

การตอบสนองของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ต่อผลิตภัณฑ์ผึ้ง ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีในชุดดินอุบล และร้อยเอ็ด

Response of Khao Dawk Mali 105 Rice to Bee Products, Organic and Chemical Fertilizers in Ubon and Roi Et Soil Series

กร สุขเกษม¹ และ สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม^{1,*}

Gorn Sukkasem¹ and Somchai Anusontpornperm^{1,*}

¹ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

¹ Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900 Thailand

วันที่รับบทความ: 1 กรกฎาคม 2562

Received: 1 July 2019

วันที่แก้ไขบทความเสร็จ: 30 กรกฎาคม 2562

Revised: 30 July 2019

วันที่ยอมรับตีพิมพ์บทความ: 5 สิงหาคม 2562

Accepted: 5 August 2019

* Corresponding author: somchai.a@ku.ac.th

ABSTRACT: Two field experiments were conducted in Ubon and Roi Et soil series in Ubon Ratchathani province objectively to investigate the response of Khao Dawk Mali 105 rice to the application of bee products (BP), cow manure (CM) at the rate of 500 kg/rai, granulated organic fertilizer (GOF) at the rate of 100 kg/rai and chemical fertilizer (CF) at the rate of 8 : 8 : 4 kg/rai of N : P₂O₅ : K₂O. Experimental design was arranged in randomized complete block with four replications similarly for both experiments. Treatments comprised; T1 : control, T2 : CM, T3 : GOF, T4 : CM + BP, T5 : GOF + BP, T6 : BP, T7 : CF and T8 : = CF + BP. The rice in the context of growth, grain quality and unmilled grain yield clearly responded to all inputs in both soils. The application of CF with and without BP significantly gave the highest respective unmilled grained yield of 788 (T8) and 731 (T7) kg/rai in Ubon soil series whereas CF + BP (T8) statistically promoted the greatest unmilled grain yield of 756 kg/rai in Roi Et soil series. Comparing among three different types of fertilizer in both soils with no BP applied, CF significantly induced the highest unmilled grain yield, followed by GOF and CM respectively. Growing Khao Dawk Mali 105 rice without fertilization, BP foliar application significantly stimulated greater unmilled grain yield than the control with no application.

Keywords: Khao Dawk Mali 105 rice, organic fertilizer, animal manure, chemical fertilizer, bee products

บทคัดย่อ

ดำเนินทดลองภาคสนาม จำนวน 2 แปลง ในชุดดินอุบล และร้อยเอ็ด ในจังหวัดอุบลราชธานีเพื่อทดสอบการตอบสนองของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ต่อการให้ผลิตภัณฑ์ฝั่ง (BP) ปุ๋ยคอกมูลโค (CM) อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ด (GOF) อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยเคมี (CF) อัตรา 8 : 8 : 4 กิโลกรัม N : P₂O₅ : K₂O ต่อไร่ วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 4 ซ้ำ ดำรับการทดลองประกอบด้วย T1 : ควบคุม, T2 : CM, T3 : GOF, T4 : CM + BP, T5 : GOF + BP, T6 : BP, T7 : CF และ T8 : CF + BP ผลการศึกษา พบว่า ข้าวตอบสนองต่อการจัดการปุ๋ยและการฉีดผลิตภัณฑ์ฝั่งอย่างชัดเจน ทั้งทางด้านการเจริญเติบโต คุณภาพเมล็ดข้าว และการให้ผลผลิต ในทั้งสองชุดดิน การใส่ปุ๋ยเคมีธาตุอาหารหลักอัตรา 8 : 8 : 4 กิโลกรัม N : P₂O₅ : K₂O ต่อไร่ ทั้งที่มีการฉีด (T8) และไม่ฉีดผลิตภัณฑ์ฝั่ง (T7) ทำให้ได้ผลผลิตข้าวเปลือกสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 788 และ 731 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ เมื่อปลูกในชุดดินอุบล ขณะที่การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราดังกล่าวร่วมกับการฉีดผลิตภัณฑ์ฝั่งในชุดดินร้อยเอ็ด ทำให้ได้ผลผลิตข้าวเปลือกสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 756 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ย 3 ชนิดโดยไม่มีการฉีดผลิตภัณฑ์ฝั่ง การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 8 : 8 : 4 กิโลกรัม N : P₂O₅ : K₂O ต่อไร่ ทำให้ได้ผลผลิตข้าวเปลือกสูงสุดรองลงมา คือ ปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ดอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยคอกมูลโคอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ การปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในทั้ง 2 ชุดดินโดยไม่มีการใส่ปุ๋ย การฉีดผลิตภัณฑ์ฝั่งทำให้ได้ผลผลิตข้าวเปลือกสูงกว่าการไม่ฉีดในทั้ง 2 ชุดดิน

คำสำคัญ: ข้าวขาวดอกมะลิ 105, ปุ๋ยอินทรีย์, ปุ๋ยเคมี, ปุ๋ยคอก, ผลิตภัณฑ์ฝั่ง

บทนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าว 56.3 ล้านไร่ อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 35.5 ล้านไร่ และใช้ปลูกข้าวหอมมะลิเป็นพื้นที่ถึง 23.6 ล้านไร่โดยพันธุ์ที่ปลูกอย่างแพร่หลาย ได้แก่ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (Rice Department, 2016) ข้าวหอมมะลิ (Jasmine rice) หรือพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (KDML 105) เป็นข้าวที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย เป็นข้าวไวแสงที่มีเขตการปลูกสำคัญอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (Division of Rice Research and Development, 2011) โดยเฉพาะในจังหวัดอุบลราชธานีที่มีพื้นที่ปลูกข้าวในปี 2560 มากถึง 3,898,428 ไร่ (Office of Agricultural Economics, 2019) อย่างไรก็ตามผลผลิตข้าวหอมมะลิในภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังคงอยู่ในระดับต่ำ มีค่าเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2560 เพียง 364 กิโลกรัมต่อไร่ (Office of Agricultural Economics, 2019) ทั้งนี้เนื่องจากทรัพยากรดินส่วนใหญ่เป็นดินเนื้อค่อนข้างเป็นทราย ขาดความอุดมสมบูรณ์เป็นผลมาจากวัฏธุนำกำเนิดดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่สกัดได้ต่ำ (Saenya *et al.*, 2012; Kaewduang *et al.*, 2013; Saenya *et al.*, 2015; Inboonchuay *et al.*, 2016) พื้นที่ปลูกข้าวไม่สม่ำเสมอ และการกระจายตัวของฝนไม่ดี (Homma *et al.*, 2003) ขณะที่ข้าวหอมมะลิมีสภาพในการให้ผลผลิตต่ำโดยมีศักยภาพในการให้ผลผลิตเพียง 363 กิโลกรัมต่อไร่ (Sri-Aun, 2005)

การศึกษาเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวหอมมะลิในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะด้านการปรับปรุงดิน และการจัดการปุ๋ยทั้งปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ โดยการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อการปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่า ข้าวพันธุ์นี้ไม่ค่อยตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยเคมี การใส่วัสดุปรับปรุงดินสามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้ระดับหนึ่ง (Songmuang, 2000) Suksawat *et al.* (1994)

ได้รายงานการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต่าง ๆ ต่อการเจริญและเพิ่มผลผลิตข้าว โดยผลการทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก พบว่า ฤดูนาปี 2531 ใช้พันธุ์ข้าวหอมมะลิ 105 เป็นข้าวต้นสูงไวต่อช่วงแสง ผลการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทุกชนิดและทุกอัตรา สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้อย่างมีนัยสำคัญ Buakhao *et al.* (2012) ทำการทดสอบประสิทธิภาพของไบอะคาเซียเปรียบเทียบกับวัสดุปรับปรุงดินอื่นในดินโซติก (Typic Natraqualf) ในจังหวัดนครราชสีมา พบว่า การใช้แกลบเผาปรับปรุงดินช่วยทำให้ได้ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 สูงสุดเท่ากับ 400.8 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ การใส่ไบอะคาเซียอัตราต่าง ๆ ขณะที่ Jedrum *et al.* (2014) พบว่า การใช้แกลบปรับปรุงดินช่วยทำให้ข้าวมีความเข้มข้นของสารหอม 2-AP (2-Acetyl-1-pyrroline) เท่ากับ 3.50 and 3.97 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในดินโซติก และดินเค็มโซติกตามลำดับ ส่วน Rann *et al.* (2016) ทำการทดสอบปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าว กข42 ในดิน Typic Natrustalf ผลปรากฏว่า การใส่ปุ๋ยคอกมูลสุกรป็นเม็ดอัตรา 3.125 ตันต่อเฮกตาร์ร่วมกับการรองพื้นด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 16-8-8 อัตรา 125 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และแต่งหน้าด้วยปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 62.5 กรัมต่อเฮกตาร์ ทำให้ได้ผลผลิตข้าวสูงสุดเท่ากับ 1.88 ตันต่อเฮกตาร์

นมผึ้ง (Royal jelly) ซึ่งเป็นอาหารของนางพญาผึ้ง (Viuda-Martos *et al.*, 2008) สามารถนำมาใช้เพื่อเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ เนื่องจากมีองค์ประกอบที่เป็นโปรตีน คาร์โบไฮเดรต วิตามินหลายชนิด รวมถึงธาตุอาหารพืชจำนวนมาก อาทิ โพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม เหล็ก ฟอสฟอรัส กำมะถัน และแมงกานีส เช่นเดียวกับซิลิคอน (Nation and Robinson, 1971; Lakin, 1993; El-Shaikh, 2010) ซึ่งได้มีการทดสอบว่า ส่งผลบวกต่อการงอกของเมล็ด และการเจริญเติบโตของกล้าพืช รวมถึงการแบ่งเซลล์ และการเพิ่มผลผลิตพืช (Çavuşoğlu *et al.*,

2016) ขณะที่ เกสรผึ้ง (Bee pollen) มีองค์ประกอบจำพวก Phytochemicals ธาตุอาหารพืช และมีกลุ่มคาร์โรทีนอยด์ (Carotenoids) ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) และไฟโตสเตอรอล (Phytosterols) มาก (Broadhursts, 1999) นอกจากนี้ ยังเป็นแหล่งของโปรตีน กรดอะมิโน วิตามิน ไฟเบอร์ที่ย่อยสลายได้ ฮอร์โมน และแร่ธาตุต่าง ๆ กรดไขมัน เอนไซม์ และแร่ธาตุต่าง ๆ (Alferez and Campos, 2000) และยังพบสารเสริมการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ กรดอินโดล-3-อะซีติก (IAA) และทริปโตเฟน (Tryptophan, Trp) ในเกสรผึ้งที่ได้จากแอปเปิล ยาสูบ ฮัสเซลนัท กล้วยไม้ ไม้พุ่ม สน และข้าวโพด (Fukui *et al.*, 1958) ซึ่งการทดสอบการใช้เกสรผึ้งที่สกัดโดยใช้น้ำเป็นวัสดุปลูกสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วย (Hassan *et al.*, 2008) พบว่า ทำให้จำนวน และความยาวหน่อ จำนวนและความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งสูงกว่าการใช้ไซโตไคนิน (Benzyl adenine) และหรือออกซิน (Indole butyric acid and Naphthalene acetic acid) ผลผลิตพันธุ์พืชซึ่งได้นำนมผึ้งหนัก 250 กรัม และเกสรผึ้งหนัก 250 กรัมผสมกันในน้ำเปล่า 500 มิลลิลิตร ก่อนต้มในน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลาประมาณ 20 นาที เสร็จจากกระบวนการผ่านความร้อนโดยวิธีต้ม ทั้งให้เย็นก่อนบรรจุขวด ผลผลิตพันธุ์พืชมีราคาถูกกว่าสารเสริมการเจริญเติบโตทั่วไปที่วางขายในท้องตลาด คือ มีราคาเฉลี่ย 1,200 บาท อัตราแนะนำสำหรับการใช้ในนาข้าวต่อการฉีด 1 ครั้งเท่ากับ 20 มิลลิลิตรต่อไร่ หรือคิดเป็นราคาต่อการฉีด 1 ครั้งเท่ากับ 24 บาทต่อไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีเพื่อการเพิ่มผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในประเทศไทย ดังนั้น การศึกษานี้จึงดำเนินการเพื่อทดสอบตอบสนองของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ต่อการใช้ผลิตภัณฑ์ผึ้งดังกล่าวร่วมกับปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมีในสภาพสนามที่เป็นแปลงเกษตรกรในจังหวัดอุบลราชธานี

อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการศึกษา

ทำการทดลองภาคสนาม จำนวน 2 บริเวณ ได้แก่ ชุดดินอุบล ในแปลงเกษตรกรรม ตำบลเตย อำเภอม่วงสามสิบ (15.493306 N, 104.832444 E) และชุดดินร้อยเอ็ด ในแปลงเกษตรกรรม ตำบลหัวดอน อำเภอเชียงใน (15.348444 N, 104.645472 E) จังหวัดอุบลราชธานี โดยสมบัติดินก่อนปลูก และผลการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินแสดงไว้ใน Table 1 และ Table 2 วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block (RCB) จำนวน 4 ซ้ำ มีดำรับการทดลองทั้งหมด ประกอบด้วย T1 คือ ดำรับควบคุม T2 คือ ใส่ปุ๋ยคอกมูลโคอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ T3 คือ ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ดอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ T4 คือ ใส่ปุ๋ยคอกมูลโคอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นธาตุฟอสฟอรัส T5 คือ ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ดอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นธาตุฟอสฟอรัส T6 คือ ฉีดพ่นธาตุฟอสฟอรัส T7 คือ ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 8 : 8 : 4 กิโลกรัม N : P₂O₅ : K₂O ต่อไร่ และ T8 คือ

ปุ๋ยเคมีอัตรา 8 : 8 : 4 กิโลกรัม N : P₂O₅ : K₂O ต่อไร่ ร่วมกับการฉีดพ่นธาตุฟอสฟอรัส ปุ๋ยคอกมูลโค และปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ดใส่คลุกเคล้าลงในดินก่อนปักดำ การใส่ปุ๋ยเคมีแบ่งใส่ 2 ครั้ง คือ รองพื้นก่อนปักดำ 25 กิโลกรัมต่อไร่ และก่อนระยะออกดอก 25 กิโลกรัมต่อไร่ อัตราการฉีดพ่นธาตุฟอสฟอรัส เท่ากับ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ฉีดทุก ๆ 15 วัน หลังปักดำจำนวน 5 ครั้ง ในดำรับการทดลองที่ไม่มีการฉีดพ่นธาตุฟอสฟอรัสทำการฉีดน้ำเปล่าปริมาณ 20 ลิตรต่อไร่ทุก 15 วัน จำนวน 5 ครั้ง โดยปุ๋ยคอกมูลโคเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเลี้ยงโคในพื้นที่ทดลอง ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยกลุ่มเกษตรกรของสหกรณ์ผู้ผลิตข้าวอินทรีย์ในจังหวัดอุบลราชธานี โดยมีการศึกษาอัตราที่ใช้ในการทดลองนี้มาก่อนหน้าโดย Naklang *et al.* (2009) ขณะที่ผลิตภัณฑ์ฟอสฟอรัสเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการคัดค้านของเกษตรกรและได้มีการทดลองใช้ในนาข้าวพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (Sukkasem and Tongdeelert, 2011) โดยอัตราที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นอัตราเบื้องต้นที่ทดสอบแล้วว่าไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อใบข้าว เช่น อาการใบไหม้ เป็นต้น

Table 1 Properties of soils (0–15 cm) prior to conducting the experiments

Property	Ubon soil series	Roi Et soil series
pH (1 : 1 H ₂ O)	5.60	5.40
Electrical conductivity (ECe, dS/m)	0.48	0.28
Organic matter (g/kg)	6.80	6.30
Total N (g/kg)	0.34	0.32
Available P (mg/kg)	42.00	28.00
Available K (mg/kg)	68.00	28.00
Cation exchange capacity (cmol _c /kg)	2.25	0.75
Soil texture	Loamy sand	Loamy sand

Table 2 Fertility level of soils prior to conducting the experiments

Soil series (0–15 cm)	OM (g/kg)	Avail. P (mg/kg)	Avail. K (mg/kg)	CEC (cmol _c /kg)	BS (%)	Total score	Fertility level
Ubon	5.6 (1)	42 (3)	68 (2)	2.25 (1)	46.7 (2)	9	medium
Roi Et	5.4 (1)	28 (3)	28 (1)	0.75 (1)	17.9 (1)	7	low

Note: Scoring is used for the assessment of fertility level (the score is presented in blanket) where: total score of 7 or less, fertility level is low; total score between 8–12, fertility level is medium; total score of 13 or more, fertility level is high

สมบัติของปุ๋ย และผลิตภัณฑ์ผึ้งที่ใช้ในการศึกษา

ปุ๋ยคอกมูลโคที่ใช้ในการทดลองมีพีเอช เท่ากับ 7.41 ค่าการนำไฟฟ้า 3.26 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ เท่ากับ 214.1 กรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 11.9 กรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด เท่ากับ 10.6 กรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมทั้งหมด เท่ากับ 17.4 กรัมต่อกิโลกรัม ปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ดพีเอช เท่ากับ 6.87 ค่าการนำไฟฟ้า 5.50 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ เท่ากับ 41.76 กรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 7.90 กรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด เท่ากับ 58.2 กรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมทั้งหมด เท่ากับ 24.0 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งทำการวิเคราะห์โดยโครงการบริการวิชาการดิน-ปุ๋ย และสิ่งแวดล้อม ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ ส่วนผลิตภัณฑ์ผึ้งซึ่งใช้ละลายในน้ำเปล่ามีพีเอช เท่ากับ 4.87 ค่าการนำไฟฟ้า 2.48 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ เท่ากับ 53.19 กรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 4.00 กรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด เท่ากับ 0.10 กรัมต่อ

กิโลกรัม และโพแทสเซียมทั้งหมด เท่ากับ 1.00 กรัมต่อกิโลกรัม ผลิตภัณฑ์ผึ้งที่ใช้ในการศึกษานั้นนอกจากจะประกอบไปด้วยธาตุอาหารหลักในระดับหนึ่งแล้ว ยังมีแคลเซียม 0.3 กรัมต่อกิโลกรัม แมกนีเซียม 0.1 กรัมต่อกิโลกรัม และโบรอน 25.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รวมถึงกรดอะมิโน จำนวน 19 ชนิดรวม 6,370.43 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร โดยมีทรีปโตเฟน และเมไธโอนีน (Methionine) เป็นองค์ประกอบเท่ากับ 74.18 และ 126.22 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งบริษัท ห้างปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด กรุงเทพฯ เป็นหน่วยงานที่วิเคราะห์สมบัติข้างต้น

การเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ทางสถิติ

การปลูกใช้กล้าข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ใช้มีอายุ 30 วัน ใช้ระยะปลูกเท่ากับ 20 x 20 เซนติเมตร ขนาดแปลงย่อยเท่ากับ 4 x 6 ตารางเมตร ก่อนดำเนินการทดลองเก็บตัวอย่างดินแบบ Composite sample เพื่อนำมาวิเคราะห์สมบัติดินก่อนปลูกเก็บเกี่ยวข้าวที่อายุ 135 วันหลังปักดำ ทำการสุ่มเก็บข้อมูลผลการทดลององค์ประกอบการเจริญเติบโตของข้าวและผลผลิตโดยการสุ่มนับ 10 กอต่อแปลงย่อย ประกอบด้วย

1) การวัดการเจริญเติบโตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยการวัดความสูงหลังฉีดพ่นผลิตภัณฑ์ฝั้้งที่ 30, 60 และ 90 วัน หลังปักดำโดยวัดจากพื้นดินถึงปลายใบยอดของต้นข้าว

2) วัดปริมาณน้ำหนักรากส่วนเหนือดินและรากของต้นข้าวตอก ที่อายุ 60 วัน หลังปักดำโดยการถอนทั้งต้นซึ่งเป็นส่วนเหนือดินและราก

3) วัดความเข้มสีใบข้าวเมื่อข้าวอายุได้ 30 วัน หลังปักดำหรือหลังจากฉีดพ่นผลิตภัณฑ์ฝั้้งได้ 15 วัน โดยเลือกใบข้าวส่วนยอดที่เป็นใบอ่อนที่สุดที่มีการแผ่ขยายเต็มที่ (Topmost, youngest, fully expanded leaf) เทียบจากแถบวัดสีใบข้าว (Leaf Color Chart) ของ IRRI ซึ่งแบ่งเป็น 4 ระดับ เริ่มจากระดับ 1 สีเขียวอ่อน ระดับ 2 สีเขียว ระดับ 3 สีเขียวเข้ม และระดับ 4 สีเขียวเข้มสุด แล้วให้คะแนนตามระดับค่าความเข้มของสีใบข้าว

4) เก็บข้อมูลจำนวนต้นตอก โดยนับจากต้นข้าวเมื่อแตกกอสูงสุด 5) องค์ประกอบคุณภาพผลผลิตข้าวเปลือก ประกอบด้วย จำนวนรวงตอก ร้อยละเมล็ดดี จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง น้ำหนักข้าวเปลือก 1,000 เมล็ด และ 6) ผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 14% ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดด้วยโปรแกรม SPSS version 22 โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ แล้วนำข้อมูลนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติระหว่างตำรับการทดลองโดยใช้ Duncan's multiple range tests (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขึ้นไป

ผลการทดลองและวิจารณ์

ลักษณะและสมบัติดินในพื้นที่ทดลอง

ชุดดินอุบล (Loamy, siliceous, semiactive, isohyperthermic; Aquic Grossarenic Halpustalfs) เกิดจากตะกอนของหินตะกอนเนื้อหยาบชะมาทับถมบนพื้นผิวของการเกลี่ยผิวแผ่นดินบริเวณลานตะพักลำน้ำขั้นต่ำ (Low terrace) สภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบ มีความลาดชัน 1% ดินมีการระบายน้ำดีปานกลาง การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า และการซึมผ่านได้ของน้ำเร็ว ผลวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง (Table 1) พบว่า ดินบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เป็นกรดจัด มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำ ไนโตรเจนรวมอยู่ในระดับต่ำมาก ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูง โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับปานกลาง ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับต่ำมาก โดยภาพรวมดินตัวแทนพื้นที่ทดลองมีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง (Table 2)

ชุดดินร้อยเอ็ด (Fine-loamy, mixed, subactive, isohyperthermic; Aeris Kandiaquults) เกิดจากตะกอนของหินตะกอนเนื้อหยาบชะมาทับถมบนพื้นผิวของการเกลี่ยผิวแผ่นดินบริเวณลานตะพักลำน้ำขั้นต่ำ (Low terrace) สภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบ มีความลาดชัน 1% ดินมีการระบายน้ำค่อนข้างเร็ว การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า และการซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง ผลวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง (Table 1) พบว่า ดินบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เป็นกรดปานกลาง มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำ ไนโตรเจนรวมอยู่ในระดับต่ำมาก ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูง โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำมาก ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนอยู่ในระดับต่ำมาก โดยภาพรวมดินตัวแทนพื้นที่ทดลองมีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำ (Table 2)

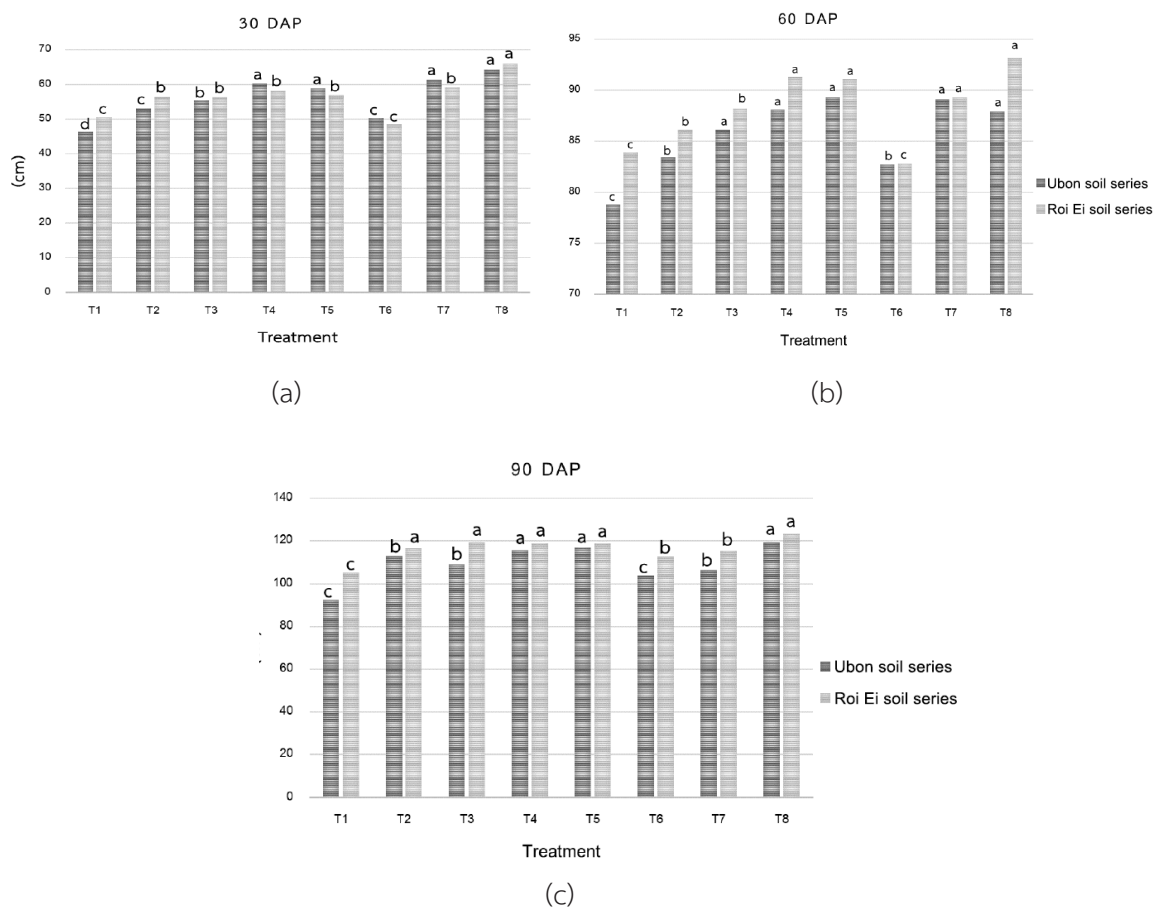


Figure 1 Effect of bee products, cow manure, organic fertilizer and chemical fertilizer on plant height measured at 30 (a), 60 (b) and 90 (c) days after transplanting (DAP) Different lowercase letters on bars grouped under the same soil series are significantly different ($P \leq 0.05$)

Note: T1 = control; T2 = CM; T3 = GOF; T4 = CM + BP; T5 = GOF + BP; T6 = BP; T7 = CF; T8 = CF + BP, CM = cow manure; GOF = granulated organic fertilizer; BP = bee products; DAP = day after planting

ผลของผลิตภัณฑ์ผึ้ง ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีต่อข้าวขาวดอกมะลิ 105

ความสูงของข้าวที่อายุ 30 วันหลังปักดำ

ความสูงของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่อายุ 30 วันหลังปักดำมีค่าใกล้เคียงกันในทุก 2 ชุดดิน โดยในชุดดินอุบลมีค่าอยู่ในพิสัย 46.4–64.3 เซนติเมตร ส่วนชุดดินร้อยเอ็ดมีค่าอยู่ในพิสัย 48.6–66.0 เซนติเมตร อย่างไรก็ตาม ความสูงของข้าวที่อายุนี้นี้มีความแตกต่างกันระหว่างการทำการทดลอง (Figure 1a) โดยในชุดดินอุบลพบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 8 : 8 : 4 กิโลกรัม N : P₂O₅ : K₂O ต่อไร่ ทั้งที่ไม่มีการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้ง (T7 และ T8) ทำให้ข้าวมีความสูงมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 61.3 และ 64.3 เซนติเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้ ความสูงดังกล่าวไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการทำการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยคอกมูลโคอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ดอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้ง (T3 และ T4) ซึ่งข้าวมีความสูงเท่ากับ 60.2 และ 58.8 เซนติเมตร ตามลำดับ ในกรณีของข้าวขาวดอกมะลิที่ปลูกในชุดดินร้อยเอ็ด พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 8 : 8 : 4 กิโลกรัม N : P₂O₅ : K₂O ต่อไร่ ร่วมกับการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้ง (T8) ทำให้ข้าวอายุ 1 เดือนมีความสูงมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 66.0 เซนติเมตร โดยในตำรับควบคุม (T1) ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยและฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้ง และตำรับที่ฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้งเพียงอย่างเดียว (T6) ข้าวมีความสูงน้อยที่สุดเท่ากับ 50.6 และ 48.6 เซนติเมตร ตามลำดับ

ความสูงของข้าวที่อายุ 60 วันหลังปักดำ

ความสูงของข้าวที่อายุ 60 วันในชุดดินอุบลยังคงเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับที่อายุ 30 วัน โดยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 8 : 8 : 4 กิโลกรัม N : P₂O₅ : K₂O ต่อ

ไร่ ทั้งที่ไม่มีการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้ง (T7 และ T8) ยังคงทำให้ข้าวมีความสูงมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 61.3 และ 64.3 เซนติเมตร ตามลำดับ (Figure 1b) ขณะที่ตำรับควบคุม (T1) ข้าวมีความสูงน้อยที่สุดเท่ากับ 78.8 เซนติเมตร ส่วนในชุดดินร้อยเอ็ด โดยเฉลี่ยข้าวขาวดอกมะลิ 105 จะมีความสูงมากกว่าในชุดดินอุบล โดยตำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยคอกมูลโคอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ดอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยเคมีอัตรา 8 : 8 : 4 กิโลกรัม N : P₂O₅ : K₂O ต่อไร่ ร่วมกับการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้ง (T4, T5 และ T8) ข้าวมีความสูงมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 91.3, 91.1 และ 93.2 เซนติเมตร ตามลำดับ (Figure 1b)

ความสูงของข้าวที่อายุ 90 วันหลังปักดำ

การใส่ปุ๋ยคอกมูลโคอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ดอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยเคมีอัตรา 8 : 8 : 4 กิโลกรัม N : P₂O₅ : K₂O ต่อไร่ ร่วมกับการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้ง (T4, T5 และ T8) ทำให้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่อายุ 90 วัน ที่ปลูกในชุดดินอุบลมีความสูงมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 115.6, 117.1 และ 119.1 เซนติเมตร ตามลำดับ (Figure 1c) ขณะที่ ตำรับควบคุม และตำรับการทดลองอื่นที่มีการใส่ปุ๋ยต่าง ๆ โดยไม่มีการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้ง ข้าวจะมีความสูงน้อยกว่าอย่างชัดเจน ขณะที่ ข้าวที่ปลูกในชุดดินร้อยเอ็ดให้ผลไปในทิศทางเดียวกัน อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยคอกมูลโคอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ (T2) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ดอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (T3) โดยไม่มีการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้งมีผลทำให้ความสูงของข้าวที่อายุ 90 วัน ไม่แตกต่างกันกับการทำการทดลองที่มีการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้ง

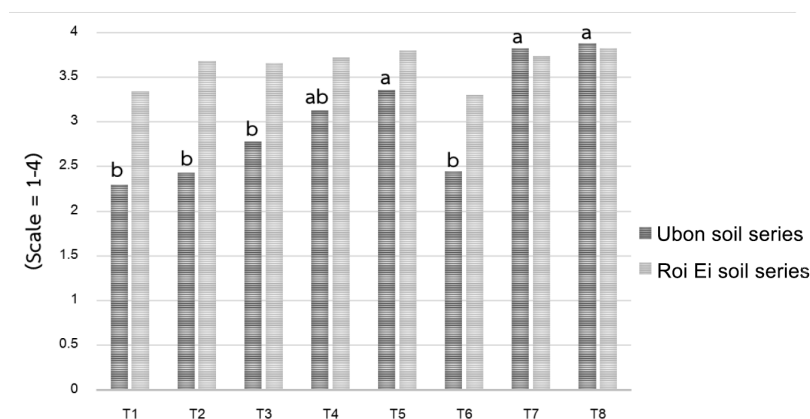


Figure 2 Effect of bee products, cow manure, organic fertilizer and chemical fertilizer on colour intensity level of rice leaf measured at 15 days after the 1st spray of bee products. Different lowercase letters on bars grouped under the same soil series are significantly different ($P \leq 0.05$)

Note: T1 = control; T2 = CM; T3 = GOF; T4 = CM + BP; T5 = GOF + BP; T6 = BP; T7 = CF; T8 = CF + BP

CM = cow manure; GOF = granulated organic fertilizer; BP = bee products

ความเข้มของสีเขียวของใบข้าว

วัดความเข้มของสีเขียวของใบข้าวเมื่อข้าวขาวดอกมะลิอายุ 30 วันหลังปักดำ หรือ 15 วัน หลังจากการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้งครั้งแรก พบว่า ในชุดดินอุบล การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 8 : 8 : 4 กิโลกรัม N : P₂O₅ : K₂O ต่อไร่ โดยไม่มีการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้ง (T7 และ T8) ทำให้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีใบสีเขียวเข้มที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉลี่ย เท่ากับ 3.82 และ 3.88 (Figure 2)

และค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกันทางสถิติกับค่าที่วัดได้ในตำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยคอกมูลโคอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ดอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้ง (T3 และ T4) แต่สูงกว่าตำรับการทดลองที่เหลือทั้งหมด สำหรับข้าวที่ปลูกในชุดดินร้อยเอ็ด พบว่า ค่าความเข้มของสีเขียวในใบข้าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างตำรับการทดลอง

Table 3 Effect of bee products, cow manure, organic fertilizer and chemical fertilizer on number of tiller per hill and number of panicle per hill

Treatment	Number of tiller (No./hill)		Number of panicle (No./hill)	
	Ubon soil series	Roi Et soil series	Ubon soil series	Roi Et soil series
T1	7.6	8.0	9.2	8.6
T2	9.2	9.3	10.1	10.3
T3	9.6	9.0	9.8	9.8
T4	9.2	9.0	9.6	9.4
T5	8.8	8.9	9.4	10.2
T6	8.4	9.3	9.1	9.8
T7	9.0	9.6	9.2	9.8
T8	9.3	9.8	9.6	10.4
F-test	ns	ns	ns	ns
%CV	7.1	6.0	3.6	5.9

Note: ns = not significant, T1 = control; T2 = CM; T3 = GOF; T4 = CM + BP; T5 = GOF + BP; T6 = BP; T7 = CF; T8 = CF + BP, CM = cow manure; GOF = granulated organic fertilizer; BP = bee products

จำนวนต้นข้าว และจำนวนช่อดอกต่อกอ

จำนวนต้นข้าวต่อกอเมื่อปลูกในทั้ง 2 ชุดดิน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในชุดดินอุบลมีค่าอยู่ในพิสัย 7.6–9.6 ต้นต่อกอ และ 8.0–9.8 ต้นต่อกอในชุดดินร้อยเอ็ด จำนวนช่อดอกต่อกอให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างที่ได้รับการทดลองในทั้ง 2 ชุดดิน โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 9.1–10.1 และ 8.6–10.4 ช่อดอกต่อกอ เมื่อปลูกในชุดดินอุบล และร้อยเอ็ด ตามลำดับ (Table 3)

น้ำหนักแห้งของต้นและรากข้าว

เมื่อพิจารณาน้ำหนักสดรวมของต้นข้าวทั้งหมด (ส่วนเหนือดิน และราก) ที่อายุ 60 วันหลังปักดำ พบว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในทั้ง 2 ชุดดินตอบสนองต่อการจัดการปุ๋ย โดยในชุดดินอุบล การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา

8 : 8 : 4 กิโลกรัม N : P₂O₅ : K₂O ต่อไร่ ร่วมกับการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้ง (T8) ทำให้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีน้ำหนักแห้งทั้งหมด (รากกับส่วนเหนือดิน) สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 56.1 กรัมต่อกอ (Figure 3a) อย่างไรก็ตาม ปริมาณดังกล่าวไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีโดยไม่มีการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้ง (T7) และได้รับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยคอกมูลโคอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ดอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้ง (T3 และ T4) แต่สูงกว่าได้รับการทดลองที่เหลือทั้งหมด สำหรับข้าวที่ปลูกในชุดดินร้อยเอ็ดให้ผลไปในทิศทางเดียวกัน โดยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 8 : 8 : 4 กิโลกรัม N : P₂O₅ : K₂O ต่อไร่ ร่วมกับการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้ง (T8) ทำให้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีน้ำหนักสดทั้งหมดสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ

55.8 กรัมต่อน้ำหนักแห้งของพืช แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีโดยไม่มีการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้ง (T7) และดำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยคอกมูลโคอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่

และปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ดอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้ง (T3 และ T4) แต่สูงกว่าดำรับการทดลองที่เหลือทั้งหมด (Figure 3a)

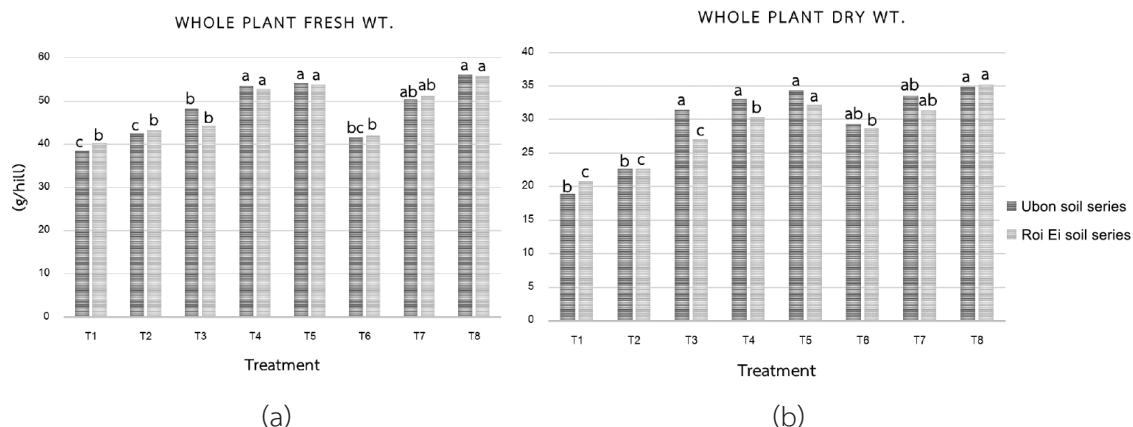


Figure 3 Effect of bee products, cow manure, organic fertilizer and chemical fertilizer on whole plant (a) and aboveground (b) dry weights measured at 60 days after transplanting. Different lowercase letters on bars grouped under the same soil series are significantly different ($p \leq 0.05$)

Note: T1 = control; T2 = CM; T3 = GOF; T4 = CM + BP; T5 = GOF + BP; T6 = BP; T7 = CF; T8 = CF + BP

CM = cow manure; GOF = granulated organic fertilizer; BP = bee products

ในกรณีของน้ำหนักแห้งรวมของข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่า ในชุดดินอุบล การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 8 : 8 : 4 กิโลกรัม $N : P_2O_5 : K_2O$ ต่อไร่ ร่วมกับการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้ง (T8) ทำให้ข้าวมีน้ำหนักแห้งรวมสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 34.9 กรัมต่อน้ำหนักแห้งของพืช แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับดำรับการทดลองอื่น ยกเว้นดำรับควบคุม (T1) และการใส่เฉพาะปุ๋ยคอกมูลโคอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ (T2) ที่ให้น้ำหนักแห้งรวมเพียง 18.9 และ 22.6 กรัมต่อน้ำหนักแห้งของพืช ตามลำดับ (Figure 3b) สำหรับในชุดดินร้อยเอ็ด การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้ง (T8) ยังคงทำให้ได้น้ำหนักแห้งรวมของข้าวสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 35.3 กรัมต่อน้ำหนักแห้งของพืช

ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (T7) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ดอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้ง (T5) สำหรับในดำรับการทดลองอื่นจะได้น้ำหนักแห้งรวมของข้าวน้อยกว่าค่อนข้างมาก (Figure 3b)

เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด

การจัดการปุ๋ยและการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้งส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ในทั้ง 2 ชุดดิน โดยเป็นที่น่าสังเกตว่า ดำรับการทดลองที่มีการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้งจะมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงกว่าดำรับการทดลองที่ไม่มีการฉีดสารดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชุดดินอุบล ดำรับการทดลองที่มีการฉีด

สารดังกล่าวมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีอยู่ในพิสัย 77.4–79.9% ส่วนตำรับการทดลองที่ไม่มีการฉีดมีค่าอยู่ในพิสัย 69.4–76.6% โดยตำรับการทดลองที่มีการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้งเพียงอย่างเดียวโดยไม่มีการใส่ปุ๋ยใด ๆ (T6) ให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีสูงถึง 77.4% (Figure 4a) สำหรับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในชุดดินร้อยเอ็ด

มีการตอบสนองด้านเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีต่อผลิตภัณฑ์ผึ้งค่อนข้างชัดเจนมากกว่า ตำรับการทดลองที่มีการฉีดสารดังกล่าวมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีอยู่ในพิสัย 77.2–79.0% ซึ่งสูงกว่าตำรับการทดลองที่ไม่มีการฉีดซึ่งมีค่าอยู่ในพิสัย 70.6–73.6% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 4a)

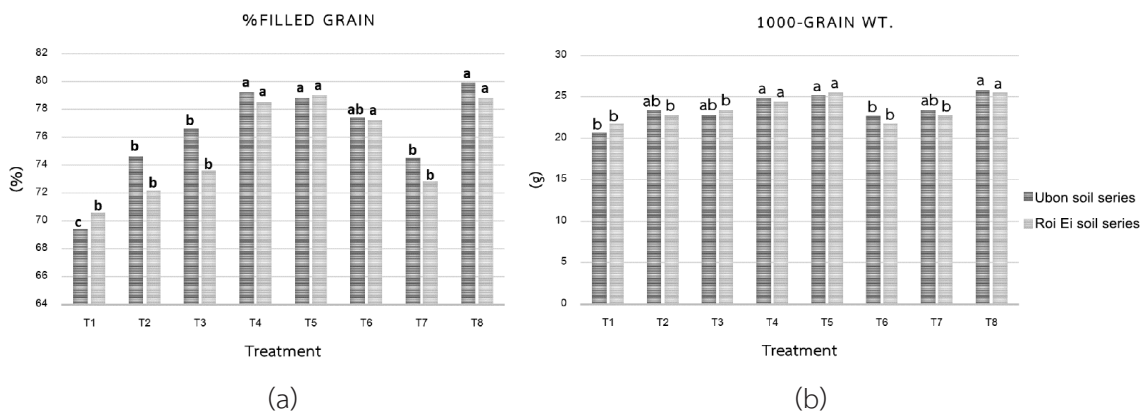


Figure 4 Effect of bee products, cow manure, organic fertilizer and chemical fertilizer on %filled grain (a) and 1000-grain weight (14% moisture content) (b). Different lowercase letters on bars grouped under the same soil series are significantly different ($P \leq 0.05$)

Note: T1 = control; T2 = CM; T3 = GOF; T4 = CM + BP; T5 = GOF + BP; T6 = BP; T7 = CF; T8 = CF + BP

CM = cow manure; GOF = granulated organic fertilizer; BP = bee products

ในกรณีของน้ำหนัก 1,000 เมล็ด พบว่ามีอิทธิพลเชิงบวกจากปุ๋ยที่ใส่ในระดับหนึ่ง และผลิตภัณฑ์ผึ้ง โดยในชุดดินอุบล การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 8 : 8 : 4 กิโลกรัม $N : P_2O_5 : K_2O$ ต่อไร่ ร่วมกับการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้ง (T8) ทำให้ข้าวมีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 25.8 กรัม แต่ไม่แตกต่างกับตำรับการทดลองอื่น ยกเว้น ตำรับควบคุม (T1) การใส่แต่ปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ด (T3) และการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้งเพียงอย่างเดียวโดยไม่มีการใส่ปุ๋ยใด ๆ (T6) ที่ให้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 4b) สำหรับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกใน

ชุดดินร้อยเอ็ดให้ผลคล้ายคลึงกัน แต่ผลของการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้งเมื่อใช้ร่วมกับปุ๋ยต่าง ๆ จะให้ผลดีกว่า โดยเมื่อใช้ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี (T8) ปุ๋ยคอกมูลโค (T4) และปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ด (T5) ทำให้ได้น้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอยู่ในพิสัย 24.4–25.5 กรัม (Figure 4b)

ผลผลิตข้าวเปลือก

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ตอบสนองต่อปัจจัยที่ให้คล้ายคลึงกันเมื่อปลูกในชุดดินอุบล และร้อยเอ็ด โดยในทั้ง 2 ชุดดิน การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 8 : 8 : 4 กิโลกรัม $N : P_2O_5 : K_2O$ ต่อไร่ ร่วมกับการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้ง (T8)

ส่งผลทำให้ได้ผลผลิตข้าวเปลือกที่ความชื้น 14% สูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 788 และ 756 กิโลกรัม ต่อไร่ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยเคมีในอัตรา ข้างต้นโดยไม่มีการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้ง (T7) ในชุดดินอุบล ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ยังคงให้ผลผลิตข้าวเปลือกเท่ากับ 731 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับดำรับ การทดลองที่ให้ผลผลิตสูงสุด ส่วนในชุดดินร้อยเอ็ด กลับ พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ดอัตรา 100 กิโลกรัม ต่อไร่ ร่วมกับการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้ง (T5) ให้ผลผลิตข้าว เปลือกเท่ากับ 746 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งปริมาณดังกล่าว ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับดำรับการทดลองที่ได้ผลผลิต สูงสุด การปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยไม่มีการใส่

ปุ๋ยใด ๆ ได้ผลผลิตข้าวเปลือกต่ำสุด เท่ากับ 475 และ 508 กิโลกรัมต่อไร่ในชุดดินอุบล และร้อยเอ็ด ตามลำดับ (Figure 5) แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า การฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้ง เพียงอย่างเดียวโดยไม่มีการใส่ปุ๋ยใด ๆ (T6) ยังคงให้ ผลผลิตสูงกว่าดำรับควบคุมเล็กน้อยในทั้ง 2 ชุดดิน ขณะที่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 2 ชนิด (T2 และ T3) พบว่า ให้ผลผลิตใกล้เคียงกัน แต่การใส่ปุ๋ย อินทรีย์ป่นเม็ดอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ (T6) จะให้ผล ดีกว่าการใส่ปุ๋ยคอกมูลโคอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ (T5) เล็กน้อยเมื่อใช้ร่วมกับการฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้งเมื่อปลูกข้าว ขาวดอกมะลิ 105 ในทั้ง 2 ชุดดิน

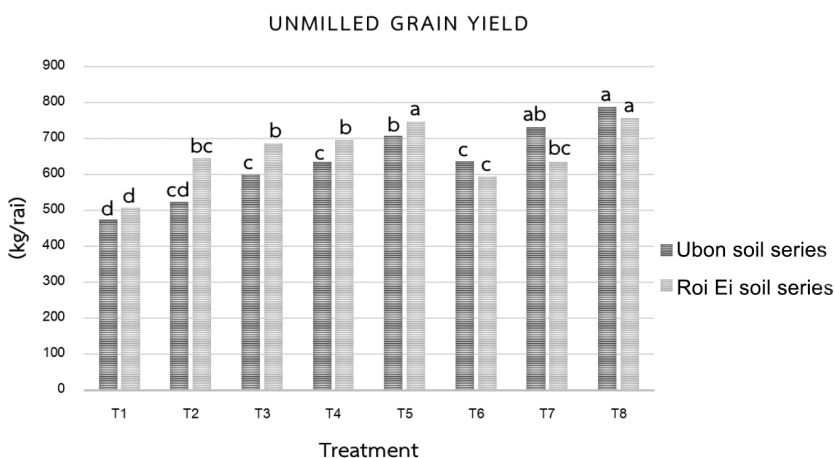


Figure 5 Effect of bee products, cow manure, organic fertilizer and chemical fertilizer on unmilled grain yield at 14% moisture content. Different lowercase letters on bars grouped under the same soil series are significantly different ($P \leq 0.05$)

Note: T1 = control; T2 = CM; T3 = GOF; T4 = CM + BP; T5 = GOF + BP; T6 = BP; T7 = CF; T8 = CF + BP

CM = cow manure; GOF = granulated organic fertilizer; BP = bee products

เมื่อพิจารณาถึงความสูงของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่อายุต่าง ๆ ทั้งในชุดดินอุบล และร้อยเอ็ด ใน ระยะแรกที่ข้าวเริ่มแตกกอ (30 วันหลังปักดำ) พืชจะ

ตอบสนองต่อปุ๋ยเคมีชัดเจนกว่าปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 2 ชนิด โดยเฉพาะในชุดดินอุบลซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์สูงกว่า ชุดดินร้อยเอ็ดเล็กน้อย แต่เมื่อเวลาผ่านไปจนถึงระยะ

60 วันหลังปักดำ การตอบสนองของต่อปุ๋ยอินทรีย์จะใกล้เคียงกับปุ๋ยเคมี แสดงให้เห็นว่า ปุ๋ยคอกมูลโคและปุ๋ยอินทรีย์บັນเม็ดซึ่งจะปลดปล่อยธาตุอาหารช้ากว่าเริ่มส่งผลหลังจากคลุกเคล้าลงไปในดินประมาณ 60 วัน ขณะที่การฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้งเริ่มส่งผลชัดเจนเมื่อข้าวอายุได้ 60 วันหลังปักดำ โดยเฉพาะเมื่อใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี และเห็นผลชัดเจนยิ่งขึ้นเมื่อข้าวเริ่มสุกแก่ นอกจากนี้ การฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้งร่วมกับการใส่ปุ๋ยปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ยังส่งผลทำให้ร้อยละเมล็ดดีเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจนอีกด้วย แสดงให้เห็นว่า การให้ธาตุอาหารหลักที่เพียงพอเพียงอย่างเดียวอาจจะไม่ทำให้การเจริญเติบโตส่วนเหนือดินของข้าวดีที่สุด การฉีดพ่นผลิตภัณฑ์ผึ้งซึ่งมีธาตุอาหารพืช และสารเสริมการเจริญเติบโตหลายชนิดปะปนอยู่ (Fukui *et al.*, 1958; Nation and Robinson, 1971; Lakin, 1993; Broadhurts, 1999; Alferez and Campos, 2000; El-Shaikh, 2010; Çavuşoğlu *et al.*, 2016) จะมีส่วนช่วยเสริมการเจริญเติบโตของข้าวชาวดอกมะลิ 105 ซึ่งผลิตภัณฑ์ผึ้งที่ใช้ในการศึกษานี้ นอกจากจะประกอบไปด้วยธาตุอาหารหลักในระดับหนึ่งแล้ว ยังมีแคลเซียม 0.3 กรัมต่อกิโลกรัม แมกนีเซียม 0.1 กรัมต่อกิโลกรัม และโบรอน 25.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รวมถึงกรดอะมิโน จำนวน 19 ชนิด รวม 6,370.43 มิลลิกรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร โดยมีทรีปโตแฟน และเมไธโอนีน (methionine) เป็นองค์ประกอบอยู่เท่ากับ 74.18 และ 126.22 มิลลิกรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร ซึ่งการศึกษาของ El-Awadi *et al.* (2011) ที่ใช้ปุ๋ยน้ำที่มีส่วนผสมของกรดอะมิโนทั้ง 2 ชนิดนี้ พบในอัตรา 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ในแปลงถั่ว *Phaseolus vulgaris* L. สามารถเพิ่มทั้งการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ได้ใช้หรือใช้ปุ๋ยชนิดอื่น นอกจากนี้ยังสามารถลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนลงถึงร้อยละ 65 ซึ่งให้ผลตรงกับค่าความเข้มข้นของใบข้าวที่อายุ 30 วันที่ได้รับการทดลองที่มีการฉีดพ่นผลิตภัณฑ์ผึ้งร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 2 ชนิด หรือปุ๋ยเคมีจะมีความเข้มข้นของสีเขียวมากที่สุด

ผลิตภัณฑ์ผึ้งเมื่อใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี หรือปุ๋ยอินทรีย์นอกจากจะส่งเสริมด้านความสูงแล้ว ยังทำให้การเจริญเติบโตของรากดีขึ้นเมื่อพิจารณาจากน้ำหนักแห้งทั้งในส่วนราก และส่วนเหนือดินรวมกัน รวมถึงเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวชาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในทั้ง 2 ชุดดิน แสดงให้เห็นว่า กรดอะมิโนที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ผึ้งมีส่วนช่วยการงอกของเมล็ด และการเจริญเติบโตของกล้าพืช รวมถึงการแบ่งเซลล์ (Çavuşoğlu *et al.*, 2016) ช่วยเพิ่มความยาวของราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของพืช (Hassan *et al.*, 2008)

เมื่อพิจารณาผลผลิตข้าวเปลือกเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยคอกมูลโค ปุ๋ยอินทรีย์บັນเม็ด และปุ๋ยเคมี ธาตุอาหารหลัก ผลผลิตข้าวเปลือกของข้าวชาวดอกมะลิ 105 จะดีที่สุดเมื่อมีการใช้ปุ๋ยเคมี รองลงมา คือ ปุ๋ยอินทรีย์บັນเม็ดซึ่งสูงกว่าปุ๋ยคอกมูลโคเล็กน้อย ซึ่งตรงกับการศึกษาของ Rann *et al.* (2016) ที่ทั้งข้าวชาวดอกมะลิ 105 และข้าว กข 42 จะตอบสนองต่อปุ๋ยเคมีที่ใส่ตามอัตราแนะนำได้ดีกว่าปุ๋ยมูลสุกรบັນเม็ด แต่จะดีที่สุดเมื่อมีการใส่ร่วมกัน และเมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของผลิตภัณฑ์ผึ้ง พบว่า สามารถใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีได้ดี โดยทำให้ได้ผลผลิตข้าวเปลือกสูงสุดในทั้ง 2 ชุดดิน รองลงมา คือ การใช้ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์บັນเม็ด แสดงให้เห็นว่า ผลิตภัณฑ์ผึ้งไม่ใช่แหล่งหลักของธาตุอาหารพืช แต่มีสารเสริมการเจริญเติบโต (plant growth regulator) เป็นองค์ประกอบอยู่ในระดับหนึ่ง การปลูกข้าวชาวดอกมะลิให้ได้ผลผลิตสูงจำเป็นต้องให้ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชให้เพียงพอถึงจะเห็นผลชัดเจน ทั้งนี้ ต้องพิจารณาถึงผลตอบแทนเชิงเศรษฐกิจ เนื่องจากในการศึกษารั้งนี้ มีการฉีดพ่นผลิตภัณฑ์ผึ้งถึง 5 ครั้ง ค่าใช้จ่ายของผลิตภัณฑ์ผึ้งที่ใช้ และค่าแรงในการพ่นจำเป็นต่อนำมาประเมินเปรียบเทียบกับผลผลิตที่ได้รับเพิ่มขึ้นก่อนที่จะนำไปส่งเสริมให้กับเกษตรกรต่อไป

สรุป

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในชุดดินอุบล และร้อยเอ็ดที่มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนทราย และมีความอุดมสมบูรณ์ระดับปานกลางและต่ำ ตามลำดับตอบสนองต่อการจัดการปุ๋ย และการฉีดพ่นผลิตภัณฑ์ผึ้งอย่างชัดเจนทั้งด้านการเจริญเติบโต คุณภาพเมล็ดข้าว และการให้ผลผลิต การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 8 : 8 : 4 กิโลกรัม N : P₂O₅ : K₂O ต่อไร่ ทั้งที่มีการฉีด และไม่ฉีดผลิตภัณฑ์ผึ้งทำให้ได้ผลผลิตข้าวเปลือกสูงสุดเมื่อปลูกในชุดดินอุบล ขณะที่การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราดังกล่าว ร่วมกับการฉีดพ่นผลิตภัณฑ์ผึ้งในชุดดินร้อยเอ็ดทำให้ได้ผลผลิตข้าวเปลือกสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ย 3

ชนิดโดยไม่มีการฉีดพ่นผลิตภัณฑ์ผึ้ง การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 8 : 8 : 4 กิโลกรัม N : P₂O₅ : K₂O ต่อไร่ ส่งผลให้ผลผลิตข้าวเปลือกสูงสุด รองลงมา คือ ปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ดอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยคอกมูลโคอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ การปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในทั้ง 2 ชุดดินโดยไม่มีการใส่ปุ๋ย การฉีดพ่นผลิตภัณฑ์ผึ้งทำให้ได้ผลผลิตข้าวเปลือกสูงกว่าการไม่ฉีด แสดงให้เห็นว่า ผลิตภัณฑ์ผึ้งสามารถใช้เป็นสารเสริมการเจริญเติบโตร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 8 : 8 : 4 กิโลกรัม N : P₂O₅ : K₂O ต่อไร่ เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้ดีที่สุด รองลงมา คือ การใช้ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์

เอกสารอ้างอิง

- Alferez, M.J.M. and M.S. Campos. 2000. Beneficial effect of pollen and/or propolis on the metabolism of iron, calcium, phosphorus and magnesium in rats with nutritional ferropenic anemia. J. Agric. Food Chem. 48: 5715–5722.
- Broadhursts, C.L. 1999. Bee products: medicine from the hive. Nutr. Sci. News 4: 366–368.
- Buakhao, B., S. Thanachit and S. Anusontpornperm. 2012. Comparative efficiency of acacia leaf (*Acacia ampliceps* Maslin.) and soil amendments on sodic soil reclamation for growing Jasmine rice in northeast Thailand. In: The 38th Congress on Science and Technology of Thailand (STT38), October 17–19, 2012, Chiang Mai, Thailand.
- Çavuşoğlu, D., S. Tabur and K. Çavuşoğlu. 2016. Physiological and cytogenetical effects of royal jelly (honey bee) in *Allium cepa* L. seeds exposed to salinity. Cytologia 82(2): 115–121.
- Division of Rice Research and Development. 2011. Khao Dawk Mali 105 Rice. Rice Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. (in Thai)
- El-Awadi, M.E., A.M. El-Bassiony, Z.F. Fawzy and M.A. El-Nemr. 2011. Response of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants to nitrogen fertilizer and foliar application with methionine and tryptophan. Nature Sci. 9(5): 87–94.
- El-Shaikh, K.A.A. 2010. Growth and yield of some cucumber cultivars as affected by plant density and royal jelly application. J. Hort. Sci. Ornament. Plants 2: 131–137.

- Fukui, H.N., F.G. Teubner, S.H. Wittwer and H.M. Sell. 1958. Growth substances in corn pollen. *Plant Physiol.* 33(2): 144–146.
- Hassan, H.M.M., O.K. Ahmed, H.A. El-Shemy and A.S. Afify. 2008. Palm pollen extracts as plant growth substances for banana tissue culture. *World J. Agric. Sci.* 4(4): 514–520.
- Homma, K., T. Horie, T. Shiraiwa, N. Supapoj, N. Matsumoto and N. Kabaki. 2003. Toposequential variation in soil fertility and rice productivity of rainfed lowland paddy fields in miniwatershed (Nong) in northeast Thailand. *Plant Prod. Sci.* 6: 147–153.
- Inboonchuay, T., A. Suddhiprakarn, I. Kheoruenromne, S. Anusontpornperm and R.J. Gilkes. 2016. Amounts and associations of heavy metals in paddy soils of the Khorat Basin, Thailand. *Geoderma Reg.* 7(2): 120–131.
- Jedrum, S., S. Thanachit, S. Anusontpornperm and W. Wiriakitnateekul. 2014. Soil Amendments effect on yield and quality of Jasmine rice grown on Typic Natraqualfs, Northeast Thailand. *Int. J. Soil Sci.* 9(2): 37–54.
- Kaewduang, K., S. Thanachit, I. Kheoruenromne and S. Anusontpornperm. 2013. Constraints of Salt Affected Soils for Jasmine Rice Production in Korat Basin. *In: Proceeding of the 39th Congress of Science and Technology of Thailand (STT39).* BITEC, Bangna, Bangkok, Thailand.
- Lakin, A. 1993. Royal jelly and its efficacy. *Int. J. Altern. Complement. Med.* 11: 19–22.
- Naklang, K., S. Punsiri, W. Wongboon, P. Chaiwat, S. Rojjanakul, W. Ingkapradit, O. Weerasopon, J. Hutsawayu, C. Pesutcha and P. Luatnguen. 2009. Management of chemical fertilizer with organic fertilizer for decreasing risk in rice production, pp. 149–163. *In: Work Statement Paper of the Northeast Rice Research Center Cluster.* Division Rice Resources Development, Rice Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, Thailand.
- Nation, J.L. and F.A. Robinson. 1971. Concentration of some major and trace elements in honeybees, royal jelly and pollens, determined by atomic absorption spectrophotometry. *J. Apic. Res.* 10: 35–43.
- Office of Agricultural Economics. 2019. Agricultural Production Data: Seasonal Rice_Province. Availale Source: <http://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/majorrice60.pdf>, June 20, 2019. (in Thai)
- Rann, V., S. Anusontpornperm, Suphicha Thanachita and T. Sreewongchaib. 2016. Response of KDML105 and RD41 rice varieties grown on a Typic Natrustalf to granulated pig manure and chemical fertilizers. *Agri. Nat. Resourc.* 50(2): 104–113.

- Rice Department. 2016. Rice Cultivation Report, 2016–2017 Growing season, 1st Circular. Ministry of Agriculture and Cooperative, Bangkok, Thailand.
- Saenya, J., S. Anusontpornperm, S. Thanachit and A. Suddhiprakarn. 2012. Soil fertility potential of paddy soils in Si Sa Ket province for jasmine rice production. *In*: The 38th Congress on Science and Technology of Thailand (STT38), October 17–19, 2012, Chiang Mai, Thailand.
- Saenya, J., S. Anusontpornperm, S. Thanachit and I. Kheoruenromne. 2015. Potential of paddy soils for jasmine rice production in Si Sa Ket province, northeast Thailand. *Asian J. Crop Sci.* 7(1): 34–47.
- Songmuang, P. 2000. The Use of Organic Fertilizer in Rice Field. Soil Science Department, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, Thailand.
- Sri-Aun, V. 2005. Tracing the Origin of Khao' Hawm Mali. Group of Rice Economic Research, Rice Research Institute, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, Thailand.
- Sukkasem, G. and P. Tongdeelert. 2011. Farmer satisfaction towards amino plant growth substance in rice farm at Labualoung district, Phra Nakhon Si Ayutthaya province. *Agri. Sci. J.* 42(3): 381–389.
- Suksawat, A., P. Suwantada and D. Intaprom. 1994. Effect of quantity and timing for the application of different organic fertilizers on growth and yield of rice. *Thai Agri. Res. J.* 12(2): 94–100. (in Thai)
- Viuda-Martos, M., Y. Ruiz-Navajas, J. Fernández-López and J.A. Pérez-Álvarez. 2008. Functional properties of honey, propolis, and royal jelly. *J. Food Sci.* 73: 117–124.