อิทธิพลของการตัดแต่งกิ่งและการให้ปุ๋ยต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดกาแฟอาราบิก้าที่ปลูกในสถานีวิจัยเพชรบูรณ์

Effect of Pruning and Fertilizer Applications on Productivity and Quality of Arabica Coffee Beans at Phetchabun Research Station

ธิดารัตน์ เมธาวรากุล[1] เบญญา มะโนชัย[1,*] ปริยานุช จุลกะ[1] ณัฏฐ พิชกรรม[1] และ ประภาส ช่างเหล็ก[2]
T.idarat Methawarakul[1], Benya Manochai[1,*], Pariyanuj Chulaka[1], Nath Pichakum[1] and Prapart Changlek[2]

[1] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[2] สถานีวิจัยเพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900
[2] Phetchabun Research Station, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900
รับเรื่อง: ธันวาคม 2559 Received: December 2016
รับตีพิมพ์: มกราคม 2560 Accepted: January 2017
[*] Corresponding author: benya.m@ku.th

ABSTRACT: Arabica coffee is one of economically important crop. It is popular because of aromatic, mild flavor, and low caffeine content. Therefore, it can be consumed in the form of roasted coffee as often. However, the productivity only 1% in Thailand due to limitation of production factors, such as climate and altitude. Thus, the production need the proper manipulation in order to get a good yield and quality of coffee bean to meet the standard. This study aimed to find out the methodology of coffee production for improved yield and coffee bean quality. The experiment was obtained from Phetchabun Research Station. Split–plot in RCBD was used as experimental design which consisted of 8 treatments and 6 blocks. Main plot was pruning: and sub plot was fertilizer applications. The results indicated that the interaction of pruning with fertilizer application did effect to fruit length, total soluble solid in coffee berry, total acidity in green bean, antioxidant activity in green bean and roasted bean, and caffeine contents in roasted bean and total defect bean. The results can be concluded that chemical fertilizer ratio 15–15–15 (10 g/plant) applied on June and 8–24–24 (250 g/plant) applied on July and August, can improve the productivity of coffee bean from Phetchabun research station about 42% higher than non–fertilizer. This method also promoted coffee bean quality in term of low acidity, high antioxidant activity, low caffeine, and low total defect bean.

Keywords: Coffee production, caffeine, green beans, roasted coffee

Agricultural Sci. J. (2017) Vol. 48(2): 284–296 ว. วิทย. กษ. (2560) 48(2): 284–296

บทคัดย่อ

กาแฟอาราบิก้าเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ คนทั่วไปนิยมบริโภคเนื่องจากมีความหอมและรสชาติดี มีปริมาณคาเฟอีนต่ำ ทำให้สามารถบริโภคในรูปแบบกาแฟสดได้บ่อย แต่ประเทศไทยมีการผลิตกาแฟชนิดนี้เพียง 1 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องปัจจัยการผลิต โดยสภาพพื้นที่และอากาศมีผลต่อคุณภาพและผลผลิตเมล็ดกาแฟ ดังนั้นการผลิตกาแฟอาราบิก้าในประเทศไทยจึงต้องมีวิธีการจัดการที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีและมีคุณภาพได้มาตรฐาน จึงศึกษาวิจัยในเรื่องวิธีการผลิตกาแฟ เพื่อให้ได้แนวทางในการพัฒนาคุณภาพและปริมาณผลผลิตให้ดีขึ้น โดยทดลองที่สถานีวิจัยเพชรบูรณ์ โดยวางแผนการทดลองแบบ Split–plot in RCBD มีปัจจัยหลักเป็นการตัดแต่งกิ่งและปัจจัยรองเป็นกรรมวิธีการให้ปุ๋ย 4 กรรมวิธี เก็บข้อมูลผลผลิตและวิเคราะห์คุณภาพกาแฟ พบว่าอิทธิพลร่วมของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับกรรมวิธีการให้ปุ๋ยแบบต่าง ๆ ทำให้ความยาวผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลสด ปริมาณกรดในสารกาแฟ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสารกาแฟและกาแฟคั่ว ปริมาณคาเฟอีนในกาแฟคั่ว และสารกาแฟที่ไม่ได้มาตรฐานมีความแตกต่างกันทางสถิติ ผลการทดลองสรุปได้ว่าวิธีการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดกาแฟคือ การให้ปุ๋ยมีสูตร 15–15–15 อัตรา 10 กรัมต่อต้น ในช่วงเดือนมิถุนายน และให้ปุ๋ยเคมีสูตร 8–24–24 อัตรา 250 กรัมต่อต้น ในเดือนกรกฎาคมและเดือนสิงหาคม (CF12) ทำให้ผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นถึง 41.67 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ให้ปุ๋ย โดยมีปริมาณกรดในสารกาแฟน้อย มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในกาแฟคั่วสูง แต่มีปริมาณคาเฟอีนและมีสารกาแฟที่ไม่ได้มาตรฐานต่ำ

คำสำคัญ: การผลิตกาแฟ, คาเฟอีน, สารกาแฟ, กาแฟคั่ว

บทนำ

กาแฟเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของโลก โดยประเทศไทยสามารถผลิตเมล็ดกาแฟเป็นอันดับที่ 20 (Office of Agricultural Economics, 2014) ปัจจุบันกาแฟที่ปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจอย่างแพร่หลายนั้นมีเพียง 2 ชนิด คือ กาแฟอาราบิก้า (*Coffea arabica* L.) และกาแฟโรบัสต้า (*Coffea canephora* Pierre ex Frochner) (Naka *et al*., 2004) โดยความต้องการกาแฟของตลาดโลกร้อยละ 90 เป็นกาแฟอาราบิก้า เนื่องจากมีความหอมและรสชาติของกาแฟดีกว่า อีกทั้งยังมีปริมาณคาเฟอีนน้อย ทำให้ผู้บริโภคดื่มได้บ่อย จึงนิยมนำไปใช้ในการบริโภคเป็นกาแฟสด

กาแฟอาราบิก้าในประเทศไทย มีการเพาะปลูกเพียงร้อยละ 1 ในพื้นที่ภาคเหนือ เนื่องจากต้องการสภาพอากาศหนาวเย็น อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 15–26 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 60% และมีความสูงเหนือระดับน้ำทะเล ประมาณ 800–1,200 เมตร อาศัยน้ำฝนจากธรรมชาติ ปริมาณน้ำฝนไม่ต่ำกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อปี มีการกระจายของฝน 5–8 เดือน (The agricultural research development agency (public organization, 2003) ด้วยข้อจำกัดของสภาพพื้นที่ในประเทศไทยที่เหมาะสมต่อการปลูกกาแฟอาราบิก้า ทำให้ผลผลิตของกาแฟอาราบิก้าไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด ทั้งภายในประเทศและตลาดโลก ด้วยเหตุนี้จึงต้องพัฒนาการผลิตกาแฟ เพื่อให้ได้ปริมาณและคุณภาพที่ดีตรงตามมาตรฐานที่กำหนดและเป็นที่ยอมรับของนานาประเทศ

กาแฟ เป็นพืชที่ต้องการปุ๋ยค่อนข้างสูงโดยเฉพาะระยะออกดอกและติดผล ในระยะที่ไม่ติดผลควรใส่ปุ๋ยสูตร 46–0–0 เมื่อกาแฟเริ่มติดผลแล้วปีที่ 4 เป็นต้นไป ใช้ปุ๋ย สูตร 15–15–15 แบ่งใส่ 3 ครั้ง ในช่วงต้น กลางและปลายฤดูฝน อัตรา 30–150 กรัม (1–5 กำมือ) (Meatha distric agricultural extension, n.d.) เมื่อต้นมีอายุ 3 ปีขึ้นไป ใช้ปุ๋ยสูตร 13–31–21

อัตรา 500 กรัมต่อต้นต่อปี แบ่งใส่ 2 ครั้งในช่วงต้นฤดูฝนและกลางฤดูฝนร่วมกับการให้ปุ๋ยหมักอัตรา 20 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี แบ่งใส่ 2 ครั้งในช่วงกลางฤดูฝนและปลายฤดูฝน (Land Development Department, 2007) ต้นกาแฟในประเทศไทยเริ่มออกดอกในเดือนตุลาคมถึงกุมภาพันธ์ และเก็บเกี่ยวในช่วงพฤศจิกายนถึงมีนาคม ระยะเวลาตั้งแต่การออกดอกถึงเก็บเกี่ยวใช้เวลาประมาณ 8–12 เดือน หลังจากปลูกกาแฟได้ 2–3 ปี กาแฟจะเริ่มออกดอกและติดผล เนื่องจากกาแฟเป็นพืชที่มีการติดผลมาก และไม่มีการสลัดผลทิ้ง ทำให้ต้นโทรม และมีอายุการให้ผลผลิตสั้น จึงต้องปลิดผลออกโดยกำจัดกิ่งที่ให้ผลผลิตไม่ดี มีคุณภาพต่ำออก เพื่อให้ผลกาแฟที่เหลือได้รับอาหารเพียงพอ และพัฒนาได้อย่างเต็มที่ (Techawongstien, 2004)

สถานีวิจัยเพชรบูรณ์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีแปลงกาแฟภูทับเบิก เนื้อที่ประมาณ 100 ไร่ แต่มีพื้นที่ปลูกกาแฟประมาณ 30 ไร่ บริเวณไหล่เขา พื้นที่อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเล 1,100–1,300 เมตร โดยพื้นที่ 1 ไร่ มีต้นกาแฟ 400 ต้น อยู่ที่บ้านห้วยน้ำขาว จ.เพชรบูรณ์ ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 15–25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 60% การปลูกโดยอาศัยน้ำฝนจากธรรมชาติ ปริมาณน้ำฝนไม่ต่ำกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อปี มีการกระจายของฝน 5–8 เดือน มีแหล่งน้ำสะอาด และมีปริมาณน้ำมากตลอดปี โดยกาแฟที่ปลูกมี 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ทิปปิก้า (Typica) และพันธุ์คาติมอร์ (CatiMor) Korsamphan (2012) รายงานลักษณะของกาแฟแต่ละพันธุ์ดังนี้ พันธุ์ทิปปิก้า มีลักษณะเด่น ยอดเป็นสีทองแดง ติดผลห่างระหว่างข้อ มีใบเล็กและเรียบ เจริญเติบโตเร็ว แต่ไม่ทนโรค เป็นพันธุ์ดั้งเดิมและเป็นต้นกำเนิดของกาแฟอาราบิก้า ส่วนพันธุ์คาติมอร์เป็นชื่อเรียกตามการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างคาทูร่าผลแดง เป็นต้นแม่พันธุ์ และไฮบริโดเดอติมอร์เป็นต้นพ่อพันธุ์ ลูกผสมที่ได้มีลักษณะต้านทานโรคราสนิมและได้ทรงต้นเตี้ย ผลผลิตสูง และมีคุณภาพดี เหมาะสมต่อการส่งเสริมให้เกษตรกรนำไปปลูกแสดงให้เห็นว่าสถานีวิจัยเพชรบูรณ์ มีสภาพภูมิอากาศเหมาะสมสำหรับการปลูกกาแฟอาราบิก้า แต่พื้นที่ปลูกอยู่บริเวณไหล่เขามีความลาดชันสูง อาจทำให้เกิดการชะล้างหน้าดินที่มีธาตุอาหารออกไปได้ ดินปลูกขาดธาตุอาหารหากปลูกกาแฟเป็นระยะเวลานานส่งผลต่อคุณภาพและปริมาณผลผลิตได้ ร่วมกับกาแฟที่ปลูกมีอายุประมาณ 5–6 ปี มีอายุต้นมากขึ้น ที่ผ่านมาดูแลตามสภาพธรรมชาติ ไม่มีการจัดการที่เหมาะสม ดังนั้นจึงนำการจัดการระบบการผลิตกาแฟมาใช้กับต้นกาแฟที่ปลูกในสถานีวิจัย เพื่อปรับปรุงการผลิตกาแฟให้มีคุณภาพ และผลผลิตดีขึ้น

อุปกรณ์ และวิธีการ

ประยุกต์วิธีการผลิตกาแฟจากข้อมูลเอกสารและคำแนะนำของหน่วยงานราชการ (Land Development Department, 2007) วางแผนการทดลองแบบ Split–plot in RCBD จำนวน 6 ซ้ำ ซ้ำละ 4 ต้น มีปัจจัยหลัก (Main plot) คือ การตัดแต่งกิ่ง (ไม่ตัดแต่งกิ่งและตัดแต่งกิ่ง) ปัจจัยรอง (Sub plot) คือ วิธีการเขตกรรมจำนวน 4 วิธี คือ การไม่ให้ปุ๋ย (NF) การให้ปุ๋ยสูตร 15–15–15 ในเดือนมิถุนายน อัตรา 10 กรัมต่อต้น และให้ปุ๋ยสูตร 8–24–24 ในเดือนกรกฎาคม และสิงหาคม อัตรา 250 กรัมต่อต้น (CF12) การให้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักอัตรา 3 กิโลกรัม และ 5 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับในช่วงเดือนมิถุนายน (MF2), การให้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักอัตรา 3 กิโลกรัมและ 5 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับในเดือนมิถุนายน และให้ปุ๋ยสูตร 8–24–24 อัตรา 250 กรัมต่อต้น ในเดือนกรกฎาคม และสิงหาคม (MCF12)

หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตกาแฟจนหมดต้นในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 ทำการตัดแต่งกิ่งโดยกำจัดกิ่งที่ไม่มีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตได้ กิ่งที่อยู่ต่ำกว่า 30 เซนติเมตร เหนือจากระดับพื้นดิน และกิ่งหน่อหรือกิ่งตั้งออก รวมถึงตัดส่วนของยอดออก เพื่อลดการบดบังของแสงภายในทรงพุ่มจากเรือนยอด โดยตัดบริเวณคู่กิ่งที่ 7 นับจากปลายยอด ซึ่งบริเวณดัง

กล่าวเป็นส่วนที่มีความต้องการอาหารมากกว่าเป็นส่วนที่ผลิตอาหาร หลังจากตัดแต่งกิ่ง ทำการให้ปุ๋ยตามปัจจัยทดลอง

การบันทึกข้อมูล

หลังจากผลกาแฟมีอายุประมาณ 150 วันหลังดอกบาน ซึ่งเป็นระยะก่อนผลสุกประมาณ 30 วัน (Ságio *et al*., 2013) นับจำนวนผลต่อต้น และเก็บเกี่ยวผลกาแฟตั้งแต่เดือนกันยายน 2558 ถึงเดือนมกราคม 2559 ในระยะที่ผลสุกแดง โดยมีระยะการเก็บผลผลิตห่างกันประมาณ 20 วัน และบันทึกข้อมูลดังนี้

1. ข้อมูลผลผลิต

1.1 จำนวนผล นับจำนวนผลต่อต้น โดยสุ่มนับจำนวนผลจากกิ่งที่อยู่บริเวณยอด 3 กิ่ง บริเวณกลางลำต้น 3 กิ่ง บริเวณโคนต้น 3 กิ่ง และนับจำนวนกิ่งที่ติดผล เพื่อใช้ประเมินปริมาณผลผลิต

1.2 น้ำหนักผลสด สุ่มผลกาแฟสุก 100 ผลต่อต้น ชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล (กรัม)

1.3 ผลผลิตต่อไร่ คำนวณได้จากจำนวนผลคูณด้วยน้ำหนักผลกาแฟสุกต่อผล (กรัม)

1.4 ขนาดผล สุ่มผลกาแฟสุก 10 ผลต่อต้น นำมาวัดความกว้างและความยาวผลด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ (vernier calipers) โดยความกว้างผลวัดจากบริเวณกึ่งกลางของผลที่กว้างที่สุดในแนวตั้งฉากกับขั้วผล และวัดความยาวผลจากขั้วผลถึงก้นผล

1.5 ขนาดสารกาแฟ นำสารกาแฟ (เมล็ดกาแฟดิบที่ผ่านกระบวนการกะเทาะกะลาออก) มาวัดขนาดเมล็ดด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ (vernier calipers)

1.6 เปอร์เซ็นต์สารกาแฟที่ไม่ได้มาตรฐาน สุ่มสารกาแฟ 50 กรัม นำมาคัดเลือกเฉพาะสารกาแฟที่ได้มาตรฐาน คือเมล็ดต้องไม่มีกลิ่นผิดปกติ สีไม่ผิดปกติ มีความชื้นไม่เกิน 12.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ต้องไม่เป็นเมล็ดที่ถูกเข้าทำลายจากด้วงเมล็ดกาแฟ (coffee bean weevil) และไม่เป็นเมล็ดที่มีข้อบกพร่อง (National bureau of agricultural commodity and food standards, 2009) นำสารกาแฟที่ไม่ได้มาตรฐานที่เหลือชั่งน้ำหนักและคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

2. คุณภาพของผลผลิต

2.1 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid content; % Brix) สุ่มผลกาแฟสุก 10 ผลต่อต้น นำมาวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในเนื้อผล โดยใช้ hand refractometer

2.2 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระตามวิธีการของ Predner *et al*. (2008) ในสารกาแฟ และเมล็ดกาแฟคั่ว (EC_{50}; มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) นำตัวอย่าง 1 กรัม บดและสกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงเพื่อแยกส่วนใสที่ความเร็วรอบ 8,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที นำส่วนใสไปวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยนำสารสกัดตัวอย่างปริมาตร 22 ไมโครลิตร ผสมกับสารละลาย DPPH เข้มข้น 150 ไมโครโมลาร์ ปริมาตร 200 ไมโครลิตรต่อลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาทีในที่มืด นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง microplate reader วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร บันทึกค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง นำไปคำนวณหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ดังนี้

$$\% \text{ DPPH scavenging activity} = \left[\frac{A - B}{A}\right] \times 100$$

เมื่อ A = ค่าดูดกลืนแสงของตัวทำละลาย

B = ค่าดูดกลืนแสงของสารสกัด

จากนั้นนำมาคำนวณเพื่อแสดงผลเป็นค่า EC_{50} มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยค่า EC_{50} เป็นปริมาณสารสกัดที่สามารถกำจัดปริมาณอนุมูลอิสระลงได้ครึ่งหนึ่ง ซึ่งค่า EC_{50} ที่น้อยแสดงถึงฤทธิ์ในการกำจัดปริมาณอนุมูลอิสระได้ดีกว่าค่าที่มี EC_{50} ที่มากกว่า

2.3 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ (Total titrable acidity) (AOAC, 2002) ชั่งตัวอย่างกาแฟบด

4 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ปริมาตร 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร แล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที จากนั้นดูดตัวอย่างดังกล่าวปริมาตร 25 มิลลิลิตร ใส่ขวดรูปชมพู่ปริมาตร 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 75 มิลลิลิตร แล้วไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.01 โมลาร์ จนกระทั่งถึงจุดยุติที่ค่าความเป็นกรด–ด่าง 8.20 แล้วคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมด กรดมาลิก กรดทาร์ทาริก และกรดซิตริก

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรด} = \frac{N \times V_1 \times mEq \times 100}{V_2}$$

เมื่อ N = ความเข้มข้นของ NaOH (0.01N)

V_1 = ปริมาตร NaOH ที่ใช้ (มิลลิลิตร)

mEq = มิลลิกรัมสมมูลของกรด (กรดมาลิก: 0.067, กรดทาร์ทาริก: 0.075 และกรดซิตริก: 0.064)

V_2 = ปริมาตรสารละลายกาแฟ (มิลลิลิตร)

2.4 ปริมาณคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟด้วยเทคนิค High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ประยุกต์จากวิธีการของ Masawat (2012) ชั่งตัวอย่างกาแฟบด 4 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ปริมาตร 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร แล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที จากนั้นนำตัวอย่างมาไล่ฟองแก๊ส และกรองด้วยกระดาษกรองขนาด 0.45 µm จากนั้นนำตัวอย่างวิเคราะห์ด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) แบบ normal phase ยี่ห้อ Waters® Separation module e2695 และ 2998 Photodiode Array Detector (PDA) โดยใช้คอลัมน์ Luna 5u C18(2)100A ขนาด 250 x 4.6 มิลลิเมตร มี Mobile phase เป็นเมทานอลเข้มข้น 65% จำนวน 500 มิลลิลิตร บันทึกค่า retention time (นาที) แล้วเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของคาเฟอีนที่มีความเข้มข้น 5 10 20 30 และ 40 ppm จาก stock solution 1000 ppm โดยใช้ Mobile phase เป็นตัวทำละลาย ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร อัตราการไหล (flow rate) 1.2 มิลลิลิตรต่อนาที ใช้ปริมาณสารสกัดที่ฉีด 20 ไมโครลิตร

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้โปรแกรม STATISTICA 8.0 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD (Least Significant Difference)

สถานที่ทำการทดลอง

1. สถานีวิจัยเพชรบูรณ์ บ้านห้วยน้ำขาว จ.เพชรบูรณ์
2. ห้องปฏิบัติการกลาง ชั้น 4 อาคารวชิรานุสรณ์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพมหานคร
3. ห้องปฏิบัติการกลางภาควิชาพืชสวน และห้องปฏิบัติการสรีรวิทยา และเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพมหานคร

ระยะเวลาทำการทดลอง

ระหว่างเดือนเดือนธันวาคม 2557 ถึงเดือนกรกฎาคม 2559

ผลการทดลอง และวิจารณ์

อิทธิพลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการให้ปุ๋ยต่อผลผลิต

การเพิ่มผลผลิตและคุณภาพเมล็ดกาแฟที่ปลูกในสถานีวิจัยเพชรบูรณ์ แปลงปลูกภูทับเบิก พบว่าพื้นที่ปลูกมีสภาพภูมิประเทศ และภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการปลูกกาแฟอาราบิก้า โดยกาแฟส่วนใหญ่มีอายุประมาณ 6 ปี ที่ปลูกภายใต้ร่มไม้ชนิดต่าง ๆ เช่น ทองหลาง แมคคาเดเมีย และต้นท้อ โดยพื้นที่ส่วนใหญ่มีความลาดชันเนื่องจากมีลักษณะเป็นเขา แต่มีบางพื้นที่ที่เป็นที่ราบ เมื่อนำดินไปวิเคราะห์พบว่า

สภาพดินส่วนใหญ่มีความเป็นกรด มีอินทรียวัตถุปานกลาง–สูง และมีปริมาณไนโตรเจน และฟอสฟอรัสต่ำ ยกเว้นในบางแปลง ในขณะที่ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม มีปริมาณแตกต่างกันในแต่ละแปลง แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของทั้งพันธุ์ปลูก สภาพพื้นที่ และสภาพแวดล้อม (การปลูกใต้ร่มไม้ที่ต่างชนิดกัน) ที่อาจส่งผลต่อปริมา ณและคุณภาพกาแฟ จึงได้วางแผนการทดลองแบบ split–plot design in RCBD ผลการทดลองพบว่า ค่าความแปรปรวนของข้อมูลถือว่ามีความน่าเชื่อถือในระดับที่ดี (1.14–33.75) เนื่องจากเป็นการทดลองในแปลงปลูกจริงมีพื้นที่กว้างไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้ ถึงแม้ว่าการปลูกกาแฟภายใต้ร่มไม้ชนิดต่าง ๆ อาจส่งผลต่อความเข้มแสงที่พืชได้รับ เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การพรางแสงพบว่า กาแฟที่ปลูกภายใต้ต้นท้อจะได้รับแสงมากกว่ากาแฟที่ปลูกใต้ต้นทองหลาง และแมคคาเดเมีย แต่บางฤดูพบว่าไม่แตกต่าง เนื่องจากบริเวณที่ปลูกอยู่บนร่องเขาทำให้ในบางฤดูกาลได้รับอิทธิพลจากการเกิดเงา (Table 4) นอกจากนี้ กาแฟที่ปลูกในสถานีวิจัยเพชรบูรณ์ เป็นการปลูกในระยะที่ชิด โดย 1 ไร่ มีจำนวนต้นมากถึง 400 ต้น ซึ่งเมื่อต้นกาแฟเจริญเติบโตอาจมีการบดบังแสงสว่างกันบ้าง แสดงให้เห็นว่ากาแฟอาราบิก้าเป็นพืชที่ต้องการร่มเงา สังเกตได้จากการตัดแต่งกิ่งต้นกาแฟ ซึ่งทำให้ต้นกาแฟได้รับความเข้มแสงมากขึ้นน่าจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น จำนวนผลผลิตมากขึ้น แต่กลับไม่ทำให้ต้นกาแฟให้ผลผลิตที่แตกต่างจากต้นที่ไม่ได้ตัดแต่งกิ่งที่ได้รับความเข้มแสงน้อยกว่า

จากผลการทดลอง พบว่าการตัดแต่งกิ่งไม่มีผลต่อจำนวนผลต่อต้น น้ำหนักผล ผลผลิตต่อไร่ และขนาดของสารกาแฟ (ไม่แสดงผลของค่าเฉลี่ยเนื่องจากไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ) แต่มีผลต่อขนาดของผลกาแฟ (Table 1 และ 2) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Toledo and Barros (1999) พบว่า การตัดแต่งกิ่งกาแฟนั้นไม่ได้ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเช่นกัน นอกจากนี้ ผลการทดลองยังพบว่าต้นกาแฟที่มีการตัดแต่งกิ่งมีขนาดผลมากกว่าต้นที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง ทั้งนั้นอาจเป็นเพราะการตัดแต่งกิ่งทำให้ต้นกาแฟมีอาหารสะสมในลำต้นมากพอ เนื่องจากการตัดแต่งกิ่งส่งผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงและคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่ส่วนของโครงสร้าง (Chesney and Vasquez, 2007) ซึ่งคาร์โบไฮเดรตชนิดนี้ เป็นส่วนที่ใช้เพื่อเป็นพลังงานในการเจริญเติบโต (Loescher *et al*., 1990) จึงทำให้ผลกาแฟมีขนาดใหญ่ขึ้น (Table 1)

วิธีการให้ปุ๋ยแบบต่าง ๆ มีผลต่อจำนวนผลต่อต้น ผลผลิตต่อไร่ ซึ่งการให้ปุ๋ยส่งผลต่อปริมาณผลผลิตโดยมีแนวโน้มสูงกว่าต้นที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย แต่วิธีการใส่ปุ๋ยแบบ CF12 ทำให้ผลผลิตกาแฟเพิ่มขึ้น 42 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย และเพิ่มขึ้นประมาณ 34 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับ MF2 (การให้ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียวภายหลังจากการตัดแต่งกิ่ง) (Table 1) อาจเป็นเพราะการให้ปุ๋ยแบบ CF12 ทำให้ต้นกาแฟได้รับธาตุอาหารที่เพียงพอในแต่ละระยะที่พืชต้องการโดยการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15–15–15 อัตรา 10 กรัมต่อต้นภายหลังจากการตัดแต่งกิ่ง (เดือนมิถุนายน) ทำให้ต้นกาแฟได้รับธาตุอาหาร และสามารถนำไปใช้ได้ทันที่เพื่อเตรียมความพร้อมให้แก่ต้นกาแฟในการออกดอก หลังจากการตัดแต่งกิ่งเปลี่ยนมาใช้สูตร 8–24–24 ปริมาณ 250 กรัมต่อต้น จำนวน 2 ครั้ง ห่างกันประมาณ 1 เดือน (เดือนกรกฎาคมและเดือนสิงหาคม) เป็นช่วงที่ต้นกาแฟทยอยออกดอก และพัฒนาไปสู่การติดผลในเดือนมิถุนายนจนเริ่มเก็บเกี่ยวได้ในเดือนตุลาคม ซึ่งในระยะดังกล่าวพืชจะได้รับปุ๋ยสูตร 8–24–24 ซึ่งมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมค่อนข้างสูง จะช่วยส่งเสริมการพัฒนาของดอก ตลอดจนการพัฒนาผล และคุณภาพผลผลิตดี ซึ่งหากพืชขาดธาตุฟอสฟอรัสจะทำให้ใบขยายขนาดช้าและมีขนาดเล็ก อีกทั้งยังส่งผลต่อการเจริญพันธุ์ด้วย เช่น ออกดอกช้า จำนวนดอก ผล และเมล็ดน้อย (Osotsapa, 2000) ดังนั้นการใส่ปุ๋ยวิธีการดังกล่าวจึงทำให้ได้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย การให้แบบผสมผสาน และการให้เฉพาะปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักในตอนเริ่มต้นเพียงครั้งเดียว

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าการให้ปุ๋ย MF2 และการให้ปุ๋ย MCF12 จะมีแนวโน้มให้จำนวนผลผลิตต่อต้นสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย แต่ก็ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อาจเป็นเพราะปุ๋ยดังกล่าวปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาช้ากว่า ถึงแม้ว่าเมื่อนำปุ๋ยคอก และปุ๋ยหมักไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารหลักแล้วพบว่ามีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสูงกว่าทรีทเมนท์ที่ได้รับปุ๋ย CF12 เพียงอย่างเดียว (Table 5) จึงทำให้พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ทันที ซึ่งการทดลองนี้เป็นการทดลองในปีแรกที่เริ่มให้ปุ๋ยกับต้นกาแฟ ซึ่งหากดำเนินการในฤดูกาลผลิตต่อไป ทรีทเมนท์ที่มีการใช้ปุ๋ย MF2 อาจทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารได้ดียิ่งขึ้นเพราะผ่านการย่อยสลายจากจุลินทรีย์ในดินมาแล้วหนึ่ง ฤดูกาลเพาะปลูก นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยคอก และปุ๋ยหมักจะเป็นการปรับปรุงโครงสร้างดินให้มีลักษณะกายภาพที่ดี (Kasemsap, 2013) มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชในปีต่อไป หรืออาจกล่าวได้ว่าเหมาะสมต่อการผลิตพืชในระยะยาว สังเกตได้จากผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีการให้ปุ๋ยแบบต่าง ๆ มีผลต่อร้อยละสารกาแฟที่ไม่ได้มาตรฐาน (Table 1) โดยต้นที่ไม่ได้รับปุ๋ยมีปริมาณสารกาแฟที่ไม่ได้มาตรฐานเกินกว่ามาตรฐานกำหนด ในขณะที่ต้นที่ได้รับปุ๋ยแบบต่าง ๆ โดยเฉพาะการให้ปุ๋ย MF2 พบว่าปริมาณสารกาแฟที่ไม่ได้มาตรฐานน้อยที่สุด ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐาน ที่กำหนดไว้สำหรับกาแฟอาราบิก้า ต้องไม่เกิน ร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก (National bureau of agricultural commodity and food standards, 2009) แต่การเลือกให้ปุ๋ยวิธีนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ผลิตและตลาดของเมล็ดกาแฟ เนื่องจากการใช้ปุ๋ยคอก และปุ๋ยหมักจะเหมาะสมสำหรับการผลิตในระยะยาว แต่มีข้อจำกัดคือต้องใช้แรงงานในการดูแลมาก เนื่องจากต้องขนย้ายปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักที่มีน้ำหนักมากเป็นระยะทางไกล แต่อาจส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพของดินซึ่งอาจมีผลต่อปริมาณผลผลิตในอนาคต ซึ่งผู้ผลิตจะต้องเป็นคนเลือกระบบที่เหมาะสมกับตัวเอง

อิทธิพลของการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการให้ปุ๋ยต่อคุณภาพเมล็ดกาแฟ

การตัดแต่งกิ่งและการให้ปุ๋ย ไม่มีอิทธิพลต่อความยาวผล เมื่อพิจารณาคุณภาพของผลผลิต พบว่าการตัดแต่งกิ่ง และการให้ปุ๋ยแบบต่าง ๆ มีผลต่อปริมาณกรดรวมในเมล็ดกาแฟ (Table 3) โดยการไม่ตัดแต่งกิ่งมีปริมาณกรดน้อยกว่าการตัดแต่งกิ่งของเมล็ดกาแฟก่อนคั่ว: สารกาแฟ (green bean) แต่เมื่อนำไปคั่วจะมีปริมาณกรดลดลงไม่แตกต่างกัน ซึ่งปริมาณกรดบ่งบอกถึงความเปรี้ยวของกาแฟ เป็นลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ของผู้บริโภค แต่เมื่อนำไปคั่วแล้ว ปริมาณกรดไม่แตกต่างกัน จึงไม่มีผลต่อคุณภาพในเรื่องรสสัมผัส แต่กรรมวิธีต่าง ๆ มีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเมล็ดกาแฟทั้งก่อน และหลังคั่ว (Table 2) โดยก่อนคั่วเมล็ดกาแฟแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่าภายหลังจากคั่ว เนื่องมาจากความร้อนทำให้กรดคลอโรเจนิก ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอล พบในสารกาแฟ (เมล็ดกาแฟดิบ) มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ เมื่อได้รับความร้อนจะสลายตัวเป็น quinolactones และสารประกอบเมลานอยดิน (Melanoidin) ที่ให้สีน้ำตาลรวมถึงสารประกอบต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดกลิ่น และรสชาติ จึงทำให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระก่อน และหลังคั่วไม่แตกต่างกันมากนัก นอกจากนี้ปริมาณของกรดคลอโรเจนิกที่แตกต่างกันยังขึ้นอยู่กับสายพันธุ์กาแฟ อายุต้น สภาพแวดล้อม และการเขตกรรมด้วย (Farah and Donangelo, 2006) แต่มีบางกรรมวิธีที่ภายหลังจากการคั่วแล้วจะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น (Table 2) เช่น การไม่ตัดแต่งกิ่งร่วมกับการให้ปุ๋ยแบบ MCF12 และการตัดแต่งกิ่งร่วมกับการให้ปุ๋ยแบบ CF12 แสดงให้เห็นว่าทรีทเมนท์ดังกล่าวทำให้เมล็ดกาแฟมีสารต้านอนุมูลอิสระที่สามารถคงตัวทนต่ออุณหภูมิสูงขึ้นได้ โดยเฉพาะวิธีการให้ปุ๋ยแบบ CF12 ที่มีการเปลี่ยนแปลงของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดภายหลังจากการคั่วเมล็ดกาแฟ อาจเป็นเพราะธาตุอาหารที่พืชได้รับร่วมกับการตัดแต่งกิ่ง พืชสามารถดูดซับ

และนำไปใช้ในการสังเคราะห์กรดอะมิโนและโปรตีนได้โดยตรง ทำให้พืชนำไปใช้ในการสังเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระ และโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการทนความร้อน เนื่องจากความร้อนมีผลทำให้โปรตีนบางชนิดถูกทำลาย โดยระดับการคั่วที่สูงขึ้น (วัดจากเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก) ทำให้การสูญเสียโปรตีนมากขึ้น โดยกาแฟคั่วที่สูญเสียน้ำ 10 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียโปรตีน 6 เปอร์เซ็นต์ และกาแฟคั่วที่สูญเสียน้ำ 20 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณลดลงตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น (Ohiokpehai, 1982) ดังนั้น หากพืชมีการดูดซับธาตุไนโตรเจน และสังเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระ และโปรตีนมากขึ้น อาจทำให้มีสารต้านอนุมูลอิสระที่คงตัวได้ในอุณหภูมิสูงขึ้น

คาเฟอีนเป็นสารที่มีรสขมพบมากในกาแฟ มีฤทธิ์กระตุ้นประสาท ซึ่งหากมีมากอาจส่งผลต่อความขม และฤทธิ์กระตุ้นประสาท โดยปริมาณของคาเฟอีนที่เริ่มมีฤทธิ์ในการกระตุ้นสมองคือ 40 มิลลิกรัมขึ้นไป (Chareonsiri, 2010) ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า ส่วนใหญ่ปริมาณคาเฟอีนลดลงเมื่อนำกาแฟไปคั่ว โดยพิจารณาจากต้นกาแฟที่ไม่ได้รับปุ๋ยทั้งในต้นที่ตัดแต่งกิ่ง และไม่ตัดแต่งกิ่ง และในทรีทเมนท์ในต้นที่ตัดแต่งกิ่ง ร่วมกับกรรมวิธีในการให้ปุ๋ยแบบต่าง ๆ (Table 2) การที่ปริมาณคาเฟอีนลดลง เนื่องจากความร้อนในการคั่วทำให้น้ำระเหยออกไปจนทำให้น้ำหนักเมล็ดกาแฟหลังคั่วลดลง เป็นผลให้สัดส่วนของปริมาณคาเฟอีนในหน่วยมิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักเมล็ดกาแฟคั่วลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักเมล็ดสารกาแฟ นอกจากนี้ความร้อนทำให้โปรตีนและอนุพันธ์ของโปรตีนสลายตัวไปบางส่วน เป็นผลให้คาเฟอีนซึ่งเป็นสารแอลคาลอยด์ที่สังเคราะห์มาจากกรดอะมิโนสลายตัวได้เช่นกัน

อย่างไรก็ตาม ปริมาณคาเฟอีนในต้นกาแฟที่ไม่ตัดแต่งกิ่งร่วมกับการให้ปุ๋ยกรรมวิธีต่าง ๆ ทำให้ปริมาณคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟคั่วเพิ่มขึ้น (Table 2) แสดงให้เห็นว่าคาเฟอีนที่พบนั้นมีความคงตัวสูงซึ่งความร้อนไม่ทำให้คาเฟอีนสลายตัวไป น่าจะเป็นผลมาจากการไม่ตัดแต่งกิ่ง เนื่องจากการไม่ตัดแต่งกิ่งทำให้ต้นกาแฟมีจำนวนใบมากกว่าต้นที่ตัดแต่งกิ่งออกไป โดยคาเฟอีนจะถูกสังเคราะห์ขึ้นที่ใบอ่อนมากกว่าใบแก่ เนื่องจากคาเฟอีนเป็นสารในกลุ่มแอลคาลอยด์ เมื่อสังเคราะห์ขึ้นที่ใบพืชจะเคลื่อนย้ายไปยังส่วนต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาที่เจริญเติบโต โดยสร้างจากเนื้อเยื่อที่กำลังเจริญเติบโต และเมื่อพืชออกดอกจะเคลื่อนย้ายมายังดอก และเมื่อเกิดผลจะเคลื่อนย้ายมาเก็บไว้ในส่วนของผลโดยอยู่ที่เปลือกผล และเมล็ดเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการไม่ตัดแต่งกิ่งทำให้กาแฟในส่วนยอดมีใบอ่อนจำนวนมากกว่าจึงทำให้สามารถผลิตคาเฟอีนได้มากกว่า และการให้ปุ๋ยโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนทำให้พืชสังคราะห์กรดอะมิโนซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์แอลคาลอยด์ (Osotsapa, 2000) โดยคาเฟอีนมีสารตั้งต้นคือ adenine และ guanine อย่างไรก็ตาม ธาตุฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเป็นส่วนช่วยเสริมในกระบวนการสังเคราะห์และเคลื่อนย้ายไปเก็บไว้ยังส่วนต่าง ๆ โดยสารประกอบอินทรีย์ฟอสเฟต (P_i) มีบทบาทในการควบคุมเมแทบอลิซึมและการสังเคราะห์แสง และธาตุโพแทสเซียมมีบทบาทในการสังเคราะห์โปรตีน และมีบทบาทในการเคลื่อนย้ายสารสังเคราะห์ (Photosynthate) จากแหล่งสร้างอาหาร (source) ไปยังแหล่งใช้อาหาร (sink) (Osotsapa, 2000) โดยมีการทดลองของ Hartt (1969) พบว่าอ้อยที่ขาดธาตุโพแทสเซียมมีการลำเลียงสารอินทรีย์ช้ามาก ดังนั้นการที่พืชได้รับธาตุอาหารดังกล่าวจึงมีปริมาณคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟสูงกว่าต้น control

เมื่อพิจารณาปริมาณคาเฟอีนในกาแฟคั่วพบว่า กรรมวิธีต่าง ๆ มีผลต่อปริมาณคาเฟอีน โดยต้นกาแฟที่มีการตัดแต่งกิ่งพบว่า ต้นที่ได้รับปุ๋ยวิธีการต่าง ๆ โดยเฉพาะวิธีการ CF12 และ MCF12 มีปริมาณคาเฟอีนน้อยที่สุด (Table 2) แสดงให้เห็นว่านอกจากการตัดแต่งยอดอ่อนที่เป็นแหล่งผลิตคาเฟอีนออกไปจึงทำให้มี

ปริมาณคาเฟอีนลดลงร่วมกับการให้ปุ๋ยดังกล่าวกลับทำให้ปริมาณคาเฟอีนลดลงค่อนข้างมาก อาจเนื่องจากการตัดแต่งใบออกไปทำให้พืชต้องใช้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ไปใช้ในกระบวนการสร้างใบ และกิ่งขึ้นมาใหม่มากกว่าการนำไปใช้ในการสังเคราะห์คาเฟอีน เนื่องจากธาตุฟอสฟอรัสเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต และการสืบพันธุ์ ช่วยทำให้การแบ่งเซลล์และการพัฒนาของส่วนยอด และราก ทำให้พืชออกดอกเร็วดังแสดงผลการทดลองในทรีทเมนท์ CF12 (Osotsapa, 2000) ทำให้มีปริมาณผลผลิตสูงที่สุด ส่วนธาตุโพแทสเซียมเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายแป้ง และน้ำตาลในพืช เกี่ยวข้องกับคุณภาพผล อย่างไรก็ตามการให้ปุ๋ย MCF12 ทำให้ปริมาณคาเฟอีนน้อยที่สุดเช่นกัน ทั้งที่ได้รับธาตุฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสูง แต่ปริมาณผลผลิตไม่แตกต่างจากต้นที่ไม่ไดรับปุ๋ย อาจเป็นเพราะพืชได้รับธาตุไนโตรเจนน้อยกว่าการให้ปุ๋ยแบบ CF12 จึงทำให้มีปริมาณคาเฟอีนน้อยแต่ไม่แตกต่างจาก CF12

สรุป

วิธีการเพิ่มผลผลิต และคุณภาพของเมล็ดกาแฟที่ปลูกในสถานีวิจัยเพชรบูรณ์ คือการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15–15–15 อัตรา 10 กรัมต่อต้น ในช่วงเดือนมิถุนายน และให้ปุ๋ยเคมีสูตร 8–24–24 อัตรา 250 กรัมต่อต้น ในเดือน กรกฎาคม และเดือนสิงหาคม จะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 42 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับ control โดยมีปริมาณกรดในสารกาแฟน้อย และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในกาแฟคั่วสูง มีปริมาณคาเฟอีนต่ำ และมีสารกาแฟที่ไม่ได้มาตรฐานต่ำ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากคณะเกษตร ภายใต้โครงการเสริมความโดดเด่นและความยั่งยืนของกลุ่มวิจัย และวิชาการ คณะเกษตร ประจำปีงบประมาณ 2558

Table 1 Mean and standard derivation of fruit number, fruit weight, fruit size and inferior quality coffee bean influenced by pruning and fertilizer

Treatment		Fruit number (fruit/plant)	Yield per rai (kg)	Fruit width (mm)	Fruit length (mm)	Inferiorquality coffee bean (%)
Pruning	No pruning	2747.30 ± 625.95	1939.00 ± 509.99	14.24 ± 0.15 [b]	16.38 ± 0.20 [b]	2.44 ± 1.18
	Pruning	2445.60 ± 612.16	1766.70 ± 418.16	14.58 ± 0.25 [a]	16.69 ± 0.22 [a]	2.28 ± 1.06
F–test		ns	ns	*	*	ns
Fertilizer	NF	2300.40 ± 440.14 [b]	1637.60 ± 327.11 [b]	14.47 ± 0.33	16.52 ± 0.27	3.71 ± 1.03 [a]
	CF12	3269.80 ± 396.72 [a]	2320.10 ± 388.84 [a]	14.38 ± 0.30	16.48 ± 0.21	2.04 ± 0.98 [b]
	MF2	2434.80 ± 553.35 [b]	1730.20 ± 398.44 [b]	14.40 ± 0.18	16.62 ± 0.36	1.59 ± 0.72 [b]
	MCF12	2383.70 ± 619.19 [b]	1723.60 ± 456.17 [b]	14.39 ± 0.22	16.52 ± 0.19	2.09 ± 0.53 [b]
F–test		*	*	ns	ns	*
CV (%)		16.78	17.66	1.29	1.17	33.75

* Mean within each column followed by the same letter is not significantly different at P<0.05 (Fisher's LSD)
ns mean within a column is not significant difference in statistical

Table 2 Mean and standard derivation of fruit length, total soluble solid, antioxidant in green bean and roasted coffee bean and caffeine content in roasted coffee bean influenced by pruning and fertilizer

Treatment		Fruit length (mm)	TSS (%Brix)	EC_{50} (mg/ml)		Caffeine content in roasted coffee bean (mg/g)
				Green bean	Roasted coffee bean	
No pruning	NF	16.37 ± 0.25 [c]	16.50 ± 0.06 [f]	35.13 ± 2.96 [bc]	51.19 ± 1.17 [a]	9.23 ± 0.31 [c]
	CF12	16.43 ± 0.23 [bc]	17.02 ± 0.23 [d]	33.91 ± 2.26 [bc]	36.05 ± 2.56 [b]	11.39 ± 0.50 [a]
	MF2	16.31 ± 0.21 [c]	16.71 ± 0.15 [ef]	32.93 ± 3.77 [c]	36.44 ± 1.99 [b]	11.05 ± 1.40 [ab]
	MCF12	16.40 ± 0.14 [c]	19.31 ± 0.21 [a]	40.36 ± 3.49 [ab]	37.45 ± 4.04 [b]	10.80 ± 0.46 [ab]
Pruning	NF	16.66 ± 0.20 [b]	16.63 ± 0.13 [ef]	32.14 ± 2.12 [c]	37.18 ± 1.01 [b]	10.19 ± 0.18 [b]
	CF12	16.53 ± 0.20 [bc]	16.85 ± 0.20 [de]	43.08 ± 13.30 [a]	29.97 ± 0.40 [c]	7.44 ± 0.29 [d]
	MF2	16.92 ± 0.35 [a]	18.55 ± 0.38 [b]	35.36 ± 2.64 [bc]	38.32 ± 2.29 [b]	10.20 ± 1.37 [b]
	MCF12	16.65 ± 0.14 [b]	17.53 ± 0.14 [c]	34.02 ± 3.02 [bc]	36.70 ± 1.41 [b]	8.04 ± 0.88 [d]
F-test		*	*	*	*	*
CV (%)		1.17	1.14	15.74	6.08	8.29

* Mean within each column followed by the same letter is not significantly different at P<0.05 (Fisher's LSD)

Table 3 Mean and standard derivation of acidity in green bean influenced by pruning and fertilizer

Treatment		Acidity in 1,000 g green bean (mol/L)			
		Total acid	Malic acid	Tartaric acid	Citric acid
No pruning	NF	4.03 ± 0.63 [a]	0.27 ± 0.04 [a]	0.31 ± 0.05 [a]	0.26 ± 0.04 [a]
	CF12	2.93 ± 0.23 [c]	0.20 ± 0.02 [c]	0.22 ± 0.02 [c]	0.19 ± 0.02 [c]
	MF2	3.54 ± 0.37 [ab]	0.24 ± 0.03 [b]	0.27 ± 0.03 [ab]	0.23 ± 0.02 [b]
	MCF12	2.97 ± 0.21 [c]	0.20 ± 0.01 [c]	0.22 ± 0.02 [c]	0.19 ± 0.01 [c]
Pruning	NF	3.63 ± 0.55 [ab]	0.24 ± 0.04 [ab]	0.27 ± 0.04 [ab]	0.23 ± 0.04 [ab]
	CF12	3.68 ± 0.45 [ab]	0.25 ± 0.03 [ab]	0.28 ± 0.03 [ab]	0.24 ± 0.03 [ab]
	MF2	4.03 ± 0.50 [a]	0.27 ± 0.33 [a]	0.30 ± 0.04 [a]	0.26 ± 0.03 [a]
	MCF12	3.38 ± 0.22 [bc]	0.22 ± 0.02 [bc]	0.25 ± 0.02 [bc]	0.22 ± 0.01 [bc]
F-test		*	*	*	*
CV (%)		11.43	11.4	11.27	11.63

* Mean within each column followed by the same letter is not significantly different at P<0.05 (Fisher's LSD)

Table 4 Mean and standard derivation of light intensity within each experimental plots on December 2014, January 2015, March 2015, June 2015, August 2015

	Light intensity (μmol/m^2/s)				
Experimental Plots	December 2014	January 2015	March 2015	June 2015	August 2015
1	53.22 ± 5.57 ^{b}	78.68 ± 6.20 ^{c}	76.79 ± 1.21 ^{a}	61.48 ± 5.95 ^{d}	38.52 ± 0.12 ^{c}
2	58.52 ± 7.12 ^{b}	88.90 ± 1.66 ^{b}	32.25 ± 27.12 ^{b}	70.23 ± 3.79 ^{c}	34.26 ± 4.43 ^{c}
3	52.63 ± 6.14 ^{b}	94.10 ± 0.72 ^{ab}	87.09 ± 4.20 ^{a}	79.75 ± 0.80 ^{b}	90.24 ± 0.53 ^{a}
4	86.02 ± 5.89 ^{a}	97.91 ± 0.86 ^{a}	74.37 ± 23.76 ^{a}	74.53 ± 3.27 ^{bc}	60.59 ± 3.13 ^{b}
5	31.64 ± 20.15 ^{cd}	19.82 ± 3.32 ^{d}	64.92 ± 3.56 ^{a}	93.51 ± 1.42 ^{a}	35.97 ± 14.50 ^{c}
6	20.53 ± 18.57 ^{d}	24.30 ± 7.52 ^{d}	79.17 ± 2.77 ^{a}	56.71 ± 7.52 ^{d}	38.59 ± 12.66 ^{c}
F-test	*	*	*	*	*
CV (%)	22.67	5.64	20.22	5.68	17.56

* Mean within each column followed by the same letter is not significantly different at P<0.05 (Fisher's LSD)

Table 5 Nutrient content were coffee trees each treatment get per plant per crop

Treatment	Nitrogen (Total N) (mg)	Phosphorus(P_2O_5) (mg)	Potassium (K_2O) (mg)
NF	0.00	0.00	0.00
CF12	101.20	272.40	219.20
MF2	41.50	121.50	121.50
MCF12	141.20	392.40	339.20

NF; No fertilizer, CF12; Chemical fertilizer, MF2; Manure and compost fertilizer and MCF12; Manure, compost and chemical fertilizer

เอกสารอ้างอิง

AOAC International. 2002. Official methods of analysis of AOAC International. AOAC International. Maryland, USA.

Chareonsiri, W. 2010. Coffee. Available Source: http://www.bangkokhealth.com/index.php/health/healthgeneral/foodnutrition/652-%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B9%81%E0%B8%9F-coffee.html, September 12, 2016.

Chesney, P. and N. Vasquez. 2007. Dynamics of non-structural carbohydrate reserves in pruned *Erythrina poeppigiana* and *Gliricidia sepium* trees. Agroforestry syst. 69(2): 89–105.

Farah, A. and C.M., Donangelo. 2006. Phenolic compounds in coffee. Braz. J. Plant Physiol. 18(1): 23–36.

Hartt, C.E. 1969. Effect of potassium deficiency upon translocation of 14C in attached blades and entire plants of sugarcane. Plant Physiol. 44(10): 1461–1469.

Ingkasupart, P., B. Monochai, W.T. Songm and J.H. Hong. 2015. Antoxidant actinities and lutein content of II marigold (Tagetes spp.) Grown in Thailand. Food Sci. Tech. (campinas) 35(2): 380–385.

Kasemsap, P. 2013. Biology 2. Dansuthakanpim, Bangkok.

Korsamphan, C. 2012. Cultivation and production of Arabica coffee: The seedlings from the glass. 1st ed. Offset Wanida, Chiang Mai, Thailand.

Land Development Department. 2007. Improvement and maintenance of soil for coffee production. Available Source: http://www.ldd. go.th/menu_Dataonline/ G2/G2_10.pdf, May 22, 2014.

Loescher, W.H., T. McCamant and J.D. Keller. 1990. Carbohydrate reserves, translocation, and storage in woody plant roots. HortScience. 25(3): 274–281.

Masawat, P. 2012. A laboratory to determine the amount of caffeine in beverages by HPLC. Faculty of Science (Chemistry) Naresuan University, Phitsanulok, Thailand.

Meatha Distric Agricultural Extension. n.d. Pruning coffee trees. Available Source: http://www.lampang.go.th/db_lap/km/50/50_2.doc, May 22, 2013.

Naka, P., P. Ngankarunathikarn, M. Hantewee, S. Tuantawee, Y. Kasinkasamepong and P. wutthisin. 2004. The botanical and species of coffee plant. Dogbia printing, Bangkok.

National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. 2009. Standards products of Arabica coffee beans according to protection Act B.E. 2551. Available Source: http://www.acfs.go.th/standard/product _standards.php?pageid=6, December 27, 2015.

Office of Agricultural Economics. 2014. Coffee Products. Available Source: http://www. oae.go.th/ewt_news.php?nid=17308&filename=index, May 16, 2014.

Ohiokpehai, O. 1982. Chlorogenic acid content of green coffee beans. Doctoral dissertation,

Faculty of Biological and Chemical Sciences, University of Surrey, Guildford, England.

Osotsapa, Y. 2000. Plant Nutrients. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

Predner, D., P.Ch. Hsieh, P.Y. Lai and A.L. Charles. 2008. Evaluation of drying methods on antioxidant activity, total phenolic and total carotenoid contents of sweet potato (IpomoEtOAc batatas (L.) Lam.) var. Tainong 73. J. Int. Coop. 3(2): 73–86.

Ságio, S.A., A.A. Lima, H.G. Barreto, C.H.S. de Carvalho, L.V. Paiva and A. Chalfun–Junior. 2013. Physiological and molecular analyses of early and late Coffea arabica cultivars at different stages of fruit ripening. Acta Physiol. Plant. 35(11): 3091–3098.

Techawongstien, S. 2004. Plant Physiology. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khonkaen, Thailand. (in Thai)

The Agricultural Research Development Agency (Public organization). 2003. Coffee. Available Source: http://www.arda.or.th/ kasetinfo/south/coffee/history/01-02.php, September 12, 2016.

Toledo, S.D. and I.D. Barros. 1999. Influência da densidade de plantio e sistemas de podas na produção de café. Pesqui. Agropecu. Bras. 34(8): 1379–138.

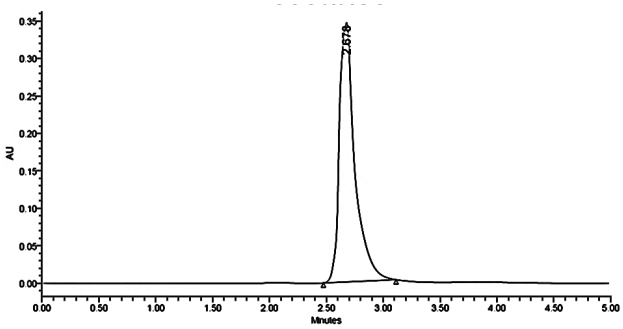

Figure 1 Chromatogram of caffeine standards peak; mobile phase is ethanol:water (60:40 v/v) flow rate 1.2 ml/min; Injection volume: 20 µl and PDA wavelength: 254 nm at 1.2 nm bandwidth

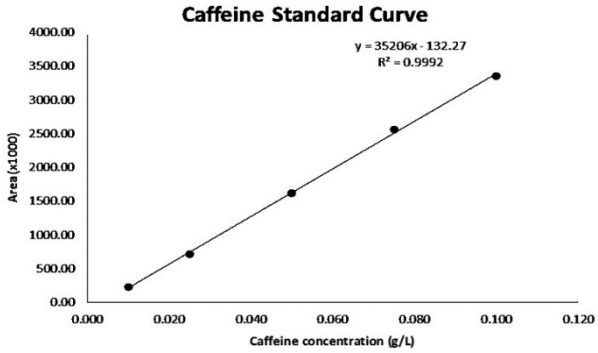

Figure 2 Standard curve of caffeine