



การถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำปุ๋ยหมักจากใบยางพาราแห้ง

The Technology Transfer of the Compost from Dried Rubber Leaves

อนุชา เพียรชนะ*

Anucha Phianchana

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาธาตุอาหารหลักที่ได้จากการทำปุ๋ยหมักจาก ใบยางพาราแห้งร่วมกับมูลกระบือเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการทำปุ๋ยหมักแบบชั้นและแบบกอง และการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มเป้าหมายคือ องค์กรบริหารส่วนตำบลกุดลาด ซึ่งรูปแบบการหมักแบบชั้นทำทั้งหมด 12 ชั้น โดยปูพื้นด้วยใบยางพาราแห้ง 12 กิโลกรัม ปูทับด้วยมูลกระบือ 4 กิโลกรัม ทำสลับกันไป 12 ชั้น โดยกองปุ๋ยมีความกว้าง 80 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร การหมักแบบกองจะผสมใบยางพาราแห้ง 72 กิโลกรัม กับมูลกระบือ 24 กิโลกรัม คลุกให้เข้ากันแล้วทำเป็นกองปุ๋ยมีฐานกว้าง 80 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร หลังจากทำกองปุ๋ยหมักทั้ง 2 แบบ รดด้วยน้ำผสมสารเร่งซูเปอร์ พด.1 การหมักแต่ละรูปแบบจะทำ 3 กอง รวมทั้งหมด 6 กอง แล้วรดน้ำทุกๆ 10 วัน โดยมีระยะเวลาในการหมัก 90 วัน ผลการทดลองพบว่า ปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยหมักแบบชั้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 1.1 โดยน้ำหนัก แบบกองมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ปริมาณฟอสฟอรัสในปุ๋ยหมักแบบชั้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.3 โดยน้ำหนัก แบบกองมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก ปริมาณโพแทสเซียมในปุ๋ยหมักที่แบบชั้นและแบบกองมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนัก การหมักในรูปแบบกองมีปริมาณธาตุอาหารหลักสูงกว่าแบบชั้นเมื่อทดสอบทางสถิติพบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 การประเมินผลความพึงพอใจของผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยี โดยประเมินความพึงพอใจ 3 ด้าน คือ 1) ด้านกระบวนการ ขั้นตอนการให้บริการ (การติดต่อเชิญอบรม การประสานงานและการให้ข้อมูลและการทำงานอย่างมีขั้นตอน) 2) เจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการ (อัธยาศัยดี ยิ้มแย้มแจ่มใส มีใจให้บริการ) 3) สิ่งอำนวยความสะดวก (สถานที่อบรม อาหาร เอกสาร) พบว่า ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยี โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.29 ส่วนความพึงพอใจของผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ ผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีทั้งหมดสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด และนำความรู้ที่ได้รับจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปสร้างรายได้หลักให้กับตนเองและครอบครัว ร้อยละ 100 และทำการทดสอบความรู้จักก่อนและหลังการฝึกอบรม พบว่ากลุ่มเป้าหมายมีความรู้ความเข้าใจก่อนการอบรมเฉลี่ย ร้อยละ 79 และหลังการอบรม ร้อยละ 85

คำสำคัญ : การถ่ายทอดเทคโนโลยี / ปุ๋ยหมัก / ใบยางพาราแห้ง

ABSTRACT

The research aimed to study the main ingredients gained from the compost made from dried rubber leaves and cattle dung and compare the efficiency of the types of the compost making process and the technological transfer to the target group, Kutlad Local Administrative Organization. The compost making process consisted of 12 steps. Twelve kilograms of dried rubber leaves were prepared and then added by four kilograms of the livestock dung. The process was repeated in twelve steps. The compost pile was 80 centimeters wide and 120 centimeters long. In the pile, 72 of dried rubber leaves and 24 of livestock dung were mixed, which resulted in the compost pile of 80 centimeters in width and 120 centimeters in length. After two types of the compost were prepared, an accelerating substance-mixed water was sprinkled on the prepared materials. The compost was prepared in six piles and sprinkled every 10 days for the period of 90 days. The result showed that the quantity of nitrogen present in the layered compost averaged 1.1 %. The weight of the piled compost averaged 1 %. The weight of phosphorous present in the layered compost averaged 0.3%, and that of phosphorous present in the piled compost averaged 0.5. The weight of potassium present in the layered and piled compost averaged 0.2. The piled compost had a higher level of the main ingredients than the layered compost. Considering the statistical test, it was found that there was no statistical significance at the level of 95%. Concerning the satisfaction of those attending the technological transfer, the satisfaction was evaluated on three aspects: 1) the process including the service stages (invitation, coordination, and information); 2) the aspect of the service providing personnel including hospitality, friendliness and service-oriented mindedness ; 3) facilities including the venue, food and paper. It was found that the satisfaction of the subjects was at a high level, averaging 4.29. The satisfaction of those attending the technological transfer was overall at the highest level, averaging 4.59. As regards the application of the making process, the attendants of the transfer training could make use of their knowledge and through it they could earn a more income for themselves and their families. As for the pre-test and post-test, it was found that the target groups had a pre-training knowledge averaging 79% and a post-training knowledge averaging 85%.

Keywords : Technological Transfer / Compost / Dried Rubber Leaves

บทนำ

ในปัจจุบันการปลูกยางพาราได้มีการเกษตรกรให้ความสนใจ และนำมาปลูกในพื้นที่ต่างๆของประเทศไทย โดยเฉพาะยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีการปลูกบริเวณพื้นที่อีสานตอนล่าง จัดเป็นยางพาราคุณภาพดี ไม่ต่างจากแหล่งผลิตเดิมในเขตภาคใต้ เพราะภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่มีการปลูกบริเวณพื้นที่อีสานตอนล่าง เพิ่มมากขึ้นและขยายพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มทุกปี จากข้อมูลที่สำคัญงานเศรษฐกิจการเกษตร (2559) ได้รายงานไว้ว่าพื้นที่เหมาะสมแก่การปลูกยางพาราทั่วประเทศมีทั้งหมด 55.1 ล้านไร่ แต่พื้นที่ที่ปลูกจริงมีประมาณ 22.17 ล้านไร่ จากการที่เกษตรกรเพิ่มความนิยมในการปลูกยางพาราเพิ่มมากขึ้น และให้ต้นยางพารา

เจริญเติบโตเร็วเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้นเกษตรกรส่วนใหญ่จะมีการใช้ปุ๋ยเคมี จากข้อมูลสถิติปริมาณและมูลค่าการนำเข้าปุ๋ยเคมีสูตรสำคัญระหว่างปี พ.ศ. 2551-2556 ในรอบ 5 ปีที่ผ่านมา ของกรมวิชาการเกษตร พบว่าปี พ.ศ. 2552 มีปริมาณการนำเข้าปุ๋ยเคมีอยู่ที่ 3.8 ล้านตัน มูลค่า 4.2 หมื่นล้านบาท ในขณะที่ปี พ.ศ. 2556 มีปริมาณการนำเข้าปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้นถึง 5.6 ล้านตัน มูลค่า 7.2 หมื่นล้านบาท สัดส่วนปริมาณการนำเข้าเพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 47 ประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีต่ำกว่าที่ควรจะเป็น โดยเฉพาะเมื่อใช้ในพื้นที่การเกษตรที่มีอากาศร้อนแห้งแล้ง ธาตุไนโตรเจนอาจสูญหายไปเกือบร้อยละ 40-50 (วิฑูรย์, 2547) และถ้าภูมิอากาศไม่อำนวย เช่น ฝนตกหนัก มีภัยแล้งติดต่อกัน ดินเสื่อมโทรมหรือถูกกัดเซาะและมีอินทรีย์วัตถุไม่มาก ประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีก็ยิ่งจะลดต่ำลงไปอีก (ชาคริต, 2554) ซึ่งมีการใช้ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ทำให้ต้นทุนสูงขึ้น ซึ่งปัจจัยที่ทำให้ต้นทุนสูงนั้น ปัจจัยหนึ่งคือการใช้ปุ๋ยเคมี โดยเฉพาะในพื้นที่ของจังหวัดอุบลราชธานี มีพื้นที่ที่กริดยางพาราที่ปลูกแล้ว 372,552 ไร่ (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) มีพื้นที่ที่กริดยางพาราได้ 4,395,849 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) จากพื้นที่เพาะปลูกจำนวนตามที่กล่าวมาแล้ว เกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยจำนวนมากจนส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตและเพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตในการปลูกยางพาราจึงได้ทางหนึ่ง ซึ่งในการปลูกยางพาราจะมีช่วงระยะเวลาในแต่ละปีที่ดินยางพาราได้ผลผลิตไปในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคมของทุกปีทำให้ใบยางพาราร่วงจำนวนมาก การทำปุ๋ยหมักด้วยใบยางพาราตามรูปแบบต่างๆตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติถือว่าเป็นการปฏิบัติตามกิจกรรมตัวชี้วัด 6 ด้าน คือ ด้านลดรายจ่าย ด้านเพิ่มรายได้ ด้านการประหยัด ด้านการเรียนรู้ ด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนในการประกอบอาชีพ และด้านการเอื้ออารีต่อกัน (สุภา, 2551) ถ้านำใบยางพาราแห้งมาทำปุ๋ยหมักเพื่อปรับปรุงดิน และรักษาธาตุอาหารพืชในดินให้มีการจับตัวที่เหมาะสมต่อการอุ้มน้ำการระเหยน้ำ มีอากาศถ่ายเทได้ดี ดินมีความร่วนซุย ดินมีอินทรีย์วัตถุอย่างพอเพียง มีธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ และยังช่วยรักษาความเป็นกรดต่างของดินให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมแก่ยางพารา ผู้วิจัยจึงได้นำใบยางพาราแห้งมาทำปุ๋ยหมักในรูปแบบต่างๆ และถ่ายทอดความรู้ให้แก่ชุมชนที่สนใจต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

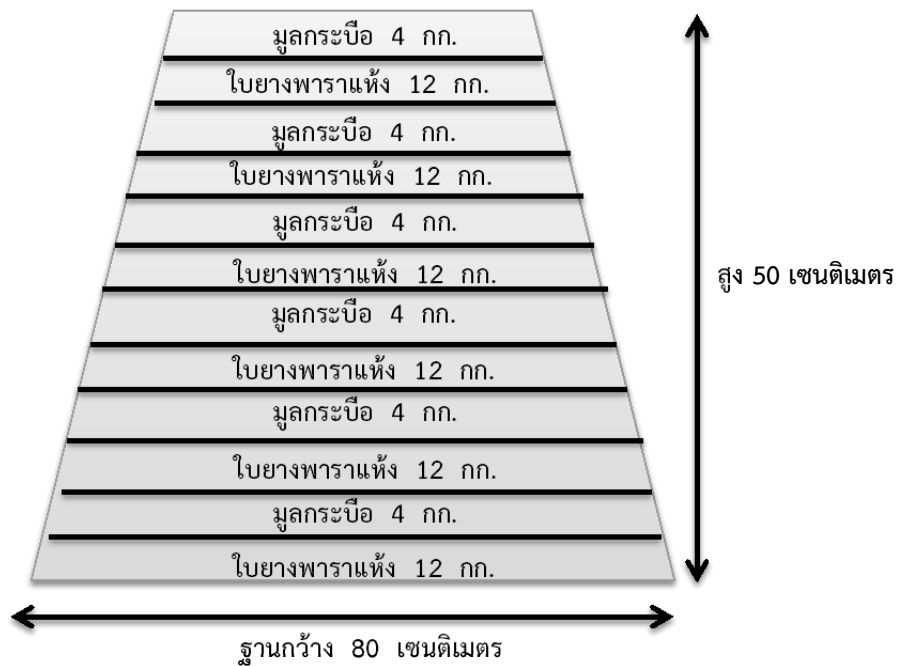
1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ประชาชนที่ประกอบอาชีพปลูกยางพารา ผู้นำชุมชน กลุ่มอาสาสมัครพิทักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในพื้นที่ตำบลกุดลาด อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 43 คน

2 การทดลองการหมักปุ๋ยชีวภาพโดยใช้ใบยางพาราแห้งกับมูลกระบือ

2.1 การทดลองที่ 1

1) นำใบยางพาราแห้ง 3 ส่วน วางเป็นชั้นบางๆ สูงไม่เกิน 10 เซนติเมตร ฐานกว้าง 80 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตรเมตร สูง 50 เซนติเมตร โรยทับด้วยมูลกระบือ 1 ส่วน (เช่น นำใบยางพาราแห้ง 12 กิโลกรัม มาวางหนาไม่เกิน 10 เซนติเมตร โรยทับด้วยมูลกระบือ 4 กิโลกรัม เพื่อให้เป็นสัดส่วน 3 ต่อ 1 เป็นต้น) แล้วรดด้วยน้ำผสมสารเร่งซูเปอร์ พด. 1 ทำเช่นนี้ 12 ชั้น ชั้นบนสุดเป็นมูลสัตว์ (ความสูงและความยาวขึ้นอยู่กับปริมาณเศษพืชและมูลสัตว์ที่มี) แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ลักษณะของกองปุ๋ยหมักแบบชั้น

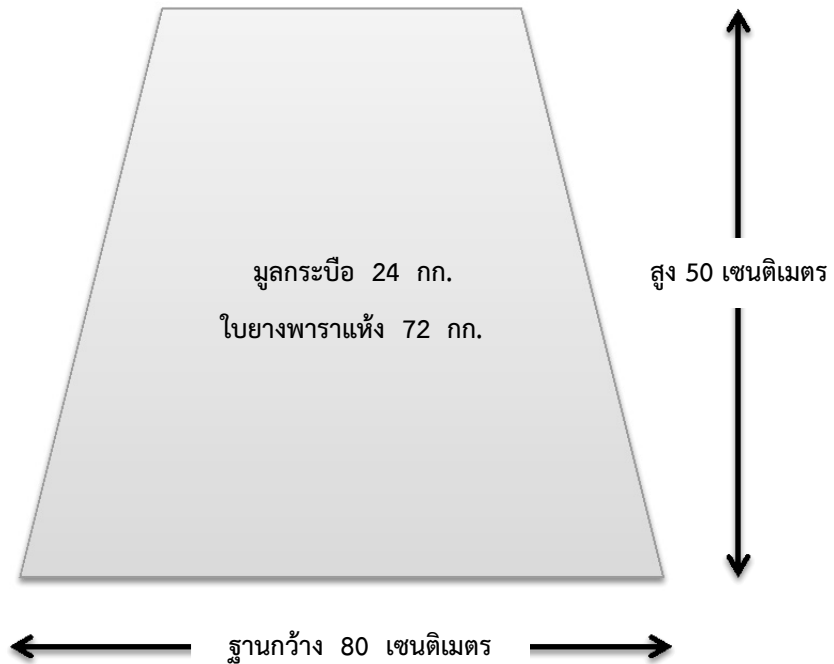
2.2 การทดลองที่ 2

1) นำไບียงพาราแห้งต่อมูลกระบือในสัดส่วน 3:1 โดยใช้ไບียงพาราแห้ง 72 กิโลกรัม ผสมกับมูลกระบือ 24 กิโลกรัมมาคลุกให้เข้ากันและทำเป็นกอง มีความสูง 50 เซนติเมตร กว้าง 80 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร รดด้วยน้ำผสมสารเร่งซูปเปอร์ พด.1 (ความสูงและความยาวขึ้นอยู่กับปริมาณเศษพืชและมูลสัตว์ที่มี) แสดงดังภาพที่ 2

ทั้งการทดลองที่ 1 และ 2 จะต้องดำเนินการ

1) ตรวจสอบอุณหภูมิในกองปุ๋ยทุกวัน โดยใช้ท่อ PVC ขนาด 1/2 นิ้ว แทะลงกึ่งกลางกองขยะและนำเทอร์โมมิเตอร์ลงไปวัดตามท่อ PVC ที่แทะลงไป

2) รดน้ำภายนอกกองปุ๋ยทุก 10 วัน ใช้น้ำ 10 ลิตร หรือปริมาณน้ำโดยรวมต้องไม่ทำให้มีน้ำมากเกินไป



ภาพที่ 2 ลักษณะของกองปุ๋ยหมักแบบกอง

2.3 สุ่มตรวจความชื้นทุก 10 วัน ก่อนรดน้ำ โดยใช้ท่อ PVC 4 ท่อน (1/2 นิ้ว) ปลายแหลมแทงลงขอบกองปุ๋ย 4 จุด จุดที่ 5 ตรงกลางของกองปุ๋ย นำตัวอย่างปุ๋ยมาคลุกให้เข้ากันแล้วนำไปหาความชื้นชั่งน้ำหนักก่อนอบแล้วนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำน้ำหนักก่อนอบและน้ำหนักหลังอบมาหาค่าร้อยละความชื้นของกองปุ๋ย

2.4 เมื่อครบกำหนด 90 วัน ความสูงของกองปุ๋ยจะลดลงไปจากเดิม และทำปุ๋ยหมักให้แห้งโดยแผ่กระจายให้มีความหนาประมาณ 20-30 เซนติเมตร ซึ่งจะแห้งภายในเวลา 3-7 วัน แล้วคลุกให้เข้ากันจากนั้นนำไปวิเคราะห์ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 วิธีการวิเคราะห์ปุ๋ยหมัก

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์
ปริมาณไนโตรเจน (N)	วิธีเจลดาร์ท (Kjeldahl method)
ปริมาณฟอสฟอรัส (P ₂ O ₅)	วิธีวานาโมลิบเดต
ปริมาณโพแทสเซียม(K ₂ O)	วิธีวานาโมลิบเดต
ค่าการนำไฟฟ้า (EC)	เครื่องวัดสภาพการนำไฟฟ้า
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM)	วิธี Walkley and Black
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C : N)	วิธี Walkley and Black

2.5 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์ โดยค่าที่นำมาวิเคราะห์คือ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2.6 ขั้นตอนการถ่ายทอดเทคโนโลยีการวิจัย

การดำเนินการจัดประชุมการถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำปุ๋ยหมักจากใบยางพาราแห้งตามแนวทางอันเนื่องมาจากพระราชดำริให้กับประชาชนในพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลกุดลาด โดยกลุ่มเป้าหมายได้แก่ ประชาชน เกษตรกร ผู้นำชุมชน กลุ่ม ทสม. จำนวน 43 คน เพื่อเข้าร่วมรับฟังและถ่ายทอดความรู้จากเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยหมักอย่างง่ายและฝึกปฏิบัติการทำปุ๋ยหมักทั้ง 2 แบบ เพราะการทำปุ๋ยหมักทั้ง 2 แบบ ไม่มีสารพิษปนเปื้อนและยังประหยัดค่าใช้จ่ายจากการใช้ปุ๋ยเคมี และใช้แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจก่อนการฝึกอบรมและหลังการฝึกอบรม

ผลการวิจัย

1. ปริมาณธาตุอาหารหลักจากใบยางพาราแห้งและมูลกระบือ

จากการศึกษาพบว่าใบยางพาราแห้งและมูลกระบือมีธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส : โพแทสเซียม ธาตุอาหารหลักจากใบยางพาราแห้งคือ ร้อยละ 0.2 : 0.1 : 0.2 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ธาตุอาหารหลักจากมูลกระบือคือ ร้อยละ 0.8 : 0.3 : 0.2 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณธาตุอาหารหลักจากใบยางพาราแห้งและมูลกระบือก่อนการหมัก

ปริมาณธาตุอาหารหลักจากใบยางพาราแห้งและมูลกระบือ			
	ใบยางพาราแห้ง	มูลกระบือ	
ไนโตรเจน (%N)	0.2	0.8	
ฟอสฟอรัส (%P ₂ O ₅)	0.1	0.3	
โพแทสเซียม (K ₂ O)	0.2	0.2	

2. ปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมัก

2.1 ปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักแบบชั้น

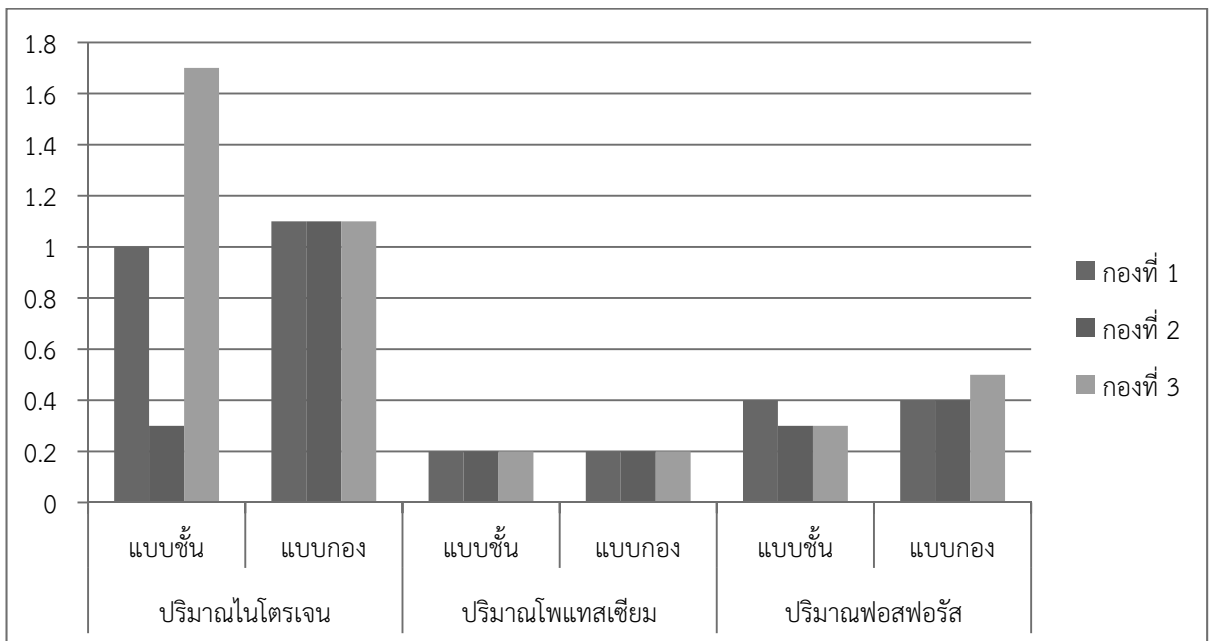
จากการศึกษาพบว่า การทำปุ๋ยหมักแบบชั้นกองที่ 3 มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดร้อยละ 1.7 โดยน้ำหนัก รองลงมาคือ กองที่ 1, กองที่ 2 ร้อยละ 1.0, 0.3 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสจากการทำปุ๋ยหมักแบบชั้นกองที่ 1 มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุดร้อยละ 0.4 โดยน้ำหนัก รองลงมาคือ กองที่ 2, กองที่ 3 ร้อยละ 0.3, 0.3 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ และปริมาณโพแทสเซียมจากการทำปุ๋ยหมักแบบชั้นมีปริมาณโพแทสเซียมสูงสุดร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนัก เท่ากันทั้ง 3 กอง ดังตารางที่ 3 และภาพที่ 1

2.2 ปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักแบบกอง

จากการศึกษาพบว่า ปริมาณไนโตรเจนจากการทำปุ๋ยหมักแบบกองทั้ง 3 กอง มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดร้อยละ 1.1 โดยน้ำหนัก เท่ากันทั้ง 3 กอง ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสจากการทำปุ๋ยหมักแบบกอง กองที่ 3 มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุด ร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก รองลงมาคือ กองที่ 1, กองที่ 2 ร้อยละ 0.4, 0.4 โดยน้ำหนัก ปริมาณโพแทสเซียมจากการทำปุ๋ยหมักแบบกองมีปริมาณโพแทสเซียมสูงสุด ร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนัก เท่ากันทั้ง 3 กองตามลำดับ ดังตารางที่ 3 และ ภาพที่ 2

ตารางที่ 3 ปริมาณธาตุอาหารหลัก

ธาตุอาหารหลัก	ลักษณะกอง	ค่าเฉลี่ย	SD.
ปริมาณไนโตรเจน	แบบชั้น	1.0	0.70
	แบบกอง	1.1	0.00
ปริมาณโพแทสเซียม	แบบชั้น	0.2	0.00
	แบบกอง	0.2	0.00
ปริมาณฟอสฟอรัส	แบบชั้น	0.3	0.06
	แบบกอง	0.4	0.06



ภาพที่ 3 ปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมัก

2.3 ค่าการนำไฟฟ้า (EC : Electrical Conductivity)

จากการศึกษาพบว่า ปุ๋ยหมักแบบชั้น กองที่ 3 มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด คือ 0.83 เดซิซีเมน/เมตร รองลงมาคือ กองที่ 2, กองที่ 1 มีค่าการนำไฟฟ้าคือ 0.54 เดซิซีเมน/เมตร, 0.38 เดซิซีเมน/เมตร ปุ๋ยหมักแบบกอง กองที่ 2 มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด คือ 0.68 เดซิซีเมน/เมตร รองลงมาคือ กองที่ 1, กองที่ 2 มีค่าการนำไฟฟ้าคือ 0.48 เดซิซีเมน/เมตร, 0.47 เดซิซีเมน/เมตร ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าการนำไฟฟ้า (EC; dS/m) จากปุ๋ยหมัก

ค่าการนำไฟฟ้า (EC; dS/m)			
	แบบชั้น	แบบกอง	ค่ามาตรฐาน*
กองที่ 1	0.38	0.48	0-6
กองที่ 2	0.54	0.68	0-6
กองที่ 3	0.83	0.47	0-6
ค่าเฉลี่ย	0.58±0.23	0.54±0.12	0-6

*ที่มา : กรมวิชาการเกษตร, 2559

2.4 ปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละของปุ๋ยหมักแบบชั้น

จากการศึกษาพบว่า ปุ๋ยหมักแบบชั้น กองที่ 2 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุดร้อยละ 36.53 โดยน้ำหนัก รองลงมาคือ กองที่ 3, กองที่ 1 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 27.06, 22.96 ปุ๋ยหมักแบบกอง กองที่ 1 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุดร้อยละ 31.60 โดยน้ำหนัก รองลงมาคือ กองที่ 3, กองที่ 2 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 29.22, 28.98 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละของปุ๋ยหมัก

ปริมาณอินทรีย์วัตถุ			
	แบบชั้น	แบบกอง	ค่ามาตรฐาน*
กองที่ 1	22.96	31.60	>30
กองที่ 2	36.53	28.98	>30
กองที่ 3	27.06	29.22	>30
ค่าเฉลี่ย	28.85±6.96	29.93±1.45	>30

*ที่มา : กรมวิชาการเกษตร, 2559

2.5 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C : N ratio) จากปุ๋ยหมักแบบชั้น

จากการศึกษาพบว่า ปุ๋ยหมักแบบชั้น กองที่ 2 มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน สูงสุด 17 : 1 รองลงมาคือ กองที่ 1, กองที่ 3 มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 13 : 1, 9 : 1 ปุ๋ยหมักแบบกอง กองที่ 1 มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน สูงสุด 16 : 1 รองลงมาคือ กองที่ 2, กองที่ 3 มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 15 : 1, 15 : 1 ตามลำดับ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C : N ratio) จากปุ๋ยหมัก

อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C : N ratio)			
	แบบชั้น	แบบกอง	ค่ามาตรฐาน*
กองที่ 1	13 : 1	16 : 1	<20 : 1
กองที่ 2	17 : 1	15 : 1	<20 : 1
กองที่ 3	9 : 1	15 : 1	<20 : 1
ค่าเฉลี่ย	13 : 1	15 : 1	<20 : 1

*ที่มา : กรมวิชาการเกษตร, 2559

2.6 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) จากปุ๋ยหมักแบบชั้น

จากการศึกษาพบว่า ปุ๋ยหมักแบบชั้น กองที่ 1 ความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 6.11 กองที่ 2 และ กองที่ 3 ความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 5.84, และ 5.79 ปุ๋ยหมักแบบกอง กองที่ 1 ความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 5.5 กองที่ 2 และ กองที่ 3 ความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 5.45, และ 5.94 ตามลำดับ โดยส่วนใหญ่ค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วงค่ามาตรฐาน 5.5-8.5 ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) จากปุ๋ยหมัก

ความเป็นกรด-ด่าง (pH)			
	แบบชั้น	แบบกอง	ค่ามาตรฐาน*
กองที่ 1	6.11	5.50	5.5-8.5
กองที่ 2	5.84	5.45	5.5-8.5
กองที่ 3	5.79	5.94	5.5-8.5
ค่าเฉลี่ย	5.91±0.17	5.63±0.27	5.5-8.5

*ที่มา : กรมวิชาการเกษตร, 2559

2.7 อุณหภูมิในปุ๋ยหมักแบบชั้นและแบบกอง

จากการศึกษาพบว่า ในสัปดาห์แรกกองปุ๋ยจะมีค่าอุณหภูมิสูงขึ้นมาก สูงถึง 40 องศาเซลเซียส ความร้อนสูงนี้เกิดจากกิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์ และความร้อนสูงนี้ยังเป็นสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมกับการทำงานของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยอีกด้วย (จุลินทรีย์กลุ่มชอบความร้อนสูง Thermophiles และ Mesophiles) หลังจากนั้นอุณหภูมิจะค่อยๆ ลดลงตามเวลาจนมีค่าอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอกคือ 35-25 องศาเซลเซียส

2.8 จากการศึกษาความชื้นในปุ๋ยหมักแบบชั้นและแบบกอง

จากการศึกษาพบว่า 10 วันแรกของปุ๋ยหมักแบบชั้นและแบบกองมีระดับความชื้นอยู่ที่ ร้อยละ 70-80 โดยน้ำหนัก ผ่านไป 20 วัน, 30 วัน, 40 วัน, 50 วัน, 60 วัน, 70 วัน, 80 วัน, และ 90 วัน ปุ๋ยหมักแบบชั้นและแบบกองมีระดับความชื้นอยู่ที่ร้อยละ 70-90, 70-80, 60-70, 60-80, 70-80, 50-70, 60-70, และ 50-60 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ

3. ข้อมูลระดับความพึงพอใจ

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำปุ๋ยหมักจากไปยังพาราแห่งก่อนการอบรมจะทำการทดสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ความเข้าใจ ร้อยละ 79 และหลังการฝึกอบรมมีความรู้ความเข้าใจ ร้อยละ 85 จะทำการสาธิตให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ทราบขั้นตอนการทำปุ๋ยหมักตามอัตราส่วนที่กำหนด 3 : 1 ทั้งแบบเป็นชั้นและแบบเป็นกอง (ผสมเข้าด้วยกัน) หลังจากนั้นจะแบ่งให้ผู้เข้ารับการอบรมฝึกปฏิบัติการทำปุ๋ยหมักทั้ง 2 แบบ ตามขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย

ผลการประเมินความพึงพอใจ 3 ด้าน คือ 1. ด้านกระบวนการ ขั้นตอนการให้บริการ (การติดต่อ เชิญอบรม การประสานงานและการให้ข้อมูลและการทำงานอย่างมีขั้นตอน) 2. เจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการ (อภัยาศัยดี ยิ้มแย้มแจ่มใส มีใจให้บริการ) 3. สิ่งอำนวยความสะดวก (สถานที่อบรม อาหาร เอกสาร) พบว่า ความพึงพอใจในด้านเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการสูงสุด รองลงมาคือสิ่งอำนวยความสะดวก และด้านกระบวนการ ขั้นตอนการให้บริการ ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ เท่ากับ 4.59 4.34 และ 3.93 ตามลำดับ สรุปความพึงพอใจของผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีภาพรวมอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.29 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้รับบริการ

ถ่ายทอดเทคโนโลยี พบว่า ความพึงพอใจในด้านการอำนวยความสะดวกและความพร้อมในการให้บริการของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง สูงที่สุด รองลงมาคือ การถ่ายทอดเนื้อหาได้เข้าใจและชัดเจนของวิทยากร และสถานที่/สภาพแวดล้อมในการถ่ายทอดมีความเหมาะสม ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ เท่ากับ 4.55, 4.45 และ 4.28 ตามลำดับ สรุปความพึงพอใจของผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59

การถ่ายทอดเทคโนโลยีทั้งหมดสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์เพื่อประยุกต์ใช้ในครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 100 ผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์เพื่อลดรายจ่ายมากที่สุด ร้อยละ 65.5 และเพื่อเพิ่มรายได้ ร้อยละ 35.5

อภิปรายผล

1. การเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักจากปุ๋ยหมักแบบชั้นและแบบกอง

การเปรียบเทียบพบว่า การทำปุ๋ยหมักให้ปริมาณธาตุอาหารหลักคือ ไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส : โพแทสเซียม ที่มีค่าสูงสุดคือ การทำปุ๋ยหมักแบบกอง เฉลี่ยร้อยละ 1.1 : 0.5 : 0.2 โดยน้ำหนัก และปุ๋ยหมักแบบชั้น เฉลี่ยร้อยละ 1 : 0.3 : 0.2 โดยน้ำหนัก ปริมาณไนโตรเจน จากปุ๋ยหมักทั้ง 2 แบบ และปริมาณฟอสฟอรัสจากปุ๋ยหมักแบบกองอยู่ในเกณฑ์ของมาตรฐานของ กรมวิชาการเกษตร (2548) ปริมาณฟอสฟอรัสจากปุ๋ยหมักแบบชั้นและปริมาณโพแทสเซียมของปุ๋ยหมักทั้ง 2 แบบ น้อยกว่าค่ามาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร ซึ่งกรมวิชาการเกษตรได้กำหนดปริมาณธาตุอาหารหลักของปุ๋ยหมักคือ ไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส : โพแทสเซียม มากกว่าร้อยละ 1 : 5 : 5 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ในการทำปุ๋ยหมักมักจะมีปัจจัยที่มีผลต่อปุ๋ยหมักหลายประการ เช่น อุณหภูมิภายในปุ๋ยหมักในระยะ Mesophilic ที่มีอุณหภูมิ 25-45 องศาเซลเซียส จะทำการย่อยสลายสารประกอบละลายน้ำและสารอินทรีย์ต่างๆ เมื่อเวลาผ่านไป 90 วัน อุณหภูมิลดลง 25-30 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมหมายถึงการหมักสิ้นสุด จากการทดลองปุ๋ยหมักแต่ละกองได้มีการวัดอุณหภูมิภายในปุ๋ยหมักพบว่า มีค่าอุณหภูมิในช่วง 25-40 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิก็ค่อยๆ ลดลงซึ่งไม่สามารถทำให้อุณหภูมิในปุ๋ยหมักสูงถึงระยะ Thermophilic ได้ที่มีอุณหภูมิ 45-70 องศาเซลเซียส (สมพงษ์, 2554) ทั้งนี้เพราะกองปุ๋ยอยู่ที่โล่งไม่ได้ทำปุ๋ยหมักภายใต้โรงเรือน จึงทำให้ไม่สามารถควบคุมความชื้นหรือน้ำฝนได้ ทำให้ปุ๋ยที่หมักถูกชะด้วยน้ำฝน เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการสูญเสียปริมาณธาตุอาหารออกไปกับน้ำชะขยะ ถ้าต้องการให้ปุ๋ยหมักมีธาตุอาหารเพิ่มมากขึ้น สามารถเติมกากถั่วเหลือง ลงในกองปุ๋ยก่อนทำการหมัก เพราะกากถั่วเหลืองสามารถเพิ่มธาตุอาหารไนโตรเจน และโพแทสเซียมได้ ส่วนหินฟอสเฟตสามารถเพิ่มธาตุอาหารหลักตัวฟอสเฟตได้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2554) จึงทำให้ปริมาณธาตุอาหารหลักจากการหมักแบบชั้นและแบบกองไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการย่อยสลายสารอินทรีย์ในปุ๋ยหมักของลดาวัลย์ และคนอื่นๆ (2546) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ของการทำปุ๋ยหมักตามกระบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจนซึ่งขยะที่นำมาใช้สำหรับการหมักในครั้งนี้เป็นขยะสารอินทรีย์จำพวกเศษผักที่เหลือจากการบริโภคและจำหน่ายโดยจะรวมมาจากร้านขายอาหารภายในสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพาหัพ(เจ็ดริ่น)ร่วมกับใบไม้แห้งที่เก็บรวบรวมได้จากบริเวณต่างๆภายในสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพาหัพ(เจ็ดริ่น)แบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุด กระบวนการหมักทำปุ๋ยและการตรวจวัดทำในเวลา 85 วัน โดยในแต่ละชุดการทดลองจะมีการพลิกกลับทุกๆ 7 วัน 14 วัน และไม่มีพลิกกลับตลอดจนการหมักได้ทำการตรวจวัดอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดต่างและความชื้น พบว่าสภาวะของการหมักอินทรีย์ผสมกับใบไม้แห้งสับและขยะอินทรีย์และปุ๋ยซีค่างควาโดยต้องมีการพลิกกลับกองปุ๋ยหมักอย่างสม่ำเสมอเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดมีค่าอุณหภูมิอยู่ในช่วง 22-38 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6-8 และปุ๋ยที่มีคุณภาพของธาตุอาหารไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส : โพแทสเซียมอยู่ในช่วงสัดส่วนที่มีค่าเท่ากับร้อยละ 1.6 : 0.4 : 1.2 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ

2. การศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยหมักแบบชั้นและแบบกอง

พบว่าค่าการนำไฟฟ้ามีค่าอยู่ในช่วง 0.54-0.58 เดซิซีเมนต่อเมตร อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิชาการเกษตรซึ่งกำหนดให้มีค่าอยู่ในช่วง 0-6 เดซิซีเมนต่อเมตร และอินทรีย์วัตถุมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 28.85-29.93 โดยน้ำหนัก ซึ่งกรมวิชาการเกษตรได้กำหนดมาตรฐานคุณภาพปุ๋ยอินทรีย์มากกว่าร้อยละ 30 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนมีค่าอยู่ในช่วง 13:1-15:1 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิชาการเกษตรซึ่งกำหนดให้มีค่าน้อยกว่า 20:1 ความเป็นกรด-ด่าง มีค่าอยู่ในช่วง 5.6-5.9 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิชาการเกษตรซึ่งกำหนดให้มีค่าอยู่ในช่วง 5.5-8.5 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของเฉลิมชัย และคนอื่นๆ (2548) ที่ได้ศึกษาศึกษาคุณสมบัติและธาตุอาหารหลักของพืชจากปุ๋ยหมักผักตบชวาที่ย่อยสลายโดยเชื้อรา *Trichoderma* sp. ไอโซเลท UPPY19 โดยทำการหมักและสุ่มเก็บตัวอย่างปุ๋ยหมักผักตบชวา (10, 20, 30, 40, 50 และ 60 วัน) พบว่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรีย์วัตถุ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณของธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ธาตุโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ มีค่าเท่ากับ 9.00, 5.00dS/m, 52.73%, 47.29, 21.03 g/kg, 46.65 mg/kg และ 33.67 mg/kg ตามลำดับ เมื่อตรวจวัดปริมาณเอนไซม์เซลลูเลส ไซแลนเนส โปรติเอส และยูรีเอส พบว่าปุ๋ยหมักผักตบชวาที่ย่อยสลายด้วยเชื้อรา *Trichoderma* sp. ไอโซเลท UPPY19 มีปริมาณเอนไซม์เซลลูเลส ไซแลนเนส โปรติเอส และยูรีเอส อยู่ในช่วง 122.50-636.04, 469.49-1,447.77, 198.96-283.26 และ 5.33-6.56 U/ml ตามลำดับ

3. การถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำปุ๋ยหมักจากยางพาราแห้ง

การดำเนินโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำปุ๋ยหมักโดยใช้ใบยางพาราแห้งให้กับประชาชน บ้านกุดลาด ตำบลกุดลาด อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 43 คน หลังจากดำเนินการอบรมเชิงปฏิบัติการเสร็จสิ้นสามารถสรุปผลการประเมินได้ดังนี้

3.1 การประเมินผลความพึงพอใจของผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี มีการประเมินความพึงพอใจ 3 ด้าน คือ 1) ด้านกระบวนการ 2) เจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการ 3) สิ่งอำนวยความสะดวก สรุปความพึงพอใจของผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีภาพรวมอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.29

3.2 การประเมินผลความพึงพอใจของผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยี พบว่า ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59

3.3 การประเมินด้านการนำไปใช้ประโยชน์ ผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีทั้งหมดสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด และนำความรู้ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปสร้างรายได้หลักให้กับตนเอง และครอบครัว ร้อยละ 100 จากการทำปุ๋ยหมักจากใบยางพาราการด้วยการหมักแบบสูตรต่างๆจะปรับให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ ดังที่กล่าวในช่วงตอนการทำปุ๋ยหมัก เมื่อนำไปใช้ประโยชน์กับพืชแต่ละชนิด จะต้องอาศัยการสร้างเกณฑ์การวิเคราะห์โดยใช้ปัจจัยการวิเคราะห์ 5 ปัจจัย คือ 1) ปัจจัยที่เหมาะสมของดิน และกลุ่มวัสดุคิบ 2) ปริมาณน้ำฝนพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง 3) ปริมาณน้ำฝนและพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม 4) ปัจจัยด้านภูมิสิญฐานและความลาดชัน และ6) ปัจจัยด้านความเหมาะสมของการใช้ประโยชน์ที่ดิน (สุภาสพงษ์ และวัลลภ, 2553)

ด้านการทดลองวัดความรู้ความเข้าใจโดยใช้แบบทดสอบ พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมความรู้ความเข้าใจก่อนการฝึกอบรมเฉลี่ย ร้อยละ 79 และหลังการฝึกอบรม ร้อยละ 85

ปีที่ 4 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2560

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณพระคุณคณะวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนทุนวิจัยงบประมาณปี 2559 และสาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ที่อนุเคราะห์บุคลากรเข้าร่วมโครงการวิจัย ตลอดจนสถานที่ และอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากทางมหาวิทยาลัยในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- เฉลิมชัย แพะดำ และคนอื่นๆ. (2548). **ศึกษาปริมาณธาตุอาหารหลักพืชจากปุ๋ยหมักผักตบชวาที่ย่อยสลายโดยเชื้อรา**. เชียงใหม่ : ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชาคริส วราหะ. (2554). **การปรับปรุงดิน**. [Online]. Available : http://www.oss101.odd.go.th/web_soils_for_youth/s_fertilizer.htm [2558, กรกฎาคม 13].
- พัฒนาที่ดิน, กรม. (2554). **ชุดความรู้และเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน**. กรุงเทพฯ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ลดาวัลย์ รองสวัสดิ์. (2546). **ศึกษาการทำปุ๋ยหมักจากเศษไม้แห้งและเศษผักโดยวิธีการหมักแบบกองแถว**. นครศรีธรรมราช : สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.
- วิชาการเกษตร, กรม. (2548). **คุณภาพของปุ๋ยหมักและการนำไปใช้ประโยชน์**. [Online]. Available : <http://www.doa.go.th> [2559, สิงหาคม 10].
- วิฑูรย์ ปัญญากุล. (2547). **เกษตรยั่งยืน วิถีการเกษตรเพื่ออนาคต**. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสายใยแผ่นดิน.
- เศรษฐกิจการเกษตร, สำนักงาน. (2559). **ข้อมูลเนื้อที่กรีดยาง ผลผลิตต่อไร่สำหรับยางพาราของไทยในระหว่างปี 2557-2559**. [Online]. Available : http://rubber.oie.go.th/box/ELib_Document/2704. [2559, ตุลาคม 24].
- สุภา นันทะมีชัย และคนอื่นๆ. (2551, กรกฎาคม-ธันวาคม). **การเสริมสร้างความสามารถในการปฏิบัติตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของประชาชน ตำบลหนองกอมเกาะ อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย**. สัปดาห์ที่ 4 : วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 14(2), 69-82.
- สุภาสพงษ์ ภูพานอง และวัลลภ ทองอ่อน. (2553, มกราคม-มิถุนายน). **การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมในการปลูกข้าวสายพันธุ์พื้นเมืองในอำเภอเมืองและอำเภอไทรงาม จังหวัดกำแพงเพชร**. สัปดาห์ที่ 4 : วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 16(1), 88-102.
- สมพงษ์ บัวแย้ม. (2554). **หลักการทำให้ปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพ**. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.