การใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ร่วมกับชีวมวลในการผลิตกระเจี๊ยบเขียวตาม GAP ในดินเหนียว-ร่วนเหนียว จังหวัดสุพรรณบุรี

Use of Bio-products and Biomass on Okra Production in Good Agricultural Practices on Clay - Clay Loam Soils, Suphanburi Province

ทิพวรรณ แก้วหนู[1*] ศุภกาญจน์ ล้วนมณี[1] วนิดา โนบรรเทา[1] พีรพงษ์ เชาวนพงษ์[1] สุปรานี มั่นหมาย[1] นิศารัตน์ ทวีนุต[1] ศรีสุดา รื่นเจริญ[1] และ ปฏิมาภรณ์ จินจาคาม[1]

Tipawan Kaewnoo[1*], Suphakarn Luanmanee[1], Wanida Nobuntou[1], Peerapong Chaovanapong [1], Supranee Munmai[1], Nisarat Thaweenut[1], Srisuda Reuncharoen[1] and Patimaporn Jinjakam[1]

[1] กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

[1] Soil Science Research Group, Agricultural Production Sciences Research and Development Division, Department of Agriculture, Bangkok, 10900

* Corresponding author: Email: gae13122533@hotmail.com, Tel: 0806517083

Received: February 20, 2024
Revised: March 27, 2024
Accepted: July 18, 2024

DOI: https://doi.org/10.55164/jtai.v2i1.773

บทคัดย่อ

การจัดการธาตุอาหารพืชมีความสำคัญต่อการผลิตกระเจี๊ยบเขียวในการด้านเจริญเติบโต ปริมาณและคุณภาพผลผลิต โดยการใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ร่วมกับชีวมวลในการผลิตกระเจี๊ยบเขียวตาม GAP ในดินเหนียว-ร่วนเหนียว จังหวัดสุพรรณบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการธาตุอาหารพืชสำหรับการผลิตกระเจี๊ยบเขียวตาม GAP ดำเนินการทดลองในแปลงเกษตรกร ตำบลสระยายโสม อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี การทดลองครั้งนี้วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี ประกอบด้วย 1) กรรมวิธีควบคุม 2) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 18-4-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 3) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 18-4-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่ 4) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 18-4-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่+จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตรา 3 กรัมต่อต้น+อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอัตรา 3 กรัมต่อต้น 5) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 13.5-3-4.5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่ 6) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 13.5-3-4.5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่+จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตรา 3 กรัมต่อต้น+อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอัตรา 3 กรัมต่อต้น และ 7) ใส่มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่+จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตรา 3 กรัมต่อต้น+อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอัตรา 3 กรัมต่อต้น ผลการทดลองพบว่ากรรมวิธีที่ 4 คือ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 18-4-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่+จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตรา 3 กรัมต่อต้น+อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอัตรา 3 กรัมต่อต้น ให้ค่าความสูงต้นกระเจี๊ยบเขียวที่อายุ 45 และ 60 วันสูงที่สุดเท่ากับ 54.98 และ 84.68 เซนติเมตร ตามลำดับ และให้น้ำหนักฝักกระเจี๊ยบเขียวทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากับ 1,303 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีกำไรสุทธิ 6,706.00 บาทต่อไร่

คำสำคัญ: กระเจี๊ยบเขียว ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ ชีวมวล การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี

Abstract

The management of plant nutrients is crucial for the production of okra in terms of growth, quantity, and quality of the yield. Utilizing bio-products with biomass on okra production following Good Agricultural Practices (GAP) on clay-clay loam soils in Suphan Buri province is aimed to study plant nutrient management for okra production. The experiment was conducted in a farmer's field in Sa Yai Som sub-district, U Thong district, Suphan Buri province. The randomized complete block design with four replications consisting of 7 treatments. These were: 1) Control 2) Chemical fertilizer application of 18-4-6 kg/rai of N-P_2O_5-K_2O 3) Chemical fertilizer application of 18-4-6 kg/rai N-P_2O_5-K_2O + cow manure 1 ton/rai 4) Chemical fertilizer application of 18-4-6 kg/rai of N-P_2O_5-K_2O + cow manure 1 ton/rai + phosphate-solubilizing bacteria 3 g/plant + arbuscular mycorrhizal fungi 3 g/plant 5) Chemical fertilizer application of 13.5-3-4.5 kg/rai of N-P_2O_5-K_2O + cow manure 1 ton/rai 6) Chemical fertilizer application of 13.5-3-4.5 kg/rai of N-P_2O_5-K_2O + cow manure 1 ton/rai + phosphate-solubilizing bacteria 3 g/plant+ arbuscular mycorrhizal fungi 3 g/plant and 7) Cow manure 1 ton/rai+phosphate-solubilizing bacteria 3 g/plant+arbuscular mycorrhizal fungi 3 g/plant. The results of the experiment showed that the application of chemical fertilizer of 18-4-6 kg/rai of N-P_2O_5-K_2O + cow manure 1 ton/rai + phosphate-solubilizing bacteria 3 g/plant+arbuscular mycorrhizal fungi 3 g/plant resulted in the tallest okra plants at 45 and 60 days of age, reaching heights of 54.98 and 84.68 centimeters respectively, the maximum yield of okra is 1,303 kilograms per rai, with a net profit of 6,706.00 baht per rai.

Keywords: Okra, Bio-products, Biomass, Good Agricultural Practice (GAP)

บทนำ

กระเจี๊ยบเขียวเป็นพืชส่งออกสำคัญเป็นอันดับต้น ๆ ของไทย สถิติการส่งออกกระเจี๊ยบเขียวฝักสดหรือแช่เย็นในปี 2566 มีมูลค่าถึง 209 ล้านบาท และกระเจี๊ยบเขียวแช่แข็ง มูลค่า 113 ล้านบาท (สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์, 2566) เนื่องจากต่างประเทศนิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย เช่น ประเทศญี่ปุ่นมีการนำเข้ากระเจี๊ยบเขียวจากไทยมูลค่าสูงถึง 290 ล้านบาท เป็นกระเจี๊ยบเขียวฝักสดหรือแช่เย็นมูลค่า 171 ล้านบาท และกระเจี๊ยบเขียวแช่แข็งมูลค่า 112 ล้านบาท (สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์, 2566) โดยในปี 2566 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกกระเจี๊ยบเขียว จำนวน 4,061 ไร่ ผลผลิตจำนวน 5,377 ตัน มีปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 1,347 กิโลกรัมต่อไร่ แหล่งปลูกกระเจี๊ยบเขียวที่สำคัญส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ภาคกลาง คือ จังหวัดสุพรรณบุรี ราชบุรี กาญจนบุรี และนครปฐม (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) ขณะที่เกษตรกรผู้ปลูกกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน GAP มีจำนวน 742 ราย 749 แปลง รวมพื้นที่ทั้งหมด 1,474.66 ไร่ คิดเป็น 36 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ปลูกกระเจี๊ยบเขียวทั้งหมด (กรมวิชาการเกษตร, 2567) กระเจี๊ยบเขียวสามารถปลูกได้ในดินเกือบทุกชนิด โดยเฉพาะดินร่วนปนทราย หน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 1 เมตร ควรปลูกในพื้นที่ราบ ดินระบายน้ำดี น้ำไม่ท่วมขัง เนื่องจากกระเจี๊ยบเขียวไม่ทนต่อสภาพน้ำท่วมขัง ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 6.5-7.5 ปริมาณอินทรียวัตถุเหมาะสมคือ 1-3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งดินที่ใช้ปลูกกระเจี๊ยบเขียวไประยะหนึ่งจะสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิตที่เก็บเกี่ยวไปในแต่ละปี จึงทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงตามไปด้วย (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2551)

แนวทางในการทำการเกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกระเจี๊ยบเขียวให้ได้ผลผลิตสูงและผลผลิตมีคุณภาพตรงตามความต้องการของตลาด จำเป็นต้องมีการจัดการปุ๋ยที่ถูกต้องและเหมาะสม โดยการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยชีวภาพเพื่อให้พืชได้รับธาตุอาหารตรงตามความต้องการสำหรับใช้ในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่ดีมีคุณภาพ

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการจัดการธาตุอาหารพืชสำหรับการผลิตกระเจี๊ยบเขียวตาม GAP ที่ปลูกในดินเหนียว-ร่วนเหนียว จังหวัดสุพรรณบุรี

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการ

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 7 กรรมวิธี ดังนี้ 1) กรรมวิธีควบคุม (control) 2) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 18-4-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (RDF) 3) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 18-4-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่ (RDF+CM) 4) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 18-4-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่+จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตรา 3 กรัมต่อต้น+อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอัตรา 3 กรัมต่อต้น (RDF+CM+PSB+AMF) 5) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 13.5-3-4.5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่ (75% of RDF+CM) 6) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 13.5-3-4.5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่+จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตรา 3 กรัมต่อต้น+อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอัตรา 3 กรัมต่อต้น (75% of RDF+CM+PSB+AMF) และ 7) ใส่มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่+จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตรา 3 กรัมต่อต้น+อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอัตรา 3 กรัมต่อต้น (CM+PSB+AMF)

2. วิธีปฏิบัติในแปลงทดลอง

โดยดำเนินการทดลองในแปลงเกษตรกรผู้ปลูกกระเจี๊ยบเขียว GAP ในตำบลสระยายโสม อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี พิกัดแปลง 47P 0595056N 1576786E จากนั้นไถเตรียมดินและแบ่งแปลงย่อยขนาด 6x6 เมตร ใส่มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่ตามกรรมวิธี สับกลบลงดินทิ้งไว้อย่างน้อย 1 เดือน ปลูกกระเจี๊ยบเขียวพันธุ์ลูกผสม HVOK 068 ระยะปลูก 50x100 เซนติเมตร โดยหยอดเมล็ด 3 เมล็ดต่อหลุม พร้อมใส่ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตและราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซารองก้นหลุมอัตรา 3 กรัมต่อต้นตามกรรมวิธี ถอนแยกกระเจี๊ยบเขียวให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม

เมื่ออายุ 15 วันหลังปลูกพร้อมใส่ปุ๋ยครั้งแรก 1/2N+P+K และครั้งที่สองใส่ 1/2N หลังจากถอนแยก 30 วันตามกรรมวิธี โดยใส่สองข้างแถวแล้วพรวนดินกลบ และให้น้ำ ดูแลรักษาตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกรผู้ปลูกกระเจี๊ยบเขียว GAP จากนั้นเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของกระเจี๊ยบเขียว เช่น ความสูงต้น ที่อายุ 15 30 45 และ 60 วัน และเก็บเกี่ยวกระเจี๊ยบเขียวที่อายุ 45 วันหลังปลูก ในพื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 4x4 เมตร มาประเมินผลของการจัดการปุ๋ยในแต่ละกรรมวิธี

3. การวิเคราะห์สมบัติของดินก่อนปลูก

วิเคราะห์สมบัติของดินก่อนปลูก ได้แก่ เนื้อดิน (soil texture) โดยวิธี Automatic pipette method (จักรพงษ์, 2546) ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) โดยใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำเท่ากับ 1:5 เขย่าเป็นเวลา 30 นาที ทิ้งให้ตกตะกอน แล้วนำไปวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินด้วยเครื่อง electrical conductivity ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน โดยวิธี Wet oxidation (Walkey and Black, 1934) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P) สกัดดินด้วยสารละลาย Bray II ในกรณีดินมี pH > 7.3 สกัดดินด้วยสารละลาย 0.5 M $NaHCO_3$ (pH 8.5) ตามวิธี Olsen ทำให้เกิดสีตามวิธี molybdenum blue และวัดปริมาณฟอสฟอรัสเทียบกับสารละลายมาตรฐานด้วยเครื่อง UV/Vis spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K, Ca, Mg) สกัดดินด้วย 1M NH_4OAc. pH 7.0 วัดปริมาณด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) เทียบกับสารละลายมาตรฐาน (กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน, 2544)

ตารางที่ 1 สมบัติของดินก่อนปลูกกระเจี๊ยบเขียว

Texture	pH (1:1)	EC (1:5) (dS/m)	OM (%)	Avail. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)
clay loam	7.61	0.53	1.54	35.10	138.65	3,049	330

4. การวิเคราะห์สมบัติของชีวมวลที่ใช้ในการทดลอง

วิเคราะห์สมบัติของชีวมวล (มูลวัว) โดยนำมาหาความชื้นโดยวิธี oven drying ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ จากนั้นนำชีวมวลมาบดให้ละเอียด วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำเท่ากับ 1:5 วัดค่าการนำไฟฟ้า (EC) ใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำ เท่ากับ 1:10 เขย่าเป็นเวลา 30 นาที ทิ้งให้ตกตะกอน แล้วนำไปวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินด้วยเครื่อง electrical conductivity วิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุ โดยวิธี Wet oxidation (Walkey and Black, 1934) วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Kjeldahl method ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมทั้งหมด โดยย่อยตัวอย่างด้วยกรดผสมเปอร์คลอริกและไนตริกอัตราส่วน 1 ต่อ 1 (1:1 $HClO_4$:HNO_3) วัดปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธี Spectrophotometric molybdovanadophosphate method วัดปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมทั้งหมด ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) (กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี, 2551)

5. การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โดยใช้อัตราส่วนระหว่างรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ย ต่อรายจ่ายจากการใช้ปุ๋ย หรือค่า Value to Cost Ratio (VCR) หากค่า VCR มากกว่า 2 แสดงว่ามีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Pevaiz et al., 2004)

6. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT (Duncan's new multiple range test) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติของ IRRISTAT Version 3/93

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. สมบัติของดินที่ใช้ในการทดลอง

จากผลวิเคราะห์สมบัติดินก่อนปลูกที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว มีค่าความกรด-ด่างของดินเป็นด่างเล็กน้อย (pH เท่ากับ 7.61) ค่าการนำไฟฟ้าของดินเท่ากับ 0.53 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ปริมาณอินทรียวัตถุจัดอยู่ในระดับปานกลาง (1.54 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์จัดอยู่ในระดับปานกลาง (35.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในขณะที่ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง (138.65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เมื่อพิจารณาความต้องการธาตุอาหารพืชจากค่าวิเคราะห์ดินสำหรับกระเจี๊ยบเขียว พบว่า กระเจี๊ยบเขียวมีความต้องการปุ๋ยเท่ากับ 18-4-6 กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (ตารางที่ 1) จากรายงานของกรมส่งเสริมการเกษตร (2551) พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกกระเจี๊ยบเขียว มีค่าเท่ากับ 6.5-7.5 ปริมาณอินทรียที่วัตถุเหมาะสมคือ 1-3 เปอร์เซ็นต์ และกระเจี๊ยบเขียวต้องการไนโตรเจน 38.4 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส 27.5 กิโลกรัมต่อไร่ และโพแทสเซียม 46 กิโลกรัมต่อไร่

2. สมบัติของชีวมวลที่ใช้ในการทดลอง

จากผลวิเคราะห์มูลวัว พบว่า มูลวัวมีค่าความชื้น 13.37 เปอร์เซ็นต์ มีค่า pH เท่ากับ 8.9 ค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 8.39 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ปริมาณอินทรียวัตถุ เท่ากับ 58.07 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ทั้งหมด เท่ากับ 1.38 1.42 และ 4.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) เท่ากับ 24.40 จะเห็นว่ามูลวัวมีค่า C/N ratio มากกว่า 20 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (ประกาศกรมวิชาการเกษตร, 2555) ทั้งนี้การนำมูลวัวที่มีค่า C/N ratio มากกว่า 20 ไปใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ควรมีการหมักให้ย่อยสลายก่อนนำไปใช้เพื่อป้องกันการเกิดกระบวนการดูดซึมไนโตรเจนในรูปอนินทรีย์จากจุลินทรีย์ดิน (immobilization) ซึ่งอาจส่งผลให้พืชขาดไนโตรเจนในช่วงแรกของการใส่ปุ๋ยได้ (ทิพวรรณ และคณะ, 2567) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารของชีวมวล (มูลวัว)

Moisture (%)	pH (1:1)	EC (1:10) (dS/m)	OM (%)	Total N (%)	Total P_2O_5 (%)	Total K_2O (%)	C/N ratio
13.37	8.9	8.39	58.07	1.38	1.42	4.57	24.40

หมายเหตุ : Moisture (%) base on fresh weight

3. การเจริญเติบโตและผลผลิตของกระเจี๊ยบเขียว

3.1 ความสูงต้นกระเจี๊ยบเขียว

จากการทดลอง พบว่า ต้นกระเจี๊ยบเขียวทุกกรรมวิธีมีความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่อายุ 15 และ 30 วันหลังปลูก ในขณะที่ต้นกระเจี๊ยบเขียวที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 18-4-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่+จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตรา 3 กรัมต่อต้น+อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอัตรา 3 กรัมต่อต้น ที่อายุ 45 และ 60 วันหลังปลูก มีความสูงต้นกระเจี๊ยบเขียวสูงที่สุด เท่ากับ 63.65 และ 104.23 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ความสูงของต้นกระเจี๊ยบเขียวที่อายุ 15 30 45 และ 60 วันหลังปลูก ในดินเหนียว-ร่วนเหนียว แปลงเกษตรกรผู้ปลูกกระเจี๊ยบเขียว ตำบลสระยายโสม อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี

กรรมวิธี	ความสูงต้นกระเจี๊ยบเขียว (cm)			
	15 วัน	30 วัน	45 วัน	60 วัน
1. Control	5.93	14.35	47.63e	81.80d
2. RDF	5.92	14.18	54.14d	90.10c
3. RDF+CM	5.92	15.10	57.80c	93.64bc
4. RDF+CM+PSB+AMF	5.92	16.25	63.65a	104.23a
5. 75% of RDF+CM	5.93	15.58	57.33c	92.40bc
6. 75% of RDF CM+PSB+AMF	5.92	15.38	61.19b	96.60b
7. CM+PSB+AMF	5.92	14.45	48.05e	82.25d
เฉลี่ย	5.92	15.04	55.68	91.57
F - test	ns	ns	**	**
CV. (%)	0.3	8.3	1.3	3.2

หมายเหตุ : ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ
** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ตารางที่ 4 ผลผลิตของกระเจี๊ยบเขียวที่ปลูกในดินเหนียว-ร่วนเหนียว แปลงเกษตรกรผู้ปลูกกระเจี๊ยบเขียว ตำบลสระยายโสม อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี

กรรมวิธี	ผลผลิตกระเจี๊ยบเขียว			
	จำนวนฝักทั้งหมด (ฝัก/ไร่)	จำนวนฝักที่ผ่านเกณฑ์ (ฝัก/ไร่)	น้ำหนักฝักทั้งหมด (กก./ไร่)	น้ำหนักฝักที่ผ่านเกณฑ์ (กก./ไร่)
1. Control	73,450c	66,300d	738.00c	656.25d
2. RDF	98,275b	85,400bc	1,037.75b	897.00bc
3. RDF+CM	102,900ab	95,475ab	1,088.50b	960.75ab
4. RDF+CM+PSB+AMF	115,425a	105,150a	1,303.75a	1,149.25a
5. 75% of RDF+CM	101,425ab	93,150ab	1,049.50b	995.25ab
6. 75% of RDF CM+PSB+AMF	112,400ab	104,800a	1,103.75ab	1,032.50ab
7. CM+PSB+AMF	79,850c	72,700cd	790.75c	745.50cd
เฉลี่ย	97,675	88,996	1,016.00	919.50
F - test	**	**	**	**
CV. (%)	10.2	11.3	13.4	13.2

หมายเหตุ : ** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

3.2 ผลผลิตกระเจี๊ยบเขียว

จำนวนฝักทั้งหมดต่อไร่ของกระเจี๊ยบเขียว เก็บเกี่ยวที่อายุ 45-80 วันหลังปลูก พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 18-4-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่+จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตรา 3 กรัมต่อต้น+อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอัตรา 3 กรัมต่อต้น ให้จำนวนฝักทั้งหมดต่อไร่สูงที่สุด เท่ากับ 115,425 ฝัก รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 13.5-3-4.5 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่+จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตรา 3 กรัมต่อต้น+อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอัตรา 3 กรัมต่อต้น กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 18-4-6 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$

ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 13.5-3-4.5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 18-4-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้จำนวนฝักทั้งหมดต่อไร่ เท่ากับ 112,400 102,900 101,425 และ 98,275 ฝัก ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมให้จำนวนฝักทั้งหมดต่อไร่ต่ำที่สุด เท่ากับ 73,450 ฝัก และไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ใส่มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่+จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตรา 3 กรัมต่อต้น+อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอัตรา 3 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 4)

จำนวนฝักที่ผ่านเกณฑ์ต่อไร่ของกระเจี๊ยบเขียว เก็บเกี่ยวที่อายุ 45-80 วันหลังปลูก พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 18-4-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่+จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตรา 3 กรัมต่อต้น+อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอัตรา 3 กรัมต่อต้น ให้จำนวนฝักที่ผ่านเกณฑ์ต่อไร่สูงที่สุด เท่ากับ 105,150 ฝัก รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 13.5-3-4.5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่+จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตรา 3 กรัมต่อต้น+อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอัตรา 3 กรัมต่อต้น กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 18-4-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 13.5-3-4.5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 18-4-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้จำนวนฝักที่ผ่านเกณฑ์ต่อไร่ เท่ากับ 104,800 95,475 93,150 และ 85,400 ฝัก ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมให้จำนวนฝักที่ผ่านเกณฑ์ต่อไร่ต่ำที่สุด เท่ากับ 66,300 ฝัก และไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ใส่มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่+จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตรา 3 กรัมต่อต้น+อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอัตรา 3 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 4)

น้ำหนักฝักทั้งหมดต่อไร่ของกระเจี๊ยบเขียว เก็บเกี่ยวที่อายุ 45-80 วันหลังปลูก พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 18-4-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่+จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตรา 3 กรัมต่อต้น+อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอัตรา 3 กรัมต่อต้น ให้น้ำหนักฝักทั้งหมดต่อไร่สูงที่สุด เท่ากับ 1,303.75 กิโลกรัม รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 13.5-3-4.5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่+จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตรา 3 กรัมต่อต้น+อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอัตรา 3 กรัมต่อต้น กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 18-4-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 13.5-3-4.5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 18-4-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้น้ำหนักฝักทั้งหมดต่อไร่ เท่ากับ 1,103.75 1,088.50 1,049.50 และ 1,037.75 กิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมให้น้ำหนักฝักทั้งหมดต่อไร่ต่ำที่สุด เท่ากับ 738.00 กิโลกรัม และไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ใส่มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่+จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตรา 3 กรัมต่อต้น+อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอัตรา 3 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 4)

น้ำหนักฝักที่ผ่านเกณฑ์ต่อไร่ของกระเจี๊ยบเขียว เก็บเกี่ยวที่อายุ 45-80 วันหลังปลูก พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 18-4-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่+จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตรา 3 กรัมต่อต้น+อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอัตรา 3 กรัมต่อต้น ให้น้ำหนักฝักที่ผ่านเกฑณ์ต่อไร่สูงที่สุด เท่ากับ 1,149.25 กิโลกรัม รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 13.5-3-4.5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่+จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตรา 3 กรัมต่อต้น +อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอัตรา 3 กรัมต่อต้น กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 13.5-3-4.5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อต้น กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 18-4-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 18-4-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ให้จำนวนฝักที่ผ่านเกณฑ์ต่อไร่ เท่ากับ 1,032.50 995.25 960.75 และ 897.00 กิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมให้น้ำหนักฝักที่ผ่านเกณฑ์ต่อไร่ต่ำที่สุด เท่ากับ 656.25 กิโลกรัม และไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ใส่มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่+จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตรา 3 กรัมต่อต้น+อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอัตรา 3 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 4) การปลูกกระเจี๊ยบเขียวใช้ระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ยาวนาน การใส่ปุ๋ยจึงต้องเพียงพอต่อความต้องการ จะเห็นว่าการใส่ปุ๋ยเคมีที่มีปริมาณธาตุไนโตรเจนสูง สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตของกระเจี๊ยบเขียวได้ เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญของกรดอะมิโน โปรตีน คลอโรฟิลล์ กรดนิวคลีอิก และเอนไซม์ในพืช ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของยอดอ่อน ใบ และกิ่งก้าน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) การได้รับไนโตรเจนเพียงพอจะทำให้กระเจี๊ยบเขียวมีการเจริญเติบโตที่ดีใบมีสีเขียว ออกดอกมากขึ้น และให้ศักยภาพผลผลิตที่สูงขึ้น ต้นกระเจี๊ยบเขียวที่ขาดไนโตรเจนจะมีใบสีเหลืองอ่อน การเจริญเติบโตแคระแกรนและผลผลิตที่ได้ลดลง ทั้งนี้ปริมาณไนโตรเจนในพืช

ที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตแตกต่างกันตามชนิดของพืช ส่วนของพืช และระยะการเจริญเติบโต แต่โดยทั่วไปจะอยู่ระหว่าง 1-2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (Agribot, 2004) นอกจากนี้การใส่มูลวัวยังช่วยเพิ่มผลผลิตกระเจี๊ยบเขียวได้ ซึ่ง Premsekhar and Rajashree (2009) รายงานว่า ปริมาณผลผลิตกระเจี๊ยบเขียวที่เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์ช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและชีวภาพของดินจึงทำให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น ประกอบกับการใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจากจุลินทรีย์ที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่ทำให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืชมากขึ้น เช่น ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต ที่ช่วยละลายธาตุฟอสฟอรัสที่ถูกตรึงอยู่กับธาตุแคลเซียมในดินด่างให้อยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น และปุ๋ยชีวภาพอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่ช่วยเพิ่มศักยภาพในการดูดใช้ธาตุอาหารให้แก่พืช โดยการสร้างเส้นใยเข้าไปในรากและเส้นใยบางส่วนจะเจริญอยู่ในดินบริเวณรอบรากพืช ช่วยดูดธาตุอาหารต่าง ๆ และละลายฟอสฟอรัสที่ถูกตรึงอยู่ในดิน ส่งผ่านธาตุอาหารไปทางเส้นใยราเข้าสู่รากพืช จึงสามารถลดการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตลงได้ 25 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน, 2564)

5. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

จากการศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการผลิตกระเจี๊ยบเขียว พบว่า การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (18-4-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) มีค่าใช้จ่ายปุ๋ยน้อยที่สุดคือ 1,603 บาทต่อไร่ ในขณะที่การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 18-4-6 กิโลกรัม N- N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่+จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตรา 3 กรัมต่อต้น+อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอัตรา 3 กรัมต่อต้น มีค่าใช้จ่ายปุ๋ยมากที่สุดคือ 5,619 บาทต่อไร่ แต่การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 18-4-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่+จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตรา 3 กรัมต่อต้น+อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอัตรา 3 กรัมต่อต้น ให้กำไรสูงสุด 6,706.00 บาทต่อไร่ โดยมีค่า VCR เท่ากับ 2.19 ซึ่งมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ร่วมกับชีวมวลในการผลิตกระเจี๊ยบเขียวตาม GAP ในดินเหนียว-ร่วนเหนียว จังหวัดสุพรรณบุรี

กรรมวิธี	ผลผลิตกระเจี๊ยบเขียว					
	ผลผลิต (กก./ไร่)	ผลผลิตเพิ่ม (กก./ไร่)	มูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่)	ต้นทุนปุ๋ย (บาท/ไร่)	กำไร (บาท/ไร่)	VCR
1. Control	656.25	-	-	-	-	-
2. RDF	897.00	240.75	6,018.75	1,603.00	4,415.75	3.75
3. RDF+CM	960.75	304.50	7,612.50	3,603.00	4,009.50	2.11
4. RDF+CM+PSB+AMF	1,149.25	493.00	12,325.00	5,619.00	6,706.00	2.19
5. 75% of RDF+CM	995.25	339.00	8,475.00	3,202.25	5,272.75	2.65
6. 75% of RDF CM+PSB+AMF	1,032.50	376.25	9,406.25	5,218.25	4,188.00	1.80
7. CM+PSB+AMF	745.50	89.25	2,231.25	4,016.00	-1,784.75	0.56

หมายเหตุ : ปุ๋ยเคมี 46-0-0 ราคากิโลกรัมละ 25.5 บาท ปุ๋ยเคมี 18-46-0 ราคากิโลกรัมละ 35 บาท ปุ๋ยเคมี 0-0-60 ราคากิโลกรัมละ 37 บาท มูลวัว ราคากิโลกรัมละ 2 บาท ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต ราคากิโลกรัมละ 90 บาท ปุ๋ยชีวภาพอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ราคากิโลกรัมละ 120 บาท กระเจี๊ยบเขียวราคากิโลกรัมละ 25 บาท

สรุปผลการวิจัย

การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 18-4-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่+จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตรา 3 กรัมต่อต้น+อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอัตรา 3 กรัมต่อต้น ให้ผลผลิตของกระเจี๊ยบเขียวสูงที่สุด เท่ากับ 1,303.75 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกับการใส่การใส่ปุ๋ยเคมี 13.5-3-4.5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่+มูลวัวอัตรา 1 ตันต่อไร่+จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตอัตรา 3 กรัมต่อต้น+อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอัตรา 3 กรัมต่อต้น ทั้งนี้การใส่ชีวมวลและผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์สามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ถึง 25 เปอร์เซ็นต์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ร่วมกับกรมวิชาการเกษตร และขอขอบคุณกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตรที่ให้ความอนุเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพสำหรับใช้ในการวิจัยครั้งนี้ สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และทีมงานวิจัยทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลืองานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. (2567). *Gap online: กระเจี๊ยบเขียว*. https://gap.doa.go.th/.

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2551). *คู่มือนักวิชาการส่งเสริมการเกษตร: กระเจี๊ยบเขียว.* http://www.agriman.doae.go.th/home/t.n/t.n1/5vagetable_Requirement/03_Okra.pdf.

กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน. (2564). *ปุ๋ยชีวภาพ*. กรุงเทพมหานคร. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน. (2544). *คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช*. กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด : กรุงเทพฯ.

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี. (2551). *คู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์*. กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ควิกปริ๊นท์ ออฟเซ็ท : กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2554). *ปฐพีวิทยาเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์.

จักรพงษ์ เจิมศิริ. (2546). *วิธีวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดิน*. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ประกาศกรมวิชาการเกษตร. (2555). *เรื่อง การขอขึ้นทะเบียน การออกใบสำคัญการขึ้นทะเบียน การขอแก้ไขรายการทะเบียน และการแก้ไขรายการทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2555*. https://www.doa.go.th/ard/wp-content/uploads/2019/11/FEDOA5.pdf.

ทิพวรรณ แก้วหนู ศุภกาญจน์ ล้วนมณี ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต วนิดา โนบรรเทา สมฤทัย ตันเจริญ ชัชธนพร เกื้อหนุน นิศารัตน์ ทวีนุต ศรีสุดา รื่นเจริญ ศราริน กลิ่นโพธิ์กลับ แววตา พลกุล ปฏิมาภรณ์ จินจาคาม กมลชนก เจริญศรี นุชนาฏ ตันวรรณ สายน้ำ อุดพ้วย ภิญญาลักษณ์ รัตนวิระกุล และ อนุรักษ์ ภู่ระหงษ์. (2567). การประเมินการปลดปล่อยไนโตรเจนของปุ๋ยหมัก มูลไก่แกลบ มูลวัวนม และแหนแดงแห้ง. *แก่นเกษตร*. (52)(ฉบับเพิ่มเติม 1), 392-400.

สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์. (2566). *ตลาดส่งออกสำคัญของไทยรายสินค้า*.https://tradereport.moc.go.th/Report/Default.aspx?Report=MenucomTopNRecode&Option=3&Lang=Th&ImExType=1.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2566). *กระเจี๊ยบเขียว: เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ปี2565*. https://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/green%20bean%20%E0%B8%9B%E0%B8%B5%2065.pdf.

Agribot. (2004). *Nutrient Management in Okra*. https://agri.bot/docs/nutrient-management-in-okra/.

Pervaiz Z., Hussain K., Kazmi S.S.H. and Gill K.H. (2004). Agronomic efficiency of different N:P ratios in rain fed wheat. International Journal of *Agriculture & Biology* 6(3): 455–457.

Premsekhar, M. and Rajashree, V. (2009). Influence of organic manure on growth, yield and quality of okra. *American Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 3(1): 6 – 8.

Walkley, A and Black. I. A. (1947). Chromic acid titration method for determination of soil organic matter. *Soil Sci. Amer. Proc*, 63, 257.