การตอบสนองทางสรีรวิทยาและผลผลิตของถั่วลิสงต่างสายพันธุ์ต่อปุ๋ยอินทรีย์

Physiological Responses and Yield of Peanut Cultivars to Organic Fertilizers

ปลุกดิน ขยันงาน[1], สนั่น จอกลอย[1] นันทวุฒิ จงรั้งกลาง[1*]

Plukdin kayanngan[1], Sanun Jogloy[1] Nuntawoot Jongrungklang[1*]

Received: 8 November 2015; Accepted: 15 March 2016

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน ผู้บริโภคมีค่านิยมบริโภคผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรในรูปแบบเกษตรอินทรีย์มากขึ้น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการผลิตพืชอาหารที่ปลอดภัยทั้งต่อผู้บริโภคและระบบนิเวศ แต่อย่างไรก็ตาม ในกระบวนการผลิตถั่วลิสงแบบอินทรีย์ทั้งระบบอาจจะทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง อันเนื่องจากขาดข้อมูลด้านการผลิตที่เหมาะสม และขาดความเข้าใจทางสรีรวิทยาต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของถั่วลิสงในระบบอินทรีย์ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาและผลผลิตของถั่วลิสงต่อปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดในอัตราที่แตกต่างกัน โดยวางแผนการทดลองแบบ Split-plot in Randomize Completely Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ กำหนดให้ main-plot คือ ชนิดและอัตราปุ๋ย และ sub-plot คือ ถั่วลิสง 6 สายพันธุ์ที่มีผลผลิตแตกต่างกัน เก็บข้อมูลอัตราการเจริญเติบโต (crop growth rate; CGR) ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) และ SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) ทุกๆ 15 วัน ตั้งแต่ 15-90 วันหลังปลูก และที่อายุเก็บเกี่ยว เก็บข้อมูลมวลชีวภาพ ผลผลิตฝัก และดัชนีเก็บเกี่ยว ถั่วลิสงที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตราต่างๆ มีผลผลิตฝัก มวลชีวภาพ และดัชนีเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมี ซึ่งในถั่วลิสงทุกพันธุ์ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 700 และ 1,400 กก/ไร่ ให้ผลผลิตฝักไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี นอกจากนี้ ถั่วลิสงที่ได้รับปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราต่างๆ มีการตอบสนองทางสรีรวิทยาของลักษณะ CGR LAI และ SCMR ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะผลิตถั่วลิสงแบบอินทรีย์ทั้งระบบโดยไม่ทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตลดลงจากระบบเคมี และพันธุ์ที่ใช้ในการวิจัยนี้ทุกพันธุ์สามารถใช้ในระบบการผลิตถั่วลิสงแบบใช้ปุ๋ยอินทรีย์ได้ ซึ่งความรู้จากการศึกษานี้ จะช่วยส่งเสริมระบบการผลิตถั่วลิสงแบบอินทรีย์ทั้งระบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้

คำสำคัญ : อัตราการเจริญเติบโต ดัชนีพื้นที่ใบ ผลผลิตฝัก มวลชีวภาพ ดัชนีเก็บเกี่ยว

Abstract

Currently, consumers express concerns about agricultural products derived from organic production systems. The application of organic fertilizer is a choice in crop production with safety and ecology being carefully considered. A completely organic system for peanut production might reduce pod yield. Thus, this investigation was started in response to these conceins and the yield of peanut cultivars to different rates of organic fertilizers. Split-plot in Randomize Completely Block Design (RCBD) with four replications was used. Kinds and rates of fertilizer were assigned as a main plot, and sub-plot using six peanut genotypes with different yield productivities. Crop growth rate (CGR) leaf area index (LAI) and SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) were collected at intervals from 15 to 90 days after planting. At harvest date, biomass pod yield and harvest index (HI) were measured. Biomass, pod yield and HI of peanuts receiving organic fertilizer were not different from the chemical fertilizer application treatment. Moreover, the rate of 700 and 1400 kg/Rai organic treatments were found to have the same pod yield with chemical

[1] *ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002*

Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen Univrsity, Khon Kaen 40002

* *Corresponding author: nuntawootjrk@gmail.com*

treatment in all peanut genotypes. In addition, the response of physiological traits CGR LAI and SCMR were not significantly different with the difference in fertilizer treatments. The six peanut varieties in this study are able to be used in peanut organic production systems. This information could support a peanut production system with organic practice.

Keywords: crop growth rate, leaf area index, pod yield, biomass, harvest index

บทนำ

ถั่วลิสง (*Arachis hypogaea* L.) เป็นพืชตระกูลถั่วที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย การใช้ประโยชน์จากถั่วลิสงส่วนใหญ่ใช้เพื่อการบริโภคเนื่องจากมีรสชาติอร่อย มีกลิ่นเฉพาะตัว และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีปริมาณของโปรตีนและไขมันที่เป็นประโยชน์สูง[1] นอกจากนี้ ถั่วลิสงยังมีสารสำคัญ เช่น สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compound) ที่พบมากที่เยื่อหุ้มของเมล็ดถั่วลิสง[2] ซึ่งสารประกอบฟีนอลิกเหล่านี้มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระอันเป็นสาเหตุเป็นต้น

ในปัจจุบันผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรหันมาให้ความสนใจด้านความปลอดภัยมากขึ้น ทำให้เกิดค่านิยมการยอมรับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรในรูปแบบเกษตรอินทรีย์ในวงกว้างมากขึ้น สามารถยกระดับราคาของผลผลิตให้สูงได้ เกษตรอินทรีย์เป็นระบบการผลิตพืชที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก ไม่ใช้สารเคมีสังเคราะห์ในการผลิตพืช เน้นการบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ ปุ๋ยอินทรีย์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารหลัก ตลอดจนปริมาณอินทรียวัตถุ และช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน รักษาความสมดุลของธาตุอาหารภายในดิน[3] การใช้ปุ๋ยอินทรีย์จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการผลิตพืชอาหารที่ปลอดภัยทั้งต่อผู้บริโภคและระบบนิเวศ แต่อย่างไรก็ตาม ในกระบวนการผลิตถั่วลิสงแบบอินทรีย์ทั้งระบบอาจจะทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง อันเนื่องจากขาดข้อมูลด้านการผลิตที่เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขาดข้อมูลอัตราที่เหมาะสมของธาตุอาหารในรูปแบบปุ๋ยอินทรีย์ที่สามารถรักษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสง

ปุ๋ยอินทรีย์อาจจะช่วยส่งเสริมการให้ผลผลิตทั้งด้านปริมาณและคุณภาพของถั่วลิสง ซึ่งถั่วลิสงพันธุ์ khurpi ที่ได้รับปุ๋ยผสมระหว่างปุ๋ยอินทรีย์ 800 กก/ไร่ และปุ๋ยเคมี 3.2:4.8:6.4 กก/ไร่ N: P: K เพิ่มปริมาณไนโตรเจนในปม 12.4% เพิ่มผลผลิตฝัก 19.3% เพิ่มปริมาณน้ำมันและโปรตีนในเมล็ดเมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่ำเพียงอย่างเดียว[4] แต่ในปัจจุบันความต้องการของผู้บริโภคนำไปสู่การผลิตในรูปแบบอินทรีย์ทั้งระบบ ซึ่งต้องใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว ปุ๋ยอินทรีย์ส่งผลต่อมวลชีวภาพและกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่อยู่ในดิน[5] และชนิดของปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยมูลวัว ปุ๋ยมูลหมู ปุ๋ยมูลไก่ และปุ๋ยอินทรีย์พลอยได้จากการผลิตผงชูรส (organic compound fertilizer of monosodium glutamate) ให้ผลผลิตฝักไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี และสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย[6] แม้ว่างานวิจัยในอดีตมีการศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์เปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีแล้ว อย่างไรก็ตาม ข้อมูลผลของอัตราปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสงพันธุ์ที่มีความแตกต่างกันยังไม่ชัดเจน เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์มีความหลากหลายในแต่ละพื้นที่ และปุ๋ยแต่ละชนิดมีคุณสมบัติทางเคมีที่แตกต่างกัน ทำให้ไม่มีอัตราแนะนำอย่างทั่วๆ ไป ซึ่งการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์และใส่ตามความต้องการที่เหมาะสมจะเป็นแนวทางหนึ่งที่แก้ไขปัญหานี้ได้ นอกจากนี้ ปัจจุบันยังขาดข้อมูลการตอบสนองทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตในแต่ละช่วงอายุของถั่วลิสงพันธุ์ต่างๆหลังจากได้รับปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดในอัตราที่แตกต่างกัน ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาและผลผลิตของถั่วลิสงต่อปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดในอัตราที่แตกต่างกัน ซึ่งความรู้ดังกล่าวจะช่วยส่งเสริมระบบการผลิตถั่วลิสงแบบอินทรีย์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ตลอดจน นำไปสู่ระบบการผลิตถั่วลิสงที่ยั่งยืนในแง่การเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้

วิธีการศึกษา

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Split-plot in Randomize Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยกำหนดให้ main-plot คือ ชนิดและอัตราปุ๋ย ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 12-24-12 ($N:P_2O_5:K_2O$) อัตรา 25 กก./ไร่ 3) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด อัตรา 350 กก./ไร่ (เป็นอัตราที่มีระดับ P ต่ำกว่าปุ๋ยเคมี 12-24-12 1 เท่า) 4) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด อัตรา700 กก./ไร่ (เป็นอัตราที่มีระดับ P เท่ากับปุ๋ยเคมี 12-24-12) และ 5) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด อัตรา1400 กก./ไร่ (เป็นอัตราที่มีระดับ P สูงกว่าปุ๋ยเคมี12-24-12 1 เท่า) ส่วน sub-plot คือ ถั่วลิสง 6 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ ICG 397, ICG 15042,

ICG 14170, KS 1, KS2 และ KKU 60 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีผลผลิตแตกต่างกัน

การปลูกและการดูแลรักษา

ทำการไถดะ 1 ครั้ง ไถแปร 1ครั้ง และไถพรวน 1 ครั้ง เก็บตัวอย่างดิน 4 ระดับความลึกจากผิวดิน ได้แก่ 0-15, 15-30, 30-45 และ 45-60 ซม. นำตัวอย่างดินส่งตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ (% sand, % silt, % clay, Total N, Total P, Total K, Available P, Exchangeable K, organic matter, CEC และ pH) ก่อนปลูกถั่วลิสง (Table 1) และนำตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ส่งตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี (Total N, Total P, Total K, organic matter, EC และ pH) (Table 1) ก่อนปลูกคลุกเมล็ดถั่วลิสงด้วยเชื้อไรโซเบียม ปลูกถั่วลิสงที่ระยะปลูก 50 x 20 ซม. หยอดเมล็ดหลุมละ 3 เมล็ด แปลงย่อยมีแถวยาว 5 ม. จำนวน 10 แถว เมื่อปลูกถั่วลิสงเสร็จทำการติดตั้งระบบน้ำมินิสปริงเกอร์ ให้มีระยะห่างระหว่างหัวมินิสปริงเกอร์ 4 x 4 ม. ที่แรงดันน้ำ 1.5 บาร์ เพื่อให้ปริมาณน้ำที่ให้ในแต่ละแปลงย่อยเท่าเทียมกันมากที่สุด ให้น้ำทันทีหลังจากปลูก เพื่อให้ถั่วลิสงงอกอย่างสม่ำเสมอ และให้น้ำตามความจำเป็นเมื่อถั่วลิวสงเริ่มแสดงอาการขาดน้ำ เมื่อถั่วลิสงอายุได้ 10 วันหลังปลูก ทำการปลูกซ่อม ถอนแยกให้เหลือหลุมละ 1 ต้น เมื่อถั่วลิสงอายุ 15 วันหลังปลูก ใส่ปุ๋ยที่โคนต้นตามตำรับ main plot แล้วกลบทันที จากนั้น ให้น้ำถั่วลิสงกำจัดวัชพืช โดยใช้จอบถาก จำนวน 2 ครั้งก่อนถั่วลิสงสร้างเข็ม

Table 1 Characteristic of organic fertilizer and the soil at 0-60 cm depth before starting the experiment

Characteristic	Organic fertilizer	Soil sample			
		0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	45-60 cm
pH: 1:1 H_2O	7.81	7.09	7.17	7.06	6.34
EC: 1:5 H_2O (dS/m)	6.45	0.05	0.05	0.03	0.02
Organic matter (%)	17.48	0.55	0.52	0.42	0.36
Total N (%)	0.87	0.024	0.023	0.018	0.015
Total P (mg/kg)	0.353 (%)	138.23	118.49	94.35	68.02
Total K (mg/kg)	1.034 (%)	253.69	248.99	244.30	277.18
Available P (mg/kg)	-	49.26	46.63	27.21	11.85
Exchangeable K (mg/kg)	-	65.84	77.06	39.99	25.36
CEC (c mol/kg)	-	2.14	1.80	2.32	1.85
% sand (2.0-0.05 mm)	-	89.93	89.78	83.86	81.00
% silt (0.05-0.002 mm)	-	7.78	8.00	12.00	12.14
% clay (<0.002 mm)	-	2.29	2.22	4.14	6.08
C/N ratio	11.65	-	-	-	-

เมื่อถั่วลิสงอายุ 30 วัน ในทุก main plot ใส่ยิปซั่ม ($CaSO_4$) ในอัตรา 50 กก./ไร่ ถ้าถั่วลิสงมีการแสดงอาการของโรคพืชจะทำการฉีดพ่นโดยสารชีวภาพป้องกัน โดยฉีดพ่นในปริมาณเท่ากันในทุกแปลงย่อย

การเก็บข้อมูล

ข้อมูลลักษณะสรีรวิทยาและการเจริญเติบโต

1) SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) ตรวจวัดเมื่อถั่วลิสงอายุ 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 วันหลัง

ปลูก โดยใช้เครื่อง SPAD chlorophyll meter reading ในแต่ละแปลงย่อย วัดค่าจากถั่วลิสงจำนวน 4 ต้น ในทุกใบย่อย โดยวัดใบที่ 2 นับจากยอดของลำต้นหลักที่แผ่ขยายเต็มที่

2) ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) ตรวจวัดเมื่อถั่วลิสงอายุ 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 วันหลังปลูก จากถั่วลิสง 5 ต้น นำใบไปวัดด้วยเครื่อง LI-3100 area meter (LI-COR, inc. Lincoin Nebraska, USA) แล้วนำมาคำนวณหาค่าดัชนีพื้นที่ใบ

3) อัตราการเจริญเติบโต (crop growth rate; CGR) วัดน้ำหนักแห้งของต้น ใบ (ไม่รวมราก) และฝัก (ถ้ามี) ทำการตรวจวัดเมื่อถั่วลิสงอายุได้ 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 วันหลังปลูก โดยเก็บตัวอย่างถั่วลิสงจำนวน 5 ต้น นำมาแยกส่วนต้น ใบ และฝัก แยกออกจากกัน นำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล เวลา 48 ชั่วโมงหรือจนกว่าน้ำหนักแห้งจะคงที่ แล้วนำมาชั่งหาน้ำหนักแห้ง คำนวณ ค่า CGR จากสูตร

$$CGR = 1/G \times (W2-W1)/(T2-T1)$$

ผลผลิต

เมื่ออายุเก็บเกี่ยว เก็บตัวอย่างต้นและฝักถั่วลิสงจากพื้นที่ 15 ตร.ม. ของทุกแปลงย่อย ปลิดแยกฝักออกจากต้น เก็บฝักทั้งหมดจากพื้นที่มาตากแดดจนแห้ง (ความชื้นเมล็ดประมาณ 8%) แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง ส่วนตัวอย่างต้นถั่วลิสง ชั่งน้ำหนักต้นทั้งหมด แล้วสุ่ม 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักทั้งหมด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล เวลา 48 ชั่วโมงหรือจนกว่าน้ำหนักแห้งจะคงที่ แล้วนำมาชั่งหาน้ำหนักแห้งต้น จากนั้น นำข้อมูลที่ได้จากทั้งสองส่วนมาคำนวณหาดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest index; HI) โดยคำนวณจากสมการ ดัชนีเก็บเกี่ยว = น้ำหนักฝักแห้ง/น้ำหนักแห้งทั้งหมด

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลตามแผนการทดลองตามการจัดสิ่งทดลองแบบ Split-plot Design ในแผนการทดลองแบบ RCB และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD) test

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

การตอบสนองด้านผลผลิตต่อปุ๋ยอินทรีย์

ถั่วลิสงพันธุ์ต่าง ๆทั้งที่ไม่ได้รับปุ๋ย ได้รับปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราต่าง ๆ ให้ผลผลิตฝักที่แตกต่างกัน แต่การใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันไม่ทำให้มวลชีวภาพและดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วลิสงแตกต่างกัน (Table 2) ส่วนในแง่พันธุ์ถั่วลิสงกับผลผลิตถั่วลิสงทั้ง 6 พันธุ์ มีมวลชีวภาพ ผลผลิตฝัก และดัชนีเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน และจากการศึกษาครั้งนี้ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างปุ๋ยและพันธุ์ของลักษณะมวลชีวภาพและผลผลิตฝัก แต่พบในลักษณะดัชนีเก็บเกี่ยว (Table 2) อย่างไรก็ตาม เพื่อความชัดเจนของผลการทดลอง จึงแสดงผลแยกอิทธิพลของปุ๋ยในถั่วลิสงแต่ละพันธุ์

Table 2 Mean squares from analysis of variance for biomass, yield, harvest index (HI) at harvest with different fertilizers of 6 peanut varieties

Source of variation	DF	Biomass	Yield	Harvest index
Replication (R)	3	90685	925	0.00309
Fertilizer (F)	4	62625 ns	17438 *	0.00544 ns
Error R*F	12	71302	3582	0.00580
Varieties (V)	5	157985 *	296158 **	0.12712 **
F*V	20	76748 ns	7041 ns	0.01086 **
Error R*F*V	75	65620	7524	0.00418
Total	119			

DF = degree of freedom, * Significant at $p < 0.05$,** Significant at $p < 0.01$,ns not significant

การใส่ปุ๋ยตำรับต่าง ๆ ไม่ส่งผลต่อมวลชีวภาพและดัชนีเก็บเกี่ยว แต่การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 25 กก./ไร่ และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 700 และ 1,400 กก./ไร่ ให้ผลผลิตฝักไม่แตกต่างกันและทั้ง 3 ตำรับให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราต่ำไม่ทำให้ผลผลิตฝักต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ย ซึ่งสอดคล้องกับ[6] รายงานว่าปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยมูลวัว ปุ๋ยมูลหมู ปุ๋ยมูลไก่ และ

ปุ๋ยอินทรีย์พลอยได้จากการผลิตผงชูรสให้ผลผลิตฝักไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี และสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย ซึ่งอาจเนื่องมาจากปุ๋ยอินทรีย์ส่งผลต่อมวลชีวภาพและกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่อยู่ในดิน ส่งผลให้เกิดการส่งเสริมการสร้างผลผลิตฝักที่ดี ส่วนมวลชีวภาพ ผลผลิตฝัก และดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วลิสงพันธุ์ต่างๆ มีความแตกต่างกัน โดยพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุดคือพันธุ์ KKU 60 (Table 3) ซึ่งถั่วลิสงพันธุ์ KKU 60 เป็นพันธุ์ถั่วเมล็ดโต อายุสั้นที่ให้ผลผลิตสูง เมื่ออยู่ภายใต้สภาพการปลูกที่เหมาะสม[7]

ในแง่พฤติกรรมของถั่วลิสงแต่ละพันธุ์ พันธุ์ ICG 397 ที่ไม่ได้รับปุ๋ยมีผลผลิตฝักแห้งต่ำกว่าที่ได้รับปุ๋ยทุกชนิดและทุกอัตรา และการใส่ปุ๋ยเคมีและใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราต่างๆ ไม่ทำให้ผลผลิตฝักแห้งแตกต่างกัน และการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันของถั่วลิสงพันธุ์นี้ไม่ทำให้มวลชีวภาพและดัชนีเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน สำหรับพันธุ์ ICG 14170 และ ICG 15042 เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีที่อัตราแนะนำและปุ๋ยอินทรีย์ที่อัตรา 700 กก./ไร่ ให้ผลผลิตฝักสูงกว่าที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยและทั้งสองพันธุ์เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีจะทำให้มีค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย พันธุ์ KKU 60 มีเพียงการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 700 กก//ไร่ ให้ผลผลิตฝักที่สูงกว่าที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ย และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 700 กก./ไร่ ทำให้มีค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงที่สุด ส่วนพันธุ์ KS 1 และ KS 2 การใส่ปุ๋ยหรือไม่ใส่ปุ๋ยไม่ส่งผลต่อผลผลิตฝัก (Figure 1) นอกจากนี้ ในบางพันธุ์ พบว่าตำหรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยมีผลผลิตฝัก มวลชีวภาพ และดัชนีเก็บเกี่ยวที่ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ย นั่นเป็นเพราะ การทดลองนี้ เป็นการศึกษาในสภาพแปลงทดลอง ซึ่งในดินมีธาตุอาหารเดิมอยู่แล้วส่วนหนึ่ง (Table 1) นอกจากนี้ ตลอดช่วงการทดลองมีการให้น้ำแก่ถั่วลิสงอย่างสม่ำเสมอในทุกๆแปลงย่อย เพื่อลดความไม่เท่าเทียมของความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยอันเกิดจากความชื้นดิน ด้วยเหตุนี้ อาจทำให้ผลผลิตถั่วลิสงในตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยของบางพันธุ์มีค่าไม่แตกต่างจากตำรับที่ใส่ปุ๋ย

จากงานวิจัยในครั้งนี้ หากมองในแง่ผลผลิตและมวลชีวภาพ พบว่าพันธุ์ทั้ง 6 พันธุ์ สามารถใช้ผลิตในระบบที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ได้ โดยให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากระบบการใช้ปุ๋ยเคมี ส่วนในแง่ของดัชนีเก็บเกี่ยว พบว่า ถั่วลิสงพันธุ์ KKU 60 เป็นเพียงพันธุ์เดียวที่หากผลิตในระบบอินทรีย์ ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่อัตรา 700 และ 1,400 กก./ไร่ ทำให้ดัชนีเก็บเกี่ยวสูงกว่าการผลิตในระบบเคมี ส่วนพันธุ์อื่นๆ การผลิตในระบบเคมีและอินทรีย์ไม่แตกต่างกัน

การตอบสนองด้านสรีรวิทยาต่อปุ๋ยอินทรีย์

การตอบสนองทางสรีรวิทยาสำหรับค่า CGR LAI และ SCMR ของถั่วลิสงที่ได้รับปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ไม่แตกต่างกัน (Table 4) ยกเว้นค่า LAI ที่อายุ 45 วันหลังปลูก การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 700 และ 1,400 กก./ไร่ ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมี แต่แตกต่างกับไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่อัตราต่ำ (Table 4)

CGR

รูปแบบของการเปลี่ยนแปลงค่า CGR ในแต่ละช่วงอายุถั่วลิสงมีแนวโน้มที่แตกต่างกันทั้งในด้านปุ๋ยและพันธุ์ที่แตกต่างกัน (Figure 2) โดยในพันธุ์ส่วนใหญ่ การใส่ปุ๋ยมีแนวโน้มเพิ่ม CGR หลังจากใส่ปุ๋ย เมื่อเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มเพิ่มค่า CGR ในช่วง 30-60 วันหลังปลูก และค่า CGR จะลดลงเมื่อถั่วลิสงมีอายุเพิ่มขึ้นหลังจากช่วงนี้ ส่วนการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ พันธุ์ส่วนใหญ่มีค่า CGR เพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มรักษาค่า CGR ไว้ได้สูงในช่วงท้ายการเจริญเติบโต (75-90 วันหลังปลูก) (Figure 2) ซึ่งช่วงดังกล่าวถั่วลิสงอยู่ในช่วงการเติมเต็มเมล็ด[8,9] ซึ่งอาจจะเป็นเหตุผลหนึ่งที่ช่วยสนับสนุนการให้ผลผลิตฝักของถั่วลิสง แต่อย่างไรก็ตาม ไม่พบการตอบสนองด้านรูปแบบของ CGR ดังกล่าวในบางพันธุ์ ซึ่งการตอบสนองต่อปุ๋ยหรือประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพันธุ์ถั่วลิสงมีความแตกต่างกัน[10]

LAI

รูปแบบของการเปลี่ยนแปลงค่า LAI ในแต่ละช่วงอายุถั่วลิสงมีแนวโน้มที่แตกต่างกัน (Figure 3) โดยในพันธุ์ส่วนใหญ่ เมื่อการใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีแนวโน้มรักษาการเพิ่มขึ้นของค่า LAI ให้สูงไว้ได้ในช่วงท้ายการเจริญเติบโต (75-90 วันหลังปลูก) (Figure 3) ซึ่งสอดคล้องกับ CGR ที่การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สามารถสนับสนุนให้ CGR รักษาระดับในช่วงดังกล่าวไว้ได้ ซึ่งอาจจะเป็นตัวช่วยหนึ่งที่ช่วยสนับสนุนการได้มาของอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสง และส่งผลไปถึงผลผลิตฝักของถั่วลิสง[11] แต่อย่างไรก็ตาม มีบางพันธุ์ที่ไม่พบพฤติกรรมเช่นนี้ ซึ่งการตอบสนองต่อปุ๋ยหรือประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของถั่วลิสงพันธุ์ต่างๆ อาจจะไม่เหมือนกัน ดังนั้น ต้องมีการศึกษาประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยในถั่วลิสงแต่ละพันธุ์ต่อไป การตอบสนองของ CGR และ LAI ในช่วงท้ายของการเจริญเติบโตเช่นนี้ อาจเป็นเพราะความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์ถูกปลดปล่อยช้าและรักษาระดับไว้สูงได้ในช่วงท้ายๆของการเจริญเติบโตของถั่วลิสง ซึ่งความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารของวัตถุอินทรีย์ที่ใส่ในดินนั้น ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของคาร์บอนและไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบของวัตถุอินทรีย์ และเกี่ยวข้องกับความเร็วของการปลดปล่อยธาตุอาหารของวัตถุอินทรีย์นั้น[12] ซึ่งโดยปกติ การปลดปล่อยธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์จะเกิดได้อย่างรวดเร็ว

Table 3 Biomass, pod yield and harvest index (HI) at harvest with different fertilizers of 6 peanut varieties

Fertilizers	Biomass (kg/rai)		Pod yield (kg/rai)		HI	
no fertilizer	1117.2		341	c	0.305	
chemical fertilizer 25 kg/rai	1152.2		385	ab	0.331	
Organic fertilizer 350 kg/rai	1166.1		355	bc	0.309	
Organic fertilizer 700 kg/rai	1253.3		407	a	0.339	
Organic fertilizer 1400 kg/rai	1194.2		390	ab	0.330	
F-test	ns		*		ns	
Varieties						
ICG 397	1155.3	b	368	b	0.323	bc
ICG 14170	1077.3	b	268	c	0.255	d
ICG 15042	1190.3	ab	325	b	0.285	cd
KS 2	1216.4	ab	317	bc	0.268	d
KKU 60	1322.3	a	613	a	0.473	a
KS 1	1098.0	b	363	b	0.333	b
F-test	*		**		**	

Mean in the same column with the same letters are not significantly different by Least Significant Difference (LSD) (at $p < 0.05$). * Significant at $p < 0.05$,** Significant at $p < 0.01$,ns not significant

SCMR

สำหรับค่า SCMR การได้รับปุ๋ยที่แตกต่างกันไม่ทำให้ SCMR แตกต่างกัน (Table 4) ซึ่งสอดคล้องกับ[13] ที่ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และฤดูกาล และพันธุ์กับการให้น้ำที่แตกต่างกัน[14] อย่างไรก็ตาม[15] พบว่าการใส่ไนโตรเจน อัตรา 80 กก./เฮกแตร์ ทำให้ SCMR ของถั่วลิสงสูงขึ้น แต่งานทดลองดังกล่าว ศึกษาในถั่วลิสงเพียงพันธุ์เดียวและเป็นพันธุ์ที่แตกต่างจากการทดลองนี้ อีกทั้ง งานดังกล่าวมีอินทรียวัตถุในดินและไนโตรเจนต่ำกว่าดินที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

ในแง่สรีรวิทยาพันธุ์ที่มีการตอบสนองต่อปุ๋ยอินทรีย์ที่ดีและเหมาะสมที่จะใช้ปลูกในระบบอินทรีย์ ได้แก่ พันธุ์ ICG 397 ICG 14170 และ KS2 ซึ่งพันธุ์ ICG 397 ซึ่งในทุกอัตราปุ๋ยอินทรีย์มีค่า CGR สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี พันธุ์ ICG 14170 มีค่า CGR มีความเหมาะสมกับระบบอินทรีย์ สำหรับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่อัตราสูง (1,400 กก./ไร่) ส่วนพันธุ์อื่นๆ การใส่ปุ๋ยเคมีกับปุ๋ยอินทรีย์ไม่มีความแตกต่างกัน ในแง่ของค่า LAI พันธุ์ ICG 397 ICG 14170 และ KS2 คือพันธุ์ที่มีการตอบสนองต่อปุ๋ยอินทรีย์ได้สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี ส่วนพันธุ์อื่นๆ การตอบสนองของ LAI ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี ดังนั้น หากมองการตอบสนองในแง่สรีรวิทยาพันธุ์ ICG 397 ICG 14170 และ KS2 เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมต่อการปลูกในระบบอินทรีย์ แต่อย่างไรก็ตาม กลุ่มพันธุ์ดังกล่าวมีการตอบสนองต่อปุ๋ยอินทรีย์ในแง่ผลผลิตไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากลักษณะผลผลิตเป็นลักษณะที่มีความซับซ้อน มีลักษณะที่เข้ามาเกี่ยวข้องมาก (surrogate traits) การใช้ลักษณะทางสรีรวิทยาเพียงไม่กี่ลักษณะไม่สามารถอธิบายผลผลิตได้อย่างชัดเจน[14] อย่างไรก็ตาม พันธุ์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ทุกพันธุ์มีศักยภาพที่สามารถใช้ในระบบการผลิตถั่วลิสงแบบใช้ปุ๋ยอินทรีย์

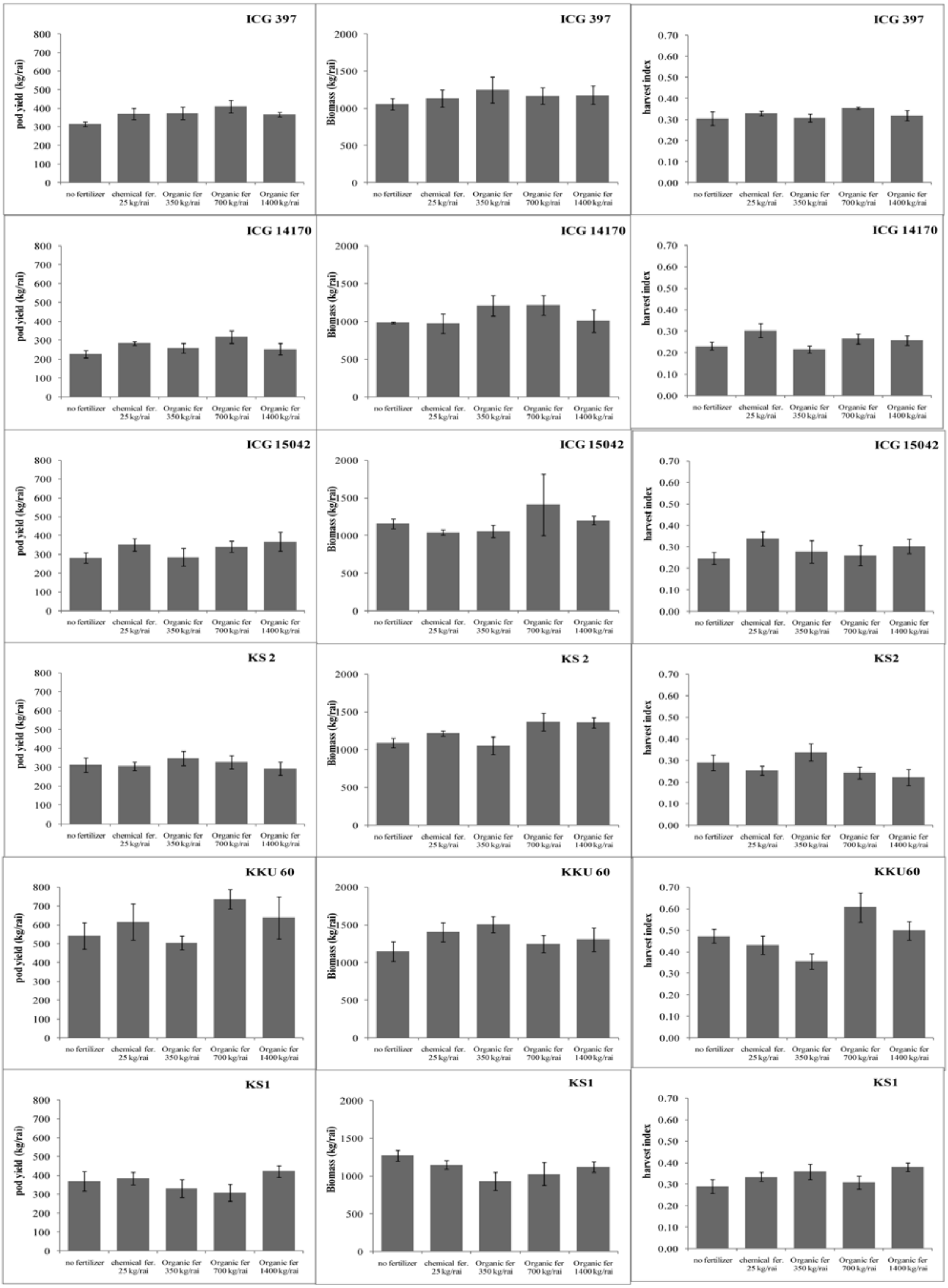

Figure 1 Pod yield, biomass and harvest index (HI) at harvest with different fertilizers of each peanut varieties *LAI*

Table 4 crop growth rate (CGR; g/day), leaf area index (LAI) and SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) during crop season periods with different fertilizers of six peanut varieties

Physiological traits	Date	Fertilizers					F-test
		no fertilizer	chemical fer. 25 kg/rai	Organic fer. 350 kg/rai	Organic fer. 700 kg/rai	Organic fer. 1400 kg/rai	
CGR	15-30 DAP	3.63	3.83	3.05	3.85	3.89	ns
	30-45 DAP	10.93	11.03	11.23	12.40	12.22	ns
	45-60 DAP	6.39	7.90	5.96	7.32	7.57	ns
	60-75 DAP	7.17	6.52	6.94	6.23	8.06	ns
	75-90 DAP	6.11	5.07	6.81	6.04	6.99	ns
LAI	15 DAP	0.192	0.189	0.190	0.187	0.196	ns
	30 DAP	1.190	1.175	1.167	1.195	1.315	ns
	45 DAP	2.629 b	2.688 ab	2.566 b	2.970 a	2.977 a	*
	60 DAP	3.644	3.897	3.740	3.691	3.706	ns
	75 DAP	4.273	4.206	4.405	4.524	4.700	ns
	90 DAP	4.132	4.059	4.362	4.528	4.690	ns
SCMR	15 DAP	39.65	38.29	39.21	38.85	39.09	ns
	30 DAP	40.00	41.03	40.01	41.04	40.51	ns
	45 DAP	38.23	37.34	38.48	38.51	38.47	ns
	60 DAP	37.21	36.96	36.83	36.49	36.31	ns
	75 DAP	39.53	40.07	39.63	38.82	39.10	ns
	90 DAP	36.94	36.79	37.02	36.44	37.23	ns

Mean in the same row with the same letters are not significantly different by Least Significant Difference (LSD) (at $p < 0.05$) * Significant at $p < 0.05$,** Significant at $p < 0.01$,ns not significant

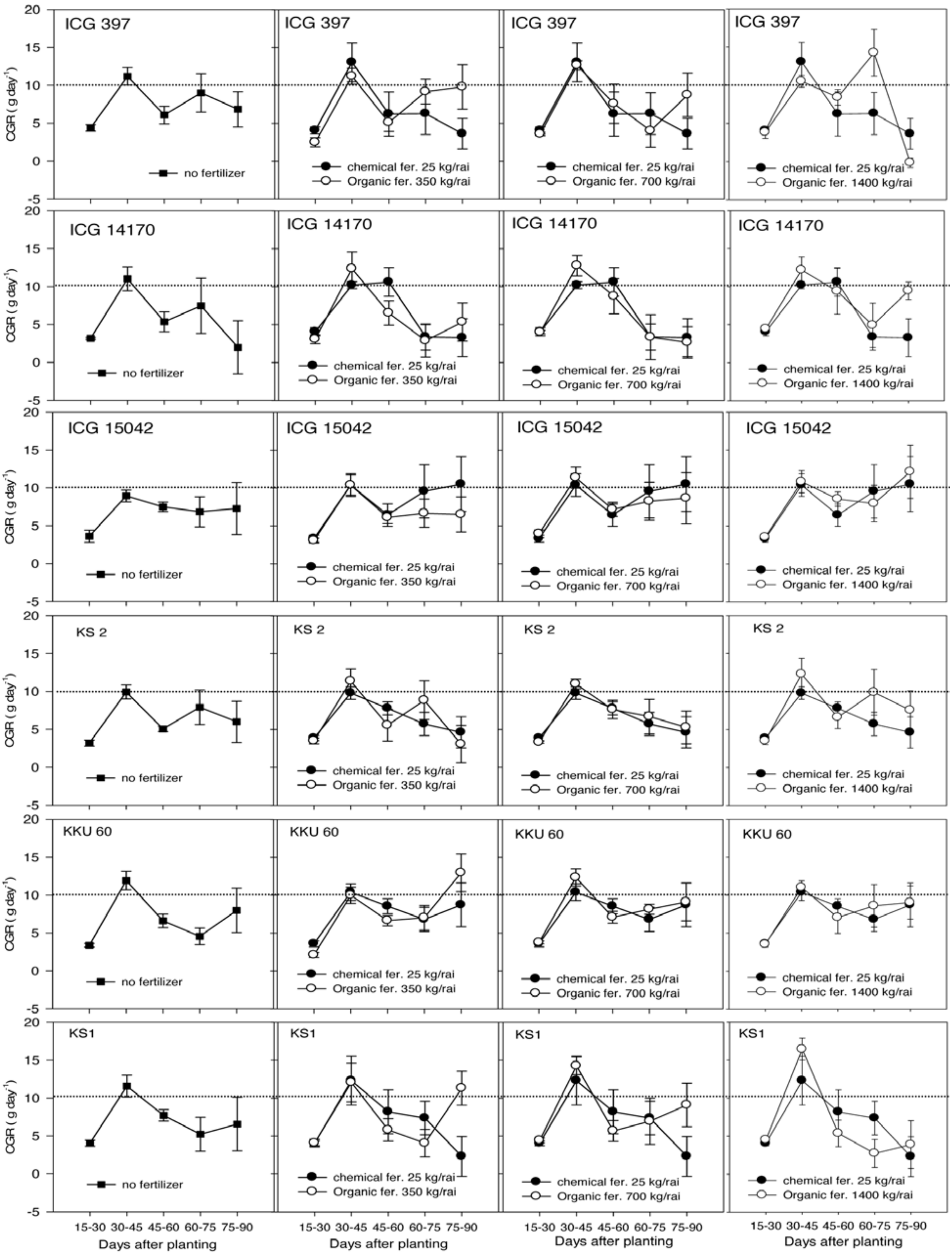

Figure 2 crop growth rate (CGR) of each peanut genotype with different fertilizer applications during crop season periods.

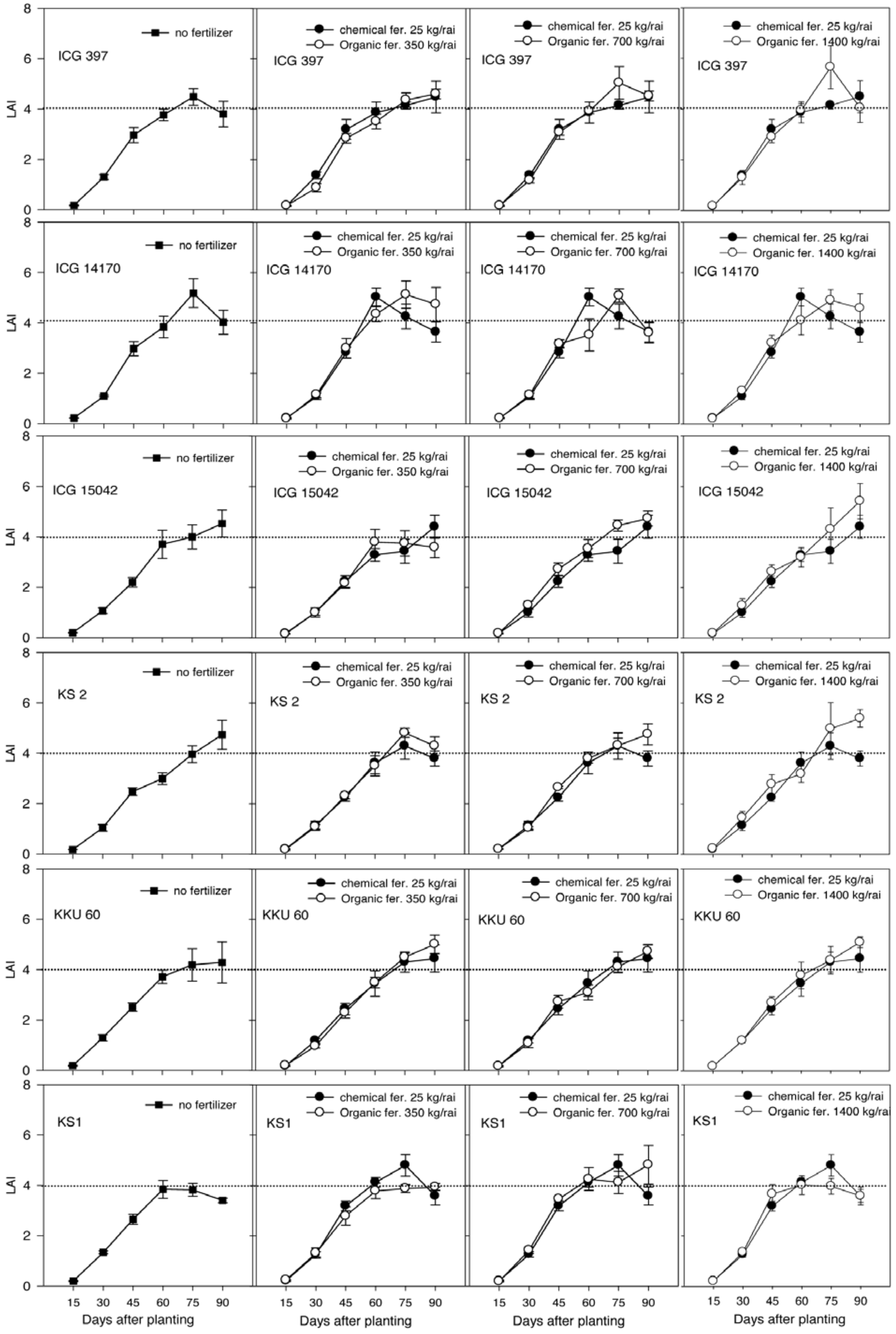

Figure 3 Leaf area index (LAI) of each peanut genotype with different fertilizer applications during crop season periods.

สรุป

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดในอัตราต่าง ๆแก่ถั่วลิสงให้มวลชีวภาพ ผลผลิตฝักและดัชนีเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี ถั่วลิสงพันธุ์ต่างๆ มีการตอบสนองต่อปุ๋ยได้แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตาม ถั่วลิสงทุกพันธุ์ที่ทำการศึกษาเมื่อมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดที่ อัตรา 700 และ 1,400 กก/ไร่ ให้ผลผลิตฝักไม่แตกต่างจากการได้รับปุ๋ยเคมี การตอบสนองทางสรีรวิทยา เช่น CGR LAI และ SCMR ของถั่วลิสงที่ได้รับปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ไม่แตกต่างกัน แต่รูปแบบของการเปลี่ยนแปลงค่า CGR และ LAI ในแต่ละช่วงอายุของถั่วลิสงมีแนวโน้มที่แตกต่างกัน โดยพันธุ์ส่วนใหญ่ เมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีแนวโน้มรักษาค่า CGR และ LAI ให้ยังคงสูงไว้ได้ในช่วงท้ายการเจริญเติบโต ซึ่งอาจจะเป็นตัวช่วยหนึ่งที่ช่วยสนับสนุนการให้ผลผลิตฝักของถั่วลิสงได้ ถั่วลิสงทั้ง 6 พันธุ์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ทุกพันธุ์มีศักยภาพที่สามารถใช้ในระบบการผลิตถั่วลิสงแบบใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งความรู้ที่จากการวิจัยนี้จะช่วยส่งเสริมระบบการผลผลิตถั่วลิสงแบบอินทรีย์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากกลุ่มวิจัยการปรับปรุงถั่วลิสงและแก่นตะวันเพื่อคุณค่าเชิงอาหารสุขภาพและศูนย์ปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

1. Wesche-Ebeling P, Welti-Chanes J, Santos-Garcia J, Maiti RK, Heredia-Garcia N. 2002. Food and feed science. P.243-283. In: R.K. Maiti, and P. Wesche-Ebeling. The peanut (*Arachis hypogaea*) crop. Science Publishers Inc., NH, USA.
2. Khaopha S, Senawong T, Jogloy S, Patanothai A. Comparison of total phenolic content and composition of individual phenolic acids in testae and testa-removed kernels of 15 Valencia-type peanut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes. Afr. J. Biotechnol. 2012; 11: 15923-15930.
3. ปานชีวัน ปอนพังงา, ปริญญาพร เผ่ามงคล, และสุวิมล ทุมวารี. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อปรับปรุงดินลูกรังและเพิ่มผลผลิตข้าวโพดหวาน. แก่นเกษตร. 2557; 42 (ฉบับพิเศษ 1): 700-707.
4. Basu M, Bhadoria PBS, Mahapatra SC. Growth, nitrogen fixation, yield and kernel quality of peanut in response to lime, organic and inorganic fertilizer levels. Bioresource Technol. 2008; 99: 4675-4683.
5. Sun RL, Zhao BQ, Zhu LS. Effects of long-term fertilization on soil enzyme activities and its role in adjusting-controlling soil fertility. J. Plant Nutr. Fert. Sci. 2003; 9: 406-410.
6. Lin XJ, Wang F, Cai HS, Lin CB, He CM, Li QH, Li Y. 2010. Effects of different organic fertilizers on soil microbial biomass and peanut yield. p.72-75. In: 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World. August 1-6, 2010, Brisbane, Australia.
7. Jogloy C, Jaisil P, Akkasaeng C, Kesmala T, Jogloy S. Heritability and correlation for maturity and pod yield in peanut. J. Appl. Sci. Res. 2011; 7: 134-140.
8. Boote KJ. Growth stage of peanut (*Arachis hypogaea* L.). Peanut Sci. 1982; 9: 35–40.
9. Jongrungklang N, Toomsan B, Vorasoot N, Jogloy S, Boote KJ, Hoogenboom G, Patanothai A. Rooting traits of peanut genotypes with different yield responses to pre-flowering drought stress. Field Crops Res. 2011, 120: 262-270.
10. Junjittakarna J, Pimratch S, Jogloy S, Htoon W, Singkham N, Vorasoot N, Toomsan B, Holbrook CC, Patanothai A. Nutrient uptake of peanut genotypes under different water regimes. Int.l J. Plant Prod. 2013; 7: 677-692.
11. Koolachart R, Suriharn B, Jogloy S, Vorasoot N, Wongkaew S, Holbrook CC, Jongrungklang N, Kesmala T, Patanothai A. Relationships between physiological traits and yield components of peanut genotypes with different levels of terminal drought resistance. SABRAO J. Breed. Genet. 2013; 45: 422-446.
12. Kaewpradit W, Toomsan B, Vityakon P, Limpinuntana V, Saenjan P, Jogloy S, Patanothai A, Cadisch G. Regulating mineral N release and greenhouse gas emissions by mixing groundnut residues and rice straw under field conditions. Eur. J. Soil Sci. 2008; 59: 640–652.
13. Songsri P, Jogloy S, Holbrook CC, Kesmala T, Vorasoot N, Akkasaeng C, Patanothai A. Association

of root, specific leaf area and SPAD chlorophyll meter reading to water use efficiency of peanut under different available soil water. Agr. Water Manage. 2009; 96: 790-798.

14. Jongrungklang N, Toomsan B, Vorasoot N, Jogloy S, Kesmala T, Patanothai A. Identification of peanut genotypes with high water use efficiency under drought stress conditions from peanut germplasm of diverse origins. Asian J. Plant Sci. 2008; 7: 628-638.
15. Ziaeidoustan H, Azarpour E, Safiyar S. Study the Effects of Different Levels of Irrigation Interval, Nitrogen and Superabsorbent on Yield and yield component of peanut. Intl J Agri Crop Sci. 2013; 5: 2071-2078.