วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 28 (ฉบับที่ 1) มกราคม – เมษายน พ.ศ. 2566
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 28 (No.1) January – April 2023 บทความวิจัย

ศักยภาพของปุ๋ยอินทรีย์ในท้องถิ่นต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต คุณภาพผลผลิต และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการผลิตหอมแดงอินทรีย์ที่จังหวัดศรีสะเกษ

The Potential of Local Organic Fertilizers on Growth, Yield, Quality, and Economic Benefit for Organic Shallot Production in Sisaket Province

กฤษณาพร สุทธิกรม, วันเพ็ญ ชลอเจริญยิ่ง และ พวงเพชร พิมพ์จันทร์*

Krissanaporn Sutthikrom, Wanpen Chalorcharoenying and Paongpetch Phimchan*

สาขาพืชศาสตร์ สิ่งทอและการออกแบบ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์

Department of Plant Science, Textile, and Design, Faculty of Agriculture and Technology,

Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus

Received : 31 January 2022

Revised : 30 May 2022

Accepted : 18 August 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพของปุ๋ยอินทรีย์ในท้องถิ่นต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตของหอมแดง เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนปุ๋ยเคมีในระบบการผลิตหอมแดงอินทรีย์ของจังหวัดศรีสะเกษ ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบไปด้วยปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ปุ๋ยอินทรีย์การค้า ปุ๋ยมูลวัวแห้ง ปุ๋ยมูลสุกรแห้ง ปุ๋ยมูลไก่แห้ง และปุ๋ยหมักชีวภาพ เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 1 แปลง โดยแปลงย่อยมีขนาด 1x1.5 เมตร ปลูกหอมแดงได้จำนวน 48 หัวต่อแปลง แบ่งการให้ปุ๋ยออกเป็น 3 ระยะ คือ ปุ๋ยรองพื้น การให้ปุ๋ยครั้งที่ 1 และการให้ปุ๋ยครั้งที่ 2 เมื่อหอมแดงมีอายุ 20 และ 45 วัน ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า การให้ปุ๋ยมูลไก่แห้งนั้นมีผลทำให้การเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตของหอมแดงดีที่สุด โดยมีผลผลิตสูงถึง 5.75 กิโลกรัมต่อแปลง หรือ 3.99 ตันต่อไร่ รองลงมาคือการให้ปุ๋ยมูลสุกรแห้ง ซึ่งมีผลผลิต 4.55 กิโลกรัม/แปลง หรือ 3.15 ตันต่อไร่ ในขณะที่การให้ปุ๋ยเคมีที่ให้ผลผลิตเพียง 4.32 กิโลกรัมต่อแปลง หรือ 2.99 ตันต่อไร่ นอกจากนี้แล้วเมื่อประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทุกชนิดให้รายได้สุทธิระหว่าง 158,020-264,820 บาทต่อไร่ แต่การให้ปุ๋ยเคมีให้รายได้สุทธิต่อพื้นที่เพียง 47,390 บาทต่อไร่ ดังนั้นจากผลการศึกษาในครั้งนี้เห็นได้ว่าในการผลิตหอมแดงอินทรีย์นั้นสามารถนำปุ๋ยอินทรีย์ที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีได้ โดยเฉพาะปุ๋ยมูลไก่แห้งและปุ๋ยมูลสุกรแห้ง

คำสำคัญ : ปุ๋ยหมักชีวภาพ ; ปุ๋ยคอก ; การเจริญเติบโต ; ผลผลิต ; ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

Abstract

This research aims to study the potential of local organic fertilizers on the growth, yield, and quality of shallots, to guide the choice of organic fertilizers as a substitute for chemical fertilizers in the organic shallot production of Sisaket Province. This study consisted of five local organic fertilizers: commercial organic fertilizer, dried cow manure, dried pig manure, dried chicken manure, and bio compost, compared with chemical fertilizer (Control). The Randomized Complete Block Design; RCBD was used as an experimental design with 4 replications. The plot size is 1x1.5 m^2, and 48 plants/plot. Fertilizer application was divided into three phases; 1) at the soil preparation time, 2) 20 days after planting (DAPS) and 3) 45 DAPS. The results showed that dried chicken manure strongly influences shallot's growth, yield, and quality, with 5.75 kg/plot or 3.99 tons/rai. Followed by dried pig manure with 4.55 kg/plot or 3.15 tons/rai. While chemical fertilizer yields only 4.32 kg/plot or 2.99 tons/rai. In addition, when evaluating economic returns, it was found that the use of all organic fertilizers provides a net income of between 158,020-264,820 baht/rai, but chemical fertilizers provide a net income per area of only 47,390 baht/rai. Therefore, as the results of this study show, in the production of organic shallots, locally available organic fertilizers can be used as a substitute for chemical fertilizers, especially dried chicken manure and dried pig manure.

Keywords: bio-compost ; manure ; growth ; yield ; economic benefit

***Corresponding author. E-mail:** paongpetch@gmail.com

บทนำ

หอมแดง (*Allium ascalonicum* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญที่นิยมปลูกและบริโภคกันอย่างกว้างขวางในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ นอกจากใช้เป็นเครื่องเทศในการประกอบอาหารแล้ว ยังใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องสำอางและเวชภัณฑ์ยา สำหรับการผลิตหอมแดงในประเทศไทยนั้น ส่วนใหญ่แล้วพื้นที่ผลิตอยู่ในเขตภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะจังหวัดศรีสะเกษ เชียงใหม่ พะเยา อุตรดิตถ์ และเพชรบูรณ์ เป็นต้น ซึ่งมีพื้นที่ผลิตทั้งประเทศประมาณ 50,000 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 2,500 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเป็นการปลูกหอมแดงที่อาศัยการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน อย่างไรก็ตามการใช้ปุ๋ยเคมีเช่นนี้ส่งผลกระทบต่อดินปลูกทั้งด้านคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดินอย่างชัดเจน โดยส่งผลให้ดินเกิดการอัดตัวแน่น การระบายน้ำไม่ดี เกิดการกัดเซาะ การไหลบ่า และการเสื่อมสภาพของดิน ดินเป็นกรด ดินเค็ม และปริมาณอินทรียวัตถุในดินลดลงได้ (Batey 2009 และ Velthof *et al.,* 2011) ซึ่งการสะสมกรดในดิน เช่น กรดกำมะถัน และกรดไฮโดรคลอริก จะทำลายการจับตัวของอนุภาคของดินกับกรดฮิวมิกจากเศษซากพืชซากสัตว์ที่บริเวณผิวของอนุภาคของดินที่มีส่วนในการช่วยให้เกิดการไหลเวียนของอากาศและน้ำในดินให้ดีขึ้น (Tien และ Chen, 2012) นอกจากนี้แล้วยังส่งผลให้ปริมาณและความหลากหลายของจุลินทรีย์ในดินลดลง เช่นในการผลิตข้าวโพด ข้าวสาลี และพืชอื่นๆ (Bohme *et al.,* 2005) ส่งผลให้กิจกรรมของเอนไซม์ต่างๆ ในดินลดลง เช่น Alkaline phosphatases, dehydrogenase, proteases และ glucosidases ซึ่งเอนไซม์เหล่านี้เป็นตัวบ่งชี้สำคัญถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินที่เกิดจากจุลินทรีย์ในดิน (Nannipieri *et al.,* 1990) โดยเฉพาะการลดลงของไมคอร์ไรซาบริเวณรากพืช (Yang *et al.,* 2000) และการลดลงของเชื้อแบคทีเรียในดิน เช่น ซูโดโมแนส และแบคทีเรียแกรมลบในข้าว และข้าวสาลี เป็นต้น (Islam *et al.,* 2009) จึงได้มีการศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และการใช้ปุ๋ยเคมีพบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ช่วยเพิ่มปริมาณและความหลากหลายของจุลินทรีย์ในดิน (Lopes *et al.,* 2011) เพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ในดินให้สูงขึ้นในพืชต่างๆ เช่น ข้าวสาลี มัสตาร์ด ยาสูบ และข้าวโพด เป็นต้น (Chauhan *et al.,* 2011 และ Yang *et al,* 2011) รวมทั้งการใช้สารกำจัดศัตรูพืชเพื่อลดการแพร่ระบาดของโรคแมลงซึ่งจะทำให้ผลผลิตของพืชลดลง นอกจากนี้แล้วการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในปริมาณมากและต่อเนื่องเกิดการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม และเกิดการตกค้างในผลผลิตส่งผลให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพได้

สำหรับจังหวัดศรีสะเกษนั้นเป็นพื้นที่ที่มีการผลิตหอมแดงมากที่สุดในประเทศไทย แต่ส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 95 เป็นการผลิตภายใต้ระบบเคมี โดยมีการผลิตภายใต้ระบบอินทรีย์เพียงเล็กน้อยเท่านั้น เช่น กลุ่มเกษตรกรในอำเภอยางชุมน้อยและอำเภอราศีไศล เป็นต้น ซึ่งผลผลิตหอมแดงที่จำหน่ายในท้องตลาดนั้นมีราคาแปรปรวนตลอดทั้งปี โดยราคาขายปลีกตั้งแต่ 30-140 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งส่งผลให้ราคารับรับซื้อหน้าสวนจากเกษตรกรนั้นมีความแปรปรวน โดยเฉพาะในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เดือนพฤษภาคม โดยเป็นหอมแดงที่ปลูกในฤดูหนาว และเก็บเกี่ยวช่วงเดือนกุมภาพันธ์ -เดือนมีนาคม จากนั้นนำผึ่งลมและวางจำหน่ายในช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งเห็นได้ว่าราคานั้นแตกต่างจากหอมแดงอินทรีย์ เนื่องจากมีผลผลิตออกสู่ตลาดน้อย สวนทางกับความต้องการของตลาด ส่งผลให้มีราคาสม่ำเสมอตลอดทั้งปี โดยในพื้นที่ใกล้เคียง เช่น อำเภอยางชุมน้อยและอำเภอราศีไศล จังหวัดศรีสะเกษ หรือสหกรณ์การเกษตรพืชผักอินทรีย์หนองสนิทจำกัด จังหวัดสุรินทร์ นั้นเกษตรกรมีการผลิตหอมแดงอินทรีย์จำหน่ายในราคากิโลกรัมละ 80 บาท และสำหรับหอมแดงอินทรีย์ที่วางจำหน่ายในตลาดทั่วไปมีราคาตั้งแต่ 80-150 บาท ซึ่งจากความแตกต่างทางด้านราคา และความยั่งยืนของการผลิตหอมแดงแบบอินทรีย์นั้น จึงมีแนวคิดว่า

หากสามารถปรับเปลี่ยนระบบการผลิตของเกษตรกรในพื้นที่จากระบบเคมีไปเป็นระบบอินทรีย์ได้ ก็จะเพิ่มรายได้และความมั่นคงให้แก่เกษตรกรได้มากยิ่งขึ้น

ปุ๋ยอินทรีย์ถือได้ว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสำเร็จในการผลิตหอมแดงอินทรีย์ของเกษตรกร โดยเห็นได้ว่ามีการศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของหอมแดงในต่างประเทศ ได้แก่ ปุ๋ยมูลวัว และน้ำหมักชีวภาพจากฉี่วัว (Santosa *et al.*, 2015) มูลค้างคาว น้ำหมักชีวภาพ และปุ๋ยอินทรีย์การค้า (Shaymaa *et al.*, 2014) มูลค้างคาว มูลไก่ และแกลบเผา (Dwipa *et al.*, 2019) นอกจากนี้ยังมีการนำเอาปุ๋ยคอก หรือเศษวัตถุดิบต่างๆ ที่มีในท้องถิ่นมาใช้ในการทดสอบปลูกหอมแดงอินทรีย์ เช่น มูลกระต่าย (Parwi *et al.*, 2019) การใช้ปุ๋ยหมักโบกาฉิจากมูลแพะ (Lasamini *et al.*, 2018) การใช้ปุ๋ยหมักจากเศษวัสดุต่างๆ (Nugroho *et al.*, 2019) รวมทั้งการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ เป็นต้น สำหรับในประเทศไทยนั้นทาง Si Sa Ket Horticultural Research Center (1985) พบว่าการใช้ปุ๋ยมูลวัวอัตรา 4 ตัน/ไร่ ทำให้หอมแดงมีผลผลิตสูงที่สุด `สำหรับจังหวัดศรีสะเกษ นอกจากพืชเศรษฐกิจ เช่น ข้าว หอมแดง กระเทียม พริก ยางพารา และไม้ผลแล้ว ยังมีการทำปศุสัตว์ด้วย โดยมีการเลี้ยงโคเนื้อ กระบือ สุกร ไก่พื้นเมือง ไก่เนื้อ และไก่ไข่ ซึ่งการทำปศุสัตว์ข้างต้นนั้น ส่งผลให้ในพื้นที่มีมูลสัตว์ที่เพียงพอต่อการใช้ประโยชน์ในการผลิตพืชได้ นอกจากนี้แล้วยังมีเศษวัชพืชที่สามารถนำมาใช้ทำปุ๋ยหมักได้ เช่น ผักตบชวา ซึ่ง Sukyankij *et al.*, (2021) พบว่าปุ๋ยหมักผักตบชวาให้ปริมาณอินทรียวัตถุสูง รวมทั้งให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นหากสามารถนำปุ๋ยคอก หรือวัชพืชในพื้นที่มาสร้างประโยชน์ใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ในการผลิตหอมแดงอินทรีย์ได้ จะเป็นการเพิ่มรายได้และลดต้นทุนรายจ่ายด้านการขนส่งหรือซื้อปุ๋ยอินทรีย์จากแหล่งผลิตอื่นนอกพื้นที่ได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แผนการทดลองและการดูแลจัดการ

ดำเนินการศึกษาระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 ณ พื้นที่ตำบลหนองแก้ว อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ โดยเดิมเป็นแปลงหญ้าและมีต้นไม้ใหญ่อยู่ใกล้เคียง ซึ่งมีร่มเงาพาดผ่านในช่วงเช้าด้านหนึ่ง และช่วงเย็นอีกด้านหนึ่ง ดังนั้นจึงได้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design; RCB) จำนวน 4 ซ้ำ ในทิศทางขวางแนวร่มเงา ซ้ำละ 6 แปลงย่อย รวมทั้งสิ้น 24 แปลงย่อย โดยแปลงย่อยมีขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 1.5 เมตร สูง 30 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแปลง 50 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยรองพื้นตามแผนการทดลองที่วางไว้ จากนั้นจึงใส่น้ำหมักจาวปลวกความเข้มข้น 1:200 โดยปริมาตร ในอัตรา 100 มิลลิลิตร/แปลงย่อย แล้วรดน้ำให้ชุ่ม สำหรับการเตรียมหัวพันธุ์นั้น ได้คัดหัวพันธุ์ที่มีขนาดใกล้เคียงกันจำนวน 24 ชุด ๆ ละ 70 หัว (สำรองไว้สำหรับการปลูกซ่อม) นำหัวพันธุ์มาคลุกเคล้ากับเชื้อไตรโคเดอมาร์แบบแห้ง (พร้อมใช้) ในอัตรา 10 กรัมต่อชุด พรมน้ำเล็กน้อยทิ้งไว้ก่อนปลูกเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นปลูกหอมแดงระยะปลูก 15x15 เซนติเมตร ซึ่งจะได้จำนวนหัวหอมทั้งสิ้น 48 หัวต่อแปลง สำหรับการปลูกนั้นจะกดหัวหอมลงไปในดินแล้วให้ปลายจุกโผล่ออกมาเหนือดินเล็กน้อย (ไม่เกิน 0.5 เซนติเมตร) แล้วจึงใช้ฟางคลุมหนาประมาณ 3 เซนติเมตร รดน้ำให้ชุ่ม โดยในช่วงสัปดาห์แรกนั้นให้น้ำวันละครั้ง จากนั้นเมื่อหอมแดงเริ่มแทงใบโผล่ออกมาเหนือฟางจึงให้น้ำทุก ๆ 2 วัน สำหรับการให้ปุ๋ยนั้นแบ่งออกเป็น 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 และ 2 เมื่ออายุ 20 และ 45 วัน ตามลำดับ ในการดูแลรักษา

นั้นใช้น้ำส้มควันไม้ในการฉีดป้องกันกำจัดหนอนกระทู้หอม และใช้เชื้อไตรโคเดอมาร์ในการฉีดพ่นเพื่อป้องกันโรคจากเชื้อรา เมื่ออายุ 50-60 วัน หักช่อดอกทิ้ง และเมื่ออายุ 80 วัน จึงทำการเก็บเกี่ยว โดยสังเกตจากปลายใบเป็นสีเหลืองและหักพับลง และหัวหอมมีลักษณะกลม สีแดงอมม่วงโผล่พ้นพื้นดินอย่างชัดเจน ซึ่งจะงดน้ำก่อนการเก็บเกี่ยว 15 วัน และให้น้ำก่อนการเก็บเกี่ยวเป็นเวลา 1 วันเพื่อให้ง่ายต่อการเก็บเกี่ยว

2. การจัดการปุ๋ย

ปุ๋ยที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้ประกอบไปด้วย ปุ๋ยเคมี (เปรียบเทียบ) ซึ่งใช้ตามกรรมวิธีของเกษตรกรในพื้นที่ตำบลหนองแก้ว อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ โดยรองพื้นด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ปุ๋ยครั้งที่ 1 ด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และให้ปุ๋ยครั้งที่ 2 ด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ประกอบไปด้วย 5 ชนิด ได้แก่ ปุ๋ยอินทรีย์การค้า ปุ๋ยมูลวัวแห้ง ปุ๋ยมูลสุกรแห้ง ปุ๋ยมูลไก่แห้ง และปุ๋ยหมักชีวภาพ ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์การค้านั้น ใช้ปุ๋ยยี่ห้อเดียวกันกับที่เกษตรกรผู้ผลิตหอมแดงอินทรีย์อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ แต่มีการดัดแปลงเล็กน้อย โดยให้ปุ๋ยรองพื้นอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ และให้ครั้งที่ 1 และ 2 ในอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับปุ๋ยมูลวัวแห้ง ปุ๋ยมูลสุกรแห้ง และปุ๋ยมูลไก่แห้งนั้น ปริมาณที่ใช้ดัดแปลงมาจาก Santosa *et al.,* 2015; Biratu *et al.,* 2018; Dwipa *et al.,* 2019 และ Si Sa Ket Horticultural Research Center (1985) เนื่องจากเป็นปุ๋ยคอกที่หาได้ง่ายในพื้นที่ เพื่อเห็นความแตกต่างอย่างชัดเจนและง่ายต่อการนำไปใช้ จึงได้ให้ปุ๋ยคอกทั้ง 3 ชนิดนี้ ในอัตราเท่ากัน คือ รองพื้นอัตรา 4,000 กิโลกรัมต่อไร่ และให้ครั้งที่ 1 และ 2 ในอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ในส่วนของปุ๋ยหมักชีวภาพนั้นมีวัตถุดิบหลักคือผักตบชวา และมูลวัวแห้ง ซึ่งหาได้ง่ายในพื้นที่ ใช้วิธีการหมักแบบพลิกกอง หมักทิ้งไว้เป็นเวลา 60 วัน แล้วจึงนำมาใช้ สำหรับอัตราใช้นั้นดัดแปลงจากกรรมวิธีของ Lasmini *et al.,* 2018 โดยให้ปุ๋ยรองพื้นอัตรา 3,800 กิโลกรัมต่อไร่ และให้ครั้งที่ 1 และ 2 อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 1) อย่างไรก็ตามเนื่องจากปริมาณการใช้ปุ๋ยแต่ละชนิดนั้นเป็นอัตราที่ง่ายต่อการนำไปใช้ของเกษตรกร โดยไม่ได้คำนวณจากปริมาณแต่ธาตุอาหารที่มีในปุ๋ยแต่ละชนิด ดังนั้นจึงได้นำตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในครั้งนี้ส่งตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของปุ๋ยที่สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดร้อยเอ็ด ได้แก่ ความชื้น สิ่งเจือปน C/N ratio โดยวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนทั้งหมด(Total carbon) หารด้วยปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Kjeldahl Nitrogen) การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนทั้งหมดจะใช้เทคนิคเผาไหม้แห้ง (Dry combustion) โดยวิธี Medium-Temperature Resistance Furnace Method สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดจะใช้วิธี Kjeldahl Method ของ AOAC Official Method 955.04, Organic matter ตามวิธีการของ Walkley and Black (1934), pH (1:1 H_2O), Electrical conductivity (1:5 H_2O) ใช้วิธี Kjeldahl method เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน วิธี Bray II เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้โดยวิธีสกัดด้วย 1N NH_4 OAc pH7 แล้ววิเคราะห์ด้วย atomic absorption spectrophotometer (AAS) (Richard, 1954) ซึ่งคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ แสดงไว้ในตารางที่ 2

Table 1 Fertilizer type and application rates per rai

Treatments	Time period		
	Soil preparation (kg/rai)	20 DAP (kg/rai)	45 DAP (kg/rai)
Chemical fertilizer[1/] (Control)	Cow manure (1,000 kg) Chemical fertilizer; 15-15-15 (50 kg)	Chemical fertilizer; 46-0-0 (20 kg)	Chemical fertilizer; 15-15-15 (20 kg)
Comercial organic fertilizer[2/]	1,000 kg	500 kg	500 kg
Dried cow manure [3/]	4,000 kg	500 kg	500 kg
Dried pig manure [3/]	4,000 kg	500 kg	500 kg
Dried chicken manure [3/]	4,000 kg	500 kg	500 kg
Bio-compost [4/]	3,200 kg	500 kg	500 kg

Remark: [1/] applied from farmer technique at Tambon Nongkaew, Kantrarom District, Sisaket Province

[2/] applied from organic shallot production technique at Yangchoomnoi District, Sisaket Province

[3/] applied from Santosa *et al*., 2015; Biratu *et al*., 2018; Dwipa *et al*., 2019

[4/] applied from Lasmini *et al*., 2018

Table 2 Physical and chemical properties of organic fertilizers

Organic fertilizer	Moisture (%)	C/N ratio	OM (%)	pH	EC (dS/m)	N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)
Comercial organic fertilizer	9.15	13,5	42.68	7.9	5.49	1.83	3.32	4.12
Dried cow manure	15.35	13.2	16.15	7	0.81	0.71	0.76	0.31
Dried pig manure	8.99	12.2	41.81	7.7	1.26	1.99	10.59	1.15
Dried chicken manure	13.1	16.4	41.44	7.7	4.36	1.47	2.29	1.95
Bio-compost	6.86	25.3	30.32	7.5	1.49	0.7	0.94	2.05

Remark: Data were analyzed by the Land Development Department (Roi Et)

3. การบันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของหอมแดงโดยสุ่มต้นหอมแดงที่อยู่ด้านในของแปลงๆ ละ 16 กอ บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตสัปดาห์ละครั้ง เป็นเวลา 10 สัปดาห์ (กอเดิมทั้ง 10 สัปดาห์) โดยบันทึกข้อมูล ได้แก่ จำนวนต้นต่อกอ จำนวนใบต่อกอ และความสูงต้น เมื่อหอมแดงอายุ 80 วันจึงเก็บเกี่ยวและบันทึกข้อมูลผลผลิต ได้แก่ จำนวนหัวต่อกอ จำนวนหัวรวมต่อแปลง และน้ำหนักสดรวม (ทั้งต้น) ส่วนน้ำหนักแห้งรวม (ทั้งต้น) นั้นนำไปแขวนผึ่งลมไว้เป็นเวลา 30 วัน จึงนำมาเก็บข้อมูลน้ำหนักแห้งรวม อย่างไรก็ตามสำหรับข้อมูลคุณภาพผลผลิตสดนั้น สุ่มหัวหอมแดงสด และหัวหอมแดงแห้ง อย่างละ 16 หัวต่อแปลงย่อย แล้วตัดส่วนต้นและรากทิ้งไป บันทึกข้อมูลน้ำหนักหัว ความกว้างหัว ความยาวหัว และใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อผลไม้ (Fruit hardness meter) รุ่น SKU#68417134 ของบริษัท Fujiwara Scientific ส่วนค่าสีของหัวหอมนั้นใช้เครื่องวัดสีรุ่น CR-400/CR-410 ของบริษัท KONICA MINOLTA

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนและผลตอบแทนนั้น นำข้อมูลต้นทุนการผลิตของอำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ โดยการศึกษาของ Wongwatanyoo *et al.*, 2018 และ Nguatchai *et al.*, 2019 มาจัดประชุมกลุ่มย่อยตัวแทนเกษตรกรในตำบลหนองแก้ว อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลต้นทุนการผลิต และราคาซื้อขายหอมแดงของเกษตรกรในพื้นที่ โดยต้นทุนผันแปรนั้นประกอบไปด้วยต้นทุนผันแปรอื่นๆ ได้แก่ ค่าจ้างเตรียมไถเตรียมแปลงปลูกและคลุมแปลง เก็บเกี่ยวผลผลิต ขนย้ายผลผลิต ตัดแต่งมัดจุก และค่าจ้างอื่นๆ ประมาณ 15,000 บาทต่อไร่ สำหรับต้นทุนผันแปรอื่นๆ เช่น ค่าจ้างใส่ปุ๋ย ค่าจ้างกำจัดวัชพืช และค่าจ้างฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดโรคแมลงนั้น ในการผลิตทั่วไปของเกษตรกรมีค่าใช้จ่าย คือ 500, 400 และ 400 บาทต่อไร่ ส่วนการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ นั้นมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นเนื่องจากการจัดการที่มากขึ้น โดยค่าจ้างใส่ปุ๋ยเพิ่มขึ้น 3 เท่า ของค่าการจัดการปกติ ยกเว้นการใส่ปุ๋ยอินทรีย์การค้าซึ่งอยู่ในรูปแบบอัดเม็ด สำหรับค่าจ้างกำจัดวัชพืชของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์นั้นเพิ่มขึ้นเป็น 7.5 เท่าของการจัดการปกติ และค่าฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดโรคแมลงเพิ่มขึ้น 2 เท่าของการจัดการปกติ ในด้านค่าวัสดุการเกษตรนั้น ค่าวัสดุการเกษตรอื่นๆ เช่น หัวพันธุ์ ฟางข้าว น้ำ ไฟ น้ำมันเชื้อเพลิง วัสดุในการเก็บเกี่ยว ตัดแต่งมัดจุก วัสดุการแขวนตาก และวัสดุอื่นๆ มีความใกล้เคียงกัน โดยมีค่าใช้จ่ายประมาณ 21,000 บาทต่อไร่ ส่วนค่าปุ๋ยนั้นคำนวณจากปริมาณปุ๋ยที่ใช้ในแปลงคูณกับราคาปุ๋ยแต่ละชนิด เช่น ปุ๋ยมูลสุกรแห้ง ราคา 2 บาท/กิโลกรัม จากการศึกษาในครั้งนี้ใช้ปุ๋ย 5,000 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้นราคาต้นทุนปุ๋ยคือ 2x5,000=10,000 บาทต่อไร่ เป็นต้น สำหรับยาคุมหญ้าหรือยาฆ่าหญ้านั้นมีเพียงการจัดการแบบปกติที่ใช้ยาฆ่าหญ้าประมาณ 1,000 บาทต่อไร่ สำหรับการให้ปุ๋ยอินทรีย์นั้นมีค่าสารสกัดและสารชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคแมลงมากกว่าประมาณ 3 เท่า หรือประมาณ 3,000 บาทต่อไร่ ในด้านผลตอบแทนนั้น รายได้เป็นการนำเอาค่าผลผลิตจากการศึกษาในครั้งนี้ คูณด้วยราคาจำหน่ายในปัจจุบัน โดยหอมแดงทั่วไปราคาเฉลี่ยที่ 30 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนราคาจำหน่ายหอมแดงอินทรีย์ในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์และศรีสะเกษประมาณ 80 บาทต่อกิโลกรัม และรายได้สุทธิเกิดจากรายได้ลบด้วยต้นทุนรวมทั้งหมดที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตามข้อมูลต้นทุนและผลตอบแทนในการศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงข้อมูลจากการคำนวณเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นความแตกต่างของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่างชนิดกันกับการใช้ปุ๋ยเคมีในแปลงทดลองเพียงเท่านั้น

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตของหอมแดงมาหาค่าเฉลี่ย จากนั้นวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCB) จำนวน 4 ซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Different (LSD) โดยใช้โปรแกรม Statistix10

ผลการวิจัย

1. การเจริญเติบโต

ปุ๋ยอินทรีย์ต่างชนิดกันมีผลทำให้หอมแดงมีการเจริญเติบโตด้านจำนวนต้นต่อกอไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้ง 10 สัปดาห์ ยกเว้นจำนวนใบต่อกอที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) ในสัปดาห์ที่ 8-10 และความสูงต้นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ทั้ง 10 สัปดาห์ โดยจำนวนต้นต่อกอของหอมแดงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 1-4 จากนั้น

จำนวนต้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและเริ่มคงที่ระหว่างสัปดาห์ที่ 5-10 ในทุกชนิดปุ๋ยที่ศึกษา โดยหอมแดงมีจำนวนต้นในสัปดาห์ที่ 10 ระหว่าง 6.97-7.63 ต้นต่อกอ (ภาพที่ 1) สำหรับจำนวนใบต่อกอนั้น พบว่าจำนวนใบต่อกอของหอมแดงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงสัปดาห์ที่ 1-6 จากนั้นจำนวนใบเพิ่มขึ้นเล็กน้อยระหว่างสัปดาห์ที่ 7-10 อย่างไรก็ตามการให้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์การค้า ปุ๋ยมูลวัวแห้ง และปุ๋ยหมักชีวภาพนั้น เมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 9 และ 10 หอมแดงมีจำนวนใบต่อกอลดลงเล็กน้อย (ภาพที่ 2) และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนใบต่อกอในสัปดาห์ที่ 10 พบว่า ปุ๋ยมูลไก่แห้ง ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยมูลสุกรแห้งมีจำนวนใบต่อกอมากที่สุด คือ 42.30, 38.78 และ 35.06 ใบ ตามลำดับ

นอกจากนี้แล้ว พบว่าด้านความสูงต้นของหอมแดงนั้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 1-4 จากนั้นมีความสูงต้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงสัปดาห์ที่ 5-8 และเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 9 และ 10 นั้น พบว่าการให้ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์บางชนิดมีผลทำให้ความสูงต้นลดลง ได้แก่ ปุ๋ยมูลไก่แห้ง และปุ๋ยมูลสุกรแห้ง ส่วนการให้ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด ปุ๋ยมูลวัวแห้ง และปุ๋ยหมักชีวภาพนั้น หอมแดงมีความสูงต้นไม่แตกต่างจากสัปดาห์ที่ 8 (ภาพที่ 3) และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์พบว่า การให้ปุ๋ยมูลไก่แห้งมีอัตราการเจริญเติบโตด้านความสูงต้นมากที่สุด ใกล้เคียงกับการให้ปุ๋ยเคมี โดยในสัปดาห์ที่ 8 หอมแดงมีความสูงต้นคือ 55.94 เซนติเมตร ส่วนปุ๋ยเคมีนั้นหอมแดงมีความสูงต้น 53.18 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามหลังจากนั้นในสัปดาห์ที่ 9 และ 10 การให้ปุ๋ยมูลไก่แห้งนั้นหอมแดงมีความสูงต้นลดลงอย่างชัดเจน คือ 47.29 และ 23.97 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับการให้ปุ๋ยมูลสุกรแห้งนั้นหอมแดงมีอัตราการเจริญเติบโตรองลงมาจากการให้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยมูลไก่แห้ง โดยหอมแดงมีความสูงต้นในสัปดาห์ที่ 8 คือ 44.61 เซนติเมตร ส่วนการให้ปุ๋ยหมักชีวภาพนั้นหอมแดงมีการเจริญเติบโตด้านความสูงต้นน้อยที่สุด

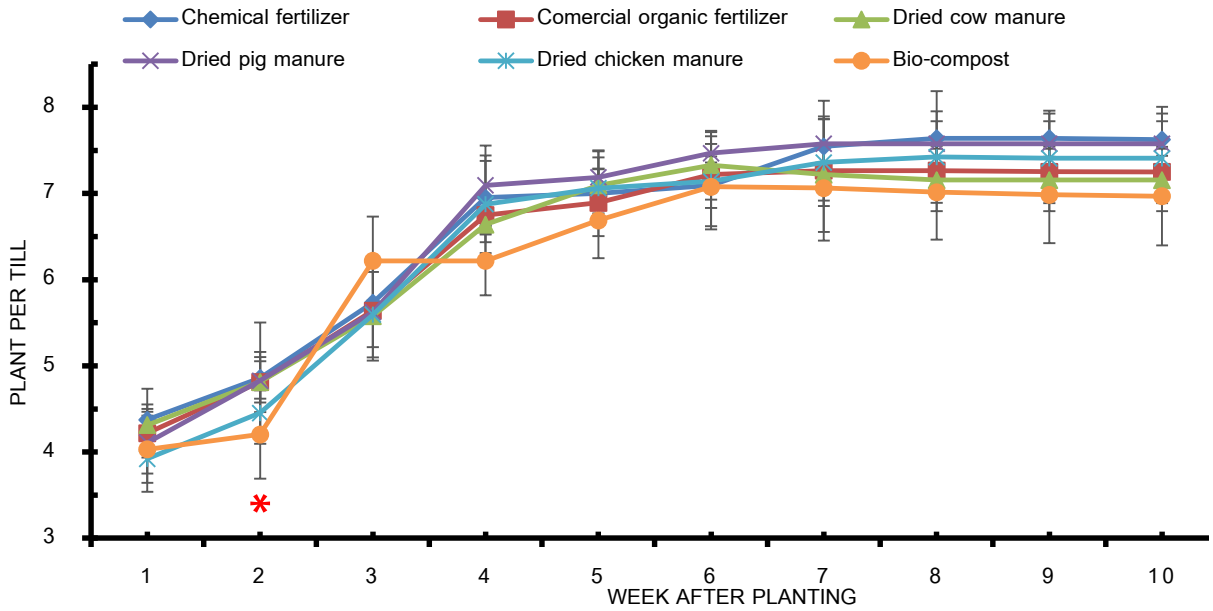

Figure 1 Number of plants per till of shallot responses to organic fertilizer type

Remark: * Showed significantly different at *p-value* 0.05

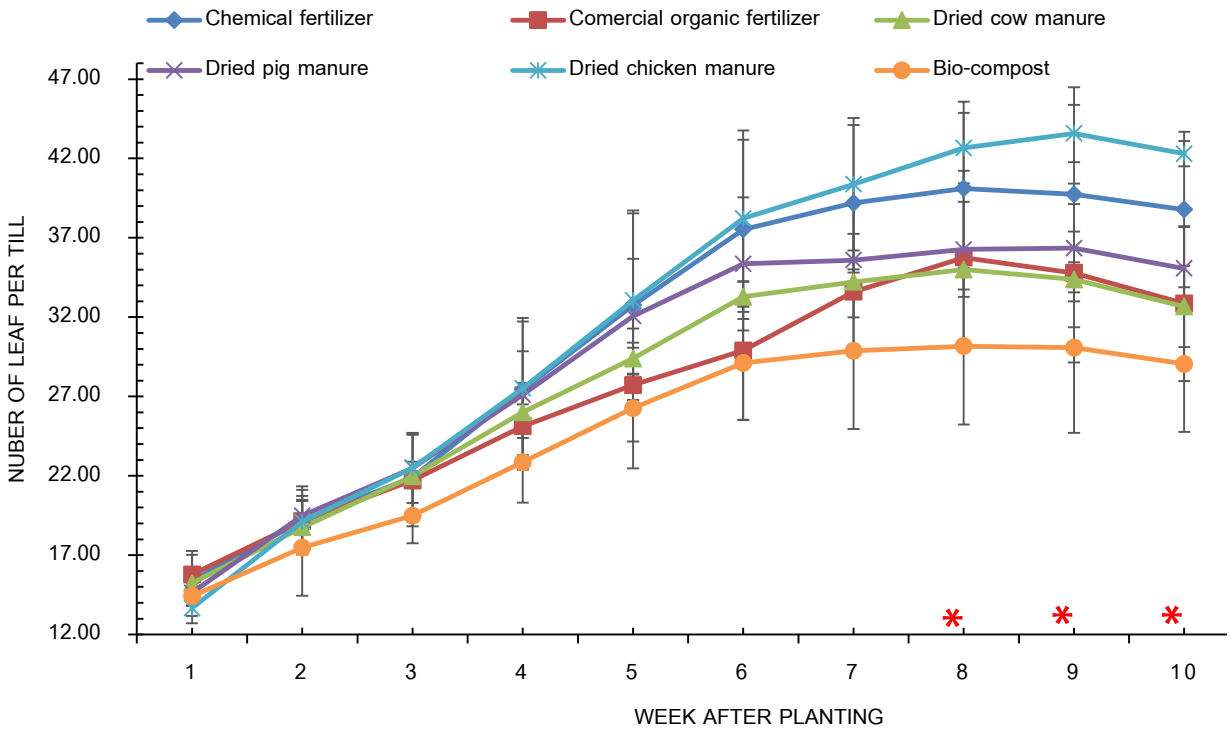

Figure 2 Number of leaves per till of shallot to organic fertilizer type

Remark: * Showed significantly different at *p-value* 0.05

2. ผลผลิต

หอมแดงมีการตอบสนองด้านผลผลิตต่อพื้นที่ ได้แก่ จำนวนหัวรวม น้ำหนักสดรวม และน้ำหนักแห้งรวม และผลผลิตต่อไร่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ยกเว้นจำนวนหัวต่อกอ ซึ่งมีจำนวนระหว่าง 7.22-7.83 หัวต่อกอ (ตารางที่ 3) โดยการให้ปุ๋ยมูลไก่แห้งและการให้ปุ๋ยมูลสุกรแห้งให้จำนวนหัวรวมต่อพื้นที่มากที่สุด คือ 462 และ 418 หัว การให้ปุ๋ยมูลไก่แห้งให้น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งรวมต่อพื้นที่มากที่สุด คือ 8.80 และ 5.75 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 1.5 ตารางเมตร รวมทั้งให้ผลผลิตต่อไร่สูงที่สุด คือ 3,989 กิโลกรัม/ไร่ รองลงมาคือการให้ปุ๋ยมูลสุกรแห้งซึ่งให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรวมต่อพื้นที่ คือ 7.10 และ 4.55 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 1.5 ตารางเมตร และให้ผลผลิตต่อไร่ 3,153 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับการให้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์การค้า และปุ๋ยมูลวัวแห้งนั้นให้ผลผลิตต่อไร่ไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าระหว่าง 2,777-2,993 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการให้ปุ๋ยหมักชีวภาพนั้นให้ผลผลิตน้อยที่สุด คือ 2,739 กิโลกรัมต่อไร่

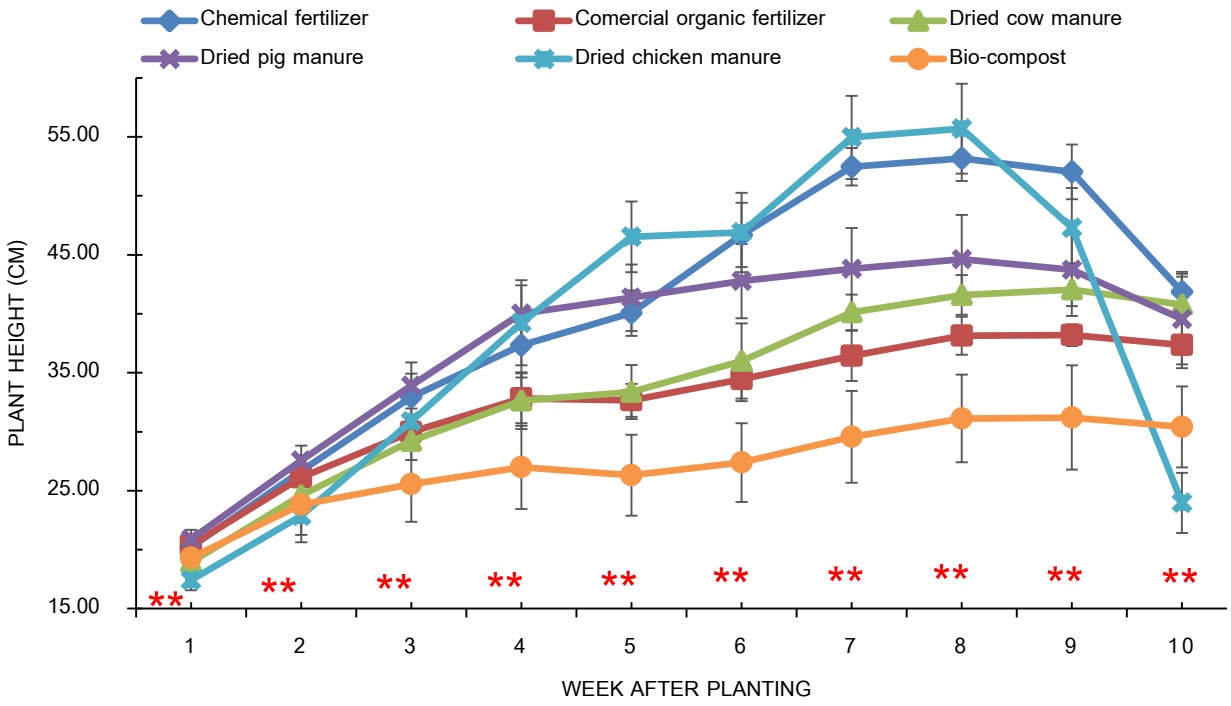

Figure 3 Plant height of shallot responses to organic fertilizer type

Remark: ** Showed highly significantly different at *p-value* 0.01

Table 3 The responses of shallot to organic fertilizer type for the number of bulbs per till, number of bulbs per area, total fresh weight, total dry weight, and yield per rai

Treatments	number of bulbs per till	Yield per area (1.5 m^2)			Yield (kg/rai)
		Number of bulbs	Total fresh weight (kg)	Total dry weight (kg)	
Chemical fertilizer	7.38	340.50 c	6.51 bcd	4.32 bc	2,993 bc
Comercial organic fertilizer	7.54	402.00 b	6.15 cd	4.00 bc	2,777 bc
Dried cow manure	7.22	380.25 b	6.63 bc	4.21 bc	2,920 bc
Dried pig manure	7.83	418.00 ab	7.10 b	4.55 b	3,153 b
Dried chicken manure	7.66	462.00 a	8.80 a	5.75 a	3,989 a
Bio-compost	7.76	391.25 b	5.90 d	3.95 c	2,739 c
F-test	ns	**	**	**	**
C.V. (%)	4.52	8.10	6.75	8.11	8.09

*Remark: ** Showed highly significantly different at p-value 0.01*

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different

[1/] Number of bulbs per till were collected from the randomized 16 tills per plot

3. คุณภาพผลผลิต

คุณภาพผลผลิตหัวหอมแดงสดเมื่อให้ปุ๋ยอินทรีย์ต่างชนิดกันเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี พบว่าน้ำหนักหัว ความกว้างหัว ความยาวหัว และสีหัวหอมแดง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) สำหรับในด้านความแน่นเนื้อนั้น พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$; ตารางที่ 4) โดยการให้ปุ๋ยมูลไก่แห้งและปุ๋ยมูลสุกรแห้งมีผลทำให้น้ำหนักหัว และความกว้างหัวมากที่สุด ซึ่งมีค่าน้ำหนักหัวคือ 21.63 และ 20.03 กรัมต่อหัว และความกว้างหัวคือ 3.92 และ 3.78 เซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมาคือการให้ปุ๋ยหมักชีวภาพที่ให้ค่าน้ำหนักหัวและความกว้างหัวคือ 18.49 กรัมต่อหัวและ 3.50 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับความยาวหัวนั้น พบว่า การให้ปุ๋ยมูลสุกรแห้ง ปุ๋ยมูลไก่แห้ง ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยหมักชีวภาพมีความยาวหัวมากที่สุด คือ 3.91, 3.89, 3.83 และ 3.77 เซนติเมตร ตามลำดับ ในด้านความแน่นเนื้อนั้นพบว่าการให้ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 5 ชนิดมีความแน่นเนื้อมากกว่าการให้ปุ๋ยเคมีอย่างชัดเจน โดยมีค่าระหว่าง 29.28-30.49 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร แต่การให้ปุ๋ยเคมีมีความแน่นเนื้อเพียง 28.50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สำหรับค่าสีหัวหอมแดงนั้น พบว่าการให้ปุ๋ยหมักชีวภาพ ปุ๋ยอินทรีย์การค้า ปุ๋ยมูลสุกรแห้ง และปุ๋ยมูลวัวแห้งมีค่าสีแดงมากที่สุด คือ 19.73, 18.70, 18.20 และ 17.79 ตามลำดับ ในส่วนของสีเขียว พบว่าการให้ปุ๋ยหมักชีวภาพ ปุ๋ยอินทรีย์การค้า และปุ๋ยมูลสุกรแห้งมีค่าสีเขียวมากที่สุด คือ 15.85, 15.29 และ 14.41 ตามลำดับ และสีน้ำเงิน พบว่าการให้ปุ๋ยหมักชีวภาพ และปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดมีค่าสีน้ำเงินสูงที่สุด คือ 17.81 และ 16.42 ตามลำดับ ซึ่งลักษณะผลผลิตหัวหอมแดงสดแดงไว้ในภาพที่ 4 โดยใช้พลาสติกลูกฟูกสีขาวขนาด 49 x 65 เซนติเมตร วางเรียงหอมแดงในแนวนอนจำนวน 16 หัว และถ่ายภายให้ขอบด้านข้างเท่ากับขนาดของกระดาษลูกฟูกพอดี ดังนั้นจากภาพจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าการให้ปุ๋ยมูลไก่แห้งนั้นลักษณะของลำต้น ใบ และหัวหอมมีขนาดใหญ่กว่าการให้ปุ๋ยชนิดอื่นๆ รองลงมาคือการให้ปุ๋ยมูลสุกรแห้ง ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในตารางที่ 3 สำหรับลักษณะรูปทรงของหัวหอมนั้นเห็นได้ว่าการให้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยมูลสุกรแห้ง ปุ๋ยมูลไก่แห้ง มีรูปทรงใกล้เคียงกัน ส่วนการให้ปุ๋ยหมักชีวภาพนั้น หัวหอมแดงมีลักษณะค่อนข้างรียาวมากกว่ากรรมวิธีอื่น สอดคล้องกับตารางที่ 4

Table 4 The qualities of fresh shallot bulbs with responses to organic fertilizer type

Treatments	Bulb weight (g)	Bulb width (cm)	Bulb length (cm)	Firmness (kg/cm^2)	Bulb color		
					Red (X)	Green (Y)	Blue (Z)
Chemical fertilizer	16.59 c	3.43 c	3.83 a	28.50 b	15.16 c	12.42 d	11.82 c
Comercial organic fertilizer	14.86 c	3.11 d	3.62 b	29.30 ab	18.70 a	15.29 ab	16.42 ab
Dried cow manure	15.15 c	3.28 cd	3.47 c	30.13 a	17.79 ab	13.84 bcd	15.59 b
Dried pig manure	20.03 ab	3.78 ab	3.91 a	30.49 a	18.20 ab	14.41 abc	15.53 b
Dried chicken manure	21.68 a	3.92 a	3.89 a	29.28 ab	16.61 bc	12.80 cd	14.61 b
Bio-compost	18.49 b	3.50 bc	3.77 ab	29.30 ab	19.73 a	15.85 a	17.81 a
F-test	**	**	**	*	**	**	**
C.V. (%)	6.53	5.49	2.62	2.86	7.32	8.36	9.52

Remark: **, ** showed significantly different at p-value 0.05, and 0.01, respectively*

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different

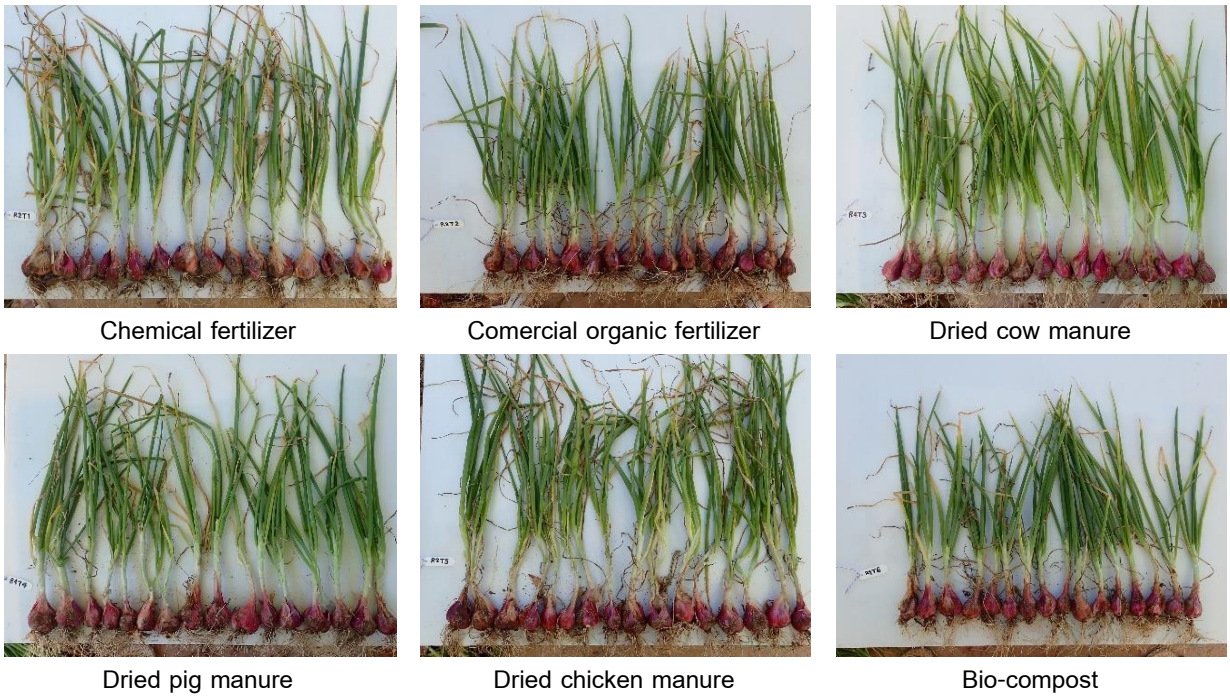

Figure 4 Leave, shoot, bulb, and root characters of shallot with responses to organic fertilizer type

Remark: A total of 16 shallot bulbs were arranged on paper size 49 x 65 cm^2

หลังจากแขวนผึ่งหอมแดงไว้ในที่ร่มเป็นเวลา 30 วัน พบว่าหอมแดงมีคุณภาพผลผลิตหัวหอมแดงแห้งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในด้านน้ำหนักหัว ความกว้างหัว ความยาวหัว และความแน่นเนื้อ ส่วนค่าสีของหัวหอมแดงนั้น พบว่า ค่าสีแดงและสีเขียวไม่แตกต่างทางสถิติ แต่ค่าสีน้ำเงินแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 5) สำหรับน้ำหนักหัวนั้น พบว่าการให้ปุ๋ยมูลไก่แห้งนั้นหอมแดงมีค่าน้ำหนักหัวแห้งสูงที่สุด คือ 14.90 กรัมต่อหัว รองลงมาคือการให้ปุ๋ยมูลสุกรแห้ง มีน้ำหนักหัว 13.68 กรัมต่อหัว ในด้านความกว้างหัวนั้น พบว่าการให้ปุ๋ยมูลสุกรแห้งมีค่ามากที่สุด คือ 2.96 เซนติเมตร รองลงมาคือการให้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยมูลสุกรแห้ง และปุ๋ยอินทรีย์การค้า โดยมีค่า 2.61, 2.53 และ 2.52 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับความยาวหัวนั้น พบว่าการให้ปุ๋ยมูลไก่แห้งและมูลสุกรแห้งนั้นให้ค่าสูงที่สุด คือ 3.47 และ 3.27 เซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมาคือการให้ปุ๋ยมูลวัวแห้ง ปุ๋ยหมักชีวภาพ และปุ๋ยอินทรีย์การค้า โดยมีค่า 2.92, 2.87 และ 2.79 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนความแน่นเนื้อนั้นพบว่าการให้ปุ๋ยอินทรีย์การค้า ปุ๋ยมูลวัวแห้ง ปุ๋ยหมักชีวภาพ และปุ๋ยมูลสุกรแห้ง ให้ค่าสูงที่สุด คือ 31.41, 31.04, 30.75 และ 30.30 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้แล้วค่าสีน้ำเงินของหัวหอมแดงนั้น พบว่าการให้ปุ๋ยมูลสุกรแห้ง และปุ๋ยอินทรีย์การค้ามีค่าสูงที่สุด คือ 16.01 และ 15.87 ตามลำดับ ซึ่งลักษณะของหัวหอมแดงแห้งแสดงไว้ในภาพที่ 5

Table 5 The qualities of dried shallot bulbs with responses to organic fertilizer type

Treatments	Bulb weight (g)	Bulb width (cm)	Bulb length (cm)	Firmness (kg/cm^2)	Bulb color		
					Red (X)	Green (Y)	Blue (Z)
Chemical fertilizer	12.38 c	2.61 b	3.32 a	29.22 b	20.05	15.99	12.83 c
Comercial organic fertilizer	12.14 c	2.52 bc	2.79 b	31.41 a	21.76	18.01	15.87 a
Dried cow manure	12.15 c	2.38 c	2.92 b	31.04 a	20.97	16.73	14.32 abc
Dried pig manure	13.68 b	2.53 b	3.27 a	30.30 ab	21.31	17.10	16.01 a
Dried chicken manure	14.90 a	2.96 a	3.47 a	29.18 b	20.17	15.84	13.58 bc
Bio-compost	12.37 c	2.38 c	2.87 b	30.75 a	22.04	17.54	15.29 ab
F-test	**	**	**	**	ns	ns	*
C.V. (%)	6.21	4.65	4.43	2.83	6.96	7.41	9.24

Remark: *, ** showed significantly different at p-value 0.05, and 0.01, respectively

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different

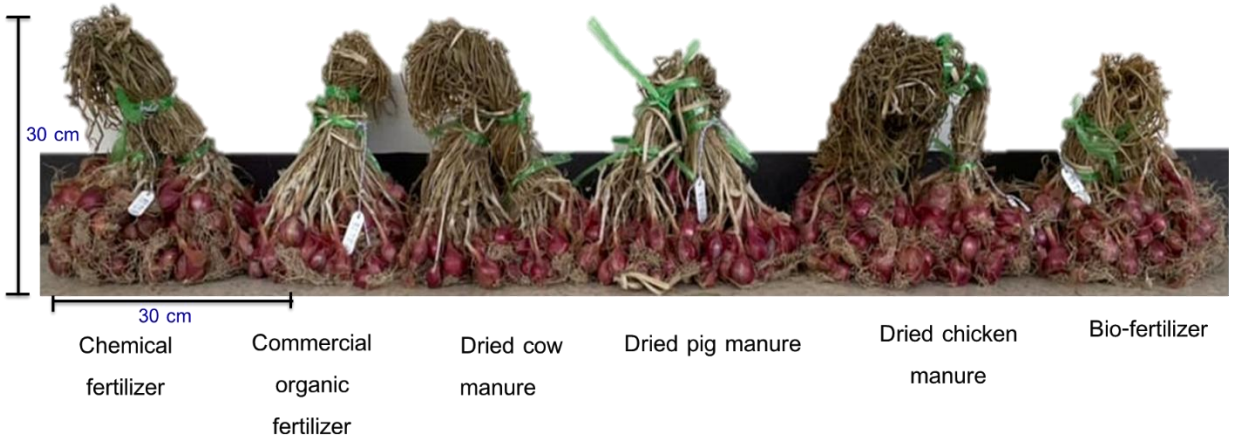

Figure 5 Dry shallot bulbs with responses to organic fertilizer type

4. ต้นทุนและผลตอบแทน

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการศึกษาในครั้งนี้โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรในพื้นที่ตำบลบ่อแก้ว อำเภอกันทรลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษในการคิดคำนวณ เห็นได้ว่าต้นทุนและผลตอบแทนของการให้ปุ๋ยอินทรีย์ต่างชนิดกันเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีนั้นมีความแตกต่างกันทั้งต้นทุน รายได้ และรายได้สุทธิ (ตารางที่ 6) โดยการใช้ปุ๋ยมูลไก่แห้งนั้นมีต้นทุนรวม 54,300 บาทต่อไร่ รายได้ 319,120 บาทต่อไร่ และรายได้สุทธิสูงที่สุด คือ 264,820 บาทต่อไร่ รองลงมาคือการใช้ปุ๋ยมูลสุกรแห้ง ปุ๋ยอินทรีย์การค้า ปุ๋ยมูลวัวแห้ง และปุ๋ยหมักชีวภาพ ตามลำดับ โดยมีรายได้สุทธิ คือ 197,940 179,300

163,860 และ 158,020 บาทต่อไร่ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการใช้ปุ๋ยเคมีต้นทุนผันแปร 16,300 บาทต่อไร่ ค่าวัสดุการเกษตร 26,100 บาทต่อไร่ รวมต้นทุนทั้งหมด 42,400 บาทต่อไร่ รายได้ 89,780 บาทต่อไร่ และรายได้สุทธิ 47,390 บาทต่อไร่

Table 6 Costs and return of shallot production by differential organic fertilizers comparison with chemical fertilizer

list	Chemical fertilizer	Chemical organic fertilizer	Dried cow manure	Dried pig manure	Dried chicken manure	Bio-compost
Cost						
1. Variable Costs	**16,300**	**19,300**	**20,300**	**20,300**	**20,300**	**20,300**
1.1 Other variable costs[1/]	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
1.2 Fertilizer wages	500	500	1,500	1,500	1,500	1,500
1.3 Weed wages	400	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
1.4 Wages sprayed insecticidal agents.	400	800	800	800	800	800
2. Agricultural material costs	**26,100**	**39,000**	**34,000**	**34,000**	**34,000**	**40,800**
2.1 Other agricultural material costs [2/]	21,000	21,000	21,000	21,000	21,000	21,000
2.2 Fertilizer	3,100	15,000	10,000	10,000	10,000	16,800
2.3 herbicide	1,000	0	0	0	0	0
2.4 Fungicide and Pesticide	1,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
2.5 Antagonist microorganisms	0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Total costs	**42,400**	**58,300**	**54,300**	**54,300**	**54,300**	**61,100**
Return						
1. Yield (kg/rai)	2,993	2,777	2,920	3,153	3,989	2,739
2. Price (bath/kg)	30	80	80	80	80	80
3. Income (bath/rai)	89,790	222,160	233,600	252,240	319,120	219,120
4. Net income (bath/rai)	**47,390**	**163,860**	**179,300**	**197,940**	**264,820**	**158,020**

Ramark: [1/] Other variable costs include plow wages, soil preparation, harvesting, transportation, post-harvest management, etc.

[2/] Orther agricultural material costs include bulbs for planting, straw, water, fuel, harvest, and post-harvest materials, etc.

วิจารณ์ผลการวิจัย

ลักษณะการเจริญเติบโตของหอมแดงนั้นในช่วงแรกมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงสัปดาห์แรก เช่น ความสูงต้น จำนวนต้นต่อกอ จำนวนใบ และขนาดของใบ โดยความสูงต้นและจำนวนต้นต่อกอนั้นพบว่าในช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 นั้น ทุกกรรมวิธีมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และเริ่มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 5-8 อย่างไรก็ตามเมื่อหอมแดงเริ่มลงหัวแล้ว พบว่าความสูงของต้นคงที่และลดลงบางกรรมวิธี ส่วนจำนวนต้นต่อกอนั้นคงที่ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 7 ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Oktaviani *et al.*, 2019 ซึ่งพบว่าความสูงต้นของหอมแดงนั้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วระหว่างวันที่ 14-28 วันหลังปลูก จากนั้นความสูงเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น สำหรับจำนวนใบนั้น พบว่ามีความแตกต่างจากทั้ง 2 ลักษณะ คือ มีจำนวนใบเพิ่มขึ้นจนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 6 แสดงให้เห็นว่าใบมีระยะการเจริญเติบโตที่ยาวนานกว่าความสูงต้นและจำนวนต้นต่อกอ สอดคล้องกับการศึกษาของ Suparman *et al.*, (2021) ที่พบว่าหอมแดงมีจำนวนใบเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่วันที่ 14-42 วันหลังปลูก ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าปุ๋ยอินทรีย์ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของหอมแดงทั้งจำนวนต้นต่อกอ ความสูงต้น จำนวนใบ แตกต่างกับการให้ปุ๋ยเคมี โดยการให้ปุ๋ยมูลไก่แห้งมีผลทำให้ทั้งจำนวนต้นต่อกอ ความสูงต้น และจำนวนใบมากที่สุด รองลงมาคือ การให้ปุ๋ยมูลสุกรแห้ง

เนื่องจากพืชในตระกูลนี้แบ่งการเจริญเติบโตออกเป็น 2 ระยะ คือ การเจริญทางลำต้นและใบ และการเจริญของส่วนรากใต้ดิน (หัวหอม) ซึ่งจากการศึกษาเห็นได้ชัดเจนว่าในกรรมวิธีที่หอมแดงมีการเจริญเติบโตดีนั้น ก็ยังส่งผลให้มีผลผลิตที่ดีที่สุด ดังนี้ คือ กรรมวิธีการให้ปุ๋ยมูลไก่แห้งมีผลทำให้จำนวนหัว 462 หัวต่อแปลง น้ำหนักสดรวม 8.80 กิโลกรัมต่อแปลง น้ำหนักแห้งรวม 5.75 กิโลกรัมต่อแปลง และผลผลิต 3.99 ตันต่อไร่ ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีอื่น รองลงมาคือกรรมวิธีการให้ปุ๋ยมูลสุกรแห้ง ซึ่งมีจำนวน 418 หัวต่อแปลง น้ำหนักสดรวม 7.10 กิโลกรัมต่อแปลง น้ำหนักแห้งรวม 4.55 กิโลกรัมต่อแปลง และผลผลิต 3.15 ตันต่อไร่ สำหรับกรรมวิธีการให้ปุ๋ยอินทรีย์อื่นๆ นั้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับการให้ปุ๋ยเคมีต่างอย่างใด โดยมีผลผลิตระหว่าง 2.78-2.99 ตันต่อไร่ อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ ทุกกรรมวิธีให้ผลผลิตหัวหอมแดงแห้งสูงกว่าการผลผลิตเฉลี่ยของเกษตรกรในจังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งปลูกภายใต้ระบบเคมีและมีผลผลิตประมาณ 2-2.5 ตันต่อไร่ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ทั้งปุ๋ยอินทรีย์การค้า ปุ๋ยคอกชนิดต่างๆ และปุ๋ยหมักชีวภาพที่นำมาใช้ศึกษาในครั้งนี้เห็นได้ว่าปุ๋ยมูลไก่แห้งมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงคือ 41.44 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการนำไฟฟ้าสูงคือ 4.36 เดลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมสูง คือ 1.47, 2.29 และ 1.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับปุ๋ยมูลสุกรแห้งที่มีค่าดังกล่าวข้างต้นใกล้เคียงกัน ซึ่งการมีอินทรีวัตถุสูงนั้นช่วยให้ปรับคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินให้เหมาะสมต่อการปลูกพืชได้ดี นอกจากนี้แล้วการมีปริมาณธาตุอาหารพืชที่มากกว่าปุ๋ยชนิดอื่นๆ นั้นยังส่งผลให้หอมแดงมีการเจริญเติบโต และผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อีกด้วย

กรรมวิธีการให้ปุ๋ยมูลไก่แห้งและมูลสุกรแห้งส่งผลให้หัวหอมแดงมีน้ำหนักหัวสดมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยมีน้ำหนักหัวสดสูงถึง 21.68 และ 20.03 กรัม ตามลำดับ ซึ่งในส่วนนี้เองที่ส่งผลต่อน้ำหนักหัวแห้งมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ เช่นกัน โดยมีน้ำหนักหัวแห้ง คือ 14.90 และ 13.68 กรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบกับการศึกษาอื่นๆ หรือน้ำหนักหัวปกติของหัวหอมแดงที่ผลิตได้จะเห็นได้ว่าหัวหอมแดงจากทั้ง 2 กรรมวิธีมีน้ำหนักหัวมาก ซึ่งแตกต่างจากงานทดลองของ Oktaviani *et al.*, 2019 ที่พบว่ามีหอมแดงมีน้ำหนักหัวระหว่าง 15.35-15.82 กรัม อย่างไรก็ตามพบว่าน้ำหนักหัวสดและหัวแห้งในงานวิจัยครั้งนี้ค่อนข้าง

แตกต่างกันมาก โดยทั้งสองกรรมวิธีมีน้ำหนักหัวลดลงถึง 6.78 และ 6.35 กรัม ตามลำดับ ซึ่งถือได้ว่าน้ำหนักหัวแห้งของหอมแดงทั้ง 2 กรรมวิธีนั้น ไม่แตกต่างจากการผลิตโดยทั่วไป แต่การที่มีน้ำหนักหัวสดมากกว่านั้น อาจเนื่องมาจากก่อนการเก็บเกี่ยวมีการงดน้ำ 14 วัน จากนั้นให้น้ำก่อนวันเก็บเกี่ยว 1 วัน จึงอาจส่งผลต่อน้ำหนักหัวสดที่มีน้ำหนักมากขึ้นได้

จากการศึกษาในครั้งนี้ เห็นได้ชัดเจนว่า ชนิดของปุ๋ยอินทรีย์มีผลอย่างชัดเจนต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตของหอมแดงภายใต้ระบบอินทรีย์ โดยเฉพาะปุ๋ยอินทรีย์ที่มีธาตุอาหารสูง เช่น มูลไก่แห้ง และมูลสุกรแห้ง ซึ่งปุ๋ยทั้งสองชนิดนี้เป็นปุ๋ยคอก แต่มีธาตุอาหารสูงโดยเฉพาะฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ซึ่งเป็นธาตุที่มีความจำเป็นสำหรับพืชหัว ที่ส่งผลต่อขนาดและน้ำหนักหัวโดยตรง นอกจากนี้แล้วเห็นได้ว่าปุ๋ยทั้ง 2 ชนิดที่นำมาใช้ต้องเป็นปุ๋ยเก่าที่ตากแห้งแล้วเท่านั้นจึงจะนำมาใช้ได้ อย่างไรก็ตามหากเกษตรกรเลือกใช้ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารสูงแต่เป็นปุ๋ยที่สด ใหม่ และเปียก ก็จะส่งผลให้เกิดกระบวนการย่อยของจุลินทรีย์ ส่งผลให้เกิดความร้อน ทำให้รากเน่าหรือโคนเน่าได้ สำหรับการเลือกใช้มูลไก่จากฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อนั้น จำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม เนื่องจากในระบบการเลี้ยงไก่เนื้อนั้นเป็นการเลี้ยงในระบบปิด และมีการใช้แกลบรองพื้นโรงเรือน ทำให้ปุ๋ยที่ได้นั้นประกอบไปด้วยมูลไก่และแกลบดิบในปริมาณหรือสัดส่วนแตกต่างกันไป นอกจากนี้แล้วมูลสุกรที่เลี้ยงในระบบฟาร์มขนาดใหญ่นั้น มีการใช้สารเคมีในการทำความสะอาดคอกหรือพื้น อาจส่งผลให้มีสารเคมีดังกล่าวตกค้างอยู่ในมูลสุกรได้ ดังนั้นหากจำเป็นต้องปุ๋ยมูลสุกรที่ได้จากฟาร์มขนาดใหญ่ จะต้องนำมูลสุกรที่ได้มาหมักก่อนการนำไปใช้ อย่างไรก็ตามในส่วนของปุ๋ยมูลวัวแห้งนั้น เห็นได้ว่าหอมแดงมีการตอบสนองทั้งด้านการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตน้อยกว่าปุ๋ยคอกอื่นๆ ข้างต้น เนื่องจากมูลวัวแห้งนั้นมีธาตุอาหารในปริมาณที่น้อยกว่า

สำหรับปุ๋ยอินทรีย์การค้าที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ ถึงแม้จะเป็นปุ๋ยที่เกษตรกรในพื้นที่ใกล้เคียงใช้ในการผลิตหอมแดงอินทรีย์ แต่จากคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของปุ๋ยนั้น จะเห็นได้ว่าไม่แตกต่างจากปุ๋ยคอกมากนัก แต่มีราคาต่อหน่วยที่สูงกว่าอย่างชัดเจน ทำให้ในอัตราที่เกษตรกรข้างต้นใช้นั้น เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับปุ๋ยคอกจากมูลไก่ และมูลสุกร หอมแดงจึงมีการตอบสนองที่น้อยกว่าทั้งด้านการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลผลิต และหากเพิ่มอัตราปุ๋ยที่ใช้ให้ใกล้เคียงกับปุ๋ยคอกนั้น ก็จะส่งผลให้ต้นทุนด้านปุ๋ยเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ เกษตรกรสามารถเลือกใช้ปุ๋ยคอกจากมูลไก่แห้งหรือมูลสุกรแห้ง ทดแทนการใช้ปุ๋ยอินทรีย์การค้าได้ นอกจากนี้แล้วในส่วนของปุ๋ยหมักชีวภาพนั้น เห็นได้ว่ามีธาตุอาหารน้อยกว่าปุ๋ยมูลไก่และมูลสุกรแห้ง ส่งผลให้การเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตหอมแดงน้อยกว่าเช่นกัน ดังนั้นจึงไม่เหมาะสำหรับการนำมาใช้ในการผลิตหอมแดงภายใต้ระบบอินทรีย์ หรือหากเกษตรกรในพื้นที่อื่นต้องการใช้ปุ๋ยหมัก จำเป็นต้องใช้มูลไก่หรือมูลสุกรเป็นวัตถุดิบหลักในการหมักร่วมกับวัตถุดิบอื่นๆ ในพื้นที่ จะช่วยเพิ่มศักยภาพการผลิตหอมแดงในพื้นที่นั้นๆ ได้ดีขึ้น

สรุปผลการวิจัย

ปุ๋ยอินทรีย์สามารถใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีได้สำหรับการผลิตหอมแดงอินทรีย์ โดยปุ๋ยอินทรีย์ที่เหมาะสมสำหรับการนำไปผลิตหอมแดงอินทรีย์นั้น ได้แก่ ปุ๋ยมูลไก่แห้ง และปุ๋ยมูลสุกรแห้ง เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์ทั้งสองชนิดนี้นั้น หอมแดงมีการตอบสนองที่ดีทั้งการเจริญเติบโต ผลผลิต คุณภาพผลผลิต ตลอดจนอายุการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว และเมื่อเปรียบเทียบ

ต้นทุนและผลตอบแทนแล้ว พบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ถึงแม้จะมีต้นทุนการผลิตมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี แต่เมื่อเปรียบเทียบรายได้ที่เกิดขึ้นแล้ว มีมูลค่าสูงมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีมาก โดยเฉพาะการใช้ปุ๋ยมูลไก่แห้งและมูลสุกรแห้ง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณงบประมาณสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์จากคณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ และขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกหอมแดงในตำบลหนองแก้ว อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ ที่ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนและผลตอบแทนในการผลิตหอมแดงของเกษตรกรในพื้นที่

เอกสารอ้างอิง

Abdelrazzag, A. (2002). Effect of chicken manure, sheep manure and inorganic fertilizer on yield and nutrients uptake by onion. *Pakistan Journal of Biological Sciencs, 5,* 266-268.

Bahrudin, M.A., & Thaha, A.R. (2019). Organic fertilizers are effective in increasing growth and productivity of shallot lembah palu varieties. *The Agriculture Science Journal*, *6*(1), 13-19.

Batey, T. (2009.) Soil compaction and soil management (a review). *Soil Use Manag*, *25*(4), 335-345.

Biratu, G.K., Elias, E., Ntawuruhunga, P., & Nhamo, N. (2018). Effect of chicken manure application on cassava biomass and root yields in two agro-ecologies of Zambia. *Agriculture*, *8*(4), 1-15.

Bohme, L., Langer, U., & Bohme, F. (2005). Microbial biomass, enzyme activities and microbial community structure in two European long-term field experiments. *Agric Ecosyst Environ*, *109*, 141-152.

Chauhan, P.K., Singh, V., Dhatwalia, V.K., & Abhishek, B. (2011). Physico-chemical and microbial activity of soil under conventional and organic agricultural system. *J Chem Pharm Res, 3*, 799-804.

Djaenuddin, N., Faesal & Soenartiningsih. (2014). Isolation and effectivity examination of several local decomposer in decomposing corn plant waste. *Biosfera*, *31*(2), 49-55.

Dwipa, I., Putra, O., Akhir, N., & Azwardi, D. (2019). Effect of organic matterials and ZA (Zwavelzure Ammoniak) fertilizer to growth and yield of shallot in Utizol soil in west sumatera, Indonesia. *International Journal of Advanced research*, *7*(8), 842-848.

Erana, F.G., Tenkegna, T.A., & Asfaw, S.L. (2019). Effect of agro industrial wastes compost on soil health and onion yields improvements: study at field condition. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, *8*(1), S161-S171.

Islam, M.R., Trivedi, P., Palaniappan, P., Reddy, M.S., & Sa, T. (2009). Evaluating the effect of fertilizer application on soil microbial community structure in rice based cropping system using fatty acid methyl esters (FAME) analysis. *World J Microbiol Biotechnol, 25*, 1115-1117.

Karimuna, L., Rahni, N.M., & Boer, D. (2016). The use of bokashi to enhance agricultural productivity of marginal soils in Southeast Sulawesi, Indonesia. *J Trop Crop Sci*, *3*, 1-6.

Lasmini, S.A., Nasir, B., Hayati, N., & Edy, N. (2018). Improvement of soil quality using bokashi composting and NPK fertilizer to increase shallot yield on dry land. *Australian Journal of Crop Science*, *12*(11), 1743 - 1749.

Lopes, A.R., Faria, C., Prieto-Fernandez, A., Trasar-Cepeda, C., Manaia, C.M., & Nunes, O.C. (2011). Comparative study of the microbial diversity of bulk paddy soil of two rice fields subjected to organic and conventional farming. *Soil Biol Biochem*, *43*, 115-125.

Luta, D.A., Siregar, M., & Sri Wahyuni Br, P.A. (2020). Respons pertumbuhan beberapa varietas Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) terhadap aplikasi kompos sampah kota. *Journal Pertanian Tropik*, *7*(1), 121-125

Nannipieri, P., Grego, S., & Ceccanti, B. (1990). Ecological significance of the biological activity in soil. In Bollag, J.M., & Stotzky, G. (eds) Soil biochemistry, vol 6. Marcel Dekker, New York, pp 293-355

Nguatchai, W., Chaisawa, P., Penalawat, K., Bunnun, W., & Phonkhen, K. (2019). An analysis of cost and return of shallot in Yangchumnoi District, Sisaket Province. *Sisaket Rajabhat University Journal*, *13*(3), 118-123. (in Thai)

Nugroho, B., Mildaryani, W., & Dewi, S.H.C. (2019). Organic shallot cultivation by using siam weed compost combined with biocontrol agent of avirulent *Fusarium oxysporum* F. Sp. cepae. *International Conference on Food Science and Technology*, 1-5. doi: 10.1088/1755-1315/379/1/012005.

Oktaviani, T., Havati, M., & Kesumawati, E. (2019). The response of shallot (Allium ascalonicum L.) growth and yield to gibberelline concentration and the interval of NASA liquild organic fertilizer. *The 1st International Conference on Agriculture and Bioindustry 2019*.

Onggo, T.M., Kusumiyati, A., & Nurfitriana. (2001). The effect of the addition of husk charcoal and polybag size on growth and yield of grafted tomato plant Valouro cultivar. *Jurnal Kultivasi*, *16*(1), 298-304.

Parwi, I.U., Hamawi, M., & Etica, U. (2019). Growth and yield of shallot (*Allium cepa* L.) in response of organic fertilizer and *Trichoderma asperellum*. *Journal of Physics*, doi: 10.1088/1742-6596/1381/1/012004.

Rahayu, S.J., Cahyani, V.R., & Fauziah, S.K. (2019). The effects of biochar and compost on different cultivars of shallots (*Allium ascalonicum* L.) Growth and nutrient uptake in Sandy soil under saline water. *Journal of Soil Science and Agroclimatology*, *16*(2), 216-228.

Richard, L.A. (ed.), (1954). Diagnosis and improvements of saline and alkali soils. USDA. Agriculture Handbook 60. 160 p.

Santosa, M., Suryanto, A., & Maghfoer, M.D. (2015). Application of biourine on growth and yield of shallot fertilized with inorganic and organic fertilizer in Batu, East Java. *Agrivita, 37*(3), 290-295.

Santoso, M., & Romadhon, N.Q. (2018). The effect of organic urban farming on growth and yield of shallot (*Allium ascalonicum* L.) *Bioscience Research*, *15*(2), 996-1003.

Si Sa Ket Horticultural Research Center. (1985). Annual Research Report 1985. Si Sa Ket Horticultural Research Center. Department of Agriculture. Ministry of Agriculture and Cooperatives.

Sukyankij, S., Jewprasert, S., Pangjai, W., & Panich-pat, T. (2021). Comparison of the quality of two organic fertilizers on yield of Hom Pathum rice and soil properties. *Khon Kaen Agriculture Journal*, *1*, 37-48. (in Thai).

Shaymaa, I., Shedeed, S., EL-Sayed, A.A., & Abo Bash, D.M. (2014). Effectiveness of bio-fertilizers with organic matter on the growth, yield and nutrient content of Onion (*Allium cepa* L.) plants. European International *Journal of Science and Technology*, *3*(9), 115-122.

Suparman, B.A., Nuraini, L., Nugroho, W.A., & Mulyono, J. (2021). Growth and yield of shallot using KCl fertilizer at peatlands in Central Kalimantan, Indonesia. *E3S Web of Conference 306,* 1st ICADAI 2021.

Theeba, M., Bachmann, R.T., Illani, Z.I., Zulkefli, M., Husni, M.H.A., & Samsuri, A.W. (2012). Characterization of local mill rice husk charcoal and its effect on compost properties. *Malaysian Journal of Soil Science*, *16*, 89-102.

Tien, C.J., & Chen, C.S. (2012). Assessing the toxicity of organophosphorus pesticides to indigenous algae with implication for their ecotoxicological impact to aquatic life. *J Environ Sci Health B*, *47*, 901-912.

Velthof, G.L., Barot, S., Bloem, J., Butterbach-Bahl, K., de Vries, W., Kros, J., Lavelle, P., Olesen, J.E. & Oenema, O. (2011). Nitrogen as a threat to European soil quality, In: Sutton, M.A., Howard, C.M., Erisman, J.W., Billen, G., Bleeker, A., Grennfelt, P., van Grinsven, H., & Brizzetti, B. (eds). The European nitrogen assessment. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp 494-509.

Walkey, A. & Black, I.A. (1934). An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method for determination of soil organic matter. *Soil Science, 37*, 29-33.

Wongwatanyoo, J., Jirasirilerd, G., & Vanitkun, N. (2018). Production and production cost of shallot in Yangchumnoi District, Sisaket Province. *RAJABHAT AGRIC*, *17*(2), 69-76.

Yang, Y.H., Yao, J., Hu, S., & Qi, Y. (2000). Effects of agricultural chemicals on DNA sequence diversity of soil microbial community: a study with RAPD marker. *Microb Ecol, 39*, 72-79.

Yang, Y.H., Chen, D.M., Jin, Y., Wang, H.B., Duan, Y.Q., Guo, X.K., He, H.B., & Lin, W.X. (2011). Effect of different fertilizers on functional diversity of microbial flora in rhizospheric soil under tobacco monoculture. Acta Agron Sin*, 37,* 105-111.