



ศึกษาการใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยหมักเพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจน ในการผลิตกระเจี๊ยบเขียว

Integrated Use of Green Manure and Compost to Decrease Nitrogen Fertilizer Use for Okra Production

เสมอจิตต์ เกื้อหนุน สรตนา เสนาะ สมปอง หมั่นแจ้ง พัชรินทร์ นามวงษ์ ศิริขวัญ ภูนา
กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

บทคัดย่อ

ศึกษาการใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยหมักเพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจนในการผลิตกระเจี๊ยบเขียว ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี ในชุดดินที่พกวาง โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completed Block (RCB) มี 8 ตำรับการทดลอง 4 ซ้ำ คือ (1) ไม่ใส่ปุ๋ย (2) ใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตรา 24 กิโลกรัม N ต่อไร่ (3) ใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตรา 24 กิโลกรัม N ต่อไร่+ปุ๋ยหมัก (4) ใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตรา 24 กิโลกรัม N ต่อไร่+ปุ๋ยหมัก+ปุ๋ยพืชสด (5) ใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตรา 18 กิโลกรัม N ต่อไร่+ปุ๋ยหมัก (6) ใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตรา 18 กิโลกรัม N ต่อไร่+ปุ๋ยหมัก+ปุ๋ยพืชสด (7) ใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตรา 12 กิโลกรัม N ต่อไร่+ปุ๋ยหมัก (8) ใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตรา 12 กิโลกรัม N ต่อไร่+ปุ๋ยหมัก+ปุ๋ยพืชสด โดยทุกตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยในโตรเจน ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทสเซียม อัตรา 8 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และ 16 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ

ผลการทดลองปรากฏว่า การใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตรา 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยหมักที่มีปริมาณไนโตรเจน 20 กิโลกรัม N ต่อไร่ โดยน้ำหนักแห้ง ทำให้กระเจี๊ยบเขียวมีผลผลิตฝัก น้ำหนักแห้งต่อชั่ง ปริมาณการดูดใช้ในโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในฝักและต้นเพิ่มขึ้นสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเลยอย่างเด่นชัด แต่ไม่แตกต่างกับตำรับการทดลองปุ๋ยอื่นๆ ดังนั้น การใส่ปุ๋ยในโตรเจนที่เหมาะสมคือ อัตรา 18 กิโลกรัม N ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมัก จึงเป็นการลดการใช้ปุ๋ยในโตรเจนลง ทำให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (VCR) จากการใส่ปุ๋ยในการผลิตกระเจี๊ยบเขียวสูงสุด

คำนำ

การใช้ที่ดินเพาะปลูกเป็นเวลานาน และการนำเอาธาตุอาหารออกไปจากพื้นที่ในรูปผลผลิต ส่งผลให้ดินมีศักยภาพในการผลิตลดลง จำเป็นต้องมีการทดแทนด้วยปุ๋ยเคมี เพราะมีปริมาณธาตุอาหารอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์และพืชสามารถดูดใช้ได้ที่ทันที (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ประเทศไทยมีการนำเข้าปุ๋ยเคมีเพิ่มมากขึ้นและปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีภายในประเทศก็เพิ่มขึ้นเป็นลำดับ ซึ่งจากสถิติปริมาณการนำเข้าปุ๋ยเคมีในปี พ.ศ. 2544-2547 มีปริมาณ 3.396, 3.456, 3.838 และ 3.946 ล้านเมตริกตัน คิดเป็นมูลค่า 20.89, 20.93, 25.75 และ 34.08 หมื่นล้านบาท ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2547) เนื่องจากปุ๋ยเคมีมีราคา



แพงและสูงขึ้นทุกปี อาจส่งผลให้เพิ่มต้นทุนในการผลิตและทำให้ความสามารถในการผลิตในเชิงปริมาณมีรายได้น้อยกว่าต้นทุนได้

การใช้พืชตระกูลถั่วเป็นปุ๋ยพืชสด ช่วยปรับปรุงคุณภาพและความอุดมสมบูรณ์ของดินและเป็นแหล่งธาตุอาหารที่สำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจนที่สะสมในต้นแล้วจะถูกปลดปล่อยออกมา โดยกระบวนการ mineralization ในรูปของแอมโมเนียม (NH_4^+) ซึ่งพืชสามารถดูดนำไปใช้ได้ ส่วนปุ๋ยหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ผ่านกระบวนการย่อยสลายกลายเป็นปุ๋ย โดยเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนให้อยู่ในรูปของสารอนินทรีย์ ซึ่งพืชสามารถดูดใช้ได้ มีคุณสมบัติในการดูดซับธาตุอาหารพืชในรูปคอลลอยด์ ซึ่งเป็นรูปที่จะปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาอย่างช้าๆ การใช้ปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดิน ควรมีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ให้เหมาะสม เพราะปุ๋ยเคมีจะช่วยเพิ่มธาตุอาหารแก่พืชโดยตรง ส่วนปุ๋ยอินทรีย์ช่วยปรับปรุงดินให้โปร่งและร่วนซุย แม้มีธาตุอาหารในปริมาณน้อย แต่มีครบเกือบทุกธาตุ จึงช่วยเพิ่มธาตุอาหารให้กับดินและพืช การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราที่เหมาะสม ทำให้ลดปริมาณปุ๋ยเคมีลงได้ เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดใช้ธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีได้มากขึ้น อนึ่ง การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวติดต่อกันอย่างต่อเนื่องอาจทำให้เกิดการเสียสมดุลธาตุอาหาร (nutrient imbalance)

ดังนั้น การจัดการดินแบบบูรณาการโดยการผสมผสานการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี จะช่วยฟื้นฟูสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดินให้ดีขึ้น เพิ่มศักยภาพในการผลิตพืชและทำให้การใช้ปุ๋ยเคมีมีประสิทธิภาพสูงขึ้น รักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน นำไปสู่การลดการใช้ปุ๋ยเคมีและส่งผลให้เกิดการทำเกษตรอย่างยั่งยืนในที่สุด

วิธีการดำเนินการ

ทำการศึกษาดังแต่ปี 2549-2553 ในชุดดินที่พุกวาง (Tw: Fine, mixed, isohyperthermic Ultic Paleustalf) ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี เก็บตัวอย่างดินระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร วิเคราะห์สมบัติดินขั้นพื้นฐานในห้องปฏิบัติการ การศึกษาในสภาพแปลงวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completed Block (RCB) ขนาด 4.0x6.0 เมตร จำนวน 32 แปลงย่อย ระยะปลูก 0.5x1.0 เมตร มี 8 ตำรับการทดลอง คือ (1) ไม่ใส่ปุ๋ย (2) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 24 กิโลกรัม N ต่อไร่ (3) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 24 กิโลกรัม N ต่อไร่+ปุ๋ยหมัก (4) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 24 กิโลกรัม N ต่อไร่+ปุ๋ยหมัก+ปุ๋ยพืชสด (5) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 18 กิโลกรัม N ต่อไร่+ปุ๋ยหมัก (6) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 18 กิโลกรัม N ต่อไร่+ปุ๋ยหมัก+ปุ๋ยพืชสด (7) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 12 กิโลกรัม N ต่อไร่+ปุ๋ยหมัก (8) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 12 กิโลกรัม N ต่อไร่+ปุ๋ยหมัก+ปุ๋ยพืชสด โดยทุกตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทสเซียม อัตรา 8 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และ 16 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ โดยปุ๋ยเคมีไนโตรเจนใส่ในรูปยูเรีย (46 %N) ปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทสเซียม ในรูปทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต (46 % P_2O_5) และ โพแทสเซียมคลอไรด์ (60 % K_2O) ตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยพืชสด (GM) หว่านเมล็ดพันธุ์ถั่วพำอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ สับแล้วไถกลบในระยะออกดอก เก็บตัวอย่างดินวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยหมัก (C) ให้มีไนโตรเจนทั้งหมด



20 กิโลกรัม N ต่อไร่ โดยน้ำหนักแห้ง ปลูกกระเจี๊ยบเขียวพันธุ์ดี 9701 จำนวน 1 ต้นต่อหลุม ปี 2549 เก็บผลผลิต 3 เดือน ส่วนปี 2551 และ 2552 เก็บผลผลิต 2 เดือน แต่ในปี 2550 กระเจี๊ยบเขียวเสียหายเนื่องจากโรคระบาด หลังการเก็บเกี่ยว เก็บตัวอย่างกระเจี๊ยบเขียวโดยแยกฝัก ใบและต้นส่วนเหนือดิน ในแต่ละตำรับการทดลองนำไปอบแห้ง บด เพื่อนำไปวิเคราะห์ธาตุอาหารและปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในฝัก ใบและต้นส่วนเหนือดิน เก็บตัวอย่างดินในแต่ละตำรับการทดลอง วิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สมบัติของชุดดินที่พรวน

มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว (Clay loam) ปฏิกริยาดินเป็นด่างอ่อน (pH 7.6) ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลาง เท่ากับ 2.00 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูง ปริมาณโซเดียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมาก ปริมาณทองแดง แมงกานีส และเหล็กที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับพอเพียง ปริมาณสังกะสีอยู่ในระดับต่ำ

2. ผลของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยหมักปุ๋ยพืชสดต่อผลผลิตกระเจี๊ยบเขียวปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารและสมบัติทางเคมีของดินหลังการเก็บเกี่ยวกระเจี๊ยบเขียว

ผลจากการจัดการปุ๋ยแบบผสมผสานในการผลิตกระเจี๊ยบเขียวทั้ง 3 ปี ปรากฏว่า กระเจี๊ยบเขียวตำรับที่ได้รับการใส่ปุ๋ยในรูปเคมีไนโตรเจนหรือใส่ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยหมักและปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยหมักกับปุ๋ยพืชสด ทั้งในอัตรา 24, 18 และ 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ มีผลผลิตฝักและน้ำหนักแห้งต่อซัง (ตารางที่ 1 และ 2) สูงกว่าตำรับที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเลยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่ทุกตำรับปุ๋ยดังกล่าวไม่แตกต่างกัน ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า หากมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ โดยใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยหมักที่มีปริมาณไนโตรเจน 20 กิโลกรัม N ต่อไร่ โดยน้ำหนักแห้ง เพียงพอต่อการผลิตกระเจี๊ยบเขียว

เมื่อพิจารณาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ จากการใส่ปุ๋ยอย่างผสมผสานในการผลิตกระเจี๊ยบเขียว พบว่า หากเกษตรกรซื้อปุ๋ยหมักมาใช้ ทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นไร่ละ 3,820-5,090 บาท (ขึ้นอยู่กับราคาปุ๋ยหมัก) แต่หากเกษตรกรผลิตปุ๋ยอินทรีย์ใช้เอง (ไม่มีค่าใช้จ่ายของปุ๋ยหมัก) ทุกตำรับการทดลองจะให้ผลตอบแทนในค่า VCR มากกว่า 2 ดังนั้น เกษตรกรควรผลิตปุ๋ยหมักใช้เอง การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมคือ อัตรา 18 กิโลกรัม N ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมัก (20 กิโลกรัม N ต่อไร่) ทำให้ลดปุ๋ยเคมีไนโตรเจนอัตราแนะนำ (24 กิโลกรัม N ต่อไร่) ลงประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารในฝักและต้นกระเจี๊ยบเขียว ได้จากปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นองค์ประกอบในฝักและต้นกับน้ำหนักแห้งฝักและต่อซัง พบว่า ตำรับที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเลย มีการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในฝักและต้นต่ำสุด แต่ทุกตำรับปุ๋ยอื่นๆ มีการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 3, 4, 5, 6, 7 และ 8)

กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทุกอัตรา ร่วมกับปุ๋ยหมักและร่วมกับปุ๋ยหมักกับปุ๋ยพืชสด มีการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในฝักและต้นไม่แตกต่างกับตำรับที่ได้รับการใส่ปุ๋ยในรูปเคมีไนโตรเจน



(ตารางที่ 3, 4, 5, 6, 7 และ 8) อาจเนื่องจาก ปุ๋ยหมักมีการปลดปล่อยธาตุอาหารในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ทำให้เกิดสมดุลธาตุอาหารในดิน กระเจี๊ยบเขียวเจริญเติบโตและดูดธาตุอาหารเพิ่มขึ้น ชัยฤกษ์ (2536) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยหมักที่ผ่านกระบวนการย่อยสลายดีแล้วและการไถกลบปุ๋ยพืชสดถั่วพรี้า ทำให้ธาตุอาหารต่างๆในดินเป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น เกิดจากการปลดปล่อยแอมโมเนียมและไนเตรทออกมา ซึ่งสอดคล้องกับ

เมื่อพิจารณากระเจี๊ยบเขียวตำรับที่ได้รับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยหมัก ก็มีการดูดใช้ในโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในฝักและต้นไม่แตกต่างกับตำรับที่ได้รับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยหมักกับปุ๋ยพืชสด อาจเนื่องจาก ปุ๋ยหมักที่ผ่านกระบวนการย่อยสลายดีแล้ว มีการปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชออกมาก กระเจี๊ยบเขียวจึงมีการเจริญเติบโตและดูดใช้ธาตุอาหารได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ศุภกาญจน์ (2551) ปุ๋ยหมักมีการแปรสภาพจากอินทรีย์ไนโตรเจน (organic-N) เป็นแอมโมเนียมและแอมโมเนียมในปุ๋ยหมัก จะถูกออกซิไดซ์เป็นไนเตรท ทำให้มีการสะสมไนเตรทในดินปริมาณมาก ขณะเดียวกัน Arja and Maritta (1997) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในรูปของปุ๋ยหมัก ทำให้เกิดการระเหยของไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมน้อยกว่าปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการไถกลบปุ๋ยพืชสด

การวิเคราะห์ดินหลังการเก็บเกี่ยวกระเจี๊ยบเขียว พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินตำรับปุ๋ยอื่นๆ ร่วมกับปุ๋ยหมักและปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยหมักกับปุ๋ยพืชสด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงกว่าตำรับที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเลย (1.94 เปอร์เซ็นต์) แต่ทุกตำรับปุ๋ยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุไม่แตกต่างกัน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 2.13-2.40 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 9) ณฐา (2550) รายงานว่า การไถกลบปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว ถั่วลิสงและถั่วเหลือง สามารถเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินชุดดินปากช่องได้ถึง 22.43, 15.86 และ 12.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยหมักและปุ๋ยพืชสดถั่วพรี้า เพื่อหาแนวทางในการลดการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนเพื่อการผลิตกระเจี๊ยบเขียว พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักที่มีปริมาณไนโตรเจน 20 กิโลกรัม N ต่อไร่ โดยน้ำหนักแห้ง ทำให้กระเจี๊ยบเขียวมีผลผลิตฝัก น้ำหนักต่อชั่ง ปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในฝักและต้นเพิ่มขึ้นสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเลยอย่างเด่นชัด แต่ไม่แตกต่างกับตำรับการทดลองอื่นๆ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไปกระเจี๊ยบเขียวจะเหี่ยว ดังนั้น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมคือ อัตรา 18 กิโลกรัม N ต่อไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยหมักที่มีปริมาณไนโตรเจน 20 กิโลกรัม N ต่อไร่ โดยน้ำหนักแห้ง ทำให้ลดปุ๋ยเคมีไนโตรเจนอัตราแนะนำ (24 กิโลกรัม N ต่อไร่) ลงประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยให้ผลตอบแทนในค่า VCR สูงสุด แต่ทุกตำรับการทดลองให้ค่า VCR มากกว่า 2 การจัดการดินด้วยปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์แบบผสมผสานอย่างต่อเนื่อง มีผลทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินภายใต้ตำรับการจัดการปุ๋ยต่างๆกัน มีแนวโน้มสูงกว่าตำรับที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเลย แต่ไม่มีความแตกต่างในทุกตำรับปุ๋ยดังกล่าว อนึ่ง อัตราปุ๋ยที่เหมาะสมทางเศรษฐกิจไม่จำเป็นต้องมีระดับผลผลิตสูงสุดเสมอไป เป็นอัตราที่เปลี่ยนแปลงไปอยู่เสมอ ขึ้นอยู่กับภาวะราคาปุ๋ยและราคาผลผลิตในขณะนั้นๆ ทำให้การพิจารณารายปีมีผลให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจแตกต่างกัน



การนำไปใช้ประโยชน์

เกษตรกรและภาคเอกชนสามารถนำเทคโนโลยีในรูปแบบของคำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่ได้จากการศึกษาไปใช้ในการผลิตกระเจี๊ยบเขียว นำไปสู่การลดการใช้ปุ๋ยเคมีและช่วยลดต้นทุนในการผลิต ทำให้สามารถผลิตในเชิงปริมาณที่หารายได้คุ้มการลงทุน ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศเพิ่มมากขึ้น มูลค่าการผลิตในภาพรวมของประเทศเพิ่มสูงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. 2536. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ณัฐา เสงเจริญ. 2551. การสะสมไนโตรเจนในถั่วเหลือง ถั่วเขียวและถั่วลิสง เพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดสำหรับข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในกระถางในชุดดินปากช่อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2547. ตัวชี้วัดทางเศรษฐกิจการเกษตรของประเทศไทย พ.ศ. 2547. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ศุภกาญจน์ ล้วนมณี. 2551. ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์, น.88-103 ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรม เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ปุ๋ยอินทรีย์, 5-6 มิถุนายน 2551. สำนักวิจัยพัฒนาปุ๋ยจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
- Arja, H.V. and H.S. Maritta. 1997. Evolution of microbiological and chemical parameters during manure and straw co-composting in drum composting system. *Agric.Ecosyst.Environ.* 66-19.

ตารางที่ 1. ผลของการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสดต่อผลผลิตน้ำหนัสดฝักกระเจี๊ยบเขียว

ตัวรับการทดลอง	ผลผลิตฝัก (กก./ไร่)			เฉลี่ย
	2549 ¹	2551 ¹	2552 ¹	
ไม่ใส่ปุ๋ย	2,086b	1,400c	1,065d	1,517
24-8-16	2,538a	2,171b	1,629c	2,113
24-8-16+C	2,531a	2,253b	1,656c	2,147
24-8-16+C+GM	2,581a	2,280b	1,981a	2,281
18-8-16+C	2,665a	2,273b	1,798abc	2,245
18-8-16+C+GM	2,643a	2,237b	1,913ab	2,265
12-8-16+C	2,463a	2,344ab	1,687c	2,164
12-8-16+C+GM	2,565a	2,507a	1,706bc	2,259
เฉลี่ย	2,509	2,183	1,679	2,124
F-test	**	**	**	
C.V (%)	5.2	6.0	12.2	

หมายเหตุ: ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

¹ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT



ตารางที่ 2. ผลของการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสดต่อน้ำหนักต่อชั่งกระเจี๊ยบเขียว

ตัวรับการทดลอง	ต่อชั่ง (กก./ไร่)			เฉลี่ย
	2549 ¹	2551 ¹	2552 ¹	
ไม่ใส่ปุ๋ย	832cd	323c	285b	480
24-8-16	1,214ab	730b	563a	836
24-8-16+C	1,332a	747b	640a	906
24-8-16+C+GM	1,304a	793b	662a	920
18-8-16+C	1,267ab	813b	607a	896
18-8-16+C+GM	1,332a	769b	672a	924
12-8-16+C	1,160b	768b	691a	873
12-8-16+C+GM	1,243ab	927a	688a	953
เฉลี่ย	1,210	734	601	848
F-test	**	**	**	
C.V (%)	6.3	10.2	16.6	

หมายเหตุ: ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

¹ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 3. ผลของการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสดต่อปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนในฝักกระเจี๊ยบเขียว

ตัวรับการทดลอง	ไนโตรเจน (กก./ไร่)			เฉลี่ย
	2549 ¹	2551 ¹	2552 ¹	
ไม่ใส่ปุ๋ย	23.6b	16.5c	11.3d	17.2
24-8-16	32.8a	25.4b	22.1bc	26.8
24-8-16+C	31.3a	29.4ab	21.7bc	27.7
24-8-16+C+GM	33.4a	29.6a	28.7a	30.6
18-8-16+C	33.1a	29.0a	20.1c	27.4
18-8-16+C+GM	30.4a	31.4a	24.9b	28.9
12-8-16+C	29.4a	28.9ab	20.8bc	26.3
12-8-16+C+GM	33.6a	30.9a	21.2bc	28.5
เฉลี่ย	31.1	27.6	21.3	26.7
F-test	**	**	**	
C.V (%)	8.5	8.7	13.6	

หมายเหตุ: ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

¹ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT



ตารางที่ 4. ผลของการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสดต่อปริมาณการดูดใช้ฟอสฟอรัสในฝักกระเจี๊ยบเขียว

ตัวรับการทดลอง	ฟอสฟอรัส (กก./ไร่)			เฉลี่ย
	2549 ¹	2551 ¹	2552 ¹	
ไม่ใส่ปุ๋ย	4.3c	2.9c	1.6c	2.9
24-8-16	4.9abc	4.4b	2.4b	3.8
24-8-16+C	5.1ab	4.7ab	2.4b	4.1
24-8-16+C+GM	5.3ab	5.2a	3.2a	4.6
18-8-16+C	5.1ab	4.8ab	2.9ab	4.3
18-8-16+C+GM	5.0ab	4.9ab	2.7ab	4.2
12-8-16+C	4.6bc	5.0a	2.6ab	4.1
12-8-16+C+GM	5.5a	5.3a	2.3b	4.4
เฉลี่ย	5.0	4.6	2.5	4.0
F-test	**	**	**	
C.V (%)	8.5	8.4	14.0	

หมายเหตุ: ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

¹ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 5. ผลของการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสดต่อปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมในฝักกระเจี๊ยบเขียว

ตัวรับการทดลอง	โพแทสเซียม (กก./ไร่)			เฉลี่ย
	2549 ¹	2551 ¹	2552 ¹	
ไม่ใส่ปุ๋ย	13.3c	9.2d	7.6c	10.0
24-8-16	17.2bc	15.2ab	12.0ab	14.8
24-8-16+C	23.5a	11.0cd	11.0bc	15.2
24-8-16+C+GM	23.8a	14.6abc	15.4a	17.9
18-8-16+C	20.7ab	13.6bc	13.9ab	16.0
18-8-16+C+GM	21.2ab	16.9ab	14.0ab	17.3
12-8-16+C	17.1bc	17.9a	12.5ab	15.8
12-8-16+C+GM	20.1ab	16.9ab	13.7ab	16.9
เฉลี่ย	19.6	14.0	12.5	15.5
F-test	**	**	**	
C.V (%)	14.0	20.1	17.9	

หมายเหตุ: ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

¹ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT



ตารางที่ 6. ผลของการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสดต่อปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนในตอซัง

ดำรับการทดลอง	ไนโตรเจน (กก./ไร่)			เฉลี่ย
	2549 ¹	2551 ¹	2552 ¹	
ไม่ใส่ปุ๋ย	8.19c	3.14c	3.78b	5.03c
24-8-16	16.06ab	11.45b	10.25a	12.58ab
24-8-16+C	16.48ab	13.58ab	12.96a	14.34a
24-8-16+C+GM	16.42ab	12.30ab	12.11a	13.61ab
18-8-16+C	14.03ab	13.12ab	11.21a	12.79ab
18-8-16+C+GM	16.84a	12.08ab	12.26a	13.73ab
12-8-16+C	13.32a	10.75b	11.91a	11.99b
12-8-16+C+GM	14.28ab	14.82a	11.66a	13.58ab
เฉลี่ย	14.45	11.41	10.77	12.21
F-test	**	**	**	
C.V (%)	15.0	15.9	21.8	

หมายเหตุ: ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

¹ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 7. ผลของการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสดต่อปริมาณการดูดใช้ฟอสฟอรัสในตอซัง

ดำรับการทดลอง	ฟอสฟอรัส (กก./ไร่)			เฉลี่ย
	2549 ¹	2551 ¹	2552 ¹	
ไม่ใส่ปุ๋ย	2.38c	1.31c	1.15b	1.61c
24-8-16	3.71ab	3.01b	2.23a	2.99b
24-8-16+C	3.55ab	3.13b	2.52a	3.07b
24-8-16+C+GM	4.11a	3.29ab	2.59a	3.33ab
18-8-16+C	3.38b	3.42ab	2.19a	2.99b
18-8-16+C+GM	4.05a	3.20b	2.49a	3.25ab
12-8-16+C	3.55ab	3.21b	2.65a	3.14ab
12-8-16+C+GM	3.96ab	3.48a	2.68a	3.49a
เฉลี่ย	3.59	3.05	2.31	2.98
F-test	**	**	**	
C.V (%)	11.0	11.7	20.0	

หมายเหตุ: ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

¹ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT



ตารางที่ 8. ผลของการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสดต่อปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมในตอซัง

ตัวรับการทดลอง	โพแทสเซียม(กก./ไร่)			เฉลี่ย
	2549 ¹	2551 ¹	2552 ¹	
ไม่ใส่ปุ๋ย	7.18b	5.13d	4.11a	5.47
24-8-16	10.20a	10.38c	7.32d	9.29
24-8-16+C	11.42a	11.45bc	8.83cd	10.57
24-8-16+C+GM	11.22a	12.49bc	12.06a	11.92
18-8-16+C	10.81a	13.17ab	9.27bcd	11.08
18-8-16+C+GM	12.24a	11.56bc	11.39ab	11.73
12-8-16+C	10.54a	12.47bc	11.01abc	11.34
12-8-16+C+GM	11.47a	15.02a	11.08a	12.76
เฉลี่ย	10.63	11.46	9.47	10.52
F-test	*	**	**	
C.V (%)	15.0	11.2	17.9	

หมายเหตุ: * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

¹ ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT



ตารางที่ 9. ผลของการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสดต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM.) ในดิน หลังการเก็บเกี่ยวกระเจียบเขียว

ตัวรับการทดลอง	OM. (%)			เฉลี่ย
	2549 ^{1/}	2551 ^{1/}	2552 ^{1/}	
ไม่ใส่ปุ๋ย	1.58b	2.18	2.08b	1.94c
24-8-16	1.93ab	2.38	2.08b	2.13bc
24-8-16+C	2.15a	2.50	2.55a	2.40a
24-8-16+C+GM	1.80ab	2.25	2.40ab	2.15bc
18-8-16+C	1.98ab	2.23	2.25ab	2.15bc
18-8-16+C+GM	1.90ab	2.25	2.38ab	2.18b
12-8-16+C	1.98ab	2.28	2.35ab	2.20ab
12-8-16+C+GM	1.83ab	2.35	2.50a	2.23ab
เฉลี่ย	1.89	2.30	2.32	2.17
F-test	**	ns	*	
C.V (%)	6.9	14.0	11.4	

หมายเหตุ: ^{ns} ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

^{1/} ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT