ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ภูมิศาสตร์การวางแผนพัฒนา)

ปริญญา

ภูมิศาสตร์การวางแผนพัฒนา ภูมิศาสตร์

สาขา **ภาควิชา**

เรื่อง การพัฒนาการเรียนรู้ การประยุกต์ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร

Development of Learning Process in Applying Biochar for Soil Improvement for Agriculture

นามผู้วิจัย นางสาวศิริลักษณ์ ศิริสิงห์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์อรสา สุกสว่าง, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(อาจารย์สุจิตรา เจริญหิรัญยิ่งยศ, D.Tech.Sc)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาการเรียนรู้ การประยุกต์ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร

Development of Learning Process in Applying Biochar for Soil Improvement for Agriculture

โดย

นางสาวศิริลักษณ์ ศิริสิงห์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ภูมิศาสตร์การวางแผนพัฒนา)
พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศิริลักษณ์ ศิริสิงห์ 2556: การพัฒนาการเรียนรู้ การประยุกต์ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ภูมิศาสตร์การวางแผนพัฒนา) สาขาวิชาภูมิศาสตร์การวางแผนพัฒนา ภาควิชาภูมิศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์อรสา สุกสว่าง, Ph.D. 135 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สำรวจและประเมินการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการทดลองการใช้ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดิน 2) ประเมินการขยายเครือข่ายการใช้ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดิน และ 3) ประเมินการยอมรับของเกษตรกรและเจ้าหน้าที่เทศบาลในการใช้ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดิน วิธีการวิจัยใช้การทดลองแบบมีส่วนร่วม วัสดุหลักที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยแปลงทดลอง 6 แปลงต่อหนึ่งการทดลอง ต้นคะน้า ถ่านชีวภาพ และปุ๋ยหมัก ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ความสูงและน้ำหนักของต้นคะน้า คุณสมบัติของถ่านและดินก่อนและหลังทดลอง วิธีการทดลองคือการปลูกต้นคะน้าในแปลงทดลอง 6 แปลง ซึ่งมีอัตราส่วนระหว่างปุ๋ยหมักและถ่านชีวภาพ 0:0 (แปลงควบคุม),100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 ผลการทดลองพบว่าอัตราส่วนปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพ 25:75 ให้ผลผลิตซึ่งวัดด้วยน้ำหนักคะน้าดีกว่าทุกแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่งผลให้การจัดสัมมนาเพื่อขยายเครือข่ายการใช้ถ่านชีวภาพในระดับองค์กรส่วนท้องถิ่นประสบความสำเร็จ เกษตรกรและเจ้าหน้าที่เทศบาลทั้งหมดที่เข้าร่วมกิจกรรมทดลองและสัมมนามีการยอมรับในระดับแนวคิด และมีผู้นำไปปฏิบัติจริงด้วยความมั่นใจ 17 คนจากผู้เข้าร่วมกิจกรรมทั้งหมด 30 คน

_____ _____ ___ / ___ / _____

ลายมือชื่อนิสิต **ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Sirilak Sirising 2013: Development of Learning Process in Applying Biochar for Soil Improvement for Agriculture. Master of Science (Development Planning Geography), Major Field: Development Planning Geography, Department of Geography. Thesis Advisor: Associate Professor Orasa Suksawang, Ph.D. 135 pages.

This research aimed 1) to investigate and assess farmers' participations in experimenting on biochar applications to soils; 2) to assess the expansion of biochar network; and 3) to assess the adoption of farmers and municipality's staffs in applying biochars to soil. Research methods applied experiments with farmers' participations. Major equipment comprised six experiment plots (one by two meters for each plot) per one experiment, Chinese kales, biochars, organic composts. Data used for analyses consisted of changes of weight and height of the Chinese kales during the experiments, properties of biochars and soils before and after the experiments. The experiment method comprised planting the Chinese kales in soils mixed with various ratios of organic compost to biochar in six plots as 0:0 (controlled plot), 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100 respectively. The findings showed that the Chinese kales in 25:75 plot had highest weight than those in other plots with statistical significance at 0.05 levels. This resulted in the success of seminar organized for expanding the biochar network to the local authorities. It was found that thirty participants of both farmers and local staffs had conceptually adopted the benefits of biochar applications to soil and seventeen of them had adopted in practices with confidence.

_____ _____ ___ / ___ / ____

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ด้วยการดูแลที่เต็มเปี่ยมด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร.อรสา สุกสว่าง ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำ ชี้แนะแนวทาง ตรวจสอบความถูกต้อง เพิ่มประเด็นที่มีความสำคัญ และให้กำลังใจตั้งแต่เริ่ม ดำเนินการ จนกระทั่งแล้วเสร็จ ดร.พิทยากร ลิ่มทอง ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ดร.สุจิตรา เจริญหิรัญยิ่งยศ ประธานคณะกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ และ นางสมพิศ ไม้เรียง ที่ได้ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทาง ตรวจสอบความถูกต้องในการจัดทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งใน การทำงานวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

กราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้อันถือเป็นพื้นฐานที่สำคัญยิ่งในการทำวิจัยครั้งนี้ กราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติพี่น้องทุกท่าน ที่คอยให้คำปรึกษาแนะนำ ให้กำลังใจในการศึกษา และการสนับสนุนในการทำวิจัยตลอดมา ขอบคุณพี่จุ๋มที่ช่วยตรวจคำผิดและปรับแก้ประโยคให้สมบูรณ์

คุณค่า และประโยชน์อันพึงมีซึ่งเป็นผลมาจากงานวิจัยนี้ ขอมอบแด่ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติพี่น้อง ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ศิริลักษณ์ ศิริสิงห์

กันยายน 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง (3)

สารบัญภาพ (5)

บทที่ 1 บทนำ 1

ความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ 3

ขอบเขตของการศึกษา 3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ตรวจเอกสาร 4

ทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม 4

การเรียนรู้ 8

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการยอมรับ 13

ความเสื่อมโทรมของดิน 15

วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร 21

แนวคิดเกี่ยวกับถ่านชีวภาพ 22

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 25

บทที่ 3 พื้นที่ศึกษา 29

ขนาดและอาณาเขตติดต่อ 29

ลักษณะภูมิประเทศ 30

ลักษณะประชากร 30

การคมนาคม 30

สภาพดิน 30

สภาพทางเศรษฐกิจ 30

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 วิธีการวิจัย	31
อุปกรณ์และเครื่องมือ	31
การเก็บรวบรวมข้อมูล	32
การวิเคราะห์ข้อมูล	36
วิธีการดำเนินงานวิจัย	38
บทที่ 5 ผลการวิจัย และข้อวิจารณ์	50
ผลการวิจัย	50
ข้อวิจารณ์	80
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	82
สรุปผลการวิจัย	82
ข้อเสนอแนะ	84
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	85
ภาคผนวก	91
ภาคผนวก ก แบบสอบถาม	92
ภาคผนวก ข คู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร	103
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการจัดอบรมและสัมมนา	114
ภาคผนวก ง ประมวลภาพการจัดอบรมและสัมมนา	120
ภาคผนวก จ การเขียนคู่มือ	124
ภาคผนวก ฉ บันทึกการสัมภาษณ์เกษตรกรที่ใช้ถ่านปรับปรุงดินในการเกษตร มาเป็นเวลากว่า 15 ปี	127
ภาคผนวก ช ผลการวิเคราะห์	130
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	135

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ดินปัญหาของประเทศไทย (จำแนกตามลักษณะและสมบัติดินประจำกลุ่มชุดดิน)	17
2	สภาพปัญหาและผลการดำเนินการแก้ปัญหาดินของกรมพัฒนาที่ดิน	18
3	ชนิดและปริมาณวัสดุเหลือใช้ภาคการเกษตร ปี 2554	22
4	อุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการไพโรไลซิส	23
5	ตารางบันทึกข้อมูลการผลิตถ่านชีวภาพ	45
6	ความสูงเฉลี่ยและน้ำหนักเฉลี่ยของคะน้าอายุ 50 วัน แยกตามแปลงทดลอง ในการทดลองชุดที่ 1	53
7	ผลการตรวจสอบคุณสมบัติของดินและถ่านชีวภาพในแปลงสาธิต (การทดลองชุดที่ 1)	56
8	ความสูงเฉลี่ยและน้ำหนักเฉลี่ยของคะน้าอายุ 50 วัน แยกตามแปลงทดลอง ในการทดลองชุดที่ 2	59
9	ผลการตรวจสอบคุณสมบัติของดินและถ่านชีวภาพในแปลงอบรม (การทดลองชุดที่ 2)	62
10	สรุประดับความพึงพอใจรวมในการเข้าร่วมกิจกรรมอบรมของเกษตรกร จำแนกตามรายบุคคล	63
11	ระดับความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรมของเกษตรกรจำแนกตามกิจกรรม	64
12	สรุประดับความพึงพอใจรวมในการเข้าร่วมกิจกรรมของเจ้าหน้าที่เทศบาลตำบล เมืองบัว จำแนกตามรายบุคคล	66
13	ระดับความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรมของเจ้าหน้าที่เทศบาลตำบลเมืองบัว จำแนกตามกิจกรรม	67

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
14	คะแนนประเมินเฉลี่ยของผู้ตอบแบบสอบถาม	68
15	ตารางไขว้คะแนนเฉลี่ยระดับคะแนนประเมินคุณภาพคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร กับระดับการศึกษา	69
16	การทดสอบไคสแควร์ และการวัดระดับความสัมพันธ์ของระดับคะแนนประเมินคุณภาพคู่มือกับระดับการศึกษา	69
17	กลุ่มผู้เข้าร่วมกิจกรรมจำแนกตามความรู้เกี่ยวกับการปรับปรุงดินและการใช้ถ่านชีวภาพก่อนเข้าร่วมกิจกรรม	72
18	ระดับความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรมของผู้เข้าร่วมกิจกรรม 30 คน	73
19	จำนวนสมาชิกกลุ่ม ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความพึงพอใจระหว่างกลุ่ม	74
20	ผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนความพึงพอใจระหว่างกลุ่ม	74
21	การทดสอบความแปรปรวนภายในกลุ่ม	75
22	การยอมรับในระดับการนำความรู้ที่ได้ไปปฏิบัติของผู้ผ่านการเข้าร่วมกิจกรรม (อบรมและสัมมนา)	76
23	ตารางไขว้การยอมรับระดับแนวคิดและระดับนำไปปฏิบัติแบ่งตามกลุ่มความรู้เดิม	76
24	ปัญหาในการนำไปใช้ปฏิบัติ	77
25	คำถามอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับถ่านชีวภาพ	77
26	ผลการสอบถามกลุ่มเกษตรกรที่ไม่ได้เข้าร่วมอบรม	79
27	ตารางไขว้การยอมรับระดับแนวคิด และระดับนำไปปฏิบัติ ตามกลุ่มที่เข้าร่วมกิจกรรมกับกลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมกับกิจกรรม	80

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ความสัมพันธ์ระหว่างชาวบ้าน นักวิจัย นักพัฒนา ก่อนและหลังจากการวิจัยแบบ PAR	5
2	กรอบการวิจัย	28
3	ตำแหน่งพื้นที่วิจัย	29
4	กระบวนการวิจัย	39
5	การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่	40
6	การเก็บตัวอย่างดินจากจุดที่กำหนด	41
7	การสุ่มเลือกตัวอย่างดินเพื่อส่งวิเคราะห์	41
8	ผักตบชวาในพื้นที่วิจัย	42
9	ปุ๋ยหมักผักตบชวา	42
10	น้ำหมักชีวภาพ	45
11	ถาดเพาะกล้าคะน้า	46
12	การเตรียมถ่านชีวภาพก่อนนำไปใช้ปรับปรุงดิน	46
13	แปลงทดลองของการทดลองทั้งสองชุด	52
14	แปลงสาธิตการปลูกคะน้าในการทดลองชุดที่ 1	52
15	การเจริญเติบโตของคะน้าในแปลงสาธิต (การทดลองชุดที่ 1)	54
16	การเจริญเติบโตของคะน้าในแปลงอบรม (การทดลองชุดที่ 2)	58

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
17	ความสูงของคะน้าแยกตามแปลงทดลอง การทดลองชุดที่ 1 (คัดเลือกต้นที่สูงที่สุดของแต่ละแปลง แต่ในการคำนวณใช้ค่าเฉลี่ยของทุกต้นในแต่ละแปลง)	60
18	ความสูงของคะน้าแยกตามแปลงทดลอง การทดลองชุดที่ 2 (คัดเลือกต้นที่สูงที่สุดของแต่ละแปลง แต่ในการคำนวณใช้ค่าเฉลี่ยของทุกต้นในแต่ละแปลง)	60
19	บรรยากาศการจัดอบรมและสัมมนา	65
20	เว็บไซต์แสดงผลการวิจัย	70

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีพื้นที่เกษตรกรรมเป็นอันดับ 2 ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (The World Bank, 2009) โดยมีพื้นที่การเกษตรคิดเป็นร้อยละ 47 ของพื้นที่ทั้งประเทศ อย่างไรก็ดีผลผลิตการเกษตรยังอยู่ในระดับต่ำเนื่องจากมีปัญหาดินเสื่อมในระดับรุนแรงและระดับวิกฤตรวมกัน 36 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 11.2 ของพื้นที่ประเทศ และปัญหาดินเสื่อมมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้นประมาณปีละ 1 ล้านไร่ เป็นผลมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่ถูกต้องตามสมรรถนะของดิน ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อภาคเกษตรกรรม (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2554) หากยังคงปล่อยให้อยู่ในสภาพเช่นนี้ จะส่งผลให้การเกษตรของประเทศไทยขาดความยั่งยืน นอกจากนี้ยังพบว่าภาคการเกษตรยังเป็นสาเหตุของสภาวะโลกร้อน กล่าวคือมีการระบุในรายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยว่าภาคการเกษตรปล่อยก๊าซเรือนกระจก คิดเป็นร้อยละ 22.60 ของปริมาณการปล่อยทั้งหมดของประเทศ รองจากภาคพลังงานซึ่งมีการปล่อยถึงร้อยละ 69.60 (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2553) เนื่องจากภาคการเกษตรมีการใช้ปุ๋ยเคมีและมีการไถกลับหน้าดินในการทำการเกษตรแต่ละฤดู ส่งผลให้ปริมาณก๊าซไนตรัสออกไซด์เพิ่มขึ้น การเผาเศษวัสดุเหลือใช้จากภาคการเกษตรหลังเก็บเกี่ยวหรือการปล่อยให้สลายโดยธรรมชาติ ส่งผลให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และมีเทนเพิ่มขึ้น พบว่า ประเทศไทยมีชีวมวลหรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ในปี 2554 มากถึง 102 ล้านตัน และยังไม่ได้ใช้ประโยชน์หรือมีการจัดการที่ดีถึง 64.74 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554; กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2554) ขณะนี้พบว่ามีเทคโนโลยีที่สามารถนำวัสดุเหลือใช้เหล่านี้มาเปลี่ยนสภาพให้เป็นถ่านชีวภาพเพื่อใช้ในการปรับปรุงดินเป็นประโยชน์ต่อภาคการเกษตรและเป็นการกักเก็บคาร์บอนลงดินช่วยลดก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดสภาวะโลกร้อน คือ เทคโนโลยีถ่านชีวภาพ (อรสา สุกสว่าง, 2552, Biopact, 2007; IBI, 2009)

เทคโนโลยีถ่านชีวภาพเป็นเทคโนโลยีลดคาร์บอน หมายถึงเทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนผลิตถ่านชีวภาพด้วยวิธีการแยกสลายด้วยความร้อนหรือเรียกว่า ไพโรไรซิส (pyrolysis) ซึ่งจะได้น้ำมันชีวภาพ (bio-oil) 60% แก๊สสังเคราะห์ (syngas) ได้แก่ H_2, CO และ CH_4 รวมกัน 20% และ 20% เป็นถ่านชีวภาพ ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นรูพรุน และประกอบด้วยธาตุ C, H, O, N, S และขี้เถ้า โครงสร้างจะเปลี่ยนไปตามประเภทของชีวมวล (Suksawang, 2010; Winsley, 2007; Zafar, 2009)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยเฉพาะธาตุคาร์บอน 100% ที่อยู่ในชีวมวลจะกักเก็บอยู่ในถ่านชีวภาพ 50% เมื่อนำถ่านชีวภาพมาลงดินจะเป็นการกักเก็บคาร์บอนลงดินแทนการแพร่กระจายสู่ชั้นบรรยากาศ จากการทบทวนเอกสาร พบว่าถ้านำชีวมวลมาเผาจะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แล้วเหลือคาร์บอนเพียง 3% ขณะที่การย่อยสลายโดยธรรมชาติเมื่อเวลาผ่านไปแล้ว 5-10 ปี จะเหลือคาร์บอนต่ำกว่า 20% (Lehmann, 2006)

นอกจากนี้พบว่าถ่านชีวภาพสามารถให้ประโยชน์ได้หลายอย่างในเวลาเดียวกัน คือ 1) ช่วยปรับปรุงดิน 2) ลดก๊าซเรือนกระจก 3) ผลิตพลังงานทางเลือก 4) การจัดการของเสียซึ่งได้แก่ชีวมวล เนื่องจากถ่านชีวภาพจัดเป็นพลังงานหมุนเวียนด้วยซึ่งมีข้อดีคือให้พลังงานควบคู่ไปกับช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจัดการวัสดุเหลือทิ้งและเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุนั้น และ 5) การแก้ปัญหาความยากจน เช่น ช่วยลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีและเพิ่มรายได้จากการเพิ่มผลผลิตการเกษตร (อรสา สุกสว่าง, 2552; Lehmann, 2006; Starke, 2009) อุทัย อารมณ์รัตน์ (2536) และเสาวคนธ์ เหมวงษ์ (2554) ได้วิจัยเกี่ยวกับประโยชน์ของถ่านชีวภาพต่อการปลูกพืช หากนำถ่านชีวภาพมาให้ประโยชน์ดังกล่าวข้างต้น จะช่วยสนับสนุนนโยบายในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 11 ในเรื่องการแก้ปัญหาเรื่องดินเสื่อม การพัฒนาและส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนจากพืชแทนการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล และความยากจน (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2554)

การศึกษาครั้งนี้สนใจในการนำถ่านชีวภาพมาเพื่อปรับปรุงดินร่วมกับปุ๋ยคอกในการปลูกต้นคะน้า เนื่องจากเป็นพืชที่ปลูกง่ายทนต่ออากาศร้อน ปลูกได้ทุกฤดูและสามารถใช้เวลาในการเพาะปลูกเพียง 45 ถึง 60 วัน โดยทำการทดลองร่วมกับเกษตรกรเพื่อให้เกษตรกรมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และยอมรับในการใช้ถ่านชีวภาพมาช่วยเรื่องการปรับปรุงดิน ไปพร้อมๆ กับการกักเก็บคาร์บอนลงดินเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก วัตถุประสงค์ในการทดลองคือต้องการตอบคำถามว่าถ้าใช้ถ่านชีวภาพมาแทนปุ๋ยคอก คุณภาพดินเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยคอกอย่างเดียวที่เกษตรกรเคยทำอยู่จะส่งผลให้คุณภาพดินลดลงหรือไม่ และควรใช้ถ่านชีวภาพมาแทนปุ๋ยคอกในอัตราส่วนเท่าใดจึงจะมีประโยชน์ต่อการปลูกต้นคะน้ามากที่สุด เพราะถ้าคุณภาพดินยังคงเดิม จะมีโอกาสเปลี่ยนพฤติกรรมของเกษตรกรในการปลูกคะน้าที่ใช้ปริมาณปุ๋ยคอกลดลงและยังช่วยลดก๊าซเรือนกระจกอีกด้วย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาภายใต้สาขาภูมิศาสตร์การวางแผนพัฒนา ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีแนวคิดและรู้เทคนิคในกระบวนการวางแผนพัฒนาท้องถิ่นและภูมิภาคอย่างเหมาะสมโดยใช้ทฤษฎีทางภูมิศาสตร์สำหรับการวางแผนพัฒนาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมภายใต้ความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติดังนั้นในการศึกษานี้จึงมุ่งเน้นการวางแผนพัฒนาทรัพยากรดิน และมนุษย์ ซึ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สอดคล้องกับสาขาการเรียนของผู้วิจัย โดยใช้วิธีการเรียนรู้เรื่องการใช้ถ่านชีวภาพปรับปรุงดินเพื่อการเกษตรด้วยการมีส่วนร่วมกับเกษตรกร การเรียนรู้จากการได้มีส่วนร่วมจะเกิดการยอมรับ (อรสา สุกสว่าง, 2548) เมื่อเกษตรกรยอมรับและสามารถนำความรู้เรื่องการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตรไปใช้ได้อย่างเหมาะสมย่อมส่งผลดีทั้งต่อตนเอง ต่อสังคมและประเทศชาติ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสำรวจและประเมินการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการทดลองการใช้ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดิน
2. เพื่อศึกษาการขยายเครือข่ายการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน
3. เพื่อศึกษาการยอมรับของเกษตรกรในการใช้ถ่านชีวภาพปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร

ขอบเขตของการศึกษา

ขอบเขตการศึกษาของการวิจัยนี้ มีดังต่อไปนี้

ขอบเขตเนื้อหา

เนื้อหาในการวิจัยคลอบคลุมการมีส่วนร่วมของเกษตรกรและเจ้าหน้าที่องค์กรส่วนท้องถิ่นในการประยุกต์ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร และการประเมินการยอมรับการประยุกต์ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดินของผู้เข้าร่วมกิจกรรมเปรียบเทียบกับผู้ไม่ได้เข้าร่วม

ขอบเขตระยะเวลา

การดำเนินการวิจัยใช้เวลา 1 ปี ระหว่างเดือนตุลาคม 2554 และเดือนตุลาคม 2555

ขอบเขตพื้นที่

พื้นที่วิจัยคือเทศบาลตำบลเมืองบัว อำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ด

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการวิจัยจะได้คู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร และเกิดตัวแทนในชุมชนที่มีความรู้เรื่องถ่านชีวภาพและสามารถถ่ายทอดความรู้ให้แก่คนในชุมชนได้ต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้เน้นการมีส่วนร่วมของเกษตรกรและเจ้าหน้าที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ในการประยุกต์ถ่านชีวภาพเพื่อการเกษตรเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ มีการตรวจเอกสารในเรื่องดังต่อไปนี้ การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม การเรียนรู้ แนวคิดเกี่ยวกับการยอมรับ ความเสื่อมโทรมของดิน วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร แนวคิดเกี่ยวกับถ่านชีวภาพ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามลำดับ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม

ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (2555) ได้สรุป “กระบวนการงานวิจัยเพื่อท้องถิ่น” หมายถึงการทำงานอย่างเป็นขั้นตอนเพื่อตอบ “คำถาม” หรือ “ความสงสัย” บางอย่าง ดังนั้นสิ่งสำคัญคือ ประเด็น “คำถาม” ต้องคมชัดโดยมีการแยกแยะประเด็นว่าข้อสงสัยอยู่ตรงไหน มีการหา “ข้อมูล” ก่อนทำ มีการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของข้อมูล มีการ “วางแผน” การทำงานบนฐานข้อมูลที่มีอยู่ และในระหว่างลงมือทำการ “บันทึก” มีการ “ทบทวน” ความก้าวหน้า “วิเคราะห์” ความสำเร็จและอุปสรรคอย่างสม่ำเสมอ เพื่อ “ถอด” กระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นออกมาให้ชัดเจน ในที่สุดก็จะสามารถ “สรุปบทเรียน” ตอบคำถามที่ตั้งไว้แล้วอาจจะทำใหม่ให้ดีขึ้น ตลอดจนสามารถนำไปใช้เป็นบทเรียนสำหรับเรื่องอื่นๆ หรือพื้นที่อื่นๆ ต่อไป ซึ่งทั้งหมดนี้กระทำโดย “ผู้ที่สงสัย” (คนในท้องถิ่น) นั่นเอง วิธีการนี้ เป็นงานวิจัยอีกแบบหนึ่ง ที่ไม่ยึดติดกับระเบียบแบบแผน ทางวิชาการมากนัก แต่เป็นการสร้างความรู้ในตัวคนท้องถิ่น โดยคนท้องถิ่น มุ่งแก้ไขปัญหาด้วยการทดลองทำจริง มีการบันทึกและวิเคราะห์อย่างเป็นระเบียบ การวิจัยแบบนี้จึงไม่ใช่เครื่องมือทางวิชาการที่จะขอตำแหน่ง ไม่ใช่ของศักดิ์สิทธิ์ที่ผูกขาดอยู่กับครูบาอาจารย์ แต่เป็นเครื่องมือธรรมดาที่ชาวบ้านก็ใช้เป็นประโยชน์ ในชีวิตประจำวันได้

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (participatory action research-PAR) เป็นการรวมแนวคิดของการวิจัยเชิงปฏิบัติการและการวิจัยแบบมีส่วนร่วมมาผสมผสานกันซึ่งปาริชาติ วลัยเสถียร (2543) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมจะแตกต่างจากการวิจัยแบบมีส่วนร่วม คือ การวิจัยแบบมีส่วนร่วมเป็นการวิจัยเพื่อเก็บข้อมูล แต่การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมจะมีการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

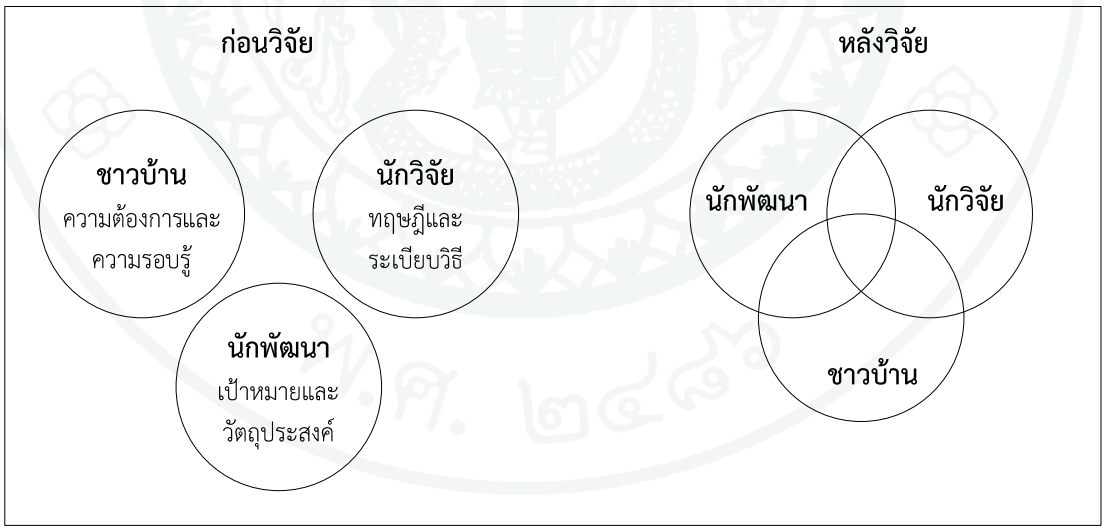
ประยุกต์หาวิธีแก้ไขปัญหาไปพร้อมๆ กัน นั่นคือมีการแสวงหาแนวทางแก้ไขปัญหาและทรัพยากรที่ผู้ถูกวิจัยมีอยู่เพื่อใช้ช่วยแก้ไขปัญหา อย่างไรก็ดี ในการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม มักจะประกอบด้วยบุคคล 3 ฝ่ายคือ

1. บุคคลเป้าหมาย อาจเป็นผู้แทนของกลุ่มบุคคลเป้าหมายหรือชุมชนที่จะทำการศึกษา ซึ่งถือว่าเป็นคนในชุมชนหรือกลุ่มนั้นๆ ซึ่งเป็นผู้ที่รู้ข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับชุมชนของตนเองมากที่สุด

2. นักวิจัย เป็นผู้แทนของนักวิชาการที่สนใจในการวิจัยและการพัฒนา ซึ่งเป็นคนนอก

3. นักพัฒนาที่เป็นผู้แทนของฝ่ายรัฐบาลหรือองค์กรพัฒนา ซึ่งแม้ว่าเป็นคนนอกแต่ก็นับว่าเป็นบุคคลที่ค่อนข้างจะใกล้ชิดกับบุคคลเป้าหมายมากที่สุด ซึ่งบางครั้งในการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม นักวิจัยและนักพัฒนาอาจเป็นบุคคลเดียวกันก็ได้

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (PAR) เป็นการผสมผสานความรู้เชิงทฤษฎี ระเบียบวิธีของนักวิจัย และวัตถุประสงค์ของนักพัฒนา ประกอบความต้องการกับความรอบรู้และประสบการณ์ของบุคคลเป้าหมาย ดังนั้นผลของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมควรจะเป็นการผสมผสานแนวคิดดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างชาวบ้าน นักวิจัย นักพัฒนา ก่อนและหลังจากการวิจัยแบบ PAR
ที่มา: ปาริชาติ วลัยเสถียร (2543)

จากภาพดังกล่าว วงกลมแต่ละวง คือ วิธีการมองปัญหาของคนแต่ละกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย วิธีการมองปัญหาของแต่ละฝ่ายจะแตกต่างกันไปตามกรอบแนวคิดที่ตนยึดถือ ซึ่งหลังจากเข้าสู่การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมแล้ว คนทั้ง 3 กลุ่ม จะมีความเข้าใจถึงปัญหาและความเข้าใจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ร่วมกันในการพัฒนา ซึ่งเป็นรากฐานที่สำคัญในการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจที่ได้จากการวิจัยและการพัฒนาไปพร้อมๆ กัน

สุภางค์ จันทวานิช (2531) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม หมายถึง วิธีการที่ให้ผู้ถูกวิจัย (ชาวบ้าน) เข้ามามีส่วนร่วมวิจัย เป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์ โดยอาศัยการมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมวิจัย นับตั้งแต่การระบุปัญหา การดำเนินการ การช่วยให้ข้อมูลและช่วยวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนช่วยหาวิธีแก้ไขปัญหาหรือส่งเสริมกิจกรรมนั้นๆ ในการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ข้อมูลจากการวิจัยทุกขั้นตอนชาวบ้านเป็นผู้ร่วมกำหนดปัญหาของชุมชนและหาลู่ทางในการแก้ไขปัญหา กระบวนการวิจัยดำเนินการไปในลักษณะการแลกเปลี่ยนความเห็นระหว่างชาวบ้านกับผู้วิจัย เพื่อให้ได้ข้อสรุปเป็นขั้นๆ กระบวนการสังเคราะห์ข้อมูลสรุปเป็นเชิงภาษวิธี (dialectic) ชาวบ้านจะค่อยๆ เรียนรู้ด้วยตนเอง ด้วยวิธีการวิจัยแบบมีส่วนร่วมนี้ข้อมูลที่ได้จะมีความชัดเจน สะท้อนความคิดอ่านของชาวบ้าน ตลอดจนนิสัยใจคอ ความต้องการและแบบแผนการดำเนินชีวิตของเขา ซึ่งการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม เป็นวิธีการสนับสนุนให้ชาวบ้านหรือตัวแทนในชุมชนเป็นคนสร้างองค์ความรู้ให้กับตนเองและชุมชน โดยการศึกษาเรียนรู้ การหาข้อมูล การวิเคราะห์ถึงปัญหา รวมถึงการแก้ไขปัญหาที่กำลังประสบอยู่โดยการร่วมกันวางแผนและกำหนดแผนหรือโครงการ พร้อมทั้งการปฏิบัติตามแผนเพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการแก้ไขปัญหาโครงการ หรือกิจกรรมใดๆ ในสิ่งที่ตนคิดว่าสามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้องตรงตามความต้องการ ประกอบกับการใช้ภูมิปัญญาและทุนที่มีอยู่ในชุมชน การเปิดโอกาสให้ประชาชนได้เข้ามีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมนี้ นอกจากจะส่งผลดังที่ได้กล่าวไปแล้ว ยังช่วยให้เกิดการพัฒนาของผลงานวิจัยและกระบวนการวิจัยในตัวของมันเองอีกด้วย และอีกทางหนึ่งการวิจัยยังเป็นส่วนสำคัญในการสร้างองค์ความรู้ให้แก่ประชาชนที่เข้าร่วมกิจกรรมการวิจัย ซึ่งสามารถเป็นตัวนำของการพัฒนาลงสู่ชุมชนท้องถิ่นอย่างได้ผลและมีประสิทธิภาพอีกด้วย

กล่าวโดยสรุป การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม หมายความถึง การร่วมกันดำเนินกระบวนการวิจัยโดยผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ ทั้งที่เป็นชาวบ้านและนักพัฒนา กับผู้วิจัยภายนอก เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในสภาพความจริงของสังคมนั้น

การมีส่วนร่วม

กรมส่งเสริมการเกษตร (2554) ได้กล่าวถึงเหตุผลที่ต้องให้เกษตรกรมีส่วนร่วมว่า เกษตรกรเป็นนักทดลองผู้มีความกระตือรือร้น สิ่งที่เกษตรกรขาด คือการเข้าถึงเทคโนโลยีทางเลือกใหม่ๆ ซึ่งมีศักยภาพที่จะช่วยปรับปรุงระบบการทำการเกษตรของเกษตรกร รวมทั้งข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์และข้อจำกัดของทางเลือกนั้นๆ โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. การเลือกหมู่บ้าน
2. การวิเคราะห์ปัญหาแบบเกษตรกรมีส่วนร่วม
3. หาเทคโนโลยีทางเลือกร่วมกับกลุ่มแกนนำ
4. ทดสอบทางเลือกนั้น
5. ประเมินผลทางเลือกนั้น
6. รายงานผลในที่ประชุมหมู่บ้าน
7. นำแนวทางการแก้ปัญหาที่ใช้ได้ผลไปใช้ในฟาร์ม
8. ขยายผลที่ได้จากการทดสอบครั้งแรกไปสู่เกษตรกรรายอื่นในหมู่บ้าน
9. นำเทคโนโลยีที่ประสบผลสำเร็จไปบอกเล่าให้เกษตรกรในหมู่บ้านอื่นฟัง

โดยสรุปแนวทางการมีส่วนร่วม คือต้องให้เกษตรกร แกนนำชุมชน และนักวิจัย เข้ามามีส่วนร่วมกันทำงาน ทดลองปฏิบัติ แล้วนำไปรายงานผล ตามด้วยการขยายผลไปยังชุมชนอื่น

วิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ใช้วิธีการเช่นเดียวกับการวิจัยเชิงคุณภาพเป็นส่วนใหญ่ เริ่มตั้งแต่การเข้าสนามและการสร้างความสัมพันธ์ การสังเกตและการวิเคราะห์ ซึ่งจะเน้นการมีส่วนร่วมของชาวบ้าน แต่จะเพิ่มขั้นตอนการปฏิบัติหรือกิจกรรมเข้ามา ตลอดจนการติดตามและปรับปรุงแก้ไขกิจกรรม โดยอมรา พงศาพิชญ์ (2529) ได้เสนอเทคนิควิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมมีดังนี้

1. เน้นการศึกษาชุมชน โดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับชาวบ้าน ศึกษาปัญหาและความต้องการ เป็นการช่วยวิเคราะห์สภาพปัจจุบันว่ามีข้อบกพร่องเรื่องใดบ้าง นอกเหนือจากการศึกษาสภาพชุมชนเพื่อดูปัญหาที่ควรแก้ไขแล้ว ถ้าจะมีการแก้ไขให้ได้ผลก็ควรจะมีการสำรวจทรัพยากรในชุมชน ซึ่งจะรวมทั้งทรัพยากรธรรมชาติ ทรัพยากรมนุษย์ บริการของหน่วยงานต่างๆ ในพื้นที่ทั้งภาครัฐและภาคเอกชนด้วย

2. เน้นการหาแนวทางการแก้ไขปัญหา โดยประชาชนมีส่วนร่วมการวิเคราะห์ปัญหาชุมชนและศึกษาดูว่าทรัพยากรในท้องถิ่นมีอะไรบ้างที่จะนำไปสู่วิธีการแก้ไข เป็นการพยายามประยุกต์ข้อมูล 2 เรื่องคือ ปัญหาและทรัพยากรท้องถิ่น หาแนวทางนำทรัพยากรในท้องถิ่นมาแก้ไขปัญหา

3. เน้นการให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการคัดเลือกโครงการเพื่อนำไปปฏิบัติ ถ้ามีปัญหาหลายเรื่องและมีแนวทางแก้ไขปัญหาโดยใช้ทรัพยากรในท้องที่ได้หลายวิธี จะต้องมีการพิจารณากันว่าปัญหาเรื่องใดเร่งด่วนกว่า และวิธีการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีใดจึงจะเหมาะสมกว่ากัน การพิจารณาเรื่อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความเหมาะสมของโครงการในการนำไปปฏิบัติ อาจต้องพิจารณาเชิงเศรษฐศาสตร์ในแง่ของความคุ้มทุน นอกจากนี้ต้องพิจารณาความเหมาะสมกับวัฒนธรรมพื้นบ้านเดิม

4. เน้นให้ชาวบ้านมีส่วนร่วมในการดำเนินการแก้ปัญหาและสามารถทำต่อไปได้หลังจากนักวิจัยออกจากพื้นที่แล้ว วิธีการที่จะทำให้งานเดินต่อไปได้ตลอด คือ การหาคนในหมู่บ้านเป็นแกนนำในการทำงานตั้งแต่ต้น และเพื่อให้แกนนำในหมู่บ้านสามารถทำงานต่อไปได้ ควรมีเครื่องมือหรืออุปกรณ์เพื่อช่วยส่งเสริมในการสื่อสาร การให้ข้อมูลแก่ชาวบ้านต่อไปในทางปฏิบัติ

จากการตรวจเอกสารเห็นได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติแบบมีส่วนร่วมซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ในชุมชนเพื่อพัฒนาหรือแก้ไขปัญหาของชุมชน และเพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็ง โดยการระดมพลังของชาวบ้านมาช่วยกันวิเคราะห์สถานการณ์ของชุมชน หาคำตอบและตัดสินใจในการแก้ปัญหาของชุมชน ในการวิจัยครั้งนี้ ได้นำแนวคิด ขั้นตอนและกระบวนการของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมไปใช้ในการปฏิบัติจริง โดยการศึกษาร่วมกับเกษตรกรและปฏิบัติการในพื้นที่ของเกษตรกร เพื่อให้มีสถานที่ดูงาน และมีตัวแทนเพื่อถ่ายทอดความรู้ให้กับชุมชนต่อไปเมื่อนักวิจัยดำเนินงานแล้วเสร็จ การเผยแพร่ความรู้ให้แก่กลุ่มเกษตรกร และการนำผลการวิจัยไปรายงานให้กับองค์กรส่วนท้องถิ่นทราบ เพื่อจะได้สนับสนุนและส่งเสริมการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินให้แก่เกษตรกรกลุ่มอื่นๆ ในชุมชนต่อไป ในการวิจัยครั้งนี้เลือกแนวทางการวิจัยลักษณะนี้เพราะเหมาะสมกับชุมชนและสอดคล้องกับการพัฒนาประเทศที่ต้องการให้คนสามารถพึ่งพาตนเองด้วยการรู้จักคิด รู้จักการวางแผนอย่างเป็นระบบ และรู้จักการทำงานอย่างมีส่วนร่วมเพื่อประโยชน์ของชุมชนอย่างแท้จริง

การเรียนรู้

ความหมายของการเรียนรู้

อารี พันธ์มณี (2534) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้ไว้ว่า หมายถึง กระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจากเดิมไปสู่พฤติกรรมใหม่ที่ค่อนข้างถาวร และพฤติกรรมใหม่นี้เป็นผลมาจากประสบการณ์หรือการฝึกฝน มิใช่เป็นผลจากการตอบสนองตามธรรมชาติ หรือสัญชาตญาณ หรือวุฒิภาวะ หรือพิษยาต่างๆ หรืออุบัติเหตุ หรือความบังเอิญ

ดวงเดือน ศาตรภัทร (2546) อธิบายว่า การเรียนรู้ คือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางด้านพุทธพิสัย (cognitive domain) ด้านจิตพิสัย (affective domain) หรือด้านทักษะพิสัย (pyschomotor domain) ที่ค่อนข้างถาวร หรือการเปลี่ยนแปลงขีดความสามารถของพฤติกรรมเท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งจะเป็นผลมาจากประสบการณ์ หรือการฝึกฝนที่ได้รับการเสริมแรง หรือจากการกระทำของตัวแบบที่ได้รับการเสริมแรง แต่ไม่ใช่การเปลี่ยนแปลงทางกายเพียงชั่วคราว เช่น การ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เจ็บป่วย ความอ่อนเพลีย หรือผลจากการใช้ยา และไม่ใช่การตอบสนองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เช่น สัญชาตญาณ วุฒิภาวะ หรือปฏิกิริยาสะท้อน เป็นต้น

จิราภา เต็งไตรรัตน์ และคณะ (2547) กล่าวว่า การเรียนรู้คือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ค่อนข้างถาวร ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากประสบการณ์หรือการฝึกหัดพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลง ที่ไม่จัดว่าเกิดจากการเรียนรู้เนื่องจากเป็นการเปลี่ยนแปลงเพียงชั่วคราวเท่านั้น เช่น ความเหน็ดเหนื่อย ผลจากการกินยา การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเนื่องมาจากวุฒิภาวะ การได้รับการบาดเจ็บทางกาย เหล่านี้ไม่นับว่าเกิดจากการเรียนรู้

จากที่กล่าวมา สรุปความหมายของการเรียนรู้ได้ว่า การเรียนรู้คือกระบวนการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอันเป็นผลมาจากประสบการณ์ การฝึกฝนที่เกิดขึ้นในตัวบุคคลและการเปลี่ยนแปลงนั้นเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ค่อนข้างถาวร

การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม

สุมณฑา พรหมบุญ และคณะ (2541) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม 3 วิธีการหลักๆ ที่ใช้ได้ผลดีมาแล้วหลายสถานการณ์ ดังนี้

1. กระบวนการกลุ่ม (group dynamics, group process) เป็นกระบวนการเรียนรู้ของกลุ่มผู้เรียนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะต้องมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีแรงจูงใจร่วมกันในการทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดโดยที่แต่ละคนในกลุ่มมีอิทธิพลต่อกัน การนำกระบวนการกลุ่มมาใช้ในระยะแรกเป็นไปเพื่อการฝึกทักษะด้านมนุษยสัมพันธ์ การพัฒนาบุคลิกภาพ การให้คำปรึกษาและแนะแนว

2. การเรียนรู้แบบร่วมแรงร่วมใจ (cooperative learning) เน้นการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ สมาชิกแต่ละคนจะต้องมีส่วนร่วม ทั้งโดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการแบ่งปันทรัพยากรการเรียนรู้ รวมทั้งเป็นกำลังใจแก่กันและกัน สมาชิกแต่ละคนจะต้องรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง พร้อมๆ กับการดูแลเพื่อนสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ความสำเร็จของแต่ละบุคคลคือความสำเร็จของกลุ่ม ความสำเร็จของกลุ่มคือความสำเร็จของทุกคน

3. การเรียนรู้แบบการสร้างสรรค์ความรู้ (constructivist) เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ต้องแสวงหาความรู้ และสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง ความแข็งแกร่ง ความเจริญงอกงามในความรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ และแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับคนอื่นๆ หรือได้พบสิ่งใหม่ๆ แล้วนำความรู้ที่มีอยู่มาเชื่อมโยง ตรวจสอบกับสิ่งใหม่ๆ แนวคิดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ความรู้ คือการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างสรรค์ความรู้ ความรู้เดิมเป็นพื้นฐานสำคัญของการสร้างสรรค์ความรู้ใหม่ และคุณภาพของการเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับบริบทที่เกิดขึ้น

ทิศนา แขมมณี และคณะ (2547) ได้กล่าวถึงกระบวนการเรียนรู้ (learning process) หมายถึง ขั้นตอนและวิธีการต่างๆ ที่ช่วยให้บุคคลเกิดการเรียนรู้ ทั้งนี้การเรียนรู้ที่ดีเป็นกระบวนการที่มีลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสติปัญญา หรือกระบวนการทางสมอง (cognitive process) ซึ่งบุคคลใช้ในการสร้างความเข้าใจ หรือสร้างความหมายของสิ่งต่างๆ ให้แก่ตนเองดังนั้น กระบวนการเรียนรู้ จึงเป็นกระบวนการของการกระทำ (acting on) ต่อข้อมูลและประสบการณ์ มิใช่เพียงการรับ (taking in) ข้อมูลหรือประสบการณ์เท่านั้น

2. การเรียนรู้เป็นงานเฉพาะตนหรือเป็นประสบการณ์ส่วนตัว (personal experience) ที่ไม่มีผู้ใดเรียนรู้หรือทำแทนกันได้

3. การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคม (social process) เนื่องจากบุคคลอยู่ในสังคมซึ่งเป็นสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อตนเอง การปฏิสัมพันธ์ทางสังคมจึงสามารถกระตุ้นการเรียนรู้และขยายขอบเขตของความรู้ด้วย

4. การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นได้ทั้งจากการคิด การปฏิบัติ การแก้ปัญหาและการศึกษาวิจัยต่างๆ

5. การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ตื่นตัว สนุก (active and enjoyable) และทำให้ผู้เรียนรู้สึกผูกพัน เกิดความใฝ่รู้ การเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่นำมาซึ่งความสนุกสนานหรือท้าทายให้ค้นหาคำตอบ

6. การเรียนรู้อาศัยสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (nurturing environment) สามารถเอื้ออำนวยให้บุคคลเกิดการเรียนรู้ได้ดี

7. การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นได้ทุกเวลาทุกสถานที่ ทั้งในโรงเรียน ครอบครัวและชุมชน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. การเรียนรู้คือการเปลี่ยนแปลง (change) กล่าวคือ การเรียนรู้จะส่งผลต่อการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตนเอง ทั้งทางด้านเจตคติ ความรู้สึก ความคิดและการกระทำ เพื่อการดำรงชีวิตอย่างปกติสุขและความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์

9. การเรียนรู้เป็นกระบวนการต่อเนื่องตลอดชีวิต (lifelong process) บุคคลจำเป็นต้องเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อการพัฒนาชีวิตและจิตใจของตนเอง การสร้างวัฒนธรรมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตจึงเป็นกระบวนการที่ยั่งยืน ช่วยให้บุคคลและสังคมมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง หากผู้เรียนมีกระบวนการเรียนรู้ที่ดีเกิดขึ้น กล่าวคือมีขั้นตอนและวิธีการในการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตนและสาระการเรียนรู้ ก็จะช่วยให้เกิดผลการเรียนรู้ที่ดี คือ เกิดความรู้ ความเข้าใจ ทักษะและเจตคติที่ต้องการ

จากสิ่งที่กล่าวมานี้ ผู้วิจัยได้นำมาใช้ประโยชน์ในการเป็นแนวทางในการร่วมกิจกรรมกับชุมชน ซึ่งจากการที่ได้ทราบเกี่ยวกับการเรียนรู้ของบุคคล ทำให้ผู้วิจัยสามารถนำมาออกแบบขั้นตอนและกิจกรรมให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ของชาวบ้านในชุมชน เพื่อทำให้เกิดการเรียนรู้จากการร่วมกิจกรรมในครั้งนี้

เทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ในระดับชุมชน

ปาริชาติ วลัยเสถียร และคณะ (2543) ได้เสนอเทคนิคการจัดการเรียนรู้ในระดับชุมชน โดยในการศึกษา จะใช้หลักการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง มุ่งให้เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการปฏิบัติ สาระของข้อมูลและความรู้ต้องสอดคล้องกับความต้องการและความสนใจที่เป็นประโยชน์ต่อกลุ่มเป้าหมาย และเน้นให้เกิดกระบวนการเสริมสร้างให้ชุมชน คิดเป็น พูดเป็น ทำเป็น

รูปแบบของการให้ความรู้ ได้แก่

1. การรณรงค์ด้วยสื่อ ใช้วิธีการแจกเอกสารและคู่มือต่างๆ แก่ชาวบ้าน การติดแผ่นโปสเตอร์ และการโฆษณาประชาสัมพันธ์

2. การให้โอกาสด้านการศึกษาในระบบและนอกระบบด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดบรรพชาสามเณร การฝากญาติโยมอุปการะส่งเสียให้เรียน การจัดหน่วยการศึกษาทางไกล เป็นต้น

3. การฝึกงาน เช่น การสอนทักษะไปพร้อมๆ กับการทำงาน การฝึกอาชีพ เป็นต้น

4. การจัดโรงเรียนทางเลือก เช่น โรงเรียนการทำมาหากิน โรงเรียนหมู่บ้านเด็ก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ห้องสมุดและศูนย์ข้อมูล ซึ่งเก็บรวบรวมผลงานขององค์กรและงานอื่นที่เกี่ยวข้องไว้บริการแก่ชุมชน

6. การสาธิต มักทำภายในหมู่บ้าน เพื่อให้ชาวบ้านเห็นและเข้าใจอย่างใกล้ชิด มักจะเป็นกิจกรรมร่วมของหมู่บ้าน เช่น ทำบ่อสาธิตการเลี้ยงปลา สาธิตการขยายพันธุ์พืช เป็นต้น เป็นการฝึกให้ชาวบ้านได้ทำจริงและทำเองได้ในโอกาสต่อไป

7. การฝึกอบรม ส่วนใหญ่จะเป็นการให้ความรู้เฉพาะเรื่อง โดยเชิญวิทยากรหรือผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านมาให้ความรู้โดยตรงในหมู่บ้าน หรือการส่งตัวแทนชาวบ้านหรือผู้สนใจไปรับการอบรมกับโครงการอื่นๆ นอกพื้นที่

8. การศึกษาดูงานและทัศนศึกษา ได้แก่ การพากลุ่มเป้าหมายไปดูตัวอย่างงานพัฒนาในพื้นที่อื่นๆ ทั้งที่เป็นตัวอย่างที่ประสบความสำเร็จและล้มเหลว เพื่อให้เห็นตัวอย่างจริงและมีการแลกเปลี่ยนความรู้กันในระดับบุคคลและกลุ่มคน กับผู้ที่เคยทำหรือกำลังทำกิจกรรมนั้นๆ ซึ่งจะทำให้ผู้ดูงาน ได้ข้อคิดและความรู้ต่างๆ เกิดแรงบันดาลใจและมีความเข้าใจในเรื่องนั้นๆ

9. การสัมมนา ส่วนใหญ่เน้นที่กลุ่มผู้นำ จะมีการสัมมนาแลกเปลี่ยนกันเองระหว่างผู้นำในพื้นที่หรือระหว่างพื้นที่ต่างๆ

10. การพบปะเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ทัศนะและประสบการณ์ เป็นกิจกรรมที่จัดทั้งในระดับของผู้นำและชาวบ้าน การค้นหาผู้รู้ที่เป็นปราชญ์และเชิญชวนให้มาพบเพื่อรู้จักและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ประสานให้เกิดความรู้ใหม่โดยการจัดกลุ่มพูดคุยแลกเปลี่ยนกันเองระหว่างชาวบ้านกับผู้นำหรือระหว่างผู้นำกันเอง

11. เผยแพร่ข้อมูลข่าวสารผ่านสื่อมวลชน เพราะสื่อมวลชนเป็นกลไกในการแพร่กระจายข้อมูลข่าวสารในวงกว้าง และมีบทบาทสำคัญในการให้ความรู้แก่สาธารณะชนได้เป็นอย่างดี การนำเสนอข่าวไม่เพียงแต่สะท้อนความเป็นจริง แต่ยังมีบทบาทในการชี้นำอีกด้วย รวมทั้งยังสามารถเป็นแรงกดดันเพื่อให้ปัญหาคลี่คลายลงได้

12. การจัดเวทีและงานมหกรรมเพื่อการรณรงค์ เป็นแนวทางการทำงานซึ่งยกระดับจากการนำเสนอสภาพปัญหาสู่การเรียกร้องให้มีการแก้ไขปัญหาในระดับนโยบาย

ในการวิจัยนี้จะนำรูปแบบการเรียนรู้ร่วมกับชุมชน ในเรื่องการรณรงค์ด้วยคู่มือ การสาธิต การฝึกอบรม การศึกษาดูงานและการทัศนศึกษา มาใช้เป็นแนวทางการเรียนรู้ร่วมกับเกษตรกร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเปลี่ยนแปลงเมื่อเกิดการเรียนรู้

Bloom (1974 อ้างใน ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2546) อธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงเมื่อเกิดการเรียนรู้ว่า เมื่อบุคคลเกิดการเรียนรู้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงทางด้านความรู้ ความเข้าใจ และความคิด (cognitive domain) หมายถึง การเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาสาระใหม่ จะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจสิ่งแวดล้อมต่างๆ ได้มากขึ้น เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสมอง

2. การเปลี่ยนแปลงทางด้านอารมณ์ ความรู้สึก ทัศนคติ ค่านิยม (affective domain) หมายถึง เมื่อบุคคลได้เรียนรู้สิ่งใหม่ ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกทางด้านจิตใจ ความเชื่อ ความสนใจ

3. ความเปลี่ยนแปลงทางด้านความชำนาญ (psychomotor domain) หมายถึง การที่บุคคลได้เกิดการเรียนรู้ ทั้งในด้านความคิด ความเข้าใจ และเกิดความรู้สึกนึกคิด ค่านิยม ความสนใจ แล้วนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปฏิบัติ ทำให้เกิดความชำนาญมากขึ้น

ในการวิจัยนี้ใช้แนวทางการเปลี่ยนแปลงเมื่อเกิดการเรียนรู้ของ Bloom เพื่อให้เกิดความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงการยอมรับของแต่ละบุคคล จากการยอมรับในระดับแนวคิดไปสู่การยอมรับในระดับนำไปปฏิบัติ

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการยอมรับ

ความหมายของการยอมรับ

การยอมรับ (adoption) มีผู้ให้ความหมายของการยอมรับไว้หลายท่าน ได้แก่ Rogers and Shoemaaker (1971) ได้ให้ความหมายของการยอมรับว่า เป็นกระบวนการทางจิตใจของบุคคลแต่ละคน ที่เริ่มตั้งแต่การรับรู้ข่าวเกี่ยวกับนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีหนึ่งๆ ไปจนถึงการยอมรับเอาเทคโนโลยีนั้นๆ ไปใช้อย่างเปิดเผย

บุญสม วราเอกศิริ (2535) ได้กล่าวถึงการยอมรับของเกษตรกรว่า เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของเกษตรกรภายหลังจากได้เรียนรู้แนวความคิด ความรู้ ความชำนาญ และประสบการณ์ใหม่ และนำไปยึดถือปฏิบัติตามซึ่งมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ 1) ยอมรับแล้วนำไปปฏิบัติตามตลอด ไป (continuous adoption) และ 2) ยอมรับแล้วนำไปปฏิบัติตามได้ระยะหนึ่งแล้วหยุดทำ (discontinuous adoption)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บุญธรรม จิตต์อนันต์ (2544) ให้ความหมายว่าการยอมรับเป็นกระบวนการทางจิตใจของบุคคล ซึ่งเริ่มต้นด้วยการเริ่มรู้หรือได้ยินเกี่ยวกับแนวคิดใหม่ แล้วไปสิ้นสุดลงด้วยการตัดสินใจยอมรับไปปฏิบัติ

โดยสรุปแล้วการยอมรับ หมายถึง กระบวนการทางความคิดของบุคคลที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ได้จากการเรียนรู้ จนเกิดความชำนาญ ประสบการณ์ และประโยชน์ของนวัตกรรมส่งผลให้บุคคลนั้นนำไปปฏิบัติตาม

กระบวนการยอมรับ (adoption process)

Wiwat Ruenglertponyakul (2012) ได้อธิบายถึงปัจจัยความสำเร็จในการถ่ายทอดเทคโนโลยี ประกอบด้วย 6 ปัจจัย คือ 1) การวางแผนเชิงมหภาค แต่ดำเนินงานแบบจุลภาค 2) การสำรวจทัศนคติผู้รับเทคโนโลยี 3) การสื่อสารเพื่อสร้างความเข้าใจอย่างต่อเนื่องและทั่วถึง 4) การสร้างฐานข้อมูลและแหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยี 5) การประเมินสถานการณ์ เพื่อเตรียมแผนสำรอง 6) จัดประชุมเพื่อนำเสนอผลและแลกเปลี่ยนหลังการถ่ายทอดเสร็จสิ้น

Rogers and Shoemaker (1971 อ้างใน บุญธรรม จิตต์อนันท์, 2536) กล่าวว่า กระบวนการยอมรับ (adoption process) เป็นกระบวนการทางจิตใจของบุคคล ซึ่งเริ่มต้นด้วยการเริ่มรู้หรือได้ยินเกี่ยวกับแนวคิดใหม่ แล้วไปสิ้นสุดลงด้วยการตัดสินใจยอมรับไปปฏิบัติ เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้และการตัดสินใจ จากการวิจัยพบว่าการที่บุคคลจะรับแนวความคิดใหม่ไปปฏิบัติ จะผ่านขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้นตอนด้วยกันคือ

1. ขั้นเริ่มรู้หรือรับรู้ (awareness) เป็นขั้นแรกที่บุคคลเริ่มรู้เกี่ยวกับเรื่องใหม่หรือความคิดใหม่ แต่ขาดรายละเอียด คือ รู้ว่าเรื่องนั้นเรื่องนี้เกิดขึ้นแล้วหรือทำได้แล้ว แต่เป็นเรื่องใหม่สำหรับตน เพราะไม่เคยได้ยินหรือเคยเห็นมาก่อน ทั้งนี้การรับรู้อาจเกิดขึ้นโดยบังเอิญด้วยการพบเห็นด้วยตนเอง หรือโดยการเผยแพร่ของเจ้าหน้าที่รัฐบาลหรือเอกชน ขั้นนี้นับว่าเป็นขั้นสำคัญเพราะเป็นขั้นแรกที่บุคคลเริ่มสัมผัส หรือรับรู้เกี่ยวกับแนวความคิดใหม่หรือสิ่งใหม่ๆ ต้องมีการจี้จุดหรือกระตุ้นให้เกิดความสนใจ อันจะนำไปสู่ขั้นสุดท้าย คือ การยอมรับหรือปฏิเสธ

2. ขั้นสู่ความสนใจ (interest) ในขั้นนี้บุคคลจะมีความสนใจในแนวคิดใหม่จึงพยายามใฝ่หาความรู้ในรายละเอียด โดยติดต่อหรือสอบถามจากผู้รู้ในรายละเอียดและปัญหาต่างๆ เกี่ยวกับแนวคิดนั้นๆ จุดสำคัญของขั้นนี้คือเขาจะไปหาความรู้เพิ่มเติมจากบุคคลอื่นหรือแหล่งความรู้อื่นใด และรายละเอียดหรือคำอธิบายที่ได้รับจะชัดเจนหรือไม่ เป็นเรื่องที่ควรพิจารณาเพราะหากเขาได้รายละเอียดไม่ดี ก็จะนำไปสู่ความล้มเหลวในขั้นที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ขั้นไตร่ตรอง (evaluation) ในขั้นนี้บุคคลจะศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับแนวความคิดใหม่แล้วคิดเปรียบเทียบกับงานที่ทำอยู่ในปัจจุบันว่า ถ้ารับเอาแนวความคิดใหม่มาปฏิบัติจะเกิดผลดีหรือไม่อย่างไร ทั้งในขณะนี้และในอนาคต ควรหรือไม่ที่จะทดลองดูก่อน ถ้าเขาไตร่ตรองดูแล้วคิดว่าผลดีมากกว่าผลเสีย เขาจะตัดสินใจทดลองทำ

4. ขั้นทดลองทำ (trial) ขั้นนี้เป็นขั้นที่บุคคลทดลองทำตามแนวความคิดใหม่โดยทำการทดลองแต่เพียงเล็กน้อย เพื่อดูว่าจะเข้ากันหรือไม่กับสภาวการณ์ในปัจจุบันของตนและผลจะออกมาตามที่คาดคิดไว้หรือไม่ ทั้งนี้คนส่วนใหญ่จะไม่ยอมรับแนวความคิดใหม่หากไม่ได้ทำการทดลองปฏิบัติจนเป็นที่มั่นใจ ฉะนั้นจึงเห็นได้ว่าขั้นนี้เป็นขั้นสำคัญก่อนนำไปสู่ขั้นสุดท้าย คือ การยอมรับไปปฏิบัติ

5. ขั้นนำไปปฏิบัติหรือขั้นยอมรับ (adoption) เป็นขั้นที่บุคคลตัดสินใจรับแนวความคิดใหม่ไปปฏิบัติหลังจากที่ได้ทดลองปฏิบัติจนได้รับผลเป็นที่พอใจ จุดสำคัญของขั้นนี้เป็นการพิจารณาผลการทดลองในขั้นที่ 4 และตัดสินใจที่จะปฏิบัติต่อไปจนเต็มรูปแบบตามแนวคิดใหม่ จะเห็นได้ว่ากระบวนการชักจูงใจและกระบวนการยอมรับนั้นมีขั้นตอนที่คล้ายคลึงกัน อาจแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ตรงกระบวนการชักจูงใจเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นระหว่างบุคคลกับบุคคล ส่วนกระบวนการยอมรับนั้นเกิดขึ้นเป็นขั้นตอนในตัวบุคคล ในปัจจุบันนี้ทั้ง 2 แนวความคิดนับว่ามีประโยชน์อย่างยิ่งในการปฏิบัติงานส่งเสริมและเผยแพร่เทคโนโลยีไปสู่เกษตรกร เพื่อให้เกิดการยอมรับและนำไปปฏิบัติต่อไป

กล่าวโดยสรุปแล้ว การยอมรับเทคโนโลยี หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของเกษตรกรภายหลังจากได้เรียนรู้แนวคิด ความรู้ ความชำนาญ และประสบการณ์ใหม่ และได้ยึดถือปฏิบัติตาม โดยเริ่มต้นด้วยการเริ่มรู้หรือได้ยินเกี่ยวกับแนวคิดใหม่ แล้วไปสิ้นสุดลงด้วยการตัดสินใจยอมรับไปปฏิบัติ เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้และการตัดสินใจ ดังนั้น ในการศึกษาการยอมรับเพื่อใช้ในการส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยี กลุ่มผู้รับการถ่ายทอด ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับเทคโนโลยี ตลอดจนตัวบ่งชี้ความสำเร็จของการเผยแพร่นวัตกรรมและเทคโนโลยีและนวัตกรรมเป็นสิ่งที่มีอิทธิพลในการศึกษาระดับการยอมรับเทคโนโลยี

ความเสื่อมโทรมของดิน

ทรัพยากรดิน เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญในการดำรงชีพของมนุษย์ ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่ต้องใช้ที่ดินเป็นปัจจัยหลัก ดังนั้น ปัญหาที่เกิดขึ้นในการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ การนำพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมมาใช้ในการเกษตร และการใช้ประโยชน์จากที่ดินที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ เป็นต้น ทำให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของดิน ซึ่งส่งผลกระทบทั้งทางตรงและ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทางอ้อมต่อเกษตรกร ชุมชน และประเทศชาติ ปัญหาของทรัพยากรดินและการใช้ที่ดินจึงแยกได้ 2 ประการคือ ปัญหาการใช้ที่ดินและปัญหาความเสื่อมโทรมของดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2540)

กรมพัฒนาที่ดิน (2540) ให้นิยามไว้ว่า ความเสื่อมโทรมของดินคือ การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมี กายภาพและชีวภาพของดินจนทำให้ดินนั้นมีคุณภาพลดลงจนไม่สามารถใช้เพื่อการเกษตรได้อย่างถาวรและให้ผลผลิตคงที่ตลอดไป โดยเป็นผลมาจากการขาดการจัดการดินอย่างถูกต้อง และจากปัญหาทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ส่งผลให้เกิดความเสื่อมโทรมของดินขึ้นหลายรูปแบบ เช่น ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง ดินแน่นตัว ปัญหาเหล่านี้ทำให้ดินบนซึ่งเป็นชั้นดินที่เหมาะสมในการเกษตรกรรมไม่สามารถให้ผลผลิตได้เต็มศักยภาพ

กรมพัฒนาที่ดิน (2549) ให้ความหมายของดินที่มีปัญหาต่อการใช้ประโยชน์ด้านเกษตรกรรม (problem soils) ว่าหมายถึง ดินที่มีคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างไม่เหมาะสม หรือไม่ค่อยเหมาะสมที่จะนำมาใช้สำหรับการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ ทำให้ผลผลิตต่ำ และต้องมีการจัดการดินเป็นกรณีพิเศษกว่าดินทั่วไปจึงจะสามารถใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูก และให้ผลผลิตดีเท่าที่ควรได้ ดินที่มีปัญหาส่วนใหญ่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ อันเนื่องมาจากวัตถุต้นกำเนิดดิน สภาพที่พื้นที่ ภูมิอากาศ พืชพรรณที่ขึ้นปกคลุม และระยะเวลาที่เกิดดิน อย่างไรก็ตามเมื่อสภาพธรรมชาติถูกทำให้เปลี่ยนแปลง เนื่องจากการตัดไม้ทำลายป่า และมีการใช้ที่ดินที่ไม่ระมัดระวัง อาทิ การสร้างแหล่งน้ำในพื้นที่ดินเค็มทำให้ปัญหาของดินเค็มเพิ่มความรุนแรง และขยายพื้นที่มากขึ้น นอกจากนี้การใช้ประโยชน์ที่ดินบนที่ลาดชันอย่างไม่คำนึงถึงหลักวิชาการยังก่อให้เกิดการสูญเสียหน้าดิน และความอุดมสมบูรณ์ของดิน เป็นต้น พื้นที่ดินที่มีปัญหาของประเทศไทย มีเนื้อที่ 174 ล้านไร่ (ตารางที่ 1)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 ดินปัญหาของประเทศไทย (จำแนกตามลักษณะและสมบัติดินประจำกลุ่มชุดดิน)

ดินที่มีปัญหา	เนื้อที่ (ไร่)
1. ดินเค็ม	**14,393,469**
ดินเค็มชายทะเล	2,660,983
ดินเค็มในแผ่นดินหรือดินเค็มบกที่พบในภาคกลาง	225,602
ดินเค็มในแผ่นดินหรือดินเค็มบกที่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	11,506,884
2. ดินทราย	**12,544,293**
ดินทรายในพื้นที่ลุ่ม	3,006,825
ดินทรายในพื้นที่ดอนที่ไม่มีชั้นดานอินทรีย์	9,017,898
ดินทรายที่มีชั้นดานอินทรีย์	519,570
3. ดินตื้น	**46,090,109**
ดินตื้นในพื้นที่ลุ่มหรือพื้นที่น้ำขัง	8,881,718
ดินตื้นในพื้นที่ดอนถึงลูกรัง ก้อนกรวดหรือเศษหิน	26,133,752
ดินตื้นในพื้นที่ดอนถึงชั้นมาร์ล	2,096,678
ดินตื้นในพื้นที่ดอนถึงชั้นหินพื้น	8,977,961
4. ดินเปรี้ยวจัด	**6,239,321**
ดินเปรี้ยวจัดที่พบชั้นดินกรดกำมะถันในระดับตื้น	952,154
ดินเปรี้ยวจัดที่พบชั้นดินกรดกำมะถันในระดับลึกปานกลาง	2,519,256
ดินเปรี้ยวจัดที่พบชั้นดินกรดกำมะถันในระดับลึก	2,767,911
5. ดินอินทรีย์	**260,109**
6. ดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกรด	**95,410,591**
รวมพื้นที่	**174,937,892**

* พื้นที่ดินปัญหาตามลักษณะประจำกลุ่มชุดดิน ไม่รวมพื้นที่ที่มีปัญหาอื่นซ้อนทับอยู่

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2553)

กรมพัฒนาที่ดิน (2555) สรุปผลการดำเนินงานด้านการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อฟื้นฟูดินเสื่อมโทรม ได้มีการปรับปรุงบำรุงดิน โดยส่งเสริมการใช้สารอินทรีย์ลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร ครอบคลุมทั้งประเทศ รวมพื้นที่ประมาณ 90.2 ล้านไร่ และปรับปรุงคุณภาพดินในพื้นที่ดินมีปัญหาไม่น้อยกว่า 7.01 ล้านไร่ จาก 116.03 ล้านไร่ ได้แก่ การปรับปรุงพื้นที่ดินเค็ม 5 ล้านไร่ การปรับปรุงพื้นที่ดินเปรี้ยว 1.38 ล้านไร่ และปรับปรุงพื้นที่ดินกรด 0.68 ล้านไร่ โดยมีสัดส่วนการแก้ปัญหาด้านการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อฟื้นฟูดินเสื่อมโทรม คิดเป็นร้อยละ 8.14 (ตารางที่ 2)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 สภาพปัญหาและผลการดำเนินการแก้ปัญหาดินของกรมพัฒนาที่ดิน

สภาพปัญหา/กิจกรรม	หน่วยนับ	พื้นที่ที่มีปัญหา	รวมผลงานที่ดำเนินการแล้ว
1. การอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน	ล้านไร่	108.87	14.55
1.1 วิธีกล โดยจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำบนพื้นที่ลุ่ม-ดอน สูง	ล้านไร่		5.48
1.2 วิธีพืช โดยการรณรงค์และส่งเสริมการปลูกหญ้าแฝก	ล้านไร่		9.07
2. ด้านการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อฟื้นฟูดินเสื่อมโทรม			
2.1 ส่งเสริมการใช้สารอินทรีย์ลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร	ล้านไร่		90.20
2.2 ปรับปรุงคุณภาพดิน	ล้านไร่		7.01
- การพัฒนาพื้นที่ดินเค็ม	ล้านไร่	14.39	5.00
- การพัฒนาพื้นที่ดินเปรี้ยว	ล้านไร่	6.23	1.38
- การปรับปรุงพื้นที่ดินกรด	ล้านไร่	95.41	0.63
3. ด้านการพัฒนาแหล่งน้ำ			
3.1 พัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ	แห่ง	16,297.00	7,473.00
3.2 แหล่งน้ำในไร่นานอกเขตชลประทาน	บ่อ	806,591.00	137,077.00

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2555)

แนวทางการปรับปรุงบำรุงดิน โดยวิธีธรรมชาติ

ชมรมเกษตรอินทรีย์แห่งประเทศไทย (2545) อธิบายไว้ว่า ดินที่ใช้ทำการเพาะปลูก ที่มีปัญหาไม่ว่าจะเป็นดินที่เสื่อมค่า ขาดความอุดมสมบูรณ์ มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ดินทราย ดินกรวด ดินลูกรัง ดินเหมืองแร่ ดินพรุ ดินเปรี้ยว ดินเค็ม ดินที่มีหน้าดินถูกชะล้าง ดินเหล่านี้สามารถปรับปรุงให้เกิดประโยชน์ใช้ในการเพาะปลูกได้ อาจโดยการปรับปรุงดินโดยวิธีธรรมชาติ ซึ่งเป็นวิธีที่ทำได้ง่าย ด้วยการนำวัสดุที่เกิดโดยธรรมชาติ หรือวัสดุเหลือใช้ มาใช้เป็นแหล่งธาตุอาหารพืชในดิน ตลอดจนการเขตกรรม และระบบการจัดการเกษตรที่เหมาะสมเป็นการหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีสังเคราะห์มาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงบำรุงดิน ทำให้เกิดผลผลิตที่บริสุทธิ์เป็นประโยชน์ต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค ช่วยลดต้นทุนการผลิตและลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เป็นพิษอีกด้วย อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงบำรุงดินโดยวิธี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ธรรมชาตินั้น จะต้องคำนึงถึงความสมดุลทางเคมี ชีวะ และกายภาพ เป็นหลัก ซึ่งสามารถดำเนินการได้โดยวิธีต่างๆ ดังนี้

1. การปรับปรุงบำรุงดินโดยใช้ระบบพืช ประกอบด้วย

1.1 การปลูกพืชต่างชนิดแบบผสมผสาน
1.2 การปลูกพืชหมุนเวียน
1.3 การปลูกพืชสดเป็นปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดิน
1.4 การปลูกพืชคลุมดิน

วิธีดังกล่าวช่วยปรับปรุงดินได้ดังนี้

ก. เพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน
ข. สะสมธาตุอาหารให้แก่ดิน
ค. เพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ให้แก่ดิน
ง. ป้องกันดินเป็นโรค
จ. ป้องกันการชะล้าง และพังทลายของดิน
ฉ. ลดศัตรูพืชในดิน
ช. รักษาอุณหภูมิดิน
ฌ. ทำให้ดินร่วนซุยอ่อนนุ่มไม่แข็งกระด้าง

2. การปรับปรุงบำรุงดิน โดยใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

2.1 การใช้ปุ๋ยคอก
2.2 การใช้ปุ๋ยหมัก
2.3 การใช้เศษพืช

การใช้วัสดุดังกล่าวก่อให้เกิดประโยชน์ดังนี้

ก. เพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน
ข. เพิ่มธาตุอาหารพืชให้แก่ดิน
ค. เพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ให้แก่ดิน
ง. ช่วยลดความเปรี้ยว ความเค็ม ความเป็นด่างของดิน
จ. ลดศัตรูพืชในดิน
ฉ. ช่วยให้ดินร่วนซุย ดินอุ้มน้ำได้ดีขึ้น
ช. ช่วยให้ดินมีพลัง สามารถรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ได้มากขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ซ. รักษาอุณหภูมิดิน
ฌ. ทำให้สิ่งแวดล้อมดีขึ้น

3. การปรับปรุงบำรุงดินโดยใช้จุลินทรีย์ (microorganisms) ก่อให้เกิดประโยชน์ดังนี้

3.1 สร้างธาตุอาหาร
3.2 แก้ไขการขาดสมดุลของจุลินทรีย์ในดิน
3.3 ช่วยป้องกันดินเป็นโรค
3.4 ช่วยย่อยอินทรีย์สาร และอนินทรีย์สารในดินให้เกิดประโยชน์
3.5 ลดสารพิษในดิน และทำให้ดินสะอาด

4. การปรับปรุงบำรุงดิน โดยใช้วัสดุที่เกิดจากแหล่งธรรมชาติ

4.1 การใช้ปุ๋ยมาร์ล โดโลไมท์ หินฟอสเฟต หินฝุ่นปะการัง เปลือกหอยและกระดูกป่น เป็นวัสดุปรับปรุงดินเปรี้ยว เพื่อลดความเปรี้ยวของดินให้น้อยลง และเป็นการเพิ่มธาตุอาหารพืช เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัสให้แก่ดิน

4.2 การใช้แร่ยิปซัม ลดความเค็ม และเพิ่มธาตุอาหาร เช่น แคลเซียม และกำมะถันให้แก่ดิน

5. การปรับปรุงบำรุงดินโดยการใช้เขตกรรม (deep cultivation) การไถพรวนลึก ช่วยปรับปรุงดินได้ ดังนี้

5.1 ป้องกันการเกิดโรคในดิน
5.2 ปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน
5.3 เพิ่มชั้นดินให้สูงขึ้น

6. การปรับปรุงบำรุงดินโดยการใช้น้ำฝน (rain water)

น้ำฝนเป็นน้ำที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ ขณะที่ฝนตกมีฟ้าแลบ ทำให้ก๊าซไนโตรเจนทำปฏิกิริยากับก๊าซไฮโดรเจนเป็นแอมโมเนีย (NH_3) ก๊าซนี้ละลายปะปนมากับน้ำฝนช่วยเพิ่มธาตุไนโตรเจน ในดินเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูกได้

7. การปรับปรุงดินโดยใช้ไส้เดือน (eargth worm) ก่อให้เกิดประโยชน์ดังนี้

7.1 พรวนดินทำให้ดินร่วนซุย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.2 สร้างอินทรียวัตถุ
7.3 เพิ่มธาตุอาหารพืช
7.4 ป้องกันน้ำท่วม
7.5 เพิ่มช่องอากาศในดิน

จากแนวทางการปรับปรุงดินทั้ง 7 แนวทาง จะเห็นว่ายังไม่มีการใช้ถานชีวภาพในการปรับปรุงดิน และจากประโยชน์ของการปรับปรุงดินแต่ละวิธีเมื่อใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน คุณสมบัติของถ่านชีวภาพถือได้ว่าสามารถช่วยปรับปรุงดินได้ทั้ง 7 แนวทาง

จากแนวทางการปรับปรุงบำรุงดินทั้ง 7 แนวทาง จะเห็นว่ายังไม่มีการแนะนำให้ใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน ทั้งนี้จากการตรวจเอกสารเรื่องคุณสมบัติของถ่านชีวภาพเมื่อนำมาใช้เป็นวัสดุในการปรับปรุงดินจะก่อให้เกิดประโยชน์เช่นเดียวกันแนวทางการปรับปรุงดินทั้งหมดนี้ และในการวิจัยนี้จะนำแนวทางการปรับปรุงดินเป็นคำถามเพื่อถามความรู้เรื่องการปรับปรุงดินก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมของผู้เข้าอบรมและสัมมนา

วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร

วัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตร หรือชีวมวลหมายถึง สิ่งที่ได้มาจากสิ่งมีชีวิต เช่น ต้นไม้ อ้อย มันสำปะหลัง ถ่านฟืน แกลบ วัชพืชต่างๆ หรือแม้กระทั่งขยะและมูลสัตว์ ในปี พ.ศ. 2554 ประเทศไทยมีปริมาณชีวมวลถึง 102 ล้านตัน และมีเศษวัสดุที่ยังไม่ได้ใช้ถึง 64 ล้านตัน (ตารางที่ 3) ชีวมวลเหล่านี้หากนำมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ เราจะสามารถลดการใช้พลังงานด้านอื่น อาทิ พลังงานจากน้ำมัน ไฟฟ้า แก๊ส ถ่านหิน ฯลฯ ซึ่งจะช่วยลดการใช้พลังงานที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และช่วยลดการสูญเสียเงินตราของประเทศ ในการนำเข้าเชื้อเพลิงดังกล่าวอีกด้วย ดังนั้นการคิดค้นและพัฒนาการนำชีวมวลมาใช้เป็นพลังงานทดแทนในรูปแบบต่างๆ จึงเป็นการแสวงหาหนทางใหม่ ในการใช้พลังงานเพื่ออนาคต ในขณะเดียวกันก็ต้องพยายาม ลดความสูญเสีย และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานด้วยเช่นกัน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552)

ทั้งนี้เทคโนโลยีในการจัดการชีวมวลให้ที่มีประสิทธิภาพมีราคาแพงและต้องการผู้เชี่ยวชาญในการควบคุมการทำงาน รวมถึงปริมาณชีวมวลที่นำมาใช้จะต้องมีปริมาณมาก ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะมีปริมาณชีวมวลมากแต่ชีวมวลนี้เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ปริมาณน้อย จึงต้องมีการรวบรวมจากแต่ละพื้นที่มาใช้ร่วมกัน ซึ่งจะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งเพิ่มขึ้น ดังนั้นแนวคิดเรื่องการนำเศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรมาผลิตเป็นถ่านชีวภาพเพื่อใช้ในการปรับปรุงดิน จึงควรส่งเสริมให้เกษตรกรนำไปประยุกต์ในการทำการเกษตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 ชนิดและปริมาณวัสดุเหลือใช้ภาคการเกษตร ปี 2554

ชนิดวัสดุ	ผลผลิตต่อปี (ล้านตัน)	วัสดุเหลือใช้ที่เกิดขึ้น (ล้านตัน)	ปริมาณวัสดุเหลือใช้ที่ยังไม่มีการใช้ (ล้านตัน)
อ้อย (ชานอ้อย-ยอดและใบ)	95.95	56.90	34.35
ข้าว (แกลบ-ฟางข้าว)	31.47	21.31	13.19
ถั่วเหลือง (ต้น-เปลือก-ใบ)	0.15	0.10	0.08
ข้าวโพด (ซัง-ลำต้น)	4.61	4.02	2.53
ปาล์มน้ำมัน (ทะลาย-ใย-กะลา-ก้าน)	10.78	15.75	11.95
มันสำปะหลัง (ลำต้น-เหง้า)	21.91	3.26	1.67
มะพร้าว (ก้าน-กาบ-กะลา)	1.06	0.84	0.53
ไม้ยางพารา (กิ่ง-ก้าน)	3.35	0.34	0.46
รวม	169.28	102.51	64.74

หมายเหตุ: รายละเอียดการคำนวณแสดงในตารางผนวกที่ ช 5

ที่มา: ผลผลิตต่อปี: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554)

วัสดุเหลือใช้ที่เกิดขึ้นและปริมาณวัสดุเหลือใช้: คำนวณจาก กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (2544)

แนวคิดเกี่ยวกับถ่านชีวภาพ

การผลิตถ่านชีวภาพ เริ่มปรากฏมาหลายร้อยปีที่แล้ว โดยชนพื้นเมืองในแถบอเมริกาใต้ที่อาศัยอยู่บริเวณลุ่มน้ำแอมะซอนได้ใช้มูลสัตว์และไม้ในการผลิตถ่านแล้วใส่ลงไปในดิน เรียกบริเวณนี้ว่า เทร์รา เปรตา (Terra Preta) ซึ่งเป็นคำที่มาจากภาษาโปรตุเกส แปลว่าดินสีดำ (black earth) ปัจจุบันเทร์รา เปรตา ยังคงมีแร่ธาตุที่อุดมสมบูรณ์โดยที่ไม่ต้องใส่ปุ๋ยหรือแร่ธาตุใดๆ เพิ่มเข้าไป และในปัจจุบันมีการทำการทดลองขนาดใหญ่ เพื่อที่จะนำถ่านชีวภาพไปใช้ในงานที่มีขนาดใหญ่ขึ้น นักวิจัยเชื่อว่ามวลสารชีวภาพที่พัฒนาออกมาในรูปแบบของถ่านชีวภาพ ยังสามารถพัฒนาเพื่อการพาณิชย์ในด้านต่างๆ ได้ เช่น เชื้อเพลิงชีวภาพ กระแสไฟฟ้า การสกัดสารชีวภาพและองค์ประกอบของยา (อรสา สุกสว่าง, 2552)

ถ่านชีวภาพ หรือ biochar คือ วัสดุที่อุดมด้วยคาร์บอน ผลิตจากมวลชีวภาพ (biomass) ผ่านกระบวนการย่อยสลายด้วยความร้อนโดยไม่ใช้ออกซิเจน (pyrolysis) ที่อุณหภูมิเกิน 300 องศาเซลเซียส ซึ่งมีสองวิธีหลักๆ คือการแยกสลายอย่างรวดเร็วและอย่างช้า Lehmannns (2007) ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาการสลายตัวของสารด้วยความร้อนในสภาวะไร้อากาศหรืออับอากาศในช่วงอุณหภูมิสูง 500-800 องศาเซลเซียส ซึ่งได้ผลิตภัณฑ์ 3 ชนิด ได้แก่ แก๊ส (คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนนอกไซด์ แก๊สไฮโดรคาร์บอน และอื่นๆ) ของเหลว (สารละลายอินทรีย์และน้ำมันดิน, tar) และของแข็ง (ถ่าน) โดยสัดส่วนของผลิตภัณฑ์และสารประกอบในผลิตภัณฑ์ที่ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของชีวมวลและวิธีการไพโรไลซิส

Brown (2009) อธิบายวิธีการไพโรไลซิสแบ่งตามเวลาที่ใช้ในการแยกสลายได้เป็น 4 ประเภทหลักๆ ตามตารางที่ 4 คือ การแยกสลายแบบเร็วที่อุณหภูมิเฉลี่ย 500 องศาเซลเซียส ใช้เวลาเป็นวินาที จะได้ผลผลิตของถ่านชีวภาพร้อยละ 12 การแยกสลายด้วยความเร็วปานกลาง อุณหภูมิเฉลี่ย 500 องศาเซลเซียส ใช้เวลาเป็น 10-20 วินาที จะได้ผลผลิตของถ่านชีวภาพร้อยละ 20 และการแยกสลายด้วยความเร็วอย่างช้า อุณหภูมิเฉลี่ย 500 องศาเซลเซียส ใช้เวลาเป็น 5-30 นาที วิธีนี้จะได้ถ่านชีวภาพมากที่สุด คือร้อยละ 35

ตารางที่ 4 อุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการไพโรไลซิส

เทคโนโลยี	อุณหภูมิที่ใช้	เวลาที่ใช้	ของแข็ง (biochar) ร้อยละ	ของเหลว (bio-oil) ร้อยละ	แก๊ส (syngas) ร้อยละ
การแยกสลายแบบเร็ว	~ 500 ^{0}ซ.	1 วินาที	12	75	13
การแยกสลายแบบปานกลาง	~ 500 ^{0}ซ.	10-20 วินาที	20	50	30
การแยกสลายแบบช้า	~ 500 ^{0}ซ.	5-30 นาที	35	30	35
กระบวนการแปลสภาพเป็นแก๊ส	>750 ^{0}ซ.	10-20 วินาที	10	5	85

ที่มา: Brown (2009)

ถ่านชีวภาพมีความหมายแตกต่างจากถ่านทั่วไป ตรงจุดมุ่งหมายของการใช้ประโยชน์ คือ ถ่านทั่วไปจะหมายถึงถ่านเชื้อเพลิง ขณะที่ถ่านชีวภาพ คือถ่านที่ใช้ประโยชน์กักเก็บคาร์บอนลงดินและปรับปรุงดิน (Rick, 2007 อ้างใน อรสา สุกสว่าง, 2552) การกักเก็บคาร์บอนในดินด้วยการแยกสลายมวลชีวภาพด้วยความร้อนจะได้คาร์บอนถึงร้อยละ 50 ของคาร์บอนที่มีอยู่ในมวลชีวภาพ คาร์บอนที่ได้จากการเผามวลชีวภาพจะเหลือเพียงร้อยละ 3 และจากการย่อยสลายโดยธรรมชาติหลังจาก 5-10 ปี จะไดรับคาร์บอนน้อยกว่าร้อยละ 20 ปริมาณของคาร์บอนที่ได้จะขึ้นกับชนิดของมวลชีวภาพ สำหรับอุณหภูมิจะมีผลน้อยมากถ้าอยู่ระหว่าง 350-500 องศา (Lenmann et at., 2006)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การใช้ถ่านชีวภาพ (biochar) ในการปรับปรุงบำรุงดิน

ถ่านชีวภาพ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากกระบวนการแยกสลายด้วยความร้อนของวัตถุดิบอินทรีย์ที่ได้โดยตรงจากสิ่งมีชีวิต เช่น พืช สัตว์ หรือโดยอ้อมจากของเสียที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตรชุมชน ซึ่งถ่านชีวภาพที่ได้สามารถเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในดินให้สูงโดยการปรับปรุงโครงสร้างทางด้านเคมี ความหลากหลายทางชีวภาพ และด้านฟิสิกส์ ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและเพิ่มธาตุอาหาร นอกจากนั้นถ่านชีวภาพยังช่วยในการลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้ปกติ โดยคาร์บอนส่วนหนึ่งจะคงอยู่ในถ่านชีวภาพ เมื่อนำถ่านชีวภาพลงดิน กระบวนย่อยสลายธรรมชาติจะทำให้คาร์บอนในถ่านชีวภาพถูกปลดปล่อยสู่บรรยากาศอย่างช้าๆ ทั้งนี้จะเห็นว่าการใช้ถ่านชีวภาพ (biochar) ทำให้การทำการเกษตรมีความยั่งยืน ลดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม และที่สำคัญสามารถลดปัญหาขยะที่เป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อนได้อีกด้วย (Lehmann *et al*. 2003, Steiner *et al*. 2007)

เนื่องจากถ่านไม้มีรูพรุนมากมาย เมื่อใส่ถ่านไม้ลงไปในดิน จะทำให้ดินร่วนซุย อุ้มน้ำและอากาศได้มากขึ้น ทำให้รากพืชขยายตัวได้อย่างรวดเร็ว ทั้งยังดูดซับปุ๋ยไนโตรเจนไม่ให้ระเหยสู่อากาศในรูปของแก๊สแอมโมเนียทำให้ประหยัดปุ๋ย รวมทั้งแร่ธาตุต่างๆ ที่มีอยู่ในถ่านไม้จะเป็นแหล่งจุลธาตุ (trace element) สำหรับพืชได้เป็นอย่างดี ถ่านไม้สามารถช่วยปรับปรุงดินที่เสื่อมโทรมจากทำการเกษตรที่ไม่ถูกได้ เช่น ปลูกพืช ชนิดเดิมซ้ำๆ กัน ทำให้เป็นแหล่งสะสมโรคและแมลง รวมทั้งสารเคมีที่ตกค้างเป็นผลให้ดินเป็นกรดจัดส่งผลให้ประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ยลดลง รวมทั้งยังทำให้โรคและแมลงสร้างภูมิต้านทานต่อสารเคมี เมื่อเกิดกรณีดังกล่าวเกษตรกรมักจะเพิ่มปริมาณการใช้สารเคมีซึ่งทำให้สภาพดินเสื่อมโทรมยิ่งขึ้น รวมทั้งระบบนิเวศน์ที่ควบคุมโรคและแมลงโดยธรรมชาติด้วยการสร้างสมดุลของแมลงและจุลินทรีย์ โดยมีแมลงและจุลินทรีย์ที่เป็นตัวห้ำและตัวเบียนคอยควบคุมไม่ให้มีจำนวนแมลงและจุลินทรีย์ที่เป็นโทษแก่พืชมากเกินไป (วิชัย ลิมโพธิ์ทอง, 2554)

ศิริลักษณ์ ศิริสิงห์ (2555) ได้ทำการสัมภาษณ์เกษตรกรในอำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ด ซึ่งใช้ถ่านในการปรับปรุงดิน เป็นระยะเวลากว่า 15 ปี การนำถ่านมาใช้ในการเกษตรเริ่มจากความพยายามปรับปรุงคุณสมบัติดินเหนียวในบริเวณบ้านให้ร่วนซุย เพื่อทำการเพาะปลูก ประกอบกับเกษตรกรใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงในการบีบเส้นขนมจีนขาย ทำให้ได้ถ่านแกลบจากเชื้อเพลิงนี้ จึงได้ทดลองนำถ่านแกลบมาหว่านลงดินและทำการขุดพรวน พบว่าทำให้ดินร่วนซุยได้เร็วขึ้น จึงได้ทดลองปลูกผักโดยใช้ถ่านแกลบร่วมกับปุ๋ยคอก เมื่อทำการเพาะปลูกอย่างต่อเนื่องในปีที่ 3 จึงได้ปลูกผักคะน้า โดยใช้ถ่านร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ แทนปุ๋ยคอกซึ่งต้องซื้อมาใช้ ผลการทดลองพบว่า การใช้ถ่านแกลบร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ ให้ผลผลิตเทียบเท่ากับการใช้ปุ๋ยคอก และไม่มีวัชพืชอื่นๆ ในแปลง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผัก ทั้งนี้เกษตรกรรายนี้ ได้ทำการปลูกคะน้าซ้ำในพื้นที่เดิมมาเป็นระยะเวลากว่า 15 ปี โดยไม่มีปัญหาเรื่องดินเสื่อม และไม่ทำให้ผลผลิตน้อยลง (รายละเอียดบทสัมภาษณ์ แสดงในภาคผนวก ฉ)

โดยสรุปจากการตรวจเอกสาร ถ่านชีวภาพ (biochar) ซึ่งผลิตจากวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร ผ่านกระบวนการแยกสลายด้วยความร้อนโดยใช้ออกซิเจนจำกัด (pyrolysis) ซึ่งมี 2 วิธีหลัก คือ การเผาอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิเฉลี่ย 700 องศาเซลเซียส ใช้เวลาเป็นวินาที ผลผลิตที่ได้จะเป็นน้ำมันชีวภาพ แก๊สสังเคราะห์ และถ่านชีวภาพร้อยละ 20 และเผาด้วยความร้อนอย่างช้า จะได้ผลผลิตจากถ่านชีวภาพมากกว่าร้อยละ 50 แต่ใช้เวลาเป็นชั่วโมง การผลิตถ่านชีวภาพจะนิยมใช้วิธีเผาด้วยความร้อนอย่างช้า ถ่านชีวภาพมีความหมายต่างจากถ่านทั่วไป (charcoal) ตรงจุดมุ่งหมายการใช้ประโยชน์ คือถ่านทั่วไปจะหมายถึงถ่านที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง ขณะที่ถ่านชีวภาพคือถ่านที่ใช้ประโยชน์เพื่อกักเก็บคาร์บอนลงในดินและปรับปรุงดิน เนื่องจากมีคุณสมบัติคือเป็นรูพรุนตามธรรมชาติ ช่วยให้สามารถอุ้มน้ำรวมถึงเป็นที่อยู่ของจุลินทรีย์ซึ่งเป็นตัวสร้างอาหารในดิน และดูดยึดธาตุอาหาร ปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชแบบช้าๆ ทำให้ลดการสูญเสียธาตุอาหาร นอกจากนี้ ยังช่วยเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยชีวภาพให้สูงขึ้น ทำให้ประหยัดการใช้ปุ๋ย ลดต้นทุน เพิ่มรายได้ เพิ่มผลผลิต เป็นเทคโนโลยีที่สามารถพัฒนาได้ตั้งแต่ระดับครัวเรือน ชุมชนและองค์กรส่วนท้องถิ่น และสามารถให้ผลผลิตร่วมเป็นพลังงานชีวภาพ ดังนั้นการเผาถ่านชีวภาพในการวิจัยนี้ จะใช้กระบวนการเผาไหม้แบบช้า เนื่องจากข้อจำกัดของอุปกรณ์ และเพื่อให้ได้ปริมาณคาร์บอนสะสมในถ่านมากกว่าการเผาอย่างรวดเร็ว

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อุทัยรัตน์ และคณะ (2536) ได้ศึกษาการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อความยั่งยืนของการเกษตรและสิ่งแวดล้อมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยนำถ่านแกลบจากโรงสีข้าวที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงในการเดินเครื่องจักรมาทดลองเพื่อศึกษาผลของถ่านแกลบในการเป็นวัสดุปรับสภาพดิน โดยคลุกกับดินทรายที่มีต่อถั่วเหลือง ทำการทดลองในไร่ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น และในเรือนทดลองที่ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือในปี 2535 ผลการทดลอง แสดงให้เห็นว่าการเจริญเติบโตของส่วนลำต้นและส่วนรากรวมทั้งกิจกรรมการตรึงไนโตรเจน และผลผลิตของถั่วเหลืองได้เพิ่มขึ้น เมื่อใช้ถ่านแกลบในอัตรา 1 ตันต่อ 0.1 เฮกแตร์ คลุกกับดินในไร่ ส่วนการทดลองในกระถางนั้น ประสิทธิภาพของถ่านแกลบ ที่คลุกดินชุดวารินจะช่วยให้การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองสูงกว่าในดินชุดยโสธร และการใช้ถ่านแกลบในปริมาณ 750 กิโลกรัม ต่อ 0.1 เฮกแตร์ จะให้ผลดีกว่าปริมาณ 1.5 ตันต่อ 0.1 เฮกแตร์ นอกจากนั้นถ่านแกลบยังช่วยปรับปรุงคุณสมบัติดิน อันได้แก่ ความเป็นกรดของดิน (pH) โปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (P) แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Mg) การระบายอากาศ ความหนาแน่นดินรวม และการซึมน้ำของดินทรายให้ดีขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Rajkovich (2010) ได้ปรับปรุงดินในเรือนกระจกที่มีการควบคุมอุณหภูมิและน้ำตลอด 24 ชั่วโมง ด้วยการปลูกต้นข้าวโพด โดยใช้ถ่านชีวภาพที่ได้จากชีวมวล 8 ชนิด คือ ซังข้าวโพด หญ้าแห้ง ต้นโอ๊ก ต้นสน มูลโค กระดาษจากโรงย่อยขยะ และมูลเป็ด ชีวมวลแต่ละชนิดใช้อุณหภูมิในการเผาตั้งแต่ 300 ถึง 600 องศาเซลเซียส รวมถ่านชีวภาพที่ใช้ในการทดลองทั้งหมด 32 แบบ และใช้อัตราส่วนระหว่างดินและถ่านชีวภาพ 4 แบบ คือ ร้อยละ 0.2 0.5 2 และ 7 ภายหลังการทดลองทำการวัดอัตราการแลกเปลี่ยนประจุในดิน และชั่งน้ำหนักต้นข้าวโพดเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาถ่านชีวภาพและอัตราส่วนที่ใช้ในการผสมกับดิน การทดลองแสดงผลชัดเจนว่าอัตราส่วนการใช้ถ่านชีวภาพที่เผาทุกอุณหภูมิจะได้ผลดีที่สุดคืออัตราที่ไม่เกิน ร้อยละ 2 หากมากกว่านี้ ผลผลิตที่ได้จะน้อยกว่าการทดลองแบบควบคุม โดยอัตราส่วนดีที่สุดคือร้อยละ 0.5

วิชัย ลิมโพธิ์ทอง และคณะ (2554) ศึกษาการใช้ชนิดและอัตราที่เหมาะสมของถ่านชีวภาพร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีในการเพิ่มผลผลิตของข้าวปทุมธานี 1 โดยใช้ถ่านชีวภาพ 4 ชนิดคือ ถ่านไม้ ถ่านแกลบจากโรงไฟฟ้าชีวมวล ถ่านแกลบจากเตาเผาคุนตัง และถ่านชีวภาพที่ได้จากกากน้ำหมักชีวภาพ โดยใช้อัตรา 200 และ 400 กิโลกรัมต่อไร่ ในการปรับปรุงดินทรายที่เป็นกรด ผลการทดลองระบุว่าถ่านชีวภาพทุกชนิด ไม่ทำให้สมบัติทางเคมีของดินและผลผลิตของข้าวแตกต่างกับแปลงควบคุม แต่มีแนวโน้มแสดงให้เห็นว่าการใช้ถ่านชีวภาพสามารถเพิ่มผลผลิตของข้าวให้สูงกว่าแปลงควบคุมได้ สาเหตุที่ทำให้ผลการทดลองระหว่างแปลงควบคุมกับแปลงที่ใช้ถ่านชีวภาพไม่แตกต่างกันอาจเนื่องมาจากการใช้ถ่านชีวภาพในนาข้าวที่มีน้ำท่วมขัง ถ่านชีวภาพซึ่งมีขนาดเล็กกว่าเนื้อดินจึงถูกน้ำนำพาให้เคลื่อนที่ลึกลงไปในชั้นดินที่ลึกเกินรากข้าว รวมไปถึงการใช้ถ่านชีวภาพในการทดลองอาจใช้ในปริมาณที่น้อยเกินไป

เสาวคนธ์ เหมวงษ์ (2554) ได้ใช้ถ่าน (charcoal) ปรับปรุงดินเพื่อปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวหวาน ในจังหวัดนครพนม โดยกำหนด 4 กรรมวิธี คือ ดินอย่างเดียว ดินและถ่าน ดินและปุ๋ยไนโตรเจน และ ดินร่วมกับถ่านและปุ๋ยไนโตรเจน พบว่า กรรมวิธีที่ใช้ถ่านมีความชื้นสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ดินหลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดพบว่าความเป็นกรดของดิน (pH) การนำไฟฟ้าของดิน (EC) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) และไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total N) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาน้ำหนักฝักสดข้าวโพด พบว่ากรรมวิธีดินและถ่าน ให้ผลผลิตฝักสดสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทั้งนี้สันนิษฐานว่ากรรมวิธี ดินร่วมกับถ่านและปุ๋ยไนโตรเจน ซึ่งให้ผลผลิตน้อยกว่า อาจเนื่องมาจากไนโตรเจนที่ใส่ลงไปอาจถูกดูดซับไว้ และอาจค่อยๆ ปลดปล่อยออกมาหากทำการเพาะปลูกในปีถัดไป ในการทดลองนี้ใช้ถ่านปริมาณร้อยละ 5 ของน้ำหนักดินแห้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยพบว่า การทดลองใช้ถ่านในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตรในประเทศไทย มีแนวโน้มว่าผลผลิตจะดีขึ้น แต่เนื่องจากทุกงานวิจัยเป็นงานวิจัยที่ใช้ระยะเวลาจำกัด จึงยังไม่มีการอ้างอิงผลการทดลองที่ชี้ชัดได้ว่าต้องใช้ปริมาณถ่านชีวภาพเท่าไรในชุดดินแต่ละประเภท ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ซึ่งมีระยะเวลาในการวิจัยที่จำกัดเช่นกันประกอบกับมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเรียนรู้ของเกษตรกรในการยอมรับถ่านชีวภาพในการเกษตร จึงจะกำหนดให้แปลงทดลองเป็นเพียงเครื่องมือในการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างนักวิจัยและเกษตรกร อัตราส่วนการใช้ถ่านชีวภาพร่วมกับปุ๋ยหมักที่แนะนำว่าเหมาะที่สุดในเว็บไซด์ของกลุ่มที่ใช้ถ่านชีวภาพคือ 50:50 (Biochar Discussion Lists and Terra Preta Website, 2012) และในประเทศไทยยังไม่มีข้อมูลการใช้ที่แนะนำ ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงมีแนวคิดใช้ถ่านชีวภาพร่วมกับปุ๋ยคอกในการปลูกคะน้า โดยมีวัตถุประสงค์ในการทดลองคือต้องการตอบคำถามว่าถ้าใช้ถ่านชีวภาพมาแทนปุ๋ยคอก คุณภาพดินเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยคอกอย่างเดียวที่เกษตรกรเคยทำอยู่จะส่งผลให้คุณภาพดินลดลงหรือไม่ และควรใช้ถ่านชีวภาพมาแทนปุ๋ยคอกในอัตราส่วนเท่าใดจึงจะมีประโยชน์ต่อการปลูกผักคะน้ามากที่สุด เพราะถ้าคุณภาพดินยังคงเดิม จะมีโอกาสเปลี่ยนพฤติกรรมของเกษตรกรในการปลูกผักคะน้าที่ใช้ปริมาณปุ๋ยคอกลดลงและยังช่วยลดก๊าซเรือนกระจกอีกด้วย ทั้งนี้กรมพัฒนาที่ดิน (2550) แนะนำอัตราการใช้ปุ๋ยหมักสำหรับพืชผัก โดยให้ใช้ 4 ตันต่อไร่ ในดินเหนียวหรือดินร่วนปนทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางทางภาคเหนือและภาคกลาง แต่ในดินที่เป็นดินทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ โดยเฉพาะทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือให้ใช้ในปริมาณที่สูงกว่า ทั้งนี้ยุพยงษ์ ทิพสิงห์ (2546) แนะนำวิธีการปลูกผักคะน้า ให้ใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง คือขั้นตอนการเตรียมดิน หลังการย้ายกล้า 20 วัน และหลังการปลูก 30 วัน รวมใส่ปุ๋ย 3 ครั้ง ดังนั้นในการวิจัยในครั้งนี้ซึ่งพื้นที่วิจัยมีสภาพเป็นดินทราย จึงวางแผนที่ใช้จะปุ๋ยหมักทั้งหมด 6 ตันต่อไร่ โดยกำหนดใส่ปุ๋ยหมักครั้งเดียวในขั้นตอนการเตรียมดิน และกำหนดขนาดแปลงกว้าง 1 เมตร ยาว 2 เมตร ดังนั้นในแปลงที่ใช้ปุ๋ยหมักอย่างเดียว จะต้องใช้ปุ๋ยหมัก 7.5 กิโลกรัมต่อแปลง และเพื่อให้ง่ายต่อการกำหนดสัดส่วนผสมระหว่างปุ๋ยหมักและถ่านชีวภาพ การวิจัยครั้งนี้จึงกำหนดให้ใช้ปุ๋ยหมัก 7 กิโลกรัมต่อแปลงในแปลง 100 ส่วนโดยน้ำหนัก โดยกำหนด ให้มี 6 แผนการทดลองดังนี้

แปลงที่ 1 เป็นแปลงควบคุม (ไม่ใช้ปุ๋ยหมักและถ่านชีวภาพ)
แปลงที่ 2 ใส่ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 100:0
(ปุ๋ยหมัก 7 กิโลกรัม : ถ่านชีวภาพ 0 กิโลกรัม)
แปลงที่ 3 ใช้ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 75:25
(ปุ๋ยหมัก 5.25 กิโลกรัม. : ถ่านชีวภาพ 1.75 กิโลกรัม)
แปลงที่ 4 ใช้ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 50:50
(ปุ๋ยหมัก 3.50 กิโลกรัม : ถ่านชีวภาพ 3.50 กิโลกรัม.)
แปลงที่ 5 ใช้ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 25:75

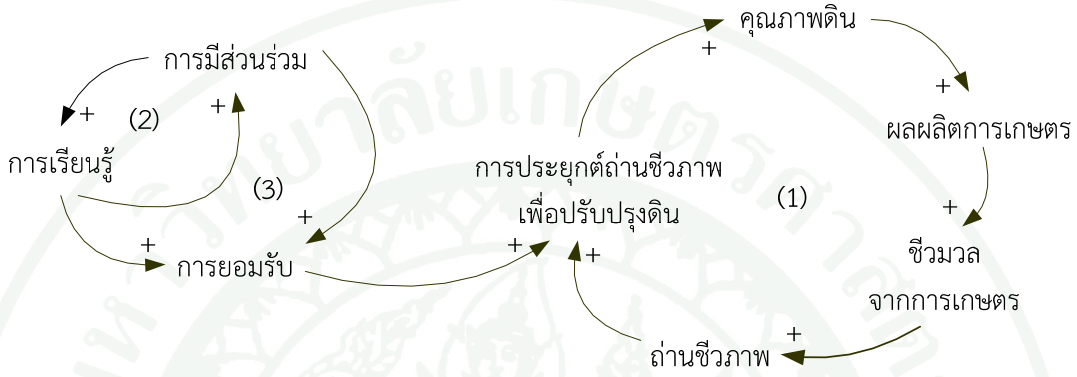
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(ปุ๋ยหมัก 1.75 กิโลกรัม : ถ่านชีวภาพ 5.25 กิโลกรัม)

แปลงที่ 6 ใส่ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 0:100

(ปุ๋ยหมัก 0 กิโลกรัม : ถ่านชีวภาพ 7 กิโลกรัม)

จากการสังเคราะห์การตรวจเอกสารทั้งหมด ทำให้ได้กรอบการวิจัยดังนี้



ภาพที่ 2 กรอบการวิจัย

ที่มา: ปรับปรุงจาก อรสา สุกสว่าง (2548)

อธิบายกรอบในการวิจัยในภาพที่ 2 ได้ดังนี้ วงจรที่ 1 (คุณภาพดิน-ผลผลิตทางการเกษตร-ชีวมวลจากการเกษตร-ถ่านชีวภาพ-การประยุกต์ถ่านชีวภาพเพื่อปรับปรุงดิน) เป็นวงจรบวกที่ช่วยเสริมให้การเกษตรดีขึ้น คือเมื่อคุณภาพดินดีขึ้นจะทำให้ผลผลิตทางการเกษตรเพิ่มขึ้นและเมื่อผลผลิตการเกษตรเพิ่มขึ้นจะทำให้ชีวมวลจากการเกษตรเพิ่มขึ้นด้วย และเมื่อชีวมวลเพิ่มขึ้นแล้วนำมาผลิตถ่านชีวภาพจะทำให้ได้ถ่านชีวภาพมากขึ้น นอกจากนั้นยังใช้เป็นพลังงานอื่นๆ เพิ่มขึ้นได้ด้วย และเมื่อมีถ่านชีวภาพมากขึ้นแล้วนำไปประยุกต์ในการปรับปรุงดิน จะทำให้คุณภาพดินดีขึ้น ซึ่งจะเสริมให้วงจรการเกษตรดีขึ้นเรื่อยๆ

วงจรที่ 2 เป็นการเรียนรู้ด้วยการมีส่วนร่วม การมีส่วนร่วมจะทำให้เกิดการเรียนรู้ และการเรียนรู้จะทำให้เกิดการมีส่วนร่วม ในทางเดียวกันวงจรที่ 3 เมื่อมีการเรียนรู้จะเกิดการยอมรับ และการมีส่วนร่วมจะเกิดการยอมรับเช่นเดียวกัน

ในวงจรที่ 2 และวงจรที่ 3 นี้จึงเป็นแนวทางการนำรูปแบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมเพื่อให้เกษตรกรเกิดการยอมรับเรื่องการประยุกต์ถ่านชีวภาพเพื่อปรับปรุงดิน ในการวิจัยนี้ครั้งนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 3

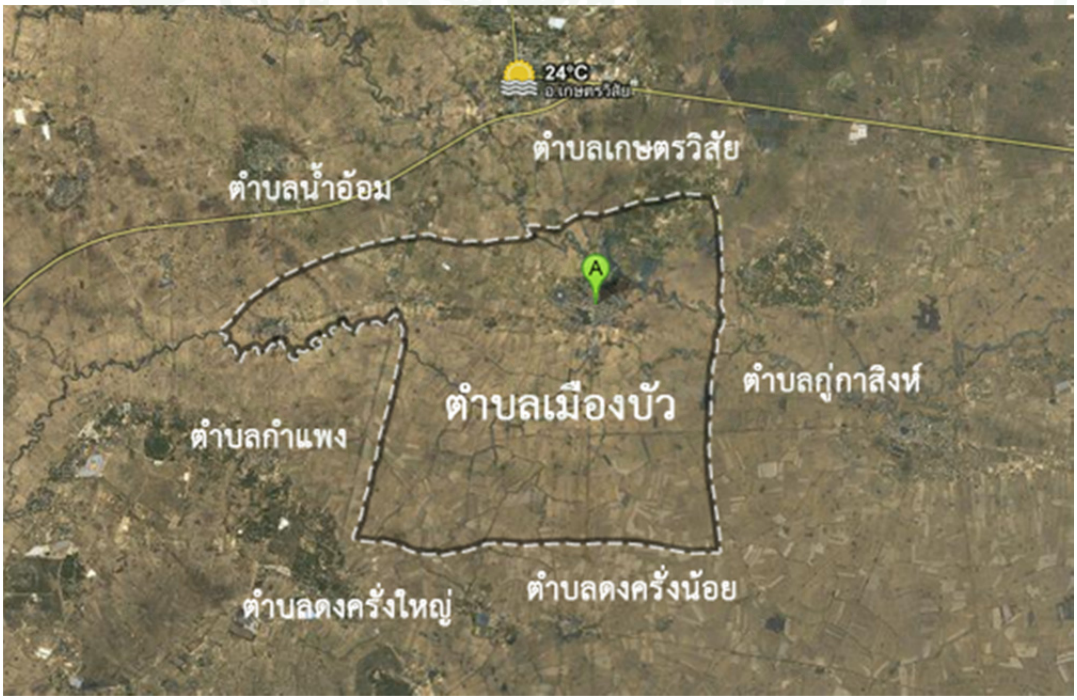
พื้นที่ศึกษา

ในส่วนของพื้นที่ศึกษาจะกล่าวถึงลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขนาดและอาณาเขตติดต่อ

ตำบลเมืองบัว อำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ด ตั้งอยู่ห่างจากอำเภอเกษตรวิสัย 6 กิโลเมตร มีพื้นที่ประมาณ 67.53 ตารางกิโลเมตร หรือ 42,206.75 ไร่ มีอาณาเขตติดต่อ (แสดงดังภาพที่ 3) ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ	ตำบลเกษตรวิสัย
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ	ตำบลกู่กาสิงห์
ทิศใต้	ติดต่อกับ	ตำบลดงครั่งใหญ่ ตำบลดงครั่งน้อย
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ	ตำบลน้ำอ้อม ตำบลกำแพง



ภาพที่ 3 ตำแหน่งพื้นที่วิจัย

ที่มา: google earth (2012)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลักษณะภูมิประเทศ

ภูมิประเทศส่วนใหญ่ของตำบลเมืองบัวเป็นพื้นที่ราบลุ่ม บริเวณทิศตะวันออกเฉียงเหนือของตำบลเป็นพื้นที่ราบลุ่มริมฝั่งลำเสียวใหญ่ที่มีน้ำท่วมถึงเป็นเวลานานโดยเฉพาะฤดูน้ำหลากทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมซ้ำซากเป็นประจำ สภาพภูมิประเทศบริเวณนี้เป็นแนวทางเดินของลำน้ำเก่าที่มีการโค้งตวัดของลำน้ำทำให้เกิดทะเลสาบรูปแอก (กุด) เกิดขึ้น แหล่งน้ำที่สำคัญตามธรรมชาติ คือ ลำเสียวใหญ่ ไหลผ่านตอนบนของตำบลและลำเตาใหญ่ผ่านทางด้านทิศตะวันตกของตำบล ซึ่งแบ่งเขตแดนระหว่างตำบลเมืองบัวกับตำบลกำแพง นอกจากนี้ยังมีหนองน้ำตามธรรมชาติที่สำคัญ คือ หนองยาง หนองสา หนองสำโรง ความสูงของพื้นที่อยู่ระหว่าง 120-140 เมตร (เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง) (เทศบาลตำบลเมืองบัว, 2553)

ลักษณะประชากร

เทศบาลตำบลเมืองบัว มีชุมชนทั้งหมด 13 หมู่บ้าน ประชากร 8,497 คน 2,399 ครัวเรือน แบ่งเป็นครัวเรือนภาคการเกษตร จำนวน 1,499 ครัวเรือน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2553) ความหนาแน่น 127.62 คนต่อตารางกิโลเมตร (เทศบาลตำบลเมืองบัว, 2553)

การคมนาคม

การคมนาคมภายในเขตเทศบาลตำบลเมืองบัว เส้นทางคมนาคมติดต่อกันได้ทุกหมู่บ้าน บางเส้นทางยังเป็นทางลูกรัง มีปัญหาการเดินทางในฤดูฝน (เทศบาลตำบลเมืองบัว, 2553)

สภาพดิน

ดินในพื้นที่มีสภาพเป็นดินร่วนปนทราย เหมาะสำหรับทำการเกษตร (เทศบาลตำบลเมืองบัว, 2553)

สภาพทางเศรษฐกิจ

ประชากรของเทศบาลตำบลเมืองบัว ประกอบอาชีพด้านการเกษตรกรรมแทบทุกครัวเรือน โดยการทำนาปีเป็นหลัก ผลผลิตจากการทำนาได้ข้าว 300-400 กิโลกรัมต่อไร่ เก็บไว้บริโภคในครอบครัวที่เหลือนำไปจำหน่ายกับพ่อค้าคนกลางและสหกรณ์ ไม่นิยมรวมตัวเพื่อจัดตั้งกลุ่ม ทำให้พลังในการต่อรองต่ำ หลังจากหมดฤดูเพาะปลูกจะอพยพเข้าเมืองเพื่อหางานทำ ส่วนอาชีพรองและอาชีพเสริม คือ เลี้ยงไหม โค กระบือ ปลูกเห็ด เลี้ยงปลา เป็นต้น (เทศบาลตำบลเมืองบัว, 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 4

วิธีการวิจัย

วิธีการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบมีส่วนร่วมระหว่างนักวิจัยและเกษตรกร เพื่อสำรวจและประเมินการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการทดลองการใช้ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดิน การทดลองในครั้งนี้ประกอบไปด้วยการทดลองในภาคสนามและการตรวจสอบคุณสมบัติของดินและถ่านชีวภาพในห้องปฏิบัติการ การอบรม การสัมมนา จัดทำคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพ การพัฒนาเว็บไซต์ และการสำรวจความคิดเห็น ซึ่งมีรายละเอียดวิธีการวิจัยดังนี้

อุปกรณ์และเครื่องมือ

อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิจัย การพัฒนาการเรียนรู้ การประยุกต์ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร มีดังนี้

1. อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลองภาคสนาม

1.1 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน ได้แก่ จอบ เสียม ถังพลาสติก เพื่อใช้รวบรวมดิน แผ่นพลาสติกใช้สำหรับคลุกเคล้าดินและผึ่งดิน และถุงพลาสติกใช้บรรจุดินเพื่อนำส่งวิเคราะห์

1.2 เตาผลิตถ่านชีวภาพ (อรสา สุกสว่าง, 2553)

1.3 เศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร ได้แก่ ฟางข้าว แกลบ กิ่งไม้

1.4 แปลงทดลอง ขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 2 เมตร จำนวน 12 แปลง

1.5 เมล็ดพันธุ์ผักคะน้ายอดไต้หวัน บางบัวทอง 35 ยี่ห้อศรแดง

1.6 ถาดเพาะกล้า

1.7 ปุ๋ยหมัก ผลิตจากมูลวัวและผักตบชวา

1.8 น้ำหมักชีวภาพ ผลิตจากหน่อกล้วย มะเฟือง สับปะรด กล้วยสุก ฟักทอง

1.9 สารสกัดธรรมชาติที่ใช้ป้องกันและกำจัดแมลง ของชมรมเกษตรปลอดสารพิษ ประกอบด้วย เชื้อบีทีชีวภาพ หัวเชื้อจุลินทรีย์ทริปโตฝาจ แพลนท์เซฟ MT ไพเรียม ไตรโคเดอร์ม่า

1.10 ไม้บรรทัด สายวัด ตลับเมตร สำหรับวัดความสูงของคะน้า

1.11 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล สำหรับชั่งน้ำหนักต้นคะน้า

1.12 แบบฟอร์มบันทึกความสูงและน้ำหนักของต้นคะน้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. เครื่องมือในการจัดอบรมและสัมมนา

2.1 ชุดเอกสารประกอบการบรรยาย

2.2 วีดีทัศน์ สัมภาษณ์เกษตรกรในอำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ดที่ใช้ถ่านปรับปรุงดินเพื่อการเกษตรมาเป็นระยะเวลา 15 ปี

2.3 โปสเตอร์สำหรับจัดนิทรรศการ

3. เครื่องมือในการเก็บข้อมูลภาคสนาม

3.1 แบบประเมินความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรมอบรมของเกษตรกรและเข้าร่วมกิจกรรมสัมมนาของเจ้าหน้าที่เทศบาล

3.2 แบบติดตามผลการนำความรู้ไปปฏิบัติหลังการเข้าร่วมกิจกรรม

3.3 แบบสอบถามความคิดเห็นการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินของเกษตรกรที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมอบรม

3.4 แบบประเมินคุณภาพของคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยได้จากแปลงทดลอง และใช้วิธีสอบถามด้วยแบบสอบถาม มีรายละเอียดการเก็บข้อมูลในแต่ละส่วนดังนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแปลงทดลอง

1.1 เก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลอง จำนวน 2 ตัวอย่าง หลังการทดลอง จำนวน 12 ตัวอย่าง และถ่านชีวภาพ จำนวน 2 ตัวอย่าง ส่งวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินในห้องปฏิบัติการ เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุอาหารหลัก อันได้แก่ ความเป็นกรดของดิน (pH) ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (exchangeable K) แคลเซียมที่เป็นประโยชน์ (exchangeable Ca) และแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ (exchangeable Mg)

1.2 เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของคะน้าในแต่ละแปลงทดลองด้วยการบันทึกภาพทุก 7 วัน เมื่อคะน้าอายุ 50 วัน ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตทุกแปลง แล้วสุ่มตัวอย่างแปลงละ 30 ต้นบันทึกความสูงและน้ำหนักแต่ละต้นโดยใช้แบบฟอร์มบันทึกความสูงและน้ำหนักของคะน้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม

การเก็บข้อมูลในภาคสนามด้วยแบบสอบถาม ประกอบด้วย 4 แบบสอบถาม มีรายละเอียดดังนี้

2.1 แบบประเมินความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรมอบรมของเกษตรกรและเข้าร่วมกิจกรรมสัมมนาของเจ้าหน้าที่เทศบาล

เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลการจัดอบรมเพื่อถ่ายทอดความรู้เรื่องการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตรให้แก่เกษตรกร และการจัดสัมมนาร่วมกับเจ้าหน้าที่เทศบาลตำบลเมืองบัว คำถามแบ่งเป็น 4 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมกิจกรรม เป็นการศึกษาลักษณะพื้นฐานทางสังคมและเศรษฐกิจ ประกอบด้วย เพศ จำแนกเป็น ชาย หญิง อายุ จำแนกเป็น ต่ำกว่า 30 ปี ระหว่าง 30-39 ปี ระหว่าง 40-49 ปี และมากกว่า 50 ปี ระดับการศึกษา จำแนกเป็น ไม่ได้รับการศึกษา ประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น มัธยมศึกษาตอนปลาย ปริญญาตรี อาชีพหลัก จำแนกเป็น รับราชการหรือรัฐวิสาหกิจ ค้าขาย รับจ้าง และเกษตรกรรม อาชีพที่เกี่ยวกับเกษตรกรรม จำแนกเป็น ทำนา ทำสวน ทำไร่ และเลี้ยงสัตว์ สิทธิในพื้นที่การเกษตร จำแนกเป็น เป็นของตนเอง เช่าผู้อื่น และของตนเองและเช่าผู้อื่น ชนิดของพืชที่ปลูก เป็นคำถามปลายเปิดเพื่อใช้เป็นข้อมูลตรวจสอบอาชีพที่เกี่ยวกับเกษตรกรรม

ตอนที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยและการปรับปรุงดิน

เนื้อหาคำถามความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับถ่านชีวภาพ และความรู้เรื่องการปรับปรุงดินก่อน ให้ผู้ตอบเลือกว่ามีความรู้มาก่อนหรือไม่ ประกอบด้วยตัวแปร 14 ตัวแปร ได้แก่ ความแตกต่างระหว่างถ่านทั่วไปกับถ่านชีวภาพ การผลิตถ่านทั่วไปสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิง การผลิตถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดิน การผลิตถ่านชีวภาพด้วยวิธีการแยกสลายด้วยความร้อน (pyrolysis) การใช้ประโยชน์ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดิน การใช้ประโยชน์ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดินและลดโลกร้อน การนำถ่านชีวภาพไปใช้ร่วมกับปุ๋ยหมักเพื่อปรับปรุงดิน การใช้ระบบพืช (พืชผสมผสาน/พืชหมุนเวียน/พืชคลุมดิน) การใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (ปุ๋ยคอก/ปุ๋ยหมัก/เศษพืช) การใช้จุลินทรีย์ (ปุ๋ยน้ำชีวภาพ) การใช้วัสดุที่เกิดจากแหล่งธรรมชาติ (ปุ๋ยมาร์ล/โดโลไมท์/หินฟอสเฟส/แร่ยิบซัมฯ) การใช้เขตกรรม การไถพรวนลึก การปรับปรุงดิน โดยใช้ไส้เดือน และการใช้ถ่าน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนที่ 3 ความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรม

เป็นการสอบถามว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีระดับความพึงพอใจและเห็นคุณค่าเพียงใด ประกอบด้วยคำถามจำนวน 13 ข้อ ได้แก่ ความน่าสนใจของโครงการ ความสมัครใจในการเข้าร่วมโครงการ โครงการมีความเหมาะสมกับสภาพปัจจุบันของสังคมและสิ่งแวดล้อม คุณค่าหรือประโยชน์ที่ได้รับจากการเข้าร่วมกิจกรรม ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ประโยชน์ ก่อนเข้าร่วมกิจกรรมท่านคาดหวังว่าจะได้ประโยชน์ เนื้อหาสาระของการบรรยาย เนื้อหาสาระของการปฏิบัติจริง สถานที่จัดกิจกรรม ระยะเวลาในการจัดกิจกรรม การถ่ายทอดความรู้ของวิทยากร หลังการเข้าร่วมกิจกรรมท่านมีความรู้-ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพิ่มขึ้น และในการปลูกพืชครั้งต่อไปท่านคิดว่าจะใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน โดยแบ่งระดับความพึงพอใจออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

น้อยที่สุด	ให้คะแนน	1 คะแนน
น้อย	ให้คะแนน	2 คะแนน
ปานกลาง	ให้คะแนน	3 คะแนน
มาก	ให้คะแนน	4 คะแนน
มากที่สุด	ให้คะแนน	5 คะแนน

ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับกิจกรรม เป็นคำถามปลายเปิดให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมแสดงความคิดเห็น

2.2 แบบติดตามผลการนำความรู้ไปปฏิบัติหลังการเข้าร่วมกิจกรรม

เป็นเครื่องมือในการติดตามผลหลังการเข้าร่วมกิจกรรม 1 เดือน เพื่อเก็บข้อมูลการยอมรับถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินในระดับการนำไปปฏิบัติ และปัญหาในการตัดสินใจไม่ปฏิบัติ ประกอบด้วยข้อคำถาม 4 ข้อ ได้แก่ การเห็นประโยชน์ของถ่านชีวภาพ การยอมรับในระดับปฏิบัติ ปัญหาและอุปสรรคที่ไม่ได้ปฏิบัติ (แบ่งเป็น ใช่และไม่ใช่ ประกอบด้วยคำถาม ไม่มีเตาผลิตถ่านชีวภาพ ไม่รู้วิธีการสร้างเตา ไม่รู้วิธีประยุกต์รูปร่างเตาแบบอื่น ไม่แน่ใจเรื่องสัดส่วนของถ่านที่จะนำไปใช้ โดยมีเหตุผลประกอบแต่ละข้อ) และความสนใจที่จะเข้าร่วมกิจกรรมอีกครั้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 แบบสอบถามความคิดเห็นการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินของเกษตรกรที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมอบรม

เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลของกลุ่มเกษตรกรที่ไม่ได้เข้าอบรม เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับกลุ่มผู้เข้าอบรม คำถามแบ่งเป็น 4 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป มีรายละเอียดเช่นเดียวกับแบบสอบถามข้อ 2.1

ตอนที่ 2 ความรู้เรื่องการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน ประกอบด้วยข้อคำถาม 6 ข้อ เป็นคำถามปลายปิดและปลายเปิด เพื่อให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็นทุกข้อ ได้แก่ การรู้จักถ่านชีวภาพ จำแนกเป็น รู้จัก ไม่รู้จัก การให้ความรู้เรื่องถ่านชีวภาพจากคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพแล้วประเมินความคิด จำแนกเป็น ดี ไม่ดี การยอมรับระดับแนวคิดที่จะลองปฏิบัติตามคู่มือ จำแนกเป็น ลองทำ ไม่ลองทำ การเห็นความสำคัญของถ่านชีวภาพที่จะนำถ่านลงดินเพื่อปรับปรุงดินและลดโลกร้อน จำแนกเป็น เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย การให้ความร่วมมือถ้าได้รับการส่งเสริมจากส่วนราชการ จำแนกเป็น ร่วมมือ ไม่ร่วมมือ และความสนใจที่จะเข้าร่วมกิจกรรม จำแนกเป็น เข้าร่วม ไม่เข้าร่วม

2.4 แบบประเมินคุณภาพของคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร

เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลคุณภาพของคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ คำถามแบ่งเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย เพศ จำแนกเป็น ชาย หญิง อายุ จำแนกเป็น ต่ำกว่า 30 ปี ระหว่าง 30-39 ปี ระหว่าง 40-49 ปี และมากกว่า 50 ปี ระดับการศึกษา จำแนกเป็น ไม่ได้รับการศึกษา ประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น มัธยมศึกษาตอนปลาย ปริญญาตรี อาชีพที่เกี่ยวกับเกษตรกรรม ประกอบด้วย มี โดยให้ระบุประเภท ทำนา ทำสวน ทำไร่ และเลี้ยงสัตว์ หรือไม่มี ข้อคำถามเกี่ยวกับการรู้จักถ่านชีวภาพและการประยุกต์ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน

ตอนที่ 2 การประเมินคุณภาพของคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร

เป็นการประเมินข้อมูลเพื่อนำไปปรับปรุงคู่มือฯ ประกอบด้วยตัวแปร 4 ตัว คือ ขั้นตอนการอธิบายเข้าใจง่าย ภาษาที่ใช้เป็นภาษาที่เข้าใจง่าย ภาพประกอบช่วยให้เข้าใจวิธีการทำมากขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สามารถปฏิบัติตามได้ เป็นคำถามปลายปิดและปลายเปิดเพื่อให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็น โดยกำหนดระดับความคิดเห็นดังนี้

พอใช้ ให้คะแนน 1 คะแนน
ดี ให้คะแนน 2 คะแนน
ดีมาก ให้คะแนน 3 คะแนน

ตอนที่ 3 การประเมินการยอมรับระดับแนวคิด ว่าผู้ประเมินจะทดลองผลิตถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินหรือไม่ จำแนกเป็น ปฏิบัติกับไม่ปฏิบัติ โดยมีเหตุผลประกอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือข้อมูลที่ได้จากแปลงทดลอง และข้อมูลจากแบบสอบถาม รายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลจากแปลงทดลอง

ข้อมูลที่ได้จากแปลงทดลอง ได้แก่น้ำหนักและความสูงของคะน้าใช้การเปรียบเทียบผลในแต่ละแปลงทดลองโดยค่าเฉลี่ย ตัวอย่างดินและถ่านชีวภาพ ใช้การวิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินก่อนและหลังการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยโครงการพัฒนาวิชาการดิน ปุ๋ย และสิ่งแวดล้อม ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งใช้วิธีการวิเคราะห์ ดังนี้

ความเป็นกรดของดิน (pH)	ใช้วัดด้วย pH meter (ดิน:น้ำ = 1:1)
ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matte)	ใช้วิธี Walkley and Black
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P)	ใช้วิธี Bray II
โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ (exchangeable K, Ca, Mg)	ใช้วิธีสกัดด้วย 1N ammonium acetate (NH_4OAc) pH 7.0 แล้ววัดด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer

2. เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม

ข้อมูลจากแบบสอบถามและแบบประเมิน จำนวน 4 แบบสอบถาม ใช้เทคนิคการวิเคราะห์เพื่อแปลผลการวิจัยโดยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยสถิติดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1 สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistic) เพื่ออธิบายภาพรวมระดับความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรม ภาพรวมการยอมรับในระดับปฏิบัติและปัญหาในการตัดสินใจไม่ปฏิบัติ ภาพรวมการประเมินคุณภาพของคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพ ทำการวิเคราะห์โดยใช้สถิติค่าร้อยละ (percentage) และค่าเฉลี่ย (mean)

การแปลความหมายระดับความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรม และคุณภาพคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร จากการนำค่าเฉลี่ยคะแนน (mean) เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ได้จากการแบ่งชั้นข้อมูล ในการวิจัยนี้ ใช้เกณฑ์การหาช่วงชั้นข้อมูล ดังนี้

$$\text{ช่วงชั้นข้อมูล} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

ช่วงชั้นข้อมูล ความพึงพอใจและเห็นคุณค่าของกิจกรรมการจัดอบรมและสัมมนา (คะแนน 1-5) แปลผลได้ดังนี้

4.21-5.00	=	พึงพอใจมากที่สุด
3.41-4.20	=	พึงพอใจมาก
2.61-3.40	=	พึงพอใจปานกลาง
1.81-2.60	=	พึงพอใจน้อย
1.00-1.80	=	พึงพอใจน้อยที่สุด

ช่วงชั้นข้อมูล คุณภาพคู่มือการผลิตและการใช้ผ่านชีวภาพ (คะแนน 1-3) แปลผลได้ดังนี้

2.34-3.00	=	ดีมาก
1.67-2.33	=	ดี
1.00-1.66	=	พอใช้

2.2 เทคนิคการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (two-steps cluster) จัดกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามด้วยตัวแปรความรู้เรื่องการปรับปรุงดิน จำนวน 14 ตัวแปร จากแบบประเมินความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรมอบรมของเกษตรกรและการเข้าร่วมกิจกรรมสัมมนาของเจ้าหน้าที่เทศบาล

2.3 เทคนิคการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (one way ANOVA) ใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจในกิจกรรมการจัดอบรมและสัมมนา จาก 13 ตัวแปร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ซึ่งเป็นตัวแปรประเภทช่วงทำหน้าที่เป็นตัวแปรตาม กับกลุ่มความรู้ของผู้เข้าอบรม ที่ได้จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่มในข้อ 2.2 เป็นตัวแปรอิสระ

สมมุติฐานในการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

H_o : ระดับความพึงพอใจในการร่วมกิจกรรมไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

H_1 : ระดับความพึงพอใจในการร่วมกิจกรรมมีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

2.4 เทคนิคการวิเคราะห์ระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยใช้ไคสแควร์ (chi-square) ใช้วิเคราะห์ 2 หัวข้อ ดังนี้

1) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนประเมินคุณภาพกับระดับการศึกษาของผู้ประเมินโดยกำหนดสมมุติฐานในการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ดังนี้

H_o : คะแนนประเมินคุณภาพคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตรไม่มีความสัมพันธ์กับระดับการศึกษาของผู้ประเมิน

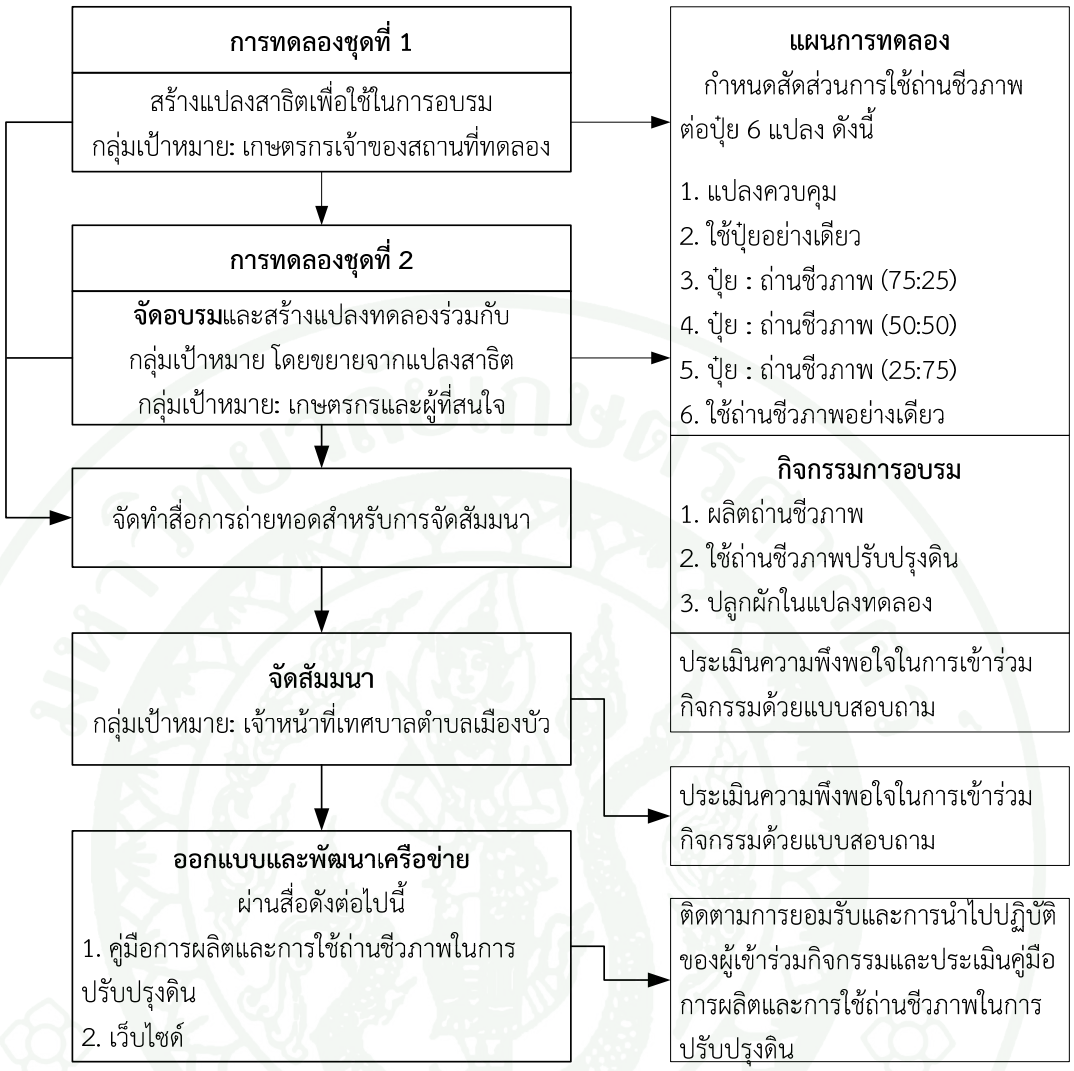
H_1 : คะแนนประเมินคุณภาพคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตรมีความสัมพันธ์กับระดับการศึกษาของผู้ประเมิน

2) วิเคราะห์ระหว่างตัวแปรการยอมรับในระดับนำไปปฏิบัติ จากการติดตามหลังการจัดกิจกรรม 1 เดือน กับกลุ่มผู้เข้าร่วมกิจกรรมและไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรม

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยประกอบด้วย การวิจัยเชิงทดลองแบบมีส่วนร่วมและการสำรวจภาคสนาม กระบวนการวิจัยมี 5 ขั้นตอน คือ การทำแปลงทดลอง การจัดอบรมถ่ายทอดความรู้ให้แก่เกษตรกร การจัดสัมมนาร่วมกับเจ้าหน้าที่เทศบาลตำบลเมืองบัว และการจัดทำคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพ การติดตามผลการยอมรับของผู้เข้าร่วมกิจกรรม โดยมีกระบวนการวิจัยแสดงดังภาพที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4 กระบวนการวิจัย

1. การทำแปลงทดลอง

การทำแปลงทดลองดำเนินการในพื้นที่นาของนายสุปรีย์ ศิริสิงห์ ตำบลเมืองบัว อำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ด แบ่งเป็น 2 ชุด ในแต่ละชุดมี 6 แปลงทดลอง การทดลองประกอบไปด้วยการผลิตถ่านชีวภาพและทดลองใช้ถ่านชีวภาพในแปลงทดลองปลูกคะน้า โดยชุดแปลงทดลองแรกเพื่อใช้เป็นแปลงสาธิตสำหรับจูงใจให้เกษตรกรทั่วไปเข้าร่วมกิจกรรมในการทดลองชุดที่ 2 ซึ่งการทดลองชุดนี้เป็นการศึกษาร่วมกันระหว่างนักวิจัยและเกษตรกรเจ้าของสถานที่ทดลองเพียงรายเดียว ใช้ระยะเวลาในการทดลองจนเห็นผล 4 เดือน และชุดแปลงทดลองที่ 2 เป็นชุดสำหรับจัดอบรมเพื่อถ่ายทอดความรู้ให้แก่เกษตรกรพร้อมกับการทดลองปฏิบัติจริงในแปลงทดลองเป็นการศึกษาร่วมกันระหว่างนักวิจัยและเกษตรกรที่เข้าร่วมการอบรมโดยมีเจ้าของสถานที่ทดลองเป็นผู้ช่วยวิทยากรในการถ่ายทอดความรู้ ใช้เวลาในการอบรม 4 ชั่วโมง ระยะเวลาในการทดลองจนเห็นผล 2 เดือน มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

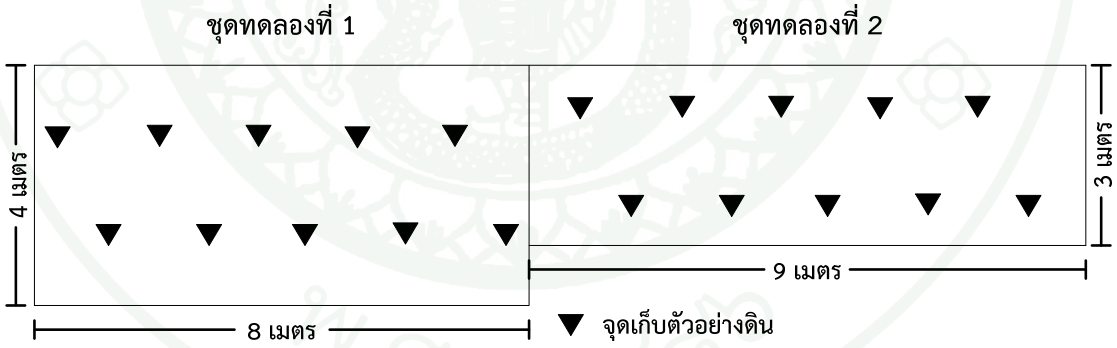
1.1 แผนการทดลอง

แผนการทดลองทั้ง 2 ชุด ประกอบไปด้วยการทดลองเหมือนกันทั้งหมด คือสร้างเรือนทดลองและกางมุ้งไนล่อนล้อมรอบ ประกอบไปด้วยแปลงทดลอง 6 แปลง ขนาดแปลงกว้าง 1 เมตร ยาว 2 เมตร กำหนดใช้ปุ๋ยหมัก 7 กิโลกรัมในแปลง 100 ส่วนโดยน้ำหนัก โดยแต่ละแปลงมีสัดส่วนการใช้ปุ๋ยหมักและถ่านชีวภาพ ดังนี้

แปลงที่ 1 เป็นแปลงควบคุม (ไม่ใช้ปุ๋ยหมักและถ่านชีวภาพ)
แปลงที่ 2 ใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียว 100 ส่วนโดยน้ำหนัก (7 : 0 กิโลกรัม)
แปลงที่ 3 ใช้ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 75:25 (5.25 : 1.75 กิโลกรัม)
แปลงที่ 4 ใช้ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 50:50 (3.50 : 3.50 กิโลกรัม)
แปลงที่ 5 ใช้ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 25:75 (1.75 : 5.25 กิโลกรัม)
แปลงที่ 6 ใช้ถ่านชีวภาพอย่างเดียว 100 ส่วนโดยน้ำหนัก (0 : 7 กิโลกรัม)

1.2 การเก็บตัวอย่างดิน

พื้นที่ดินที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างมีขนาด 51 ตารางเมตร กำหนดจุดเก็บดินให้กระจายทั่วพื้นที่ หลีกเลี่ยงบริเวณทางเดินเก่า ขอบรั้ว คอกสัตว์ กองปุ๋ย ปูน สารเคมีใดๆ (ภาพที่ 5)

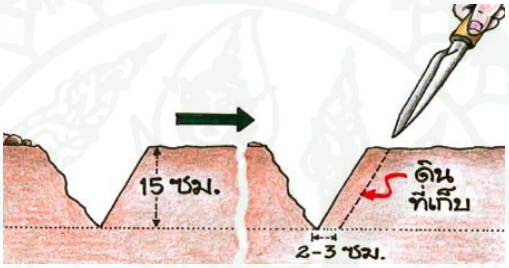


ภาพที่ 5 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่

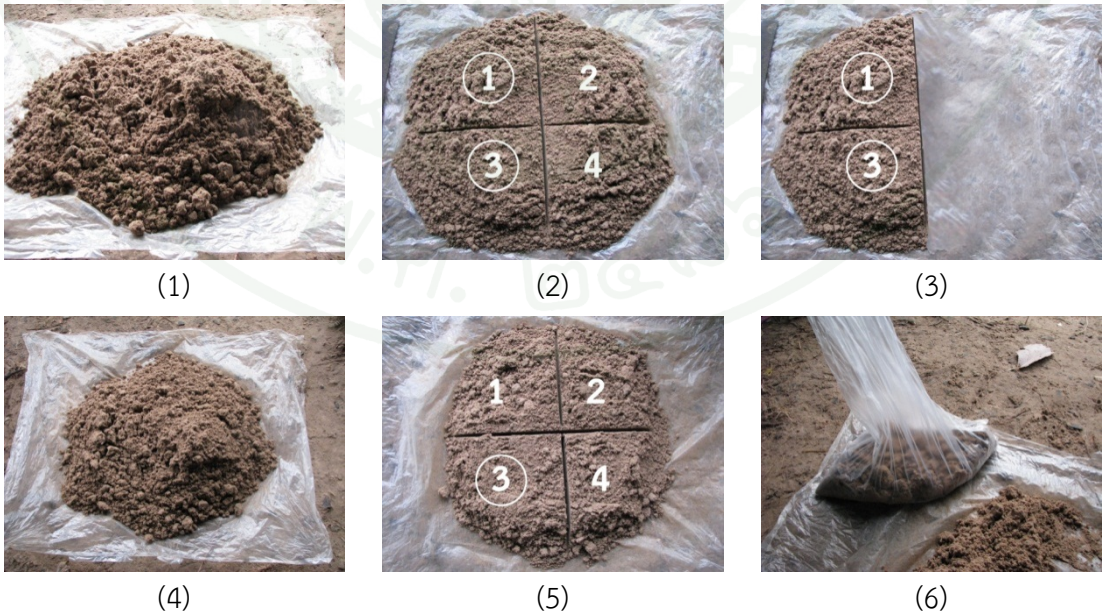
โครงการพัฒนาวิชาการดิน ปุ๋ย และสิ่งแวดล้อม (2555) แนะนำวิธีการเก็บตัวอย่างดินเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน มีรายละเอียดดังนี้ ทำการเก็บดินที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร จำนวน 10 จุด กรณีใช้เสียมหรือพลั่วเก็บตัวอย่างดิน ให้ขุดดินเป็นรูปตัววี (V) โดยให้มีความลึกตามแนวดิ่งเท่ากับ 15 เซนติเมตร จากนั้นใช้เสียมหรือพลั่ว แซะดินจากปากหลุมด้านหนึ่งด้านใดของรูปตัววี โดยให้ห่างจากปากหลุมประมาณ 2-3 เซนติเมตร กดให้ลึกตามแนวขนานกับด้านข้างของรูปตัววี แล้วงัดดินขึ้นมา ใช้มือบิด้านข้างทั้งสองด้านตามแนวความลึกออกให้เหลือดินตรงกลาง กว้างประมาณ 5 เซนติเมตร นำดินส่วนนี้ซึ่งมีขนาดกว้าง 5 เซนติเมตร หนา 2-3 เซนติเมตร และยาว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เท่ากับความยาวด้านข้างของรูปตัววี (โดยประมาณ 15 เซนติเมตร) ดังรายละเอียดในภาพที่ 6 ใส่ลงไปในถังพลาสติกที่สะอาด ทำเช่นนี้จนครบทุกจุดที่กำหนด การเก็บตัวอย่างดินนี้มีข้อควรระมัดระวัง คือ ดินที่เก็บจากแต่ละจุดเพื่อนำมารวมกันในถังพลาสติกนั้นจะต้องมีปริมาณเท่าๆ กันหรือใกล้เคียงที่สุด คลุกดินในถังให้เข้ากันเป็นอย่างดี เทดินลงบนแผ่นพลาสติกที่สะอาด คลุกเคล้าดินอีกครั้งหนึ่ง (หากดินที่เก็บมาเปียกมาก ให้ผึ่งไว้ในที่ร่มจนกระทั่งสามารถบิ หรือทุบดินให้เป็นก้อนเล็กๆ พอที่จะคลุกเคล้าให้เข้ากันได้) จากนั้นแบ่งดินที่ได้ออกเป็น 4 ส่วน สุ่มเลือกกองย่อย 2 กอง โดยวิธีการจับฉลาก ได้กองที่ 1 กับ 3 นำสองกองนี้มารวมกันแล้วคลุกเคล้าให้ทั่วอีกครั้ง จากนั้นทำการแบ่งดินที่ได้ออกเป็น 4 ส่วน แล้วสุ่มเลือกกองย่อย 1 กอง โดยวิธีการจับฉลาก ได้กองที่ 3 นำดินกองนี้ประมาณครึ่งกิโลกรัม บรรจุในถุงพลาสติก เพื่อเตรียมส่งทดสอบ (ภาพที่ 7) ในการวิจัยนี้มีตัวอย่างดินก่อนการทดลองส่งทดสอบทั้งหมด 2 ตัวอย่าง



ภาพที่ 6 การเก็บตัวอย่างดินจากจุดที่กำหนด
ที่มา: โครงการพัฒนาวิชาการดิน ปุ๋ย และสิ่งแวดล้อม (2555)



(1) (2) (3)

(4) (5) (6)

ภาพที่ 7 การสุ่มเลือกตัวอย่างดินเพื่อส่งวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลังการปลูก ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างในแปลงทดลองทั้ง 6 แปลง โดยแต่ละแปลงขุดดินลึกลงไปประมาณ 20 เซนติเมตร จำนวนแปลงละ 5 จุด ทำการสุ่มเลือกตัวอย่างดินเช่นเดียวกันกับขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างดินก่อนปลูก ผึ่งลมให้ดินแห้งแล้วบรรจุถุงเพื่อเตรียมส่งทดสอบ ในการวิจัยนี้มีตัวอย่างดินหลังการทดลองส่งทดสอบทั้งหมด 12 ตัวอย่าง

นำตัวอย่างดินส่งทดสอบในห้องปฏิบัติการ ณ โครงการพัฒนาวิชาการดิน ปุ๋ย และสิ่งแวดล้อม ภาควิชาปฐพี คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ความเป็นกรดของดิน (pH) ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (exchangeable K) แคลเซียมที่เป็นประโยชน์ (exchangeable Ca) และแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ (exchangeable Mg)

1.3 การผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวา

สถานที่ทดลองเป็นพื้นที่นาและบ่อน้ำ ก่อนการทดลองในบ่อน้ำมีการแพร่กระจายของผักตบชวาอย่างหนาแน่น (ภาพที่ 8) เกษตรกรเจ้าของที่กำจัดผักตบชวาโดยการใช้สารเคมีเทลงในบ่อน้ำ ผู้วิจัยจึงได้แนะนำและสาธิตวิธีการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวาเพื่อเป็นแนวทางให้เกษตรกรรู้จักวิธีกำจัดวัชพืชแบบไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมและยังได้ปุ๋ยหมักเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการเกษตร ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้ใช้ประโยชน์จากปุ๋ยหมักผักตบชวาด้วย (ภาพที่ 9) วิธีการทำปุ๋ยหมักจากผักตบชวา ใช้วิธีการจากกรมส่งเสริมการเกษตร (2540) มีวิธีการดังนี้

ภาพที่ 8 ผักตบชวาในพื้นที่วิจัย

ภาพที่ 9 ปุ๋ยหมักผักตบชวา

1.3.1 วัสดุและอุปกรณ์ในการทำปุ๋ยหมัก

ผักตบชวาแห้ง (ตากแดดประมาณ 1-2 สัปดาห์) มูลสัตว์ ปุ๋ยเคมี (ผักตบชวาแห้งผสมมูลสัตว์และปุ๋ยเคมี ใช้อัตราส่วน 100:10:1) คราด จอบ ถังน้ำ พด.1 (สารเร่งผลิตปุ๋ยหมักของกรมพัฒนาที่ดิน) น้ำหมักชีวภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3.2 วิธีทำและดูแลกองปุ๋ยหมัก

ก. ละลาย พด.1 ในน้ำ สัดส่วน พด.1 จำนวน 1 ซอง ต่อน้ำ 20 ลิตร คนให้เข้ากันประมาณ 10 นาที (พด.1 จำนวน 1 ซองจะผลิตปุ๋ยหมักได้ประมาณ 1 ตัน)

ข. นำผักตบชวามากองบนพื้นดินเป็นชั้นกว้าง 2-3 เมตร ย่ำให้แน่น ให้หนาประมาณ 40 เซนติเมตร แล้วนำปุ๋ยคอกหว่านทับบนกองหนาประมาณ 3 เซนติเมตร โรยปุ๋ยเคมีบางๆ ทับมูลสัตว์อีกชั้น รดน้ำให้ชุ่มแล้วรดด้วยน้ำละลาย พด.1 เป็นขั้นตอนสุดท้ายของแต่ละชั้น แล้วจึงนำผักตบชวามากองทับเป็นชั้นต่อไป ทำเช่นเดียวกันกับการกองครั้งแรก จนขนาดของกองสูง 1 เมตร ชั้นบนสุดโรยปุ๋ยคอกแล้วใช้หน้าดินทับหนาประมาณ 3 เซนติเมตร กองทิ้งไว้ 30 วัน ควรกองในที่ร่ม

ค. หลังจากกองปุ๋ยหมักทิ้งไว้ 30 วัน หมั่นดูแลกองปุ๋ยหมักผักตบชวาโดยการให้น้ำทุกอาทิตย์ไม่ให้กองปุ๋ยหมักแห้งหรือแฉะเกินไป โดยวิธีการใช้ส้อมสอดเข้าไปในกองลึกๆ ดึงชิ้นส่วนมาบีบดู ถ้ามีน้ำซึมๆ ออกมาแสดงว่าความชื้นพอดีไม่ต้องรดน้ำ แต่ถ้าหากไม่มีน้ำซึมออกมาให้ทำการรดน้ำอย่าให้กองแห้งเกินไป ทั้งนี้อาจใช้น้ำหมักชีวภาพรดกองปุ๋ยหมักเพื่อเพิ่มธาตุอาหารและจุลินทรีย์ให้ปุ๋ยกองหมักได้

ง. ทำการกลับกองปุ๋ยหมักผักตบชวาทุก 7-10 วันเพื่อให้อากาศถ่ายเทและลดความร้อนภายในกอง ซึ่งจะทำให้ผักตบชวาสลายตัวเป็นปุ๋ยหมักได้เร็วขึ้นกว่าการที่ไม่กลับกองปุ๋ย

1.3.3 การพิจารณากองปุ๋ยหมักที่ใช้ได้แล้ว

เมื่อทำการดูแลกองปุ๋ยหมักได้ระยะหนึ่ง ภายในกองจะเห็นชิ้นส่วนผักตบชวาขนาดเล็กลง สีของผักตบชวาจะเปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำ เมื่อใช้นิ้วบี้ดูจะอ่อนยุ่ยขาดออกจากกันได้ง่ายไม่แข็งกระด้างเหมือนเมื่อเริ่มกอง ความสูงของกองยุบตัวลงกว่าเมื่อเริ่มกอง ความร้อนภายในกองจะลดลง เมื่อความร้อนภายนอกและภายในไม่แตกต่างกัน หรือแตกต่างกันน้อยมากแสดงว่ากองปุ๋ยหมักเริ่มใช้ได้แล้ว หลังจากปฏิบัติตามขั้นตอนดังกล่าวแล้วประมาณ 80-90 วัน สามารถนำปุ๋ยหมักผักตบชวาไปใช้ได้ทันที

1.3.4 การใช้งาน

ในการวิจัยนี้ใช้ปุ๋ยหมักอย่างเดียวในอัตราส่วน 6 ตันต่อไร่ เนื่องจากผลการวิเคราะห์ดินก่อนการทดลองพบว่าเป็นดินทรายที่มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินน้อย ดังนั้นเมื่อเทียบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สัดส่วนกับแปลงทดลองขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 2 เมตร งานวิจัยนี้จึงใช้ปุ๋ยหมักในอัตราส่วน 7 กิโลกรัมต่อแปลงในแปลง 100 ส่วนโดยน้ำหนัก

1.4 การผลิตน้ำหมักชีวภาพ

เนื่องจากการวิจัยนี้ใช้ปุ๋ยหมักผักตบชวา เพื่อให้ปุ๋ยหมักมีประสิทธิภาพ จึงได้ใช้น้ำหมักชีวภาพร่วม ในการวิจัยนี้ ใช้สูตรน้ำหมักชีวภาพของนางอรุณ เดชโคตร เกษตรกรที่ใช้ถ่านปรับปรุงดินเพื่อการเกษตรมาเป็นระยะเวลา 15 ปี และปลูกคะน้าเป็นอาชีพเสริม ขั้นตอนการผลิตน้ำหมักชีวภาพมีรายละเอียดดังนี้

1.4.1 วัสดุและอุปกรณ์ในการผลิตน้ำหมักชีวภาพ

ก. หน่อกล้วย มะเฟือง สับปะรด กล้วยสุก ฟักทอง น้ำหนักรวม 3 กิโลกรัม
ข. น้ำตาลทราย 1 กิโลกรัม
ค. น้ำ 1 กิโลกรัม
ง. กาละมังพร้อมฝาปิด

1.4.2 วิธีทำ

หั่นหน่อกล้วย มะเฟือง สับปะรด กล้วยสุก ฟักทอง ให้เป็นชิ้นเล็กๆ เทส่วนผสมทั้งหมดในกาละมัง แล้วคนให้ส่วนผสมเข้ากัน ปิดฝาทิ้งไว้ ดูแลโดยการเปิดฝาให้ได้รับอากาศแล้วคลุกเคล้าส่วนผสมทุกวัน ในช่วง 7-14 วัน จะมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยวของการหมัก ระยะเวลาการหมักประมาณ 3 เดือน กลิ่นเหม็นเปรี้ยวจะหายไป ผักผลไม้ที่เป็นส่วนผสมจะเริ่มเปื่อยยุ่ย ทำการกรองน้ำหมักบรรจุขวดไว้ใช้งาน กากจากการผลิตน้ำหมักนำไปโรยใต้ต้นไม้หรือนำไปเป็นหัวเชื้อผลิตปุ๋ยหมักต่อได้ (ภาพที่ 10)

1.4.3 การใช้งาน

ใช้น้ำหมักชีวภาพ 100 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร รดสัปดาห์ละครั้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 10 น้ำหมักชีวภาพ

1.5 การผลิตถ่านชีวภาพ

ในการวิจัยนี้ ผลิตถ่านชีวภาพโดยใช้เศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรในพื้นที่ มาเข้าเตาผลิตถ่านชีวภาพโดยกระบวนการแยกสลายด้วยความร้อน (pyrolysis) ทำการบันทึกภาพและข้อมูลโดยใช้ตารางบันทึกข้อมูล (ตารางที่ 5) เพื่อนำไปใช้สร้างคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพต่อไป

คู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตรแสดงรายละเอียดใน ภาคผนวก ก

ตารางที่ 5 ตารางบันทึกข้อมูลการผลิตถ่านชีวภาพ

วัน/เดือน/ปี	วัสดุที่ใช้ผลิตถ่านชีวภาพ	น้ำหนักเศษวัสดุ (กิโลกรัม)		ระยะเวลาเผาไหม้	น้ำหนักถ่านชีวภาพที่ได้
		ส่วนที่เป็นเชื้อเพลิง	ส่วนที่จะผลิตถ่าน		

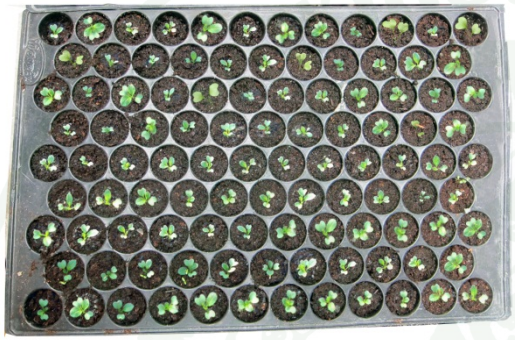
1.6 การใช้ถ่านชีวภาพในการปลูกพืช

พืชที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือคะน้า โดยใช้เมล็ดพันธุ์ผักคะน้ายอดไต้หวัน บางบัวทอง 35 ยี่ห้อศรแดง ซึ่งหาซื้อได้ทั่วไปในร้านจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ทั่วประเทศ มีขั้นตอนการนำถ่านชีวภาพไปใช้ในการเกษตรดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.6.1 เพาะกล้าคะน้าในถาดเพาะกล้า (ภาพที่ 11) โดยเตรียมดินละเอียดพร้อมปุ๋ยหมัก (ผลิตจากมูลวัวกับผักตบชวา) ผสมดินในอัตราส่วน 2 ต่อ 1 (ดิน:ปุ๋ยหมัก) แล้วนำเมล็ดพันธ์คะน้ามาหยอดลงในถาดเพาะกล้า หลุมละ 1-2 เมล็ด กลบดินผิวหน้าที่หยอดเมล็ดผักแล้วรดน้ำให้ชุ่ม จากนั้น 7-10 วัน เมล็ดคะน้าจะงอก ทำการรดน้ำเช้า-เย็น จนคะน้ามีอายุได้ 20-25 วันจึงเตรียมย้ายไปปลูกในแปลงปลูก (ยุพยงษ์ ทิพสิงห์, 2546)

1.6.2 เตรียมถ่านชีวภาพ โดยทุบให้มีขนาดเล็กที่สุด โดยเฉลี่ยไม่ใหญ่กว่า 1 เซนติเมตร เพื่อให้คลุกเคล้าเข้ากับดินได้ง่าย (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 11 ถาดเพาะกล้าคะน้า

ภาพที่ 12 การเตรียมถ่านชีวภาพก่อนนำไปใช้ปรับปรุงดิน

1.6.3 กำจัดวัชพืชในเรือนทดลอง ขุดดินกลับหน้าดิน แล้วตากดินในที่แดดจัด ทิ้งไว้ประมาณ 7 วัน แล้วทำการขุดดินยกแปลงปลูกสูงประมาณ 4-5 นิ้ว ขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 2 เมตร จำนวน 6 แปลง

1.6.4 ผสมปุ๋ยหมักและถ่านชีวภาพตามสัดส่วนแผนการทดลอง นำไปใส่ในแปลงทดลอง กำหนดให้ใส่เพียงครั้งเดียว พรวนดินให้ลึก 10-20 เซนติเมตร เพื่อให้ดินคลุกกับปุ๋ยหมักและถ่านชีวภาพ รดน้ำให้ชุ่ม

1.6.5 ปลูกคะน้าในแปลงทดลองโดยวิธีการย้ายกล้าจากถาดเพาะกล้า กำหนดระยะห่างระหว่างต้นและระหว่างแถว 20 เซนติเมตร และเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 50-60 วัน

1.6.6 ดูแลรักษาโดยการรดน้ำวันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น รดด้วยน้ำหมักชีวภาพทุก 3 วัน กำจัดวัชพืชในแปลง ทำการไล่แมลงและเก็บตัวหนอนที่เข้าไปในเรือนทดลองออกเพื่อป้องกันการรุกลาม ฉีดพ่นสารสกัดธรรมชาติเพื่อป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ทุก 3 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การจัดอบรมถ่ายทอดความรู้ให้แก่เกษตรกร

เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างนักวิจัยและเกษตรกรในพื้นที่ จึงกำหนดให้มีการจัดอบรม "การใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร" ให้แก่เกษตรกร ตำบลเมืองบัว อำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ด พร้อมกับทดลองปฏิบัติจริงในแปลงทดลองโดยให้เกษตรกรมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอน การจัดอบรมแบ่งเป็น 2 ระยะ โดยระยะที่ 1 เพื่อทำแปลงสาธิตเป็นการอบรมให้แก่นายสุปรีย์ ศิริสิงห์ (เกษตรกรเจ้าของสถานที่ทดลอง) ใช้เวลาในการอบรม 4 เดือน ระยะที่ 2 อบรมให้กับเกษตรกรใช้เวลาในการอบรม 4 ชั่วโมง โดยใช้แปลงสาธิตเป็นเครื่องมือในการอบรมเพื่อให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมเห็นผลการทดลองที่ชัดเจนและเกิดแรงจูงใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันโดยมีนายสุปรีย์ เป็นผู้ช่วยวิทยากร เป้าหมายผู้เข้าอบรมจำนวน 10-20 คน

กระบวนการอบรมทั้ง 2 ระยะ มีขั้นตอนการอบรมเหมือนกัน ดังนี้

2.1 การบรรยายความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับคุณสมบัติ ประโยชน์ และการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน โดยใช้ชุดเอกสารประกอบการบรรยาย วีดีทัศน์สัมภาษณ์เกษตรกรในอำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ดที่ใช้ถ่านปรับปรุงดินเพื่อการเกษตรมาเป็นระยะเวลา 15 ปี และโปสเตอร์สำหรับจัดนิทรรศการ เป็นเครื่องมือในการอบรม

2.2 การผลิตถ่านชีวภาพ และการเตรียมถ่านชีวภาพก่อนนำไปใช้ ตามรายละเอียดข้อ 1.5

2.3 การใช้ถ่านชีวภาพในการปลูกพืช ตามรายละเอียดข้อ 1.6

2.4 เก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถาม เพื่อประเมินการเรียนรู้และการยอมรับของเกษตรกร

3. การจัดสัมมนาร่วมกับเจ้าหน้าที่เทศบาลตำบลเมืองบัว

การจัดสัมมนามีวัตถุประสงค์เพื่อให้เจ้าหน้าที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีความรู้และเห็นคุณค่าของถ่านชีวภาพในการเกษตร เพื่อจะได้เป็นส่วนที่จะสนับสนุนและส่งเสริมเกษตรกร โดยการประสานงานจัดสัมมนาเรื่อง “การใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร” ร่วมกับบุคลากรและเจ้าหน้าที่ในเทศบาลตำบลเมืองบัว อำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ด เพื่อเผยแพร่ความรู้เรื่องการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร รายงานผลการดำเนินงานวิจัย พร้อมทั้งขอความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ใช้เวลาในการจัดสัมมนา 2-3 ชั่วโมง ณ ที่ทำการเทศบาลตำบลเมืองบัว และเชิญผู้สนใจดูผลการวิจัยในแปลงทดลอง ณ ทุ่งนา นายสุปรีย์ ศิริสิงห์ เป้าหมายผู้เข้าอบรมจำนวน 5-10 คน การ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จัดสัมมนานี้ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม เพื่อประเมินการเรียนรู้และการยอมรับของเจ้าหน้าที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

4. การจัดทำคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร

การพัฒนาคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร ทำขึ้นเพื่อให้ผู้ที่สนใจ ศึกษาคู่มือแล้วสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้องตามหลักวิชาการ จากการตรวจเอกสารการเขียนคู่มือ (ภาคผนวก จ) นำมาเป็นแนวทางในการกำหนดขั้นตอนดำเนินงานดังนี้

4.1 เขียนเนื้อหาเกี่ยวกับการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตรมีคำบรรยายและภาพประกอบ กำหนดขนาดรูปเล่ม กว้าง 14 เซนติเมตร ยาว 21 เซนติเมตร โดยให้ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมในด้านการนำเสนอ เนื้อหา การใช้ภาษา คุณประโยชน์ การจัดทำรูปเล่ม และความคิดเห็นอื่นๆ เกี่ยวกับคู่มือ แล้วปรับปรุงแก้ไข

4.2 จัดทำแบบประเมินคุณภาพคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร โดยการตรวจสอบจากที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ก่อนนำไปเก็บข้อมูล

4.3 พิมพ์เล่มคู่มือ นำไปให้เกษตรกรและบุคคลทั่วไปจำนวน 30 คน อ่านแล้วเก็บข้อมูลความพึงพอใจในด้านเนื้อหา ความน่าสนใจ และการนำไปใช้ปฏิบัติได้จริง ด้วยแบบประเมิน

4.4 ปรับปรุงคู่มือตามข้อเสนอแนะ

5. การพัฒนาเว็บไซต์

การพัฒนาเว็บไซต์ เพื่อให้เป็นสื่อในการเรียนรู้ มีเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับถ่านชีวภาพ ขั้นตอนการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพเพื่อใช้ในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร และเสนอผลการวิจัย มีขั้นตอนดำเนินงานดังนี้

5.1 เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับพัฒนาเว็บไซต์ โดยใช้ข้อมูลส่วนหนึ่งจากวิทยานิพนธ์

5.2 กำหนดขอบเขตเนื้อหาที่จะนำเสนอ โดยการเสนอเนื้อหาให้ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณา

5.3 ออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์ แล้วเผยแพร่ผ่านลิงก์โฮมเพจบุคลากรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. การติดตามการยอมรับของเกษตรกรในการใช้ถ่านชีวภาพปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร

การติดตามการยอมรับ เป็นการติดตามกลุ่มผู้เข้าร่วมกิจกรรม ภายหลังจากการเข้าร่วมกิจกรรม 1 เดือน เพื่อวัดการยอมรับในระดับการนำไปใช้ปฏิบัติ ปัญหาและอุปสรรคที่ส่งผลให้ไม่ได้ปฏิบัติ นำข้อมูลมาเปรียบเทียบ รวมไปถึงการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามกลุ่มเกษตรกรที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมเพื่อนำมาประเมินเปรียบเทียบกับกลุ่มผู้เข้าร่วมกิจกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 5

ผลการวิจัย และข้อวิจารณ์

ผลการวิจัย

การรายงานวิจัยเรื่องการพัฒนาการเรียนรู้ การใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร แบ่งตามวัตถุประสงค์ในการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการสำรวจและประเมินการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการทดลองการใช้ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดิน

    1.1 การมีส่วนร่วมในการทดลองในแปลงสาธิต
        1.1.1 ผลการทดลองในภาคสนาม
        1.1.2 ผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
        1.1.3 ผลการเรียนรู้ของเกษตรกรและนักวิจัย
    1.2 การมีส่วนร่วมในการทดลองในแปลงอบรม
        1.2.1 ผลการทดลองในภาคสนาม
        1.2.2 ผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
        1.2.3 ผลการเรียนรู้ของเกษตรกรและนักวิจัย

2. ผลการศึกษาการขยายเครือข่ายการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน

    2.1 ผลการประเมินการขยายเครือข่ายด้วยการให้ความรู้ในการสัมมนา
    2.2 ผลการประเมินคู่มือการผลิตถ่านชีวภาพและการประยุกต์ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดิน
    2.3 ผลการจัดทำรายงานการวิจัยในระบบอินเทอร์เน็ต

3. ผลการศึกษาการยอมรับของเกษตรกรในการใช้ถ่านชีวภาพปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร

    3.1 ผลการยอมรับระหว่างการเข้าร่วมกิจกรรม
    3.2 ผลการติดตามการยอมรับการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน ของผู้เคยผ่านการเข้าร่วมกิจกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3 ผลการสำรวจความคิดเห็นการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินของเกษตรกรที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมอบรม

ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. ผลการสำรวจและประเมินการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการทดลองการใช้ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดิน

การทดลองใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อปลูกคะน้าแบบมีส่วนร่วม ประกอบด้วยการทดลองสองชุด ชุดที่หนึ่งเป็นการทดลองในแปลงสาธิตซึ่งเป็นแปลงนาของนายสุปรีย์ ศิริสิงห์ เกษตรกรในตำบลเมืองบัว อำเภอเกษตรวิจัย จังหวัดร้อยเอ็ด และการทดลองชุดที่สองเป็นการทดลองที่ให้ผู้เข้าอบรมซึ่งเป็นกลุ่มเกษตรกรมีส่วนร่วมกันในการทดลองร่วมกับนักวิจัยซึ่งทำหน้าที่เป็นวิทยากร ในการอบรมนี้เจ้าของสถานที่ทดลอง ซึ่งมีประสบการณ์จากการมีส่วนร่วมทดลองในแปลงสาธิต ได้เข้าร่วมเป็นผู้ช่วยวิทยากรในการอบรมเกษตรกรจำนวน 18 คน

กระบวนการเรียนรู้จากการทดลองทั้งสองชุดนี้ประกอบด้วย การสาธิตการผลิตถ่านชีวภาพ (ในการทดลองชุดที่หนึ่ง ใช้ถ่านชีวภาพที่ผลิตเอง ขณะที่การทดลองชุดที่สองใช้ถ่านจากโรงไฟฟ้า) การเตรียมแปลงทดลองขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 2 เมตร จำนวน 6 แปลง การเก็บตัวอย่างถ่านชีวภาพและตัวอย่างดินก่อนการทดลองเพื่อส่งตรวจคุณสมบัติพื้นฐานในห้องปฏิบัติการ การผสมปุ๋ยหมักและถ่านชีวภาพเพื่อใส่ในแปลงทดลอง 6 แปลง ตามสัดส่วนที่กำหนดในแผนการทดลองดังนี้ แปลงที่หนึ่งเป็นแปลงควบคุมไม่มีการใส่ปุ๋ยหมักและถ่านชีวภาพ แปลงที่ 2-6 ใช้ปุ๋ยหมักและถ่านชีวภาพด้วยสัดส่วนดังนี้ 100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 เรียงตามลำดับ การนำถ่านชีวภาพที่ผสมกับปุ๋ยหมักแล้วลงในแปลงทดลองจนครบทุกแปลง การนำคะน้าจากถาดเพาะกล้าปลูกลงในแปลงทดลอง การดูแลรักษาประกอบด้วยการรดน้ำวันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น และรดด้วยน้ำหมักชีวภาพทุก 3 วัน การกำจัดวัชพืชในแปลง การไล่แมลงและเก็บตัวหนอนที่เข้าไปในเรือนทดลองออกเพื่อป้องกันการลุกลาม การฉีดพ่นสารสกัดธรรมชาติเพื่อป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ทุก 3 วัน ระยะเวลาตั้งแต่การเตรียมแปลงทดลองจนถึงระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตในแต่ละชุดการทดลองใช้เวลารวม 50 วัน (ระหว่างเดือนเมษายนและพฤษภาคม พ.ศ. 2555 สำหรับการทดลองชุดที่หนึ่ง และระหว่างเดือนพฤษภาคมและกรกฎาคม พ.ศ. 2555 สำหรับการทดลองชุดที่สอง) ระหว่างนี้มีการบันทึกข้อมูลลงในแบบสังเกตและถ่ายรูปเป็นหลักฐานทุก 7 วัน เมื่อคะน้ามีอายุ 50 วันทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต ชั่งน้ำหนักและส่วนสูงของคะน้าแปลงละ 30 ต้นแล้วเก็บตัวอย่างดินหลังการทดลองเพื่อส่งตรวจคุณสมบัติพื้นฐานในห้องปฏิบัติการสำหรับเปรียบเทียบกับผลก่อนทดลอง และการวิเคราะห์ผลการทดลองทั้งในส่วนภาคสนามและในห้องปฏิบัติการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการศึกษาในข้อนี้จะรายงานแยกเป็น 2 ส่วนคือ 1) ผลการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการทดลองในแปลงสาธิต 2) ผลการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการทดลองในแปลงอบรม ซึ่งแต่ละส่วนประกอบด้วย 1) ผลการทดลองในภาคสนาม 2) ผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ และ 3) ผลการเรียนรู้ของเกษตรกรและนักวิจัย ซึ่งทั้งหมดมีรายละเอียดเรียงลำดับดังต่อไปนี้

ภาพที่ 13 แปลงทดลองของการทดลองทั้งสองชุด

อัตราส่วน
ปุ๋ย : ถ่านชีวภาพ
T คือแปลงทดลอง
T1 - แปลงควบคุม
T2 - 100 : 0
T3 - 75 : 25
T4 - 50 : 50
T5 - 25 : 75
T6 - 0 : 100

ปุ๋ยหมัก 100 ส่วน
โดยน้ำหนัก
คือ ปุ๋ยหมัก 7 กก.

ภาพที่ 14 แปลงสาธิตการปลูกคะน้าในการทดลองชุดที่ 1
ที่มา: การทดลองภาคสนามระหว่างเดือนเมษายน-พฤษภาคม พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1 การมีส่วนร่วมในการทดลองในแปลงสาธิต (การทดลองชุดที่ 1)

1.1.1 ผลการทดลองในภาคสนาม

ก) ความสูงและน้ำหนักคะน้าหลังการเพาะปลูก 50 วัน

ในตารางที่ 6 เมื่อพิจารณาความสูงเฉลี่ยของคะน้าซึ่งมีอายุ 50 วัน พบว่า คะน้าที่ปลูกในแปลงที่ห้า (ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพ 25:75) มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด คือ 37.37 เซนติเมตร รองลงมาคือแปลงที่สอง (ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพ 100:0) และแปลงที่สี่ (ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพ 50:50) คือ 36.27 และ 36.17 เซนติเมตร เรียงตามลำดับ

ในส่วนของน้ำหนักเฉลี่ยของคะน้า พบว่าแปลงที่ห้า (ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพ 25:75) มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด 100.17 กรัม รองลงมาคือแปลงที่สาม (ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพ 75:25) และแปลงที่สี่ (ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพ 50:50) คือ 79.27 และ 76.73 กรัม เรียงตามลำดับ

ตารางที่ 6 ความสูงเฉลี่ยและน้ำหนักเฉลี่ยของคะน้าอายุ 50 วัน แยกตามแปลงทดลอง ในการทดลองชุดที่ 1

รหัสการทดลอง	แผนการทดลอง	ความสูงเฉลี่ย (ซม.)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)
T1	แปลงที่ 1 เป็นแปลงควบคุม (ไม่ใช้ปุ๋ยหมักและถ่านชีวภาพ)	32.07	58.43
T2	แปลงที่ 2 ใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียว 100 ส่วนโดยน้ำหนัก	36.27	67.83
T3	แปลงที่ 3 ใช้ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 75:25	35.77	79.27
T4	แปลงที่ 4 ใช้ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 50:50	36.17	76.73
T5	แปลงที่ 5 ใช้ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 25:75	**37.37**	**100.17**
T6	แปลงที่ 6 ใช้ถ่านชีวภาพอย่างเดียว 100 ส่วนโดยน้ำหนัก	33.60	75.57

ในแต่ละแปลงทดลอง N = 30

จากการวิเคราะห์ความสูงและน้ำหนักเฉลี่ยของคะน้าทั้ง 6 แปลง มีแนวโน้มว่า แปลงที่หนึ่ง (T1, แปลงควบคุม) มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าแปลงที่สองถึงแปลงที่หก (T2 ถึง T6) และแปลงทดลองที่ห้า (T5, ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพ 25:75) มีแนวโน้มว่าปริมาณผลผลิตดีกว่าแปลงอื่นๆ ที่น่าสังเกตคือ ในส่วนน้ำหนักของคะน้าแปลงที่สอง (T2, ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพ 100:0) มีน้ำหนักเฉลี่ยน้อยกว่าแปลงที่หก (T6, ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพ 0:100)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 15 การเจริญเติบโตของคะน้าในแปลงสาธิต (การทดลองชุดที่ 1)

ที่มา: การทดลองภาคสนามระหว่างเดือนเมษายน-พฤษภาคม พ.ศ. 2555

ข) ความแตกต่างของความสูงเฉลี่ยของคะน้าอายุ 50 วัน ระหว่างแปลงทดลอง

เมื่อทดสอบทางสถิติ พบว่าความสูงเฉลี่ยของแปลงที่หนึ่ง (T1) และแปลงที่หก (T6) ไม่แตกต่างกัน และแปลงที่สอง แปลงที่สาม แปลงที่สี่ และแปลงที่ห้า (T2, T3, T4, T5) ไม่มีความแตกต่างระหว่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ดีทั้งสี่แปลง มีความแตกต่างกับแปลงที่หนึ่ง (T1, แปลงควบคุม) และพบว่าแปลงที่หนึ่ง (T1) กับแปลงที่หก (T6) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดูผลการวิเคราะห์ในภาคผนวก ช ตารางผนวกที่ 1)

ค) ความแตกต่างของน้ำหนักของคะน้าอายุ 50 วัน ระหว่างแปลงทดลอง

เมื่อทดสอบทางสถิติ พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของคะน้าในแปลงที่สองถึงแปลงที่หก (T2 ถึง T6) มีความแตกต่างจากแปลงที่หนึ่ง (T1, แปลงควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และแปลงที่หนึ่ง แปลงที่สอง และแปลงที่ห้า (T1, T2, T5) มีน้ำหนักเฉลี่ยแตกต่างกับทุกแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดูผลการวิเคราะห์ในภาคผนวก ช ตารางผนวกที่ 2)

1.1.2 ผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ก) คุณสมบัติถ่านชีวภาพ

จากตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติถ่านชีวภาพ พบว่าค่าความเป็นกรด (pH) มีค่าเท่ากับ 7.7 ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) มีค่าเท่ากับ 19.37 ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ มีปริมาณเท่ากับ 411 1,700 2,640 และ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เรียงตามลำดับ

ข) คุณสมบัติของดินก่อนและหลังจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ

ก่อนการทดลอง

จากตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติดินก่อนการทดลอง พบว่าค่าความเป็นกรดของดิน (pH) มีค่าเท่ากับ 5.5 จัดว่าดินมีสภาพเป็นกรดจัด ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) มีค่าเท่ากับ 0.34 ถือว่าอยู่ในระดับต่ำมาก ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน อยู่ในระดับ 16 10 112 และ 4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เรียงตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลังการทดลอง

เมื่อเปรียบเทียบหลังการทดลอง พบว่า ค่าความเป็นกรดของดิน (pH) มีค่าสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบก่อนการทดลอง กล่าวคือมีค่าอยู่ระหว่าง 5.6-5.8 ซึ่งจัดว่าดินมีสภาพเป็นกรดปานกลาง ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุก่อนและหลังการทดลอง มีความแตกต่างในแปลงที่สอง (T2, ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพ 100:0) และแปลงที่สาม (T3, ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพ 75:25) แปลงทดลองอื่นๆ มีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละแผนการทดลอง ส่วนปริมาณฟอสฟอรัส ปริมาณโพแทสเซียม และแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง แม้กระทั่งในแปลงควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการรดด้วยน้ำหมักชีวภาพให้แก่ทุกแปลงทดลอง ในส่วนของแมกนีเซียมในดินมีในระดับต่ำ ในแปลงที่หนึ่ง (T1, แปลงควบคุม) และแปลงที่หก (T6, ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพ 0:100) ส่วนแปลงที่เหลืออยู่ในระดับปานกลาง มีค่าอยู่ระหว่าง 21-56 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 7 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติของดินและถ่านชีวภาพในแปลงสาธิต (การทดลองชุดที่ 1)

ตัวแปร	คุณสมบัติถ่านชีวภาพ[1]	ดินก่อนการทดลอง[2]	ผลวิเคราะห์คุณสมบัติของดินหลังการทดลอง (ปุ๋ยหมัก:ถ่านชีวภาพ)					
			ควบคุม 0:0	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
			T1	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**
pH	7.7	5.5	5.6	5.6	5.6	5.6	5.9	5.8
OM	19.37	0.34	0.91	1.15	1.11	0.95	0.9	0.79
P (mg/kg)	411	16	18	87	87	102	117	54
K (mg/kg)	1,700	10	120	200	170	200	200	170
Ca (mg/kg)	2,640	112	400	640	680	1,000	920	920
Mg (mg/kg)	200	4	21	56	47	48	48	35

[1] ตัวอย่างถ่านชีวภาพ ส่งวิเคราะห์จำนวน 1 ตัวอย่างเฉพาะก่อนการทดลอง

[2] ตัวอย่างดินก่อนการทดลองใช้วิธีการสุ่มเก็บกระจายทั่วแปลงทดลอง เพียง 1 ตัวอย่าง (ดูการเก็บ หน้า 41)

ที่มา: วิเคราะห์คุณสมบัติของดินและถ่านชีวภาพ โดยโครงการพัฒนาวิชาการดิน ปุ๋ย และสิ่งแวดล้อม คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์ดินก่อนและหลังการทดลอง แสดงให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับถ่านชีวภาพ สามารถปรับปรุงดินให้มีคุณสมบัติดีขึ้นได้ และเมื่อพิจารณาร่วมกับการวิเคราะห์ความสูงของคะน้าทางสถิติ พบว่าแปลงที่ใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับถ่านชีวภาพ (T2, T3, T4, T5) มีความแตกต่างจากแปลงควบคุม (T1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างกันเอง แสดงว่าการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับถ่านชีวภาพจะใช้ในอัตราส่วนเท่าใดก็ไม่ทำให้ความสูงของคะน้าในแต่ละแปลงแตกต่างกัน

1.1.3 ผลการเรียนรู้ของเกษตรกรและนักวิจัยในการทดลองร่วมกันในแปลงสาธิต

ก่อนการทดลองในแปลงสาธิตนักวิจัยมีความรู้เฉพาะในเรื่องการผลิตถ่านชีวภาพและการใช้ประโยชน์ของถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดินจากการตรวจเอกสาร เมื่อได้ทดลองจริงร่วมกับเกษตรกรทำให้เข้าใจกระบวนการผลิตถ่านชีวภาพ และได้ความรู้เพิ่มเติมในเรื่องการเกษตรโดยเฉพาะเรื่องการปลูกคะน้า ทำให้มีความมั่นใจในการประยุกต์ถ่านชีวภาพเพื่อปรับปรุงดินและการถ่ายทอดความรู้นี้ให้แก่เกษตรกร สำหรับเกษตรกรซึ่งมีความรู้เฉพาะเรื่องการปรับปรุงดินโดยใช้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมี เมื่อได้ร่วมทดลองทำให้เกษตรกรมีความรู้เรื่องการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวา และการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากการถ่ายทอดของนักวิจัย หลังการทดลองในแปลงสาธิตเกษตรกรเกิดการเรียนรู้และยอมรับถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินและสมัครใจเข้าร่วมเป็นผู้ช่วยวิทยากรในการอบรมให้ความรู้แก่กลุ่มเกษตรกรในการทดลองชุดที่ 2

1.2 การมีส่วนร่วมในการทดลองในแปลงอบรม (การทดลองชุดที่ 2)

1.2.1 ผลการทดลองในภาคสนาม

ก) ความสูงและน้ำหนักคะน้าหลังการเพาะปลูก 50 วัน

ในตารางที่ 8 เมื่อพิจารณาความสูงเฉลี่ยของคะน้าซึ่งมีอายุ 50 วัน พบว่าคะน้าที่ปลูกในแปลงที่ห้า (T5, ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพ 25:75) มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด คือ 35 เซนติเมตร รองลงมาคือแปลงที่สอง (T2, ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพ 100:0) และแปลงที่หก (T6, ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพ 0:100) คือ 29.17 และ 29.05 เซนติเมตร ตามลำดับ

ในส่วนของน้ำหนักเฉลี่ยของคะน้า พบว่าแปลงที่ห้า (T5, ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพ 25:75) มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือแปลงที่สอง (T2, ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพ 100:0) และแปลงที่หก (T6, ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพ 0:100) คือ 61.50 45.90 และ 41.21 กรัม ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 16 การเจริญเติบโตของคะน้าในแปลงอบรม (การทดลองชุดที่ 2)

ที่มา: การทดลองภาคสนามระหว่างเดือนพฤษภาคม-เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2555

ตารางที่ 8 ความสูงเฉลี่ยและน้ำหนักเฉลี่ยของคะน้าอายุ 50 วัน แยกตามแปลงทดลอง ในการทดลองชุดที่ 2

รหัสการทดลอง	แผนการทดลอง	ความสูงเฉลี่ย (ซม.)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)
T1	แปลงที่ 1 เป็นแปลงควบคุม (ไม่ใช้ปุ๋ยหมักและถ่านชีวภาพ)	26.53	30.43
T2	แปลงที่ 2 ใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียว 100 ส่วนโดยน้ำหนัก	29.17	45.90
T3	แปลงที่ 3 ใช้ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 75:25	26.03	35.97
T4	แปลงที่ 4 ใช้ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 50:50	28.60	40.33
T5	แปลงที่ 5 ใช้ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 25:75	**35.00**	**61.50**
T6	แปลงที่ 6 ใช้ถ่านชีวภาพอย่างเดียว 100 ส่วนโดยน้ำหนัก	29.05	41.21

ในแต่ละแปลงทดลอง N = 30

จากการวิเคราะห์ความสูงและน้ำหนักเฉลี่ยของคะน้าทั้ง 6 แปลง ในการทดลองชุดที่ 2 มีแนวโน้มว่าแปลงที่ห้า (T5, ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพ 25:75) มีปริมาณผลผลิตดีกว่าทุกแปลง

ข) ความแตกต่างของความสูงของคะน้าอายุ 50 วัน ระหว่างแปลงทดลอง

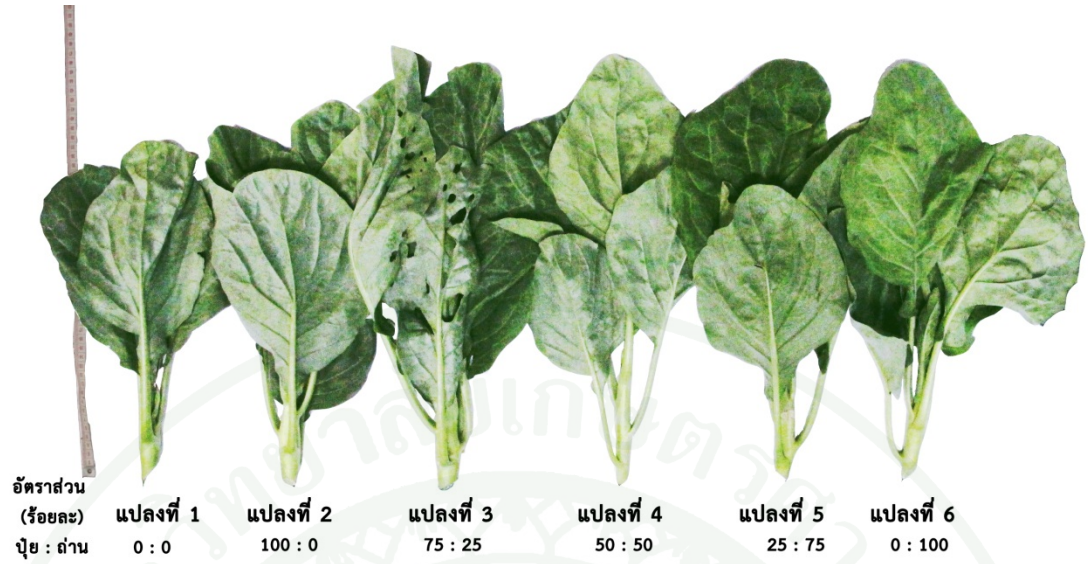
เมื่อทดสอบทางสถิติ พบว่าความสูงเฉลี่ยของแปลงที่ห้า (T5) แตกต่างกับทุกแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดูผลการวิเคราะห์ในภาคผนวก ช ตารางผนวกที่ 3)

ค) ความแตกต่างของน้ำหนักของคะน้าอายุ 50 วัน ระหว่างแปลงทดลอง

เมื่อทดสอบทางสถิติ พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของแปลงที่สอง กับแปลงที่ห้า (T2, T5) แตกต่างกับทุกแปลง (T1, T3, T4, T6) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ดีแปลงที่หนึ่ง (T1) และแปลงที่หก (T6) ไม่แตกต่างกัน (ดูผลการวิเคราะห์ในภาคผนวก ช ตารางผนวกที่ 4)

จากผลการวิเคราะห์ความสูงโดยเฉลี่ยของคะน้าแต่ละแปลงทดลอง ในการทดลองทั้งสองครั้ง พบว่าค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุดของคะน้าอยู่ในแปลงที่ห้า (T5, ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพ 25:75) และจากภาพที่ 17 และภาพที่ 18 คือการเลือกต้นคะน้าที่สูงที่สุดในแต่ละแปลงทดลองเมื่อครบระยะเก็บเกี่ยวของการทดลองทั้งสองชุด มาบันทึกภาพประกอบการอธิบายผลการวิเคราะห์นี้ จากภาพความสูงของคะน้าที่สูงที่สุดอยู่ในแปลงที่ห้าทั้งสองชุดการทดลองและตรงกับผลการวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 17 ความสูงของคะน้าแยกตามแปลงทดลอง การทดลองชุดที่ 1 (คัดเลือกต้นที่สูงที่สุดของแต่ละแปลง แต่ในการคำนวณใช้ค่าเฉลี่ยของทุกต้นในแต่ละแปลง)

ที่มา: การทดลองภาคสนามระหว่างเดือนเมษายน-พฤษภาคม พ.ศ. 2555

ภาพที่ 18 ความสูงของคะน้าแยกตามแปลงทดลอง การทดลองชุดที่ 2 (คัดเลือกต้นที่สูงที่สุดของแต่ละแปลง แต่ในการคำนวณใช้ค่าเฉลี่ยของทุกต้นในแต่ละแปลง)

ที่มา: การทดลองภาคสนามระหว่างเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2.2 ผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ก) คุณสมบัติถ่านชีวภาพ

การทดลองชุดที่ 2 ใช้ถ่านแกลบจากโรงไฟฟ้าชีวมวล จากตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์สมบัติของถ่านชีวภาพ พบว่าค่าความเป็นกรด (pH) มีค่าเท่ากับ 8.6 ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) มีค่าเท่ากับ 0.13 ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน อยู่ในระดับ 1,665 900 640 และ 190 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เรียงตามลำดับ

ข) คุณสมบัติของดินก่อนและหลังจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ

ก่อนการทดลอง

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง พบว่าค่าความเป็นกรดของดิน (pH) มีค่าเท่ากับ 6.3 จัดว่าดินมีสภาพเป็นกรดเล็กน้อย ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) มีค่าเท่ากับ 1.30 ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน อยู่ในระดับ 102 200 600 และ 130 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เรียงตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินก่อนการทดลองในแปลงสาธิตและแปลงที่ใช้ในการอบรม (ตารางที่ 7 และตารางที่ 9) พบว่าค่าความเป็นกรดของดิน (ชุดที่1 ต่อชุดที่2, 5.5:6.3) ปริมาณอินทรียวัตถุ (ชุดที่1ต่อชุดที่2, 0.34:1.30) ปริมาณฟอสฟอรัส (ชุดที่1ต่อชุดที่2, 16:102) โพแทสเซียม (ชุดที่1ต่อชุดที่2, 10:200) แคลเซียม (ชุดที่1ต่อชุดที่2, 112:600) และแมกนีเซียมในดิน (ชุดที่1ต่อชุดที่2, 4:130) จากผลการทดลองระบุได้ว่าแปลงทดลองในชุดที่สองมีปริมาณธาตุอาหารที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชแล้ว เนื่องจากบริเวณที่ทำการทดลองนี้เคยเป็นโรงเรือนเลี้ยงเป็ดไข่ การเลือกพื้นที่นี้เนื่องจากข้อจำกัดของระยะเวลาการทดลองอยู่ในช่วงฤดูแล้ง (เดือนพฤษภาคม ถึง กรกฎาคม) สถานที่ทดลองมีเพียงตำแหน่งนี้ที่ใกล้กับแหล่งน้ำธรรมชาติ ดังนั้นผลการทดลองทั้งสองชุดจึงไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้

หลังการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ดินหลังเก็บเกี่ยวพืชพบว่า ค่าความเป็นกรดของดิน (pH) มีค่าสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบก่อนการทดลอง กล่าวคือมีค่าอยู่ระหว่าง 6.5-6.8 ซึ่งจัดว่าดินมีสภาพเป็นกรดเล็กน้อยถึงปานกลาง ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุก่อนและหลังการทดลอง มีค่าเพิ่มขึ้นในแปลงที่สอง (T2, ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพ 100:0) ส่วนที่เหลือมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละแผนการทดลอง ส่วน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน เมื่อเทียบกับก่อนการทดลองแล้วไม่แตกต่างกันมากนัก

ตารางที่ 9 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติของดินและถ่านชีวภาพในแปลงอบรม (การทดลองชุดที่ 2)

ตัวแปร	คุณสมบัติถ่านชีวภาพ[1]	ดินก่อนการทดลอง[2]	ผลวิเคราะห์คุณสมบัติของดินหลังการทดลอง (ปุ๋ยหมัก : ถ่านชีวภาพ)					
			ควบคุม 0:0	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
			T1	T2	T3	T4	T5	T6
pH	8.6	6.3	6.5	6.8	6.8	6.8	6.5	6.5
OM	0.13	1.30	1.31	1.62	1.39	1.38	1.11	1.25
P (mg/kg)	1,665	102	88	127	143	145	172	161
K (mg/kg)	900	200	120	240	260	250	230	280
Ca (mg/kg)	640	600	580	600	720	840	600	720
Mg (mg/kg)	190	130	70	120	120	110	100	100

[1] ตัวอย่างถ่านชีวภาพ ส่งวิเคราะห์จำนวน 1 ตัวอย่างเฉพาะก่อนการทดลอง เป็นถ่านจากโรงไฟฟ้า

[2] ตัวอย่างดินก่อนการทดลองใช้วิธีการสุ่มเก็บกระจายทั่วแปลงทดลองเพียง 1 ตัวอย่าง (ดูการเก็บหน้า 41)

ที่มา: วิเคราะห์คุณสมบัติของดินและถ่านชีวภาพ โดยโครงการพัฒนาวิชาการดิน ปุ๋ย และสิ่งแวดล้อม คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2.3 ผลการเรียนรู้ของเกษตรกรและนักวิจัย

การวัดผลการเรียนรู้ของเกษตรกรที่เข้าร่วมรับการอบรม ใช้แบบสอบถามซึ่งประกอบด้วยคำถามหรือตัวแปรที่เกี่ยวกับความรู้ด้านการปรับปรุงดินและถ่านชีวภาพของเกษตรกร 14 ตัว โดยวัดว่ามีความรู้มาก่อนเข้าอบรมหรือไม่ ความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรมวัดด้วยตัวแปร 13 ตัว ใช้มาตรวัดความพึงพอใจ 5 ระดับ และการยอมรับเพื่อนำไปปฏิบัติหลังอบรม

ผลการประเมินในช่วงการถ่ายทอดความรู้ ในวันที่ 11 พฤษภาคม พ.ศ. 2555 เวลา 10.00-14.00 น. มีเกษตรกรเข้าร่วมกิจกรรมจำนวน 18 คน จำแนกตามรายบุคคล พบว่าระดับความพึงพอใจ อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด (9 คน) รองลงมาคือพึงพอใจมาก (7 คน) และพึงพอใจปานกลาง (2 คน) คิดเป็นร้อยละ 50.00 38.89 และ 11.11 ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 สรุประดับความพึงพอใจรวมในการเข้าร่วมกิจกรรมอบรมของเกษตรกรจำแนกตามรายบุคคล

ระดับความพึงพอใจ	จำนวนคน	ร้อยละ
พึงพอใจมากที่สุด	9	50.00
พึงพอใจมาก	7	38.89
พึงพอใจปานกลาง	2	11.11
พึงพอใจน้อย	0	0.00
พึงพอใจน้อยที่สุด	0	0.00
รวม	**18**	**100.00**

ที่มา: วิเคราะห์จากค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรม (เกณฑ์การจำแนกระดับความพึงพอใจดูรายละเอียดในบทที่ 4)

ผลการประเมินความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรมของเกษตรกร จำแนกตามกิจกรรม พบว่ามีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดเรื่องคุณค่าหรือประโยชน์ที่ได้รับจากการสัมมนารองลงมาคือเนื้อหาสาระของการการปฏิบัติจริง โดยมีระดับความพึงพอใจมากที่สุดจำนวน 4 หัวข้อ มีความพึงพอใจระดับมาก จำนวน 8 หัวข้อและมีความพึงพอใจระดับปานกลาง 1 หัวข้อ ในภาพรวมแล้วผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีทัศนคติที่ดีต่อการเข้ามามีส่วนร่วมในการวิจัยอยู่ในระดับพึงพอใจมากด้วยค่าเฉลี่ย 4.08 (ตารางที่ 11)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 ระดับความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรมของเกษตรกรจำแนกตามกิจกรรม

ประเด็นการประเมิน	จำนวนผู้ประเมิน ระดับความพึงพอใจ					ค่าเฉลี่ย	ระดับเฉลี่ย
	5	4	3	2	1		
1. ความน่าสนใจของโครงการถ่ายทอดความรู้	5	9	3	1	0	4.00	มาก
2. ความสมัครใจในการเข้าร่วมโครงการถ่ายทอดความรู้	7	6	3	1	1	3.94	มาก
3. โครงการถ่ายทอดความรู้มีความเหมาะสมกับสภาพปัจจุบันของสังคมและสิ่งแวดล้อม	5	10	3	0	0	4.11	มาก
4. คุณค่าหรือประโยชน์ที่ได้รับจากการเข้าร่วมกิจกรรม	17	1	0	0	0	4.78	มากที่สุด
5. ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ประโยชน์	4	9	5	0	0	3.94	มาก
6. ก่อนเข้าร่วมโครงการ ท่านคาดหวังว่าจะได้ประโยชน์จากการเข้าร่วมโครงการถ่ายทอดความรู้	0	10	3	4	1	3.22	ปานกลาง
7. เนื้อหาสาระของการบรรยาย	7	6	5	0	0	4.11	มาก
8. เนื้อหาสาระของการการปฏิบัติจริง	10	4	4	0	0	4.33	มากที่สุด
9. สถานที่จัดกิจกรรมถ่ายทอดความรู้	5	6	7	0	0	3.89	มาก
10. ระยะเวลาในการจัดกิจกรรม	4	7	7	0	0	3.83	มาก
11. การถ่ายทอดความรู้ของวิทยากร	9	2	7	0	0	4.11	มาก
12. หลังการเข้าร่วมโครงการมีความรู้-ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพิ่มขึ้น	8	7	3	0	0	4.28	มากที่สุด
13. ในการปลูกพืชครั้งต่อไป ท่านคิดว่าจะใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน	7	9	2	0	0	4.28	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย (n=18)						**4.08**	**มาก**

หมายเหตุ: ระดับเฉลี่ย 4.21-5.00 = พึงพอใจมากที่สุด 1.81-2.60 = พึงพอใจน้อย
3.41-4.20 = พึงพอใจมาก 1.00-1.80 = พึงพอใจน้อยที่สุด
2.61-3.40 = พึงพอใจปานกลาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ผลการศึกษาการขยายเครือข่ายการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะสร้างเครือข่ายกลุ่มผู้ใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร โดยมีกิจกรรมเพื่อพัฒนาให้เกิดเครือข่ายการเรียนรู้ ประกอบด้วย การจัดสัมมนาให้แก่เจ้าหน้าที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเพื่อให้เห็นคุณค่าและเป็นส่วนสนับสนุนและส่งเสริมเกษตรกร การสร้างคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตรเพื่อให้ผู้ที่สนใจสามารถปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้อง และการพัฒนาเว็บไซต์เพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ผลการวิจัยและให้ความรู้เรื่องถ่านชีวภาพแก่คนทั่วไป รายละเอียดของแต่ละกิจกรรมมีดังต่อไปนี้

2.1 ผลการประเมินการขยายเครือข่ายด้วยการให้ความรู้ในการสัมมนา

การจัดสัมมนาเรื่อง “การใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร” ร่วมกับบุคลากรและเจ้าหน้าที่ในเทศบาลตำบลเมืองบัว อำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ด เพื่อให้เจ้าหน้าที่ฯ มีความรู้และเห็นคุณค่าของการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร พร้อมทั้งรายงานผลการดำเนินงานวิจัย และขอความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ โดยมีจุดมุ่งหมายให้เจ้าหน้าที่ฯ เป็นร่วมสนับสนุนและส่งเสริมเกษตรกรในการใช้ถ่านชีวภาพเพื่อการเกษตรต่อไป จัดการสัมมนาในวันที่ 17 กรกฎาคม พ.ศ. 2555 เวลา 10.00-12.00 น. ณ ที่ทำการเทศบาลตำบลเมืองบัว มีผู้เข้าร่วมสัมมนา 12 คน และเชิญผู้ที่สนใจศึกษาดูงานได้ดูผลการวิจัย ณ ทุ่งนานายสุปรีย์ ศิริสิงห์ เครื่องมือที่ใช้ในการจัดสัมมนาแสดงในภาคผนวก ค และประมวลภาพการจัดสัมมนาแสดงในภาคผนวก ง

ภาพที่ 19 บรรยากาศการจัดอบรมและสัมมนา

การวัดการเรียนรู้ของเจ้าหน้าที่เทศบาลตำบลเมืองบัว อำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ดที่เข้าร่วมสัมมนา ใช้แบบสอบถามซึ่งประกอบด้วยคำถามหรือตัวแปรที่เกี่ยวกับความรู้ด้านการปรับปรุงดินและถ่านชีวภาพของผู้เข้าร่วมสัมมนา 14 ตัว โดยวัดว่ามีความรู้มาก่อนเข้าสัมมนา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หรือไม่ ความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรมวัดด้วยตัวแปร 13 ตัว ใช้มาตรวัดความพึงพอใจ 5 ระดับ และการยอมรับเพื่อนำไปทำเป็นแนวทางในการวางแผนพัฒนาระดับท้องถิ่น

ผลการประเมินในช่วงการสัมมนา จากผู้เข้าร่วมกิจกรรมจำนวน 12 คน จำแนกตามรายบุคคลพบว่าระดับความพึงพอใจ อยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 66.67 (8 คน) และพึงพอใจมากที่สุด (4 คน) คิดเป็นร้อยละ 33.33 แสดงผลดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 สรุประดับความพึงพอใจรวมในการเข้าร่วมกิจกรรมของเจ้าหน้าที่เทศบาลตำบลเมืองบัว จำแนกตามรายบุคคล

ระดับความพึงพอใจ	จำนวนคน	ร้อยละ
พึงพอใจมากที่สุด	4	33.33
พึงพอใจมาก	8	66.67
พึงพอใจปานกลาง	0	0.00
พึงพอใจน้อย	0	0.00
พึงพอใจน้อยที่สุด	0	0.00
รวม	**12**	**100.00**

ที่มา: วิเคราะห์จากค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรม (เกณฑ์การจำแนกระดับความพึงพอใจดูรายละเอียดในบทที่ 4)

ผลการประเมินของเจ้าหน้าที่เทศบาลตำบลเมืองบัวต่อการเข้าร่วมกิจกรรม ในภาพรวมแล้วผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีทัศนคติที่ดีต่อการเข้ามามีส่วนร่วมในการวิจัยอยู่ในระดับพึงพอใจมากด้วยค่าเฉลี่ย 4.13 (ตารางที่ 13)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 ระดับความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรมของเจ้าหน้าที่เทศบาลตำบลเมืองบัว จำแนกตามกิจกรรม

ประเด็นการประเมิน	จำนวนผู้ประเมิน ระดับความพึงพอใจ					ค่าเฉลี่ย	ระดับเฉลี่ย
	5	4	3	2	1		
1. ความน่าสนใจของโครงการสัมมนา	1	11	0	0	0	4.08	มาก
2. ความสมัครใจในการเข้าร่วมโครงการสัมมนา	3	7	2	0	0	4.08	มาก
3. โครงการสัมมนามีความเหมาะสมกับสภาพปัจจุบันของสังคมและสิ่งแวดล้อม	4	7	1	0	0	4.25	มากที่สุด
4. คุณค่าหรือประโยชน์ที่ได้รับจากการสัมมนา	3	9	0	0	0	4.25	มากที่สุด
5. ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ประโยชน์	4	4	4	0	0	4.00	มาก
6. ก่อนเข้าร่วมโครงการสัมมนา ท่านคาดหวังว่าจะได้ประโยชน์จากการเข้าร่วมสัมมนา	3	7	2	0	0	4.08	มาก
7. เนื้อหาสาระของการบรรยาย	5	6	1	0	0	4.33	มากที่สุด
8. เนื้อหาสาระของการการปฏิบัติจริง	3	8	1	0	0	4.17	มาก
9. สถานที่จัดสัมมนา	2	9	1	0	0	4.08	มาก
10. ระยะเวลาในการจัดสัมมนา	3	6	3	0	0	4.00	มาก
11. การถ่ายทอดความรู้ของวิทยากร	4	6	2	0	0	4.17	มาก
12. หลังการอบรมมีความรู้-ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพิ่มขึ้น	5	6	1	0	0	4.33	มากที่สุด
13. ในการปลูกพืชครั้งต่อไป ท่านคิดว่าจะใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน	3	6	2	1	0	3.92	มาก
ค่าเฉลี่ย (n=12)						4.13	**มาก**

หมายเหตุ: ระดับเฉลี่ย 4.21-5.00 = พึงพอใจมากที่สุด 1.81-2.60 = พึงพอใจน้อย
3.41-4.20 = พึงพอใจมาก 1.00-1.80 = พึงพอใจน้อยที่สุด
2.61-3.40 = พึงพอใจปานกลาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 ผลการประเมินคู่มือการผลิตถ่านชีวภาพและการประยุกต์ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดิน

ในการวิจัย ได้จัดทำคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการขยายเครือข่าย ลักษณะของเนื้อหาเป็นการให้ความรู้ทั่วไปและประโยชน์ของถ่านชีวภาพ อธิบายขั้นตอนและวิธีการผลิตและการนำถ่านชีวภาพไปใช้ในการปรับปรุงดิน โดยใช้คำบรรยายและภาพประกอบ แสดงคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตรในภาคผนวก ข

การวัดคุณภาพคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร ใช้แบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วยคำถามหรือตัวแปรที่วัดเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมิน ความรู้เกี่ยวกับถ่านชีวภาพ โดยวัดว่ามีความรู้มาก่อนหรือไม่ การประเมินคุณภาพของคู่มือวัดด้วยตัวแปร 4 ตัว ใช้มาตรวัดความพึงพอใจ 3 ระดับ และการยอมรับเพื่อนำไปปฏิบัติหลังจากอ่านคู่มือ

ผลการประเมินคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร จาก 43 คน พบว่าคะแนนระดับคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมากด้วยค่าเฉลี่ย 2.35 แต่ในส่วนของการประเมินเรื่องสามารถปฏิบัติตามได้ อยู่ในระดับดี และมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ทั้งนี้ในการปรับปรุงแก้ไขคู่มือ ก่อนนำไปใช้งานจะต้องแก้ไขรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงานให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น รายละเอียดผลการประเมินแสดงในตารางที่ 14 และตารางที่ 15

ตารางที่ 14 คะแนนประเมินเฉลี่ยของผู้ตอบแบบสอบถาม (n=43)

ประเด็นการประเมิน	จำนวนผู้ประเมิน ระดับคุณภาพคู่มือฯ			ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
	ดีมาก	ดี	พอใช้		
ขั้นตอนการอธิบายเข้าใจง่าย	17	25	1	2.37	ดีมาก
ภาษาที่ใช้เป็นภาษาที่เข้าใจง่าย	19	23	1	2.42	ดีมาก
ภาพประกอบช่วยให้เข้าใจวิธีการทำมากขึ้น	22	20	1	2.49	ดีมาก
สามารถปฏิบัติตามได้	11	27	5	2.14	ดี
ค่าเฉลี่ย (n=43)				**2.35**	**ดีมาก**

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย 2.34-3.00 = ดีมาก 1.67-2.33 = ดี 1.00-1.66 = พอใช้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 ตารางไขว้คะแนนเฉลี่ยระดับคะแนนประเมินคุณภาพคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร กับระดับการศึกษา

		คะแนนประเมินคุณภาพคู่มือฯ			รวม (คน)
		ดีมาก	ดี	พอใช้	
ระดับการศึกษา	ต่ำกว่าปริญญาตรี	15	3	0	18
	ปริญญาตรี	6	18	1	25
รวม (คน)		**21**	**21**	**1**	**43**

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนประเมินคุณภาพกับระดับการศึกษาของผู้ประเมินโดยกำหนดสมมุติฐานในการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ดังนี้

H_o : คะแนนประเมินคุณภาพคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตรไม่มีความสัมพันธ์กับระดับการศึกษาของผู้ประเมิน

H_1 : คะแนนประเมินคุณภาพคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตรมีความสัมพันธ์กับระดับการศึกษาของผู้ประเมิน

ผลการทดสอบในตารางที่ 16 พบว่าค่าสถิติทดสอบ Chi-square test แบบ Peason เท่ากับ 14.825 และค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่คำนวณได้ เท่ากับ 0.001 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญในการทดสอบ (α=0.05) ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมุติฐานหลัก (H_o) นั่นคือ ระดับการศึกษามีอิทธิพลต่อระดับการประเมินคุณภาพคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อพิจารณาร่วมกับตารางที่ 15 จะพบว่าผู้ประเมินที่มีการศึกษาสูงกว่าปริญญาตรี ประเมินในระดับดี ขณะที่ต่ำกว่าปริญญาตรี ส่วนใหญ่จะประเมินในระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ 16 การทดสอบไคสแควร์ และการวัดระดับความสัมพันธ์ของระดับคะแนนประเมินคุณภาพคู่มือกับระดับการศึกษา

Chi-Square แบบ Pearson	ค่าอันตภาพชั้น (n-1) (df)	ระดับนัยสำคัญทางสถิติแบบ 2 ทาง (sig., 2-sided)
14.825(a)	2	0.001

ข้อเสนอแนะอื่นๆ ผู้ประเมินได้ให้ข้อเสนอแนะว่าควรนำผลการวิจัยไปเผยแพร่ตามต่างจังหวัดเพื่อเป็นแนวทางของแผนพัฒนาด้านเกษตรกรรมต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 ผลการจัดทำรายงานการวิจัยในระบบอินเทอร์เน็ต

การพัฒนาเว็บไซต์นำเสนอเนื้อหาเกี่ยวกับผลการวิจัยในวิทยานิพนธ์ ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับถ่านชีวภาพ ขั้นตอนการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพเพื่อใช้ในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร เครือข่ายของเกษตรกรที่ใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร โดยเผยแพร่บนเว็บไซต์ http://www.pirun.ku.ac.th/~fsocoss รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 20

ภาพที่ 20 เว็บไซต์แสดงผลการวิจัย

3. ผลการศึกษาการยอมรับของเกษตรกรในการใช้ถ่านชีวภาพปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร

การศึกษาการยอมรับแนวคิดการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินของผู้เข้าร่วมกิจกรรมจากแบบสอบถาม วิเคราะห์ผลการยอมรับ 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) ผลการยอมรับระหว่างการเข้าร่วมกิจกรรม 2) ผลการติดตามการยอมรับถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินของกลุ่มผู้เข้าร่วมกิจกรรม 3) ผลการเปรียบเทียบการยอมรับระหว่างผู้เข้าร่วมกิจกรรมผู้ที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรม แสดงรายละเอียดผลการศึกษาดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1 ผลการยอมรับระหว่างการเข้าร่วมกิจกรรม

ผลการศึกษาการยอมรับระหว่างการเข้าร่วมกิจกรรม เป็นการรวมข้อมูลตัวแปรที่ได้จากการเก็บแบบสอบถามเกษตรกรที่เข้ารับการอบรม 18 คน (ข้อ 1.2.3) และการเก็บแบบสอบถามเจ้าหน้าที่เทศบาลที่เข้าร่วมสัมมนา 12 คน (ข้อ 2.1) รวมจำนวนแบบสอบถาม 30 ชุด มาทำการวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อจัดกลุ่มความรู้ของผู้เข้าร่วมกิจกรรม และประเมินระดับความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรม มีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 การจัดกลุ่มความรู้ของผู้เข้าร่วมกิจกรรรม

ผลการจัดกลุ่มผู้เข้าร่วมกิจกรรมด้วยตัวแปรความรู้เกี่ยวกับการปรับปรุงดินและการใช้ถ่านชีวภาพ 14 ตัว โดยใช้เทคนิค two-steps cluster เพื่ออธิบายว่าสมาชิกในแต่ละกลุ่มมีความรู้ในเรื่องใดมากที่สุดและน้อยที่สุด พบว่าสามารถแบ่งผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้เป็น 2 กลุ่ม ผลการจัดกลุ่มแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 17

กลุ่มที่ 1 มีสมาชิกจำนวน 19 คน เป็นกลุ่มที่สมาชิกเป็นคนที่มีความรู้เกี่ยวกับถ่านชีวภาพและไม่รู้รวมกัน และคนส่วนใหญ่มีความรู้เรื่องการปรับปรุงดิน ในทุกเรื่อง

กลุ่มที่ 2 มีสมาชิกจำนวน 11 คน เป็นกลุ่มที่มีสมาชิกทั้งหมดไม่มีความรู้เรื่องถ่านชีวภาพและการใช้วัสดุ (ประเด็นคำถามข้อ 1 3 4 5 6 และ 11) และสมาชิกที่มีความรู้เรื่องการปรับปรุงดินน้อยมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 กลุ่มผู้เข้าร่วมกิจกรรมจำแนกตามความรู้เกี่ยวกับการปรับปรุงดินและการใช้ถ่านชีวภาพก่อนเข้าร่วมกิจกรรม

ประเด็นความรู้	จำนวนคน	
	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2
	มี / ไม่มี	มี / ไม่มี
1. ความแตกต่างระหว่างถ่านทั่วไป กับถ่านชีวภาพ	5 / 14	0 / 11
2. การผลิตถ่านทั่วไปสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิง	**15** / 4	**10** / 1
3. การผลิตถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดิน	4 / 15	0 / 11
4. การผลิตถ่านชีวภาพด้วยวิธีการแยกสลายด้วยความร้อน	5 / 14	0 / 11
5. การใช้ประโยชน์ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดิน	7 / 12	0 / 11
6. การใช้ประโยชน์ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดินและลดโลกร้อน	4 / 15	0 / 11
7. การนำถ่านชีวภาพ ไปใช้ร่วมกับปุ๋ยหมักเพื่อปรับปรุงดิน	7 / 12	1 / 10
8. การใช้ระบบพืช (พืชผสมผสาน/พืชหมุนเวียน/พืชคลุมดิน)	**13** / 6	1 / 10
9. การใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ผลิตเป็นปุ๋ย	**17** / 2	**3** / 8
10. การใช้จุลินทรีย์ (ปุ๋ยน้ำชีวภาพ)	**15** / 4	1 / 10
11. การใช้วัสดุที่เกิดจากแหล่งธรรมชาติ	6 / 13	0 / 11
12. การไถพรวนและตากหน้าดินเพื่อกำจัดตัวอ่อนแมลง	**15** / 4	2 / 9
13. การปรับปรุงดิน โดยใช้ไส้เดือน	10 / 9	1 / 10
14. การใช้ถ่าน	10 / 9	1 / 10
จำนวน (คน)	**19**	**11**

3.1.2 ความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรม

การวัดความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรม (อบรมและสัมมนา) รวมจำนวน 30 คน ได้ทำการวิเคราะห์ 2 ลักษณะ ลักษณะที่ 1 วิเคราะห์ระดับความพึงพอใจโดยเฉลี่ยของผู้เข้าร่วมกิจกรรมแบ่งระดับความพึงพอใจ เป็น 5 ระดับ และลักษณะที่ 2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรมกับกลุ่มที่แบ่งด้วยตัวแปรความรู้เรื่องการปรับปรุงดินและการใช้ถ่านชีวภาพก่อนการเข้าร่วมกิจกรรม

การวิเคราะห์ลักษณะที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของเกษตรกรและเจ้าหน้าที่เทศบาลตำบลเมืองบัว ต่อการเข้าร่วมกิจกรรม พบว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด เรื่องคุณค่าหรือประโยชน์ที่ได้รับจากการเข้าร่วมกิจกรรม รองลงมาคือมีความรู้-ความ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เข้าใจเกี่ยวกับการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพิ่มขึ้นหลังการเข้าร่วมกิจกรรม และเนื้อหาสาระของการการปฏิบัติจริง ในประเด็นคำถามอื่นๆ มีความพึงพอใจในระดับมาก ในภาพรวมแล้วผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีทัศนคติที่ดีต่อการเข้ามามีส่วนร่วมในการวิจัยอยู่ในระดับพึงพอใจมากด้วยค่าเฉลี่ย 4.10 (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 18 ระดับความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรมของผู้เข้าร่วมกิจกรรม 30 คน

ประเด็นการประเมิน	จำนวนผู้ประเมิน ระดับความพึงพอใจ					ค่าเฉลี่ย	ระดับเฉลี่ย
	5	4	3	2	1		
1. ความน่าสนใจของกิจกรรม	6	20	3	1	0	4.03	มาก
2. ความสมัครใจในการเข้าร่วมกิจกรรม	10	13	5	1	1	4.00	มาก
3. กิจกรรมมีความเหมาะสมกับสภาพปัจจุบันของสังคมและสิ่งแวดล้อม	9	17	4	0	0	4.17	มาก
4. คุณค่าหรือประโยชน์ที่ได้รับจากกิจกรรม	20	10	0	0	0	4.67	มากที่สุด
5. ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ประโยชน์	8	13	9	0	0	3.97	มาก
6. ก่อนเข้าร่วมกิจกรรม ท่านคาดหวังว่าจะได้ประโยชน์จากการเข้าร่วมกิจกรรมเพียงใด	3	17	5	4	1	3.57	มาก
7. เนื้อหาสาระของการบรรยาย	12	12	6	0	0	4.20	มาก
8. เนื้อหาสาระของการการปฏิบัติจริง	13	12	5	0	0	4.27	มากที่สุด
9. สถานที่จัดกิจกรรม	7	15	8	0	0	3.97	มาก
10. ระยะเวลาในการจัดกิจกรรม	7	13	10	0	0	3.90	มาก
11. การถ่ายทอดความรู้ของวิทยากร	13	8	9	0	0	4.13	มาก
12. หลังการเข้าร่วมกิจกรรม ท่านมีความรู้-ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพิ่มขึ้น	13	13	4	0	0	4.30	มากที่สุด
13. ในการปลูกพืชครั้งต่อไป ท่านคิดว่าจะใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน	10	15	4	1	0	4.13	มาก
ค่าเฉลี่ย (n=30)						**4.10**	**มาก**

หมายเหตุ: ระดับเฉลี่ย 4.21-5.00 = พึงพอใจมากที่สุด 1.81-2.60 = พึงพอใจน้อย
3.41-4.20 = พึงพอใจมาก 1.00-1.80 = พึงพอใจน้อยที่สุด
2.61-3.40 = พึงพอใจปานกลาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์ลักษณะที่ 2 เป็นการวิเคราะห์ระหว่างคะแนนความพึงพอใจของกลุ่ม ที่แบ่งตามความรู้เรื่องการปรับปรุงดินและการใช้ถ่านชีวภาพก่อนการเข้าร่วมกิจกรรม โดยใช้เทคนิค one way ANOVA โดยกำหนดสมมุติฐานในการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ดังนี้

H_o : คะแนนระดับความพึงพอใจในการร่วมกิจกรรมไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

H_1 : คะแนนความพึงพอใจในการร่วมกิจกรรมมีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

ตารางที่ 19 แสดงจำนวนสมาชิกที่ใช้ในการตรวจสอบความแปรปรวนของข้อมูลทั้งหมด 30 คน ในตารางที่ 20 พบว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่วัดได้ (sig=0.851) มากกว่าระดับนัยสำคัญในการทดสอบ (α=0.05) จึงไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_o) แสดงว่าข้อมูลในแต่ละกลุ่มมีความแปรปรวน หรือ การกระจายที่ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นข้อมูลนี้จึงสามารถทดสอบด้วย one way ANOVA ต่อได้

ตารางที่ 19 จำนวนสมาชิกกลุ่ม ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความพึงพอใจระหว่างกลุ่ม

กลุ่ม	**จำนวนสมาชิก**	**คะแนนความพึงพอใจระหว่างกลุ่ม**	
		ค่าเฉลี่ย	**ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน**
1	19	39.84211	6.157770
2	11	41.09091	6.963541
รวม	**30**	**40.30000**	**6.374248**

ตารางที่ 20 ผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนความพึงพอใจระหว่างกลุ่ม

สถิติในการทดสอบ (Levene statistic)	ค่าอันตภาพชั้น **1 (df1)**	ค่าอันตภาพชั้น **2 (df2)**	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ **(sig.)**
0.036	1	28	**0.851**

ผลการทดสอบในตารางที่ 21 พบว่าค่าสถิติแบบ f (f=0.261) และระดับนัยสำคัญทางสถิตที่คำนวณได้ (sig = 0.614) มากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ (α=0.05) ทำให้ไม่ปฏิเสธสมมุติฐานหลัก อธิบายได้ว่า การประเมินระดับความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรมไม่ได้รับอิทธิพลจากความรู้เรื่องการปรับปรุงดินที่มีมาก่อนเข้าร่วมกิจกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 21 การทดสอบความแปรปรวนภายในกลุ่ม

ความแปรปรวน	(a) ผลรวมของกำลังสองของค่าเบี่ยงเบน **(sum of squares)**	(b) ค่าอันต-ภาพชั้น (n-1) **(df)**	(c) (a)/(b) ค่าเฉลี่ยความเบี่ยงเบนกำลังสอง **(Mean Square)**	(d) (a)/(c*) ค่าสถิติแบบ f **(f)**	(e) ระดับนัยสำคัญทางสถิติ **(sig.)**
ระหว่างกลุ่ม	10.865	1	10.865	0.261	0.614
ภายในกลุ่ม	1167.435	28	41.694*		
ผลรวม	**1178.300**	**29**			

3.2 ผลการติดตามการยอมรับการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน ของผู้เคยผ่านการเข้าร่วมกิจกรรม

การติดตามผลหลังการเข้าร่วมกิจกรรมแล้ว 1 เดือน เพื่อสำรวจระดับการยอมรับและการนำไปปฏิบัติจริง ของผู้ที่ผ่านการเข้าร่วมกิจกรรม จำนวน 30 คน โดยใช้แบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วยคำถามหรือตัวแปรที่เกี่ยวกับการเห็นประโยชน์ของถ่านชีวภาพ ซึ่งเป็นการวัดการยอมรับระดับแนวคิดในการใช้ถ่านชีวภาพปรับปรุงดิน และคำถามการนำไปปฏิบัติหรือไม่ได้ปฏิบัติ วัดด้วยตัวแปรระดับการยอมรับ 3 ระดับ จำแนก (จะนำไปปฏิบัติ คิดที่จะนำไปปฏิบัติ และนำไปปฏิบัติแล้ว) ปัญหาที่ไม่ได้ปฏิบัติ วัดด้วยตัวแปร 4 ตัว (ไม่มีเตาผลิตถ่านชีวภาพ ไม่รู้วิธีการสร้างเตา ไม่รู้วิธีประยุกต์รูปร่างเตาแบบอื่น และไม่แน่ใจเรื่องสัดส่วนของถ่านที่จะนำไปใช้) และสอบถามความสมัครใจในการเข้าร่วมกิจกรรมอีกครั้ง

ผลการติดตามพบว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรมทั้งหมด มีการยอมรับในระดับจะนำไปปฏิบัติ ร้อยละ 43.33 การยอมรับระดับคิดที่จะนำไปปฏิบัติ ร้อยละ 40 และ การนำไปปฏิบัติแล้ว ร้อยละ 16.63 (ตารางที่ 22)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 22 การยอมรับในระดับการนำความรู้ที่ได้ไปปฏิบัติของผู้ผ่านการเข้าร่วมกิจกรรม (อบรมและสัมมนา)

การนำถ่านชีวภาพ ไปใช้ในพื้นที่ของตนเอง	จำนวน (คน)	ร้อยละ
จะนำไปปฏิบัติ	13	43.33
คิดที่จะนำไปปฏิบัติ	12	40.00
นำไปปฏิบัติแล้ว	5	16.63
รวม (คน)	**30**	**100.00**

ตารางที่ 23 แสดงการยอมรับในระดับแนวคิด และการยอมรับนำไปปฏิบัติของผู้ผ่านการเข้าร่วมกิจกรรม โดยใช้ข้อมูลจากตารางที่ 22 แบ่งการยอมรับใหม่เป็น 2 ระดับ คือ 1) ระดับแนวคิด (จะนำไปปฏิบัติ) และ 2) ระดับนำไปปฏิบัติ (คิดที่จะนำไปปฏิบัติ และนำไปปฏิบัติแล้ว) ผลการวิเคราะห์ พบว่า ผู้เข้าร่วมกิจกรรมมากกว่าครึ่งหนึ่ง (17 คนจากทั้งหมด 30 คน) มีการยอมรับในระดับนำไปปฏิบัติ เมื่อแยกตามกลุ่มผู้เข้าร่วมกิจกรรมด้วยความรู้เรื่องถ่านชีวภาพและการปรับปรุงดินก่อนการเข้าร่วมกิจกรรม ระบุได้ว่า

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่สมาชิกบางคนมีความรู้เรื่องถ่านชีวภาพและคนส่วนใหญ่มีความรู้เรื่องการปรับปรุงดินหลายเรื่อง มีการยอมรับในระดับนำไปปฏิบัติ 11 คน จากสมาชิกทั้งหมด 19 คน คิดเป็นร้อยละ 57.89

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่สมาชิกไม่มีความรู้เรื่องถ่านชีวภาพ และมีความรู้เรื่องการปรับปรุงดินน้อย มีการยอมรับในระดับนำไปปฏิบัติ 6 คน จากสมาชิกทั้งหมด 11 คน คิดเป็นร้อยละ 54.55

ตารางที่ 23 ตารางไขว้การยอมรับระดับแนวคิดและระดับนำไปปฏิบัติ แบ่งตามกลุ่มความรู้เดิม

กลุ่ม	การยอมรับ				รวม
	ระดับแนวคิด		ระดับนำไปปฏิบัติ		
	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	
เข้าร่วมกิจกรรม	8	5	11	6	**30**

ทั้งนี้กลุ่มที่มีการยอมรับระดับแนวคิดและยังไม่ได้นำไปปฏิบัติ จำนวน 13 คน ให้เหตุผลในการไม่ได้ปฏิบัติเนื่องจากไม่มีเวลา และไม่มีเตาผลิตถ่านชีวภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในส่วนของการสอบถามปัญหาและอุปสรรคในการนำไปปฏิบัติ พบว่าไม่รู้วิธีประยุกต์รูปร่างเตาแบบอื่น มากที่สุด รองลงมาคือไม่มีเตาผลิตถ่านชีวภาพ คิดเป็นร้อยละ 93.30 86.70 ไม่รู้วิธีการสร้างเตา และไม่แน่ใจเรื่องสัดส่วนของถ่านที่จะนำไปใช้ เท่ากันคือร้อยละ 80.00 เรียงตามลำดับ (ตารางที่ 24)

ตารางที่ 24 ปัญหาในการนำไปใช้ปฏิบัติ

หัวข้อปัญหา	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่มีเตาผลิตถ่านชีวภาพ	26	86.70
ไม่รู้วิธีการสร้างเตา	24	80.00
ไม่รู้วิธีประยุกต์รูปร่างเตาแบบอื่น	28	93.30
ไม่แน่ใจเรื่องสัดส่วนของถ่านที่จะนำไปใช้	24	80.00

ตารางที่ 25 การสอบถามความคิดเห็นอื่นๆ ผู้เข้าร่วมกิจกรรมทั้งหมดยอมรับว่าถ่านชีวภาพมีประโยชน์ ซึ่งถือว่าเป็นการยอมรับในระดับแนวคิด และหากมีการจัดกิจกรรมถ่ายทอดความรู้อีก จะเข้ากิจกรรมทุกคน เหตุผลที่จะเข้าร่วมกิจกรรมอีกครั้ง เพราะมั่นใจว่าผลผลิตดีขึ้นจริง และอยากได้ความรู้เพิ่มเติม มีปัญหาสามารถสอบถามได้ เพื่อเผยแพร่ความรู้ที่ได้รับให้แก่เพื่อนบ้านต่อไป

ตารางที่ 25 คำถามอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับถ่านชีวภาพ

ประเด็นการประเมิน	ลักษณะคำตอบ	ตอบ (คน)
1. ท่านเห็นว่าถ่านชีวภาพมีประโยชน์หรือไม่	ใช่ / ไม่ใช่	30 / 0
2. หากมีการจัดอบรมถ่ายทอดความรู้ เรื่องการใช้ถ่านชีวภาพปรับปรุงดินเพื่อการเกษตรอีกครั้ง ท่านจะเข้าร่วมกิจกรรมหรือไม่	ร่วม / ไม่ร่วม	26 / 4
3. หากมีโรงไฟฟ้านำถ่านชีวภาพที่ได้จากการผลิตไฟฟ้า มาขอแลกกับวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร ซึ่งอยู่ในแปลงของท่าน ท่านจะร่วมมือหรือไม่	ร่วม / ไม่ร่วม	26 / 4
รวม (คน)		**30**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากแบบสอบถาม

1. การเห็นประโยชน์ของถ่านชีวภาพ ผู้เข้าร่วมกิจกรรม แสดงความคิดเห็นว่า ยอมรับว่ามีประโยชน์เพราะเห็นผลจากการทดลอง

2. การจัดอบรมถ่ายทอดความรู้อีกครั้ง ผู้เข้าร่วมกิจกรรม แสดงความคิดว่าอยากเข้าร่วมกิจกรรมอีก มีปัญหาสามารถสอบถามได้

3. การแลกวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรซึ่งอยู่ในแปลงกับถ่านชีวภาพที่จะได้จากโรงไฟฟ้า ผู้เข้าร่วมกิจกรรม แสดงความคิดเห็นว่าต้องการแลกเปลี่ยนคิดเป็นร้อยละ 86.70 เนื่องจากต้องการถ่านชีวภาพมาใช้โดยไม่ต้องผลิตเอง และยังช่วยกำจัดเศษวัสดุเหลือใช้ให้น้อยลง ซึ่งจะเกิดประโยชน์กับตัวเองและส่วนรวม สำหรับผู้ที่ไม่ต้องการแลกเปลี่ยนถ่านชีวภาพกับโรงไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 13.30 ให้เหตุผลว่า ถ่านชีวภาพสามารถผลิตเองได้ เศษวัสดุเหลือใช้เก็บไว้ใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง

3.3 ผลการสำรวจความคิดเห็นการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินของเกษตรกรที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมอบรม

ตารางที่ 26 แสดงผลการสอบถามกลุ่มเกษตรกรที่ไม่ได้เข้าร่วมอบรมเพื่อประเมินการยอมรับถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินในระดับแนวคิด พบว่าเกษตรกรทั้งหมดยอมรับว่าถ่านชีวภาพมีประโยชน์ และจะเข้าร่วมกิจกรรมหากมีการจัดอบรมถ่ายทอดความรู้ และเกษตรกรร้อยละ 93.30 มีคิดที่จะทดลองผลิตและใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน ตามคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 26 ผลการสอบถามกลุ่มเกษตรกรที่ไม่ได้เข้าร่วมอบรม

ประเด็นการประเมิน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. ท่านรู้จักถ่านชีวภาพ (ไบโอชาร์) มาก่อนหรือไม่	4	13.30
2. ท่านเคยเห็นเกษตรกรรายอื่นใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร หรือไม่	2	6.70
3. หลังจากอ่าน “คู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร” แล้ว ท่านคิดว่าถ่านชีวภาพ ดี หรือไม่	30	100.00
4. ท่านจะลองปฏิบัติตามคู่มือฯ หรือไม่	28	93.30
5. ท่านเห็นด้วยหรือไม่ที่จะนำถ่านชีวภาพลงดิน เพื่อการปรับปรุงดินและลดโลกร้อน	30	100.00
6. ถ้าส่วนราชการมีการส่งเสริมให้ใช้ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดินในการเกษตร ท่านจะร่วมมือหรือไม่	30	100.00
7. หากมีการจัดอบรมถ่ายทอดความรู้เรื่อง “การใช้ถ่านชีวภาพปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร” ท่านจะเข้าร่วมหรือไม่	27	90.00

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากแบบสอบถาม

1. ผู้ประเมินที่รู้จักถ่านชีวภาพมาก่อน รู้จากแปลงทดลองในการวิจัยครั้งนี้

2. ผู้ประเมินจะลองผลิตและใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน โดยให้เหตุผลว่า แนวคิดนี้น่าสนใจและน่าทดลอง เห็นว่าถ่านชีวภาพเป็นพลังงานทางเลือก สามารถนำวัสดุเหลือใช้มาทำให้เกิดประโยชน์ และช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซื้อปุ๋ย ซึ่งน่าจะเป็นประโยชน์ในระยะยาว

3. ผู้ประเมินเห็นด้วยที่จะนำถ่านชีวภาพลงดิน เพื่อการปรับปรุงดินและลดโลกร้อน เพราะช่วยกำจัดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์ มีธาตุอาหารที่เพิ่มมากขึ้น มีประโยชน์ในการปรับปรุงดิน จะได้เหมาะแก่การเพาะปลูกทุกชนิด ลดค่าใช้จ่ายในการซื้อปุ๋ย

4. จะร่วมมือถ้าหากส่วนราชการมีการส่งเสริมให้ใช้ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดินในการเกษตร เพราะสนใจในโครงการและจะเอาความรู้มาปรับปรุงและใช้ในชีวิตประจำวัน จะได้เพิ่มความรู้ให้แก่ตัวเองในการปรับปรุงดินที่ถูกวิธี ทำการเกษตรได้ดีขึ้นช่วยเพิ่มรายได้แก้ปัญหาความยากจน ได้ทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง ถ้าพบปัญหาหรือมีข้อข้องใจสามารถสอบถามได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 27 แสดงการยอมรับในระดับแนวคิด และการยอมรับนำไปปฏิบัติของกลุ่มที่เข้าร่วมกิจกรรมและไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรม พบว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรมมากกว่าครึ่งหนึ่งมีการยอมรับในระดับปฏิบัติ 17 คนจากทั้งหมด 30 คน และผู้ที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมโดยได้ความรู้เรื่องการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินจากคู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตรทั้งหมด 30 มีการยอมรับในระดับแนวคิด จากผลการเปรียบเทียบสรุปได้ว่า เกษตรกรที่ได้เข้าร่วมกิจกรรมทดลองเชิงปฏิบัติ มีการยอมรับในระดับนำไปปฏิบัติ

ตารางที่ 27 ตารางไขว้การยอมรับระดับแนวคิด และระดับนำไปปฏิบัติ ตามกลุ่มที่เข้าร่วมกิจกรรมกับกลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมกับกิจกรรม

กลุ่ม	การยอมรับ		รวม
	ระดับแนวคิด	ระดับนำไปปฏิบัติ	
เข้าร่วมกิจกรรม[1]	13	17	30
ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรม[2]	30	0	30
รวม	**43**	**17**	**60**

[1] ข้อมูลจากการติดตามผลกลุ่มที่เคยผ่านการเข้าร่วมกิจกรรมแล้ว 1 เดือน จำนวน 30 คน

[2] ข้อมูลจากแบบสอบถามกลุ่มที่ไม่เคยเข้าร่วมกิจกรรม จำนวน 30 คน

ข้อวิจารณ์

การเรียนรู้ร่วมกันระหว่างนักวิจัยและเกษตรกรในการทดลองใช้ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดินในการเกษตร เพื่อให้เกษตรกรมีประสบการณ์จริงและยอมรับแนวคิดการใช้ถ่านเพื่อการปรับปรุงดินซึ่งต่างจากแนวคิดเดิมที่ใช้ถ่านเพื่อเป็นเชื้อเพลิง เป็นเรื่องที่ท้าทายสำหรับนักวิจัย ถ่านที่กล่าวถึงในงานวิจัยนี้เรียกว่าถ่านชีวภาพ ซึ่งเกษตรกรสามารถผลิตได้ด้วยตนเองจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรด้วยวิธีการแยกสลายด้วยความร้อน พื้นที่ที่ใช้ในการทดลองเป็นพื้นที่บ้านเกิดของนักวิจัยทำให้สะดวกในการประสานความร่วมมือจากเกษตรกร โจทย์การทดลองคือจะใช้ถ่านชีวภาพร่วมกับปุ๋ยหมักโดยจะใช้ทดแทนปุ๋ยหมักได้หรือไม่และในอัตราส่วนเท่าใด นักวิจัยเริ่มต้นจากการยอมรับความรู้และความชำนาญของเกษตรกรในการใช้ปุ๋ยหมักเพื่อการปลูกคะน้า จากนั้นจึงกำหนดแผนการทดลองประกอบด้วย 6 แปลง โดยให้แปลงที่หนึ่งเป็นแปลงควบคุมไม่มีการใส่ปุ๋ยหมักและถ่านชีวภาพและแปลงที่ 2-6 ใช้ปุ๋ยหมักและถ่านชีวภาพด้วยอัตราส่วน 100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 เรียงตามลำดับ มีการประเมินการเติบโตของคะน้าในแต่ละแปลงทดลองด้วยน้ำหนักและความสูงของต้นคะน้า การวิเคราะห์คุณสมบัติดินก่อนและหลังการทดลองและการวิเคราะห์คุณสมบัติถ่านชีวภาพในห้องปฏิบัติการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่น่าสังเกตก่อนการทดลองคือเกษตรกรคาดการณ์ว่าแปลงที่ใช้ปุ๋ยหมักอย่างเดียว (ร้อยละ 100) จะให้ผลผลิตดีกว่าทุกแปลง อย่างไรก็ดีหลังการทดลองพบว่าแปลงที่ใช้ปุ๋ยหมักและถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 25:75 ให้ผลผลิตดีกว่าทุกแปลงทั้งดูด้วยสายตาและการทดสอบความแตกต่างทางสถิติ จากผลการทดสอบดินก่อนและหลังการทดลองในห้องปฏิบัติการ พบว่าถ่านชีวภาพสามารถปรับปรุงดินกรดในพื้นที่ทดลองให้เหมาะสมกับการปลูกพืชได้ จากผลการทดลองนี้ส่งผลให้การสัมมนาร่วมกับเจ้าหน้าที่เทศบาลตำบลเมืองบัวมีการแลกเปลี่ยนความรู้กันอย่างน่าสนใจ เพราะผู้เข้าร่วมสัมมนาส่วนหนึ่งเป็นเกษตรกรที่ได้เข้าร่วมการทดลอง และหลังจากการติดตามผู้เข้าร่วมกิจกรรมทั้งในส่วนของการทดลองและสัมมนาเมื่อเวลาผ่านไปหนึ่งเดือน พบว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรมให้การยอมรับในระดับปฏิบัติจริงจำนวน 17 คนจากผู้เข้าร่วมกิจกรรม 30 คน โดยเกษตรกรเลือกใช้อัตราส่วนปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพ 25:75 ด้วยความมั่นใจและมีความเข้าใจถึงประโยชน์ของถ่านชีวภาพในเชิงบูรณาการคือช่วยกักเก็บน้ำ ช่วยเป็นบ้านให้จุลินทรีย์ได้อยู่อาศัยและสร้างอาหารให้ดิน ช่วยกักเก็บคาร์บอนลงดินซึ่งจะช่วยลดโลกร้อนได้ด้วย ที่สำคัญคือจากการเรียนรู้ของเกษตรกรในครั้งนี้ทำให้เกษตรกรมีวิธีจัดการกับวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร กล่าวคือรู้วิธีการนำเศษวัสดุเหลือใช้มาผลิตเป็นถ่านชีวภาพด้วยวิธีการแยกสลายด้วยความร้อนแทนการเผาทิ้ง ซึ่งจะช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ

สิ่งที่นักวิจัยได้เรียนรู้ในครั้งนี้คือการให้เกษตรกรเข้ามามีส่วนร่วมในการวิจัยทุกขั้นตอน จะทำให้เกษตรกรเกิดการยอมรับและเชื่อมั่นผลการทดลองในทันทีหลังจากได้เห็นผลการทดลอง ซึ่งช่วยลดระยะเวลาในการส่งเสริมเทคโนโลยีใหม่ให้แก่เกษตรกร เมื่อเปรียบเทียบกับการวิจัยในห้องปฏิบัติการซึ่งกว่าจะทำการพิสูจน์ผลการทดลองได้ชัดเจนต้องใช้เวลานาน ก่อนที่จะทำการถ่ายทอดความรู้ให้แก่เกษตรกร และยังไม่แน่ว่าเกษตรกรจะยอมรับหรือไม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีประเด็นการศึกษา 3 เรื่อง คือ 1) สำรวจและประเมินการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการทดลองการใช้ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดิน 2) การขยายเครือข่ายการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน 3) การยอมรับของเกษตรกรในการใช้ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดินในการเกษตร โดยใช้การทดลองแบบมีส่วนร่วมเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยการทดลองในแปลงสาธิตร่วมกันระหว่างนักวิจัยและเกษตรกรหนึ่งคนซึ่งเป็นเจ้าของสถานที่ทดลอง และการทดลองในแปลงอบรมร่วมกับเกษตรกรซึ่งเป็นผู้เข้ารับการอบรม การทดลองครั้งนี้เป็นการอบรมเชิงปฏิบัติการให้กับเกษตรกรจำนวน 18 คน การทดลองทั้งสองครั้งมีแผนการทดลองเหมือนกันคือประกอบด้วยแปลงทดลอง 6 แปลง แต่ละแปลงมีพื้นที่เพาะปลูก 2 ตารางเมตร (ขนาดแปลงกว้าง 1 เมตร ยาว 2 เมตร) โดยกำหนดให้แปลงที่หนึ่งเป็นแปลงควบคุมไม่มีการใส่ปุ๋ยหมักและถ่านชีวภาพ ขณะที่แปลงที่ 2-6 ใช้ปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพด้วยอัตราส่วน 100:0 75:25 50:50 25:75 และ 0:100 เรียงตามลำดับ อัตราส่วนที่กำหนดข้างต้นมีแนวคิดมาจากความต้องการศึกษาว่าจะใช้ถ่านชีวภาพมาแทนปริมาณปุ๋ยหมักในอัตราส่วนเท่าไรจึงจะได้ผลผลิตมากที่สุดแต่ต้องไม่น้อยกว่าการใช้ปุ๋ยหมักอย่างเดียวที่เกษตรกรเคยใช้อยู่เดิม โดยมีสมมุติฐานว่าคุณสมบัติของถ่านที่มีความเป็นรูพรุนจะช่วยกักเก็บน้ำในดินและเป็นที่อยู่ของจุลินทรีย์ในการสร้างอาหารให้กับดินด้วย ผลพลอยได้ที่เกิดขึ้นคือเป็นการกักเก็บคาร์บอนลงดิน ซึ่งจะช่วยลดการแพร่กระจายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ การทดลองทั้งสองชุดมีที่มาของถ่านชีวภาพแตกต่างกัน กล่าวคือการทดลองแปลงสาธิต ใช้ถ่านชีวภาพที่เกษตรกรผลิตได้เองโดยใช้เตาผลิตถ่านชีวภาพด้วยวิธีการแยกสลายด้วยความร้อน ซึ่งประดิษฐ์โดยนางอรสา สุกสว่าง อนุสิทธิบัตรของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เลขที่ 5667 ปี พ.ศ. 2553 ขณะที่การทดลองในแปลงอบรมใช้ถ่านชีวภาพซึ่งขอมาจากโรงไฟฟ้าเพื่อใช้เปรียบเทียบคุณสมบัติถ่านชีวภาพที่มีผลต่อการปรับปรุงดิน

การเปลี่ยนแปลงของคะน้าทั้งในแปลงสาธิตและแปลงอบรม วัดด้วยความสูงและน้ำหนักของต้นคะน้าตามช่วงเวลาที่กำหนดในระหว่างการทดลอง การเติบโตของคะน้าที่วัดด้วยน้ำหนักโดยเฉลี่ยของแต่ละแปลงเมื่อคะน้าอายุได้ 50 วัน พบว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยหมักและถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 25:75 มีความแตกต่างจากทุกแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ถ้าวัดด้วยความสูงของคะน้าโดยเฉลี่ยในแต่ละแปลง พบว่ามีความแตกต่างเฉพาะระหว่างแปลงที่ใส่ปุ๋ยหมักและถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 25:75 กับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แปลงควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอัตราส่วนผสมที่แนะนำว่าเหมาะที่สุดในเว็บไซด์ของกลุ่มที่ใช้ถ่านชีวภาพคือ 50:50 (Biochar Discussion Lists and Terra Preta Website, 2012) ความเหมาะสมของอัตราส่วนผสมอาจมีความแตกกันในแต่ละพื้นที่เนื่องจากชนิดของดิน ระยะเวลาที่ใช้ถ่านชีวภาพ สภาพภูมิอากาศ และคุณสมบัติของถ่านชีวภาพอาจมีความแตกต่างกัน ดินในพื้นที่ศึกษาที่ใช้ในการทดลองเป็นชุดดินร้อยเอ็ด มีลักษณะเป็นดินปนทราย มีสภาพเป็นกรดจัดซึ่งเป็นอุปสรรคในการเติบโตของพืช มีอินทรียวัตถุในดินน้อย สภาพภูมิอากาศแห้งแล้ง (เทศบาลตำบลเมืองบัว, 2553) ในการทดลองนี้ใช้เวลาเพียง 50 วันหรือวัดการเติบโตของพืชเพียงรุ่นเดียว จึงยังไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงของอินทรียวัตถุ (organic matter) ในดินชัดเจน ซึ่ง Fontaine (2004) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดินสำหรับการเกษตรและการสะสมคาร์บอนในดินพบว่าต้องใช้ระยะเวลามากกว่า 5 ปีขึ้นไป จึงจะเห็นการเปลี่ยนแปลงทางด้านอินทรียวัตถุและการส่งผลต่อการเติบโตของพืชซึ่งสามารถระบุการเพิ่มผลผลิตของพืชได้ชัดเจน อย่างไรก็ดีข้อมูลที่แสดงการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนในการทดลองครั้งนี้คือถ่านชีวภาพช่วยทำให้ความเป็นกรดของดินลดลง จากการประเมินการเรียนรู้ของเกษตรกรด้วยการวัดความพึงพอใจในการเข้ารับการอบรม พบว่าเกษตรกรที่เข้าร่วมกิจกรรมทั้งหมดจำนวน 18 คน ยอมรับถึงประโยชน์ของถ่านชีวภาพ และร้อยละ 50 ของผู้เข้าร่วมรับการอบรมทั้งหมดมีความพึงพอใจในการเข้ารับการอบรมอยู่ในระดับมากที่สุด

ในส่วนของการขยายเครือข่ายการใช้ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดิน ได้ดำเนินการ 3 วิธี คือ 1) การจัดสัมมนาให้ความรู้เจ้าหน้าที่เทศบาลตำบลเมืองบัวเรื่องการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตรในวันที่ 17 กรกฎาคม พ.ศ. 2555 จากการประเมินผู้เข้าร่วมสัมมนาพบว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรม 12 คน มีความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรมอยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 66.67 2) การจัดทำคู่มือการผลิตถ่านชีวภาพและการประยุกต์ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดิน จากการประเมินคู่มือโดยผู้ที่เคยผ่านการเข้าร่วมกิจกรรมและไม่เคยเข้าร่วมกิจกรรมรวม 43 คน พบว่าคะแนนความพึงพอใจในภาพรวมโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก และ 3) การจัดทำรายงานการวิจัยในระบบอินเทอร์เน็ต ได้ทำการเผยแพร่บนเว็บไซต์ http://www.pirun.ku.ac.th/~fsocoss/

จากการประเมินการยอมรับของผู้ได้เข้าร่วมกิจกรรม (เกษตรกรและเจ้าหน้าที่เทศบาล) รวม 30 คน เมื่อเวลาผ่านไป 1 เดือน พบว่า มีการยอมรับในระดับนำไปปฏิบัติจริง 17 คนคิดเป็นร้อยละ 57 ของผู้เข้าร่วมกิจกรรมทั้งหมด ส่วนกลุ่มที่ยังไม่ได้ปฏิบัติจริงจำนวน 13 คน พบว่ามีความต้องการให้มีการสนับสนุนเรื่องเตาผลิตถ่านชีวภาพ เปรียบเทียบกับการประเมินการยอมรับของผู้ที่ได้ความรู้เรื่องการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตรจากการอ่านคู่มือเพียงอย่างเดียวโดยไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมอบรมหรือสัมมนารวมจำนวน 30 คน พบว่าทั้งหมดมีการยอมรับในระดับแนวคิดและเห็นว่าถ่านชีวภาพมีประโยชน์ พร้อมทั้งสมัครใจจะเข้าร่วมกิจกรรมหากมีการจัดกิจกรรมถ่ายทอดความรู้อีกในอนาคต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการวิจัยในครั้งนี้ ทำให้ได้ข้อสรุปว่าการเรียนรู้ที่เกิดจากการมีส่วนร่วมของเกษตรกร จะทำให้เกษตรกรเกิดการยอมรับในระดับปฏิบัติจริงด้วยความเชื่อมั่นและมีแนวทางในการพัฒนาด้วยตนเองต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยการมีส่วนร่วมของเกษตรกรของภาสกร นันทพานิช (2553) และ วิฑูรย์ เรืองเลิศปัญญากุล (2551)

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเรื่องการพัฒนาการเรียนรู้ การประยุกต์ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร ผู้วิจัยได้แบ่งข้อเสนอแนะออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัยและข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้พบว่า ทุกคนที่ได้ความรู้จากการเข้าร่วมกิจกรรมหรือได้รับความรู้จากการอ่านคู่มือการผลิตถ่านชีวภาพและการประยุกต์เพื่อการปรับปรุงดินในการเกษตร จะให้การยอมรับในระดับแนวคิดทั้งหมด สำหรับผู้ที่ได้เข้าร่วมกิจกรรมและนำไปปฏิบัติจริงเป็นคนที่มีความรู้เรื่องการปรับปรุงดินและถ่านชีวภาพก่อนแล้ว ส่วนกลุ่มที่ยังไม่ได้ปฏิบัติเพราะขาดความรู้เรื่องการประยุกต์เตาผลิตถ่านชีวภาพ ในการนี้เทศบาลตำบลเมืองบัวควรติดตามและให้การส่งเสริมด้วยการจัดกิจกรรมถ่ายทอดความรู้ให้กับเกษตรกรกลุ่มนี้อย่างต่อเนื่อง จะทำให้มีการยอมรับในระดับนำไปปฏิบัติทั้งหมด ซึ่งเทศบาลสามารถใช้แปลงทดลองที่มีการปฏิบัติจริงเป็นแปลงสาธิตให้กับเกษตรกรกลุ่มอื่นๆ ต่อไป

2. การวางแผนการอบรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการเกษตรให้กับเกษตรกร หากหวังผลให้เกิดการยอมรับในระดับการนำไปปฏิบัติจริง ควรจัดโครงการอบรมในลักษณะการอบรมเชิงปฏิบัติการโดยให้เกษตรกรมีส่วนร่วมในการทดลองเพื่อให้เห็นผลด้วยตนเองและเกิดความเชื่อมั่นในการนำไปปฏิบัติจริง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการวิจัยครั้งต่อไปควรกำหนดแผนการทดลอง ให้มีการทดลองซ้ำ อย่างน้อย 3 ชุด และควรทำการวิจัยอย่างต่อเนื่องเพื่อเปรียบเทียบผลผลิตในระยะยาว

2. ควรมีการวิจัยต่อยอดจากการวิจัยในครั้งนี้ โดยเพิ่มชนิดของพืชอื่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2540. **การคุ้มครองพื้นที่เกษตรกรรม**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 62 หน้า.

_____. 2549. **การอนุรักษ์ฟื้นฟูและพัฒนาทรัพยากรที่ดิน**. สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 159 หน้า.

_____. 2550. "การผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้สารเร่งซูปเปอร์ พด.1" ใน **เอกสารเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยี ชุดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน (สนท. 010026-2550)** (Online). สำนักนิเทศและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. http://www.ldd.go.th/menu_Dataonline/G1/G1_13.pdf, 31 กันยายน 2554.

_____. 2553. ดินปัญหาและการปรับปรุงแก้ไข ใน **คู่มือการพัฒนาที่ดินสำหรับหมอดินอาสาและเกษตรกร**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2555. ดินปัญหาของประเทศไทย ใน **ยุทธศาสตร์กรมพัฒนาที่ดิน ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559)**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2552. **ศักยภาพชีวมวลในประเทศไทย** (Online). http://www.dede.go.th/dede/index.php?option=com_content&view=article&id=130:2010-05-07-08-10-57&catid=58&Itemid=68, 22 กันยายน 2555.

_____. 2554. **รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย 2554** (Online). http://www.dede.go.th/dede/images/stories/stat_dede/alternative_54/alternative_54.pdf, 14 ตุลาคม 2555.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2540. แผ่นปลิวเผยแพร่ที่ 121 กลุ่มสื่อส่งเสริมการเกษตร สำนักพัฒนาการถ่ายทอดเทคโนโลยี. **การทำปุ๋ยหมักจากผักตบชวา** (Online). http://agrimedia.agritech.doae.go.th/book/book-others/OU%20034.pdf, 31 กันยายน 2554.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2553. **ระบบจัดเก็บและนำเสนอข้อมูล ศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการ เกษตรประจำตำบล** (Online). www.http://agtech.doae.go.th, 2 สิงหาคม 2554.

_____. 2554. รายงานวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม เลขทะเบียนวิจัย 54-000100-02-0022 ใน **โครงการส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง ปี 2554** (Online). http://www.research.doae.go.th/webphp/filepdf/par19-04-55.pdf, 20 กันยายน 2555.

โครงการพัฒนาวิชาการดิน ปุ๋ย และสิ่งแวดล้อม ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2554. **การเก็บตัวอย่างดินเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน** (Online). http://www.soiltest-ku.agr.ku.ac.th, 9 กุมภาพันธ์ 2554.

จิราภา เต็งไตรรัตน์ และคณะ. 2547. **จิตวิทยาทั่วไป**. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ชมรมเกษตรอินทรีย์แห่งประเทศไทย. 2545. “แนวทางการปรับปรุงบำรุงดิน โดยวิธีธรรมชาติ.” **วารสารชมรมเกษตรอินทรีย์แห่งประเทศไทย**. 1 (1).

ดวงเดือน ศาตรภัทร. 2546. “การเรียนรู้.” **สารานุกรมศึกษาศาสตร์ ฉบับเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี**, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ทิศนา แขมมณี และคณะ. 2547. **วิทยาการด้านการคิด**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

เทศบาลตำบลเมืองบัว. 2553. **แผนพัฒนาเทศบาลสามปี พ.ศ. 2554-2556**. ร้อยเอ็ด: สำนักงานเทศบาลตำบลเมืองบัว อำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ด.

บุญธรรม จิตต์อนันต์. 2536. **ส่งเสริมการเกษตร.** กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____. 2544. **ทฤษฎีและหลักการเกี่ยวกับการส่งเสริมการเกษตร**. ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการบริการการส่งเสริมการเกษตรหน่วยที่ 2 หน้า 81-82. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชา ส่งเสริมการเกษตร.

บุญสม วราเอกศิริ. 2535. **หลักและวิธีการส่งเสริมการเกษตร**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. 2546. **จิตวิทยาการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.

ปาริชาติ วลัยเสถียร และคณะ. 2543. **กระบวนการและเทคนิคการทำงานของนักพัฒนา**. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ภาสกร นันทพานิช. “การส่งเสริมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมเพื่อเข้าสู่การปฏิบัติตามแนวทางเกษตรอินทรีย์สำหรับเกษตรกรในจังหวัดศรีสะเกษ.” **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48: สาขาส่งเสริมการเกษตรและคห-กรรมศาสตร์**, (กุมกาพันธ์ 2553): 154-162.

ยุพยงษ์ ทิพย์สิงห์. 2546. **คะน้า**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

วิชัย ลิมโพธิ์ทอง, สลิตา สุสิงห์ และชัยนาม ดิสถาพร. 2554. **รายงานผลงานวิจัย การศึกษาชนิดและอัตราที่เหมาะสมของถ่านชีวภาพร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีในการเพิ่มผลผลิตของข้าวปทุมธานี1 ในสภาพดินทราย**. รายงานเสนอ กรมพัฒนาที่ดิน. สถานีพัฒนาที่ดินหนองคาย: สำนักงานพัฒนาที่เขต 4.

วิฑูรย์ เรืองเลิศปัญญากุล. “ศูนย์การเรียนรู้เกษตรอินทรีย์ยโสธร.” **วารสารสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (สังคมศาสตร์)** 40, 2 (กรกฎาคม-ธันวาคม 2551): 125-139.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2555. **คู่มือการบริหารงานและการสนับสนุนงานวิจัยเพื่อท้องถิ่น เล่มที่ 1** (Online). http://www.budutani.com/textbook/book1/04.html, 20 กันยายน 2555.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2554. **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555–2559)** (Online). http://www.nesdb.go.th/Default.aspx?tabid=395, 14 ตุลาคม 2555.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2553**. รายงานฉบับสมบูรณ์ การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย**. กรุงเทพฯ. 143 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. **ข้อมูลพื้นฐาน เศรษฐกิจการเกษตร ปี 2554 และสถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2554** (Online). http://www.oae.go.th/download/download_journal/fundamation-2554.pdf, 22 กันยายน 2555.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุภางค์ จันทวานิช. 2531. **การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเชิงคุณภาพ**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุมณฑา พรหมบุญ และคณะ. 2541. **ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม**. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ

เสาวคนธ์ เหมวงษ์ และศศิธร เชื้อกุณะ. 2554. “การใช้ถ่านปรับปรุงดินเพื่อปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวหวาน.” ใน **วารสารเกษตร** 27 (3): 259-266.

อมรา พงศาพิชญ์. 2529**. การประยุกต์งานวิจัยเชิงคุณภาพในการพัฒนาชนบท**. เอกสารประกอบการประชุมสมัชชาวิชาการ ประจำปี 2529 สถาบันวิจัยสังคมจุฬาลงกรณ์..

อรสา สุกสว่าง. 2548. “แบบจำลองการประเมินศักยภาพของชุมชนด้านความเข้มแข็งและความยากจน.” ใน **วารสารสังคมศาสตร์และมนุษย์ศาสตร์** 31 (1): 75-95.

_____. 2552. “เทคโนโลยีถ่านชีวภาพ: วิธีแก้ปัญหาโลกร้อน ดิน และความยากจนในภาคเกษตรกรรม.” ใน **การประชุมวิชาการเรื่อง สภาวะโลกร้อน: ความหลากหลายทางชีวภาพและการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน**. 5-6 พฤศจิกายน 2552. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน, 172-184.

_____. 2553. **เตาผลิตถ่านชีวภาพด้วยวิธีการแยกสลายมวลชีวภาพด้วยความร้อน.** เลขที่อนุสิทธิบัตร 5667 ลงวันที่ 1 ตุลาคม 2553.

อารี พันธ์มณี. 2534. **จิตวิทยาการเรียนการสอน.** กรุงเทพมหานคร: ต้นอ้อ

อุทัย อารมณ์รัตน์, วรวิชญ์ รุ่งรัตนกสินและ สมศักดิ์ อิทธิพงษ์. 2536. “การปรับปรุงดินทรายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยการใช้ถ่านแกลบ.” ใน **การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อความยั่งยืนของการเกษตร และสิ่งแวดล้อมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**, ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขอนแก่น.

Asai, H., Samson, B. K., Stephan, H. M., Songyikhangsuthor, K., Homma, K., Kiyono, Y., Inoue, Y., Shiraiwa, T., and Horie, T. 2009. “Biochar amendment techniques for upland rice production in northern Laos: 1. Soil physical properties, leaf SPAD and grain yield.” **ELSEVIER**, Volume 111, Issues 1–2, 15 March 2009, 81–84.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Biochar Discussion Lists and Terra Preta Website. 2012. **Using Biochar in Soil** (Online). Available: http://terrapreta.bioenergylists.org/content/using-biochar-soil, 20 January 2013.

Biopact. 2007. **Towards carbon-negative bioenergy; U.S Senator introduces biochar legislation** (Online). http://wwww.news. mongabay. com/bioenergy, 20 October 2012.

Brown, R. 2009. **Biochar Production Technology**. In: Biochar for Environmental Management: Science and Technology (Eds. Lehmann, J. & Joseph, S.), Earthscan, London.

Fontaine, S., G. Bardoux, L. Abbadie and A. Mariotti. 2004. **Carbon input to soil may decrease soil carbon content**. Ecology Letters 7,4 : 314-320.

Google Earth. 2555. **พื้นที่ตำบลเมืองบัว อำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ด** (Online). https://maps.google.co.th, 22 กันยายน 2555.

IBI. 2009. **Negotiating Text for the Ad Hoc Working Group on Long-Term Cooperative Action Under the Convention** (Online). http://www.biochar-international.org/press#May21, 5 November 2012.

Lehmann, J. 2006. "Black is the new green". **NATURE**, 442 : 624-626.

_____. 2007. **Commentary: A handful of carbon**. Nature, vol.447, 10 May 2007.

Lehmann, J., J. P. da Silva Jr., C. Steiner, T. Nehls, W. Zech, and B. Glaser. 2003. **Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments**. Plant and Soil. 249:343-357.

Suksawang, S. 2010**. Biochar : Carbon Negative Technology, A Solution for Solving Global Warming, Soil and Poverty**. Fostering Economic Growth through Low Carbon Initiatives in Thailand 25-26 Feb. 2010.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Roger, E. M. and F. F. Shoemaker. 1971. **Communication of Innovations**. New York: The Free Press.

Ruenglertponyakul, W. and Vicheanpant, T. 2012. **The Project Based Learning Approach in Constructionism School**. In The 32nd Annual Thailand TESOL International Conference on Teacher Collaboration: Shaping the Classroom of the Future Proceedings, 27-28 January 2012, Bangkok, Thailand, Bangkok: The Organization of English Teachers in Thailand

Shelby, R. 2010. **Biochar as an Amendment to Improve Soil Fertility**. College of Agriculture and Life Sciences, physical Sciences of Cornell University.

Starke, L. 2009. **State of World into a Warming World : A Wordwatch Institue Report on Progress Toward a Sustainable Society** (Online). Available: http://www.wordwatch.org, 5 November. 2012.

Steinbeiss S., G. Glexner, and M. Antonietti. 2009. **Effect of biochar amendment on soil carbon balance and soil microbial activity**. Soil Biology and Biochemistry. 41: 1301-1310.

The World Bank. 2009. **Agricultural land (% of land area)** (Online). Available: http://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.AGRI.ZS/ countries/ 1W?display=graph, 21 February 2013.

Winsley, P. 2007. "Biochar and bioenergy production for climate change mitigation" . **New Zealand Science Review**, 64,1 : 5-10.

Zafar, S. 2008. **Biochar and its Role in Mitigating Climate Change** (Online). http://news.mongabay.com/2008/1217-zafar_biochar.html, 20 January 2013.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

แบบสอบถาม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบประเมินความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรมอบรมของเกษตรกร

กิจกรรมอบรมเพื่อถ่ายทอดความรู้ การใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน

เพื่อใช้ประกอบการทำวิจัยในวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาการเรียนรู้ การประยุกต์ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง ☐ ตามความคิดเห็นของท่าน

1. ชื่อ-นามสกุล.....
   อยู่บ้านเลขที่.....หมู่ที่.....

2. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

3. อายุ ☐ ต่ำกว่า 30 ปี ☐ 30-39 ปี ☐ 40-49 ปี ☐ มากกว่า 50 ปี

4. ระดับการศึกษา
   ☐ ไม่ได้เรียน ☐ ป. 6 ☐ ม. 3 ☐ ม. 6
   ☐ ปริญญาตรี ☐ สูงกว่าปริญญาตรี

5. อาชีพหลักของท่าน (อาชีพที่ใช้เวลาในการประกอบอาชีพเป็นส่วนใหญ่) ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ
   ☐ รับราชการ / วิสาหกิจ ☐ เกษตรกรรม
   ☐ ค้าขาย ☐ รับจ้าง
   ☐ อื่นๆ (กรุณาระบุ) .....

6. อาชีพที่เกี่ยวกับเกษตรกรรม
   ☐ มี (โปรดระบุ)
   ( ) ทำนา ( ) ทำสวน ( ) ทำไร่ ( ) เลี้ยงสัตว์
   ( ) อื่นๆ .....
   ☐ ไม่มี

7. สิทธิในพื้นที่การเกษตร
   ☐ เป็นของตนเอง ☐ เช่าผู้อื่น ☐ ของตนเองและเช่าผู้อื่น
   ☐ อื่นๆระบุ .....

8. ชนิดของพืชที่ปลูก
   (1) ..... (2) .....
   (3) ..... (4) .....

โปรดพลิก หน้า 2 ☞

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนที่ 2 ความรู้เรื่องการใช้ปุ๋ยและการปรับปรุงดินของเกษตรกร

9. ก่อนเข้าร่วมโครงการสัมมนาท่านมีความรู้ในเรื่องถ่าน ในเรื่องใดบ้าง

	มีมาก่อน	**ไม่มี**
9.1 ความแตกต่างระหว่างถ่านทั่วไป กับถ่านชีวภาพ		
9.2 การผลิตถ่านทั่วไปสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิง		
9.3 การผลิตถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดิน		
9.4 การผลิตถ่านชีวภาพ ด้วยวิธีการแยกสลายด้วยความร้อน (Pyrolysis)		
9.5 การใช้ประโยชน์ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดิน		
9.6 การใช้ประโยชน์ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดินและลดโลกร้อน		
9.7 การนำถ่านชีวภาพ ไปใช้ร่วมกับปุ๋ยหมักเพื่อปรับปรุงดิน		

10. ท่านเคยปรับปรุงดินด้วยวิธีใดบ้าง

	มีมาก่อน	**ไม่มี**
10.1 การใช้ระบบพืช (พืชผสมผสาน/ พืชหมุนเวียน/ พืชคลุมดิน)		
10.2 การใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (ปุ๋ยคอก/ ปุ๋ยหมัก/ การใช้เศษพืช)		
10.3 การใช้จุลินทรีย์ (ปุ๋ยน้ำชีวภาพ)		
10.4 การใช้วัสดุที่เกิดจากแหล่งธรรมชาติ (ปุ๋ยมาร์ล, โดโลไมท์, หินฟอสเฟส, แร่ยิบซัม ฯ)		
10.5 การใช้เขตกรรม การไถพรวนลึก เพื่อกำจัดศัตรูพืชในดิน		
10.6 การปรับปรุงดิน โดยใช้ไส้เดือน		
10.7 การใช้ถ่าน		
10.8 อื่นๆระบุ_____		

ความคิดเห็นอื่น/ ข้อเสนอแนะ

.....

.....

โปรดพลิก หน้า 3 ☞

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบสอบถาม (หลังเข้าร่วมกิจกรรม)

ตอนที่ 3 ความพึงพอใจและเห็นคุณค่าของโครงการถ่ายทอดความรู้หลังได้รับการถ่ายทอดความรู้

รายการ	ระดับความพึงพอใจและเห็นคุณค่า				
	5 (มากที่สุด)	4 (มาก)	3 (ปานกลาง)	2 (น้อย)	1 (น้อยที่สุด)
1. ความน่าสนใจของโครงการอบรม					
2. ความสมัครใจในการเข้าร่วมโครงการ					
3. โครงการมีความเหมาะสมกับสภาพปัจจุบันของสังคมและสิ่งแวดล้อม					
4. คุณค่าหรือประโยชน์ที่ได้รับจากการอบรม					
5. ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ประโยชน์					
6. ก่อนเข้าร่วมโครงการ ท่านคาดหวังว่าจะนำไปใช้ในพื้นที่เกษตรกรรมของท่าน					
7. เนื้อหาสาระของการบรรยาย					
8. เนื้อหาสาระของการการปฏิบัติจริง					
9. สถานที่จัดถ่ายทอดความรู้					
10. ระยะเวลาในการจัดถ่ายทอดความรู้					
11. การถ่ายทอดความรู้ของวิทยากร					
12. หลังการอบรมท่านมีความรู้-ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพิ่มมากขึ้น					
13. ในการปลูกพืชครั้งต่อไป ท่านคิดว่าจะใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน					
14. อื่นๆ ระบุ_____					

15. ท่านเห็นว่าควรมีการจัดถ่ายทอดความรู้ อีกครั้งหรือไม่

☐ ควร ☐ ไม่ควร

16. ท่านจะนำความรู้เรื่องการปรับปรุงดินด้วยถ่านชีวภาพ ไปเผยแพร่ให้แก่บุคคลอื่นหรือไม่

☐ ไม่ถ่ายทอด ☐ ถ่ายทอดแน่นอน ☐ ยังไม่แน่ใจ

17. ในถ่ายทอดความรู้ครั้งนี้ ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับปรับปรุงดินด้วยถ่านชีวภาพ

☐ ไม่ได้รับความรู้เพิ่มเติม ☐ เป็นวิธีการที่น่าสนใจ

ความคิดเห็นอื่น/ ข้อเสนอแนะ .....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบประเมินความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรมสัมมนาของเจ้าหน้าที่เทศบาล

การสัมมนาร่วมกับเจ้าหน้าที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

เพื่อใช้ประกอบการทำวิจัยในวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาการเรียนรู้ การประยุกต์ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง ☐ ตามความคิดเห็นของท่าน

1. ชื่อ-นามสกุล.....

☐ ไม่ได้เป็นเจ้าหน้าที่ในเทศบาล ☐ เป็นเจ้าหน้าที่ในเทศบาล

ตำแหน่ง.....ระยะเวลาที่ทำงานในเทศบาลตำบลเมืองบัว.....ปี

2. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

3. อายุ ☐ ต่ำกว่า 30 ปี ☐ 30-39 ปี ☐ 40-49 ปี ☐ มากกว่า 50 ปี

4. ระดับการศึกษา

☐ ไม่ได้เรียน ☐ ป. 6 ☐ ม. 3 ☐ ม. 6

☐ ปริญญาตรี ☐ สูงกว่าปริญญาตรี

5. อาชีพที่เกี่ยวกับเกษตรกรรม

☐ มี (โปรดระบุ)

( ) ทำนา ( ) ทำสวน ( ) ทำไร่ ( ) เลี้ยงสัตว์

( ) อื่นๆ .....

☐ ไม่มี

6. สิทธิในพื้นที่การเกษตร

☐ เป็นของตนเอง ☐ เช่าผู้อื่น ☐ ของตนเองและเช่าผู้อื่น

☐ อื่นๆระบุ .....

7. ชนิดของพืชที่ปลูก

(1) ..... (2) .....

(3) ..... (4) .....

โปรดพลิก หน้า 2 ☞

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนที่ 2 ความรู้เรื่องการใช้ปุ๋ยและการปรับปรุงดิน

9. ก่อนเข้าร่วมโครงการสัมมนาท่านมีความรู้ในเรื่องถ่าน ในเรื่องใดบ้าง

	มีมาก่อน	**ไม่มี**
8.1 ความแตกต่างระหว่างถ่านทั่วไป กับถ่านชีวภาพ		
8.2 การผลิตถ่านทั่วไปสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิง		
8.3 การผลิตถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดิน		
8.4 การผลิตถ่านชีวภาพ ด้วยวิธีการแยกสลายด้วยความร้อน (Pyrolysis)		
8.5 การใช้ประโยชน์ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดิน		
8.6 การใช้ประโยชน์ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดินและลดโลกร้อน		
8.7 การนำถ่านชีวภาพ ไปใช้ร่วมกับปุ๋ยหมักเพื่อปรับปรุงดิน		

9. ท่านเคยปรับปรุงดินด้วยวิธีใดบ้าง

	มีมาก่อน	**ไม่มี**
9.1 การใช้ระบบพืช (พืชผสมผสาน/ พืชหมุนเวียน/ พืชคลุมดิน)		
9.2 การใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (ปุ๋ยคอก/ ปุ๋ยหมัก/ การใช้เศษพืช)		
9.3 การใช้จุลินทรีย์ (ปุ๋ยน้ำชีวภาพ)		
9.4 การใช้วัสดุที่เกิดจากแหล่งธรรมชาติ (ปุ๋ยมาร์ล, โดโลไมท์, หินฟอสเฟส, แร่ยิบซัม ฯ)		
9.5 การใช้เขตกรรม การไถพรวนลึก เพื่อกำจัดศัตรูพืชในดิน		
9.6 การปรับปรุงดิน โดยใช้ไส้เดือน		
9.7 การใช้ถ่าน		
9.8 อื่นๆระบุ_____		

ความคิดเห็นอื่น/ ข้อเสนอแนะ

.....

.....

โปรดพลิก หน้า 3 ☞

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบสอบถาม (หลังเข้าร่วมกิจกรรม)

ตอนที่ 3 ความพึงพอใจและเห็นคุณค่าของโครงการถ่ายทอดความรู้หลังได้รับการถ่ายทอดความรู้

รายการ	ระดับความพึงพอใจและเห็นคุณค่า				
	5 (มากที่สุด)	4 (มาก)	3 (ปานกลาง)	2 (น้อย)	1 (น้อยที่สุด)
1. ความน่าสนใจของโครงการสัมมนา					
2. ความสมัครใจในการเข้าร่วมโครงการสัมมนา					
3. โครงการสัมมนามีความเหมาะสมกับสภาพปัจจุบันของสังคมและสิ่งแวดล้อม					
4. คุณค่าหรือประโยชน์ที่ได้รับจากการสัมมนา					
5. ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ประโยชน์					
6. ก่อนเข้าร่วมโครงการสัมมนา ท่านคาดหวังว่าจะได้ประโยชน์จากการเข้าร่วมสัมมนา					
7. เนื้อหาสาระของการบรรยาย					
8. เนื้อหาสาระของการการปฏิบัติจริง					
9. สถานที่จัดสัมมนา					
10. ระยะเวลาในการจัดสัมมนา					
11. การถ่ายทอดความรู้ของวิทยากร					
12. หลังการอบรมท่านมีความรู้-ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพิ่มขึ้น					
13. ในการปลูกพืชครั้งต่อไป ท่านคิดว่าจะใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน					
14. อื่นๆ ระบุ_____					

15. ท่านเห็นว่าควรมีการจัดสัมมนาในเรื่องเกี่ยวกับถ่านชีวภาพอีกครั้งหรือไม่

☐ ควร เพราะ..... ☐ ไม่ควร เพราะ .....

16. ท่านเห็นด้วยหรือไม่หากจะนำแนวคิดเรื่อง "ถ่านชีวภาพเพื่อการเกษตร" กำหนดในแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาเทศบาล

☐ เห็นด้วย เพราะ..... ☐ ไม่เห็นด้วย เพราะ .....

ความคิดเห็นอื่น/ ข้อเสนอแนะ สำหรับวิทยานิพนธ์

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบติดตามผลผู้เข้าร่วมกิจกรรมถ่ายทอดความรู้การใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน

เพื่อใช้ประกอบการทำวิจัยในวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาการเรียนรู้ การประยุกต์ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร

ชื่อ-นามสกุล.....อยู่บ้านเลขที่.....หมู่ที่.....

หลังจากเข้าร่วมกิจกรรม “การใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน” ท่านมีความคิดเห็นเกี่ยวกับถ่านชีวภาพอย่างไร

1. ท่านเข้าร่วมในกิจกรรมใด

☐ การอบรม “การผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร” ในวันศุกร์ที่ 11 พ.ค. 2555

☐ การสัมมนา “การใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร” ในวันอังคารที่ 17 ก.ค. 2555

2. ท่านเห็นว่าถ่านชีวภาพมีประโยชน์หรือไม่

☐ มีประโยชน์ เพราะ ..... ☐ ไม่มีประโยชน์ เพราะ .....

3. ท่านได้นำถ่านชีวภาพไป<u>ใช้ในพื้นที่จริง</u>ของท่านหรือไม่

☐ ไม่ได้นำไปใช้ เพราะ .....

☐ กำลังอยู่ระหว่างดำเนินการที่จะทำ

☐ นำไปใช้ลงแปลงจริง เพราะ.....

☐ นำไปใช้ลงแปลงจริง พร้อมทั้งถ่ายทอดความรู้ให้คนอื่น เพราะ.....

4. ปัญหาและอุปสรรคที่ไม่ได้นำถ่านชีวภาพไปปรับปรุงดินในพื้นที่ของตนเองหลังอบรมแล้ว

ชนิดของปัญหา	ใช่	ไม่ใช่	ข้อเสนอแนะ
- ไม่มีเตาผลิตถ่านชีวภาพ			
- ไม่รู้วิธีการสร้างเตา			
- ไม่รู้วิธีประยุกต์รูปร่างเตาแบบอื่น			
- ไม่แน่ใจเรื่องสัดส่วนของถ่านที่จะนำไปใช้			
- อื่นๆ _____			

5. หากมีโรงไฟฟ้านำถ่านชีวภาพที่ได้จากการผลิตไฟฟ้า มาขอแลกกับวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรซึ่งอยู่ในแปลงของท่าน ท่านจะร่วมมือหรือไม่

☐ ร่วมมือ เพราะ ..... ☐ ไม่ร่วมมือ เพราะ .....

6. หากมีการจัดอบรมถ่ายทอดความรู้ เรื่องการใช้ถ่านชีวภาพปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร อีกครั้ง ท่านจะเข้าร่วมกิจกรรมหรือไม่

☐ เข้าร่วม เพราะ ..... ☐ ไม่เข้าร่วม เพราะ .....

7. ข้อเสนอแนะอื่นๆ (โปรดระบุ).....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบสอบถามความคิดเห็นการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน ของเกษตรกรที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมอบรม

เพื่อใช้ประกอบการทำวิจัยในวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาการเรียนรู้ การประยุกต์ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง ☐ ตามความคิดเห็นของท่าน

1. ชื่อ-นามสกุล.....
   อยู่บ้านเลขที่.....หมู่ที่.....

2. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

3. อายุ ☐ ต่ำกว่า 30 ปี ☐ 30-39 ปี ☐ 40-49 ปี ☐ มากกว่า 50 ปี

4. ระดับการศึกษา
   ☐ ไม่ได้เรียน ☐ ป. 6 ☐ ม. 3 ☐ ม. 6
   ☐ ปริญญาตรี ☐ สูงกว่าปริญญาตรี

5. อาชีพหลักของท่าน (อาชีพที่ใช้เวลาในการประกอบอาชีพเป็นส่วนใหญ่) ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ
   ☐ รับราชการ / วิสาหกิจ ☐ เกษตรกรรม
   ☐ ค้าขาย ☐ รับจ้าง
   ☐ อื่นๆ (กรุณาระบุ) .....

6. อาชีพที่เกี่ยวกับเกษตรกรรม
   ☐ มี (โปรดระบุ)
   ( ) ทำนา ( ) ทำสวน ( ) ทำไร่ ( ) เลี้ยงสัตว์
   ( ) อื่นๆ .....
   ☐ ไม่มี

7. สิทธิในพื้นที่การเกษตร
   ☐ เป็นของตนเอง ☐ เช่าผู้อื่น ☐ ของตนเองและเช่าผู้อื่น
   ☐ อื่นๆระบุ .....

8. ชนิดของพืชที่ปลูก
   (1) ..... (2) .....
   (3) ..... (4) .....

โปรดพลิก หน้า 2 ☞

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนที่ 2 ความรู้เรื่องการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง ☐ ตามความคิดเห็นของท่าน

1. ท่านเคยเข้าอบรมเรื่อง “การใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน” หรือไม่

☐ เคย ☐ ไม่เคย

2. ท่านรู้จักถ่านชีวภาพ (ไบโอชาร์) มาก่อนหรือไม่

☐ รู้จัก ☐ ไม่รู้จัก

3. ท่านเคยเห็นเกษตรกรรายอื่นใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร หรือไม่

☐ เคย (โปรดระบุ).....☐ ไม่เคย

4. หลังจากอ่าน “คู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร” แล้ว ท่านคิดว่าถ่านชีวภาพ **ดี** หรือไม่

☐ ดี เพราะ..... ☐ ไม่ดี เพราะ.....

5. ท่านจะลองปฏิบัติตามคู่มือฯ หรือไม่

☐ ลองทำ เพราะ..... ☐ ไม่ทำ เพราะ.....

6. ท่านเห็นด้วยหรือไม่ที่จะนำถ่านชีวภาพลงดิน เพื่อการปรับปรุงดินและลดโลกร้อน

☐ เห็นด้วย เพราะ..... ☐ ไม่เห็นด้วย เพราะ.....

7. ถ้าส่วนราชการมีการส่งเสริมให้ใช้ถ่านชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดินในการเกษตร ท่านจะร่วมมือหรือไม่

☐ ร่วมมือ เพราะ..... ☐ ไม่ร่วมมือ เพราะ.....

8. หากมีการจัดอบรมถ่ายทอดความรู้เรื่อง “การใช้ถ่านชีวภาพปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร” ท่านจะ **เข้าร่วม**หรือไม่

☐ เข้าร่วม เพราะ..... ☐ ไม่เข้าร่วม เพราะ.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบประเมินคุณภาพคู่มือ
เรื่อง การผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร

เพื่อใช้ประกอบการทำวิจัยในวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาการเรียนรู้ การประยุกต์ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง ☐ ตามความคิดเห็นของท่าน

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. อายุ ☐ ต่ำกว่า 30 ปี ☐ 30-39 ปี ☐ 40-49 ปี ☐ มากกว่า 50 ปี
3. ระดับการศึกษา
   ☐ ไม่ได้เรียน ☐ ป. 6 ☐ ม. 3 ☐ ม. 6
   ☐ ปริญญาตรี ☐ สูงกว่าปริญญาตรี
4. อาชีพที่เกี่ยวกับเกษตรกรรม
   ☐ มี (โปรดระบุ)
   ( ) ทำนา ( ) ทำสวน ( ) ทำไร่ ( ) เลี้ยงสัตว์
   ( ) อื่นๆ .....
   ☐ ไม่มี
5. ท่านรู้จักถ่านชีวภาพ (ไบโอชาร์) มาก่อน หรือไม่ ☐ รู้จัก ☐ ไม่รู้จัก
6. ท่านเคยรู้จักการประยุกต์ใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน หรือไม่ ☐ รู้จัก ☐ ไม่รู้จัก

ตอนที่ 2 การประเมินคุณภาพของคู่มือ

รายการประเมิน	ดีมาก	ดี	พอใช้	ควรปรับปรุงอย่างไร
7. ขั้นตอนการอธิบายเข้าใจง่าย				
8. ภาษาที่ใช้เป็นภาษาที่เข้าใจง่าย				
9. ภาพประกอบช่วยให้เข้าใจวิธีการทำมากขึ้น				
10. สามารถปฏิบัติตามได้				

ตอนที่ 3 การประเมินการยอมรับระดับแนวคิด

11. คุณคิดว่าจะทดลองผลิตและใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตรหรือไม่
    ☐ ปฏิบัติ เพราะ.....
    ☐ ไม่ปฏิบัติ เพราะ.....

ตอนที่ 4 ความคิดเห็นอื่นๆ เกี่ยวกับคู่มือ

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

คู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จัดทำโดย : น.ส.ศิริลักษณ์ ศิริสิงห์
เพื่อใช้ประกอบการทำวิจัยในวิทยานิพนธ์เรื่อง
“การพัฒนาการเรียนรู้ การประยุกต์ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร”

ในความดูแลของ : รองศาสตราจารย์ อรสา สุกสว่าง
สาขาภูมิศาสตร์การวางแผนพัฒนา
ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คู่มือการผลิตและการใช้

ถ่านชีวภาพ

ในการเกษตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ถ่านชีวภาพ

ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รู้จัก...ถ่านชีวภาพ

ถ่านชีวภาพ หรือ ไบโอชาร์ (Biochar) คือวัสดุที่อุดมด้วยคาร์บอน ผลิตจากชีวมวล (Biomass, วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น เหง้ามันสำปะหลัง ฟางข้าว ซังข้าวโพด กิ่งไม้ เป็นต้น) ผ่านกระบวนการแยกสลายด้วยความร้อนโดยไม่ใช้ออกซิเจนหรือใช้น้อยมาก (ไพโรไรซิส, Pyrolysis) ซึ่งมีสองวิธีหลักๆ คือการแยกสลายอย่างเร็วและอย่างช้า การผลิตถ่านชีวภาพด้วยวิธีการแยกสลายอย่างช้าที่อุณหภูมิเฉลี่ย 500 องศาเซลเซียส จะได้ผลผลิตของถ่านชีวภาพมากกว่า 50% แต่จะใช้เวลาเป็นชั่วโมง ซึ่งต่างจากวิธีการแยกสลายอย่างเร็วที่อุณหภูมิเฉลี่ย 700 องศาเซลเซียส ซึ่งใช้เวลาเป็นวินาที ผลผลิตที่ได้จะเป็นน้ำมันชีวภาพ (bio-oil) 60% แก๊สสังเคราะห์ (syngas) 20% และถ่านชีวภาพ 20% (อรสา สุกสว่าง, 2552)

ถ่านชีวภาพ มีความหมายต่างจากถ่านทั่วไป (charcoal) ตรงจุดมุ่งหมายการใช้ประโยชน์ คือถ่านทั่วไปจะหมายถึงถ่านที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง ขณะที่ไบโอชาร์คือถ่านที่ใช้ประโยชน์เพื่อกักเก็บคาร์บอนลงในดินและปรับปรุงสภาพทางกายภาพของดิน เนื่องจากคุณสมบัติของถ่านชีวภาพ คือมีรูพรุนตามธรรมชาติเมื่อใส่ลงในดินจะช่วยการระบายอากาศ การซึมน้ำ การอุ้มน้ำ ดูดยึดธาตุอาหาร เป็นที่อยู่ของจุลินทรีย์ ลดความเป็นกรดของดิน นอกจากนี้ ยังช่วยเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยให้สูงขึ้น ทำให้ประหยัดการใช้ปุ๋ย ลดต้นทุน เพิ่มรายได้ เพิ่มผลผลิต เป็นเทคโนโลยีที่สามารถพัฒนาได้ตั้งแต่ระดับเกษตรกรครัวเรือน ชุมชนและองค์ส่วนท้องถิ่น

ในการผสมถ่านที่ผลิตจากเศษวัสดุเหลือใช้ลงไปในดิน ท่านยังได้มีบทบาทในการช่วยลดภาวะโลกร้อน เนื่องจากถ่านชีวภาพเป็นคาร์บอน มีความทนทานต่อการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์และสูญหายไปจากดินได้ยาก ดังนั้นจึงสะสมอยู่ในดิน เป็นการเพิ่มคาร์บอนให้แก่ดินแทนที่จะเผากลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศอันเป็นตัวการหนึ่งของภาวะโลกร้อน

ข้อควรรู้...ถ่านชีวภาพ

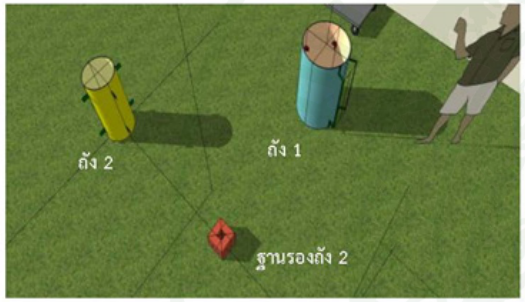
ถ่านชีวภาพไม่ใช่ปุ๋ย แต่ลักษณะถ่านที่เป็นรูโพรงเมื่อนำถ่านมาผสมกับปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก รูโพรงนี้เมื่ออยู่ในดินจะช่วยเก็บธาตุอาหารจากปุ๋ย และเป็นที่อยู่ของจุลินทรีย์ ช่วยปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชได้นาน ซึ่งจะช่วยให้ลดปริมาณการใช้ปุ๋ยลงได้

ประโยชน์...ของถ่านชีวภาพ

1. ใช้ในการปรับปรุงดิน
2. ช่วยลดการเกิดแก๊สเรือนกระจก
3. ผลิตพลังงานทางเลือก
4. ช่วยในการจัดการของเสีย
5. แก้ปัญหาความยากจน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัสดุอุปกรณ์ ในการผลิตถ่านชีวภาพ



ภาพกราฟฟิค อุปกรณ์การผลิตถ่านชีวภาพ (อรสา สุกสว่าง, 2553)

อุปกรณ์ในการผลิตถ่านชีวภาพ

ในคู่มือนี้ใช้เตาผลิตถ่านชีวภาพซึ่งสร้างและออกแบบโดย รองศาสตราจารย์ อรสา สุกสว่าง (2553) รายละเอียดการออกแบบตามรูปกราฟิค ส่วนประกอบหลักๆ ของเตามีดังต่อไปนี้

1. **ถังเหล็กใช้แล้ว 2 ขนาด** (ในการทำอาจใช้ถังใช้แล้วก็ได้) สามารถหาซื้อได้ตามร้านขายถังใช้แล้ว หรืออาจใช้ถังเหล็กขนาด 200 ลิตรได้ ขนาดของถังขึ้นอยู่กับความเหมาะสม ทั้งนี้ถังเล็กเมื่อนำมาซ้อนในถังใหญ่ จะต้องมีช่องว่างระหว่างถังประมาณ 10 ซม. และสูงน้อยกว่า ถังใหญ่ ประมาณ 10-15 ซม.

   1.1 จากรูป **ถังใหญ่ คือ ถัง 1** ขนาดความสูง 87 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลาง 58 ซม. เจาะรูรอบก้นถัง ขนาดแต่ละรูกว้าง 3 ซม. ระยะห่าง 10 ซม.

   1.2 จากรูป **ถังเล็ก คือ ถัง 2** ขนาดความสูง 55 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลาง 38 ซม. เจาะรูรอบปากถัง ขนาดแต่ละรูกว้าง 3 ซม. ระยะห่าง 13 ซม.

2. **ฝาปิดถังที่ 1** เจาะรูตรงกลางกว้าง 2 นิ้ว ทำขอบให้สูง 3 ซม. ขึ้นเพื่อใช้ต่อและล็อกปล่องคัน

3. **ท่อเหล็ก** ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางกลาง 2 นิ้ว ยาว 2 เมตร (ปล่องควัน)

4. **ฐานรองถัง** อาจเป็นก้อนอิฐหรือแท่งวัสดุที่สามารถรับน้ำหนักถังเหล็กได้

5. **เศษวัสดุเหลือใช้**ที่จะใช้ทำถ่านและเป็นเชื้อเพลิงสร้างพลังงานความร้อน เช่น เช่น กิ่งไม้ กะลามะพร้า แกลบ ฟางข้าว เป็นต้น

หมายเหตุ: วัสดุเหลือใช้จะต้องมีความชื้นไม่เกิน 10% ในการนำมาใช้ควรตากแดดให้แห้ง เพราะถ้ามีความชื้นมากเกินไปความร้อนที่มีจะเป็นความร้อนในการทำให้ความชื้นหายไป นอกจากจะเสียเวลาในการผลิตถ่านแล้วยังทำให้เกิดควันมากเกินไป และไม่เกิดกระบวนการแยกสลายด้วยความร้อน (pyrolysis)

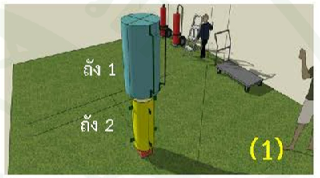
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

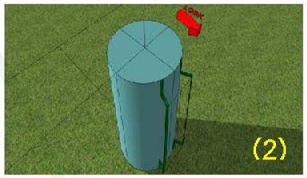
ขั้นตอนการผลิตถ่านชีวภาพ

1. เอาถัง 2 ไปตั้งบนฐานรองถัง) นำเศษวัสดุส่วนที่จะผลิตเป็นถ่านชีวภาพซึ่งมีขนาดไม่ใหญ่มากนัก กิ่งไม้แห่งไม่ควรยาวเกิน 10-20 ซม.เพื่อจะได้แยกสลายได้ง่าย ใส่ลงในถัง 2 ให้เต็ม

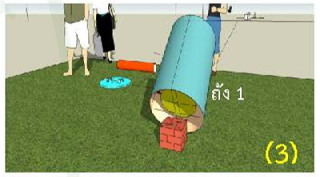
ในภาพใช้เศษวัสดุที่เป็นกิ่งไม้ น้ำหนักรวม 14 กิโลกรัม เมื่อแยกสลายด้วยความร้อน (pyrolysis) แล้วจะได้ถ่านชีวภาพประมาณ 7 กิโลกรัม หรือ ½ ของน้ำหนักกิ่งไม้แห้ง

2. นำถัง 1 มาครอบถัง 2 แล้วหมุนล็อก ให้ร็อกถัง 1 เกี่ยวกับสลักของถัง 2 ดังรูป ทดสอบโดยการลองยกถัง 1 ขึ้นหากถังทั้งสองหลุดออกจากกัน ให้ทำการหมุนล็อกใหม่ *(จากการออกแบบแกนล็อกของถัง 1 และสลักของถัง 2 เมื่อเกี่ยวกันแล้วจะทำการ ล็อกถังทั้งสองใบไว้แน่นทำให้ไม่ต้องกลัวว่าเศษวัสดุจากถัง 2 จะไหลออกระหว่างการหงายขึ้น)*





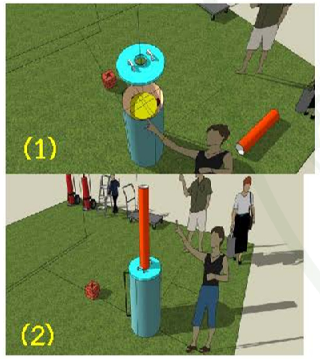
3. เอียงถังเพื่อตั้งให้ถัง 1 อยู่ในสภาพหงายฝาเปิด และเห็นถัง 2 คว่ำอยู่ มีช่องว่างระหว่างถัง 1 และถัง 2 ใส่เศษวัสดุเหลือใช้ลงในช่องว่างและด้านบนเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงให้พลังงานความร้อน *(ใส่เชื้อเพลิงประมาณ 5 กิโลกรัม จะใช้เวลาเผาไหม้ประมาณ 2 ชั่วโมง)*



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. จุดไฟที่เศษวัสดุด้านบน เพื่อให้ลุกไหม้โดยรอบ ถ้าวัสดุมีความชื้นมากจะมีควันเยอะ

5. ปิดฝาด้านบนเพื่อควบคุมให้อากาศไหลเข้าจากด้านล่างของถัง 1 ที่เจาะรูไว้เท่านั้น พร้อมกับเสียบปล่องควันเพื่อดูดอากาศ ขั้นตอนนี้เพื่อควบคุมให้การเผาไหม้ใช้อากาศน้อยที่สุด



6. ที่ปล่องควันหลังจากปิดฝาจะเกิดกลุ่มควันหนาสีขาว ต่อมาควันจะเริ่มบางลง เนื่องจากการเผาไหม้ในครั้งแรกเกิดจากการสันดาปโดยอ็อกซิเจน เมื่อควบคุมอากาศโดยการปิดฝาถัง เศษวัสดุด้านล่างที่ได้รับความร้อนจากการเผา

ไหม้ด้านบนจะเกิดการแยกสลายธาตุด้วยความร้อน (pyrolysis) แล้วปล่อยแก๊สออกมาติดไฟทำให้เกิดเชื้อเพลิงเพิ่มและเปลี่ยนเป็นกระบวนการเผาไหม้ด้วยแก๊ส ความร้อนที่สะสมทำให้อุณหภูมิจากการเผาไหม้ด้วยแก๊สเพิ่มสูงขึ้น เศษวัสดุที่อยู่ในถัง 2 ได้รับความร้อนจากการเผาไหม้ด้วยแก๊ส จะเริ่มแยกสลายด้วยความร้อนโดยปล่อยแก๊สออกมาทางรูที่ฐาน ทำให้เกิดการลุกไหม้ด้วยแก๊สอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งแก๊สหมด

หลังจากเชื้อเพลิงด้านนอกถูกเผาไหม้จนหมด เมื่อดูที่รูของถัง 1 จะเห็นว่ายังมีการลุกไหม้ด้วยแก๊สซึ่งออกมาจากถัง 2 ดังรูป

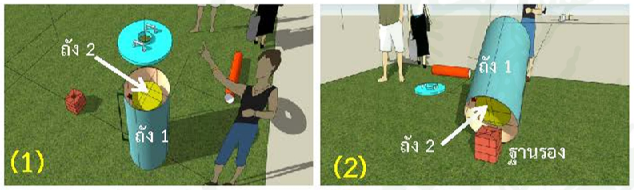
ที่ฐานของถัง 1

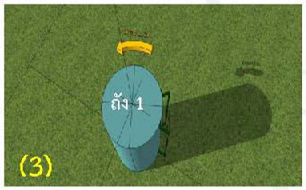
ถ่ายจากด้านบนของถัง

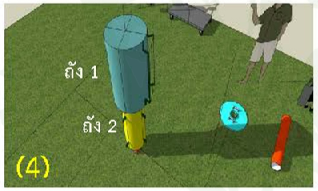
7. ขั้นตอนตั้งแต่เริ่มปิดฝาถังจนการลุกไหม้ที่เกิดจากแก๊สดับลง ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ประมาณ 3 ชั่วโมง จนถังเย็นลง **<u>ระวัง</u>** อย่าเปิดฝาถังเพื่อดูถ่านชีวภาพทันที เนื่องจากในถัง 2 ยังมีอุณหภูมิสูงแต่ไม่มีอากาศ หากได้รับอากาศจากการเปิดถัง ความร้อนในถังจะเกิดการเผาไหม้ต่อ ซึ่งจะทำให้ได้ถ่านชีวภาพน้อยลง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. เมื่อถังเย็นลง เปิดเตาถ่านชีวภาพโดย (1) ดึงปล่องควันและฝาปิดออก (2) ตะแคงถัง 1 ให้ก้นของถัง 2 วางอยู่บนฐานรอง (3) หมุนถัง 1 เพื่อคลายล็อก แล้ว (4) ยกถัง 1 ออก จะปรากฏถัง 2 และเห็นถ่านชีวภาพซึ่งพร้อมจะนำไปปรับปรุงดิน หรือนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ต่อไป







ถ่านชีวภาพที่ได้จากกระบวนการแยกสลายด้วยความร้อน

การใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร

การเตรียมถ่ายชีวภาพเพื่อลงดินมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ทำให้ถ่านชีวภาพมีขนาดเล็กที่สุด โดยเฉลี่ยไม่ใหญ่กว่า 1 เซนติเมตรเพื่อให้คลุกเคล้าเข้ากับดินได้ง่าย หากขนาดถ่านใหญ่เกินไปจะเป็นอุปสรรคต่อรากพืชในการเจริญเติบโต อาจใช้วิธีการทุบหรือบีบให้แตก ดังรูป

2. ผสมถ่านชีวภาพกับปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยคอก ในอัตราส่วน 50% โดยน้ำหนัก คลุกให้เป็นเนื้อเดียวกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. นำถ่านชีวภาพผสมปุ๋ยหมักไปโรยลงดิน ในขั้นตอนการเตรียมดินก่อนปลูกพืช รด น้ำให้ชุ่มเพื่อให้ถ่านชีวภาพดูดซึมน้ำ แล้วพรวนดินให้ลึก 10-20 เซนติเมตร ทำการรดน้ำให้ชุ่มอีกครั้ง

4. ปลูกพืชผักในแปลงได้ตามขั้นตอนการปลูกผักทั่วไป

หมายเหตุ:

* อัตราส่วนการใช้ถ่านชีวภาพ สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามต้องการ ทั้งนี้จากการวิจัยกรณีของการปลูกผักคะน้า การผสมในสัดส่วน 50% โดยปริมาตรของถ่านและปุ๋ยหมัก พบว่าให้ผลผลิตเทียบเท่าการใช้ปุ๋ยหมักอย่างเดียว

** ในขั้นตอนการรดน้ำ อาจรดด้วยน้ำหมักชีวภาพเพื่อเพิ่มธาตุอาหารพืชให้สะสมอยู่ในถ่านชีวภาพ ก่อนการพรวนดิน

ตัวอย่าง

การประยุกต์ถ่านชีวภาพปรับปรุงดินเพื่อปลูกผักคะน้า

งานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาการเรียนรู้ การประยุกต์ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร” มีวัตถุประสงค์เพื่อถ่ายทอดความรู้เชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเรื่องการใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน ขณะเดียวกันเป็นการกักเก็บคาร์บอนลงดินเพื่อลดก๊าซเรือนกระจก ให้กับเกษตรกรตำบลเมืองบัว อำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ด โดยใช้ทฤษฎีการมีส่วนร่วมเป็นกรอบในการออกแบบการพัฒนาการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างนักวิจัยและเกษตรกร กระบวนการเรียนรู้ประกอบด้วยขั้นตอนการผลิตถ่านชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรโดยใช้วิธีแยกสลายด้วยความร้อนหรือไพโรไลซิส และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นตอนการนำถ่านชีวภาพที่ผลิตได้มาปรับปรุงดินในแปลงทดลองปลูกผักคะน้า 6 แปลง โดยกำหนดให้ 1 แปลงเป็นแปลงควบคุม อีก 5 แปลงที่เหลือใส่ปุ๋ยหมักและถ่านชีวภาพในอัตราส่วน 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 ตามลำดับ

ผลการทดลองพบว่าอัตราส่วนปุ๋ยหมักต่อถ่านชีวภาพ 50:50 ให้ผลผลิตเช่นเดียวกับแปลงที่ใช้ปุ๋ยหมักอย่างเดียว ขณะที่อัตราส่วน 75:25 ให้ผลผลิตดีกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียว จากการแลกเปลี่ยนความรู้ในระหว่างการเรียนรู้ร่วมกันนี้ทำให้นักวิจัยและเกษตรกรมีความสนใจและเกิดแรงจูงใจในการใช้ถ่านชีวภาพร่วมกับปุ๋ยหมักแทนการใช้ปุ๋ยหมักอย่างเดียว เพราะนอกจากช่วยปรับปรุงดินแล้วยังช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วย

คะน้าต้นที่โตที่สุดในแต่ละแผนการทดลอง

ผลการทดลองในแปลงทดลอง

เอกสารอ้างอิง

อรสา สุกสว่าง. 2552. "**เทคโนโลยีถ่านชีวภาพ: วิธีแก้ปัญหาโลกร้อน ดิน และความยากจนในภาคเกษตรกรรม.**" ใน การประชุมวิชาการเรื่อง สภาวะโลกร้อน: ความหลากหลายทางชีวภาพและการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน. 5-6 พฤศจิกายน 2552. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน, 172-184.

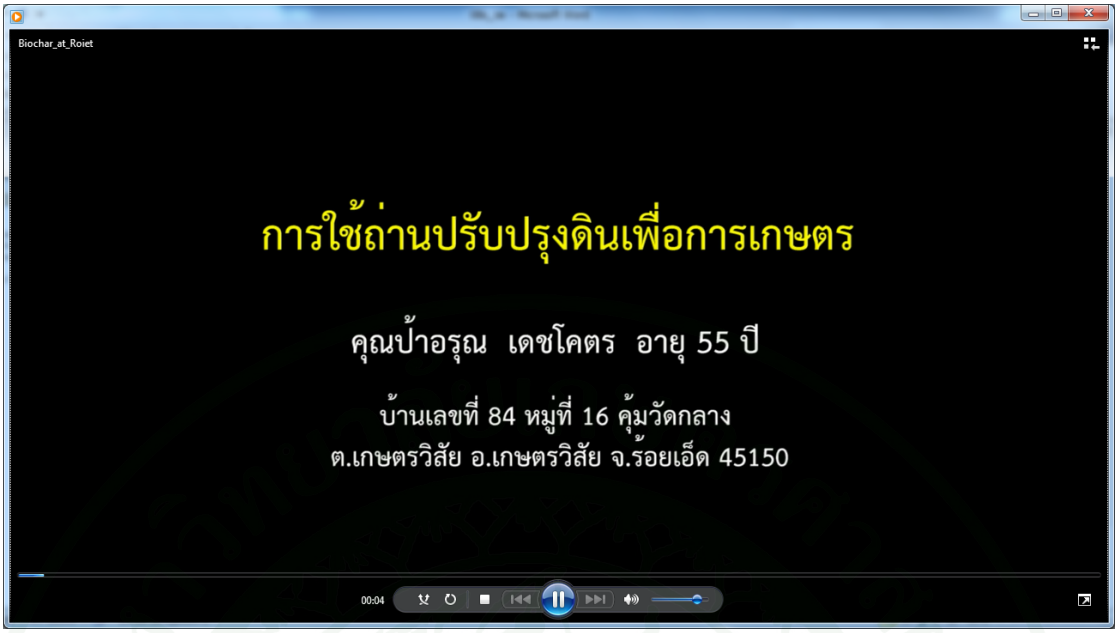
อรสา สุกสว่าง. 2553. **เตาผลิตถ่านชีวภาพด้วยวิธีการแยกสลายมวลชีวภาพด้วยความร้อน.** 2553. เลขที่อนุสิทธิบัตร 5667 ลงวันที่ 1 ตุลาคม 2553.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการจัดอบรมและสัมมนา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ ค 1 วีดีทัศน์สัมภาษณ์เกษตรกรที่ใช้ถ่านปรับปรุงดินมาเวลา 15 ปี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kasetsart University

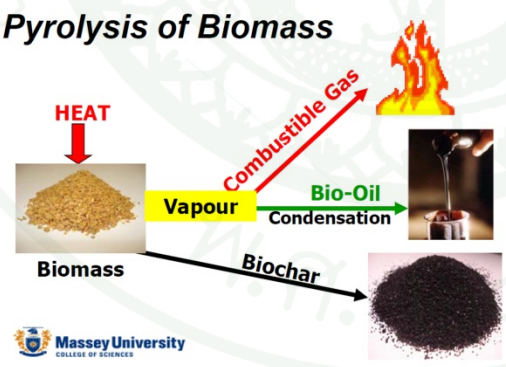
ถ่านชีวภาพ คืออะไร ?

ถ่านชีวภาพ (biochar) ได้จากการให้ชีวมวล (biomass) ได้รับความร้อนในสภาพที่ไร้ออกซิเจนหรือเผาไหม้ในที่มีออกซิเจนจำกัด (pyrolysis) ที่อุณหภูมิเกิน 300 องศาเซลเซียส ในกระบวนการเผาไหม้จะได้ผลผลิต 3 อย่าง คือ น้ำมันชีวภาพ (bio-oil) แก๊สสังเคราะห์ (syngas) และถ่านชีวภาพ (biochar)

ถ่านชีวภาพ มีความหมายแตกต่างจากถ่านทั่วไป ตรงจุดมุ่งหมายของการใช้ประโยชน์ คือถ่านทั่วไป (charcoal) จะหมายถึงถ่านที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง แต่ถ่านชีวภาพ (biochar) คือถ่านที่ใช้ประโยชน์เพื่อกักเก็บคาร์บอนลงดินและปรับปรุงดิน ถ่านที่ได้มีลักษณะเป็นรูพรุนเมื่ออยู่ในดินจะช่วยดูดยึดน้ำและธาตุอาหาร ทำให้ดินชุ่มชื้นเหมาะเป็นแหล่งที่อยู่ของจุลินทรีย์ในดิน และช่วยปรับสภาพความเป็นกรดของดิน

ชีวมวล (biomass) ที่นำมาใช้ในการผลิตถ่านชีวภาพได้มาจากวัตถุดิบอินทรีย์ที่ได้โดยตรงจากสิ่งมีชีวิต เช่น ซากพืช ซากสัตว์ หรือโดยอ้อมจากของเสียที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตรชุมชน แกลบ ชานอ้อย เศษไม้ กากปาล์ม กากมันสำปะหลัง ซังข้าวโพด กาบและกะลามะพร้าว และส่าเหล้า

โครงสร้างของถ่านชีวภาพ
จะเปลี่ยนไปตามประเภทของชีวมวล



ส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์
"การพัฒนาการเรียนรู้ การประยุกต์ใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตร"
โดย นางสาวศิริลักษณ์ ศิริสิงห์
ภายใต้ความดูแลของ รองศาสตราจารย์ ดร.อรสา สุกสว่าง

ภาพผนวกที่ ค 2 โปสเตอร์ให้ความรู้เรื่องถ่านชีวภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ ค 3 โปสเตอร์สรุปบทสัมภาษณ์เกษตรกรที่ใช้ถ่านปรับปรุงดินมาเป็นเวลากว่า 15 ปี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ ค 4 โปสเตอร์แสดงผลการเจริญเติบโตของคะน้าในแปลงสาธิต (การทดลองชุดที่ 1)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ ค 5 โปสเตอร์แสดงผลการเจริญเติบโตของคะน้าในแปลงสาธิต (การทดลองชุดที่ 1)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ง

ประมวลภาพการจัดอบรมและสัมมนา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(1) การบรรยาย ให้ความรู้เรื่องถ่านชีวภาพ

(2) ดูงานในแปลงสาธิต (ชุดการทดลองที่ 1)

(3) การลงมือปฏิบัติใช้ถ่านชีวภาพในการปรับปรุงดิน

(4) การย้ายกล้าคะน้าปลูกในแปลงทดลอง

ภาพผนวกที่ ง 1 บรรยากาศการจัดบรรยายให้ความรู้เรื่องถ่านชีวภาพแก่เกษตรกร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(1) ใส่ชีวมวลในถังผลิตถ่านชีวภาพ (ถังที่ 2)

(2) นำถังที่ 1 ครอบถังที่ 2

(3) หงายถังทั้งสองใบขึ้น

(4) ใส่ชีวมวลที่จะให้เป็นเชื้อเพลิง

(5) จุดไฟชั้นบนเตา

(6) ปิดฝาถังที่ 1

(7) ใส่ปล่องระบายอากาศ

(8) ถ่านชีวภาพ

ภาพผนวกที่ ง 2 กิจกรรมการผลิตถ่านชีวภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ ง 3 กิจกรรมการจัดสัมมนาร่วมกับเจ้าหน้าที่เทศบาลตำบลเมืองบัว

ภาพผนวกที่ ง 4 จนท.วิเคราะห์นโยบายและแผน เทศบาลตำบลเมืองบัว ดูงาน ณ แปลงทดลอง (16 กรกฎาคม พ.ศ. 2555)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก จ

การเขียนคู่มือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเขียนคู่มือ

หนังสือคู่มือ เป็นหนังสือที่ให้ความรู้เกี่ยวกับการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งแก่ผู้อ่าน โดยมุ่งหวังให้ผู้อ่านหรือผู้ใช้มีความเข้าใจและสามารถดำเนินการในเรื่องนั้นๆ ด้วยตนเองได้ ทั้งนี้อาจใช้ควบคู่ไปกับการทำสิ่งใดๆ เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติให้แก่ผู้ใช้สามารถกระทำสิ่งนั้นๆ ให้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมาย (ปรีชา ช้างขวัญยืน, 2551) ทั้งนี้คู่มือจึงเป็นหนังสือที่สอนหรือให้ความรู้แก่ผู้อ่านผ่านทางการเขียน แต่เนื่องจากผู้อ่านไม่มีโอกาสที่จะซักถามผู้เขียนในประเด็นที่สงสัย คู่มือจึงจำเป็นต้องมีความชัดเจนและให้รายละเอียดครอบคลุมประเด็นที่น่าสงสัยไว้ทั้งหมด สอดคล้องกับ บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542) ที่ได้อธิบายเกี่ยวกับคู่มือที่ดีว่าจะต้องคำนึงถึงภาษาที่ชัดเจน เข้าใจง่าย ใคร่ครวญถึงปัญหาและสถานการณ์อย่างทะลุปรุโปร่ง ทั้งนี้ควรออกแบบให้สวยงามน่าหยิบอ่าน มีรูปภาพหรือการ์ตูนประกอบเพื่อให้มีความน่าสนใจ หากทำเป็นเล่มควรทำปกให้มีความสวยงามและทนทานต่อการใช้สอย ส่วนหน้าปกก็ควรเขียนอย่างเด่นชัด ดังนั้นคู่มือที่ดีจะต้องมีรายละเอียดครอบคลุมประเด็นต่างๆ ดังนั้น

1. ควรระบุให้ชัดเจนว่าคู่มือนั้นเป็นคู่มือสำหรับใคร ใครเป็นผู้ใช้

2. กำหนดวัตถุประสงค์ให้ชัดเจนว่า ต้องการให้ผู้ใช้ทำอะไรบ้าง

3. ควรมีส่วนนำที่จูงใจผู้ใช้ว่า คู่มือนี้จะช่วยให้ผู้ใช้ได้อย่างไร ผู้ใช้จะได้รับประโยชน์อะไรบ้าง

4. ควรมีส่วนที่ให้หลักการหรือความรู้ที่จำเป็นแก่ผู้ใช้เพื่อให้การใช้คู่มือเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

5. ควรมีส่วนที่ให้คำแนะนำแก่ผู้ใช้เกี่ยวกับการเตรียมตัว การเตรียมเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์และสิ่งที่จำเป็นในการดำเนินการตามที่คู่มือแนะนำ

6. ควรมีส่วนที่ให้คำแนะนำแก่ผู้ใช้เกี่ยวกับขั้นตอนหรือกระบวนการในการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

ก) ความถูกต้อง เนื้อหาสาระที่ให้นั้นควรมีความถูกต้อง สามารถช่วยให้ผู้ใช้คู่มือทำสิ่งนั้นได้สำเร็จ

ข) ความเพียงพอ ให้ข้อมูลหรือรายละเอียดที่เพียงพอที่จะช่วยให้ผู้ใช้คู่มือสามารถทำสิ่งนั้นๆ ได้สำเร็จ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค) ความเหมาะสมของการเรียงลำดับขั้นตอน ขั้นตอนการทำจะต้องมีการเรียงลำดับอย่างเหมาะสม ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้สามารถทำสิ่งนั้นๆ ได้อย่างถูกต้องรวดเร็วและประหยัด

ง) ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ ภาษาที่ใช้จะต้องสามารถสื่อสารให้ผู้ใช้เข้าใจตรงกันกับผู้เขียน ไม่มีความคลุมเครือ หรือทำให้ผู้ใช้เกิดความเข้าใจผิด และภาษาที่ใช้จะต้องช่วยให้ผู้ใช้เกิดความเข้าใจได้ง่าย หากสิ่งใดมีความยากและซับซ้อนควรเขียนให้เข้าใจได้ง่ายโดยใช้เทคนิคอื่นประกอบ เช่น การใช้ภาพประกอบ ตาราง การเปรียบเทียบ อุปมาอุปไมย การยกตัวอย่าง การใช้สีจำแนก เป็นต้น

จ) ความครอบคลุมของสาระที่ให้ ควรให้คำแนะนำและชี้แจงเหตุผลเกี่ยวกับสิ่งที่ควรทำและไม่ควรทำ เช่น เคล็ดลับหรือเทคนิควิธีต่างๆ ที่จะช่วยให้การทำสิ่งนั้น สำเร็จได้อย่างดี รวมทั้งการแก้ปัญหาต่างๆ ที่มักเกิดขึ้นจากการทำสิ่งนั้นๆ ข้อมูลนี้มักจะมาจากความรู้และประสบการณ์ของผู้เขียน ซึ่งจะมีคุณค่าต่อผู้ใช้มาก

7. ควรมีคำถามหรือกิจกรรมให้ผู้ใช้คู่มือทำ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการอ่าน หรือการปฏิบัติตามขั้นตอนที่เสนอแนะและเว้นที่ว่างสำหรับผู้ใช้คู่มือในการเขียนคำตอบ รวมทั้งมีคำตอบหรือแนวในการตอบหรือคำเฉลยให้ไว้ด้วย เพื่อผู้อ่านจะได้สามารถตรวจสอบคำตอบของตนเอง หากสามารถคาดคะเนคำตอบของผู้ใช้รวมทั้งคาดคะเนได้ว่าส่วนใหญ่ผู้ใช้คู่มือมักจะผิดพลาดตรงจุดไหน ถ้าสามารถให้คำอธิบายไว้ด้วยว่าคำตอบอะไรถูกผิด ด้วยเหตุใดก็จะยิ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้คู่มือ

8. ควรใช้เทคนิคต่างๆ เพื่อผู้ใช้คู่มือสามารถใช้คู่มือได้โดยสะดวก เช่น การจัดรูปเล่ม ขนาดรูปแบบและขนาดของตัวอักษร การใช้ตัวเข้ม การใช้สี การใช้ภาพ การตีกรอบ การเน้นข้อความบางตอน เป็นต้น

9. ควรให้แหล่งอ้างอิงที่เป็นประโยชน์แก่ผู้อ่าน ซึ่งอาจจะเป็นบรรณานุกรม รายชื่อชมรม รายชื่อสื่อ รายชื่อสถาบัน รายชื่อบุคคลสำคัญ เป็นต้น

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ คู่มือการผลิตและการใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตร จะเป็นหนังสือคู่มือที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการสร้างเตาผลิตถ่านชีวภาพ ขั้นตอนการผลิต และการนำถ่านชีวภาพไปใช้ในการเกษตรโดยใช้ภาพประกอบในการอธิบายแต่ละขั้นตอน แล้วทำการประเมินผลคุณภาพคู่มือโดยเกษตรกรและบุคคลทั่วไปไม่น้อยกว่า 30 ชุด เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขคู่มือฯ สำหรับใช้ในการถ่ายทอดความรู้การใช้ถ่านชีวภาพในการเกษตรให้แก่เกษตรกรในการวิจัยครั้งต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ฉ

บันทึกการสัมภาษณ์

เกษตรกรที่ใช้ถ่านปรับปรุงดินในการเกษตร มาเป็นเวลากว่า 15 ปี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บันทึกการสัมภาษณ์เกษตรกรที่ใช้ถ่านปรับปรุงดินในการเกษตร มาเป็นเวลากว่า 15 ปี

วันที่สัมภาษณ์ 7 กรกฎาคม พ.ศ. 2555
ผู้สัมภาษณ์ น.ส.ศิริลักษณ์ ศิริลักษณ์

ต่อไปนี้เป็นบทสัมภาษณ์ นางป้าอรุณ เดชโคตร อายุ 55 ปี บ้านเลขที่ 84 หมู่ที่ 16 คุ้มวัดกลาง ตำบลเกษตรวิสัย อำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ด เกษตรกรที่ใช้ถ่านในการปลูกคะน้ามากกว่า 15 ปี

ภาพผนวกที่ ฉ 1 เกษตรกรที่ใช้ถ่านปรับปรุงดิน

คำถาม : เริ่มใช้ถ่านปรับปรุงดินได้อย่างไร ?

คำตอบ : ครอบครัวประกอบอาชีพบีบขนมจีนขาย จึงได้ลงทุนสร้างเตาที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง นอกจากจะประหยัดต้นทุนแล้วยังได้ถ่านแกลบเป็นผลพลอยได้อีกด้วย จุดเริ่มต้นของการใช้ถ่าน ปรับปรุงดินนั้น เริ่มจากการซื้อดินมาถมที่สร้างบ้าน และต้องการปลูกผักสวนครัวไว้กินเอง แต่ดินที่ได้มานั้นเป็นดินเหนียวแข็งไม่สามารถขุดสร้างแปลงการเกษตรได้ จึงได้พยายามหาทางให้ดินร่วนซุย โดยการค่อยๆ ขุดให้เป็นแอ่งแล้วขังน้ำไว้ เมื่อเห็นว่าดินเริ่มอิ่มน้ำ ก็ขุดซ้ำอีกรอบ แต่ก็ยังไม่สามารถเพาะปลูกได้ ประกอบกับเห็นว่าถ่านแกลบ ที่ได้จากการใช้เป็นเชื้อเพลิงในการทำขนมจีนไม่ได้นำไปใช้อะไรจึงได้ทดลองนำมาเทลงในดินที่ขังน้ำไว้แล้ว ขุดพรวนซ้ำ พบว่าทำให้ดินร่วนซุยเร็วขึ้น จึงได้ดำเนินการปรับปรุงดินรอบบริเวณบ้านโดยวิธีเดียวกัน แล้วเริ่มปลูกผักบุ้งเพราะเห็นว่าเป็นผักที่ปลูกง่าย หลังการปรับปรุงดินในปีที่ 3 พบว่าพื้นที่ทั้งหมดดินเปลี่ยนสภาพจากดินเหนียวแข็งมาเป็นดินร่วนซุยเหมาะแก่การเพาะปลูกจึงเปลี่ยนมาปลูกคะน้า จำหน่ายเป็นอาชีพเสริม จากวันนั้นนับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ได้ว่าปลูกคะน้ามาแล้วประมาณ 13 ปี ในพื้นที่เดิม ต้นคะน้าที่ได้ในครั้งแรกโตและอวบอย่างไรก็ยังเป็นอย่างนั้น

คำถาม : ขอให้อธิบายวิธีการนำถ่านมาใช้ในการปลูกคะน้า

คำตอบ : เริ่มจากการไถพรวน ตากดินทิ้งไว้ 3-4 วัน คราดดิน ให้เรียบเสมอกัน หว่านเมล็ดคะน้าแล้วใช้ถ่านแกลบหว่านทับเลย ให้แกลบหนาประมาณ 1 เซนติเมตร ทั้งนี้ในการปลูกไม่ได้ใช้ปุ๋ยคอก เพราะไม่ได้เลี้ยงสัตว์ และเคยซื้อปุ๋ยคอกมาปลูกผัก พบว่ามีปัญหาหญ้างอกในแปลง จึงเลิกใช้ปุ๋ยคอก เปลี่ยนมาใช้น้ำหมักชีวภาพควบคู่กับถ่านแทน และเนื่องจากแปลงปลูกผักอยู่ในบริเวณบ้าน ไม่ต้องการใช้สารเคมี จึงค้นหาสูตรสมุนไพรเพื่อไล่แมลงจากหนังสือการเกษตร แล้วก็ค่อยๆ ปรับสูตรมาเรื่อยๆ จะเห็นว่าตอนนี้แปลงปลูกผักนี้ เป็นผักปลอดสารพิษจริงๆ ถ่านแกลบนี้นอกจากจะ ทำให้ดินร่วนซุยแล้วคะน้าที่ได้ยังอวบ กรอบ หวาน อีกด้วย และที่สำคัญคือไม่ต้องรดน้ำมาก แค่รดให้พอชุ่มวันละครั้งก็พอ

คำถาม : ได้เผยแพร่ความรู้เรื่องการใช้ถ่านในการเกษตรให้แก่เกษตรกรรายอื่นๆ หรือไม่

คำตอบ : ถ้าใครมาที่บ้านแล้วเห็นว่า ดินที่บ้านเป็นดินดำ ก็จะถามป้าก็จะพาไปดูดินเดิมที่ไม่เคยปรับปรุง แล้วก็บอกว่าให้หาถ่านมาลงดิน ซึ่งทราบว่าโรงสีไร่เกษตร ในอำเภอเกษตรวิสัย เปิดให้คนที่ต้องการใช้แกลบดำที่ได้จากโรงไฟฟ้าชีวมวล ไปขอได้ฟรี แต่เท่าที่ติดตามก็ไม่เห็นมีใครไปขอมาใช้ บอกว่าไม่มีรถไปขนมั่ง พื้นที่กว้างต้องใช้ถ่านเยอะมั่ง สรุปคือขี้เกียจ ป้าก็ถือว่าได้แนะนำแล้วจะใช้หรือไม่ก็แล้วแต่ความต้องการ

ในการสัมภาษณ์เกษตรกรรายนี้ ใช้เป็นกรณีศึกษาในการจัดอบรมและสัมมนา โดยการจัดทำโปสเตอร์ และถ่ายวีดีโอ และในการวิจัยนี้ยังได้นำสูตรน้ำหมักชีวภาพของเกษตรกรท่านนี้มาใช้ในการวิจัยและถ่ายทอดความรู้ให้แก่เกษตรกรรายอื่นด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ช

ผลการวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ช 1 ค่านัยสำคัญทางสถิติในการวิเคราะห์ความแตกต่างความสูงเฉลี่ยของคะน้าระหว่างแปลงทดลอง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ในการทดลองชุดที่ 1

		อัตราส่วน ปุ๋ยหมัก : ถ่านชีวภาพ					
		ควบคุม	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
		T1	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**
T1	ควบคุม	—	✓ (0.000)	✓ (0.000)	✓ (0.000)	✓ (0.000)	✕ (0.141)
T2	(ป:ถ) 100:0	✓ (0.000)	—	✕ (0.630)	✕ (0.923)	✕ (0.290)	✓ (0.011)
T3	(ป:ถ) 75:25	✓ (0.000)	✕ (0.630)	—	✕ (0.700)	✕ (0.124)	✓ (0.038)
T4	(ป:ถ) 50:50	✓ (0.000)	✕ (0.923)	✕ (0.700)	—	✕ (0.248)	✓ (0.014)
T5	(ป:ถ) 25:75	✓ (0.000)	✕ (0.290)	✕ (0.124)	✕ (0.248)	—	✓ (0.000)
T6	(ป:ถ) 0:100	✕ (0.141)	✓ (0.011)	✓ (0.038)	✓ (0.014)	✓ (0.000)	—

หมายเหตุ: ✓ คือ แตกต่างกันกัน ✕ คือ ไม่แตกต่างกัน (ค่าในวงเล็บ) คือ ระดับนัยสำคัญสถิติ

ตารางผนวกที่ ช 2 ค่านัยสำคัญทางสถิติในการวิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำหนักเฉลี่ยของคะน้าระหว่างแปลงทดลอง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ในการทดลองชุดที่ 1

		อัตราส่วน ปุ๋ยหมัก : ถ่านชีวภาพ					
		ควบคุม	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
		T1	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**
T1	ควบคุม	—	✓ (0.001)	✓ (0.000)	✓ (0.000)	✓ (0.000)	✓ (0.000)
T2	(ป:ถ) 100:0	✓ (0.001)	—	✓ (0.000)	✓ (0.002)	✓ (0.000)	✓ (0.006)
T3	(ป:ถ) 75:25	✓ (0.000)	✓ (0.000)	—	✕ (0.360)	✓ (0.000)	✕ (0.182)
T4	(ป:ถ) 50:50	✓ (0.000)	✓ (0.002)	✕ (0.360)	—	✓ (0.000)	✕ (0.673)
T5	(ป:ถ) 25:75	✓ (0.000)	✓ (0.000)	✓ (0.000)	✓ (0.000)	—	✓ (0.000)
T6	(ป:ถ) 0:100	✓ (0.000)	✓ (0.006)	✕ (0.182)	✕ (0.673)	✓ (0.000)	—

หมายเหตุ: ✓ คือ แตกต่างกันกัน ✕ คือ ไม่แตกต่างกัน (ค่าในวงเล็บ) คือ ระดับนัยสำคัญสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ช 3 ค่านัยสำคัญทางสถิติในการวิเคราะห์ความแตกต่างความสูงเฉลี่ยของคะน้าระหว่างแปลงทดลอง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ในการทดลองชุดที่ 2

		อัตราส่วน ปุ๋ยหมัก : ถ่านชีวภาพ					
		ควบคุม	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
		T1	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**
T1	ควบคุม	—	✗ (0.072)	✗ (0.731)	✗ (0.157)	✓ (0.000)	✗ (0.096)
T2	(ป:ถ) 100:0	✗ (0.072)	—	✓ (0.033)	✗ (0.697)	✓ (0.000)	✗ (0.891)
T3	(ป:ถ) 75:25	✗ (0.731)	✓ (0.033)	—	✗ (0.079)	✓ (0.000)	✓ (0.045)
T4	(ป:ถ) 50:50	✗ (0.157)	✗ (0.697)	✗ (0.079)	—	✓ (0.000)	✗ (0.801)
T5	(ป:ถ) 25:75	✓ (0.000)	✓ (0.000)	✓ (0.000)	✓ (0.000)	—	✓ (0.000)
T6	(ป:ถ) 0:100	✗ (0.096)	✗ (0.891)	✓ (0.045)	✗ (0.801)	✓ (0.000)	—

หมายเหตุ: ✓ คือ แตกต่างกันกัน ✗ คือ ไม่แตกต่างกัน (ค่าในวงเล็บ) คือ ระดับนัยสำคัญสถิติ

ตารางผนวกที่ ช 4 ค่านัยสำคัญทางสถิติในการวิเคราะห์ความแตกต่างน้ำหนักเฉลี่ยของคะน้าระหว่างแปลงทดลอง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ในการทดลองชุดที่ 2

		อัตราส่วน ปุ๋ยหมัก : ถ่านชีวภาพ					
		ควบคุม	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
		T1	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**
T1	ควบคุม	—	✓ (0.000)	✓ (0.023)	✓ (0.000)	✓ (0.000)	✗ (0.272)
T2	(ป:ถ) 100:0	✓ (0.000)	—	✓ (0.000)	✓ (0.023)	✓ (0.000)	✓ (0.000)
T3	(ป:ถ) 75:25	✓ (0.023)	✓ (0.000)	—	✗ (0.073)	✓ (0.000)	✗ (0.237)
T4	(ป:ถ) 50:50	✓ (0.000)	✓ (0.023)	✗ (0.073)	—	✓ (0.000)	✓ (0.003)
T5	(ป:ถ) 25:75	✓ (0.000)	✓ (0.000)	✓ (0.000)	✓ (0.000)	—	✓ (0.000)
T6	(ป:ถ) 0:100	✗ (0.272)	✓ (0.000)	✗ (0.237)	✓ (0.003)	✓ (0.000)	—

หมายเหตุ: ✓ คือ แตกต่างกันกัน ✗ คือ ไม่แตกต่างกัน (ค่าในวงเล็บ) คือ ระดับนัยสำคัญสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ช 5 ชนิดและปริมาณวัสดุเหลือใช้ภาคการเกษตร ปี 2554

ชนิด	ผลผลิตต่อปี(พันตัน)	วัสดุเหลือใช้	อัตราส่วนวัสดุเหลือใช้ต่อผลผลิต	แฟคเตอร์วัสดุเหลือใช้ที่ยังไม่มีการนำไปใช้	ปริมาณวัสดุเหลือใช้ที่ยังไม่มีการใช้ (พันตัน)
อ้อย	95,950	ชานอ้อย	0.291	0.207	5,780
		ยอดและใบ	0.302	0.986	28,571
ข้าว	31,474	แกลบ	0.230	0.493	3,569
		ฟางข้าว	0.447	0.684	9,623
ถั่วเหลือง	151	ต้น/เปลือก/ใบ	0.663	0.760	76
ข้าวโพด	4,612	ซัง	0.273	0.670	844
		ลำต้น	0.598	0.610	1,681
ปาล์มน้ำมัน	10,777	ทะลายปาล์มเปล่า	0.428	0.584	2,694
		เส้นใยปาล์ม	0.147	0.134	212
		กะลาปาล์ม	0.049	0.037	20
		ก้าน	0.604	1.000	6,509
		ทะลายตัวผู้	0.233	1.000	2,511
มัน	21,912	ลำต้น	0.088	0.407	785
สำปะหลัง		เหง้า	0.061	0.660	882
มะพร้าว	1,055	เปลือก	0.362	0.595	227
		กะลามะพร้าว	0.160	0.378	64
		ทะลายมะพร้าว	0.049	0.843	44
		ทางมะพร้าว	0.225	0.809	192
ไม้ยางพารา	3,349	กิ่ง/ ก้าน	0.101	1.350	457
	169,280				**64,740**

ที่มา:

1. "ผลผลิต" : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. **สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2554**, กรุงเทพฯ
2. "อัตราส่วนวัสดุเหลือใช้ต่อผลผลิต" สำหรับชานอ้อย ฟางข้าว ต้นมันสำปะหลัง เปลือกถั่วลิสง และต้นฝ้าย: Bhattacharya S.C., Shrestha R.M. and Suchitra Ng.,Potential of Biomass Residue Availability : The Case of Thailand, Energy Sources, Vol.11, 1989

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. "อัตราส่วนวัสดุเหลือใช้ต่อผลผลิต"สำหรับใบและยอดอ้อย ซังข้าวโพด วัสดุเหลือใช้จากถั่วเหลืองและข้าวฟ่าง, "แฟคเตอร์ของการใช้เป็นพลังงาน" และ "แฟคเตอร์วัสดุเหลือใช้ที่ยังไม่มีการนำไปใช้" สำหรับใบและยอดอ้อย ฟางข้าว ต้นมันสำปะหลัง ซังข้าวโพด และวัสดุเหลือใช้จากถั่วเหลืองและข้าวฟ่าง : กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, การศึกษาพฤติกรรมและรูปแบบการใช้พลังงานในการเพาะปลูก พ.ศ. 2535
4. "อัตราส่วนวัสดุเหลือใช้ต่อผลผลิต "สำหรับแกลบ, "แฟคเตอร์ของการใช้เป็นพลังงาน" และ"แฟคเตอร์วัสดุเหลือใช้ที่ยังไม่มีการนำไปใช้" สำหรับชานอ้อย : Black & Veatch (Thailand), Thailand Biomass-Based Power Generation and Cogeneration within Small Rural Industries (Progress report),1999
5. "อัตราส่วนวัสดุเหลือใช้ต่อผลผลิต", "แฟคเตอร์ของการใช้เป็นพลังงาน" และ "แฟคเตอร์วัสดุเหลือใช้ที่ยังไม่มีการนำไปใช้" สำหรับปาล์มน้ำมัน:กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, รายงานผลการสำรวจวัสดุเหลือใช้จากปาล์มน้ำมัน พ.ศ. 2538
6. "อัตราส่วนวัสดุเหลือใช้ต่อผลผลิต", "แฟคเตอร์ของการใช้เป็นพลังงาน" และ"แฟคเตอร์วัสดุเหลือใช้ที่ยังไม่มีการนำไปใช้" สำหรับมะพร้าว:กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, รายงานผลการสำรวจวัสดุเหลือใช้จากมะพร้าว พ.ศ. 2537
7. "แฟคเตอร์ของการใช้เป็นพลังงาน" สำหรับแกลบ : กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, รายงานพลังงานของประเทศไทย พ.ศ. 2543, 2544
8. "อัตราส่วนวัสดุเหลือใช้ต่อผลผลิต" และ"แฟคเตอร์วัสดุเหลือใช้ที่ยังไม่มีการนำไปใช้" สำหรับลำต้นข้าวโพด เหง้ามันสำปะหลัง และยางพารา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, สัดส่วนชีวมวลต่อผลผลิต พ.ศ. 2548

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ - นามสกุล	นางสาวศิริลักษณ์ ศิริสิงห์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 23 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2521
สถานที่เกิด	จังหวัดร้อยเอ็ด
ประวัติการศึกษา	บริหารธุรกิจบัณฑิต (ธุรกิจศึกษา-คอมพิวเตอร์) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ผู้ช่วยนักวิจัย
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์