*วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม-ธันวาคม): 90-97, 2566*
*Songklanakarin Journal of Plant Science, Vol. 10, No. 2 (July-December): 90-97, 2023*
*Special Issue: Sustainable Rubber Plantation Management: Research Article-ISSN: 2351-0846*

# ผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่างชนิดกันต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกาแฟโรบัสตาที่ปลูกร่วมยางพารา
# Effects of Different Organic Fertilizers on Growth and Yield of Robusta Coffee Intercropped with Rubber Trees

**อมรรัตน์ ชุมทอง[1]* คริษฐ์สพล หนูพรหม[1] ศุภัครชา อภิรติกร[1] กมลทิพย์ นิคมรัตน์[1] และระวี เจียรวิภา[2]**
**Amornrat Chumthong[1], Karistsapol Nooprom[1], Supakracha Apiratikorn[1], Kamonthip Nicomrat[1] and Rawee Chiarawipa[2]**

[1]ศูนย์ความเป็นเลิศกาแฟ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จังหวัดสงขลา 90000
[1]Coffee Excellence Center, Faculty of Agricultural Technology, Songkhla Rajabhat University, Songkhla 90000
[2]คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
[2]Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90110

*Corresponding author: amornrat.chu@skru.ac.th
*Received 07 December 2023; Revised 24 December 2023; Accepted 25 December 2023*

**บทคัดย่อ**

การปลูกกาแฟร่วมในสวนยางพาราเป็นแนวทางช่วยเสริมรายได้ให้แก่เกษตรกรในภาวะที่ยางพารามีราคาตกต่ำได้ การจัดการดินและปุ๋ยที่เหมาะสมจะช่วยให้พืชหลักและพืชร่วมเจริญเติบโตได้ดี งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดของปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของกาแฟพันธุ์โรบัสตาอายุ 3 ปี ที่ปลูกร่วมยางพาราอายุ 15 ปี ในพื้นที่บ้านเขาวังชิง ตำบลโคกม่วง อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) แบ่งเป็น 3 สิ่งทดลองๆ ละ 8 ซ้ำ (1 ต้นต่อซ้ำ) โดยให้ปุ๋ยเคมี (15-15-15) อัตรา 300 กรัมต่อต้นต่อปี แบ่งใส่ทุก 4 เดือน ครั้งละ 100 กรัมต่อต้น ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ต่างชนิดกัน คือ ตะกอนชีวภาพอัดเม็ด มูลไก่อัดเม็ด และปุ๋ยมูลไส้เดือน อัตรา 8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี แบ่งใส่ทุก 3 เดือน ครั้งละ 2 กิโลกรัมต่อต้น และใช้ฟางคลุมโคนในช่วงฤดูแล้ง พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 300 กรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่อัดเม็ด อัตรา 8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และคลุมโคนบริเวณใต้ทรงพุ่มต้นด้วยฟางข้าวเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการปลูกกาแฟโรบัสตาร่วมยางพารา เพราะสามารถทำให้ต้นกาแฟโรบัสตาเจริญเติบโตได้ดีและให้ขนาดผลดีที่สุด แสดงให้เห็นว่า คุณสมบัติของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดมีประสิทธิภาพในการช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของกาแฟโรบัสตาที่ปลูกร่วมยางพาราได้
**คำสำคัญ**: ตะกอนชีวภาพอัดเม็ด, มูลไก่อัดเม็ด, ปุ๋ยมูลไส้เดือน

**Abstract**

Growing coffee intercropped with para rubber is a way to increase income for farmers in a time when the price of rubber is falling. Therefore, proper soil and fertilizer management will help main and companion crops grow well. Therefore, this research aimed to study the type of organic fertilizer combined with chemical fertilizer to promote the growth of 3-year-old Robusta coffee grown with 15-year-old rubber trees at Ban Khao Wang Ching, Khok Muang Subdistrict, Khlong Hoi Khong District, Songkhla Province. The experiment was analyzed using a Completely Randomized Design (CRD), divided into 3 treatments with 8 replications (1 plant/replication). Using chemical fertilizer (15-15-15) at a rate of 300 g/plant/year, divided into applications every 4 months, 100 g/plant at a time, applied together with a different type of organic fertilizer, namely bio-sludge pellets, chicken manure pellets, vermicompost at the rate of 8 kg/plant/year, divided and applied every 3 months, 2 kg/plant at a time, and use straw to cover the base during the dry season. The results found that the application of chemical fertilizer 15-15-15 at the rate of 300 g/plant/year combined with chicken manure pellets at the rate of 8 kg/plant/year and covering the below canopy zone with rice straw is the most suitable method for growing Robusta coffee with rubber trees. Because it can make Robusta coffee plants grow well and produce the best fruit size. This study indicates that chicken manure pellets could be a valuable tool for increasing the production of Robusta coffee intercropped with rubber trees, through improved growth and yield.
**Keywords:** Bio-sludge pellets, Chicken manure pellets, Vermicompost


*Published by Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University. All rights reserved.*
*For Permissions, please e-mail: sjps.psu@gmail.com*

**บทนำ**

กาแฟเป็นวัตถุดิบในการผลิตเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมทั่วโลกและเป็นสินค้าที่สำคัญต่อการค้าระหว่างประเทศ ซึ่งมีมูลค่าการค้าขายสูงเป็นอันดับสองของโลก ในประเทศไทยกาแฟเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ มีพื้นที่ปลูกกาแฟทั้งประเทศประมาณ 242,465 ไร่ ผลผลิตรวม 18,689 ตัน ผลผลิตประมาณร้อยละ 51.12 เป็นกาแฟพันธุ์โรบัสตา (Robusta) มีพื้นที่ปลูกมากในภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี กระบี่ และนครศรีธรรมราช อีกร้อยละ 48.88 เป็นกาแฟพันธุ์อราบิกา (Arabica) ปลูกมากในภาคเหนือ เช่น เชียงใหม่ เชียงราย และแม่ฮ่องสอน (Office of Agricultural Economics, 2022) เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกกาแฟโรบัสตาเพราะต้านทานโรคราสนิมและให้ผลผลิตสูง มีการยอมรับจากนานาชาติอย่างกว้างขวางในตลาดส่งออกของไทย (Pokeeree *et al*., 2018) ในช่วงปี 2554-2558 ประเทศไทยต้องการเมล็ดกาแฟเพิ่มขึ้น สวนทางกับผลผลิตกาแฟที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง เพราะราคาผลผลิตกาแฟที่ตกต่ำเป็นระยะเวลานานทำให้เกษตรกรปรับเปลี่ยนไปปลูกพืชอื่นที่ราคาดีกว่า เช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน และผลไม้ชนิดต่าง ๆ จนเหลือพื้นที่ปลูกกาแฟลดลงมาก (Horticultural Science Society of Thailand, 2018a; 2018b) โดยเฉพาะยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยมาตั้งแต่ปี 2534 มาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกเป็นอันดับ 1 ของโลก สามารถนำรายได้เข้าสู่ประเทศปีละหลายแสนล้านบาท ในปี 2555 ประเทศไทยส่งออกยางพาราได้ทั้งหมดประมาณ 2.7 ล้านตัน นำรายได้เข้าประเทศประมาณ 4 แสนล้านบาท (Academic Office, 2013)

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาราคายางพาราที่เกษตรกรเคยขายได้ในราคาสูงสุดกิโลกรัม 183.64 บาทในปี 2554 กลับมีราคาผันผวนและลดลงเป็นอย่างมาก โดยตั้งแต่ช่วงต้นปี 2555 เป็นต้นมาเกษตรกรขายยางพาราได้กิโลกรัมละไม่ถึง 100 บาท และยิ่งมีราคาลดลงเรื่อย ๆ ไม่ถึงกิโลกรัมละ 80 บาท ทำให้เกษตรกรชาวสวนยางพาราทั่วประเทศได้รับความเดือดร้อน เพราะราคาที่จำหน่ายได้ไม่คุ้มกับต้นทุนการผลิต (Academic Office, 2013) ทำให้รัฐบาลต้องออกนโยบายเพื่อแก้ไขปัญหาราคายางพาราตกต่ำโดยการลดพื้นที่ปลูกยางพารา จากนั้นส่งเสริมให้เกษตรกรสร้างรายได้เพิ่มจากสวนยางพาราโดยการปลูกกล้วยหอมทอง ปลูกกระชาย เลี้ยงผึ้ง และการทำวนเกษตรในสวนยางพารา เป็นต้น (KhunThamdee, 2016) สำหรับจังหวัดสงขลา พบว่า มีการจัดทำแผนปฏิบัติราชการประจำปี 2563 โดยทำการวิเคราะห์ศักยภาพการพัฒนาจังหวัด ซึ่งรายงานว่าจังหวัดสงขลามีจุดแข็งคือ มีพื้นที่ปลูกยางพารามากเป็นอันดับสองของประเทศจำนวน 2.09 ล้านเศษไร่ เป็นพื้นที่เปิดกรีดแล้วจำนวน 1.83 ล้านไร่ และจากการวิเคราะห์จุดอ่อนพบว่าผลิตภาพการผลิตทางการเกษตรต่ำ เพราะราคาสินค้าเกษตรหลักยางพาราลดลงอย่างต่อเนื่อง การเกษตรขาดการบูรณาการ นำองค์ความรู้จากการศึกษาวิจัยมาใช้ประโยชน์และขยายผลเชิงพาณิชย์น้อย ที่สำคัญเกษตรกรรายย่อยไม่มีความพร้อมในการผลิตสินค้าเกษตรที่มีคุณภาพ จากปัญหาข้างต้นการแนะนำให้เกษตรกรชาวสวนยางในจังหวัดสงขลาเลือกประกอบอาชีพเสริมที่ผลผลิตกำลังเป็นที่ต้องการของตลาด และสามารถหารายได้เลี้ยงครอบครัวได้อย่างยั่งยืนนั้นจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง

การปลูกพืชร่วมในสวนยางพาราเป็นการเสริมรายได้ให้กับเกษตรกรมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยที่เป็นแหล่งปลูกยางพาราขนาดใหญ่ และเกษตรกรนิยมปลูกทั้งพืชแซมและพืชร่วมหลากหลายชนิดในสวนยางพารา เพราะต้องการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ว่างระหว่างแถวปลูกยางพาราและเพิ่มรายได้ (Chiarawipa, 2019) ปัจจุบันกาแฟโรบัสตาถือเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่เกษตรกรในภาคใต้กำลังให้ความสนใจนำมาปลูกเป็นพืชร่วมยางเพื่อเสริมรายได้ในภาวะที่ยางพารามีราคาตกต่ำ โดยเฉพาะเกษตรกรชาวสวนยางพาราในพื้นที่ตำบลทุ่งลาน อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา ที่ให้ความสนใจปลูกกาแฟโรบัสตาร่วมในสวนยางพารา จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดของปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมต่อการใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีในการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน สำหรับเป็นข้อมูลการจัดการดินและปุ๋ยกาแฟโรบัสตาร่วมยางพาราให้แก่เกษตรกรต่อไป

**วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ**

***1. การวางแผนการทดลอง***

ศึกษาชนิดของปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของกาแฟพันธุ์โรบัสตาอายุ 3 ปี ที่ปลูกร่วมยางพาราอายุ 15 ปี ในพื้นที่บ้านเขาวังชิง ตำบลโคกม่วง อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา มีพื้นที่ทดลองทั้งหมด 12 ไร่ โดยมีระยะห่างระหว่างต้น 3 เมตร วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยให้ปุ๋ยเคมี (15-15-15) อัตรา 300 กรัมต่อต้นต่อปี โดยแบ่งใส่ทุก 4 เดือน ครั้งละ 100 กรัมต่อต้น ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ต่างชนิดกัน แบ่งเป็น 3 สิ่งทดลองๆ ละ 8 ซ้ำ (1 ต้นต่อซ้ำ) คือ ตะกอนชีวภาพอัดเม็ด (มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 7.03 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) 2.56 เดซิซีเมนต่อเมตร ธาตุไนโตรเจน (N) 1.34 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส (P) 1.07 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม (K) 1.35 เปอร์เซ็นต์) มูลไก่อัดเม็ด (มีค่า pH 6.82 ค่า EC 2.87 เดซิซีเมนต่อเมตร ธาตุ N 1.50 เปอร์เซ็นต์ P 1.80 เปอร์เซ็นต์ และ K 1.50 เปอร์เซ็นต์) และปุ๋ยมูลไส้เดือน (มีค่า pH 6.75 ค่า EC 2.30 เดซิซีเมนต่อเมตร ธาตุ N 1.21 เปอร์เซ็นต์ P 1.24 เปอร์เซ็นต์ และ K 1.34 เปอร์เซ็นต์) อัตรา 8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี โดยแบ่งใส่ทุก 3 เดือน ครั้งละ 2 กิโลกรัมต่อต้น และใช้ฟางคลุมโคนในช่วงฤดูแล้ง เดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม

***2. การบันทึกข้อมูล***

2.1 บันทึกสภาพแวดล้อมในแปลงทดลอง ได้แก่ ความชื้นดิน (%) บริเวณทรงพุ่มกาแฟที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร ด้วยเครื่องวัดความชื้นในดิน (Soil moisture kit รุ่น ML-3, Delta-T, UK)

2.2 บันทึกความอุดมสมบูรณ์ของดินก่อนและหลังทดลอง โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินบริเวณทรงพุ่มต้นกาแฟ ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ต้นละ 2 จุด ทำการเก็บตัวอย่างดินสิ่งทดลองละ 8 ซ้ำ แล้วนำตัวอย่างดินมารวมกันคลุกเคล้าให้เข้า นำไปผึ่งลมจนแห้ง ส่งวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ วิเคราะห์ได้แก่ เนื้อดิน ความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ปริมาณอินทรียวัตถุ และอินทรียคาร์บอน และทำการตรวจนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ในดินแห้ง โดยวิธีการ pour plate บนอาหาร PCA (Plate Count Agar) และปริมาณยีสต์และเชื้อรา (Y/M) ในดินแห้ง วิธีการ pour plate บนอาหาร PDA (Potato Dextrose Agar)

2.3 สุ่มวัดการเจริญเติบโตของต้นกาแฟจำนวน 8 ซ้ำ ทำการเก็บข้อมูลที่ 0, 3, 6 และ 10 เดือน หลังทดลอง ได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเหนือพื้นดิน 10 (มิลลิเมตร) ความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร) ความสูงต้น (เซนติเมตร) จำนวนใบ (ใบ) จำนวนกิ่ง (กิ่ง) บันทึกความเขียวใบ โดยใช้เครื่องวัดคลอโรฟิลล์ (SPAD-502Plus, Minolta, Japan) แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด คลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี รวมถึงการหาปริมาณแคโรทีนอยด์ โดยใช้สมการความสัมพันธ์ของค่าความเขียวใบและปริมาณรงควัตถุในใบกาแฟโรบัสตา (Suteekanchanothai *et al*., 2017) พร้อมวัดขนาดผลผลิต ได้แก่ ความกว้างผล ความยาวผล และน้ำหนักผล

นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยที่ Duncan's multiple range test (DMRT)

**ผลการทดลองและวิจารณ์**

***1. สภาพแวดล้อมในแปลงทดลอง***

จากการวัดความชื้นในดินบริเวณทรงพุ่มกาแฟพันธุ์โรบัสตา ที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์ต่างกันปลูกร่วมยางพาราอายุ 15 ปี ในเดือนกุมภาพันธ์ พฤษภาคม สิงหาคม และธันวาคม พ.ศ. 2564 พบว่า เดือนกุมภาพันธ์ ในแปลงปลูกกาแฟพันธุ์โรบัสตา มีความชื้นดินอยู่ในช่วง 9.05-10.61 เปอร์เซ็นต์ หลังจากใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตรต่างๆ และมีการคลุมโคนด้วยฟางส่งผลให้ความชื้นดินเพิ่มขึ้นในเดือนพฤษภาคม อยู่ในช่วง 24.24-28.34 เปอร์เซ็นต์ โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่อัดเม็ดทำให้ดินบริเวณทรงพุ่มกาแฟพันธุ์โรบัสตามีความชื้นสูงสุด 28.34 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตะกอนชีวภาพอัดเม็ด และปุ๋ยมูลไส้เดือน อยู่ที่ 27.81 และ 24.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในเดือนสิงหาคมและธันวาคม พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่อัดเม็ดทำให้ดินบริเวณทรงพุ่มกาแฟพันธุ์โรบัสตามีความชื้นสูงสุด 24.53 และ 21.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 1) ทั้งนี้อาจเนื่องจากในปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่อัดเม็ดมีปริมาณอินทรียวัตุมากกว่าปุ๋ยสูตรอื่นๆ จึงทำให้สามารถอุ้มน้ำและรักษาความชื้นในดินได้มากกว่า

**Table 1** Percentage of soil moisture content under canopy zone of Robusta coffee intercropped with rubber trees in February, May, August, and December 2021

| Organic fertilizers | Soil moisture content (%) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | February | May | August | December |
| Bio-sludge pellets | 10.61 | 27.81$^{ab}$ | 22.13$^{b}$ | 19.67$^{ab}$ |
| Chicken manure pellets | 9.05 | 28.34$^{a}$ | 24.53$^{a}$ | 21.55$^{a}$ |
| Vermicompost | 9.64 | 24.24$^{b}$ | 22.43$^{b}$ | 14.95$^{b}$ |
| F-test | ns | * | * | * |
| C.V. (%) | 12.79 | 14.00 | 5.18 | 10.83 |

Different letters were significantly different by DMRT; ns = not significant at P>0.05; * = significant at P≤0.05

***2. สมบัติดินในแปลงทดลอง***

จากการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินก่อนทดลองในแปลงปลูกกาแฟร่วมยางพารา พบว่า ในแปลงปลูกกาแฟพันธุ์โรบัสต้าร่วมยางพารา เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว ความเป็นกรดเป็นด่างเป็นกรดจัด มีค่า 5.36 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) 31.40 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ โดยมีธาตุอาหารหลักไนโตรเจนทั้งหมด 0.10 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในระดับต่ำ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 6.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับต่ำ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 43.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับต่ำ และมีอินทรียวัตถุ 1.91 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในระดับปานกลาง (Table 2) มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) และปริมาณยีสต์และเชื้อรา (Y/M) อยู่ที่ 3.45x10$^{5}$ และ 1.33x10$^{6}$ CFU/กรัม ดินแห้ง หลังจากทำการทดลองเป็นเวลา 12 เดือน โดยใส่ปุ๋ยอินทรีย์ จำนวน 3 ครั้งๆ

ละ 2 กิโลกรัม/ต้น ร่วมกับปุ๋ยเคมี (15-15-15) จำนวน 3 ครั้งๆ ละ 100 กรัม/ต้น พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตะกอนชีวภาพอัดเม็ดและปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่อัดเม็ดส่งผลให้ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงขึ้น 6.28 และ 6.26 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากในปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 2 สูตร มีส่วนผสมของแกลบเผาและหินฟอสเฟต ซึ่งเป็นวัสดุที่เป็นด่างช่วยยกระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดินให้สูงได้ ในขณะที่ดินปกติใต้ทรงพุ่มกาแฟที่เกษตรกรใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 5.56 (Table 2) ส่วนปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม และอินทรียวัตถุก็เช่นเดียวกัน พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ช่วยให้ปริมาณธาตุอาหารต่างๆ และอินทรียวัตถุเพิ่มสูงขึ้น (Table 2) นอกจากนี้ยังพบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ยังช่วยให้ปริมาณจุลินทรีย์ในดินเพิ่มสูงขึ้นด้วย ซึ่งจะช่วยให้กระบวนการย่อยสลายในดินเกิดขึ้นได้ดีมีการปลดปล่อยธาตุอาหารที่ประโยชน์ได้มากขึ้น (Table 2)

**Table 2** Soil properties before and after the experiment in plots of Robusta coffee intercropped with rubber trees

| Soil properties | Before experiment | After experiment | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Bio-sludge pellets | Chicken manure pellets | Vermicompost | normal soil |
| Texture | Clay loam | - | - | - | - |
| pH | 5.36 | 6.28 | 6.26 | 5.82 | 5.56 |
| EC (μS/cm) | 31.40 | 52.9 | 69.4 | 36.5 | 22.6 |
| CEC (meq/100 g soil) | 6.66 | 5.53 | 6.57 | 4.96 | 6.72 |
| Total N (%) | 0.10 | 0.12 | 0.13 | 0.12 | 0.11 |
| Available P (mg/kg) | 6.92 | 142.18 | 182.02 | 96.94 | 12.67 |
| Exchangeable K (mg/kg) | 43.39 | 70.3 | 115.45 | 70.56 | 84.05 |
| Exchangeable Na (mg/kg) | 6.22 | 11.79 | 16.48 | 5.90 | 6.46 |
| Exchangeable Ca (mg/kg) | 654.23 | 1,156.11 | 1,137.77 | 439.15 | 652.34 |
| Exchangeable Mg (mg/kg) | 152.65 | 77.62 | 111.12 | 108.28 | 153.67 |
| Exchangeable Fe (mg/kg) | 111.78 | 116.72 | 114.01 | 180.82 | 112.63 |
| Exchangeable Mn (mg/kg) | 71.30 | 26.53 | 38.09 | 68.56 | 72.33 |
| Exchangeable Cu (mg/kg) | 0.77 | 0.56 | 1.14 | 0.88 | 0.79 |
| Exchangeable Zn (mg/kg) | 1.64 | 1.32 | 1.86 | 2.74 | 1.72 |
| Organic matter (%) | 1.91 | 2.76 | 3.06 | 2.74 | 2.80 |
| Organic carbon (%) | 1.11 | 1.60 | 1.78 | 1.59 | 1.63 |
| Total microbial content (TPC) (CFU/g dry soil) | $3.45x10^5$ | $2.07x10^6$ | $2.40x10^6$ | $2.47x10^6$ | $7.33x10^5$ |
| The amount of yeast and mold (Y/M) (CFU/g dry soil) | $1.33x10^6$ | $2.63x10^6$ | $2.73x10^6$ | $2.65x10^6$ | $2.60x10^6$ |

***3. ผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่างชนิดกันต่อการเจริญเติบโตของกาแฟโรบัสตาปลูกร่วมยางพารา***

ก่อนทำการทดลอง (0 เดือน) พบว่า กาแฟโรบัสตามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและความกว้างทรงพุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อยู่ในช่วง 20.29-22.87 มิลลิเมตร และ 107.88-111.91 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 3) หลังทำการทดลอง 3, 6 และ 10 เดือน พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่อัดเม็ด ต้นกาแฟโรบัสตามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงสุด 26.84, 28.01 และ 32.42 มิลลิเมตร ตามลำดับ รองลงมา คือ การใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือน อยู่ที่ 23.98, 24.24 และ 27.01 มิลลิเมตร ตามลำดับ และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ตะกอนชีวภาพอัดเม็ด อยู่ที่ 22.56, 24.28 และ 25.75 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนความกว้างทรงพุ่มที่อายุ 3 และ 10 เดือน พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่อัดเม็ดให้ความกว้างทรงพุ่มสูง 158.88 และ 176.67 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือน 153.88 และ 165.00 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 3 and Figure 1)

**Table 3** Stem diameter and canopy width of Robusta coffee intercropped with rubber trees at 0, 3, 6 and 10 months after the experiment

| Organic fertilizers | Stem diameter (mm) | | | | Canopy width (cm) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 month | 3 months | 6 months | 10 months | 0 months | 3 months | 6 months | 10 months |
| Bio-sludge pellets | 21.48 | 22.56$^{b}$ | 24.28 | 25.75$^{b}$ | 107.88 | 132.00$^{b}$ | 134.33$^{c}$ | 138.33$^{b}$ |
| Chicken manure Pellets | 22.87 | 26.84$^{a}$ | 28.01 | 32.42$^{a}$ | 111.91 | 158.88$^{a}$ | 174.17$^{a}$ | 176.67$^{a}$ |
| Vermicompost | 20.29 | 23.98$^{b}$ | 24.24 | 27.01$^{b}$ | 108.25 | 153.88$^{a}$ | 156.67$^{b}$ | 165.00$^{a}$ |
| F-test | ns | * | ns | * | ns | * | * | * |
| C.V. (%) | 11.23 | 14.31 | 12.57 | 11.68 | 14.85 | 9.46 | 8.68 | 9.02 |

Different letters were significantly different by DMRT; ns = not significant at P>0.05; * = significant at P≤0.05

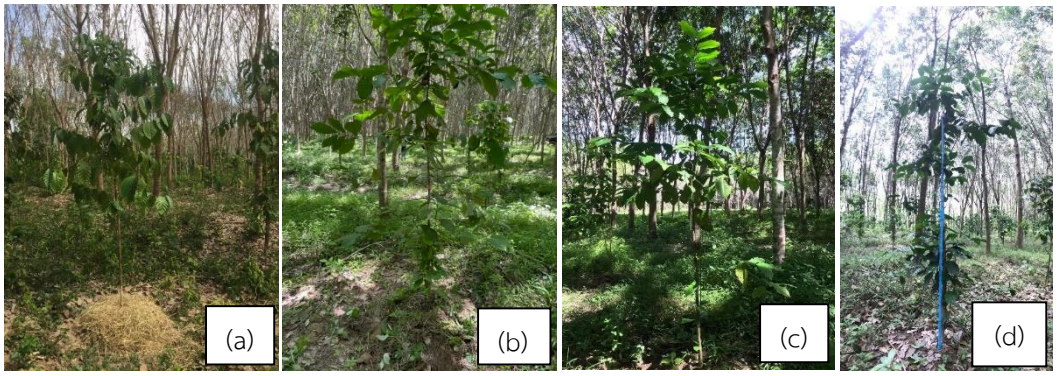


**Figure 1** Characteristics of Robusta coffee plants intercropped with rubber trees at 0 (a), 3 (b), 6 (c), and 10 months (d) after the experiment.

สำหรับความสูงต้น และจำนวนกิ่งของกาแฟโรบัสตาที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์ต่างกันปลูกร่วมกับยางพารา ก่อนทำการทดลอง (0 เดือน) พบว่า ความสูงต้น อยู่ในช่วง 200.75-220.50 เซนติเมตร และมีจำนวนกิ่ง อยู่ในช่วง 1.50-1.75 กิ่งต่อต้น หลังทำการทดลอง 3, 6 และ 10 เดือน พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่อัดเม็ด ต้นกาแฟโรบัสตามีความสูงต้นสูงสุด 270.25, 294.00 และ 298.33 เซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมา คือ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ตะกอนชีวภาพอัดเม็ด 221.88, 237.00 และ 240.00 เซนติเมตร ตามลำดับ และการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือน 219.38, 229.67 และ 236.67 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 4) หลังทำการทดลอง 3 และ 6 เดือน พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ตะกอนชีวภาพอัดเม็ดและปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่อัดเม็ดให้จำนวนกิ่งสูงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อยู่ในช่วง 22.38-28.33 กิ่งต่อต้น ในขณะที่การใช้ปุ๋ยอินทรีย์มูลไส้เดือนให้จำนวนกิ่งน้อยที่สุด อยู่ในช่วง 17.13-20.17 กิ่งต่อต้น (Table 4) หลังทำการทดลอง 10 เดือน พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ตะกอนชีวภาพอัดเม็ดให้จำนวนกิ่งสูงสุด 29.83 กิ่งต่อต้น ในขณะที่การใช้ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่อัดเม็ดและปุ๋ยอินทรีย์มูลไส้เดือนให้จำนวนกิ่งน้อยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อยู่ในช่วง 22.50-24.83 กิ่งต่อต้น (Table 4)

**Table 4** Plant height and number of branches of Robusta coffee intercropped with rubber trees at 0, 3, 6 and 10 months after the experiment

| Organic fertilizers | Plant height (cm) | | | | Number of branches (branches/plant) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 month | 3 months | 6 months | 10 months | 0 months | 3 months | 6 months | 10 months |
| Bio-sludge pellets | 214.88 | 221.88$^{b}$ | 237.00$^{b}$ | 240.00$^{b}$ | 1.75 | 24.88$^{a}$ | 28.33$^{a}$ | 29.83$^{a}$ |
| Chicken manure pellets | 220.50 | 270.25$^{a}$ | 294.00$^{a}$ | 298.33$^{a}$ | 1.50 | 22.38$^{a}$ | 23.50$^{ab}$ | 24.83$^{b}$ |
| Vermicompost | 200.75 | 219.38$^{b}$ | 229.67$^{b}$ | 236.67$^{b}$ | 1.50 | 17.13$^{b}$ | 20.17$^{b}$ | 22.50$^{b}$ |
| F-test | ns | * | * | * | ns | * | * | * |
| C.V. (%) | 16.33 | 6.89 | 6.99 | 4.66 | 6.20 | 18.92 | 9.38 | 13.02 |

Different letters were significantly different by DMRT; ns = not significant at P>0.05; * = significant at P≤0.05

ด้านความเขียวใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด และแคโรทีนอยด์ในใบกาแฟโรบัสตา อายุ 3 ปี ที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์ต่างกันปลูกร่วมกับยางพารา อายุ 15 ปี พบว่า ก่อนทำการทดลอง (0 เดือน) มีไม่ความแตกต่างกันทางสถิติ อยู่ในช่วง 39.91-42.90, 21.78-23.96, 11.80-12.92, 33.62-36.97 และ 1.30-1.43 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (Table 5 and Table 6) หลังทำการทดลอง 3 เดือน พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ตะกอนชีวภาพอัดเม็ด มีแนวโน้มให้ค่าต่างๆ สูงสุด คือ 49.09, 29.19, 15.42, 44.93 และ 1.80 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือน คือ 47.49, 27.80, 14.77, 42.82 และ 1.70 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (Table 5 and Table 6) ส่วนการใช้ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่อัดเม็ด ให้ความเขียวใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด และแคโรทีนอยด์ในใบต่ำสุด คือ 44.11, 25.12, 13.44, 38.72 และ 1.52 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (Table 5 and Table 6) หลังทำการทดลอง 6 เดือน พบว่า ความเขียวใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด และแคโรทีนอยด์ในใบกาแฟโรบัสตา มีไม่ความแตกต่างกันทางสถิติ อยู่ในช่วง 51.63-53.17, 31.30-32.64, 16.45-17.08, 48.15-50.18 และ 1.94-2.04 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (Table 7) หลังทำการทดลอง 10 เดือน พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่อัดเม็ดให้ค่าต่างๆ สูงสุด คือ 51.82, 31.41, 16.51, 48.32 และ 1.95 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือน คือ 51.65, 31.24, 16.43, 48.06 และ 1.93 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (Table 5 and Table 6)

**Table 5** Leaf greenness, and total chlorophyll content of Robusta coffee intercropped with rubber trees at 0, 3, 6 and 10 months after the experiment

| Organic fertilizers | Leaf greenness (SPAD unit) | | | | Total chlorophyll content (mg/cm$^2$) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 month | 3 months | 6 months | 10 months | 0 months | 3 months | 6 months | 10 months |
| Bio-sludge pellets | 42.90 | 49.09$^{a}$ | 53.17 | 48.42$^{b}$ | 36.97 | 44.93$^{a}$ | 50.18 | 43.77$^{b}$ |
| Chicken manure pellets | 40.90 | 44.11$^{b}$ | 51.63 | 51.82$^{a}$ | 34.73 | 38.72$^{b}$ | 48.15 | 48.32$^{a}$ |
| Vermicompost | 39.91 | 47.49$^{ab}$ | 52.70 | 51.65$^{a}$ | 33.62 | 42.82$^{ab}$ | 49.51 | 48.06$^{a}$ |
| F-test | ns | * | ns | * | ns | * | ns | * |
| C.V. (%) | 12.03 | 14.82 | 9.82 | 3.92 | 12.45 | 13.45 | 14.19 | 5.84 |

Different letters were significantly different by DMRT; ns = not significant at P>0.05; * = significant at P≤0.05

**Table 6** Chlorophyll contents and carotenoids of Robusta coffee intercropped with rubber trees at 0, 3, 6 and 10 months after the experiment

| Organic fertilizers | Chlorophyll a (mg/cm$^2$) | | | | Chlorophyll b (mg/cm$^2$) | | | | Carotenoids (mg/cm$^2$) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 month | 3 month | 6 month | 10 month | 0 month | 3 month | 6 month | 10 month | 0 month | 3 month | 6 month | 10 month |
| Bio-sludge pellets | 23.96 | 29.19$^{a}$ | 32.64 | 28.41$^{b}$ | 12.92 | 15.42$^{a}$ | 17.08 | 15.10$^{b}$ | 1.43 | 2.04 | 2.04 | 1.73$^{b}$ |
| Chicken manure pellets | 22.50 | 25.12$^{b}$ | 31.30 | 31.41$^{a}$ | 12.17 | 13.44$^{b}$ | 16.45 | 16.51$^{a}$ | 1.35 | 1.94 | 1.94 | 1.95$^{a}$ |
| Vermicompost | 21.78 | 27.80$^{ab}$ | 32.19 | 31.24$^{a}$ | 11.80 | 14.77$^{ab}$ | 16.87 | 16.43$^{a}$ | 1.30 | 2.00 | 2.00 | 1.93$^{a}$ |
| F-test | ns | * | ns | * | ns | * | ns | * | ns | ns | ns | * |
| C.V. (%) | 12.56 | 13.12 | 14.38 | 5.82 | 12.13 | 13.05 | 12.79 | 5.15 | 12.38 | 16.72 | 16.72 | 6.80 |

Different letters were significantly different by DMRT; ns = not significant at P>0.05; * = significant at P≤0.05

ในด้านผลผลิตของกาแฟโรบัสตา หลังทำการทดลอง 10 เดือน พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่อัดเม็ดให้ขนาดผลกาแฟใหญ่สุด คือ มีความกว้างผล 15.48 มิลลิเมตร ความยาวผล 17.97 มิลลิเมตร และน้ำหนักผล อยู่ที่ 2.43 กรัมต่อผล รองลงมา คือ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ตะกอนชีวภาพอัดเม็ด มีความกว้างผล 14.86 มิลลิเมตร ความยาวผล 17.89 มิลลิเมตร และน้ำหนักผล อยู่ที่ 2.16 กรัมต่อผล และการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือน มีความกว้างผล 14.66 มิลลิเมตร ความยาวผล 16.88 มิลลิเมตร และน้ำหนักผล อยู่ที่ 2.05 กรัมต่อผล (Table 7, and Figure 2)

**Table 7** Fruit width, fruit length, and fruit weight of Robusta coffee intercropped with rubber trees at 10 months after the experiment

| Organic fertilizers | Fruit width (mm) | Fruit length (mm) | Fruit weight (g) |
|---|---|---|---|
| Bio-sludge pellets | 14.86[b] | 17.89[a] | 2.16[b] |
| Chicken manure pellets | 15.48[a] | 17.97[a] | 2.43[a] |
| Vermicompost | 14.66[b] | 16.88[b] | 2.05[b] |
| F-test | * | * | * |
| C.V. (%) | 3.74 | 3.43 | 9.92 |

Different letters were significantly different by DMRT; * = significant at P≤0.05

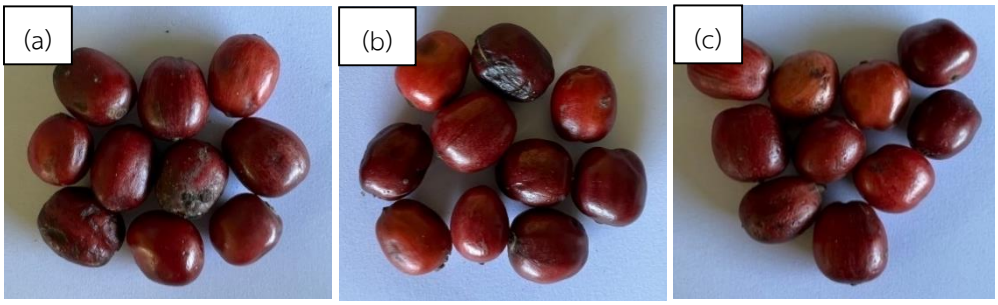


**Figure 2** Characteristics of Robusta coffee cherry treated with organic bio-sludge pellets (a), chicken manure pellets (b), and vermicompost (c).

จากผลการทดสอบข้างต้น พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่อัดเม็ด อัตรา 8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี โดยแบ่งใส่ทุก 3 เดือน ครั้งละ 2 กิโลกรัมต่อต้น ร่วมกับให้ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 อัตรา 300 กรัมต่อต้นต้นปี โดยแบ่งใส่ทุก 4 เดือน ครั้งละ 100 กรัมต่อต้น และใช้ฟางคลุมโคนในช่วงฤดูแล้ง เดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม ส่งผลให้กาแฟโรบัสตาเจริญเติบโตและให้ขนาดผลดีกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์สูตรอื่นๆ ทั้งนี้การปรับวิธีการจัดการธาตุอาหารอาจเป็นแนวทางหนึ่งสำหรับการปลูกพืชร่วมในสวนยางพารา โดย Suteekanchanothai และคณะ (2017) พบว่า การให้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยคอกถี่กว่าปกติ สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นกาแฟโรบัสตาในสวนยางพาราได้ ในขณะที่ Zaw และคณะ (2022) รายงานว่าการแบ่งใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และสารปรับปรุงดิน ช่วยให้สละอินโดนีเซียที่ปลูกร่วมยางพารามีผลผลิตสูงกว่าการใส่เฉพาะปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้การปลูกกาแฟร่วมยางทำให้มีร่มเงาให้กาแฟในช่วงแรก และการคลุมโคนต้นกาแฟด้วยเศษซากพืชทำให้สามารถรักษาความชื้นไว้ได้ เช่นเดียวกับศึกษาของ Asten และคณะ (2011) ที่พบว่า กาแฟสามารถเจริญเติบโตได้ดีเมื่อปลูกร่วมกับกล้วย ส่วน Netsere และ Kufa (2015) รายงานว่า การปลูกขมิ้นและขิงแซมในสวนกาแฟอราบิกาไม่ส่งผลต่อคุณภาพของผลผลิตกาแฟ ขณะเดียวกัน Marcos และ Rogerio (2015) พบว่าการปลูกกาแฟอราบิการ่วมกับมะคาเดเมียสามารถให้ผลผลิตได้โดยไม่แตกต่างจากการปลูกกาแฟเชิงเดี่ยว นอกจากนี้ Pinthukas และ Angkasith (2017) ได้ศึกษาการปลูกกาแฟอราบิการ่วมกับป่าไม้และไม้ผลต่างๆ พบว่า ระบบการปลูกกาแฟร่วมกับป่าไม้มีความเหมาะสมต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติบนที่สูงมากที่สุด เพราะมีการใช้ปัจจัยด้านต่างๆ เช่น การใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีป้องกันกันจัดศัตรูพืชน้อยที่สุด รวมทั้งการลดการให้น้ำต้นกาแฟในหน้าแล้ง ต้นกาแฟก็ยังสามารถเจริญเติบโตได้ดี เนื่องจากได้รับความชื้นและร่มเงาจากต้นไม้ป่าต่างๆ ช่วยให้การพัฒนาด้านสรีรวิทยาของต้นกาแฟ สามารถดำเนินต่อไปได้เป็นอย่างดี

## สรุป

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่อัดเม็ด อัตรา 8 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี โดยแบ่งใส่ทุก 3 เดือน ครั้งละ 2 กิโลกรัมต่อต้น ร่วมกับให้ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 อัตรา 300 กรัมต่อต้นต้นปี โดยแบ่งใส่ทุก 4 เดือน ครั้งละ 100 กรัมต่อต้น และใช้ฟางคลุมโคนในช่วงฤดูแล้ง เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการปลูกกาแฟ เพราะสามารถทำให้ต้นกาแฟโรบัสตาเจริญเติบโตได้ดีและให้ขนาดผลดีที่สุด

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (ววน.) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 ที่สนับสนุนทุนวิจัย ขอบคุณบริษัท ซีเวลท์ โฟรเซ่น ฟู้ด จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ตะกอนชีวภาพจากโรงงาน เพื่อใช้เป็นส่วนผสมของปุ๋ยอินทรีย์ และขอขอบคุณเกษตรกร บ้านเขาวังชิง ตำบลโคกม่วง อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการทำวิจัยครั้งนี้

**เอกสารอ้างอิง**

Academic Office. 2013. Rubber crisis. Bangkok: Secretariat of the House of Representatives. (In Thai)

Asten, P.J.A., Wairegi, L.W.I., Mukasa, D. and Uringi, N.O. 2011. Agronomic and economic benefits of coffee-banana intercropping in Uganda's smallholder farming systems. Journal of Agricultural Systems 104 (4): 326–334.

Chiarawipa, R. 2019. Rubber-based intercropping system in southern Thailand: Its constraints and planting patterns on sustainable productivity. King Mongkut's Agricultural Journal 37 (1): 179-189. (In Thai)

Office of Agricultural Economics. 2022. Agricultural product production information: Coffee. Available online: https://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/coffee%2065.pdf

Horticultural Science Society of Thailand. 2018a. Retracing the history of world coffee. Horticulture Journal 33 (1): 3-13. (In Thai)

Horticultural Science Society of Thailand. 2018b. Coffee...from agriculture to industry. Horticulture Journal 33 (2): 4-13. (In Thai)

KhunThamdee, P. 2016. The rubber crisis: problems and solutions. Bangkok: Thammasat University. (In Thai)

Marcos, J. and Rogerio, P. 2015. Higher yield and economic benefits are achieved in the macadamia crop by irrigation and intercropping with coffee. Science Horticulture 185: 59-67.

Netsere, A. and Kufa, T. 2015. Intercropping of arabica coffee with turmeric (*Curcuma longa*) and ginger (*Zingiber officinale* Rose) at Tepi. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare 5 (7): 65-69.

Pinthukas, N. and Angkasith, P. 2017. Arabica Coffee Farming Extension Pattern and Process in Royal Project and Highland Development Project Using Royal Project System. Khon Kaen Agriculture Journal 45 (Suppl. 1): 521-526. (In Thai)

Pokeeree, N., Rangsipaht, S. and Sriboonruang, P. 2018. Factors related to robusta coffee production of farmers in Rubror sub-district, Tha Sae district, Chumphon province. King Mongkut's Agricultural Journal 36 (2): 43-52. (In Thai)

Suteekanchanothai, P., Chiarawipa, R., Somboonsuk., B. and Sirikhantayakul, C. 2017. Effects of chemical and organic fertilizers on Growth of Robusta coffee trees in rubber plantations. Songklanakarin Journal of Plant Science 4 (4): 25-31. (In Thai)

Zaw, Z.N., Chiarawipa, R., Pechkeo, S. and Saelim, S. 2022. Complementarity in rubber-salacca intercropping system under integrated fertilization mixed with organic soil amendments. Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science 45(1): 153-170.

*SJPS-10-02-SI-RA-O98-04*