รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

ศึกษาเปรียบเทียบผลจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและกายภาพบางประการของดินในระบบการปลูกผักอินทรีย์

Effect of Organic Fertilizers on the Changes of some Soil Chemical and Physical Properties in Organic Farming System

โดย

วาสนา วิรุณรัตน์ และคณะ

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

2557

รหัสโครงการวิจัย มจ.1-56-071

รายงานผลการวิจัย

เรื่อง ศึกษาเปรียบเทียบผลจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและกายภาพบางประการของดินในระบบการปลูกผักอินทรีย์

Effect of organic fertilizers on the changes of some soil chemical and physical properties in organic farming system

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2556

จำนวน 220,000 บาท

หัวหน้าโครงการ นางวาสนา วิรุญรัตน์

ผู้ร่วมโครงการ นางสาววีณา นิลวงศ์

นายปรีดา นาเทเวศน์

นางนงลักษณ์ ปูระณะพงษ์

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

29 ธันวาคม 2557

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่อง “ศึกษาเปรียบเทียบผลจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพบางประการของดินในระบบการปลูกผักอินทรีย์ (Effect of organic fertilizer on the changes of some soil chemical and physical properties in organic farming system)” ได้สำเร็จลุล่วง โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำ ปีงบประมาณ 2556 ผู้วิจัยขอขอบคุณ สาขาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ที่อนุเคราะห์เรื่องสถานที่ และอุปกรณ์บางอย่างที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยให้เสร็จสิ้นสมบูรณ์

คณะผู้วิจัย

ศึกษาเปรียบเทียบผลจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพบางประการของดินในระบบการปลูกผักอินทรีย์

Effect of organic fertilizers on the changes of some soil chemical and physical properties in organic farming system

วาสนา วิรุญรัตน์ วีณา นิลวงศ์ ปรีดา นาเทเวศร์ และนงลักษณ์ ปูระณะพงษ์

Vassna Viroonrat, Weena Nilawonk, Preeda Nathewet, and Nongluk Phuranapong

คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

บทคัดย่อ

การศึกษาเปรียบเทียบผลจากการใช้วปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพบางประการของดินในระบบการปลูกผักอินทรีย์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆอย่างต่อเนื่อง 1 ปีในพื้นที่เดิมต่อผลผลิตและการเจริญเติบโตของพืชผักที่ปลูกและผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ pH, OM, N, P, K, ความชื้นและความหนาแน่นของดิน โดยทำการปลูกพืชผักอินทรีย์ 3 ชนิด ได้แก่ กระเจี๊ยบเขียว ผักกาดหัว และคะน้า วางแผนการทดลองแบบ Factorial 4x3 in RCBD จำนวน 3 ซ้ำ โดย main factors ประกอบด้วย Factor A คือ ปุ๋ยอินทรีย์ (A1; ไม่ใส่ปุ๋ย A2; ปุ๋ยค้างคาว A3; ปุ๋ยหมัก A4; ปุ๋ยมูลไก่) Factor B คือ ปุ๋ยชีวภาพ (B1;ไม่ใส่ปุ๋ย B2;ปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน B3;ปุ๋ยน้ำหมักปลา) จากการศึกษาพบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆต่อการปลูกพืชอย่างต่อเนื่อง 1 ปีส่งผลต่อดินหลังปลูก คือความเป็นกรดด่าง (pH) อินทรียวัตถุ (OM) ปริมาณไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) เพิ่มสูงขึ้นในทุกตำรับการทดลอง ในขณะที่ความหนาแน่นของดินลดลงแต่ไม่ส่งผลต่อการกักเก็บความชื้นของดิน สำหรับผลจากการใช้ปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตพบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับน้ำหมักมูลไส้เดือนหรือน้ำหมักปลาส่งผลให้กระเจี๊ยบเขียวมีผลผลิตสูงที่สุดในขณะที่การใส่ปุ๋ยค้างคาวร่วมกับปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนดินส่งผลให้ผักกาดหัวมีความยาวและน้ำหนักผลผลิตสูงที่สุด และการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนดินส่งผลให้ผลผลิตคะน้าสูงที่สุด การทดลองครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆอย่างต่อเนื่อง 1 ปีส่งผลในทางบวกต่อสมบัติของดิน ชนิดที่แตกต่างกันของปุ๋ยอินทรีย์ก็ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชแต่ละชนิดแตกต่างกันออกไป

คำสำคัญ: กระเจี๊ยบเขียว ผักกาดหัว คะน้า ปุ๋ยค้างคาว ปุ๋ยมูลไก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยน้ำหมักปลา ปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน

Abstract

The study on the effect of organic fertilizers to the changes of some soil chemical and physical properties was investigated under one year continuous organic farming. The objective of this study was to determine the influence of organic fertilizers to the changes of pH, OM, N, P, K, soil moisture and bulk density of soil after planting, and yield and growth of Okra, Nappa cabbage, and Kale. The factorial 4x3 in RCBD with 3 replications was designed for this study. The main factors consisted of 2 factos were A) organic fertilizers (A1; control, A2;Guano, A3;compost and A4;Chicken dung) and B) biofertilizers (B1;control, B2;earthworm-compost tea and B3;fish-vermicompost). The results showed that the organic fertilizer application under one year continuous organic farming increased soil pH, organic matter, N, P and K. Whereas, bulk density was decreased. The combination between chicken dung and earthworm-compost tea significantly increased the yield of Okra, but the yield and size of nappa cabbage was significantly increased by using the guano and earthworm-compost tea, whereas, the yield of Kale was significantly increased by using the combination of compost and earthworm-compost tea. Our result suggested that the one year contious organic fertilizer application was good for soil properties, whereas, the diferent kinds of oganic and bio fertilizers were suitable for diferent vegetables.

Keywords: Okra, Nappa cabbage, Kale, Guano, Compost, Chicken dung, Compost-tea

คำนำ

“เกษตรอินทรีย์” เป็นระบบการเกษตรที่มุ่งลดการใช้ปัจจัยการผลิตจากภายนอกและหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีสังเคราะห์ และในขณะเดียวกันก็พยายามประยุกต์ใช้ธรรมชาติในการเพิ่มผลผลิตและพัฒนาความต้านทานต่อโรคของพืชหรือสัตว์เลี้ยง โดยความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบเกษตรอินทรีย์ถือเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ผลผลิตอยู่ในระดับสูงและยั่งยืน ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆได้ถูกนำเข้ามาใช้ในระบบเกษตรอินทรีย์ ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่จะใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่สามารถผลิตขึ้นได้เองเหรือหา

ได้ง่ายในท้องถิ่น และจะมีรูปแบบการจัดการปุ๋ยอินทรีย์ในรูปแบบเดิมๆ ติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน อาจส่งผลให้สมบัติทางเคมี (เช่น pH, OM, Avail N, Avail P, และ K) และทางกายภาพ (เช่น Bulk Density) ของดินบางประการเปลี่ยนแปลงไปซึ่งจะทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชลดลง และส่งผลกระทบต่อผลผลิตของพืชหรืออาจก่อให้เกิดปัญหาของโรคและแมลงตามมาดังนั้น การศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของสมบัติต่างๆดังที่กล่าวมาในดินที่มีการปลูกพืชผักอินทรีย์อย่างต่อเนื่องจะทำให้สามารถทราบถึงความอุดมสมบูรณ์และศักยภาพของดินในการผลิตที่จะเปลี่ยนแปลงไป และปัญหาหรือข้อจำกัดที่จะเกิดขึ้นและส่งผลกระทบต่อผลผลิตในระยะยาวได้ พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการจัดการปุ๋ยอินทรีย์เฉพาะพื้นที่เพื่อป้องกันปัญหาต่างๆที่จะเป็นข้อจำกัดในการผลิตพืชผักอินทรีย์ในอนาคตอีกด้วย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและกายภาพบางประการของดินที่มีการปลูกพืชผักอินทรีย์ต่อเนื่องกัน
2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆและวิธีการจัดการที่เหมาะสมในการปลูกพืชผักอินทรีย์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถทราบถึงการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและกายภาพบางประการของดินที่มีการปลูกพืชผักอินทรีย์อย่างต่อเนื่อง
2. เพื่อให้ทราบถึงปัญหาที่จะเกิดขึ้นในดินเมื่อมีการผลิตพืชผักในระบบเกษตรอินทรีย์อย่างต่อเนื่อง
3. ได้องค์ความรู้และแนวทางการการจัดการปุ๋ยอินทรีย์ให้เหมาะกับดินและการปลูกพืชผักในระบบการผลิตพืชผักอินทรีย์

การตรวจเอกสาร

ปุ๋ยอินทรีย์ หมายถึงปุ๋ยที่มีองค์ประกอบหลักเป็นสารอินทรย์ต่างๆ ซึ่งได้มาจากซากพืช ซากสัตว์ รวมทั้งสิ่งขับถ่ายจากสัตว์ เศษเหลือของสารอินทรีย์ต่างๆ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อพืชเมื่อได้ผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้กันแพร่หลายได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ นอกจากนี้ยังมีเศษเหลือจากโรงงานฆ่าสัตว์ โรงงานแปรรูปทางการเกษตร (ธงชัย, 2550) ปุ๋ยอินทรีย์มีความสำคัญต่อการปรับปรุงสมบัติทางกายภายของดิน และเป็นแหล่งของ

อินทรียวัตถุ และธาตุอาหารพืชที่สำคัญ ปุ๋ยอินทรีย์มีหลายชนิดที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ยพืชสด โดยจะมีธาตุอาหารพืชแตกต่างกันออกไป ซึ่งปุ๋ยแต่ละชนิดจะให้และปลดปล่อยธาตุอาหารพืชออกมาในปริมาณและอัตราเร็วที่แตกต่างกันออกไปโดยขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุอาหารที่พืบในปุ๋ยชนิดนั้น (นงลักษณ์ และวีณา, 2557)

ปุ๋ยคอก เป็นแหล่งธาตุไนโตรเจนและกำมะถันในดิน นอกจากนี้ยังให้ธาตุอื่นๆอีกด้วย ส่งเสริมให้ดินเนื้อหยาบมีเม็ดดินเพิ่มขึ้น ช่วยอุ้มน้ำได้ดี (ปฐพีชล, ม.ป.ป.) ไนโตรเจนในปุ๋ยคอกมีอยู่ 3 ส่วน คือ 1) ส่วนที่พืชใช้ประโยชน์ได้ง่าย เช่น แอมโมเนียมไอออน ไนเทรตไอออนหรือยูเรีย 2) ส่วนที่เป็นอินทรียสารซึ่งปลดปล่อยธาตุอาหารอย่างช้าๆภายในช่วงเวลาหนึ่งปี 3) ส่วนที่เป็นอินทรียสารซึ่งสลายยากและปลดปล่อยธาตุอาหารช้ามาก โดยเริ่มปลดปล่อยเมื่อย่างเข้าปีที่สอง (ยงยุทธ และคณะ, 2551) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Weena et al., (2008) ที่ชี้ให้เห็นว่าการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชในดินจะมีอัตราที่รวดเร็วในระยะแรกและค่อยๆลดลงเมื่อเวลาผ่านไป

ปุ๋ยคอกที่ได้มาจากสัตว์แต่ละชนิดจะมีปริมาณธาตุอาหารพืชแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น อาหารที่สัตว์กิน และชนิดของสัตว์ ปริมาณธาตุอาหารพืชในปุ๋ยคอกที่ได้จากสัตว์ปีกจะมีค่อนข้างสูง

ตารางที่ 1 ปริมาณธาตุอาหารหลักเฉลี่ยในปุ๋ยคอกแต่ละชนิด

ชนิดของปุ๋ยคอก	N (%)	P (%)	K (%)
โค	1.91	0.56	1.40
กระบือ	1.23	0.69	1.66
ไก่	3.77	1.89	1.76
เป็ด	2.15	1.33	1.15
ค้างคาว	3.11	12.20	1.84
นกนางแอ่น	5.82	8.42	0.58
แกะ	2.04	1.66	1.88
ม้า	2.33	0.83	1.33
สุกร	2.80	1.36	1.18

(สมศักดิ์, 2521)

ปุ๋ยหมัก เป็นปุ๋ยที่ได้จากการหมักซากพืชซากสัตว์ตลอดจนมูลสัตว์ เพื่อให้อินทรียสารสลายตัวผุพังจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ ในการใช้ปุ๋ยหมักอาจมีข้อจำกัดบางประการเกี่ยวกับรูปของ

ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ โดยไนโตรเจนเกือบทั้งหมดอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ แต่มีแอมโมเนียมและไนเตรทในสัดส่วนที่ต่ำมาก เช่น ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากวัสดุต่างๆ แม้จะมีไนโตรเจนทั้งหมดสูงถึง 2% แต่จะมีไนโตรเจนที่พืชนำไปใช้ได้ง่ายต่ำกว่า 0.03% ไนโตรเจนที่เหลือจะค่อยๆปลดปล่อยออกมาให้พืชอย่างช้าๆในขั้นตอนการสลายตัวของปุ๋ยหมัก ทำให้เป็นข้อจำกัดในการใช้ปุ๋ยหมักกับพืชผักที่มีการเจริญเติบโตรวดเร็ว (ยงยุทธ และคณะ, 2551) แต่ปุ๋ยหมักมีผลอย่างมากต่อการปรับปรุงสมบัติดินทางกายภาพให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

ปุ๋ยหมักให้ผลดีในการผลิตพืชเกือบทุกชนิด เช่น พืชผัก ไม้ดอก ไม้ประดับและไม้ผล ตลอดจนการแต่งสวน สำหรับคุณค่าของปุ๋ยหมักที่สำคัญคือ เป็นแหล่งธาตุอาหาร และปรับปรุงสมบัติของดินทางฟิสิกส์ เคมี และชีวภาพ (Alexander, 2001) ไนโตรเจนในปุ๋ยหมักอยู่ในรูปอินทรียสารเป็นส่วนมาก กับรูปแอมโมเนียมและไนเทรตอีกเล็กน้อย สำหรับอัตราการเปลี่ยนไนโตรเจนจากรูปอินทรียสารในปุ๋ยหมัก มาเป็นแอมโมเนียมนั้นค่อนข้างช้า จึงมิได้ปลดปล่อยธาตุอาหารนี้ทั้งหมดให้แก่พืชฤดูปลูกเดียว แต่สามารถชะลอไปให้พืชที่ปลูกตามมาอีกด้วย (Castellanos and Pratt, 1981) ซึ่งทฤฎีดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของจตุรงค์และคณะ (2549) ที่ชี้ให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ยหมักสามารถทำให้ผลผลิตเพิ่มสูงกว่าปุ๋ยเคมีเมื่อมีการเปรียบเทียบโดยการใช้อย่างต่อเนื่อง ปุ๋ยเคมีสามารถทำให้ผลผลิตคะน้าเพิ่มสูงที่สุดในปีแรกแต่เมื่อปีที่ 2 กลับทำให้ผลผลิตลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยหมัก และเมื่อมีการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับ EM สามารถให้ผลผลิตที่ใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมีในการปลูกพืชผัก เช่น ถั่วฝักยาวและมะเขือยาว (นงลักษณ์ และฉันทนา, 2542)

ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่เริ่มมีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เกิดจากกระบวนย่อยสลายขยะอินทรีย์โดยใช้ไส้เดือนดิน ได้มีการศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและมูลสัตว์ พบว่า มีปริมาณธาตุอาหารพืช N P K Ca Mg และ B แตกต่างกันออกไปขึ้นกับวัสดุดิบที่ใช้ (กรวิกา, 2549) Hala *et al.* (2002) ได้แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนเป็นแหล่งของ P และ K สำหรับการปลูกข้าวฟ่าง สำหรับการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินโดยการใช้วัตถุดิบเป็นเศษผักจากตลาดผสมกับมูลสัตว์ต่างๆ จะทำให้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้มีปริมาณธาตุ N P และ K สูง (Surindra, 2009) และยังสามารถเพิ่มผลผลิตและคุณภาพให้แก่พืชหลายชนิด ได้แก่ การเพิ่มคุณภาพและจำนวนดอกของกุหลาบ ชวนชม โป๊ยเซียน มะลิ (วีณา, 2557) และดาวเรือง (Weena, 2014) และสามารถเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของกระเจี๊ยบเขียว พริกหนุ่มเมื่อมีการใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราที่เหมาะสม (วีณา, 2556)

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุไนโตรเจนที่มีอยู่ในวัสดุชนิดต่างๆที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก

ชนิดของวัสดุ	ปริมาณธาตุไนโตรเจน (กิโลกรัม ต่อ วัสดุแห้ง 100 กิโลกรัม)
ตะกอนน้ำเสีย	2.0 – 6.0
มูลเป็ด – ไก่	3.5 – 5.0
มูลสุกร	3.0
ต้นถั่วต่างๆ	2.0 – 3.0
ผักตบชวา	2.2 – 2.5
มูลม้า	2.0
มูลวัว – ควาย	1.2 – 2.0
เปลือกถั่วลิสง	1.6 – 1.8
ต้นฝ้าย	1.0 – 1.5
ต้นข้าวฟ่าง	1.0
ต้นข้าวโพด	0.7 – 1.0
ใบไม้แห้ง	0.4 – 1.5
ฟางข้าว	0.4 – 0.6
หญ้าแห้ง	0.3 – 2.0
กาบมะพร้าว	0.5
แกลบ	0.3 – 0.5
กากอ้อย	0.3 – 0.4
ขี้เลื่อยเก่า	0.2
ขี้เลื่อยใหม่	0.1

ที่มา : (เกษตรพอเพียงที่สวนเพื่อนพอเพียง, 2553)

ปริมาณธาตุอาหารพืชที่พบในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจะแตกต่างกันไปขึ้นกับวัตถุดิบและสายพันธุ์ไส้เดือนที่ใช้ ดังตารางที่ 3 เมื่อใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินให้กับต้นพืช ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินก็จะค่อยๆปลดปล่อยไนโตรเจนในรูป (NH^{+}_{4}) และ (NO^{-}_{3}) ซึ่งจะทำให้ดินมี (NH^{+}_{4}) และ (NO^{-}_{3}) พร้อมให้ต้นพืชดูดนำไปใช้ได้ตลอดเวลา (อานัฐ, 2550)

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณธาตุอาหารพืชของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* และ *Eisenia foetida*

ชนิดของขยะอินทรีย์	pH	EC (mS/cm)	ปริมาณธาตุอาหารพืช (%)				
			N	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**
1. ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*							
เศษอาหาร	6.6	1,200	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1
เศษผัก	6.8	1,300	0.4	0.2	0.4	0.3	0.1
เศษผลไม้	6.6	1,800	0.4	0.1	0.4	0.1	0.1
มูลวัว	7.0	3,800	1.2	0.8	1.3	1.5	0.5
2. ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida*							
เศษอาหาร	6.3	2,500	0.9	0.3	0.6	0.9	0.2
เศษผัก	6.7	2,400	0.8	0.3	0.5	0.8	0.2
เศษผลไม้	6.8	2,300	0.7	0.4	0.6	1.3	0.3
มูลวัว	6.7	2,300	1.2	0.6	0.7	1.8	0.4

ที่มา: อานัติ (2548)

ปุ๋ยพืชสด เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่เกิดจากการไถกลบหรือคลุกส่วนของพืชลงไปในดินในขณะที่พืชยังเจริญเติบโต และยังสดก่อนที่จะมีการปลูกพืชหลัก เมื่อพืชที่ถูกไถกลบถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ก็จะมีการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชออกมา พืชที่ใช้ทำปุ๋ยพืชสดมีหลายชนิดได้แก่ พืชตระกูลถั่ว และที่ไม่ใช่พืชตระกูลถั่วเช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง หญ้า ซึ่งธาตุอาหารพืชที่ได้จะขึ้นอยู่กับน้ำหนักของปุ๋ยพืชสดของแต่ละชนิด

ปุ๋ยชีวภาพ คือปุ๋ยที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์สายพันธุ์ดีและมีปริมาณมาก เมื่อใส่ลงไปในดินจะส่งเสริมให้พืชสามารถใช้ประโยชน์จากธาตุอาหารพืชที่อยู่ในดิน เช่น การตรึงไนโตรเจนโดยไรโซเบียม หรือการละลายสารประกอบฟอสเฟต (ยงยุทธและคณ, 2551) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินหรือไซยาโนแบคทีเรียช่วยในการตรึงไนโตรเจน ในขณะที่การอยู่ร่วมกันของราไมคอร์ไรซาและรากพืชบางชนิดจะส่งเสริมให้พืชดูดฟอสฟอรัสจากดินได้เพิ่มขึ้น (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

ตารางที่ 4 อัตราเมล็ดถั่วที่ใช้และปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ

ชนิดของถั่ว	อัตราเมล็ดที่ใช้ (กก./ไร่)	ปริมาณ N ที่ได้รับ (กก./ไร่)
ปอเทืองเตี้ย	5	14-16
ปอเทือง	5	15-20
โสนจีนแดง	4	10-15
โสนแอฟริกัน	4	14-19
ถั่วพุ่ม	6	9-10
ถั่วแปป	8	13.5
ถั่วขอ	8	13.0
ถั่วแปยี	8	12.0
ถั่วพร้า	10	11.0
ถั่วข้าว	6	20.0
ถั่วเขียว	5	5-6
ถั่วเหลือง	8	5.0

(สมศักดิ์, 2521)

ตารางที่ 5 ปริมาณการตรึงไนโตรเจนและสัดส่วนของไนโตรเจนที่ได้จากการตรึงของถั่วในประเทศไทย 4 ชนิด

ชนิดของถั่ว	การตรึงไนโตรเจน		อายุการเก็บเกี่ยว (วัน)
ถั่วลิสง	17-21	59-64	90-100
	24-32	72-77	106-119
ถั่วเหลือง	17-24	66-68	98-104
	11-28	38-74	72
ถั่วเขียวผิวมัน	10-11	89-90	57-64
ถั่วเขียวผิวดำ	19-22	95-98	66

ที่มา : สมศักดิ์ (2541)

จะเห็นได้ว่าปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดจะมีธาตุอาหารพืชที่แตกต่างกันออกไป ในบางพื้นที่ที่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ติดต่อกันมาเป็นเวลานานพบว่ามีการสะสมของธาตุอาหารพืชบางตัวค่อนข้างสูง ใน

พื้นที่โครงการหลวง 27 ศูนย์ (ได้แก่ แม่แพะ แม่แฮ แม่โถ แม่ทาเหนือ แม่ปูนหลวง ฯลฯ) ซึ่งมุ่งเน้นระบบเกษตรอินทรีย์ พบว่ามีการสะสมของอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ธาตุฟอสฟอรัสอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ส่วนธาตุโพแทสเซียมอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก (ชูจิตต์, 2553) ในพื้นที่เกษตรกรรมโครงการหลวง ได้แก่ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง สถานีเกษตรปางดะ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแกน้อย และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงขุนวางพบว่ามีสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินค่อนข้างสูงถึงสูง โดยเฉพาะมีการสะสมของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในแปลงพืชผักและไม้ผลในปริมาณที่สูงถึงสูงมาก (พงษ์สันติ์, 2553) ในพื้นที่แปลงปลูกผักอินทรีย์ของศูนย์โครงการหลวง 5 ศูนย์ อยู่ในระดับสูงมาก (325-1,559 มก./กก.) เนื่องจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ติดต่อกันเป็นปริมาณมากทุกฤดูเพาะปลูก (ชูจิตต์และคณะ, 2547) เพราะฉะนั้นถ้าสามารถเลือกชนิดปุ๋ยอินทรีย์และวิธีจัดการที่สามารถส่งเสริมให้ธาตุอาหารพืชที่ตกค้างอยู่ในดินเหล่านี้สามารถละลายหรือถูกปลดปล่อยออกมาได้ทันกับความต้องการของพืช ก็จะช่วยให้เกษตรกรสามารถจัดการปุ๋ยอินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธภาพมากขึ้น ซึ่งอาจนำมาสู่การลดต้นทุกการผลิตได้อีกทางหนึ่ง

การผลิตพืชผักอินทรีย์ จะคำนึงถึง ดิน พืช แมลงและสภาพแวดล้อมควบคู่กันไปทุกด้าน ซึ่งจะเน้นให้ความสำคัญต่อระบบการผลิตซึ่งแตกต่างจากการผลิตพืชผักปลอดภัยจากสารเคมีหรือผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพซึ่งเน้นความปลอดภัยและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (นิพนธ์, 2546) ซึ่งในกลุ่มประเทศยุโรปได้มีการผลิตเกษตรอินทรีย์และพัฒนาระบบเพื่อรองรับการแข่งขันที่จะมีเพิ่มขึ้นในอนาคตตามความต้องการบริโภคที่จะเพิ่มสูงขึ้นเป็นอย่างมากในอนาคต

ตารางที่ 6 แหล่งและพื้นที่ผลิตเกษตรอินทรีย์ (FAO, 2000)

ประเทศ	พื้นที่ (เฮกตาร์)	สัดส่วนต่อพื้นที่การเกษตร (%)
อังกฤษ	472 500	2.5
เยอรมัน	546 023	3.2
ฝรั่งเศส	371 000	1.3
ออสเตรีย	272 000	10.0
สวิสเซอร์แลนด์	95 000	9.0
เดนมาร์ค	165 258	6.2
สวีเดน	139 000	5.1
สหรัฐอเมริกา(1997)	544 000	0.2
ญี่ปุ่น	1 000	0.02

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

เวลา เริ่มทำการทดลอง 1 สิงหาคม พ.ศ. 2556

สิ้นสุดการทดลอง 31 สิงหาคม พ.ศ. 2557

การทดลองที่ 1 ศึกษาคุณภาพปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆที่ผลิตโดยหน่วยงานของ ม.แม่โจ้ และที่มีจำหน่ายบริเวณใกล้เคียงโดยทำการวิเคราะห์

- สมบัติทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรดด่าง (pH), ปริมาณธาตุอาหารพืช (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม), อินทรียวัตถุ (OM), อัตราส่วนคาร์บอน (C) : ไนโตรเจน (N), ค่าการนำไฟฟ้า (Electric conductivity)
- สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความหนาแน่นรวม (Bulk Density), ความชื้น (moisture), ขนาดของปุ๋ยอินทรีย์
- ฮอร์โมนพืช ได้แก่ ออกซิน (auxin) จิบเบอเรลลิน (gibberellins) และไซโตไคนิน (Cytokinins)

การทดลองที่ 2 ศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆต่อการเจริญเติบโตของพืชผักในพื้นที่ แปลงเกษตรอินทรีย์ของสาขาพืชผัก คณะผลิตกรรมการเกษตร

พืชผักที่ทำการทดลองได้แก่ กระเจี๊ยบเขียว ผักกาดหัว และคะน้า

ปลูกครั้งที่ 1 กระเจี๊ยบเขียว

วางแผนการทดลองแบบ Factorial 4x3 ในการสุ่มแบบสมบูรณ์ (Randomize complete block design; RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ซึ่ง Main Factor ประกอบด้วย

Factor a: ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้แก่ 1.ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 2.ปุ๋ยค้างคาว 3. ปุ๋ยหมัก 4. ปุ๋ยมูลไก่

Factor b: ปุ๋ยชีวภาพ ได้แก่ 1.ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ 2.ปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน (ปุ๋ย: น้ำ = 1:120) 3.ปุ๋ยน้ำหมักปลา (ปุ๋ย: น้ำ = 1:300)

(*ผลิตโดยหน่วยงานใน ม.แม่โจ้)

การทดลองประกอบด้วย 12 ทรีทเมนต์คอมบิเนชัน ดังนี้

	Control	
1	A1B1	ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์+ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ
2	A1B2	ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน
3	A1B3	ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์+ปุ๋ยน้ำหมักปลา
4	A2B1	ปุ๋ยค้างคาว(ปุ๋ยซากุระ)+ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ

5	A2B2	ปุ๋ยค้างคาว(ปุ๋ยซากุระ)+ปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน
6	A2B3	ปุ๋ยค้างคาว(ปุ๋ยซากุระ)++ปุ๋ยน้ำหมักปลา
7	A3B1	ปุ๋ยหมัก+ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ
8	A3B2	ปุ๋ยหมัก+ปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน
9	A3B3	ปุ๋ยหมัก+ปุ๋ยน้ำหมักปลา
10	A4B1	ปุ๋ยมูลไก่ (ปุ๋ยน้อยหน่า) + ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพ
11	A4B2	ปุ๋ยมูลไก่ (ปุ๋ยน้อยหน่า) + ปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน
12	A4B3	ปุ๋ยมูลไก่ (ปุ๋ยน้อยหน่า)+ปุ๋ยน้ำหมักปลา

ปลูกครั้งที่ 2 และ 3 คือ ผักกาดหัวและคะน้า โดยทำการปลูกในในพื้นที่เดิมและใช้ทรีทเมนต์คอมบิเนชันเหมือนการปลูกกระเจี๊ยบเขียวในการปลูกครั้งแรก

เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการปลูกแต่ละครั้ง เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน (pH, OM, Total N, Available N P และ K) สมบัติทางฟิสิกส์ของดิน (Bulk Density และ Soil Moisture)

การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างพืช

เก็บตัวอย่างพืชและบันทึกข้อมูลผลผลิตและการเจริญเติบโตในแต่ละเดือน

การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบผลผลิตที่ได้และปริมาณธาตุอาหารพืชและสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินที่เปลี่ยนแปลงไปโดยการใช้โปรแกรมทางสถิติ

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

สมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน ปุ๋ยชีวภาพและปุ๋ยอินทรีย์

ดินในพื้นที่การทดลองเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง เนื้อดินร่วน มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) 6.89 ปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำ (1.45%) ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมมีปริมาณสูง คือ 0.072% 130 mg kg^{-1} และ 75 mg kg^{-1} ตามลำดับ แคลเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้คือ 1,192 และ 100 mg kg^{-1} (ตารางที่ 7)

ปุ๋ยชีวภาพทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ ปุ๋ยน้ำหมักปลาและน้ำหมักมูลไส้เดือนดินมีสมบัติที่แตกต่างกันออกไปโดยปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนดินแสดงสมบัติเป็นด่าง (pH 8.8) ในขณะที่ปุ๋ยน้ำหมักปลาแสดงสมบัติเป็นกรด (pH 5.44) ยังพบว่าปริมาณไนโตรเจน (0.52%) และโพแทสเซียม (0.47%) ในน้ำหมักปลามีสูงกว่าน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน ซึ่งพบปริมาณค่อนข้างน้อยคือ 0.01% และ 0.07% K_2O นอกจากนี้ยังพบปริมาณธาตุรองได้แก่แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ปริมาณสูงในน้ำหมักปลา

คือ 2,000 และ 506 mg kg^{-1} และจุลธาตุบางตัวได้แก่ เหล็ก (Fe) สังกะสี (Zn) และโบรอน (B) มีปริมาณค่อนข้างน้อย คือ 54 12 และ <0.05 mg kg^{-1} ตามลำดับ

นอกจากนี้จากผลการวิเคราะห์ฮอร์โมนพืชพบว่าปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินมีปริมาณ Free IAA ที่ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยน้ำหมักปลา โดยพบปริมาณ Free IAA ในน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน 4.18 µg L^{-1} และ 1.15 µg L^{-1} ในน้ำหมักปลา แต่พบว่าปริมาณ Free GA3 และ Fre Cytokinins มีปริมาณในปุ๋ยน้ำหมักปลาสูงกว่าน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน คือ 0.55 และ 0.06 µg L^{-1} ในปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน และ 1.18 และ 0.24 µg L^{-1} ในปุ๋ยน้ำหมักปลาตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 7 สมบัติดินก่อนการปลูกพืชผัก

เนื้อดิน (Texture)	Sand	Silt	Clay	pH	OM (%)	Total N (%)	Available P (mg kg^{-1})	Extractable forms (mg kg^{-1})		
	(%)							K	Ca	Mg
ร่วน (Loam)	50.1	32	17.9	6.89	1.45	0.072	130	75	1,192	100

ตารางที่ 8 สมบัติทางเคมีของปุ๋ยชีวภาพ

	ปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน	ปุ๋ยน้ำหมักปลา
pH	8.8	5.44
Organic Matter (%)	_	10.30
Total Nitrogen (%)	0.01	0.52
Phosphorus (%P_2O_5)	_	0.31
Potassium (%K_2O)	0.07	0.47
Calcium (mg kg^{-1})	_	2,000
Magnesium (mg kg^{-1})	_	506
Iron (mg kg^{-1})	_	54
Zinc (mg kg^{-1})	_	12
Boron (mg kg^{-1})	_	<0.05
Free IAA (µg/L)	4.18	1.15
Free GA3 (µg/L)	0.55	1.18
Free Cytokinins (µg/L)	0.06	0.24

ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มี pH 5.51-8.02 โดยพบว่าปุ๋ยมูลไก่มี pH สูงสุดรองลงมาคือ ปุ๋ยหมักและปุ๋ยค้างคาว ปริมาณอินทรียวัตถุและไนโตรเจนมีมากที่สุดในปุ๋ยหมักคือ 42.23 และ 2.11% ปริมาณฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม และสังกะสีพบปริมาณมากที่สุดในปุ๋ยมูลไก่ ได้แก่ 4.62%P_2O_5 8.67% 1.53% และ 0.036% ตามลำดับ ในขณะที่โพแทสเซียม เหล็กและโบรอนถูกพบมากที่สุดในปุ๋ยค้างคาว คือ 1.61%K_2O 0.51%และ 0.003% ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 สมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์

	ปุ๋ยค้างคาว	ปุ๋ยหมัก	ปุ๋ยมูลไก่
pH	5.51	7.63	8.02
Organic Matter (%)	20.12	42.23	39.32
Total Nitrogen (%)	1.01	2.11	1.97
Phosphorus (%P_2O_5)	0.50	0.83	4.62
Potassium (%K_2O)	1.61	0.60	3.07
Calcium (%)	1.65	2.93	8.67
Magnesium (%)	0.72	0.6	1.53
Iron (%)	0.51	0.25	0.26
Zinc (%)	0.013	0.013	0.036
Boron (%)	0.003	0.002	0.002

ผลจากการใส่ปุ๋ยตำรับต่างๆต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและกายภาพบางประการของดิน

สมบัติทางเคมี

จากการศึกษาพบว่า ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) เพิ่มขึ้นในทุกตำรับการทดลอง การใส่ปุ๋ยค้างคาวอย่างเดียว และการใช้ปุ๋ยค้างคาวร่วมกับการฉีดพ่นปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนส่งผลให้มีการลดลงเล็กน้อยของ pH ในดินหลังการปลูกกระเจี๊ยบเขียวและผักกาดหัวเมื่อเทียบกับตำรับการทดลองอื่นๆที่พบว่าเพิ่มขึ้นเป็น 7.0-8.0 และ pH เพิ่มขึ้นทุกตำรับการทดลองหลังจากการปลูกคะน้าซึ่งรวมทั้งตำรับควบคุม จากการทดลองเห็นได้ว่าการปลูกพืชผักทั้ง 3 ชนิดโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์และชีวภาพส่งผลให้ pH ของดินเพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าปุ๋ยอินทรีย์บางตัวจะมี pH เป็นกรด (ปุ๋ยค้างคาว) แต่เมื่อมีการปลูกอย่างต่อเนื่องในพื้นที่เดียวกันกลับส่งผลทำให้ pH ในดินเพิ่มขึ้นได้ ซึ่งจะแตกต่างอย่างชัดเจนจากการใช้ปุ๋ยเคมีที่จะให้ผลกลับกันเมื่อมีการใช้อย่างต่อเนื่องในดิน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Steel *et al.*

(2012) ที่ชี้ให้เห็นว่าการเพิ่มปุ๋ยหมักที่มีวัตถุดิบที่ใช้ผลิตแตกต่างกัน แต่ทำให้ pH ในดินเพิ่มขึ้นเหมือนกันเมื่อมีการใช้อย่างต่อเนื่อง

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีแนวโน้มลดลงทุกตำรับการทดลองหลังการปลูกกระเจี๊ยบเขียว แต่พบว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนหลังการปลูกผักกาดหัวในทุกตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ โดยเพิ่มขึ้นจาก 1.45%ก่อนปลูกเป็น 1.90-2.52% (ยกเว้นตำรับที่ใส่ปุ๋ยค้างคาวร่วมกับน้ำหมักปลา) แต่ปริมาณอินทรียวัตถุลดลงเกือบทุกตำรับการทดลองหลังการปลูกคะน้าเมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนปลูก ยกเว้นตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด เป็นที่น่าสังเกตว่าเมื่อมีการใส่ปุ๋ยน้ำหมักปลาร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์จะทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ชี้ให้เห็นว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างปุ๋ยชีวภาพกับปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งอาจเป็นผลจากการที่น้ำหมักปลาส่งเสริมให้เกิดการย่อยสลายอินทรียวัตถุในดินได้ดีกว่าปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน (ตารางที่ 10)

ปริมาณไนโตรเจนในดินลดลงเกือบทุกตำรับการทดลองหลังการปลูกกระเจี๊ยบเขียวยกเว้นตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยค้างคาว+น้ำหมักมูลไส้เดือนดินและตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมัก และกลับสะสมเพิ่มขึ้นในดินหลังการปลูกผักกาดหัวและคะน้าในทุกตำรับการทดลองยกเว้นตำรับควบคุมซึ่งน่าจะเป็นผลจากการย่อยสลายของปุ๋ยอินทรีย์ที่มีการใส่ลงไปในดิน โดยตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยน้ำหมักปลาร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์จะทำให้ปริมาณของไนโตรเจนเหลืออยู่ในดินน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์หรือที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวที่ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้น ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chalhoub *et al.* (2013) ที่ชี้ให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักจะทำให้อินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้น ในส่วนของการลดลงของอินทรียวัตถุอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยน้ำหมักปลาและน้ำหมักมูลไส้เดือน อาจเป็นไปได้ว่าปริมาณหรือชนิดของจุลินทรีย์ที่สามารถทำการย่อยสลายได้ดีมีอยู่ในปุ๋ยน้ำหมักปลามากกว่าน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน

ปริมาณฟอสฟอรัสในดินมีการเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ที่พบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสในมูลไก่สูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับมูลค้างคาวและปุ๋ยหมักส่งผลให้มีปริมาณฟอสฟอรัสเหลืออยู่ในดินปริมาณมากหลังจากการปลูกพืชในแต่ละครั้ง ผลการทดลองดังกล่าวใกล้เคียงกับผลการวิจัยของ Steel *et al.* (2012) ที่ใช้ให้เห็นว่าปริมาณธาตุอาหารในดินที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตปุ๋ยหมัก ในขณะที่ตำรับอื่นๆมีแนวโน้มลดลง โดยตำรับควบคุมและตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยค้างคาวทำให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสลดลงค่อนข้างชัดเจนหลังการปลูกพืชในแต่ละครั้งซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ที่พบว่าปุ๋ยค้างคาวมีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับปุ๋ยหมักและปุ๋ยมูลไก่ คือ 0.50 % P_2O_5

ปริมาณโพแทสเซียมในดินมีการลดลงอย่างชัดเจนในตำรับควบคุมและที่มีการใส่ปุ๋ยชีวภาพเพียงอย่างเดียวหลังการปลูกแต่ละครั้ง ในขณะที่ตำรับอื่นๆมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนหลังการ

ปลูกพืชทั้ง 3 ชนิด ยกเว้นตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยค้างคาวและปุ๋ยหมักที่พบว่าปริมาณโพแทสเซียมลดลงหลังการปลูกกระเจี๊ยบเขียว ในขณะที่ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่มีปริมาณโพแทสเซียมในดินสูงสุดตลอดการปลูกพืชซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ที่พบว่ามูลไก่มีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยหมักและปุ๋ยค้างคาว คือ 3.07%K_2O

สมบัติทางกายภาพ

ปริมาณความชื้น (w/w) ในดินไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างตำรับการทดลองในดินหลังการปลูกกระเจี๊ยบเขียวและผักกาดหัว แต่พบว่ามีความแตกต่างของความชื้นในดินหลังการปลูกคะน้า โดยตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างส่งผลให้ดินสามารถเก็บความชื้นไว้ในดินสูงที่สุดคือ 20.9% ในขณะที่ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยค้างคาวร่วมกับน้ำหมักปลาทำให้ดินมีความชื้นน้อยที่สุด คือ 15.6%

ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) มีความแตกต่างทางสถิติในดินหลังการปลูกผักกาดหัวและกระเจี๊ยบเขียวซึ่งพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติในทุกตำรับการทดลองในดินหลังการปลูกกระเจี๊ยบเขียว โดยตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่มีความหนาแน่นรวมของดินน้อยที่สุดคือ 1.19-1.21 gcm^{-3} หลังการปลูกกระเจี๊ยบเขียว และความหนาแน่นรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหลังการปลูกผักกาดหัวโดยตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับน้ำหมักปลาส่งผลให้ความหนาแน่นรวมสูงที่สุด คือ 1.51 แต่จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าความหนาแน่นรวมของดินลดลงจากดินก่อนปลูกในทุกตำรับการทดลองตลอดฤดูปลูกพืชทั้ง 3 ชนิด (ตารางที่ 12)

จากผลการศึกษาข้างต้นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินให้ผลสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hose *et al.* (2014) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ยหมักติดต่อกันอย่างต่อเนื่องเพื่อปรับปรุงดินส่งผลดีต่อสมบัติของดิน โดยเฉพาะการเพิ่มปริมาณอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนในดิน และยังส่งเสริมให้เกิดกระบวนการ C mineralization ที่บ่งชี้ถึงกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้ปุ๋ยหมัก (Zhang *et al.,* 2014) นอกจากนี้ผลการทดลองยังชี้ให้เห็นว่าผลผลิตของแตงกวาและการเจริญเติบโตของรากมีความสัมพันธ์กับปริมาณของ soil microbial bimass carbon ที่เพิ่มขึ้นจากการใส่ปุ๋ยหมักลงสู่ดินอย่างต่อเนื่อง

ผลจากการใส่ปุ๋ยตำรับต่างๆต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระเจี๊ยบเขียว ผักกาดหัวและคะน้า

กระเจี๊ยบเขียว

ความสูงของกระเจี๊ยบเขียวไม่มีความแตกต่างทางสถิติหลังการปลูก 30 วัน แต่มีความแตกต่างทางสถิติหลังการปลูก 60 และ 90 วัน โดยการใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนดินเพียงอย่างเดียวส่งผลให้กระเจี๊ยบเขียวมีความสูงมากที่สุดคือ 59.3 ซม. ซึ่งอาจจะเป็นผลโดยตรงจากฮอร์โมนพืช Free IAA ที่พบปริมาณมากในปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนดินเมื่อเทียบกับน้ำหมักปลา คือ 4.18 g L^{-1} ในขณะที่

ตำรับอื่นๆไม่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างด้านความสูงหลังการปลูก 60 วัน แต่เมื่อการเจริญเติบโตผ่านไป 90 วัน พบว่าตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่มีแนวโน้มทำให้กระเจี๊ยบเขียวมีความสูงมากที่สุด

ทรงพุ่มของกระเจี๊ยบเขียวมีความแตกต่างทางสถิติที่ 30 และ 60 วันหลังย้ายปลูก โดยตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหมักมีแนวโน้มส่งผลต่อขนาดทรงพุ่มมากที่สุด คือ 40.4 ซม. ที่ 30 วันหลังย้ายปลูก แต่เมื่อ 60 วันหลังย้ายปลูกจะพบว่าตำรับที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับน้ำหมักมูลไส้เดือนดินมีแนวโน้มส่งผลต่อทรงพุ่มมากที่สุดคือ 40.6 ซม.

น้ำหนักต้นสดและผลสดของกระเจี๊ยบเขียวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อมีการใส่ปุ๋ยตำรับต่างๆ โดยตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับน้ำหมักมูลไส้เดือนดินส่งผลให้น้ำหนักต้นสดและผลสดของกระเจี๊ยบเขียวสูงที่สุดคือ 3.47 และ 4.13 กก. ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าปริมาณธาตุอาหารพืชในปุ๋ยมูลไก่ที่ซึ่งมีปริมาณมากโดยเฉพาะไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเมื่อเทียบกับปุ๋ยค้างคาวและปุ๋ยหมักเป็นตัวส่งเสริมให้มีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงที่สุดซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของศุภธิดาและคณะ (2546) ที่ชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักสามารถชักนำให้กระเจี๊ยบเขียวมีการเจริญเติบโตและกระตุ้นการออกดอกติดผลได้ดียิ่งขึ้น

ผักกาดหัว

ความสูง ทรงพุ่มของส่วนเหนือดิน และจำนวนใบของผักกาดหัวมีความแตกต่างทางสถิติที่ 15 30 และ 45 วันหลังย้ายปลูก ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนดินเพียงอย่างเดียวส่งผลให้ความสูงมากที่สุดที่ 15 และ 30 วันหลังการย้ายปลูก ซึ่งให้ผลการทดลองใกล้เคียงกับการเจริญเติบโตด้านความสูงของกระเจี๊ยบเขียว แต่เมื่อเวลาผ่านไป 45 วันหลังย้ายปลูกพบว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับน้ำหมักปลาส่งผลให้ความสูงมากที่สุด ในขณะที่ทรงพุ่มที่ 15 วันหลังย้ายปลูกมีขนาดมากที่สุดในตำรับควบคุมและตำรับที่ใส่ปุ๋ยน้ำหมักปลาเพียงอย่างเดียว และน้อยที่สุดในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยค้างคาวและมูลไก่ร่วมลงไป ในขณะที่ขนาดทรงพุ่มที่ 30 และ 45 วันให้ผลที่ใกล้เคียงกันโดยมีขนาดสูงสุดในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมและน้อยที่สุดในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยค้างคาวร่วม (ตารางที่ 14)

ความยาวรอบหัวและน้ำหนักสดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ความยาวและน้ำหนักสดหัวผักกาดขาวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยค้างคาวร่วมกับปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนดินทำให้ความยาวและน้ำหนักหัวสูงที่สุด คือ 17.8 ซม. และ 2.6 กก.ต่อแปลงย่อยตามลำดับ และมีแนวโน้มส่งผลให้ความยาวรอบหัวและน้ำหนักต้นสดสูงที่สุด คือ 14.0 ซม. และ 2.9 กก.ต่อแปลงย่อย ผลการทดลองของผักกาดหัวให้ผลแตกต่างจากกระเจี๊ยบเขียวที่ชี้ให้เห็นว่าปุ๋ยมูลไก่ส่งผลสูงที่สุดต่อผลผลิตในขณะที่ปุ๋ยค้างคาวส่งผลสูงสุดต่อผลผลิตผักกาดหัว อาจเป็นไปได้ว่าปริมาณธาตุอาหารที่พบในปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้งสองชนิด โดยเฉพาะพืชหัวที่ได้รับผลโดยตรงจากปริมาณโพแทสเซียมที่มีมากที่สุดในปุ๋ยค้างคาวเมื่อ

เปรียบเทียบกับปุ๋ยหมักและปุ๋ยมูลไก่ ซึ่งโพแทสเซียมเป็นธาตุที่มีผลโดยตรงต่อคุณภาพของผลผลิตในพืชหลายๆชนิด (ตารางที่ 15)

คะน้า

ทรงพุ่มของคะน้าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ 15 และ 30 วันหลังการย้ายปลูก ในขณะที่ความสูงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 15 วันโดยตำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียวส่งผลให้คะน้ามีความสูงมากที่สุด คือ 6.9 ซม. และตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับน้ำหมักปลาส่งผลให้มีความสูงน้อยที่สุด คือ 4.6 ซม. แต่เมื่อเวลาผ่านไป 30 วันพบว่าความสูงไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยตำรับที่มีการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับน้ำหมักมูลไส้เดือนดินมีแนวโน้มให้ความสูงมากที่สุด คือ 12.7 ซม. ในส่วนของจำนวนใบพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเวลาผ่านไป 30 วันโดยตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับน้ำหมักมูลไส้เดือนดินส่งผลให้จำนวนใบสูงที่สุด คือ 6.3 ใบต่อต้น ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับน้ำหนักสดที่พบว่าตำรับดังกล่าวส่งผลให้น้ำหนักคะน้าสดสูงที่สุด คือ 1.5 กก.ต่อแปลงย่อย (ตารางที่ 16) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจตุรงค์และคณะ (2549) ที่ชี้ให้เห็นว่าปุ๋ยหมักส่งผลให้คะน้ามีผลผลิตสูง และนอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของผลผลิตยังเป็นผลจากการที่สมบัติของดินที่ดีขึ้นอันเนื่องจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อย่างต่อเนื่องซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hose *et al.* (2014)

จากผลการทดลองปลูกพืชทั้ง 3 ชนิดพบว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนดินส่งผลให้กระเจี๊ยบเขียวมีผลผลิตสูงที่สุด ในขณะที่การใส่ปุ๋ยค้างคาวร่วมกับปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนดินส่งผลให้ผักกาดหัวมีความยาวและน้ำหนักผลผลิตสูงที่สุด ในส่วนของผลผลิตคะน้าพบว่าสูงที่สุดเมื่อมีการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชในปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดจะเห็นได้ว่าปุ๋ยแต่ละชนิดมีปริมาณธาตุอาหารแตกต่างกันออกไปโดยพบว่าปุ๋ยมูลไก่มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุด ปุ๋ยค้างคาวมีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุดและปุ๋ยหมักมีปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างมากนักเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยมูลไก่ ถ้าพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารพืชที่พบในปุ๋ยอินทรีย์กับผลผลิตที่ได้จากกระเจี๊ยบเขียว (พืชกินผล) ผักกาดหัว (พืชกินหัว) และคะน้า (พืชกินใบ) จะเห็นว่าผลผลิตกระเจี๊ยบเขียวมีการตอบสนองต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่มีมากที่สุดในปุ๋ยมูลไก่ ในขณะที่ผลผลิตของผักกาดหัวตอบสนองต่อปริมาณโพแทสเซียมที่มีมากที่สุดในปุ๋ยค้างคาว และผลผลิตคะน้าตอบสนองต่อปริมาณของไนโตรเจนที่มากที่สุดในปุ๋ยมูลไก่ เพราะฉะนั้นจากการศึกษาครั้งนี้อาจสรุปได้ว่าปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดมีผลที่แตกต่างกันออกไปต่อพืชแต่ละชนิดโดยขึ้นอยู่กับความต้องการธาตุอาหารของพืชแต่ละชนิดเป็นหลัก

ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของนงลักษณ์และวีณา (2557) ที่ชี้ให้เห็นว่าปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างกันจะปลดปล่อยธาตุอาหารพืชในปริมาณและอัตราเร็วที่แตกต่างกันออกไปโดยขึ้นกับปริมาณธาตุอาหารพืชที่พบในปุ๋ยอนิทรีย์แต่ละชนิด และสมบัติของดินที่ปลูก

ตารางที่ 10 ความเป็นกรดด่าง (pH) และอินทรียวัตถุ (OM) ของดินก่อนและหลังการปลูกกระเจี๊ยบเขียว ผักกาดหัว และคะน้า

ตำรับการทดลอง	pH				OM (%)			
	ก่อนปลูก	หลังปลูก			ก่อนปลูก	หลังปลูก		
		กระเจี๊ยบเขียว	ผักกาดหัว	คะน้า		กระเจี๊ยบเขียว	ผักกาดหัว	คะน้า
1) A1B1	6.9	7.2	7.7	7.7	1.45	1.21	1.05	0.77
2) A1B2		7.1	7.9	7.8		1.09	0.85	0.68
3) A1B3		7.1	7.8	7.7		1.23	1.29	1.38
4) A2B1	6.9	6.7	6.8	7.2	1.45	1.36	1.90	1.38
5) A2B2		6.7	6.8	7.3		1.51	2.13	1.80
6) A2B3		7.0	7.4	7.5		1.33	1.44	1.13
7) A3B1	6.9	7.4	7.8	7.7	1.45	1.58	1.95	1.42
8) A3B2		7.5	7.9	7.5		1.40	2.21	1.65
9) A3B3		7.5	7.9	7.5		1.17	1.99	1.17
10) A4B1	6.9	7.2	8.0	7.5	1.45	1.29	2.52	1.26
11) A4B2		7.3	7.2	7.8		1.47	2.14	1.70
12) A4B3		7.3	7.9	7.5		1.17	2.09	1.13

ตารางที่ 11 ปริมาณ Total N, Available P และ Extractable K ของดินก่อนและหลังการปลูกกระเจี๊ยบเขียว ผักกาดหัว และคะน้า

ตำรับการทดลอง	Total N (%)				Available P (mg kg^{-1})				Extractable K (mg kg^{-1})			
	ก่อนปลูก	หลังปลูก			ก่อนปลูก	หลังปลูก			ก่อนปลูก	หลังปลูก		
		กระเจี๊ยบเขียว	ผักกาดหัว	คะน้า		กระเจี๊ยบเขียว	ผักกาดหัว	คะน้า		กระเจี๊ยบเขียว	ผักกาดหัว	คะน้า
1) A1B1	0.072	0.061	0.053	0.078	130	130	107	133	75	49	80	19
2) A1B2		0.054	0.042	0.071		121	93	86		50	90	55
3) A1B3		0.062	0.065	0.125		91	128	119		33	79	54
4) A2B1		0.068	0.095	0.095		114	124	111		73	114	95
5) A2B2		0.075	0.106	0.125		83	107	88		47	107	107
6) A2B3		0.067	0.072	0.089		125	136	125		68	107	106
7) A3B1		0.079	0.098	0.119		121	181	170		67	120	117
8) A3B2		0.070	0.111	0.102		133	201	117		105	180	134
9) A3B3		0.058	0.099	0.122		95	161	131		57	121	110
10) A4B1		0.064	0.126	0.107		448	1,336	710		487	592	513
11) A4B2		0.073	0.107	0.125		483	1,245	681		499	519	605
12) A4B3		0.058	0.104	0.102		445	1,231	736		349	532	452

ตารางที่ 12 ความชื้น (%) และ Bulk density (g cm^{-3}) ของดินก่อนและหลังการปลูกกระเจี๊ยบเขียว ผักกาดหัว และคะน้า

ตำรับการทดลอง	% ความชื้น (w/w)				Bulk density (g cm^{-3})			
	ก่อนปลูก	หลังปลูก			ก่อนปลูก	หลังปลูก		
		กระเจี๊ยบเขียว	ผักกาดหัว	คะน้า		กระเจี๊ยบเขียว	ผักกาดหัว	คะน้า
1) A1B1	14.5	12.9	11.6	17.4ab	1.62	1.43b	1.47ab	1.51
2) A1B2		12.6	11.9	17.8ab		1.33f	1.50ab	1.52
3) A1B3		13.9	10.6	17.7ab		1.37d	1.47ab	1.49
4) A2B1		14.9	10.3	17.1ab		1.27h	1.45ab	1.48
5) A2B2		15.6	12.6	17.8ab		1.44a	1.41ab	1.44
6) A2B3		12.8	9.9	15.6b		1.23i	1.47ab	1.53
7) A3B1		15.1	12.9	20.9a		1.41c	1.38b	1.47
8) A3B2		15.5	13.3	17.6ab		1.36d	1.50ab	1.51
9) A3B3		13.3	11.0	17.5ab		1.29g	1.47ab	1.56
10) A4B1		14.8	9.4	16.9ab		1.21j	1.49ab	1.53
11) A4B2		15.9	9.2	20.4ab		1.19k	1.44ab	1.45
12) A4B3		15.6	12.2	17.3ab		1.21j	1.51a	1.59
CV (%)		16.35	20.70	13.03		5.76	4.28	5.39
F-test		ns	ns	*		*	*	ns

Ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ * = มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 13 ผลจากการใส่ปุ๋ยตำรับต่างๆต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูง ทรงพุ่ม น้ำหนักต้นสด และน้ำหนักผลของกระเจี๊ยบเขียวต่อแปลงย่อย

	ความสูง (ซม.)			ทรงพุ่ม (ซม.)				น้ำหนักผล (กก.)
ตำรับการทดลอง	30 วัน	60 วัน	90 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน	น้ำหนักต้นสด (กก.)	
1) A1B1	19.4a	29.3b	60.4ab	33.0ab	27.1bc	17.9a	2.78abc	3.39ab
2) A1B2	19.2a	59.3a	67.5ab	25.8b	25.1c	23.1a	2.33bc	2.03b
3) A1B3	15.9a	29.1b	60.8ab	35.9ab	35.4abc	20.9a	2.39bc	2.95ab
4) A2B1	17.7a	31.2b	60.2ab	35.9ab	33.8abc	22.2a	2.51abc	2.93ab
5) A2B2	17.5a	32.5b	43.3b	37.7a	39.8a	25.1a	2.89abc	3.42ab
6) A2B3	17.5a	31.1b	63.7ab	37.9a	38.1a	23.8a	2.60abc	3.37ab
7) A3B1	17.2a	32.5b	67.1ab	40.4a	39.1a	24.5a	3.00abc	3.34ab
8) A3B2	17.1a	31.7b	68.1ab	35.8ab	33.7abc	23.5a	2.01c	2.81ab
9) A3B3	15.9a	33.1b	72.1a	33.7ab	35.9ab	21.3a	2.54abc	3.12ab
10) A4B1	16.9a	32.9b	75.1a	36.8ab	34.5abc	22.7a	2.79abc	3.68a
11) A4B2	16.8a	34.2b	75.1ab	38.2a	40.6a	23.5a	3.47a	4.13a
12) A4B3	19.2a	34.3b	68.3ab	40.3a	37.3ab	22.8a	3.29ab	4.00a
CV (%)	22.73	45.59	24.8	16.9	15.87	19.62	18.88	23.33
F-test	ns	*	*	*	*	ns	*	*

Ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ * = มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 14 ผลจากการใส่ปุ๋ยตำรับต่างๆต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูง และทรงพุ่มของผักกาดหัวต่อแปลงย่อย

	ความสูง (ซม.)			ทรงพุ่ม (ซม.)		
ตำรับการทดลอง	15 วัน	30 วัน	45 วัน	15 วัน	30 วัน	45 วัน
1) A1B1	15.3b	31.3a	47.7c	19.1a	31.0d	28.3b
2) A1B2	18.7a	31.2a	43.4h	17.2d	26.4gh	23.4e
3) A1B3	10.3f	26.5e	28.1j	19.2a	27.6f	22.5f
4) A2B1	11.7e	24.6g	42.4i	14.5g	21.3j	20.2h
5) A2B2	9.3g	25.4f	45.4e	15.4f	26.6g	22.2f
6) A2B3	14.7c	28.1c	44.1g	14.5g	25.4i	21.5g
7) A3B1	15.7b	28.5c	48.4b	18.1c	28.7e	24.1d
8) A3B2	14.7c	28.3c	42.6i	16.1e	26.1h	22.4f
9) A3B3	15.3b	29.2b	47.3d	18.5b	33.4b	28.3b
10) A4B1	15.7b	27.4d	45.1f	14.5g	32.0c	26.6c
11) A4B2	14.3d	29.1b	47.4d	14.6g	33.3b	30.6a
12) A4B3	14.3d	29.2b	52.2a	15.5f	36.0a	28.5b
CV (%)	1.14	0.89	0.35	0.99	0.71	0.60
F-test	**	**	**	**	**	**

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ *,** = มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%

ตารางที่ 15 ผลจากการใส่ปุ๋ยตำรับต่างๆต่อความยาวรอบหัว ความยาวหัว น้ำหนักหัว และน้ำหนักต้นสดของผักกาดหัวต่อแปลงย่อย

ตำรับการทดลอง	ความยาวรอบหัว (ซม.)	ความยาวหัว (ซม.)	น้ำหนักหัว (กก.)	น้ำหนักต้นสด (กก.)
1) A1B1	13.2	14.8ab	2.2ab	1.9
2) A1B2	13.8	14.1ab	1.9ab	1.5
3) A1B3	12.1	14.4ab	1.4b	1.8
4) A2B1	12.6	13.7ab	1.6ab	1.8
5) A2B2	14.0	17.8a	2.6a	2.9
6) A2B3	12.5	14.8ab	1.9ab	1.8
7) A3B1	14.1	16.4ab	2.4ab	2.6
8) A3B2	12.7	15.6ab	1.8ab	1.9
9) A3B3	14.3	16.4ab	2.5ab	2.3
10) A4B1	12.4	14.9ab	1.8ab	2.0
11) A4B2	13.9	16.1ab	2.2ab	2.3
12) A4B3	12.9	12.7b	1.5ab	2.3
CV (%)	11.3	15.04	28.58	37.76
F-test	ns	*	*	ns

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ *,** = มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%

ตารางที่ 16 ผลจากการใส่ปุ๋ยตำรับต่างๆต่อการเจริญเติบโตทางด้านทรงพุ่ม ความสูง จำนวนใบ และน้ำหนักสดของคะน้าต่อแปลงย่อย

ตำรับการทดลอง	ทรงพุ่ม(ซม.)		ความสูง(ซม.)		จำนวนใบ(ใบต่อต้น)		น้ำหนักสด(กก.)
	15วัน	30วัน	15วัน	30วัน	15วัน	30วัน	
1) A1B1	16.7	28.4	5.6abc	10.5	5.0	5.6ab	0.65de
2) A1B2	16.6	27.6	5.9abc	10.8	5.1	5.8ab	0.94cd
3) A1B3	15.5	26.0	6.2ab	10.2	5.1	5.5ab	0.95cd
4) A2B1	18.4	31.2	5.7abc	11.4	4.9	5.4ab	1.05bc
5) A2B2	15.9	33.1	5.8abc	12.0	4.4	5.6ab	1.10bc
6) A2B3	17.2	31.8	5.1bc	12.6	5.0	5.7ab	0.99cd
7) A3B1	15.9	29.4	6.9a	11.1	4.9	5.6ab	0.95cd
8) A3B2	18.1	32.6	6.0abc	12.7	5.0	6.3a	1.50a
9) A3B3	18.3	33.7	6.4ab	11.9	5.0	5.9ab	1.40ab
10) A4B1	15.4	29.0	6.2ab	10.4	4.9	5.2b	0.85cd
11) A4B2	14.9	28.3	4.9bc	9.5	4.9	6.3a	0.90cde
12) A4B3	14.8	30.2	4.6c	11.1	4.6	5.4ab	0.55e
CV (%)	14.62	14.13	13.66	17.05	10.42	9.11	20.34
F-test	ns	ns	*	ns	ns	*	*

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ * = มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและกายภาพบางประการของดิน การเจริญเติบโตและผลผลิตของกระเจี๊ยบเขียว ผักกาดหัว และคะน้า พบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆส่งผลต่อดินหลังปลูก คือ ความเป็นกรดด่าง (pH) ปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมเพิ่มสูงขึ้นในทุกตำรับการทดลอง ในขณะที่ปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มมากที่สุดในดินที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด (มูลค้างคาว ปุ๋ยหมักและมูลไก่)ร่วมกับปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน ในขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสมีแนวโน้มลดลง ยกเว้นตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่ที่ส่งผลให้มีฟอสฟอรัสตกค้างอยู่ในดินหลังปลูกมากที่สุด ซึ่งแตกต่างจากตำรับอื่นอย่างชัดเจน ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของดินและความชื้นที่ถูกกักเก็บไว้ในดินพบว่า การใส่ปุ๋ยตำรับต่างๆส่งผลให้ความหนาแน่นของดินลดลง แต่ไม่ส่งผลต่อการกักเก็บความชื้นของดิน

ในส่วนของการเจริญเติบโตและผลผลิตพบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับน้ำหมักมูลไส้เดือนและน้ำหมักปลาส่งผลให้กระเจี๊ยบเขียวมีผลผลิตสูงที่สุด ในขณะที่การใส่ปุ๋ยค้างคาวร่วมกับปุ๋ยน้ำหมักมูลไส้เดือนดินส่งผลให้ผักกาดหัวมีความยาวและน้ำหนักผลผลิตสูงที่สุด ในส่วนของผลผลิตคะน้าพบว่าสูงที่สุดเมื่อมีการใส่ปุ๋ยหมักร่วมปุ๋ยกับน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2548. ปุ๋ยชีวภาพและผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพ. เอกสารวิชาการลำดับที่ 7/2548. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร.

กรวิกา บุญมาวรรณ. 2549. การศึกษาคุณภาพปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและมูลสัตว์ชนิดต่าง ๆ ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana*. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 60 หน้า.

เกษตรพอเพียงที่สวนเพื่อนพอเพียง. 2553. **การทำปุ๋ยหมัก**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.suanpoeanporpeang.com/read.php?tid=79. (วันที่ค้นข้อมูล 1 กุมภาพันธ์ 2556)

จตุรงค์ พวงมณี, กุหลาบ อุตสุข, อัตถุ อัจฉิรยมนตรี, พิมพรรณ นันต๊ะภูมิ, กรรณิการ์ มณีหาญ และ กาญจนาพร ลอดแก้ว. 2549. ผลการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อการผลิตคะน้า. วารสารวิจัยและส่งเสริมการเกษตร; 23(2):10-17.

ชูจิตต์ สงวนทรัพยากร. 2553. ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการและธาตุอาหารพืชในดินของพื้นที่โครงการหลวง, การวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูงภาคเหนือของประเทศไทย. น. 82-83.

ชูจิตต์ สงวนทรัพยากร, ละเอียด สินธุเสน, นฤมล จันทวัชรากร, และสุพัตรา บุตรพลวง, 2547, การ

เปลี่ยนแปลงสมบัติของดินในพื้นที่ปลูกผักอินทรีย์ของโครงการหลวง, ผลงานวิจัยของมูลนิธิโครงการหลวง กรมพัฒนาที่ดิน. น. 111-120

ธงชัย มาลา. 2550, ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ: เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์, ภาควิชาปฐพีวิทยาคณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 298 หน้า

นงลักษณ์ ปูระณะพงษ์ และฉันทนา สีผึ้ง. 2542. การใช้จุลินทรีย์ อี.เอ็ม ในรูปของปุ๋ยคอกหมักชนิดต่างๆ ในพืชผัก. วารสารวิจัยและส่งเสริมการเกษตร; 18(2):1-11.

นงลักษณ์ ปูระณะพงษ์ และวีณา นิลวงศ์. 2557. การปลดปล่อยธาตุอาหารพืชในดินที่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ. รายงานผลการวิจัย สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร ม.แม่โจ้. 21 หน้า.

นิพนธ์ ไชยมงคล. ผักอินทรีย์ (Organic Vegetable). สาขาพืชผัก ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร ม.แม่โจ้.

ยงยุทธ โอสถสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2551. **ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พงสันติ์ สีจันทร์, ปุญญิศา ตระกูลยิ่งเจริญ, นภาพร วงษ์โพธิ์ขอม, ศุภชัย อำคา, พิบูลย์ กังแฮ, สุชาดา กรุณา และเธียร วิทยาวรากุล. 2553. สภาวะธาตุอาหารพืชและปัจจัยทางดินเพื่อการฟื้นฟูทรัพยากรดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืนในพื้นที่เกษตรกรรมโครงการหลวง, การวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูงภาคเหนือของประเทศไทย, น. 84-85.

วีณา นิลวงศ์. 2556. ศักยภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินท้องถิ่นไทย ที่ผลิตจากขยะอินทรีย์ต่อระบบการเกษตรและสิ่งแวดล้อม. รายงานผลการวิจัย สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร ม.แม่โจ้. 74 หน้า.

วีณา นิลวงศ์. 2557. ศักยภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินท้องถิ่นไทย ที่ผลิตจากขยะอินทรีย์ต่อระบบการเกษตรและสิ่งแวดล้อม. รายงานผลการวิจัย สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร ม.แม่โจ้. 60 หน้า.

สมศักดิ์ วังใน. 2521. ปุ๋ยอินทรีย์. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น). กรุงเทพฯ. 77หน้า.

สมศักดิ์ วังใน. 2541. การตรึงไนโตรเจน: ไรโซเบียม-พืชตระกูลถั่ว สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

อานัติ ตันโช. 2548. เทคนิคการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. ปทุมธานี. 72 หน้า.

อานัติ ตันโช. 2550. ไส้เดือนดิน (Earthworm) พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ปทุมธานี. 259 หน้า

อานัติ ตันโช. 2551. แนวคิด หลักการ เทคนิคปฏิบัติในประเทศไทย. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 353 หน้า

Chalhoub, M., P. Garnier, Y. Coquet, B. Mary, and F. Lafolie. 2013. Increased nitrogen availability in soil after repeated compost applications: Use of the PASTIS model to separate short and long-term effects. Soil Biology&Biochemistry. 65, 144-157.

Hose, T.D., M. Cougnon, A.D. vliegher, B. Vandecasteele, N. Viaene, W. Crnelis, E.V. Bockstaele, and D. Reheul. 2014. The positive relationship between soil quality and crop production: A case study on the effect of farm compost application. Applied Soil Ecology. 75, 189-198.

Nilawonk, W. 2014. Aplication of vermicompost for Marigold production in Chiangmai, Thailand. International conference on agricultural, environment and biological science. 1-3 pp.

Nilawonk, N., A. Tasnee, A. Phonphoem, Y. Russel, and S. Xiufu. 2008. Potassium release in representative maize-producing soils of Thailand. Soil Science Society of America Journal, 72: 791-797.

Steel, S., B. Vandecasteele, K. Willekens, K. Sabbe, T. Moens, and W. Bert. 2012. Nematode communities and macronutrients in composts and compost-amended soils as affected by feedstock composition. Applied Soil Ecology. 61, 100-112.

Zhang, X., Y. Cao, Y. Tian, and J. Li. 2014. Short-term compost application increase rhizosphere soil carbon mineralization and stimulates root growth in long-term continuously cropped cucumber. Scientia Horticulturae, 175: 269-277.

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1 การเพาะกล้ากระเจี๊ยบเขียว

ภาคผนวกที่ 2 การเตรียมแปลงสำหรับปลูกกระเจี๊ยบเขียว ผักกาดหัวและคะน้า

ภาคผนวกที่ 3 การเจริญเติบโต การออกดอกและผลผลิตของกระเจี๊ยบเขียว

ภาคผนวกที่ 4 การเจริญเติบโต และผลผลิตของผักกาดหัว (ลักษณะบิดงอของหัวผักกาดเนื่องจากการปลูกในดินที่มีกรวดผสมในปริมาณที่ส่งผลต่อรูปร่างของหัวผักกาด)

ภาคผนวกที่ 5 คะน้าหลังย้ายปลูก 1 สัปดาห์

ภาคผนวกที่ 6 การเจริญเติบโตและโรคที่พบในคะน้า

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	ข
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	2
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	10
ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย	11
สรุปผลการวิจัย	26
เอกสารอ้างอิง	26
ภาคผนวก	29

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	ปริมาณธาตุอาหารหลักเฉลี่ยในปุ๋ยคอกแต่ละชนิด	4
ตารางที่ 2	แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุไนโตรเจนที่มีอยู่ในวัสดุชนิดต่างๆที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก	6
ตารางที่ 3	แสดงปริมาณธาตุอาหารพืชของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ชนิดต่างๆ ของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* และ *Eisenia foetida*	7
ตารางที่ 4	อัตราเมล็ดถั่วที่ใช้และปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ	8
ตารางที่ 5	ปริมาณการตรึงไนโตรเจนและสัดส่วนของไนโตรเจนที่ได้จากการตรึงของถั่วในประเทศไทย 4 ชนิด	8
ตารางที่ 6	แหล่งและพื้นที่ผลิตเกษตรอินทรีย์	9
ตารางที่ 7	สมบัติดินก่อนการปลูกพืชผัก	12
ตารางที่ 8	สมบัติทางเคมีของปุ๋ยชีวภาพ	12
ตารางที่ 9	สมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์	13
ตารางที่10	ความเป็นกรดด่าง (pH) และอินทรียวัตถุ (OM) ของดินก่อนและหลังการปลูกกระเจี๊ยบเขียว ผักกาดหัว และคะน้า	19
ตารางที่ 11	ปริมาณ Total N, Available P และ Extractable K ของดินก่อนและหลังการปลูกกระเจี๊ยบเขียว ผักกาดหัว และคะน้า	20
ตารางที่ 12	ความชื้น (%) และ Bulk density (g cm^{-3}) ของดินก่อนและหลังการปลูกกระเจี๊ยบเขียว ผักกาดหัว และคะน้า	21
ตารางที่ 13	ผลจากการใส่ปุ๋ยตำรับต่างๆต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูง ทรงพุ่ม น้ำหนักต้นสด และน้ำหนักผลของกระเจี๊ยบเขียวต่อแปลงย่อย	22
ตารางที่ 14	ผลจากการใส่ปุ๋ยตำรับต่างๆต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูง และทรงพุ่มของผักกาดหัวต่อแปลงย่อย	23
ตารางที่ 15	ผลจากการใส่ปุ๋ยตำรับต่างๆต่อความยาวรอบหัว ความยาวหัว น้ำหนักหัว และน้ำหนักต้นสดของผักกาดหัวต่อแปลงย่อย	24
ตารางที่ 16	ผลจากการใส่ปุ๋ยตำรับต่างๆต่อการเจริญเติบโตทางด้านทรงพุ่ม ความสูง จำนวนใบ และน้ำหนักสดของคะน้าต่อแปลงย่อย	25