คู่มือ
การผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อใช้ในครัวเรือนและการผลิตพืชอย่างยั่งยืน

ผศ.ดร.เสาวคนธ์ เหมวงษ์[1]
นายประเสริฐ บุญพิทักษ์กิจ[1]
ดร.ชัชวาล แสงฤทธิ์[1]
ดร.สมชาย บุตรนันท์[2]
นายภากร พันธุพาน[1]
ศ.ดร.ปัทมา วิตยากร แรมโบ[3]
[1]สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม
[2]สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
[3]สาขาวิชาปฐพีศาสตร์และสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย
โครงการการจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลงานวิจัยและนวัตกรรม
จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2561

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ให้ทุนสนับสนุนการจัดทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยภายใต้ **“การจัดการความรู้เพื่อการใช้ประโยชน์เชิงชุมชนสังคม ตามแนวพระราชดำริ”**ภายใต้โครงการจัดการความรู้การวิจัยเพื่อการใช้ประโยชน์ ประจำปี 2561 จากผลงานวิจัยและนวัตกรรมเรื่อง “การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิต และการใช้ถ่านชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อใช้ในครัวเรือน และการผลิตพืชอย่างยั่งยืน” ให้แก่ประชาชนที่สนใจ โดยเฉพาะกลุ่มเกษตรกรที่จะพัฒนาการทำการเกษตรแบบอินทรีย์ รวมทั้งนักศึกษาในการเรียนรู้ และมีส่วนรวมในการบริการวิชาการแก่ชุมชน

ขอขอบคุณ ศ.ดร.ปัทมา วิตยากร แรมโบ หัวหน้ากลุ่มวิจัย และทีมวิจัย “การจัดการอินทรียวัตถุของดิน มหาวิทยาลัยขอนแก่น” ที่ให้งบประมาณสนับสนุนเพิ่มเติม และอนุเคราะห์วิทยากรร่วมถ่ายทอดในครั้งนี้ และขอบคุณ สำนักงานธนาคาร ที่ช่วยประสานงานระหว่างกลุ่มเครือข่ายเกษตรกรในจังหวัดนครพนม

ขอขอบใจนักศึกษาสาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนมทุกชั้นปี ทั้งระดับอาชีวศึกษา และอุดมศึกษา ในการช่วยงาน และจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยี และขอขอบคุณ คณะเกษตรและเทคโนโลยีนครพนม ในการอนุเคราะห์สถานที่ในการจัดกิจกรรม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวคนธ์ เหมวงษ์)
หัวหน้าโครงการ

สารบัญเรื่อง

หน้า

บทนำ 1

การจัดการซากพืชที่หาได้ในท้องถิ่นเพื่อปรับปรุงดิน 3

ความรู้เบื้องต้นถึงปัญหาของการเสื่อมโทรมของดิน 3

หลักการเลือกใช้อินทรียวัตถุเพื่อปรับปรุงดิน 5

การแบ่งวัสดุอินทรีย์ตามชนิดของพืช 5

การแบ่งวัสดุอินทรีย์ตามชั้นคุณภาพ 7

หลักการผสมสารอินทรีย์ 9

การผลิตเตาและถ่านชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร 10

เพื่อใช้ในครัวเรือนและการผลิตพืช

เตาเผาถ่านแบบ 1 ชั้น 10

เตาชีวมวล 14

เตาชีวมวลสองชั้น 15

เตานรก 17

เตาไบโอชาร์ 19

การผลิตถ่านแกลบโดยใช้เตาเผาอย่างง่ายเพื่อใช้ในการปรับปรุงดิน 24

การใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน และการผลิตพืช 26

คุณสมบัติของถ่านชีวภาพ 27

การนำถ่านชีวภาพไปใช้ในการปรับปรุงดิน และการผลิตพืช 29

เอกสารอ้างอิง 31

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 การผลิตถ่านเพื่อใช้ในการหุงต้ม ผลิตน้ำส้มควันไม้ และนำไปใช้ในการปรับปรุงดินและเพิ่มผลผลิตพืช 2

ภาพที่ 2 การผลิตเตาชีวมวลเพื่อใช้ในครัวเรือน 2

ภาพที่ 3 สภาพภูมิประเทศและการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ในการทำการเกษตร 3

ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากพื้นที่ป่ามาเป็นพื้นที่ทำการเกษตร 4

ภาพที่ 5 ลักษณะดิน ก) ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ ข) ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ ค) ดินจืด ง) การพังทลายของดิน และ จ) ดินที่เกิดจากการกร่อนของดิน 5

ภาพที่ 6 ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ดีจะมีสัตว์ในดินอาศัยอยู่ 6

ภาพที่ 7 องค์ประกอบของวัสดุอินทรีย์พวกพืชตระกูลถั่ว 7

ภาพที่ 8 องค์ประกอบของวัสดุอินทรีย์พวกพืชไม่ใช่ตระกูลถั่ว 7

ภาพที่ 9 ตัวอย่างวัสดุอินทรีย์ที่มีคุณภาพชั้นที่ 1 8

ภาพที่ 10 ตัวอย่างวัสดุอินทรีย์ที่มีคุณภาพชั้นที่ 2 9

ภาพที่ 11 ตัวอย่างวัสดุอินทรีย์ที่มีคุณภาพชั้นที่ 3 9

ภาพที่ 12 ตัวอย่างวัสดุอินทรีย์ที่มีคุณภาพชั้นที่ 4 10

ภาพที่ 13 การวางถังขนาด 200 ลิตร 11

ภาพที่ 14 การต่อข้องอและใช้ดินโคลนหรือปูนยารอยต่อระหว่างถังกับข้องอและข้องอกับท่อตรง 12

ภาพที่ 15 การบรรจุดินให้เต็มกล่อง การวางไม้หมอนขวาง และการจัดเรียงไม้ในเตา 12

ภาพที่ 16 การปิดเตา และทำช่องอากาศ 13

ภาพที่ 17 การจุดไฟหน้าเตาเผาถ่าน 13

ภาพที่ 18 การสังเกตสีควัน 14

ภาพที่ 19 การเก็บน้ำส้มควันไม้ในระหว่างการเผาถ่าน 15

ภาพที่ 20 การปิดหน้าตาด้วยดินเหนียวเมื่อควันกลายเป็นสีน้ำเงิน 15

ภาพที่ 21 การใช้ประโยชน์จากเตาชีวมวล 16

ภาพที่ 22 รูที่เจาะบริเวณปี๊บเพื่อเป็นช่องให้เอาขี้เถ้าออก 16

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 23 การวางถังสีบนฝาปี๊บเพื่อทำการวัดขนาดและตัดปี๊บ 17
ภาพที่ 24 การเติมเชื้อเพลิงจากเศษพืช และการลุกไหม้ของเชื้อเพลิงจากเตาชีวมวล 17
ภาพที่ 25 การใส่กระป๋องกาแฟในปี๊บ 19
ภาพที่ 26 การใส่เศษพืชลงในปี๊บพร้อมอัดให้แน่น 19
ภาพที่ 28 การจุดเตา และการเผาไหม้ของเตาแบบชั้นเดียว 19
ภาพที่ 29 ถังเหล็กขนาด 200 ลิตร และฝาครอบปิดเตา 21
ภาพที่ 30 ถังเหล็กขนาด 50 ลิตร และฝาปิดพร้อมตัวล๊อค 21
ภาพที่ 31 ถังเหล็กแบบยาว ขนาด 50 ลิตร สำหรับเป็นท่อระบายควัน 21
ภาพที่ 32 การเตรียมวัสดุที่จะผลิตถ่านชีวภาพจากยูคาลิปตัส 22
ภาพที่ 33 การบรรจุวัสดุที่จะผลิตถ่านชีวภาพลงในถังเหล็กขนาด 50 ลิตร 23
ภาพที่ 34 การบรรจุวัสดุเชื้อเพลิง 23
ภาพที่ 35 การจุดไฟ ปิดฝา และใส่ท่อระบายควัน 23
ภาพที่ 36 ถ่านชีวภาพจากฟางข้าว และการบดถ่านชีวภาพจากยูคาลิปตัส 24
ภาพที่ 37 ตัวอย่างถ่านชีวภาพจากวัสดุต่างๆ 24
ภาพที่ 38 เตาเผาถ่านแกลบอย่างง่าย 26
ภาพที่ 39 การใส่ฟางข้าวเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการเผา และการจุดไฟภายในปี๊บ 26
ภาพที่ 40 ขั้นตอนเทแกลบรอบๆ ปี๊บ และต้องคอยเฝ้าให้เกิดการไหม้ที่ทั่วถึง 27
ภาพที่ 41 การใช้น้ำรดกองถ่านแกลบ 27
ภาพที่ 42 ตัวอย่างรูพรุนของ 1) ถ่านชีวภาพยูคาลิปตัสซึ่งเผาด้วยเตาไบโอชาร์ และ 2) ถ่านแกลบเผาด้วยเตาเผาถ่านแกลบอย่างง่าย 28
ภาพที่ 43 การทุบถ่านให้มีขนาดเล็กลง 30
ภาพที่ 44 การใส่ถ่านที่ผ่านการบดแล้วลงไปในดินในเพื่อการผลิตพืช 30
ภาพที่ 45 การใส่ถ่านชีวภาพร่วมกับหินฟอสเฟตต่อการเจริญเติบโตของรากยางพาราที่ปลูกใหม่ 31
ภาพที่ 46 การใส่ถ่านชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของข้าว 31

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในงานวิจัย

L	= ลิกนิน (Lignin)
N	= ธาตุไนโตรเจน (Nitrogen)
Pp	= โพลีฟีนอลส์ (Polyphenol)
C/N ratio	= สัดส่วนระหว่างธาตุคาร์บอนกับธาตุไนโตรเจน
CEC	= ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคทไอออน (Cation exchange capacity)
pH	= ค่าความเป็นกรด-ด่าง
>	= มากกว่า
<	= น้อยกว่า
%	= ร้อยละ (Percentage)
ºC	= องศาเซลเซียส (Degree of Celsius)

การผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร
เพื่อใช้ในครัวเรือนและการผลิตพืช

บทนำ

การวิจัยที่ผ่านมาของทีมวิจัยได้ดำเนินการวิจัยมุ่งเน้นเกี่ยวกับการใช้ถ่านชีวภาพเพื่อการเกษตร โดยถ่านที่ใช้จะเน้นเป็นถ่านชีวภาพที่ผลิตโดยวิธีดั้งเดิม (conventional kiln) (ภาพที่ 1) โดยการร่วมมือกับเครือข่ายการวิจัย ได้แก่ คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม กลุ่มวิจัยการจัดการอินทรียวัตถุของดิน มหาวิทยาลัยขอนแก่น และมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ซึ่งมีความรู้ และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการอินทรียวัตถุ การใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน และเพิ่มผลผลิตพืช การดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถ่านจากวัสดุเหลือใช้ทางเกษตรต่าง ๆ และมีรูปแบบการผลิตถ่านต่าง ๆ จำนวนมาก นอกจากนี้ ยังมีผู้มีประสบการณ์ในการเผาถ่าน และการทำเตาชีวมวล โดยเฉพาะนักถ่ายทอดเทคโนโลยีรุ่นที่ 1 จังหวัดนครพนม ซึ่งได้รับการฝึกอบรมโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อใช้ในครัวเรือนและการผลิตพืช ซึ่งได้รับงบประมาณจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2559 โดยเกษตรกรที่เข้าร่วมอบรมมีความรู้ และทักษะเกี่ยวกับขั้นตอนการทำเตาเผาแบบต่าง ๆ การควบคุมอุณหภูมิ และปริมาณอากาศในระหว่างกระบวนการเผา และการผลิตน้ำส้มควันไม้ การผลิตเตาชีวมวลเพื่อใช้ในครัวเรือน (ภาพที่ 2) ดังนั้น องค์ความรู้เกี่ยวกับการผลิตถ่านจึงเป็นความรู้ที่มีประโยชน์ และสามารถถ่ายทอดให้กับกลุ่มเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากมีการดำเนินงานมาหลายปี อย่างไรก็ตาม ถ่านชีวภาพนอกจากใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหุงต้ม ในรูปของถ่าน และน้ำส้มควันไม้เพื่อใช้ในทางการเกษตรในการกำจัดศัตรูพืชในไร่นาของเกษตรกร ทีมวิจัยเล็งเห็นประโยชน์ของถ่านชีวภาพซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นสารปรับปรุงดิน ดังนั้นจึงได้ดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับถ่านชีวภาพเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน และเพิ่มการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืช ซึ่งทีมวิจัยได้ดำเนินการทดสอบกับพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด อ้อย ยางพารา และพริก และได้รับทุนสนับสนุนการทำวิจัยจากทั้งคณะกรรมการบริหารการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาแห่งชาติ (สกอ.) ทำให้มีประสบการณ์ และองค์ความรู้ด้านการใช้ถ่านเพื่อการปรับปรุงดิน และเพิ่มผลผลิตของพืชได้เป็นอย่างดี

ภาพที่ 1 การผลิตถ่านเพื่อใช้ในการหุงต้ม ผลิตน้ำส้มควันไม้ และนำไปใช้ในการปรับปรุงดิน และเพิ่มผลผลิตพืช

งานวิจัยที่ผ่านมาให้ผลการศึกษาที่ชี้ให้เห็นว่า การใส่ถ่านช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารโดยเฉพาะไนโตรเจนในข้าว รวมทั้งเพิ่มผลผลิตข้าวได้ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว นอกจากนี้ ความอุดมสมบูรณ์ของดินเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการเพิ่มค่า CEC และ pH ของดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเพิ่มขึ้น (Hemwong et al., 2011; Hemwong et al., 2012; Hemwong and Cadisch, 2012; เสาวคนธ์ และศศิธร, 2554; เสาวคนธ์, 2556; เสาวคนธ์, 2557; เสาวคนธ์, 2559; เสาวคนธ์, 2561)

ดังนั้น องค์ความรู้เรื่องการจัดการซากพืชที่เหลือจากการเกษตร และซากพืชที่มีอยู่ในชุมชน รวมทั้งการผลิต และใช้ถ่านชีวภาพทั้งในครัวเรือน และทางการเกษตรที่ทีมวิจัยมีจะสามารถนำมาถ่ายทอดสู่ชุมชน และผู้ที่สนใจนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการดำรงชีวิต และยกระดับคุณภาพชีวิตคนในชุมชนบนพื้นฐานปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงได้

องค์ความรู้/เทคโนโลยีที่ได้จัดการ มี 4 องค์ความรู้ ดังนี้

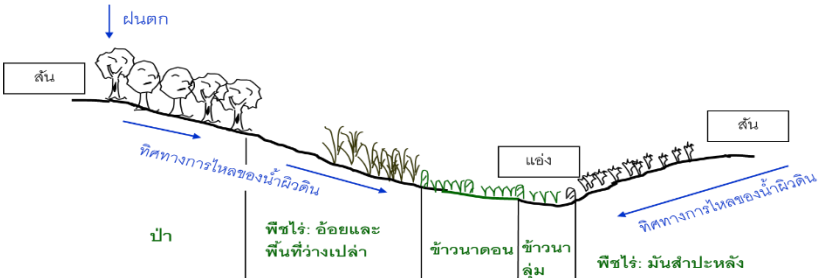
1) การจัดการซากพืชที่หาได้ในท้องถิ่นเพื่อปรับปรุงดิน

คุณสมบัติ และคุณภาพของซากพืชแต่ละประเภทมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินที่มีต่อพืช การจัดการซากพืชที่มีอยู่ในท้องถิ่นเพื่อใช้ปรับปรุงดินจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับซากพืชต่าง ๆ เพื่อที่จะทำให้สามารถจัดการซากพืชที่มีอยู่ในท้องถิ่นเพื่อใช้ในการปรับปรุงดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

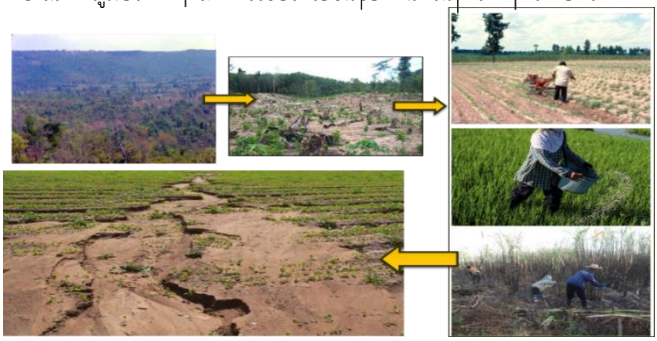
1.1) ความรู้เบื้องต้นถึงปัญหาของการเสื่อมโทรมของดิน

การที่สภาพภูมิประเทศของภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่เป็นที่ราบสูงเป็นลูกคลื่นและมีทั้งพื้นที่ที่เป็นที่ดอนและที่ลุ่มซึ่งใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกพืชแต่ละชนิด (ภาพที่ 3) การที่มีสภาพภูมิประเทศดังกล่าวทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายของธาตุอาหารจากดินได้ง่าย เกิดการสูญเสียธาตุอาหารจากดินโดยการไหล่บ่า และชะล้างของดินเป็นจำนวนมาก ประกอบกับการเปลี่ยนแปลง

พื้นที่การใช้ประโยชน์ (รูปที่ 4) เช่น จากพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ จากที่นาเป็นที่ปลูกพืชไร่ พืชสวน เป็นต้น ซึ่งเกิดการทำกิจกรรมต่าง ๆ ก่อให้เกิดการเสื่อมโทรมของดิน



ภาพที่ 3 สภาพภูมิประเทศและการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ในการทำการเกษตร



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากพื้นที่ป่ามาเป็นพื้นที่ทำการเกษตร

ตัวชี้วัดที่สำคัญของดินเสื่อมโทรม ได้แก่ ดินมีอินทรียวัตถุต่ำ อาจเห็นได้จากดินชั้นบนไม่ค่อยดำ และไม่ร่วน ดินมีธาตุอาหารพืชต่ำ (ดินจืด) เกิดการกร่อนของดิน เนื่องจากการสูญเสียดิน ดินมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น และดินมีสัตว์และจุลินทรีย์ในดินลดลง

ภาพที่ 5 ลักษณะดิน ก) ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ ข) ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ ค) ดินจืด ง) ดินพังทลาย และ จ) ดินที่เกิดจากการกร่อนของดิน

ภาพที่ 6 ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ดีจะมีสัตว์ในดินอาศัยอยู่

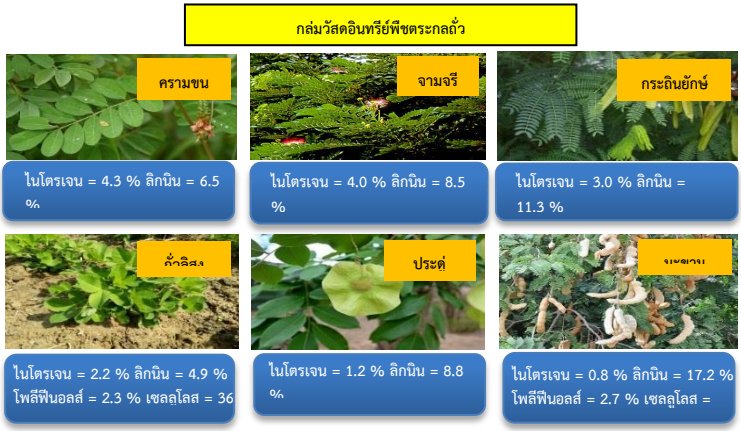
การปรับปรุงดินควรใช้อินทรียวัตถุที่หาได้ในท้องถิ่น เช่น เศษเหลือจากการเกษตรทั้งพืช และสัตว์ ส่วนที่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร และการนำเศษซากต่าง ๆ ผ่านกระบวนการหมัก (ปุ๋ยหมัก) เป็นต้น

1.2) หลักการเลือกใช้อินทรียวัตถุเพื่อปรับปรุงดิน

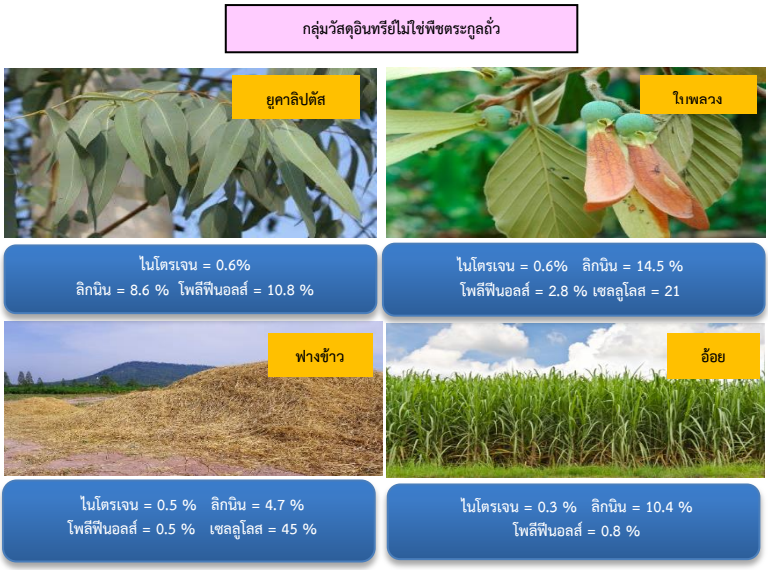
คุณภาพซากอินทรีย์เป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งที่จำเป็นต้องให้ความสำคัญ เพื่อให้สามารถวางแผนจัดการซากอินทรีย์แต่ละชนิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นประโยชน์ต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน การเจริญเติบโต และผลผลิตของพืชที่ปลูกมากที่สุด

<u>การแบ่งวัสดุอินทรีย์ตามชนิดของพืช</u>

พืชตระกูลถั่ว และไม่ใช่พืชตระกูลถั่ว ซึ่งจะมีปริมาณธาตุอาหารที่เป็นองค์ประกอบแตกต่างกัน โดยธาตุอาหารหลักที่มีผลต่อการเป็นประโยชน์ของวัสดุอินทรีย์ คือ ไนโตรเจน ซึ่งจะมีผลต่อค่า C/N ratio หากค่า C/N ratio ต่ำ แสดงว่ามีปริมาณไนโตรเจนสูงเป็นสัดส่วนที่ใกล้เคียงกับปริมาณของคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบในวัสดุอินทรีย์นั้น ๆ ซึ่งจะทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารสูงทำให้พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ มักพบในพืชตระกูลถั่ว เช่น ครามขน ถั่วลิสง มะขาม และกระถินยักษ์ เป็นต้น (ภาพที่ 7) ในทางตรงกันข้าม หากค่า C/N ratio สูง แสดงว่ามีปริมาณคาร์บอนสูงกว่าปริมาณไนโตรเจนมาก ซึ่งจะทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่ำโดยเฉพาะในระยะแรกของการใส่วัสดุอินทรีย์ลงในดินซึ่งทำให้พืชแสดงอาการขาดได้ซึ่งมักพบในพืชที่ไม่ใช่พืชตระกูลถั่ว ตัวอย่างเช่น ฟางข้าว ใบอ้อย และใบยูคาลิปตัส เป็นต้น (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 7 องค์ประกอบของวัสดุอินทรีย์พวกพืชตระกูลถั่ว
ที่มา: พจนีย์ (2551)



ภาพที่ 8 องค์ประกอบของวัสดุอินทรีย์พวกพืชไม่ใช่ตระกูลถั่ว
ที่มา: พจนีย์ (2551)

การแบ่งวัสดุอินทรีย์ตามชั้นคุณภาพ

1) คุณภาพชั้นที่ 1: สามารถใส่ลงในดินเพื่อให้ปลดปล่อยไนโตรเจนได้อย่างรวดเร็ว เป็นวัสดุอินทรีย์ที่มีปริมาณไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสูง แต่มีปริมาณลิกนินและโพลีฟีนอลส์ต่ำ ตัวอย่างเช่น คราม ขน จามจุรี และกระถินยักษ์ (ภาพที่ 9)

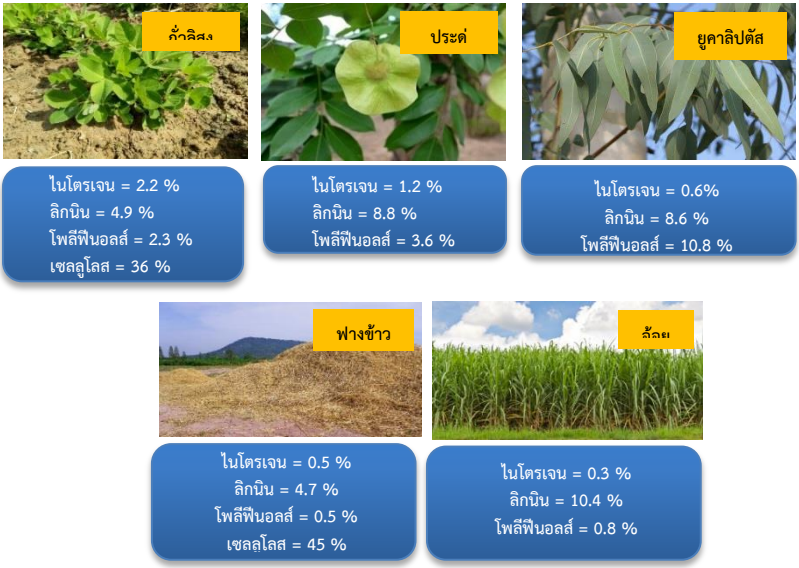
2) คุณภาพชั้นที่ 2: ผสมปุ๋ยเคมีหรือวัสดุอินทรีย์ที่มีคุณภาพสูง เป็นวัสดุอินทรีย์ที่มีปริมาณไนโตรเจนสูงแต่มีปริมาณลิกนิน และโพลีฟีนอลส์สูง ตัวอย่างเช่น ใบสะเดา

3) คุณภาพชั้นที่ 3: ผสมกับปุ๋ยเคมีหรือทำปุ๋ยหมัก เป็นวัสดุอินทรีย์ที่มีปริมาณไนโตรเจนไม่สูงแต่มีปริมาณลิกนิน และโพลีฟีนอลส์สูง ตัวอย่างเช่น ฟางข้าว ใบอ้อย (ภาพที่ 11) ปริมาณไนโตรเจนไม่เพียงพอต้องเสริมด้วยปุ๋ยเคมีหรือนำไปทำปุ๋ยหมักเพื่อช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ในช่วงระยะแรกไม่ทำให้พืชแสดงอาการขาด

4) คุณภาพชั้นที่ 4: ให้ใส่คลุมดินเพื่อป้องกันการกัดกร่อน เป็นวัสดุอินทรีย์ที่มีปริมาณไนโตรเจน ลิกนิน และโพลีฟีนอลส์สูง ตัวอย่างเช่น มะขาม ใบพลวง (ภาพที่ 12) ซึ่งจะทนต่อการย่อยสลายจึงทำให้คงอยู่ในดินได้นาน

ภาพที่ 9 ตัวอย่างวัสดุอินทรีย์ที่มีคุณภาพชั้นที่ 1
ที่มา: ปัทมา และคณะ (2559)

ภาพที่ 10 ตัวอย่างวัสดุอินทรีย์ที่มีคุณภาพชั้นที่ 2



ภาพที่ 11 ตัวอย่างวัสดุอินทรีย์ที่มีคุณภาพชั้นที่ 3
ที่มา: ปัทมา และคณะ (2559)

ภาพที่ 12 ตัวอย่างวัสดุอินทรีย์ที่มีคุณภาพชั้นที่ 4
ที่มา: ปัทมา และคณะ (2559)

1.3) หลักการผสมสารอินทรีย์

การใช้วัสดุอินทรีย์ลงในดินไม่ใช่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชทันที และอาจทำให้พืชแสดงอาการขาดอย่างรุนแรง และส่งผลต่อผลผลิตของพืชได้ ดังนั้น การมีความรู้เรื่องเกี่ยวกับคุณภาพของวัสดุอินทรีย์แต่ละชนิดทำให้สามารถเลือกสารอินทรีย์มาผสมเพื่อให้เกิดความเป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นโดยอาศัยหลักการผสมสารอินทรีย์ที่คุณภาพสูงกับสารอินทรีย์ที่มีคุณภาพต่ำเข้าด้วยกันแล้วจึงใส่ในดินซึ่ง

- เมื่อสารอินทรีย์ผสมเกิดการย่อยสลายในดินโดยจุลินทรีย์ในดินเข้ามากระทำ
- สารอินทรีย์คุณภาพสูงเป็นฝ่ายให้ไนโตรเจน ส่วนสารคุณภาพต่ำเป็นฝ่ายให้สารประกอบคาร์บอน เช่น ลิกนิน และเซลลูโลส ระหว่างการย่อยสลาย
- ผลก็คือ ทำให้ดินดี มีความอุดมสมบูรณ์ขึ้น เพราะเกิดการให้ธาตุอาหาร เช่น ไนโตรเจน และเกิดการสร้างสารฮิวมัส (สารอินทรีย์ที่ทำให้ดินดำ)
- อย่างไรก็ตาม เราจะต้องผสมสารอินทรีย์ต่างคุณภาพให้มีปริมาณที่สมดุลกัน เพื่อให้มีไนโตรเจนและคาร์บอนที่พอเหมาะต่อการย่อยสลาย

2) การผลิตเตาและถ่านชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อใช้ในครัวเรือน และการผลิตพืช

การทำเตาเผาถ่านมีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน โดยส่วนใหญ่ที่พบเห็นกันมากคือ **เตาเผาถ่านแบบ 1 ชั้น** ที่ใช้ถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร (ทั้งแบบแนวนอนและแนวตั้ง) ซึ่งสามารถเก็บน้ำส้มควันไม้นำไปใช้ในทางการเกษตรได้ เตาที่ใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรนำมาใช้สำหรับหุงต้มโดยใช้ปี๊บหรือถังขนาดเล็ก หรือเรียกว่า **เตาชีวมวล** นอกจากนี้ยังมีเตาเผาถ่านแบบ 2 ชั้น ที่เรียกว่า **เตาไบโอชาร์** ซึ่งเตาทั้งสามชนิดนี้มีส่วนประกอบและขั้นตอนการผลิตและใช้งานดังต่อไปนี้

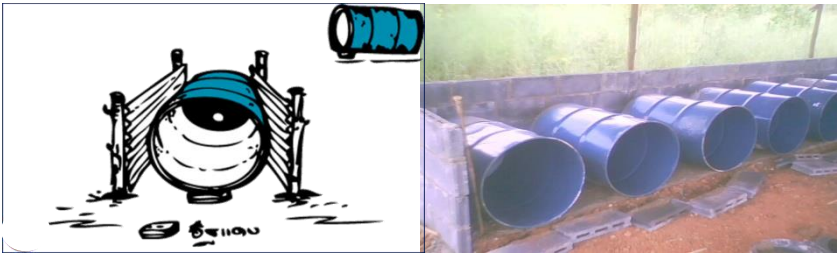
2.1) เตาเผาถ่านแบบ 1 ชั้น (แบบแนวนอน)

<u>ส่วนประกอบของเตาเผาถ่าน</u> ประกอบด้วย

- ถังน้ำมันหรือถังเหล็กขนาด 200 ลิตร
- ข้องอฉากใยหินขนาด 4 นิ้ว
- ท่อตรงใยหินขนาด 4 นิ้ว ยาว 1 เมตร
- อิฐบล๊อค 5 ก้อน
- อิฐแดง 1 ก้อน

<u>ขั้นตอนการทำเตาเผา</u>

- นำถังที่เปิดฝาด้านหน้า และเจาะรูด้านท้ายขนาด 5 นิ้ว มาวางไว้ตรงกลางระหว่างเสาค้ำยัน โดยให้รูกลมที่เจาะอยู่ด้านล่างใช้อิฐแดงรองถังใช้กระเบื้องหรือก่ออิฐบล๊อคเป็นแนวทำเป็นรั้วกันดินฉนวนโดยมีระยะห่างจากผนัง 20 เซนติเมตร (ภาพที่ 13)

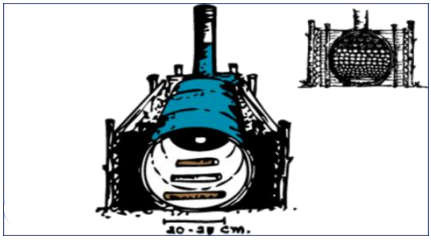


ภาพที่ 13 การวางถังขนาด 200 ลิตร

- นำท่อข้องอใยหิน ประกอบกับตัวถังที่ช่องด้านท้าย ต่อข้องอด้วยท่อตรงใยหินยาว 1 เมตร ปักเสาเพื่อประคองท่อตรง และใช้ดินโคลนหรือปูนยารอยต่อระหว่างถังกับข้องอ และข้องอกับท่อตรง (ภาพที่ 14)

ภาพที่ 14 การต่อข้องอและใช้ดินโคลนหรือปูนยารอยต่อระหว่างถังกับข้องอ และข้องอกับท่อตรง

- ใช้เศษกระเบื้องปิดด้านข้างและท้ายถัง ให้มีลักษณะเป็นกล่อง และบรรจุดินเป็นฉนวนให้เต็ม วางไม้หมอนขวางเพื่อให้เกิดช่องอากาศด้านล่าง จัดเรียงไม้ที่ต้องการเผาเข้าเตา โดยให้ไม้ท่อนใหญ่อยู่ด้านบน ไม้เล็กอยู่ด้านล่าง (ภาพที่ 15)



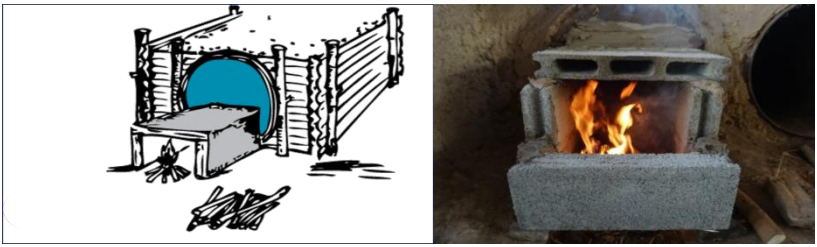
ภาพที่ 15 การบรรจุดินให้เต็มกล่อง การวางไม้หมอนขวาง และการจัดเรียงไม้ในเตา

- ใช้ฝาถังที่ตัดเป็นช่องแล้วปิดเตา โดยให้ช่องอากาศอยู่ด้านล่าง ใช้อิฐบล็อกก่อเป็นช่องอากาศเข้า ยาแนวส่วนต่อทั้งหมด (รวมทั้งฝาถัง) ด้วยดินเหนียว โดยให้อากาศสามารถเข้าได้เฉพาะด้านหน้า และออกได้เฉพาะปล่องด้านหลัง ห้ามมีรอยรั่ว (ภาพที่ 16)

ภาพที่ 16 การปิดเตา และทำช่องอากาศ

<u>ขั้นตอนการเผาถ่าน และเก็บน้ำส้มควันไม้</u>

- เริ่มทำการจุดไฟ บริเวณหน้าเตาที่ห้องเผาไหม้ด้านหน้าค่อยๆ ใส่เชื้อเพลิง ความร้อนจะกระจายเข้าไปสู่ในตัวเตา เพื่อไล่อากาศเย็นและความชื้นที่อยู่ในเตาและเนื้อไม้ (ภาพที่ 17) ช่วงนี้ควันที่ออกมาตรงปล่องควันจะเป็นควันสีขาว (ไอน้ำ) กลิ่นเหม็น



ภาพที่ 17 การจุดไฟหน้าเตาเผาถ่าน

- เผาไปอีกระยะหนึ่ง ควันสีขาวจะเริ่มบางลง และเปลี่ยนเป็นสีเทา ลดการป้อน จนหยุดให้เชื้อเพลิง และควบคุมอากาศโดยการหรี่ช่องหน้าเตาเหลือสัก 2 นิ้ว (20-30 ตารางเซนติเมตร) (ภาพที่ 18)

- หลังจากหยุดป้อนเชื้อเพลิงหน้าเตา จะสังเกตสีของควันที่ปากปล่อง เป็นสีขาวอมเหลือง และมีกลิ่นฉุนแสบจมูก ช่วงนี้ให้เริ่มเก็บน้ำส้มควันไม้ โดยให้หรี่หน้าเตาลง เหลือสัก 1 นิ้ว ให้อากาศเข้า และรักษาอุณหภูมิในเตาให้นานที่สุด จะได้น้ำส้มควันไม้มาก (ภาพที่ 19) น้ำส้มควันไม้จะแบ่งออกเป็น 3 ชั้น

ชั้นบนสุด เป็นน้ำมันใส

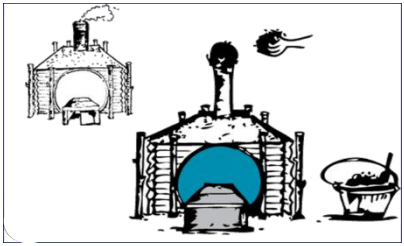
ชั้นกลางเป็นของเหลวใสสีชา คือ น้ำส้มควันไม้

ชั้นล่างสุด เป็นของเหลวสีดำข้น คือ น้ำมันดิน

หากเอาผงถ่านมาผสม 5% โดยน้ำหนัก ผงถ่านจะดูดซับทั้งน้ำมันใส และน้ำมันดินที่แขวนลอยอยู่ให้ตกตะกอนไปชั้นล่างสุดเร็วขึ้น เพียงประมาณ 45 วัน

การใช้ในการเกษตร เนื่องจากน้ำส้มควันไม้ที่มีความเข้มข้นสูงมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อที่รุนแรง เนื่องจากมีความเป็นกรดสูง และมีสารประกอบ เช่น เมทานอล และฟีนอล ซึ่งสามารถฆ่าเชื้อได้ดี เมื่อนำมาเจือจาง 200 เท่า จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์และต่อต้านเชื้อแบคทีเรียจะเพิ่มปริมาณมากขึ้น เนื่องจากได้รับสารอาหารจากกรดน้ำส้ม น้ำส้มควันไม้จึงใช้ประโยชน์ในการเกษตรได้ดี

- เมื่อควันกลายเป็นสีน้ำเงิน ให้เปิดหน้าเตา เพื่อให้อากาศร้อน เข้าไปไล่สารตกค้างในเตา และไม้จะเป็นถ่านบริสุทธิ์ โดยเปิดหน้าเตาครึ่งหนึ่ง ทิ้งไว้สัก 30 นาที เมื่อสีของควันมีสีฟ้าใสๆ แสดงว่าไม้เริ่มเป็นถ่านใกล้หมด สารตกค้างเหลือน้อย ให้ปิดหน้าเตาและปล่องให้สนิทด้วยดินเหนียว ไม่ให้อากาศเข้า ทิ้งให้เย็น ประมาณ 8 ชม. จึงเปิดเอาถ่านออกมาใช้ได้ (ภาพที่ 20)



ภาพที่ 20 การปิดหน้าตาด้วยดินเหนียวเมื่อควันกลายเป็นสีน้ำเงิน

2.2) เตาชีวมวล

การผลิตเตาชีวมวลจากวัสดุรอบตัวที่มีราคาถูกและหาได้ง่ายในท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในชุมชน และลดต้นทุนการผลิต โดยได้แบ่งเตาชีวมวล ออกเป็น 2 แบบ คือ ***เตาชีวมวลสองชั้น*** และ ***เตานรก*** ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการหุงต้มเพื่อลดค่าใช้ในครัวเรือนได้

เตาชีวมวลสองชั้น

<u>ส่วนประกอบ</u>

- ปี๊บ 1 ใบ ที่ไม่ต้องปิดฝา
- ถังสีเหล็กไม่ใช้แล้ว
- มีดปลายแหลม

<u>วิธีการทำ</u>

- นำถังสีเหล็กมาเจาะรูรอบ ๆ ให้ทั่วโดยแต่ละรูห่างกันประมาณ 5 เซนติเมตร
- ปี๊บใช้มีดปลายแหลมเจาะรูเป็นรูปสีเหลี่ยมผืนผ้า ยาวประมาณ 15 เซนติเมตร สูงประมาณ 5 เมตร เพื่อเป็นที่สำหรับให้ขี้เถ้าออกมาจากเตา (ภาพที่ 22)

ภาพที่ 22 รูที่เจาะบริเวณปี๊บเพื่อเป็นช่องให้เอาขี้เถ้าออก

- นำถังสีไปวางบนฝาด้านบนของปี๊บเพื่อวัดขนาด และทำการตัดปี๊บให้ได้ขนาดพอดีกับถังสีใส่ลงไปได้ซึ่งถังสีจะค้างอยู่บนปี๊บพอดี (ภาพที่ 23)

ภาพที่ 23 การวางถังสีบนฝาปี๊บเพื่อทำการวัดขนาดและตัดปี๊บ

<u>วิธีการใช้เตาชีวมวล</u>

- นำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น แกลบ ขี้เลื่อย ใบไม้ หรือกิ่งไม้ มาใส่ลงในส่วนของถังสีด้านในประมาณครึ่งถัง แล้วจุดไฟ
- เมื่อไฟติดให้เติมเศษพืชลงไปทีละนิด ไฟจะติดเรื่อย ๆ หากเป็นเศษพืชที่มีความชื้นสูงช่วงแรกจะควันเยอะ รออีกสักพักจะควันแถบไม่มี เนื่องจาก ควันถูกนำไปใช้ในการเผาไหม้อีกรอบ ทำให้ควันน้อย (ภาพที่ 24)
- หากต้องการเพิ่มไฟให้แรงอีกก็ใส่เศษพืชลงไปหรือกิ่งไม้หักเป็นท่อนขนาดประมาณ 10 เซนติเมตร ได้เรื่อย ๆ ซึ่งความร้อนสามารถอยู่ได้ไม่ต่ำกว่า 6 ชั่วโมง

ภาพที่ 24 การเติมเชื้อเพลิงจากเศษพืช และการลุกไหม้ของเชื้อเพลิงจากเตาชีวมวล

เตานรก

เตานรก เป็นเตาชีวมวลอีกแบบหนึ่ง การเรียกเตานรก เนื่องจากความร้อนที่ได้มีความร้อนสูงมาก และอยู่ได้นานประมาณ 6 ชั่วโมง

<u>ส่วนประกอบ</u>

- ปี๊บ 1 ใบ เปิดฝาด้านบนออก
- กระป๋องกาแฟ หรือ กระป๋องปลากระป๋องที่เอาฝาหัวและท้ายออก
- ท่อ PVC ขนาด 2 นิ้ว สูงประมาณ 1 เมตร
- มีดปลายแหลม

<u>วิธีการทำและการใช้งาน</u>

- นำปี๊บที่เปิดฝาด้านบนออกแล้วมาเจาะรูปเป็นวงกลมขนาดเท่ากับกระป๋องกาแฟ หรือ กระป๋องปลากระป๋อง โดนเจาะด้านล่างของปี๊บสูงขึ้นมาจากก้นปี๊บประมาณ 10 เซนติเมตร
- นำเอากระป๋องกาแฟใส่ไปที่ช่องที่เจาะไว้ โดยให้ปลายกระป๋องที่ใส่เข้าไปอยู่ส่วนกลางของปี๊บพอดี (ภาพที่ 25)
- นำท่อ PVC ใส่ลงไปในปี๊บโดยให้ท่อชิดกับปลายกระป๋องพอดี

- นำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น แกลบ ขี้เลื่อย หรือใบไม้ นำมาเท ใส่ลงไปในช่องวางที่เหลือระหว่างท่อกับปี๊บ โดยอัดให้แน่นจนเต็ม (ภาพที่ 26)
- ยกท่อ PVC ออก และทำการจุดไฟบริเวณช่องกระป๋องกาแฟด้านนอก (ภาพที่ 27)
- รอไฟติดความร้อนจะค่อยไหมเศษวัสดุ และมีควันน้อย
- สามารถใช้ขาตั้งเตาแก๊สมาวางรองหม้อสำหรับทำกับอาหารได้

ภาพที่ 25 การใส่กระป๋องกาแฟในปี๊บ

ภาพที่ 26 การใส่เศษพืชลงในปี๊บพร้อมอัดให้แน่น

ภาพที่ 27 การจุดเตา และการเผาไหม้ของเตาแบบชั้นเดียว

2.3) เตาไบโอชาร์

เตาไบโอชาร์ หรือ เตาชีวภาพ เป็นเตาที่ผลิตที่ขึ้นมาเพื่อการผลิตถ่านชีวภาพ โดยเฉพาะซึ่งใช้กระบวนการเผาไหม้โดยการใช้ความร้อนในการแยกสลายภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจน (pyrolysis) ลักษณะของเตาจะเป็นเตาแบบ 2 ชั้น มีการออกแบบ และพัฒนารูปแบบของเตาไบโอชาร์อยู่จำนวนมาก

ส่วนประกอบ และวิธีการใช้งานดังนี้

<u>ส่วนประกอบ</u>

- ถังเหล็กขนาด 200 ลิตร (ถังสำหรับเผา) จำนวน 2 ใบ
- ถังเหล็กขนาด 50 ลิตร (ถังตัวในบรรจุวัสดุ)
- ท่อเหล็ก หรือท่อใยหิน หรือถังเหล็กแบบยาว ขนาด 50 ลิตร
- มีดตัดไม้ หรือเลื่อยมือ

<u>วิธีการทำ</u>

- ถังเหล็กขนาด 200 ลิตร เปิดหัวและท้ายของถังให้ทะลุถึงกันทั้งหมด จำนวน 1 ใบ เพื่อเป็นพื้นที่ในการรองรับเชื้อเพลิง ส่วนถังเหล็กขนาด 200 ลิตร อีก 1 ใบ ทำการตัดส่วนหัวที่ยังไม่เปิดฝาถังออกให้มีความสูงประมาณ 50 เซนติเมตร และเจาะรูตรงกลางเพื่อเป็นที่ระบายควันโดยใช้คีมดัดให้ตั้งฉากด้านข้างเจาะเป็นรูรูปสี่เหลี่ยมขนาดประมาณ 10 เซนติเมตร รอบ ๆ จำนวน 4 รู เพื่อเป็นฝาปิดเตาเผา (ภาพที่ 28)

- ถังเหล็กขนาด 50 ลิตร มีฝาปิดและตัวล็อคถังด้านบน ด้านข้างถังเจาะเป็นรูโดยรอบจำนวน 10 รู ขนาดรูประมาณ 1 เซนติเมตร เพื่อให้ความร้อนจากด้านนอกเข้าไปทำให้วัสดุกลายเป็นถ่าน (ภาพที่ 29)

- ถังเหล็กแบบยาว ขนาด 50 ลิตร นำมาเจาะส่วนตรงกลางด้านบนของถังและดัดให้ตั้งฉากเพื่อในการเป็นท่อระบายควันในระหว่างการเผา ดังแสดงในภาพที่ 30

ภาพที่ 28 ถังเหล็กขนาด 200 ลิตร และฝาครอบปิดเตา

ภาพที่ 29 ถังเหล็กขนาด 50 ลิตร และฝาปิดพร้อมตัวล๊อค

ภาพที่ 30 ถังเหล็กแบบยาว ขนาด 50 ลิตร สำหรับเป็นท่อระบายควัน

<u>วิธีการใช้</u>

- นำถังเหล็กขนาด 200 ลิตร ที่เปิดหัวและท้ายมาตั้งบนแท่นปูนหรืออิฐให้สูงจากพื้นดินประมาณ 3 เซนติเมตร เพื่อให้อากาศผ่านเข้าไปได้เกิดการเผาไหม้วัสดุเชื้อเพลิง

- นำถังเหล็กขนาด 50 ลิตร มาใส่วัสดุที่ต้องการจะเผาถ่านชีวภาพซึ่งควรเป็นวัสดุที่มีความชื้นต่ำหรือทำการตากให้แห้งก่อน กรณีเป็นวัสดุที่เป็นเนื้อไม้ เช่น ไม้สะเดา ยูคาลิปตัส และไม้ไผ่ เป็นต้น ควรตัดไม้ให้มีความยาวไม่เกิน 20-30 เซนติเมตร (ภาพที่ 31) ขึ้นอยู่กับขนาดของไม้ ถ้าไม้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 2 นิ้ว ควรผ่าไม้ให้มีขนาดเล็กลง เช่นแบ่งเป็น 4 ส่วน หรือ 6 ส่วนแล้วแต่ขนาดไม้ให้มีขนาดใกล้เคียงกัน หากเป็นวัสดุที่มีขนาดเล็กเช่น ฟางข้าว ใบไม้ หรือหญ้า สามารถใส่ลงไปในถังได้เลย

ภาพที่ 31 การเตรียมวัสดุที่จะผลิตถ่านชีวภาพจากยูคาลิปตัส

-นำไม้ที่เตรียมไว้นำมาบรรจุลงในถังเหล็กตัวในขนาด 50 ลิตร ให้เต็มถังและปิดฝาล็อคด้วยสายล็อคให้แน่น และคว่ำถังลงเพื่อเตรียมบรรจุลงไปในถังเหล็กขนาด 200 ลิตร (ภาพที่ 32)

-นำถังเหล็กขนาด 50 ลิตร วางภายในถังเหล็กขนาด 200 ลิตร และใส่วัสดุที่เป็นเชื้อเพลิงภายในถังเหล็กขนาด 200 ลิตร เหลืออยู่ โดยให้อยู่รอบๆ ถังเหล็กเหล็กขนาด 50 ลิตร และส่วนของด้านบนของถังด้วย เพื่อให้ความร้อนกระจายในเตาเผาได้อย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ อัตราส่วนของเชื้อเพลิงซึ่งเป็นไม้ที่ไม่ใช้แล้วควรประกอบด้วยไม้ที่ติดไฟง่าย และไม้ที่มีเนื้อไม้สูงผสมกัน เพราะจะช่วยในการรักษาอุณหภูมิของเตาเผาให้สูงขึ้นและเป็นถ่านได้เร็วขึ้น โดยปกติอัตราส่วนของวัสดุเชื้อเพลิงกับน้ำหนักของวัสดุที่ใช้ผลิตถ่านชีวภาพ เท่ากับ 1:1 (ภาพที่ 33)

-จุดไฟในเตาด้านบนของวัสดุเชื้อเพลิงให้รอบจนไฟติดเชื้อเพลิงหลักเสียก่อน โดยใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที

-ปิดฝาถังเตาเผาด้านบน และนำท่อใยหินหรือท่อเหล็กหรือถังเหล็กแบบยาว ขนาด 50 ลิตร ที่เตรียมสวมด้านบนฝาเพื่อให้เป็นปล่องระบายควันขณะเผา (ภาพที่ 34)

ภาพที่ 32 การบรรจุวัสดุที่จะผลิตถ่านชีวภาพลงในถังเหล็กขนาด 50 ลิตร

ภาพที่ 33 การบรรจุวัสดุเชื้อเพลิง

ภาพที่ 34 การจุดไฟ ปิดฝา และใส่ท่อระบายควัน

-สังเกตควันไฟที่ออกจากปล่อง ถ้าไม่มีควันลอยขึ้นมาหรือมีน้อย แสดงว่าไฟกำลังจะดับต้องแก้ไขโดยอาจเปิดช่องอากาศด้านล่างหากมีเศษไม้ปิดช่ออากาศเพื่อให้อากาศเข้าไป โดยปกติการเผาถ่านชีวภาพจะใช้เวลาประมาณ 4-6 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่ใช้ ควรปล่อยให้เตาเผาเย็นก่อนแล้วจึงเปิดเตา โดยปกติมักจะทำการเผาตอนเย็นและเมื่อไฟดับจึงมาเปิดเตาตอนช่วงเช้า

-นำถังด้านในออกมาและเทถ่านลงซึ่งจะสามารถนำไปใช้งานได้ หากเป็นถ่านชีวภาพจากวัสดุที่เป็นไม้ขนาดใหญ่ก็นำมาบดก่อนที่จะนำไปใช้ (ภาพที่ 35)

ภาพที่ 35 ถ่านชีวภาพจากฟางข้าว และการบดถ่านชีวภาพจากยูคาลิปตัส

ภาพที่ 36 ตัวอย่างถ่านชีวภาพจากวัสดุต่างๆ

3) การผลิตถ่านแกลบโดยใช้เตาเผาอย่างง่ายเพื่อใช้ในการปรับปรุงดิน

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีวิถีชีวิตผูกพันกับการใช้ถ่านเพื่อการหุงต้ม แต่ถูกนำมาใช้เป็นสารปรับปรุงดินน้อยมาก ยกเว้น การใช้ขี้เถ้าถ่านที่มีการนำไปใช้ใส่ดินเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน

แกลบเป็นวัสดุอินทรีย์ที่เหลือใช้ทางการเกษตรซึ่งมีอยู่จำนวนมากในชุมชน เป็นวัสดุที่เหมาะกับการนำมาผลิตเป็นถ่านเพื่อนำไปใส่ดินเพื่อปรับปรุงดิน และเพื่อการผลิตพืช เนื่องจาก ถ่านแกลบมีขนาดเล็กไม่ต้องทำการบดให้ละเอียด การผลิตถ่านแกลบโดยลดต้นทุนต่ำ และใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในชุมชนนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด การผลิตถ่านแกลบโดยใช้เตาอย่างง่าย มีขั้นตอนดังนี้

<u>วัสดุอุปกรณ์</u>

- ปี๊บเปิดฝาหนึ่งด้าน 1 ใบ
- สังกะสีแผ่นเรียบขนาดประมาณ กว้าง 80 เซนติเมตร ยาว 100 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น
- มีดปลายแหลม
- ลวด
- แกลบดิบ
- เศษฟางข้าวหรือเศษหญ้า

<u>วิธีการทำ</u>

- การทำเตาเผา ใช้มีดปลายแหลมเจาะปี๊บด้านข้างขอบๆ เป็นช่องๆ ทั้งสี่ด้าน และด้านบนของปี๊บที่ยังไม่ได้เปิดฝาให้มีขนาดประมาณเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร แล้วใช้แผ่นสังกะสีม้วนให้เป็นท่อสำหรับให้ควันออก และมัดด้วยลวด แล้วใส่ลงในช่องที่เจาะไว้ด้านบน โดยท่อควรจะมีความสูงประมาณ 80 เซนติเมตร (ภาพที่ 37)

ภาพที่ 37 เตาเผาถ่านแกลบอย่างง่าย

- นำฟางข้าวหรือเศษหญ้าที่จะเป็นเชื้อเพลิงม้วนและใส่ลงไปด้านล่างของปี๊บ จุดไฟที่ฟางข้าวหรือเศษหญ้าแล้วคว่ำปี๊บลง (ภาพที่ 38)

ภาพที่ 38 การใส่ฟางข้าวเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการเผา และการจุดไฟภายในปี๊บ

- นำแกลบมาเทรอบ ๆ ปี๊บจนท่วม ปริมาณแกลบหากกองใหญ่จะใช้เวลาในการเผานานขึ้น และคอยเขี่ยแกลบด้านล่างขึ้นมาเรื่อยๆ เพื่อให้เกิดการไหม้ที่ทั่วถึง (ภาพที่ 39)

ภาพที่ 39 ขั้นตอนเทแกลบรอบ ๆ ปี๊บ และต้องคอยเฝ้าให้เกิดการไหม้ที่ทั่วถึง

- พอแกลบเริ่มเป็นถ่านทั้งหมดให้ล้มเตาลงและใช้น้ำรดเพื่อหยุดการเผาไหม้ และตากถ่านแกลบจนแห้งเก็บใส่กระสอบนำไปใช้ในการปรับปรุงดินต่อไป (ภาพที่ 40)

ภาพที่ 40 การใช้น้ำรดกองถ่านแกลบ

4) การใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน และการผลิตพืช

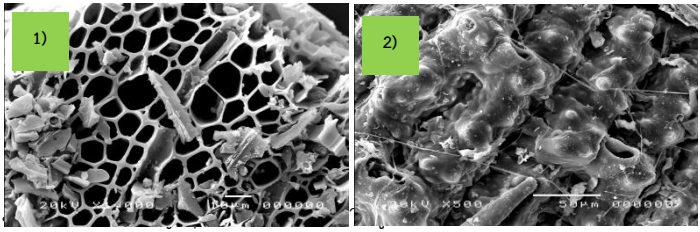
ถ่านชีวภาพ (Biochar) คือ วัสดุอินทรีย์ที่ถูกเผาในสภาพที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำหรือไม่มีออกซิเจน ด้วยอุณหภูมิสูง 300-600 °C ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่า กระบวนการไพโรไลซิส (pyrolysis) (Bruun, 2011) มีนักวิทยาศาสตร์จำนวนมากให้ความสนใจในการใช้ถ่านชีวภาพเป็นวัสดุปรับปรุงดิน (soil amendment) ถ่านชีวภาพ (biochar) ซึ่งก็คือ อินทรียวัตถุที่ถูกเผาเป็นถ่านแล้วเช่นเดียวกันกับ ถ่าน (charcoal) แต่มีความแตกต่างกันตรงที่ ถ่านส่วนมากมีวัตถุประสงค์

ผลิตเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงาน และใช้ในการหุงต้มเป็นส่วนใหญ่ แต่ขณะที่ถ่านชีวภาพจะใช้สำหรับใส่ลงไปในดินส่วนองค์ประกอบต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกัน (Verheijen et al., 2010)

4.1) คุณสมบัติของถ่านชีวภาพ

จากการตรวจเอกสาร ร่วมกับผลการศึกษาของคณะดำเนินงาน (เสาวคนธ์, 2559; เสาวคนธ์, 2557; เสาวคนธ์, 2556; เสาวคนธ์ และศศิธร, 2554) สามารถสรุปคุณสมบัติของถ่านชีวภาพดังนี้

ความพรุน และพื้นที่ผิว : โครงสร้างของถ่านชีวภาพมีผลต่อสมบัติของถ่านชีวภาพ เช่น ความพรุน และพื้นที่ผิวซึ่งเป็นสมบัติบางประการของถ่านชีวภาพที่มีบทบาทสำคัญต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน การเผาถ่านชีวภาพในสภาพที่อุณหภูมิแตกต่างกันจะมีผลทำให้พื้นที่ผิวและความพรุนแตกต่างกันและมีส่งผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำ ความจุในการดูดซับ และความสามารถในการหมุนเวียนธาตุอาหารที่แตกต่างกันด้วย การใส่ถ่านชีวภาพลงไปในดินเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวสูงขึ้นอาจมีผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของดินได้



และ2) ถ่านแกลบเผาด้วยเตาเผาถ่านแกลบอย่างง่าย

ที่มา: เสาวคนธ์ (2561)

ปริมาณธาตุอาหาร : โดยทั่วไปปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในถ่านชีวภาพจะขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุอาหารในวัตถุดิบ ถ่านชีวภาพที่ผลิตจากปุ๋ยคอกหรือกระดูกจะมีปริมาณธาตุอาหารสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ฟอสฟอรัส (6.1% ฟอสฟอรัส ในถ่านจากมูลสุกร และ2.2% ฟอสฟอรัส ในถ่านจากมูลไก่) (Tsai et al., 2001; Huang et al., 2011) ถ่านชีวภาพซึ่งผลิตจากวัตถุดิบที่ได้จากพืช เช่น ไม้เนื้อแข็งส่วนใหญ่จะมีปริมาณธาตุอาหารต่ำ (0.04 และ 0.001% ฟอสฟอรัส ในเปลือกและแก่นไม้ยูคาลิปตัส) (FAO, 1985) ในขณะที่วัตถุดิบซึ่งเป็นใบไม้ และของเสียจากกระบวนการแปรรูปอาหารจะมีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่า (0.95% ฟอสฟอรัส ในใบถั่วลิสง) (Yuan, et al., 2011) นอกจากนี้ สภาพแวดล้อมของการเผาก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อปริมาณ และความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารของถ่านชีวภาพ โดยการเผาในสภาพที่อุณหภูมิสูงอาจทำให้ปริมาณและความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนลดลง

<u>ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน</u> : ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน คือ ความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารที่เป็นประจุบวก และจะค่อยๆ ปลดปล่อยออกมาในดิน เพื่อให้พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้ ถ่านชีวภาพที่มีค่า CEC สูงมีความสามารถในการดูดซับธาตุโลหะหนัก และสารประกอบอินทรีย์ที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม เช่น สารกำจัดแมลง และวัชพืช (Navia and Crowley, 2010) ดังนั้น การใส่ถ่านชีวภาพลงไปในดินที่ทำการเกษตรจึงเป็นผลดีในการช่วยลดการปนเปื้อนของสารเคมีทางการเกษตร อย่างไรก็ตาม ถ่านชีวภาพที่ใช้เป็นสารปรับปรุงดินไม่ควรจะผลิตโดยใช้อุณหภูมิสูง เพราะจะทำให้สมบัติในดูดยึดธาตุอาหารของถ่านชีวภาพลดลง

<u>ความเป็นกรด-ด่าง (pH)</u> : ถ่านชีวภาพที่ใช้ในการปรับปรุงดินโดยทั่วไปมักมีคุณสมบัติเป็นด่างซึ่งจะมีผลต่อ pH ของดินเมื่อใส่ลงไปในดินปริมาณมากแต่ไม่ใช่ถ่านชีวภาพทั้งหมดที่มี pH เป็นด่าง โดยทั่วไป pH ของถ่านชีวภาพอยู่ระหว่าง 4-12 ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้และสภาพแวดล้อมของการเผา เมื่อเพิ่มอุณหภูมิการเผาถ่านชีวภาพจะทำให้ค่า pH ของถ่านชีวภาพบางชนิดเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าจะสามารถผลิตถ่านชีวภาพที่มีค่า pH สูงได้แต่อาจจะไม่มีผลต่อ pH ของดินเมื่อใส่ลงไปในดินปริมาณไม่มากนัก ทั้งนี้เนื่องจากดินมีความจุบัฟเฟอร์ (buffering capacity)

ถ่านชีวภาพมีสมบัติในการปรับปรุงดิน ได้แก่ ความพรุน และพื้นที่ผิวสัมผัส, ปริมาณคาร์บอน, CEC และ pH สูง ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้ทำให้ดินมีสภาพที่เหมาะสมต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช คือ ลดความหนาแน่นของดิน และเพิ่มความจุในการอุ้มน้ำ, เพิ่มค่า CEC และ pH ในดิน, เพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย โดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจน ทำให้พืชมีการเจริญเติบโต และผลผลิตดีขึ้น อย่างไรก็ตาม การใส่ถ่านชีวภาพลงไปในดินควรใส่ร่วมกับปุ๋ยโดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจน หากต้องการเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตพืช แต่หากต้องการใช้เป็นสารปรับปรุงสมบัติของดินอย่างเดียวก็ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเคมี นอกจากนี้ ถ่านชีวภาพยังช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยการกักเก็บคาร์บอนได้ปริมาณมากกว่าการใส่สารอินทรีย์อื่นๆ สมบัติของถ่านชีวภาพมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบ และสภาพแวดล้อมของการเผา เช่น อุณหภูมิที่ใช้เผา และวิธีการเผา เป็นต้น

4.2) การนำถ่านชีวภาพไปใช้ในการปรับปรุงดิน และการผลิตพืช

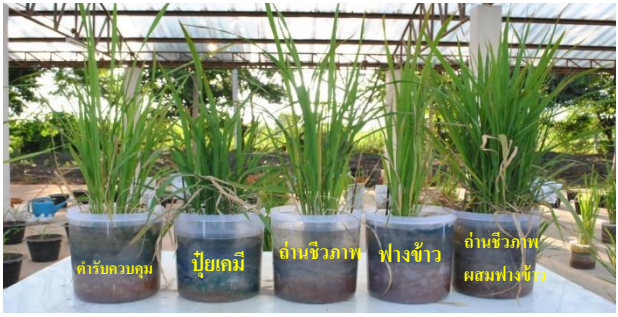
การใส่ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดิน และการผลิตพืช เนื่องจากมีวัสดุอินทรีย์หลายชนิดในท้องถิ่น หรือที่เหลือจากการเกษตรที่สามารถนำมาใช้ผลิตถ่านชีวภาพได้ แต่บางชนิดมีขนาดใหญ่ดังนั้นการนำไปใช้ในการปรับปรุงดินจะทำให้เกิดประโยชน์ต้องใช้เวลานาน เนื่องจากพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างถ่านชีวภาพกับดินมีน้อยกว่าถ่านชีวภาพผลิตจากวัสดุอินทรีย์ที่มีขนาดเล็ก ดังนั้นการนำเอาถ่านชีวภาพที่มีขนาดใหญ่มาใช้ในการปรับปรุงดินและการผลิตพืชนั้นสามารถดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

- ถ่านชีวภาพที่มีขนาดใหญ่ต้องทำการบดให้มีขนาดเล็กลงโดยการทบหรือใช้เครื่องบดเศษซากพืชสำหรับทำปุ๋ย (ภาพที่ 42)

- การนำไปใช้มีหลายวิธี ได้แก่ การใส่ลงในดินโดยตรง การผสมกับดินหรือปุ๋ยหมักในสัดส่วนที่ไม่จำเป็นต้องมากอาจใส่ทีละน้อย หรืออาจจะสัดส่วน 1 : 0.5 แต่ควรจะมีการใส่ประจำทุก ๆ ปี เพื่อปรับปรุงดิน (ภาพที่ 43) หรือใช้เป็นวัสดุปลูกโดยตรงก็ได้

- เนื่องจากถ่านมีปริมาณธาตุอาหารโดยเฉพาะไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ที่ต่ำแต่ปริมาณของโพแทสเซียมสูง ซึ่งได้จากเถ้าที่ปนอยู่ในถ่าน ดังนั้นการใส่ถ่านอย่างเดียวลงไปในดินอาจมีผลทำให้พืชขาดธาตุอาหารได้ จากผลการศึกษาควรทำการใส่ถ่านร่วมกับปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยเคมี จะช่วยให้การเจริญเติบโตของพืชดีขึ้น อย่างไรก็ตาม การใส่ถ่านร่วมกับปุ๋ยเคมีช่วยลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างน้อยครึ่งหนึ่งจากเดิม เช่น ข้าวจากใส่ปุ๋ยเคมี 2 ครั้ง คือช่วงปักดำ และช่วงข้าวเริ่มตั้งท้อง หากใส่ถ่านร่วมสามารถใส่ปุ๋ยเคมีเฉพาะช่วงข้าวเริ่มตั้งท้องก็ให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี 2 ครั้ง (เสาวคนธ์, 2557)

ภาพที่ 44 การใส่ถ่านชีวภาพร่วมกับหินฟอสเฟตต่อการเจริญเติบโตของรากยางพาราที่ปลูกใหม่
ที่มา: เสาวคนธ์ และคณะ (2558)



ภาพที่ 45 การใส่ถ่านชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของข้าว
ที่มา: พัชรี (2559)

ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้องค์ความรู้/เทคโนโลยี

1) การลดค่าใช้จ่ายภายในครัวเรือนด้านเชื้อเพลิงทดแทนไม่ต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ และต้นทุนการผลิตทางด้านการเกษตร ไม่ต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

2) การใช้เศษซากพืชที่มีในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์สูงสุด

3) แนวทางการปรับปรุงดิน และเพิ่มผลผลิตพืชได้ไม่ต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ จากการใช้ถ่านชีวภาพซึ่งผลิตจากทรัพยากรที่มีในชุมชน

เอกสารอ้างอิง

ปัทมา วิตยากร แรมโบ, สมชาย บุตรนันท์ และอรรณพ พุทธโส. 2559. เอกสารประกอบการบรรยาย เรื่อง หลักการปรับปรุงดินเสื่อมโทรมโดยใช้อินทรีย์ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น. โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อใช้ในครัวเรือนและการผลิตพืช วันที่ 29 สิงหาคม 2559 คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม.

พจนีย์ แสงมณี. 2551. การหมุนเวียนไนโตรเจนในระบบการใช้ดินที่แตกต่างกัน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 27(3): 98-105.

พัชรี แสงจันทร์. 2559. เอกสารประกอบการบรรยาย เรื่อง การใช้ถ่านชีวภาพปรับปรุงดินนา และผลผลิตข้าวอย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม. โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อใช้ในครัวเรือนและการผลิตพืช วันที่ 20 กันยายน 2559 คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม.

เสาวคนธ์ เหมวงษ์. 2556. ถ่านชีวภาพ : การกักเก็บคาร์บอน และความอุดมสมบูรณ์ของดิน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 31(1): 104-113.

เสาวคนธ์ เหมวงษ์. 2557. ผลของถ่านชีวภาพจากไม้ไผ่ และแกลบต่อผลผลิต และประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 16(1): 69-75.

เสาวคนธ์ เหมวงษ์. 2559. ผลของถ่านแกลบและหินฟอสเฟตต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นและรากของยางพาราที่ปลูกใหม่. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 35(2): 189-195.

เสาวคนธ์ เหมวงษ์. 2561. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง ลักษณะทางกายภาพของถ่านแกลบและถ่านยูคาลิปตัส และผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินผสม การเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพของเมล่อนที่ปลูกในระบบโรงเรือน. มหาวิทยาลัยนครพนม. 44 หน้า.

เสาวคนธ์ เหมวงษ์ และ ศศิธร เชื้อกุณะ. 2554. การใช้ถ่านชีวภาพปรับปรุงดินเพื่อปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวหวาน. วารสารเกษตร 27(3): 259-266.

เสาวคนธ์ เหมวงษ์, ศศิธร เชื้อกุณะ และประเสริฐ บุญพิทักษ์กิจ. 2558. การแบ่งเขตการผลิตร่วมกับการถ่ายทอดบทเรียนเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตข้าวหอมมะลิ กรณีศึกษาจังหวัดนครพนม. แก่นเกษตร 43(ฉบับพิเศษ 1): 989-994.

Bagreev, A., T.J. Bandosz and D.C. Locke. 2001. Pore structure and surface chemistry of adsorbents obtained by pyrolysis of sewage sludge-derived fertilizer. Carbon 39: 1971–1979.

Bruun, E.W. 2011. Application of fast pyrolysis biochar to a loamy soil- Effects on carbon and nitrogen and potential for carbon sequestration. Ph.D Thesis at the National Laboratory of Renewable Energy, Technical University of Denmark (RisØ-DTU). 211 pp.

FAO. 1985. Industrial charcoal marking. (online). Available:http://www.fao.org/docrep/x5555e/x5555e00.htm.

Hemwong, S., and G. Cadisch. 2012. Effect of biochar amendment on soil fertility and lowland rice yield in Nakhon Phanom Province. Nakhon Phanom University Journal 8th Nation Agricultural system conference: 45-48.

Huang, Y., H. Dong, B. Shang, H. Xin and Z. Zhu. 2011. Characterization of animal manure and cornstalk ashes as affected by incineration temperature. Applied Energy 88: 947-952.

Hue, C.W. 1992. Recognition processes in character naming. In H.C. Chen and O.J.L. Tzeng (eds.), Language processing in Chinese. Amsterdam: North Holland.

Lehmann, J. 2007. A handful of carbon. Nature 447: 143–144.

Navia, R. and D.E. Crowley. 2010. Closing the loop on organic waste management: biochar for agricultural land application and climate change mitigation. Waste Management and Research 28(6): 479–80.

Palm, C.A., C.N. Gachengo, R.J. Delve, G. Cadisch, and K.E. Giller. 2001. Organic inputs for soil fertility management in tropical agroecosystems: Application of an organic resource database. Agric. Ecosyst. Environ. 83: 27–42.

Tsai, W.-T., S.-C. Liu, H.-R. Chen, Y.-M. Chang and Y.-L. Tsai. 2012. Textural and chemical properties of swine-manure-derived biochar pertinent to its potential use as a soil amendment. Chemosphere 89: 198-203.

Verheijen, F., S. Jeffery, A.C. Bastos, M. van der Velde and I. Diafas. 2010. Biochar application to soils: A critical scientific review of effects on soil properties, processes and functions. Scientific and Technical Reports. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Italy.

Yuan, J.H., R.-K. Xu and H. Zhang. 2011. The form of alkalis in the biochar produced from crop residues at different temperatures. Bioresource Technology 102: 3488-3497.