่เป็นข้อมูลที่มักจะไม่ถูกต้อง ไม่มีประโยชน์ และไม่มีการรับรอง) แต่คุณควรเก็บความตื่นเต้นเกี่ยวกับข้อมูลเหล่านั้นไว้ก่อนโดยอย่าลืมคำนึงถึง *พื้นที่ที่คุณทำงานอยู่* และ*ผู้ที่คุณทำงานอยู่ด้วย*

โลกแห่งการทดลองและตัวคุณเอง

คุณสมบัติ 3 ข้อของการทดลองถ่านไบโอชาร์ในห้องทดลองที่ทำให้เกิดผลต่างกันกับการทดลองที่คุณอาจจัดทำขึ้นเองในฐานะนักพัฒนาชุมชน ผู้ที่ทำการทดลองเพื่อจุดประสงค์ในการตีพิมพ์เผยแพร่ในเอกสารทางวิทยาศาสตร์ต้องรู้ได้แก่ (1) คุณสมบัติของถ่านไบโอชาร์ที่ชัดเจน (2) สภาพเคมีของดินที่ชัดเจน และ (3)

---

[1] แหล่งข้อมูลที่ดีที่สุดเกี่ยวกับถ่านไบโอชาร์ อยู่ในบรรณานุกรมอ้างอิงรายงานทางวิทยาศาสตร์ที่เปิดเผยจากบริษัทถ่านไบโอชาร์หรือจากข้อมูลภาคสนาม ที่มีชื่อว่า International Biochar Initiative (IBI), http://www.biochar-international.org/ โดยนอกจากนี้ IBI ยังตีพิมพ์หมวดหมู่ของรายงานสั้นๆที่ดีมากเกี่ยวกับหลักการวิจัย ซึ่งในบทความนี้ ผมจะขอเสนอว่าข้อมูลเหล่านี้อาจมากเกินไปสำหรับผู้ที่ทำงานโดยตรงกับเกษตรกร อย่างไรก็ตาม ใจความสำคัญคือการแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงหลักการสำคัญด้านวิธีการทางวิทศาสตร์ ซึ่งเป็นเหตุผลที่ว่าทำไมต้องมีการทดลองทางวิทยาศาสตร์อย่างที่ต้องทำกัน ผลที่ตามมาคือ ข้อมูลของผมจึงอาจฟังดูไม่เหมือนว่ามาจากนักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานในห้องทดลอง ซึ่งจริงๆผมก็ไม่ได้มาทางแนวนี้ แต่ที่แน่ๆเวลาผมเรียนจบวิทยาศาสตร์มา

ปริมาณส่วนผสมที่ชัดเจนของถ่านไบโอชาร์, ปุ๋ยหมัก, ปุ๋ยคอก และดินเหนียว ในบริบทของพื้นที่การเกษตรในประเทศกำลังพัฒนานั้น ซึ่งคุณและเกษตรกรที่คุณทำงานอยู่ด้วย *ไม่รู้และไม่สามารถเข้าถึง*ข้อมูลเหล่านี้ได้เลย

แล้วจะทำอย่างไร?

อย่าเพิ่งโยนวิทยาศาสตร์ทิ้งไป ถ่านไบโอชาร์มีคุณค่ามากมาย เพราะฉะนั้น อย่ารู้สึกว่าต้องเชื่อเมื่อผู้เชี่ยวชาญบอกคุณว่าอย่าใช้ถ่านไบโอชาร์ "จนกว่าคุณจะใช้วัตถุเชื้อเพลิงชนิด*นี้* ผ่านขบวนการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ*นี้* และใส่วัสดุ*นี้*ลงในดิน, ฯลฯ..."

ถ่านไบโอชาร์ถือว่ามีประโยชน์อย่างมากสำหรับเกษตรกร อย่างไรก็ตาม การเรียนรู้และการแนะนำการใช้ถ่านไบโอชาร์จะได้ผลและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นหากคุณเรียนรู้ที่จะคิดถึงความชัดเจนว่าคุณ*กำลังจะใช้ถ่านไบโอชาร์เพื่ออะไร* โดย*เข้าใจปัจจัยที่จำเป็นต่างๆในการทดสอบที่ดี* และ*อย่าลืมข้อจำกัดที่แท้จริงภายใต้สถานที่ที่คุณทำงานอยู่* ในบทความนี้ ผมได้นำเสนอข้อแนะนำสำหรับวิธีการจัดการการทำงานกับถ่านไบโอชาร์ ตามประสบการณ์ของเราในพื้นที่อำเภอพร้าว ซึ่งเป็นเขตพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ ข้อเสนอแนะของผมมาจากประสบการณ์ 4 ปีที่ฟาร์มทดลองอุ่นใจ ที่มีพื้นที่การทดสอบ 35 แปลง เมื่อปี 2015 เราได้เริ่มทำการทดสอบปุ๋ยหลายชนิดที่มีส่วนผสมของถ่านไบโอชาร์โดยเปรียบเทียบกับปุ๋ยสังเคราะห์ โดยทำการทดสอบในฟาร์มของเราและในการทดลองภาคสนามที่จัดทำขึ้นกับเกษตรกร การทดสอบทั้งสองได้แสดงให้เห็นว่าในดินในพื้นที่ เมื่อเกษตรกรผลิตปุ๋ยที่มีถ่านไบโอชาร์เป็นส่วนผสมและนำไปใช้ ปรากฏว่าให้ผลที่ดีกว่าปุ๋ยสังเคราะห์ที่ใช้กันโดยทั่วไปในพื้นที่นั้น

คุณภาพถ่านไบโอชาร์, ชนิดของดิน, การใช้ถ่านไบโอชาร์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด, และการวัดถ่านไบโอชาร์ในพื้นที่

ในการทำงานกับเกษตรกรรายย่อยเพื่อผลิตถ่านไบโอชาร์ คุณจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัย 3 ประการต่อไปนี้คือ (1) คุณภาพของถ่านไบโอชาร์ที่สามารถสอนเกษตรกรในการผลิตได้; (2) คุณสมบัติของดินในพื้นที่ที่ทำการเกษตรอยู่; และ (3) วิธีการวัดปริมาณถ่านไบโอชาร์ที่จะเตรียมนำไปใช้ (เป็นปัจจัยที่การทดลองวิทยาศาสตร์ในห้องทดลองต้องมีเช่นกัน!) คุณอาจได้ยินคำอธิบายเยอะแยะมากมายว่าเพราะอะไรปัจจัยแต่ละอย่างจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง และเพราะอะไรทั้งคุณและเกษตรกรจึงไม่ได้รับการไว้วางใจให้จัดการกับปัจจัยต่างๆเหล่านี้ ผมขอแนะนำว่าอย่าไปสนใจในจุดนี้เลย

ที่มูลนิธิอุ่นใจ เราได้ออกแบบและทดสอบอุปกรณ์ที่ใช้ง่ายและไม่ซับซ้อนเพื่อผลิตถ่านไบโอชาร์ (ตอนนี้เราเรียกว่าเตา "flame cap ovens" และ เตาถังปรับปรุง "modified JRo's"); เรามีอุปกรณ์ศึกษาวิเคราะห์ดินในบริเวณกว้าง ที่มีการนำมาใช้งานแล้ว และได้ทำการทดสอบแล้วกับระบบการวัดค่าในพื้นที่ เรามั่นใจว่าคุณจะสามารถสอนเกษตรกรเกี่ยวกับวิธีการทำถ่านไบโอชาร์ที่มีคุณภาพและสามารถนำไปใช้ได้อย่างประสบความสำเร็จ โดยให้ความสำคัญว่าคุณกำลังทำอะไร อยู่ที่ไหน ทำเพื่อใคร และทำเพราะอะไร

ปัญหา "คุณภาพของถ่านไบโอชาร์" ที่มักมีข้อสงสัย

ถ่านไบโอชาร์ที่ดีพอใช้หรือดียอดเยี่ยมคือะไร? ถ้าคุณไม่รู้ ก็ไม่ต้องแปลกใจเพราะมีหลายคนที่ไม่รู้เหมือนกัน ไม่มีใครในแวดวงของถ่านไบโอชาร์ที่สามารถให้คำตอบนี้ได้ คำตอบจะขึ้นอยู่กับว่าคุณตั้งใจจะนำถ่านไบโอชาร์ไป "ใช้ทำอะไร" และคุณตั้งใจจะทำถ่านไบโอชาร์ "เพื่อใคร" คุณสมบัติที่ "ดี" เมื่อใช้กับสิ่งหนึ่งอาจไม่ดีนักเมื่อนำไปใช้กับอีกสิ่งหนึ่ง[2] ในบทความนี้ ผมจะพิจารณาว่า "ถ่านไบโอชาร์คุณภาพ" คือ "ถ่านไบโอชาร์ที่ช่วยทำให้

[2] คุณอาจลองใช้เวลาหาข้อมูลในอินเตอร์เน็ตเกี่ยวกับบริษัทต่างๆที่ขายถ่านไบโอชาร์ ลองดูว่าสินค้ามีความแตกต่างกันเพียงใด ถ้าคุณคิดเหมือนผม คุณจะเห็นว่าสินค้าเหล่านั้นไม่แตกต่างกันเลย

ผลผลิตเพิ่มขึ้น และช่วยปรับปรุงดินให้เกษตรกร[3] นอกจากนี้ผมจะกล่าวถึงเพียงวิธีการทำถ่านไบโอชาร์โดยเกษตรกรรายย่อยที่บางรายถือว่ากลุ่มคนที่ยากจนที่สุดในโลก

คุณสมบัติและคุณภาพที่เชื่อกันเกี่ยวกับถ่านไบโอชาร์ที่พบในห้องทดลองและในพื้นที่จริงจะได้รับการพิจารณาต่างกัน ในขบวนการของห้องทดลอง นักวิจัยจะระบุคุณสมบัติหนึ่งหรือสองอย่างของถ่านไบโอชาร์ที่มีความเชื่อกันหรือเป็นที่รู้จักกันแล้ว เช่น คุณสมบัติในการเพิ่มผลผลิต แล้วนักทดลองจะสร้างวิธีที่จะทดสอบตัวอย่างของถ่านไบโอชาร์ชนิดต่างๆ เพื่อระบุว่าชนิดใดมีคุณสมบัติที่ต้องการมากกว่าและสรุปว่าถ่านไบโอชาร์ชนิดนั้น "ดีกว่า" ในทางตรงกันข้าม วิธีการทดลองในพื้นที่จะเกี่ยวข้องกับการนำถ่านไบโอชาร์ชนิดต่างๆไปใส่ในแปลงทดลองในพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกร แล้วทำการวัดปริมาณผลผลิต/คุณภาพของดินที่ดีขึ้น เพื่อดูว่าถ่านไบโอชาร์ชนิดไหนให้ผลเชิงบวกมากกว่า วิธีการในห้องทดลองจะได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างมหาศาล และช่วยสร้างความเป็นไปได้ในการเข้าใจเกี่ยวกับกลไกที่มาที่ไปในการทำงานที่วิเศษของถ่านไบโอชาร์ แต่การทดลองในพื้นทีจริงจะบอกเราทุกสิ่งที่เราจำเป็นต้องรู้ว่าถ่านไบโอชาร์ที่เราผลิตอยู่มีคุณสมบัติตรงตามที่เราต้องการให้เป็นหรือไม่ (แต่ "คุณสมบัติตรงตามที่เราต้องการ" อาจเป็นเป้าหมายที่ไม่ชัดเจนนัก เช่น ถ้าเราได้รับผลผลิตเพิ่มขึ้น 10% *เราจะถือว่าประสบความสำเร็จหรือไม่?* ถ้าเราทำให้ถ่านไบโอชาร์มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น เราจะได้ผลผลิตเพิ่มถึง 20% หรือไม่? คำถามจากข้อสังเกตและประสบการณ์นี้อาจทำให้เราบางคนนอนไม่หลับมาแล้ว)

ที่มูลนิธิอุ่นใจ เราไม่มีนักวิทยาศาสตร์และไม่มีห้องทดลอง เราจึงได้ทำการทดสอบที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนอะไร ซึ่งเป็นวิธีของ Hugh McLaughlin ที่ทำเพื่อทดสอบคุณภาพของถ่านไบโอชาร์ (McLaughlin 2010) การทดลองอย่างเดียวที่สำคัญที่สุดที่เราทำคือการทดสอบแบบ "แม่ครับ... มือผมสะอาดแล้ว" นั่นคือ การจับถ่านไบโอชาร์แล้วไปล้างมือด้วยน้ำ ถ้าถ่านถูกล้างออกด้วยน้ำหมด แสดงว่าอุณหภูมิการผลิตถ่านสูงพอที่ทำให้เกิดชั้นต่างๆที่สำคัญของวงแหวนคาร์บอนที่เป็นลักษณะของถ่านไบโอชาร์ที่ดี ถ้ามือเรายังมีสีดำเหนียวๆติดอยู่ แสดงว่าอุณหภูมิที่ใช้ต่ำเกินไปและถ่านยังมีส่วนประกอบของน้ำมัน ทาร์ และกลิ่นอื่นๆเหลืออยู่ แสดงให้เห็นว่าขบวนการกลายเป็นถ่านไม่สมบูรณ์พอ กลุ่มเป้าหมายของเราผู้เป็นเกษตรกรในพื้นที่ ไม่ได้สนใจเกี่ยวกับผล "ที่แท้จริง" ที่ออกมาจากห้องทดลอง แต่พวกเขาสนใจผลที่เห็นและจับต้องได้ เกษตรกรเหล่านี้ต้องการรู้ข้อมูลเป็นพิเศษเกี่ยวกับ 3 สิ่งคือ ถ่านไบโอชาร์ของเราช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรหรือไม่? พืชผลของเราเติบโตแข็งแรงจากการสังเกตเห็นได้ด้วยตาหรือไม่? ดินของเรามีคุณภาพดีขึ้นหรือไม่เมื่อวัดด้วยการมองดู ความรู้สึกและปริมาณของไส้เดือน? การรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปสู่ผลสรุปใดๆก็ตามจากการทดสอบถ่านไบโอชาร์ ไม่ว่าจะในห้องทดลองหรือในแปลงเกษตร จะต้องมีการระบุอย่างชัดเจนถึงวัสดุตั้งต้นในขบวนการ หากไม่มีบรรทัดฐาน ผลของการทดลองงที่ได้ก็ไม่มีประโยชน์อะไร ในการทดลองภาคสนาม มีคำถามที่สำคัญข้อหนึ่งคือ "เมื่อเกษตรกรมีโอกาสได้ทำถ่านไบโอชาร์เอง เกษตรกรจะใช้อะไรเป็นวัตถุดิบเพื่อได้ถ่านไบโอชาร์ที่จะนำไปใส่ในดิน?" เกษตรกรจะใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรหลายชนิดที่มีอยู่ในการทำถ่านไบโอชาร์ ตัวอย่างเช่น คุณสามารถจัดการอบรมในสถานที่ที่มีการปลูกข้าวโพดอยู่ แต่ถ้าคุณโชคดี เกษตรกรอาจนำเพื่อนๆหรือญาติที่ปลูกข้าวที่บ้านและจะทำถ่านจากฟางข้าว นอกจากนี้เกษตรกรจะใช้วิธีที่หลากหลายในการทำถ่านไบโอชาร์ คุณสามารถสอนวิธีใดวิธีหนึ่งในการทำถ่านไบโอชาร์ แต่แน่ใจได้เลยว่าไม่ว่าจะสอนวนไปมา 25 รอบ สุดท้ายแล้ว สิ่งที่สอนไปจะเหลืออยู่เพียงนิดเดียวเมื่อมีการนำไปแบ่งปันและปรับเปลี่ยน คำถามสำคัญถัดมาอีกคำถามหนึ่งคือ "การใช้ถ่านไบโอชาร์ที่ทำเองให้ผลคุ้มค่าต่อเกษตรกรหรือไม่?"

คำถามสำคัญที่สุด ในความคิดของผมคือ "ถ้าคุณยังมีสติดีอยู่ คุณจะบอกเกษตรกรหรือไม่ว่า พวกเขาจะได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นหากพวกเขาใช้เวลาและความพยายามในการทำถ่านไบโอชาร์เพื่อเอาไปใส่ในพื้นที่เพาะปลูก?[4]

---

[3] ที่มูลนิธิอุ่นใจ เรากำลังทดสอบความสามารถของถ่านไบโอชาร์ที่ผลิตจากเตา TLUDs และเตาเผาแบบราง เพื่อกำจัดโลหะหนัก, ยาฆ่าแมลง และสารปนเปื้อนอื่นๆออกจากดินและน้ำที่สะสมในพื้นที่การเกษตร การวิจัยนี้กำลังดำเนินอยู่และผลที่ออกมาจะนำเสนอในรายงานต่อไป มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มากพอที่จะบอกว่าถ่านไบโอชาร์มีคุณสมบัติด้านนี้ ดังตัวอย่างที่พบได้จากอ้างอิง Hilber and Bucheli (2010) and Rongjun et al. (2014)

[4] ผมอยากจะเน้นตรงจุดนี้เพราะเป็นสิ่งสำคัญ งานวิจัยมีอยู่สองแบบที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ได้แก่งานวิจัยที่จัดทำขึ้นสำหรับผู้ที่คิดว่างานวิจัยโดยตัวของมันเองคือเป้าหมาย และงานวิจัยสำหรับผู้ที่มีแนวโน้มว่าการที่ถ่านไบโอชาร์จะช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตคือเป้าหมาย สำหรับบทความนี้ เป็นบทความในแบบที่สอง แม้จะเป็นการ

คำตอบสั้นๆ: แน่นอน
ผมรู้ได้อย่างไร?

ผมรู้เพราะมูลนิธิอุ่นใจที่ผมอยู่ได้สอนเกษตรกรถึงวิธีการใช้เตาเผาถ่านแบบ TLUD (ย่อมาจากTop Lit Up Draft) จากถังแกลลอน และเตาเผาแบบราง "flame cap" ที่ใช้ทำถ่านไบโอชาร์ จากนั้นเราได้ส่งพวกเขากลับไปที่บ้านและทำถ่านเอง จากนั้นเราได้กำหนดแปลงทดลองแบบคู่ โดยเป็นแปลงทดลองที่อยู่ติดกันที่มีบันทึกผลผลิตปริมาณใกล้เคียงกัน แล้วให้เกษตรกรใส่ปุ๋ยสังเคราะห์ในอัตราส่วนที่ใช้ตามปกติในแปลงหนึ่ง ส่วนอีกแปลงหนึ่งให้ใส่ถ่านไบโอชาร์ที่ทำเอง โดยจะใส่เฉพาะถ่านไบโอชาร์อย่างเดียวหรือจะเพิ่มปุ๋ยคอก, ปัสสาวะสุกร, EM และหรือดินเหนียวตามที่กำหนดไว้ให้ สิ่งที่เราเน้นคือเราขอให้แปลงทดสอบทุกแปลงอยู่ติดถนนที่มีคนผ่านไปมา เพื่อสมาชิกในชุมชนจะมองเห็นได้ เราแขวนป้ายขนาดใหญ่ไว้เหนือแปลงทดสอบแต่ละแปลงเพื่อบอกว่าแปลงนั้นใส่อะไรบ้าง เราทำการทดสอบซ้ำแบบนี้กับถ่านไบโอชาร์ที่ทำจากวัตถุดิบที่หลากหลาย เพราะเกษตรกรจะได้ใช้อะไรก็ได้ที่มีอยู่เป็นวัตถุดิบเชื้อเพลิง และที่สำคัญคือเพื่อจะได้รู้ว่าผลผลิตถ่านที่ได้จะมีคุณสมบัติแตกต่างกันไปตามวัตถุดิบเชื้อเพลิงในแต่ละท้องที่หรือไม่

ผลผลิตที่ได้สอดคล้องกัน และออกมาในเชิงบวก ตารางด้านล่างนี้คือผลที่ได้จากการทดสอบเมื่อปี 2016 : เกษตรกร 10 คนปลูกข้าวมะลิ 105 และข้าวเหนียวสันป่าตอง[5] หมายเหตุ: พันธุ์ข้าวมะลิ 105 และข้าวเหนียวสันป่าตองให้ผลผลิตแตกต่างกัน จากข้อมูลแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างพันธุ์และความแตกต่างระหว่างสูตรการบำรุง มาตราวัดคือกิโลกรัมของผลผลิตต่อตารางเมตร ส่วนสูตรการบำรุงเป็นดังนี้: สูตร 1: ถ่านไบโอชาร์แช่ให้อิ่มตัวในปัสสาวะสุกร 400 กก. สูตร 2: ปุ๋ยสังเคราะห์ 16:20:0 และ 46:0:0 ผสมกันในอัตรา 50:50 ปริมาณ 15 กก. กับถ่านไบโอชาร์ 6 กิโลกรัม สูตร 3: ปุ๋ยหมัก 400 กก และถ่านไบโอชาร์แช่ให้อิ่มตัวในปัสสาวะสุกร 400 กก. ทุกแปลงมีการใส่ถ่านไบโอชาร์ที่อัตรา ถ่านไบโอชาร์ 250 กรัม/ตรม.

ตารางที่ 1: *การทดลองที่จัดทำขึ้นในปี 2016 โดยมูลนิธิอุ่นใจ กับเกษตรกรรายย่อย 10 ราย เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตจากแปลงที่ใช้ถ่านไบโอชาร์ และแปลงที่ใช้ปุ๋ยสังเคราะห์และส่วนผสมอื่นๆ*

ค่าเฉลี่ย	ผลผลิตจากแปลงถ่านไบโอชาร์ (กก./ตรม.)	ผลผลิตจากแปลงปุ๋ย NPK (กก./ตรม.)	+/- ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นจากแปลงถ่านไบโอชาร์ (กก./ตรม.)	% +/- ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นจากแปลงถ่านไบโอชาร์
สูตร 1	.2125	.1956	.0169	8.8%
สูตร 2	.3638	.3338	.03	9.1%
สูตร 3	.4238	.395	.0288	7.3%
สันป่าตอง สูตร 1	N/A	N/A	N/A	N/A
สันป่าตอง สูตร 2	.5625	.4688	.0937	20.0%
สันป่าตอง สูตร 3	.5738	.525	.0488	11.6%
มะลิ 105 สูตร 1	.225	.2031	.0219	10.8%
มะลิ 105 สูตร 2	.1419	.1419	0	0.0%
มะลิ 105 สูตร 3	.2813	.2581	.0232	9.1%

พยายามทำให้วิธีการของงานวิจัยแบบที่หนึ่งนำมาใช้ได้ในโลก "แห่งความเป็นจริง" เพื่อจะมั่นใจได้ว่า "ข้อแรก เราไม่ได้ทำอะไรที่ไม่ดี" และ "ข้อสอง เราพยายามทำสิ่งดีๆทั้งหมดที่เราสามารถทำได้" เราต้องการให้ความพยายามนี้ออกห่างจากสิ่งที่กำลังเกิดขึ้นปัจจุบันอย่างที่คุณ Hugh McLaughlin อธิบายไว้อย่างเหมาะสมให้กับผมเป็นการส่วนตัวว่า "นักวิจัยในโลกของถ่านไบโอชาร์กำลังทำตัวอยู่ฝ่ายตรงข้ามกับสิ่งดีที่ควรจะทำ คือสนับสนุนให้ "ต้องมีงานวิจัยเพิ่มขึ้นอีกก่อนที่จะนำความรู้ที่ได้ออกไปเผยแพร่ มนุษย์ที่กำลังรอคอยและทุกข์ทรมานจะต้องรอความช่วยเหลือไปก่อนจนกว่าฉันจะได้เลื่อนตำแหน่งขึ้นเป็นอาจารย์เต็มขั้น หรืออาจถึงต้องปลดเกษียณก่อน ..."

[5] จากข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลที่มีในรายงานของ Jeffrey, et al. (2015) ข้าวตอบสนองไม่มากนักต่อถ่านไบโอชาร์ การตอบสนองเฉลี่ยทั่วโลกอยู่ที่ประมาณ 15% การตอบสนองปีแรกในพื้นที่ปลูกนี้อยู่ที่ประมาณ 11% ข้อมูลที่ขาดหายไปในตารางและข้อมูลที่มีจำนวนมากเกินไปของข้าวสันป่าตองที่มีต่อสูตร 2 ทำให้เห็นว่าเกษตรกรที่ใช้สูตร 2 หลายคนถอนตัวออกช้าไปเราจึงจัดเตรียมการแจกสูตรใหม่ให้คนอื่นไม่ทัน และเกษตรกรที่ปลูกข้าวมะลิ 105 ด้วยสูตร 2 ต้องพบกับปัญหาระบาดของเพลี้ยที่มาเร็วและทำลายข้าวในแปลงที่ใส่ไบโอชาร์ไว้ไปเป็นจำนวนมาก

ในวิดีโอ videotaped interviews ที่มีเกษตรกรเข้าร่วมด้วยระหว่างโครงการทดสอบนี้ (Warm Heart 2017) เกษตรกรมักบอกเสมอว่าพืชในแปลงที่มีถ่านไบโอชาร์ดูแข็งแรงกว่าและดินในแปลงที่มีถ่านไบโอชาร์ดีขึ้นจนสังเกตุได้เพียงในระยะฤดูปลูกเดียว (เกษตรกรดีใจมากกับผลของไบโอชาร์ที่มีต่อพืชและคุณภาพของดิน และบอกเราหลายครั้งว่าสิ่งนี้สำคัญกว่าการได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เพราะถ่านไบโอชาร์สามารถทำสิ่งเหล่านี้ได้โดยเท่าที่เห็นปุ๋ย NPK ไม่สามารถทำได้ เกษตรกรชอบถ่านไบโอชาร์มากกว่า) ส่วนการทดสอบดินนั้นเราทำทันทีหลังจากเก็บเกี่ยวจากแปลงคู่ที่ใช้ถ่านไบโอชาร์/ปุ๋ย NPK ที่ปลูกข้าวมะลิ 105 (สูตร 1) และได้ผลเป็นที่มั่นใจว่าถ่านไบโอชาร์มีผลปรับปรุงคุณภาพของดิน[6]

ตารางที่ 2: *การทดสอบดินที่นำมาหลังการเก็บเกี่ยวทันทีจากแปลงทดลองคู่หนึ่งของข้าวมะลิ 105*[7]

แปลง	ค่าpH	อินทรีย์วัตถุ%	ไนโตรเจน%	ฟอสฟอรัส mg/kg	โปตัสเซียม mg/kg	เหล็ก Cmol(+)/kg
ถ่านไบโอชาร์ (ถ่านไบโอชาร์ 400 กก.กับ ปัสสาวะสุกร)	5.00	8.62	0.18	4.25	96.30	14.54
NPK	4.89	8.43	0.18	4.20	88.30	13.41[7]

ประเภทของดิน และถ่านไบโอชาร์

มีวิธีคิดอยู่ 2 แบบเกี่ยวกับดิน ในประเทศที่พัฒนาแล้วที่ทำการเกษตรส่วนใหญ่ การพูดถึงดินจะเน้นที่คุณสมบัติเฉพาะของดินในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง หรือบางครั้งอาจเป็นเพียงส่วนใดส่วนหนึ่งของพื้นที่[8] ส่วนในประเทศที่กำลังพัฒนาข้อมูลเหล่านี้ไม่สามารถหามาได้ แต่ถ่านไบโอชาร์เป็นทางหนึ่งที่จะให้ประโยชน์อย่างมากมาย (โดยเฉพาะด้านการปรับปรุงคุณภาพดิน) แม้จะไม่รู้ถึงคุณสมบัติเกี่ยวกับดินที่เกษตรกรกำลังใช้งานอยู่

อีกวิธีคิดหนึ่งคือ ในมุมที่กว้างกว่านั้น นักวิทยาศาสตร์แยกดินออกเป็นหมวดหมู่ แต่ละหมวดหมู่มีคุณสมบัติที่คล้ายกันที่กำหนดศักยภาพด้านการเกษตรของดินโดยรวม แผนที่ประเภทของดินในประเทศกำลังพัฒนาส่วนใหญ่มีการจัดทำไว้แล้ว และคุณสามารถช่วยเกษตรกรที่คุณทำงานอยู่ด้วยในการระบุหมวดหมู่พื้นฐานของดินในพื้นที่ที่คุณอยู่ และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ได้ ถ้าคุณทำงานกับเกษตรกรในประเทศกำลังพัฒนา หมวดหมู่พื้นฐานของดินที่เกษตรกรทำการเพาะปลูกอยู่มักจะมีแนวโน้มไปในทางที่ไม่มีคุณภาพที่ถ่านไบโอชาร์สามารถแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้นได้

เรารู้ได้อย่างไร?

ก่อนที่จะตัดสินใจทำการส่งเสริมถ่านไบโอชาร์ มูลนิธิอุ่นใจได้มอบหมายให้นักวิทยาศาสตร์ที่เชี่ยวชาญด้านดินคือ คุณปีเตอร์ เอลส์เนอร์ เป็นผู้จัดทำภาพรวมประเภทของดินในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เมื่อได้คุณสมบัติเด่นของดินแต่ละประเภทแล้วเราขอให้เอาข้อดีของถ่านไบโอชาร์ระบุเอาไว้ จากการทำเช่นนี้เราจึงสรุปได้ถึงประสิทธิภาพที่สูงที่คาดหวังไว้ของถ่านไบโอชาร์ในการปรับปรุงดินโดยมีพื้นฐานตามการแบ่งหมวดหมู่ประเภทของดินในโลก (ส่วนใหญ่เป็นเขตร้อน)

ประเภทของดิน

ถ้าคุณทำงานกับเกษตรกรรายย่อยในประเทศกำลังพัฒนา แสดงว่าส่วนใหญ่คุณอยู่ในพื้นที่เขตร้อนซึ่งมีประเภทดินพื้นฐานที่พบได้มากที่สุดได้แก่ อคริซอล (Acrisols), ลิโทซอล (Lithosols) หรือ ไนโตซอล (Nitosols) (ใน

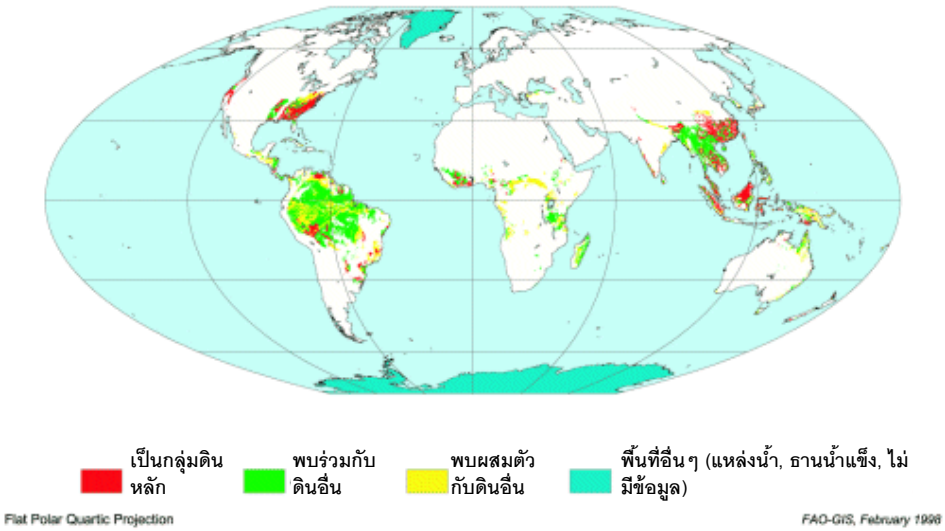
---

[6] ผลที่ได้นี้ไม่มีแม้แต่ข้ออ้างอิงสถิติพื้นฐานที่สำคัญ (เช่นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เพราะไม่ได้มาจากห้องทดลองที่เป็นทางการ ตัวเลขอินทรีย์วัตถุจะดูสูงกว่าหากคุณคุ้นเคยกับดินในภาคเหนือของไทย นี่คือทุ่งนาที่ชาวนาไถกลบตอซังข้าวและให้ผลผลิตปีละ 2-3 ครั้ง

[7] สำเนารายงานจากห้องทดลองมีที่มูลนิธิอุ่นใจหากต้องการติดต่อได้ที่ info@warmheartonline.org

[8] มีการใช้เครื่องจักรที่นำโดย GPS เพิ่มมากขึ้นเพื่อเปลี่ยนปริมาณการใส่ปุ๋ยขณะทำงานในพื้นที่เพาะปลูกเพื่อปรับไปตามชนิดของดิน

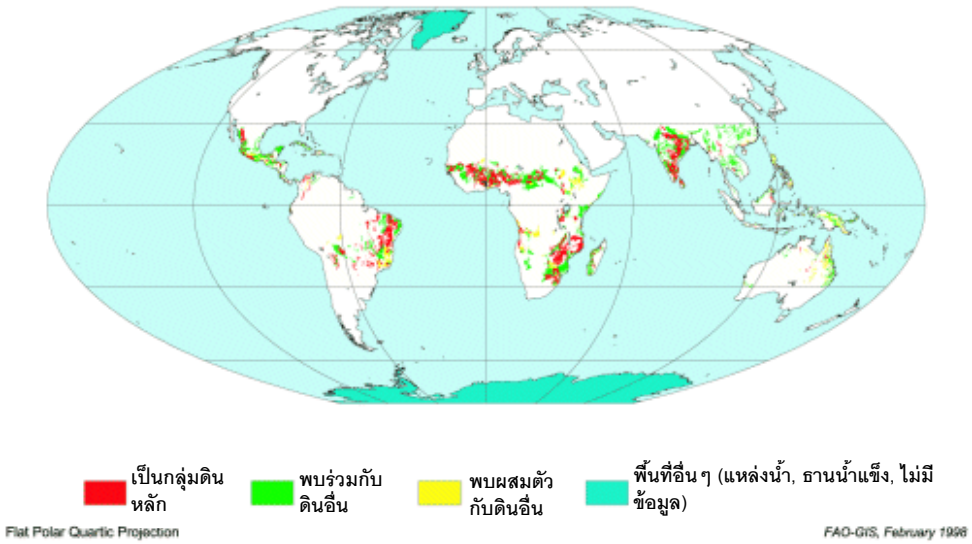
เขตพื้นที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้แผ่นดินใหญ่ ดินสามประเภทนี้เป็นส่วนประกอบมากกว่า 60% ของดินระดับผิวหน้า หากคุณดูแผนที่โลกทั้งสามภาพต่อไปนี้ คุณจะเห็นว่าดินในประเทศกำลังพัฒนามีดินประเภทอคริซอล, ลิโทซอล และไนโตซอลอยู่มาก)[9] ดินกลุ่มอคริซอลถือว่าเป็นดินที่คุณภาพไม่ดี และพบอยู่เยอะมาก ส่วนลิโทซอล และไนโตซอล มีคุณภาพดีกว่าอคริซอล แต่ทั้งหมดถือว่าเป็นดินที่ไม่ดีพอสำหรับการเกษตรแบบยั่งยืน อย่างไรก็ตาม คุณสมบัติที่ทำให้อคริซอลเป็นดินไม่ดีกลับทำให้อคริซอลจับคู่ได้เป็นอย่างดีกับถ่านไบโอชาร์ นอกจากนี้ถ่านไบโอชาร์ยังเป็นตัวชดเชยอย่างดีสำหรับข้อด้อยที่สำคัญที่สุดของลิโทซอลและไนโตซอล



ภาพที่ 1: *แผนที่ดินอคริซอลที่พบในโลก*

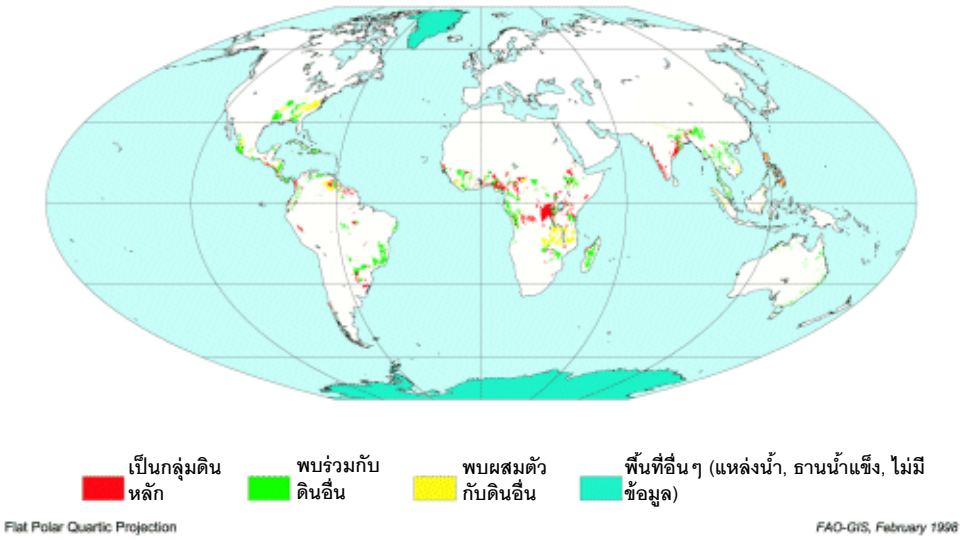
ดินอคริซอลมีลักษณะคือ "ไม่มีธาตุอาหารที่พืชต้องการ, มีภาวะเป็นพิษจากแร่ธาตุอลูมิเนียม, มีการดูดซับฟอสฟอรัสสูง, คลายตัวหรือกระเทาะตัวและง่ายต่อการถูกกัดเซาะที่เกิดขึ้นในพื้นที่ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูกที่มีอยู่อย่างจำกัด... เนื่องจากดินอคริซอลไม่ค่อยมีปฏิกิริยาทางชีวภาพ ดังนั้นขบวนการเติบโตทดแทนทางธรรมชาติ, ฯลฯ ในบริเวณผิวหน้าที่ถูกทำลายไปด้วยการใช้เครื่องจักรจึงเป็นไปอย่างช้าๆ" (FAO 2001)

[9] ข้อมูลอ้างอิงในรายละเอียดทั้งหมดเกี่ยวกับดินในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และการเปรียบเทียบดิน/ถ่านไบโอชาร์จากตารางนี้มาจาก Elstner 2017



ภาพที่ 2: *แผนที่ดินลิโทซอลที่พบในโลก*

การเพาะปลูกในพื้นที่ดินลิโทซอล "ต้องมีการคอยใส่ปุ๋ยและ(หรือ)ปูนขาวอยู่เสมอ" และ "ลักษณะโครงสร้างผิวหน้าดินที่ไม่แข็งแรงทำให้ดินลิโทซอลง่ายต่อการกระเทาะตัวและถูกกัดกร่อนในพื้นที่ลาดชัน" ดินลิโทซอล "มีความอิ่มตัวด้วยด่างสูงกว่า ดังนั้นจึงมีโครงสร้างที่ค่อนข้างจะแข็งแรงกว่าโครงสร้างที่พบในดินอคริซอล... คุณสมบัติในการอุ้มน้ำดีกว่าดินอคริซอลเล็กน้อย...โดยมีเนื้อดินเหนียวและสารอินทรีย์วัตถุที่เหมือนกัน... ลิโทซอลยังเป็นดินที่ถูกกัดกร่อนไปตามฤดูกาล และมีระดับสารอาหารและการสะสมสารอาหารที่ต่ำ แต่คุณสมบัติด้านเคมีของลิโทซอลโดยทั่วไปแล้วดีกว่าอคริซอลเพราะมีค่า pH ของดินสูงกว่าและไม่มีภาวะความเป็นพิษจากธาตุอลูมิเนียมที่เป็นอันตรายร้ายแรง ปริมาณสัมบูรณ์ของการแลกเปลี่ยนด่างมักจะไม่เกิน 2 cmol(+) kg^{-1} อนุภาคละเอียดเนื่องจากลิโทซอลมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำ... ระดับสารอาหารสัมบูรณ์ของดินต่ำและความสามารถในการเก็บกักประจุบวกในลิโทซอลมีน้อยจึงทำให้ต้องมีการเติมปุ๋ยและ (หรือ)ปูนขาวก่อนในพื้นที่ที่ทำการเพาะปลูกอย่างต่อเนื่อง ดินลิโทซอลที่เสื่อมโทรมไปในด้านเคมี และ(หรือ)ด้านกายภาพจะเกิดการฟื้นฟูเองใหม่ได้ช้ามาก" (FAO 2001)



ภาพที่ 3: *แผนที่ดินไนโตซอลที่พบในโลก*

ไนโตซอลจัดกว่าเป็นดินดีที่อยู่ในเขตร้อนชื้น เพราะเป็นดินที่มีความเสถียรและทนต่อการถูกกัดกร่อน อีกทั้งยังเป็นดินที่รากพืชสามารถหยั่งได้ลึก ระบายน้ำและเก็บกักน้ำได้ดี ดินชนิดนี้ประกอบไปด้วยอินทรีย์วัตถุและสารอาหารมากกว่าดินอคริซอลและลิโทซอล แต่ยังไม่ใช่ดินที่อุดมสมบูรณ์นัก ดังนั้นจึงเหมาะที่สุดกับการใช้ปลูกพืชผลที่ไม่ต้องการการบำรุงมากนักเช่น กาแฟ, โกโก้ และยาง (FAO 2001)

ถ่านไบโอชาร์และประเภทของดิน

จากข้อมูลฉบับแรกของเอกสารเรื่องดินในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้แผ่นดินใหญ่ "Soils of Mainland Southeast Asia," Elstner (2017- สามารถแสดงความจำนงได้) ได้สรุปประโยชน์ที่สำคัญของถ่านไบโอชาร์ไว้และทำการเปรียบเทียบรูปแบบของประโยชน์กับคุณสมบัติที่เชื่อมโยงกับดินหลักแต่ละประเภท ประโยชน์ของถ่านไบโอชาร์ที่ผู้เขียนสรุปไว้มีดังนี้:

- ลดความเป็นกรดของดินโดยเพิ่มค่า pH ของดิน
- เพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC)
- ลดการรั่วซึมของสารอาหาร
- ปรับปรุงให้ดินร่วนซุยขึ้นและลดความหนาแน่นรวมของดิน
- เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน
- ลดภาวะเป็นพิษจากธาตุอลูมิเนียม
- ส่งเสริมการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ในดิน

จากนั้นเมื่อผู้เขียนสรุปคุณสมบัติของดินแต่ละประเภทที่ได้ทดสอบจริงในพื้นที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เราเห็นได้ชัดเจนว่าถ่านไบโอชาร์ไม่ใช่ยาครอบจักรวาลสำหรับดินทุกประเภทในทุกๆที่ แต่เมื่อพิจารณาคุณสมบัติทางเคมีและประโยชน์ในการเพาะปลูกของดินประเภทต่างๆ (ตารางที่ 1) เราจะเห็นว่า ดินอคริซอล, ไนโตซอล และลิโทซอล (ลิซิซอล) สามารถรับประโยชน์จากการใช้ถ่านไบโอชาร์ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 3: *คุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับดิน 7 ประเภทในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (จาก Elstner 2017)*

กลุ่มดินหลัก	ความอุดมสมบูรณ์	ค่า pH	CEC	โครงสร้างดิน	การอุ้มน้ำ	การระบายน้ำ	กิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในดิน
อคริซอล	**น้อย**	**กรด**	**ต่ำ**	**ไม่เสถียร**	**ไม่ดี**	**ช้า**	**ต่ำ**
เกรย์ซอล	ดี	กรดอ่อนถึงเป็นกลาง	สูง	N/A	N/A	อิ่มตัวด้วยน้ำ	ต่ำ
แคมบิซอล	ดี	กรอด่อนถึงปานกลาง	ปานกลาง	เสถียร	ดี	ดี	สูง
ลิโทซอล	**น้อย**	**กรดอ่อนถึงเป็นกลาง**	**ปานกลาง**	**เสถียร**	**ไม่ดี**	**ดี**	**ต่ำ**
ลูวิซอล	ดี	กรอด่อนถึงปานกลาง	ปานกลาง	เสถียร	N/A	ดี	N/A
ฟลูวิซอล	ดี	กลาง	ปานกลาง	เสถียร	ดี	มีน้ำใต้ดินขังอยู่	N/A
ไนโตซอล	**น้อย**	**กรด**	**ต่ำ**	**เสถียร**	**ไม่ดี**	**ดี**	High

ตารางที่ 4: *ผลของไบโอชาร์ที่มีต่อดินที่พบมากที่สุดและมีปัญหามากที่สุด ได้แก่ อคริซอล, ลิโทซอล (ลิซิซอล) และไนโตซอล ในประเทศกำลังพัฒนา ดินเหล่านี้พบได้เกือบ 2ใน 3 ของผิวหน้าดินทั้งหมด*

ประเภทของดิน	ความอุดมสมบูรณ์	ค่า pH	CEC	โครงสร้างดิน	การอุ้มน้ำ	การระบายน้ำ	กิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในดิน
อคริซอล	ดีขึ้น	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	ดีขึ้น	ดีขึ้น	ดีขึ้น	ดีขึ้น
ลิโทซอล	ดีขึ้น	ดีขึ้นจนเป็นกลาง	เป็นกลาง	เป็นกลาง	ดีขึ้น	เป็นกลาง	ดีขึ้น
ไนโตซอล	ดีขึ้น	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	เป็นกลาง	ดีขึ้น	เป็นกลาง	เป็นกลาง

สรุปได้ว่า ถ้าคุณทำงานกับเกษตรกรในพื้นที่เขตร้อนหรือกึ่งเขตร้อน คุณอาจไม่สามารถปรับชนิดของถ่านไบโอชาร์ที่ใช้ให้เข้ากับดินในพื้นที่ของเกษตรกรแต่ละที่ได้ แต่คุณสามารถประเมินได้ค่อนข้างแน่นอนว่าถ่านไบโอชาร์จะมีผลต่อดิน ถ้าดินของคุณเป็นอคริซอล คุณคาดหวังได้ว่าการใช้ถ่านไบโอชาร์จะเกิดผลสูงมาก ถ้าดินของคุณเป็นลิโทซอล ก็จะมีผลดี และถ้าเป็นดินไนโตซอล ก็จะมีผลปานกลางถึงดี คุณอาจได้ผลที่อาจดีเกินคาด แต่ก็ไม่ควรคาดหวังมากเกินควรและที่สำคัญคือให้ทำการทดสอบก่อน ไม่ว่าจะเป็นการทดสอบการผลิต, การใส่ และการใช้ถ่านไบโอชาร์ โดยทดสอบด้วยตัวเองก่อนที่จะเผยแพร่ไปให้เกษตรกร

(ข้อมูลระหว่างประเทศแนะนำว่าการประเมินประสิทธิภาพของถ่านไบโอชาร์ในบทความนี้เป็นตัวเลขที่ค่อนข้างต่ำกว่าความเป็นจริง ข้อมูลจากการทดสอบแม้ในดินคุณภาพดีในประเทศอเมริกาและยุโรปแสดงให้เห็นผลที่ดีมาก แต่เนื่องจากคุณและเกษตรกรไม่อาจรู้ข้อมูลที่แท้จริงเกี่ยวกับดินนั้น ดังนั้น บทเรียนสำคัญที่ได้จากจุดนี้คือ ดินของคุณไม่ว่าจะเป็นดินแย่ขนาดไหน ถ่านไบโอชาร์สามารถแก้ไขให้ดีขึ้นได้)

การวัดปริมาณ

การนำการวัดปริมาณไปใช้และการสื่อสารเรื่องการวัดปริมาณอาจทำได้ค่อนข้างยากเมื่อต้องทำงานกับเกษตรกรในการผลิตปุ๋ยที่มีส่วนผสมของถ่านไบโอชาร์ ในสภาพการทำงานในห้องทดลอง มีความเป็นไปได้ที่จะทำการทดลองจากวัตถุแห้ง (Dry Matter หรือ DM) ที่มีคุณภาพดีที่สุด เพื่อจะพิจารณาปริมาณที่แน่นอนของถ่านไบโอชาร์หรือปุ๋ยหมักที่ใช้ โดยการทำให้แห้งสนิทแล้วช่างน้ำหนัก นอกจากนั้น ในห้องทดลองคุณยังสามารถวิเคราะห์ส่วนประกอบเคมีของส่วนผสมเปียกเช่นปัสสาวะสุกร (ที่เราใช้เพื่อแช่ถ่านไบโอชาร์) และรู้แน่นอนว่าต้องใช้กี่ลิตรต่อถ่านไบโอชาร์ อย่างไรก็ตาม วิธีการเหล่านี้ไม่สามารถทำได้ในพื้นที่จริง คุณอาจต้องพิจารณาคร่าวๆว่าถ่านไบโอชาร์จะไม่ขยายตัวเมื่อเปียก เพื่อจะให้ปริมาตรเป็นตัวกำหนดการวัด แต่คุณจะต้องไม่ลืมด้วยว่าวัสดุเชื้อเพลิงที่ต่างกัน (ในขบวนการไพโรไลซิสและอุณหภูมิที่ใช้) จะได้ถ่านไบโอชาร์ที่ไม่เหมือนกัน คือถ่านที่ได้แต่ละครั้งอาจมีความหนาแน่นต่างกัน และแตกสลายไปในเวลาที่ต่างกัน

แล้วจะทำอย่างไร?

ก่อนอื่น ให้เตือนตัวเองก่อนว่าเพราะอะไรเราจึงต้องการวัดปริมาณตั้งแต่แรก เราไม่ได้วัดปริมาณเพื่อจุดประสงค์ในการทดลองวิทยาศาสตร์ที่แม่นยำ คุณกำลังวัดปริมาณเพื่อได้จุดที่สามารถนำไปทำซ้ำได้ คุณต้องการรู้ว่า ถ้าฉันทำ**อย่างนี้**แล้ว ผลที่ได้คือ**อะไร**? ถ้าฉันทำ**อย่างนั้น**แล้ว ผลที่ได้คือ**อะไร**? คุณอยากรู้ว่าอะไรที่มีผลต่อ**ส่วนผสม**ของถ่านไบโอชาร์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณผลผลิต, สุขภาพของพืชผล และคุณภาพของดิน คุณต้องการวิธีใดวิธีหนึ่งที่จะวัดปริมาณเพื่อสามารถเปรียบเทียบสูตรต่างๆภายใต้ภาวะที่เหมาะสม *โดยมอบเครื่องมือให้เกษตรกรของคุณได้นำไปใช้ได้จริง*

และเครื่องมือวัดปริมาณเหล่านั้นก็คือ – ถัง

เกษตรกรที่คุณทำงานอยู่ด้วยส่วนใหญ่จะมีวิธีชั่งน้ำหนักข้าวและผลผลิตอยู่แล้ว ดังนั้นเกษตรกรจึงจะสามารถชั่งน้ำหนักส่วนผสมสูตรถ่านไบโอชาร์ได้ แต่ถ้าไม่มีความเข้าใจเรื่องปริมาณความชื้นในส่วนผสม การชั่งน้ำหนักก็อาจไม่มีความหมายมากนัก ตัวอย่างเช่น ถ่านไบโอชาร์ที่ทำจากเตาเผาแบบ JRo จะมีปริมาณความชื้นที่น่าจะต่ำกว่าถ่านไบโอชาร์ที่ทำจากเตาเผาแบบรางเปิด (FC trough)

ที่มูลนิธิอุ่นใจ เราไม่สามารถวัดปริมาณความชื้นได้อย่างแม่นยำ อย่างไรก็ตาม มาตรฐานระดับโลกสำหรับการนำถ่านไบโอชาร์ไปใช้อยู่ที่ปริมาณหลายตันต่อพื้นที่ (โดยไม่เจาะจงปริมาณความชื้น) ซึ่งต้องมีการประมาณตัวเลขจากปริมาณของกรัมหรือกิโลกรัมที่นำไปใช้ต่อตารางเมตร การประมาณอัตราการนำไปใช้เป็นเรื่องยากและคงไม่มีประโยชน์ หากเกษตรใส่ถ่านลงในพื้นที่ด้วยมือ อีกทั้งไม่ให้ความสำคัญต่อปริมาณความชื้น หรือไม่สามารถวัดความชื้นได้ การนำถ่านไบโอชาร์ไปใส่ในพื้นที่ตาม "มาตรฐานโลก" (จากการผลศึกษาทั่วโลก) คือ 10 ตันต่อพื้นที่หนึ่งเฮคตาร์ หรือ 1 กิโลกรัมต่อตารางเมตร งานเขียนวิทยาศาสตร์แนะนำว่าดินที่ดีกว่า จะต้องใช้ถ่านไบโอชาร์มากกว่า เพื่อให้ได้ผลออกมาเป็นดินที่ดีขึ้น ที่มูลนิธิอุ่นใจ เราพบว่างานเขียนนี้เป็นจริง คือ ดินที่แย่กว่า (เช่น อคริซอลที่ถูกกัดเซาะ) ต้องการถ่านไบโอชาร์น้อยกว่าเมื่อต้องการเพิ่มผลผลิต เราไม่เคยใช้ถ่านไบโอชาร์เกินกว่า 250 กรัมต่อตารางเมตรในการทดลอง เราได้เห็นผลผลิตที่เพิ่มขึ้นปริมาณมากขณะที่เรามองหาวิธีการเพิ่มผลผลิตโดยไม่เพิ่มงานให้กับเกษตรกรยากจนที่มักมีอายุมากและสุขภาพไม่ดี

เนื่องจากการวัดค่าความชื้นเป็นเรื่องยาก เราจึงต้องการวิธีในการเปรียบเทียบระหว่างถ่านไบโอชาร์ที่ทำแต่ละครั้ง ปุ๋ยหมัก, ดินเหนียว หรือวัสดุอื่นๆ เพื่อพิจารณาว่าตัวแปรเหล่านั้นมีผลต่อปริมาณผลผลิตที่แตกต่างจากเดิมหรือไม่

นอกจากวิธีการชั่งน้ำหนักแล้ว การใช้ถังเป็นวิธีที่ง่ายกว่ามากในการวัดปริมาณของส่วนผสม โดยเริ่มจากถ่านไบโอชาร์ปริมาณมากและส่วนผสมอื่นๆที่คิดว่าจะใส่เพิ่มเข้าไป จากนั้น ผสมสูตรต่างๆให้เข้ากันในเวลาเดียวกัน โดยใช้วัสดุเหมือนกันและถังเหมือนกัน พยายามมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ที่จะใส่ส่วนผสมในปริมาณที่สม่ำเสมอ ถ้าเกษตรกรทำวิธีเดียวกันนี้ และคุณก็ทำเหมือนกันบ่อยๆ คุณก็จะได้ปริมาณที่ใกล้เคียงที่พอจะนำไปเปรียบเทียบกันได้

การทดสอบด้วยถัง อาจได้ข้อมูลที่ไม่แน่นอนหรือน่าเชื่อถือพอที่จะเผยแพร่ไปยังนอกกลุ่มของคุณ (อาจรวมถึงชนิดของดิน, วิธีไพโรไลซิส, วัสดุเชื้อเพลิง, การเพิ่มประสิทธิภาพ, ระยะเวลาที่ปล่อยถ่านไบโอชาร์ไว้, ฯลฯ) แต่อย่างไรก็ตาม วิธีนี้ทำให้การทดสอบของคุณเป็นไปอย่างเหมาะสม เช่น คุณจัดการสูตรต่างๆอย่างเป็นรูปแบบและนำไปใช้ในแปลงอย่างเหมาะสม มีการสุ่มตัวอย่างและทำซ้ำที่เป็นแบบแผนสม่ำเสมอ คุณสามารถยืนยันในผลของแต่ละสูตรที่สัมพันธ์กันในสภาพท้องถิ่นที่เป็นเฉพาะของคุณ อย่าลืมว่าวิธีนี้**ไม่ใช่**เป็นวิธีที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ แต่เป็นวิธีการคำนึงถึงข้อจำกัดในสภาพความเป็นจริงที่คุณต้องทำงานอยู่และเป็นวิธีที่ยังมีพื้นฐานที่ถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์อยู่ การทดลองของคุณอาจไม่นำไปสู่การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน แต่จะทำให้เห็นการเปรียบเทียบที่สัมพันธ์และมีความหมายระหว่างสูตรต่างๆที่ใช้ในบริบทของคุณเอง ซึ่งจะเป็นแนวทางให้ผู้อื่นนำไปปฏิบัติได้ในบริบทคล้ายกัน ถ้าคุณปฏิบัติการในวิธีนี้ คุณจะสามารถพูดได้อย่างมั่นใจกับเกษตรกรว่าถ้าพวกเขาทำถ่านไบโอชารแบบนี้และผสมกับวัสดุอย่างอื่นแบบนี้ พวกเขาจะได้ผลออกมาตามที่คาดหวังไว้

สรุป

อย่าหลงประเด็นไปกับสิ่งที่คนอื่นพูดเกี่ยวกับส่วนประกอบของ "ถ่านไบโอชาร์ที่มีคุณภาพ" และเช่นเดียวกัน อย่ายึดติดว่า "ถ่านไบโอชาร์นี้ต้องใช้ทำแบบนี้เท่านั้น" หรือ "วิธีการวัดปริมาณที่ถูกต้องต้องเป็นแบบไหน" แต่ให้มองหาวิธีการและวัตถุดิบที่ "ดีพอ" ที่มีอยู่ในบริบทเฉพาะของคุณ ให้ดูว่าเป้าหมายของคุณคืออะไร และที่ที่คุณอยู่มีอะไรที่พอจะหาได้ อย่างที่ในสมัยก่อน อริสโตเติลได้กล่าวไว้ทำนองเดียวกันนี้ว่า "ความแม่นยำในการศึกษาสิ่งใดสิ่งหนึ่งอยู่ในธรรมชาติของสิ่งที่จะศึกษานั้น" (Aristotle, trans. 1962)

อ้างอิง

Aristotle. Translated 1962. Niomachean Ethics. The Library of Liberal Arts. Translated by Martin Ostwald.

Elstner, P. 2017. Soils of Mainland Southeast Asia. ECHO Asia Notes #30. *Available:* https://www.echocommunity.org/en/resources/3e433eed-7f37-488f-841f-32fef3d1652f.

FAO 2001. Lecture Notes on the Major Soils of the World. P. Driessen, J. Deckers, O. Spaargaren, and F. Nachtergaele (Eds.). Rome: FAO. *Available:* http://www.fao.org/docrep/003/y1899e/y1899e00.HTM.

Hilber, I., and T. D. Bucheli. 2010. Activated carbon amendment to remediate contaminated sediments and soils: A review. Global NEST Journal 12(3): 305-317.

International Biochar Initiative (IBI). 2018. *Available:* http://www.biochar-international.org/.

Jeffrey, S., D. Abalos, K. A. Spokas, and F. G. A. Verheijen. 2015. Biochar effects on crop yield. *In:* Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation, 2nd ed., Eds. Johannes Lehmann and Stephen Joseph. New York: Routledge. Pp. 301-325.

McLaughlin, H. 2010. Characterizing biochars: Attributes, indicators and at-home tests. *In:* The Biochar Revolution: Transforming Agriculture and Environment. Eds. Paul Taylor and Hugh McLaughlin. Lilydale, Australia: Global Publishing Group. *Available:* http://warmheartworldwide.org/characterizing-biochar/.

Rongjun, B., S. Joseph, L. Cui, G. Pan, L. Li, X. Liua, A. Zhanga, H. Rutlidge, S. Wonge, C. Chia, C. Marjo, B. Gong, P. Munroec, and S. Donned. 2014. A three-year experiment confirms continuous immobilization of cadmium and lead in contaminated paddy field with biochar amendment. Journal of Hazardous Materials 272: 121-128.

Warm Heart Foundation. 2017. Biochar Interviews with Farmers in Phrao (English Version). Chiang Mai, Thailand: Warm Heart Foundation. Available: https://youtu.be/eUSEE1-ueE0.