ประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรต่อการเจริญเติบโตของคะน้ายอดไต้หวัน พันธุ์บางบัวทอง 35 ที่ผลิตภายใต้การมีส่วนร่วมของเกษตรกรตำบลป่าตัน อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง

The effective of compost made from different agricultural residues on growth of Chinese kale under participatory action research at Pa-tan community, Mae Tha district, Lampang province

ปิยะรัตน์ ทองธานี[1*]

Piyarat Tongtanee[1*]

บทคัดย่อ: การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรบางชนิดในท้องถิ่นมาทำปุ๋ยหมัก ซึ่งกลุ่มเป้าหมายเป็นเกษตรกรในตำบลป่าตัน อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง จำนวน 6 ราย งานวิจัยเริ่มด้วยการเปิดเวทีเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประสบการณ์ร่วมกันของเกษตรกรและผู้วิจัยเพื่อหาแนวทางปฏิบัติในการเลือกใช้วัสดุในท้องถิ่น เพื่อนำมาทำปุ๋ยหมักภายใต้การทำเกษตรปลอดภัย และใช้แปลงของเกษตรกรเป็นพื้นที่ทดสอบ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 3 ทรีทเมนต์ ได้แก่ 1) ฟางข้าว 2) ใบฉำฉา (Samanea saman) และ 3) ก้อนเชื้อเห็ดเก่า โดยนำวัสดุที่เลือกใช้มาหมักร่วมกับมูลวัว ดิน และสารเร่ง พด. 1 ตามสูตรที่ได้กำหนดไว้ วัดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีของปุ๋ยที่หมักได้ ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และ แมกนีเซียม (Mg) ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ปริมาณอินทรียวัตถุ การยุบตัวของกองปุ๋ย และการย่อยสลายอย่างสมบูรณ์ (GI) จากนั้นทำการศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักที่ได้ต่อการเจริญเติบโตของคะน้ายอดไต้หวัน พันธุ์บางบัวทอง ขั้นตอนนี้ จะทำการทดลองในพื้นที่เกษตรกร โดยการวางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ ทรีทเมนต์ ละ 10 ซ้ำ ประกอบด้วย 1) ชุดควบคุม ดิน 4 กิโลกรัม 2) ชุดที่ปลูกด้วยปุ๋ยหมักจากฟางข้าว 100 กรัม + ดิน 4 กิโลกรัม 3) ชุดที่ปลูกด้วยปุ๋ยหมักจากใบฉำฉา 100 กรัม+ดินดำ 4 กิโลกรัม และ 4) ชุดที่ปลูกด้วยปุ๋ยหมักจากก้อนเชื้อเห็ดเก่า 100 กรัม + ดินดำ 4 กิโลกรัม ใช้เวลาในการเพาะปลูก 40 วัน เก็บข้อมูล 4 ด้านการเจริญเติบโตได้แก่ ความสูง น้ำหนักสด ความยาวราก และปริมาณคลอโรฟิลล์

ผลการวิจัย พบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการยุบตัวของกองปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายพร้อมใช้งานคือ 120 วัน โดยพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในด้านค่าความเป็นกรด–ด่าง ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณไนโตรเจน และแคลเซียม ในแต่ละทรีทเมนต์ โดยการหมักด้วยใบฉำฉาให้ค่าอินทรียวัตถุและไนโตรเจนทั้งหมดสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.46 และ 1.46% ตามลำดับ ในขณะที่การหมักด้วยใบฉำฉาและฟางข้าวมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน สูงสุด คือ 17.66% ส่วนผลการทดสอบ ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณแคลเซียม พบว่าปุ๋ยที่ได้จากการหมักด้วยก้อนเชื้อเห็ดมีค่ามากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.53 และ 1.23% ตามลำดับ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในด้านค่าการนำไฟฟ้า อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม และการย่อยสลายที่สมบูรณ์ ระหว่างทรีทเมนต์ แต่อย่างใด เมื่อนำปุ๋ยที่หมักได้ไปทดสอบประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตของคะน้ายอดไต้หวัน พันธุ์บางบัวทอง 35 พบว่า ปุ๋ยหมักชนิดต่าง ๆ ไม่มีผลทำให้ความสูง น้ำหนักสด ความยาวราก แตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างใด ยกเว้นในชุดควบคุม แต่มีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ยหมักจากใบฉำฉาส่งผลให้ความสูง น้ำหนักสด มีค่าสูงที่สุด ขณะที่การใช้ปุ๋ยหมักจากก้อนเชื้อเห็ดเก่าส่งผลให้คะน้ามีความยาวรากมากที่สุดและมีความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม จากการทดลองยังพบว่าคะน้าที่ปลูกด้วยปุ๋ยหมักจากใบฉำฉามีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงกว่าในทรีทเมนต์อื่นและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับการใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวและตำรับควบคุม ผลการวิจัยนี้สรุปว่า การทำปุ๋ยหมักจากใบฉำฉามีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นคะน้า มากกว่าปุ๋ยหมักจากฟางข้าวและปุ๋ยหมักจากก้อนเชื้อเห็ด

คำสำคัญ : ปุ๋ยหมัก, วัสดุธรรมชาติเหลือใช้ทางการเกษตร, การมีส่วนร่วม

[1] สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จังหวัดลำปาง 52100
Agricultural program, Faculty of Agricultural Technology, Lampang Rajabhat University, Lampang 52100

* Corresponding author: Piyarat696@gmail.com

ABSTRACT: The Participatory Action Research (PAR) aimed to promote the usage of local agricultural residues for making compost. Target group was 6 farmers at Pa tan community, Mae Tha district, Lampang province. Six participating farmers were brainstorming and sharing experiences with the researcher in finding guidelines for using local wastes in making compost under the concept of "Safety Agriculture". The experiment plots were located in farmer's farm. Completely Randomized Design (CRD) was used in this experiment. Rice straw, leaves of rain tree (Samanea saman) or old infected mushroom loaf were fermented with cow dung, soil and LDD microbial activator as the designate formula. Physical and chemical changes including; content of nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca) and magnesium (Mg), pH, C/N ratio, electric conductivity (EC), organic carbon, organic materials, decomposition rate of the compost and germination index (GI) were measured. The composts were then tested for their quality by growing 'Tai Wan-Bang Bua Thong 35' Chinese kale in farmer's farm with CRD experimental design. Ten replicates per one treatment. The 4 treatments consisted of 1) control (4 kg of soil), 2) 100 g of compost made from rice straw + 4 kg of soil, 3) 100 g of compost made from leaves of rain tree + 4 kg of soil and 4) 100g of compost made from old infected mushroom loaf + 4 kg of soil. Total growth period were 40 days. Height, fresh weight, root length and chlorophyll content of Chinese kale were measured.

The results showed that total period for a fully decomposition of the compost was 120 days. Statistical differences at 95% confidence interval in pH, organic carbon, organic materials, nitrogen and calcium content were found between treatments. Compost made from leaves of rain tree had the highest organic materials (30.46%) and nitrogen content (1.46%) when compared to other treatments. Highest content of organic carbon (17.66%) was found in compost made from leaves of rain tree and rice straw. Compost made from old infected mushroom loaf had the highest pH and calcium content with the mean value of 8.53 and 1.23%, respectively. No statistical differences between treatments were found in electrical conductivity, C/N ratio, phosphorus, potassium magnesium and germination index content. After that, the effective of the composts were tested by growing Chinese kale 'Tai Wan-Bang Bua Thong 35'. It was found that height, fresh weight and root length of Chinese kale growth with all tested composts were not statistically difference, except for the control. But it was tended that compost made from leaves of rain tree give higher height and fresh weight than other treatments. Root length of Chinese kale growth with compost made from old infected mushroom loaf was higher than other treatments and statistically difference from the rice straw treatment and the control. The study also found that Chinese kale growth with compost made from leaves of rain tree had the highest chlorophyll content when compared to other treatments and statistically difference from the result of plants growth with compost made from rice straw or control. The research concluded that compost made from leaves of rain tree was more suitable for plant growth than compost made from rice straw and old infected mushroom loaf.

Keywords: compost, agricultural waste materials, participation

บทนำ

ตำบลป่าตัน อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง มีลักษณะทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่เป็นพื้นที่ราบและมีลำน้ำจางไหลผ่านกลางพื้นที่ตำบล มีฝายน้ำล้นกั้นลำน้ำจางเป็นช่วง ๆ ทำให้เกิดอ่างเก็บน้ำสามารถนำน้ำมาใช้ในการอุปโภคบริโภค และที่สำคัญใช้ในการทำการเกษตรเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์ อาชีพหลักของเกษตรกรในพื้นที่มีทั้งที่ทำนา ทำไร่ ทำสวน (สำนักงานเกษตรแม่ทะ,2558)โดยเกษตรกรส่วนใหญ่ยังมีการทำการเกษตรแบบแผนใหม่ คือการใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมีทุกประเภทในการเพาะปลูกเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของผลผลิต (ปิยะรัตน์, 2549) แต่อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันการทำการเกษตรที่ยังยึดติดกับการใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มที่ลดลง โดยเกษตรกรรมทางเลือกแบบอินทรีย์ได้กลายเป็นกระแสที่ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากความล้มเหลวของเกษตรกรรมแผนใหม่และก่อให้เกิดผลกระทบมากมายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ซึ่งในการทำการเกษตรสิ่งสำคัญคือปุ๋ยที่ใช้ในการผลิต

โดยการทำปุ๋ยหมักเป็นวิธีการที่มนุษย์สังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ แล้วนำมาปรับประยุกต์ใช้ตั้งแต่อดีต แต่ปัจจุบันเกษตรกรทอดทิ้งภูมิปัญญาพื้นบ้านแล้วหันไปพึ่งพาสารเคมี ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาอื่น ๆ ตามมา เช่นดินเสื่อมสภาพ การขาดดุลการค้า เป็นต้น โดยในปี พ.ศ. 2559 ประเทศไทยนำเข้าปุ๋ยเคมี 4,882,922 ตัน มูลค่า 49,300,563,909 บาท (กรมวิชาการเกษตร, 2560) จากปัญหาดังกล่าวจึงได้มีความพยายามที่จะแก้ปัญหาให้กับเกษตรกรโดยให้เกษตรกรสามารถทำปุ๋ยใช้เองที่บ้าน โดยใช้เศษวัสดุธรรมชาติ กองกิ่งไม้ใบหญ้า ที่มีอยู่ในชุมชนและวัสดุธรรมชาติเหล่านั้นก็สามารถย่อยสลายตามธรรมชาติหรือเกิดการหมักอยู่แล้ว เช่น การที่ชาวสวนเกษตรกรกวาดใบไม้ เศษหญ้า หรือวัสดุธรรมชาติเหลือใช้จากการทำการเกษตร มาสุมที่โคนต้นแล้วปล่อยให้เกิดการย่อยสลายตามธรรมชาติ แต่ต้องใช้เวลานาน เพราะฉะนั้นหากเราสามารถจัดการควบคุมสภาพแวดล้อมและปัจจัยการผลิตบางอย่าง เช่น การเลือกชนิดของวัสดุเหลือใช้จากธรรมชาตินำมาทดลอง โดยควบคุมปัจจัยที่สนับสนุนการหมักที่เหมาะสมก็จะใช้เวลาน้อยลงโดยวัดค่าความเป็นประโยชน์ต่อการทำการเกษตร เกษตรกรก็จะได้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพสูง และในขณะเดียวกันในพื้นที่ตำบลป่าตัน อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง ยังมีเกษตรกรบางส่วนที่เห็นถึงความสำคัญของปัญหามลพิษที่เกิดจากการใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมี จึงได้เริ่มมีการเพาะปลูก หรือการทำการเกษตรแบบเกษตรอินทรีย์หรือเกษตรปลอดภัยและมีความต้องการให้เกษตรกรในหมู่บ้านได้มีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเพาะปลูกแบบเดิมที่เน้นการใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมีแล้วกลับมาเข้าสู่กระบวนการทางธรรมชาติเพื่อให้สมาชิกเกษตรกรสามารถใช้ชีวิตอยู่ร่วมกับธรรมชาติได้อย่างกลมกลืนและที่สำคัญภายในพื้นที่ของเกษตรกรยังมีทรัพยากรที่เหลือใช้จากการเพาะเห็ด ฟางข้าว ใบฉำฉา ซังข้าวโพด ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าจะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการทำปุ๋ยหมักแบบไม่กลับกองได้เป็นอย่างดีและเป็นการลดต้นทุนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงได้มีแนวคิดในการศึกษาเปรียบเทียบวัสดุเหลือใช้จากธรรมชาติที่ต่างกันต่อการผลิตปุ๋ยหมัก ภายใต้การมีส่วนร่วมของเกษตรกร ตำบลป่าตัน อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง และศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของคะน้ายอดไต้หวัน พันธุ์บางบัวทอง 35

วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมโดยใช้แปลงทดลองในพื้นที่ร่วมกับเกษตรกร เริ่มดำเนินการวิจัยตั้งแต่ เดือนพฤษภาคม 2559 จนถึงเดือน พฤษภาคม 2560 ในพื้นที่ ตำบลป่าตัน อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง โดยเริ่มจากการหาเกษตรกรในพื้นที่ที่สนใจการทดลองในครั้งนี้ จำนวน 6 ครัวเรือน จากนั้นเปิดเวทีแสดงความคิดเห็นเพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์ร่วมกันระหว่างเกษตรกรและผู้วิจัยเพื่อหาแนวทางการปฏิบัติในการเลือกหรือใช้วัสดุธรรมชาติ เพื่อนำมาสู่วิธีการทำปุ๋ยหมักที่เหมาะสมมากที่สุดภายใต้การทำเกษตรปลอดภัย และทำการทดสอบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของปุ๋ยหมักที่ผลิตได้ จากนั้นจึงนำไปทดลองปลูกพืชในแปลงของเกษตรกรในเขตพื้นที่อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง โดยทั้ง 2 ขั้นตอนวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD)

ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 งานวิจัยในครั้งนี้มีเกษตรกรที่เข้าร่วมในโครงการวิจัยจำนวน 6 ครัวเรือนที่มีส่วนร่วม 100%โดยรายชื่อดังนี้

1. นางพวงเพชร สายปินตา ที่อยู่ 151 หมู่ที่ 2 ตำบลป่าตัน อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง
2. นางจันทร์ตา วงค์เรือน ที่อยู่ 59 หมู่ที่ 2 ตำบลป่าตัน อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง
3. นางจันทร์เพ็ญ ศรีแกวงค์ ที่อยู่ 342/2 หมู่ที่ 2 ตำบลป่าตัน อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง
4. นางประทุม สานมุณีวรรณ ที่อยู่ 138 หมู่ที่ 2 ตำบลป่าตัน อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง
5. นางสมเพชร วงค์เรียน ที่อยู่ หมู่ที่ 2 ตำบลป่าตัน อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง
6. นายพรหมมินตร์ วงค์เรียน ที่อยู่ หมู่ที่ 2 ตำบลป่าตัน อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง

ลงพื้นที่สำรวจรับฟังปัญหาและร่วมหาแนวทางในการแก้ไข จากนั้นเปิดเวทีจัดแบ่งกลุ่มเพื่อรวบรวมวัสดุธรรมชาติในชุมชนเพื่อนำมาเป็นสูตรในการผลิตปุ๋ยหมัก ซึ่งประกอบด้วย 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1: ฟางข้าว 200 กก.+มูลวัว 50 กก.+ดิน 10 กก.+สารเร่ง พด. 1 100 ก. สูตรที่ 2: ใบฉำฉา 200 กก.+มูลวัว 50 กก. +ดิน 10 กก.+สารเร่ง พด. 1 100 ก. และ สูตรที่ 3: ก้อนเชื้อเห็ดเก่า 200 กก.+มูลวัว 50 กก.+ดิน 10 กก. +สารเร่ง พด. 1 100 ก. โดยการวิจัยในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย 3 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ จากนั้นให้ความรู้แก่เกษตรกรเกี่ยวกับวิธีทำปุ๋ยหมักโดยใช้วัสดุธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ที่เตรียมไว้แล้วปฏิบัติการทดลองในพื้นที่ของเกษตรกรร่วมกับเกษตรกรในชุมชน จำนวน 6 ราย โดยมีการจัดการกองปุ๋ยหมัก ขนาดของกองปุ๋ยหมักแต่ละสูตร กว้าง 1.5 ม. ยาว 1.5 ม. จำนวนกองปุ๋ยทั้งหมด 9 กองโดยมีการกลับกองปุ๋ยหมักทุก 15 วัน ส่วนการให้น้ำขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ ถ้าอากาศร้อนมากก็รดน้ำทุกวัน วันละ 1 ครั้ง ในช่วงเช้า โดยใช้เวลาในการหมักและย่อยสลายอย่างสมบูรณ์ 120 วัน โดยเนื้อปุ๋ยที่ได้มีลักษณะ ร่วน ยุ่ย นุ่มมือ มีสีน้ำตาลเข้มและไม่มีกลิ่นเหม็น พร้อมใช้งาน

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยที่ผลิตได้ในแปลงปลูกคะน้ายอดไต้หวัน พันธุ์บางบัวทอง 35 ในพื้นที่ ตำบลป่าตัน อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง โดยดินในพื้นที่ทดลองจัดอยู่ในกลุ่มชุดที่ 15 ชุดดินแม่ทะ (Mae Tha series; MTa,Fine–silty, mixed,semiactive, isohyperthermic Aeric Endoaqualfs) (สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน, 2560) โดยปลูกในถุงดำ ขนาด 8 × 13 นิ้ว ประกอบด้วย 4 ทรีทเมนต์ ได้แก่ ทรีทเมนต์ที่ 1 ชุดควบคุม ดิน 4 กก. ทรีทเมนต์ ที่ 2 ใส่ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว 100 ก.+ดิน 4 กก. ทรีทเมนต์ที่ 3 ใส่ปุ๋ยหมักจากใบฉำฉา 100 ก.+ดินดำ 4 กก. และทรีทเมนต์ ที่ 4 ใส่ปุ๋ยหมักจากก้อนเชื้อเห็ดเก่า 100 ก. + ดินดำ 4 กก. หรือปุ๋ยหมัก 4,000 กก./ไร่ โดยใช้เวลาในการเพาะปลูกเพื่อเก็บข้อมูล 40 วัน การวิจัยในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย 4 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 10 ซ้ำ

การบันทึกผล

ขั้นตอนที่ 1 บันทึกรายชื่อ จำนวนเกษตรกร และจำนวนครั้งที่เข้าร่วมโครงการวิจัย จากนั้นเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของปุ๋ยที่ทำการหมักโดยใช้ระยะเวลาในการหมักอย่างสมบูรณ์ 120 วัน ได้แก่ ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) วิเคราะห์ด้วย pH meter ค่าการนำไฟฟ้า (EC) วิเคราะห์ด้วยเครื่อง EC meter ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน อินทรียวัตถุ วิเคราะห์ด้วย วิธี Walkey & Black method อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio)ได้จากค่าอินทรีย์-คาร์บอน หารด้วยค่าไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณไนโตรเจน วิเคราะห์ด้วย Kjeldahl method ฟอสฟอรัส วิเคราะห์ ด้วย Bray II method โพแทสเซียม วิเคราะห์ด้วย extraction with flame photometer และแมกนีเซียม แคลเซียม วิเคราะห์ด้วย extraction with atomic absorption (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) และส่งตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธีทดสอบ In-house method based on AOAC and OMAF โดย สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขต 1 เชียงใหม่ และการทดสอบการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ วัดได้โดยวิธีการทดสอบดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index)

ขั้นตอนที่ 2 เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นคะน้าที่ได้รับปุ๋ยสูตรต่าง ๆ โดยเก็บข้อมูลทรีทเมนต์ละ 10 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้น ได้แก่ ความสูง (ซม.) โดยวัดจากโคนต้นไปยังส่วนที่สูงที่สุดของลำต้น ความยาวราก (ซม.) วัดจากโคนรากไปยังปลายรากในส่วนที่ยาวที่สุดของราก น้ำหนักสด/ต้น วัดได้จากการชั่งน้ำหนักส่วนของลำต้นเหนือดินทั้งหมด และการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบโดยการสกัดใบพืชด้วยอะซิโตน และวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer คำนวนหาปริมาณคลอโรฟิลล์จากสมการ C_{a+b} (µl/mg of plant extract)=$20.2A_{663}$ - $8.02A_{645}$ โดยวิธีวิเคราะห์ข้างต้นดัดแปลงจาก Whitman et al.,1971 อ้างใน ณัฐสิทธ์ (2560)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ขั้นตอนที่ 1 นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด–ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน อินทรียวัตถุ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม และค่าการทดสอบการย่อยสลายที่สมบูรณ์ (Germination Index) และในขั้นตอนที่ 2 ความสูง (ซม.) ความยาวราก (ซม.) น้ำหนักสด/ต้น (ก) และปริมาณคลอโรฟิลล์ (mg/g) มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Statistix version 8.0 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการศึกษาและวิจารณ์

งานวิจัยในครั้งนี้มีผลการศึกษา 3 ส่วนคือ 1) ผลการเข้าร่วมโครงการวิจัยของเกษตรกรในพื้นที่ 2) ผลการเปรียบเทียบวัสดุจากธรรมชาติที่ต่างกันจากกองปุ๋ยหมัก และ 3) ผลการทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยหมักแต่ละชนิดต่อการเจริญเติบโตของคะน้ายอดไต้หวัน พันธุ์บางบัวทอง 35

ผลจากการเปิดเวทีรับฟังความคิดเห็นจากเกษตรกรผู้เข้าร่วมงานวิจัยโดยมีเกษตรกรที่เข้าร่วมในโครงการวิจัย จำนวน 6 ครัวเรือนที่มีส่วนร่วมในทุกขั้นตอน 100% โดยสรุปได้ดังนี้

1. การมีส่วนร่วมในการระบุปัญหาและสาเหตุของปัญหา-เลือกชนิดของวัสดุธรรมชาติที่เหลือใช้จากการทำการเกษตรทั้ง 3 ชนิดคือ ฟางข้าว ใบฉำฉา ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ดังนี้ 1.1) ในพื้นที่ตำบล ป่าตัน อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง มีการปลูกต้นฉำฉาหรือต้นจามจุรีเป็นจำนวนมาก เนื่องจากเดิมเกษตรกรใช้ในการเพาะเลี้ยงครั่ง ทำให้บริเวณพื้นที่เต็มไปด้วยใบฉำฉาที่ร่วงหล่นและไม่ได้ใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมาก 1.2) การทำเกษตรของเกษตรกรส่วนมากทำนาเป็นอาชีพหลัก จึงมีฟางข้าวเป็นจำนวนมากในพื้นที่เพาะปลูก 1.3) เกษตรกรในพื้นที่หลายครัวเรือนมีอาชีพเพาะเห็ด เป็นทั้งอาชีพหลัก และอาชีพเสริม จึงมีก้อนเชื้อเห็ดเก่าเป็นจำนวนมาก 2. การมีส่วนร่วมในการวางแผนดำเนินกิจกรรม-เลือกวิธีการหมักและสัดส่วนของส่วนผสมของปุ๋ยหมัก ได้จาก 2.1) คัดเลือกวิธีการจากประสบการณ์ของเกษตรกรแต่ละคน เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมมากที่สุด 3. การมีส่วนร่วมในการลงทุนและปฏิบัติงาน–จัดหาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และร่วมทดลองเชิงปฏิบัติการ 3.1) ร่วมจัดหาวัสดุที่มีในพื้นที่ แต่ละชนิดที่กำหนดไว้ และร่วมทดลองปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมทุกขั้นตอน 4. การมีส่วนร่วมในการติดตามและประเมินผล–ตรวจเช็ค และดูแลกองปุ๋ยหมักและเลือกชนิดของพืชทดลองดังนี้ 4.1) แบ่งความรับผิดชอบในแต่ละสัปดาห์ โดยแบ่งเวรการรดน้ำกองปุ๋ย การพลิกกลับกองปุ๋ย และบันทึกผล และจากลักษณะของเกษตรกรที่เข้ามามีส่วนร่วมนั้น พบว่าจะเป็นลักษณะการมีส่วนร่วมประเภท การมีส่วนร่วมซึ่งเกิดขึ้นเองโดยมิได้มีการแทรกแซง (spontaneous) เป็นลักษณะการร่วมซึ่งผู้ร่วมเต็มใจ จากระดับฐานล่าง มิได้มีการสนับสนุนจากภายนอก โดยเกษตรกรได้เข้ามามีส่วนร่วมในการตัดสินใจและการปฏิบัติทุกขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับ นรินทร์ชัย (2533) รายงานว่าการมีส่วนร่วม คือการให้ประชาชนในชนบทรู้สึกตื่นตัวเพื่อที่จะทราบถึงการรับความช่วยเหลือและตอบสนองต่อโครงการพัฒนา ขณะเดียวกันก็สนับสนุนความคิดริเริ่มของคนในท้องถิ่น

ผลการเปรียบเทียบวัสดุจากธรรมชาติที่ต่างกันจากกองปุ๋ยหมัก มีผลการตรวจวัดแสดงดัง Table1

Table1 Some physical and chemical properties of compost made from different agricultural residues

Composts	pH	EC (dS/m)	OM (%)	Total OM (%)	C/N Ratio	N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	GI (%)
rice straw	7.70[b]	0.20	17.66[a]	23.66[b]	12.00	1.00[b]	0.40	0.50	0.46	0.73[b]	90
leaves of rain tree	7.70[b]	0.20	17.66[a]	30.46[a]	12.00	1.46[a]	0.40	0.50	0.46	0.73[b]	95
old infected mushroom loaf	8.53[a]	0.30	11.40[b]	19.66[c]	12.33	0.93[b]	0.50	0.40	0.30	1.23[a]	87
Mean	7.97	0.23	15.57	24.50	12.11	1.13	0.43	0.46	0.41	0.90	90.8
F-test	*	ns	*	*	ns	*	ns	ns	ns	*	ns
CV (%)	0.84	-	4.74	4.10	7.28	5.09	-	-	41.34	6.42	7.11
SEM	0.09	-	0.60	0.82	0.72	0.04	-	-	0.13	0.04	4.56

Note : Means with difference letters within the same column represent significant differences at P<0.05 by LSD means comparison method

ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ผลการทดลองพบว่าค่า pH ของปุ๋ยหมักในแต่ละทรีทเมนต์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยปุ๋ยหมักจากก้อนเชื้อเห็ดมีค่า pH เฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 8.53 รองลงมาคือปุ๋ยหมักจากฟางข้าว และปุ๋ยหมักจากใบฉำฉา มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ 7.70 ทั้งนี้ใน ธันวดี (2549) รายงานว่า ค่า pH เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการย่อยสลายเศษพืชเป็นอย่างมาก โดยมีค่าขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมนั้น ๆ การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แต่ละชนิดขึ้นอยู่กับค่า pH ที่เหมาะสม โดยปุ๋ยหมักควรมีค่า pH อยู่ในช่วง 4.5 – 9.5 ซึ่งถ้ามี pH ที่เป็นกรดมากเกินไป จุลินทรีย์จะหยุดการเจริญเติบโตในสภาวะการหมักแบบไร้อากาศ

ค่าการนำไฟฟ้า (EC) จากผลการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของปุ๋ยหมักในแต่ละทรีทเมนต์ โดยปุ๋ยหมักจากฟางข้าวและปุ๋ยหมักจากใบฉำฉามีค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ 0.2 dS/m และปุ๋ยหมักจากก้อนเชื้อเห็ดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.3 dS/m ซึ่งเป็นค่าที่สอดคล้องกับระดับความสัมพันธ์ของค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของปริมาณเกลือในดินและการเจริญเติบโตของพืชในขั้นที่ 3 คือมีความเค็มปานกลางและมีอิทธิพลต่อพืชในลักษณะที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด (ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

ปริมาณอินทรียวัตถุ ผลการทดลองพบว่าค่าอินทรียวัตถุโดยรวมของปุ๋ยหมักในแต่ละทรีทเมนต์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยปุ๋ยหมักจากใบฉำฉามีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 30.46% รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว 23.36% และปุ๋ยหมักจากก้อนเชื้อเห็ดมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 19.66% (**Table 1**)ซึ่งอินทรียวัตถุมีบทบาทและความสำคัญต่อการเพาะปลูกเป็นอย่างมาก เช่น เป็นแหล่งธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุไนโตรเจน และส่วนมากแล้วพืชได้รับฟอสฟอรัสและกำมะถันส่วนใหญ่จากการสลายตัวของอินทรียวัตถุ ดังนั้นการทราบปริมาณอินทรียวัตถุจึงทำให้สามารถประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินได้อย่างคร่าว ๆ เช่นเดียวกับที่เกษตรกรรู้ว่าดินที่มีสีเข้มมักมีความอุดมสมบูรณ์มากกว่าดินที่มีสีจาง และจากผลการทดลองในครั้งนี้เห็นได้ว่าปุ๋ยหมักจากใบฉำฉามีปริมาณของอินทรียวัตถุสูงที่สุดคือ 30.46% ซึ่งนั้นหมายถึงดินชนิดนี้สามารถส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้คุณภาพการเพาะปลูกและผลผลิตของเกษตรกรมีคุณภาพสูงด้วยเช่นกัน

ค่า C – N ratio ผลการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของปุ๋ยหมักในแต่ละทรีทเมนต์ โดยปุ๋ยหมักจากก้อนเชื้อเห็ดมีค่าเฉลี่ยสูง

ที่สุด คือ 12.33 และปุ๋ยหมักจากฟางข้าวและใบฉำฉามีค่าเฉลี่ยเท่ากันคือเท่ากับ 12.00 (**Table 1**) ทั้งนี้จากรายงานของ กองบรรณาธิการการเกษตร (2559) รายงานว่าอัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจนของวัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมักเป็นค่าที่ใช้บ่งบอกความยากหรือง่ายต่อการย่อยสลายและใช้เป็นตัวกำหนดระดับการเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ กล่าวคือ ถ้าวัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมักมีค่าอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงมาก ๆ อัตราการย่อยสลายจะเกิดช้า เนื่องจากความไม่สมดุลของสารประกอบคาร์บอนกับไนโตรเจน ในสภาพเช่นนี้เชื้อจุลินทรีย์จะใช้สารประกอบคาร์บอนในรูปแบบต่าง ๆ เป็นพลังงานและในการเจริญ ในขณะเดียวกันเชื้อจุลินทรีย์ก็ต้องใช้สารประกอบไนโตรเจนด้วย (Poincelot, 1975) แต่สารประกอบไนโตรเจนมีปริมาณน้อยจึงเป็นปัจจัยที่จำกัดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ทำให้กิจกรรมในการย่อยสลายเกิดช้า ความสมดุลของสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจนของเซลล์จุลินทรีย์อยู่ในช่วงประมาณ 10 ต่อ 1 ถ้าอัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำเกินไปจะทำให้ไนโตรเจนที่มีอยู่ปริมาณมากเกิดการสูญเสียไนโตรเจน เนื่องจากกระบวนการระเหย (ammonia volatilization) การใช้วัสดุที่มีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนประมาณ 25 ต่อ 1 ค่อนข้างเหมาะสมต่อการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ แต่โดยลักษณะทั่วไปแล้วค่าอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนเริ่มต้นที่มีแนวโน้มเหมาะสมต่อกระบวนการย่อยสลายวัสดุจะอยู่ในช่วงระหว่าง 20–40 ดังนั้นในกรณีที่ใช้วัสดุที่มีค่าอัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงมาก ๆ อาจจะต้องมีการเติมสารประกอบไนโตรเจนในรูปของปุ๋ยเคมีหรือสารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่มาก เช่น มูลสัตว์ กากเลือดป่น เศษซากพืชตระกูลถั่ว วัสดุเหลือใช้บางชนิดจากโรงงานอุตสาหกรรม ขยะเทศบาล เป็นต้น การยกระดับปริมาณไนโตรเจนให้สูงขึ้นจะทำให้อัตราส่วนสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำลง กระบวนการย่อยสลายภายในกองปุ๋ยหมักจะเกิดได้เร็วขึ้น

ปริมาณไนโตรเจน การทดลองพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ของปุ๋ยหมักในแต่ละทรีทเมนต์ โดยปุ๋ยหมักจากใบฉำฉามีค่าไนโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับ 1.46% และรองลงมาคือปุ๋ยหมักจากฟางข้าวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00% และปุ๋ยหมักจากก้อนเชื้อเห็ดมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 0.93% (**Table 1**) อำสิน (2555) กล่าวว่า ใบฉำฉาหรือใบจากต้นจามจุรีเป็นไม้ยืนต้นในวงศ์เดียวกับพืชตระกูลถั่ว ซึ่งดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับแบคทีเรียที่ตรึงธาตุไนโตรเจนได้ ฉะนั้นใบฉำฉาจึงมีธาตุไนโตรเจนมากถึง 3.25% และสูงกว่าใบไม้ชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ใช่พืชตระกูลถั่ว ปัจจุบันนิยมนำมาผสมกับดินเป็นวัสดุสำหรับเพาะปลูกและการนำไปทำปุ๋ยหมัก ซึ่งค่ามาตรฐานของปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยอินทรีย์ไม่ควรจะน้อยกว่า 1.0% เช่นเดียวกับ ปิยะรัตน์ (2557) เพิ่มเติมว่าจากผลการตรวจวัดปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยหมักใบฉำฉาแบบไม่กลับกองพบว่า มีปริมาณไนโตรเจนสูงถึง 1.8% ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นธาตุอาหารเพื่อเสริมการเจริญเติบโตของพืชปลูกได้เป็นอย่างดี

ปริมาณฟอสฟอรัส จากผลการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของปุ๋ยหมักในแต่ละทรีทเมนต์ โดยค่าฟอสฟอรัสที่ได้จากปุ๋ยหมักจากฟางข้าวและปุ๋ยหมักจากใบฉำฉามีค่าเฉลี่ยเท่ากันคือเท่ากับ 0.40% และปุ๋ยหมักจากก้อนเชื้อเห็ดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.50% ทั้งนี้ภาควิชาปฐพีวิทยา (2541) ระบุว่าในดินมีฟอสฟอรัสต่ำมากเมื่อเทียบกับปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียม โดยเฉลี่ยแล้วในดินมีค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดเพียง 0.06% ในขณะที่มีค่าเฉลี่ยของไนโตรเจนเป็น 0.14% โพแทสเซียมเป็น 0.83% ซึ่งฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาการที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของรากพืช โดยช่วยให้รากพืชแข็งแรงและแผ่กระจายได้รวดเร็วขึ้น ส่งผลให้ลำต้นแข็งแรงตามไปด้วย ปกติแล้วธาตุฟอสฟอรัสจะมีอยู่ในดินหรือละลายน้ำได้ยาก ซึ่งจะทำให้พืชดูดเอาไปใช้ได้ยาก แม้แต่ปุ๋ยที่ใส่ลงไปในดินโดยตรงก็ประมาณ

กันไว้ว่า 80–90% ของธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมดจะถูกดินยึดไว้โดยการทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุต่าง ๆ ในดิน โดยมีค่ามาตรฐานของปริมาณฟอสฟอรัสในปุ๋ยอินทรีย์ไม่ควรน้อยกว่า 0.5% และ จักรชัยวัฒน์ (2550) เพิ่มเติมว่าหน้าที่ของฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโตของพืชคือเกี่ยวข้องกับการออกดอกและสร้างเมล็ด เสริมสร้างการเจริญของรากพืช รากแขนง รากฝอยและเร่งให้พืชแก่เร็วขึ้น ช่วยในการแบ่งเซลล์ ช่วยแก้ปัญหาที่พืชได้รับไนโตรเจนมากเกินไป และเพิ่มความทนทานต่อโรคและแมลงมากขึ้น

ปริมาณโพแทสเซียม จากผลการทดลองไม่พบความแตกต่างทางสถิติของปุ๋ยหมักในแต่ละทรีทเมนต์ โดยปุ๋ยหมักจากฟางข้าวมีค่าเฉลี่ย 0.50% ปุ๋ยหมักจากใบฉำฉามีค่าเฉลี่ย 0.50% และปุ๋ยหมักจากก้อนเชื้อเห็ดมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ 0.4% (**Table 1**) ภาควิชาปฐพีวิทยา (2541) ระบุว่าโพแทสเซียมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชจะอยู่ในรูปเกลืออินทรีย์หรืออนินทรีย์ซึ่งละลายน้ำได้ โพแทสเซียมจำเป็นต่อกิจกรรมหรือกระบวนการสร้างส่วนต่าง ๆ ในเซลล์ที่มีชีวิต มีอิทธิพลต่อกระบวนการสร้างรวมทั้งการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลกระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจในพืช เพิ่มความต้านทานโรคและคุณภาพของผักผลไม้ สี ขนาดความเป็นกรดและคุณภาพในการเก็บรักษา ซึ่งค่ามาตรฐานของโพแทสเซียมในปุ๋ยอินทรีย์ไม่ควรจะน้อยกว่า 0.5%

ปริมาณแมกนีเซียม จากผลการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของปุ๋ยหมักในแต่ละทรีทเมนต์ โดยปุ๋ยหมักจากฟางข้าวและใบฉำฉามีค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ 0.46% และปุ๋ยหมักจากก้อนเชื้อเห็ดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.30% (**Table 1**) ทั้งนี้ จักรชัยวัฒน์ (2550) รายงานว่าแมกนีเซียมมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชที่สำคัญ คือเป็นส่วนประกอบสำคัญของคลอโรฟิลล์และทำหน้าที่เป็นตัวนำพาฟอสเฟตในพืช คือเป็นตัวร่วมทำให้เกิดปฏิกิริยา phosphorylation ในพืช และเมื่ออยู่ร่วมกับกำมะถันจะทำให้ปริมาณน้ำมันในพืชเพิ่มมากขึ้น ทั้งยังเป็นตัวเร่งเอนไซม์ที่เกี่ยวกับเมตาโบลิซึมคาร์โบไฮเดรตและกรดซิตริกในวงจรสำคัญของการหายใจของเซลล์ และเอนไซม์ phosphohydrolase, phosphotransferase และ ATPase รวมทั้งมีส่วนในการสร้างสารประกอบ phosphohydrolated compound, lecithin และ nucleoprotein ด้วย

ปริมาณแคลเซียม จากผลการทดลองพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยปุ๋ยหมักจากก้อนเชื้อเห็ดมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.23% และปุ๋ยหมักจากฟางข้าวและใบฉำฉามีค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ 0.73% (**Table 1**) ทั้งนี้ จักรชัยวัฒน์ (2550) ระบุว่าแคลเซียมมักเป็นส่วนประกอบในส่วนที่แข็งแรงหรือโครงสร้างของสิ่งมีชีวิต มีบทบาทต่อสมบัติทางกายภาพของดินทำให้ดินโปร่งร่วนซุยมากขึ้น โดยในพืชจะเป็นองค์ประกอบสำคัญของผนังเซลล์ ซึ่งเกี่ยวโยงและเชื่อมประสานระหว่างแคลเซียมกับสารเปกตินในผนังเซลล์และยังลดความเป็นพิษของสารบางอย่างที่อาจเป็นพิษต่อพืชโดยทำให้กรดออกซาลิกเปลี่ยนเป็น calcium oxalate ตกตะกอน ละลายน้ำได้ยาก และช่วยทำลายพิษทองแดงในพืช ช่วยเคลื่อนย้ายและเก็บรักษาคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนในระยะที่พืชกำลังสร้างเมล็ด ทั้งยังส่งเสริมการเกิดปมที่รากถั่ว ดังนั้นพืชตระกูลถั่วที่ปลูกในดินที่มีแคลเซียมพอเพียงมักมีปมที่สมบูรณ์มากกว่าดินที่มีแคลเซียมน้อย และที่สำคัญมีบทบาทช่วยให้ละอองเกสรและ pollen tube ที่งอกแล้วยืดตัวได้ดี เป็นลักษณะเฉพาะไม่อาจทดแทนได้ด้วยธาตุอื่น แม้แต่ฮอร์โมนพืชก็ตาม

การย่อยสลายที่สมบูรณ์ โดยใช้วิธีทดสอบความงอก (Germination Idex) จากผลการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของปุ๋ยหมักในแต่ละทรีทเมนต์ โดยปุ๋ยหมักจากใบฉำฉามีค่า

เฉลี่ยเท่ากับ 95% ปุ๋ยหมักจากฟางข้าวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 90% และปุ๋ยหมักจากก้อนเชื้อเห็ดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 87% ซึ่งเป็นค่าที่สอดคล้องตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ กรมวิชาการเกษตร (2548) รายงานว่าเพื่อการย่อยสลายที่สมบูรณ์ไม่เป็นพิษต่อพืชโดยทั่วไปจะมีค่าไม่ต่ำกว่า 80% ซึ่งสามารถเป็นประโยชน์แก่การปลูกพืชในระบบอินทรีย์ได้ ผลการทดสอบประสิทธิภาพการปุ๋ยแต่ละชนิดต่อการเจริญเติบโตของคะน้ายอดไต้หวันพันธุ์บางบัวทอง35 แสดงผลดัง Table 2

Table 2 The effective of compost made from different agricultural residues on growth of 'Tai Wan-Bang Bua Thong' 35 Chinese kale

Composts	Height (cm)	Root length (cm)	weight per plant (g)	Chlorophyll content (mg/g)
Control (no compost)	21.75[b]	12.58[b]	17.00[c]	9.55[b]
Compost from rice straw	25.11[a]	14.88[a]	45.50[b]	8.66[c]
Compost from leaves of rain tree	26.84[a]	14.16[ab]	53.00[a]	10.68[a]
Compost from old infected mushroom loaf	25.50[a]	15.71[a]	49.00[ab]	10.17[a]
F - test	*	*	*	*
CV (%)	7.91	15.26	16.98	2.99
SEM	0.87	0.97	3.12	0.23

Note : Data were the mean value of ten replicates, means with difference letters within the same column represent significant differences at P<0.05 by LSD means comparison method

ผลการทดลองพบว่าความสูงและน้ำหนักของคะน้าใบที่ใส่ปุ๋ยหมักจากใบฉำฉามีแนวโน้มสูงที่สุด คือเท่ากับ 26.84 ซม. และ 53.000 กรัม ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ในด้านความสูงของต้นไม่พบความแตกต่างทางสถิติกับคะน้าใบที่ใส่ปุ๋ยหมักจากฟางข้าวและปุ๋ยหมักจากก้อนเชื้อเห็ดเก่า แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับคะน้าที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักชนิดใด ๆ จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าปุ๋ยหมักจากใบฉำฉามีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าใบไม้ชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ใช่พืชตระกูลถั่ว จึงมีคุณสมบัติเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชทางลำต้นและใบของพืช ขณะที่การใช้ปุ๋ยหมักจากก้อนเชื้อเห็ดเก่ามีแนวโน้มให้รากคะน้ามีความยาวมากที่สุดคือเท่ากับ 15.71 ซม. แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับปุ๋ยหมักจากฟางข้าวและปุ๋ยหมักจากใบฉำฉาแต่อย่างใด ยกเว้นชุดควบคุมซึ่งปลูกโดยไม่ใส่ปุ๋ยหมักใด ๆ เช่นเดียวกับ ยงยุทธ (2558) รายงานว่า ผลตอบสนองต่อฟอสฟอรัสในพืช ได้แก่ การเพิ่มสัดส่วนของราก ส่วนเหนือดิน โดนเคลื่อนย้ายสารประกอบคาร์บอนมาสะสมในราก เร่งการเพิ่มพื้นที่ผิวราก โดยเพิ่มจำนวน ความยาวของรากแขนงและขนของรากซึ่งสอดคล้องกับ จีราภรณ์ (2557) รายงานว่า ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่เป็นแหล่งพลังงานในการเจริญเติบโตของพืชและเมื่อพืชได้รับฟอสฟอรัสในระดับที่เพียงพอต่อความต้องการของพืช จะพัฒนารากให้เป็นไปอย่างปกติและส่งเสริมการเจริญเติบโตทางลำต้นและการให้ผลผลิตดี สอดคล้องกับ ทศพร และคณะ (2560) เพิ่มเติมว่าการศึกษาการตอบสนองของระบบรากต่อระดับฟอสฟอรัสในสารละลายธาตุอาหารที่ระดับต่างกัน โดยระบบรากข้าวที่ปลูกในฟอสฟอรัส 100 หรือระดับเพียงพอ สามารถสร้างจำนวนรากมากกว่าระดับอื่น ๆ ซึ่งลักษณะการสร้างจำนวนรากที่เพิ่มขึ้นนี้เป็นลักษณะที่ส่งเสริมให้พืชมีพื้นที่ผิวรากที่ใช้ในการดูดธาตุอาหารได้เพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกับ จักรชัยวัฒน์

(2550) ที่ระบุว่าฟอสฟอรัสช่วยเสริมสร้างการเจริญเติบโตของรากพืช รากแขนง รากฝอย และเร่งให้พืชแก่เร็วขึ้นและช่วยในการแบ่งเซลล์ ช่วยแก้ปัญหาพืชได้รับไนโตรเจนมากเกินไปและเพิ่มความทนทานต่อโรคและแมลงมากขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้จะสูงที่สุดเมื่อหมักปุ๋ยด้วยก้อนเชื้อเห็ดเก่า (Table 1, Table 2)

สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์ พบว่าต้นคะน้าที่ปลูกด้วยปุ๋ยหมักจากใบฉำฉามีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงที่สุดคือเท่ากับ 10.68 มิลลิกรัม/กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดที่ปลูกด้วยปุ๋ยหมักจากก้อนเชื้อเห็ดเก่า โดยมีค่าเท่ากับ 10.17 มิลลิกรัม/กรัม แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม (9.55 มิลลิกรัม/กรัม) และชุดที่ปลูกในปุ๋ยหมักจากฟางข้าว (8.66 มิลลิกรัม/กรัม) อย่างมีนัยสำคัญ (Table 2) ทั้งนี้ ภาคภูมิ (2550) ระบุว่า คลอโรฟิลล์เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่พบได้ทั่วไปในทุกส่วนที่เป็นสีเขียวของพืช มักพบมากในใบและในส่วนอื่น ๆ เช่น ลำต้น กิ่ง ดอก ผล และรากที่มีสีเขียว โดยเฉพาะในพืชตระกูลผัก ที่มีสีเขียวเกือบทุกส่วน และองค์ประกอบสำคัญของคลอโรฟิลล์จะประกอบด้วยธาตุแมกนีเซียมและไนโตรเจน ดังนั้นถ้าในดินขาดธาตุเหล่านี้จะทำให้พืชขาดคลอโรฟิลล์ด้วย ส่งผลให้การสังเคราะห์แสงของพืชลดลง พืชมีการเจริญเติบโตช้า ลำต้นแคระแกร็น ใบหงิกงอ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่พบว่าปุ๋ยหมักที่ทำจากใบฉำฉามีปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุด และรองลงมาคือปุ๋ยหมักจากฟางข้าว และปุ๋ยหมักจากก้อนเชื้อเห็ดเก่า โดยใน ภาควิชาปฐพีวิทยา (2548) รายงานว่า ไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีบทบาทในการเจริญเติบโตของพืชอย่างเห็นได้ชัดที่สุด อาทิ เมื่อให้ปุ๋ยไนโตรเจนแก่ พืชสวนครัว พืชจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ใบจะโตและเขียวสดขึ้นทันที ซึ่งสอดคล้องกับ ยงยุทธ (2558) เพิ่มเติมว่าไนโตรเจนเป็นธาตุที่น่าสนใจ เนื่องจากเป็นธาตุอาหารที่มีบทบาทสำคัญต่อพืชในทุกระยะการเจริญเติบโตตั้งแต่การงอกของเมล็ดจนผลิดอกออกผลและการเปลี่ยนแปลงทางสรีระในด้านต่าง ๆ เช่น การพัฒนาราก ใบ การพักตัว และการออกดอก

สรุป

ปุ๋ยหมักจากวัสดุธรรมชาติที่ได้จากการหมักจากใบฉำฉาร่วมกับวัสดุอื่นที่เลือกใช้ มีสมบัติทางกายภาพและเคมีที่มีความเหมาะสมและมีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชมากกว่าปุ๋ยหมักจากฟางข้าว และปุ๋ยหมักจากก้อนเชื้อเห็ดเมื่อนำไปทดสอบโดยผสมกับดินปลูกสำหรับต้นคะน้าใบไต้หวัน พันธุ์บางบัวทอง 35 พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักจากใบฉำฉามีแนวโน้มส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบมากกว่าการใส่ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว จากก้อนเชื้อเห็ดเก่า และชุดควบคุม ข้อเสนอแนะจากผลการทดลองในครั้งนี้

ผู้วิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการหมักปุ๋ยจากวัสดุธรรมชาติที่แตกต่างกันเพื่อให้รู้ว่าวิธีการหมักแบบใดที่ให้ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งในพื้นที่การเพาะปลูกของเกษตรกรอาจมีวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรชนิดอื่น ๆ อีกที่อาจจะเป็นประโยชน์ต่อพืชปลูก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาและทดลองเปรียบเทียบการทำปุ๋ยหมักจากเศษวัสดุเหลือใช้ชนิดอื่น ๆ ในพื้นที่ทำการเกษตรที่นอกเหนือจากวัสดุเหลือทิ้งทั้ง 3 ชนิดที่กล่าวมาเพื่อหาชนิดของวัสดุเหลือใช้จากธรรมชาติที่เหมาะสมต่อพืชปลูกมากที่สุด และเป็นแนวทางในการเพิ่มข้อมูลให้กับผู้ใช้ประโยชน์มากขึ้น

และควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยหมักกับพืชเศรษฐกิจ เช่น พืชผัก พืชไร่ และไม้ผลชนิดอื่น ๆ เพื่อศึกษาถึงอัตราและผลของการใช้ปุ๋ยหมักจากใบฉำฉา ที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช

เพื่อการบำรุงดินในระยะยาว ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยหมักในเชิงอุตสาหกรรมและจัดทำคู่มือการผลิตปุ๋ยหมักเพื่อการขยายผลในวงกว้าง

คำขอบคุณ

งานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจากอาจารย์ประจำสาขาเกษตรศาสตร์และคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปางที่มอบทุนวิจัย ให้คำแนะนำและตรวจสอบข้อบกพร่องอย่างดียิ่ง และขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรอำเภอแม่ทะ เกษตรกร บ้านป่าตัน อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ และจัดหาเกษตรกรผู้สนใจเข้าร่วมการวิจัยอีกทั้งจัดหาสถานที่ในการทดลองทั้งส่วนของการทดลองทำปุ๋ยหมักในพื้นที่ตำบลป่าตัน อำเภอแม่ทะ และการทดลองปุ๋ยหมักในผักคะน้ายอดไต้หวันพันธุ์บางบัวทอง 35 ได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2553. คู่มือการปฏิบัติงานกระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร .น .51.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548. แหล่งข้อมูล :http:www.agriinfo.doae.go.th/year52/knowledge/km. ค้นเมื่อ 15 พฤษภาคม 2560.

กรมวิชาการเกษตร. 2560. ปริมาณและข้อมูลการนำเข้าปุ๋ยเคมี ปี 2556-2560. กลุ่มควบคุมปุ๋ย สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. แหล่งข้อมูล: http: www.idesignorganic.com. ค้นเมื่อ 15 พฤษภาคม 2560.

กองบรรณาธิการการเกษตร. 2559. การย่อยสลายและการแปรสภาพวัสดุ. สำนักพิมพ์ปัญญาชน.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

จักรชัยวัฒน์ กาวีวงค์. 2550. เอกสารประกอบการสอน .ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา. พิษณุโลก.

จีราภรณ์ อินทสาร. 2557.ธาตุอาหารพืช. แหล่งข้อมูล :https:llgoo.gl/RdNOXp. ค้นเมื่อ 16 พฤษภาคม 2560.

ณัฐสิทธ์ แก้วบัววงค์.2560.ผลของการลดอุณหภูมิด้วยเทคนิคการให้ความเย็นเฉียบพลันต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผักคะน้าไฮโดรโพนิกส์.ปัญหาพิเศษสาขาเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง.

ทศพร บ่อบัวทอง,เนตรนภา อินสลุด,วิชญ์ภาส สังหาลี และ จุฑามาศ อาจนาเสียว.2560. ผลของระดับฟอสฟอรัสต่อการพัฒนาระบบรากข้าว. แก่นเกษตร . 45: 994-1002.

ธันวดี ศรีชาวิรัตน์. 2549. การศึกษากระบวนการทำปุ๋ยหมักจากเศษอาหารร่วมกับเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2549. มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

นรินทร์ชัย พัฒนพงศา. 2533. แนวทางการให้ประชาชนมีส่วนร่วมการพัฒนาชนบท. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ครุสภาลาดพร้าว.

ปิยะรัตน์ ทองธานี.2549.การพัฒนาศักยภาพการเพาะปลูกพืชในระบบเกษตรอินทรีย์ภายใต้การมีส่วนร่วมของชุมชน. น. 172-184.ในการประชุมวิชาการระดับชาติ ลำปางวิจัยครั้งที่ 2. บูรณาการองค์ความรู้สู่การพัฒนาการศึกษาและท้องถิ่นอย่างยั่งยืน.มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. 2559.

ปิยะรัตน์ ทองธานี .2557. การศึกษาเปรียบเทียบวัสดุเหลือใช้จากธรรมชาติที่ต่างกันต่อการทำปุ๋ยหมักแบบไม่กลับกอง ภายใต้แนวทางการทำเกษตรปลอดภัยแบบมีส่วนร่วม. คณะเทคโนโลยีการเกษตร.มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง.

ภาคภูมิ พระประเสริฐ. 2550. สรีรวิทยาของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร. โอเดียนสโตร์.

ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2558. ธาตุอาหารพืช.พิมพ์ครั้งที่4. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพมหานคร.

ยงยุทธ โอสถสภา,อรรถศิษฐ์ วงค์มณีโรจน์ และเชาวลิต ฮงประยูร. 2551. บทที่ 11 ใน ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. พิมพ์ครั้งที่1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานเกษตรอำเภอแม่ทะ. 2558. สถิติและข้อมูลพื้นฐานการเกษตรประจำปี 2558. กรมส่งเสริมการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.

สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน. 2560.กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.

อำสิน สุนันทิพย์. 2555. การใช้น้ำหมักจากใบจามจุรี. แหล่งข้อมูล http:Rakbankerd.com. ค้นเมื่อ 21 ตุลาคม 2559.

Poincelot, R.P. 1975. The biochemistry and methodology of composting. The Connecticut Agricultural Experiment Station. New Haven Bulletin. 754: 1-17.