

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุดปี 2563

1. แผนงานวิจัย : วิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มการผลิตกาแฟคุณภาพ
2. โครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตกาแฟและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว

กิจกรรม : 2. พัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกาแฟ

3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) การประเมินความต้องการธาตุอาหารและการจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตกาแฟอาราบิก้าตามผลวิเคราะห์ดินและพืช

ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) Plant Nutrients Requirement Evaluate and Chemical Fertilizer Management to Growth and Yield of Arabica Coffee by Soil and Plant Analysis.

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง ศศิธร วรปิติรังสี^{1/}

ผู้ร่วมงาน	ปฎิพัทธ์ ใจปิ่น ^{1/}	วีระ วรปิติรังสี ^{2/}	สนอง จรินทร ^{3/}
	วิมล แก้วสีดา ^{1/}	ฉัตรตัญญา ช่มอาวุธ ^{4/}	พรพนัช มีกุล ^{5/}
	สุภัทรา เลิศวัฒนาเกียรติ ^{3/}	สิริพร มะเจี้ยว ^{6/}	วิชญา ศรีสุข ^{1/}
	กรกช จันท ^{2/}		

5. บทคัดย่อ

การทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความต้องการธาตุอาหารและการจัดการปุ๋ยกาแฟอาราบิก้า ในการ

รหัสการทดลอง 01-58-59-03-02-00-03-60

^{1/} ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่

^{3/} สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพฯ ^{4/} ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ อ.หางดง จ.เชียงใหม่

^{5/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย อ.แม่สรวย จ.เชียงราย ^{6/} สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 เชียงใหม่

อ.เมือง จ.เชียงใหม่

management in the experimental plot. The RCB method was planned for 4 treatments, 5 replications. The process consisted of nitrogen fertilization at 0.75, 1, 1.5 times the rate of evaluation for nutrient requirements compared with fertilizer 15-15-15 combined with 13-13-21 rate of 100 kg/rai. The results showed that The application of fertilizers, the nutrient requirements of coffee were nitrogen fertilizers 43 kg/rai, phosphate 12 kg/rai and potash 26 kg/rai, with average fresh weight of 3 years 1,430.7, fresh shell weight 520.7 and dry weight 252.3 kg/rai, which is higher than fertilizer 15-15-15 combined with 13-13-21 rate of 100 kg/rai, fresh fruit weight 1,060, fresh shell weight 379.3 and dry weight 185.0 kg/rai. Quality of coffee beans weight of 100 grains 17.28 g and coffee bean size of grade 1 (≥ 7.1 mm.) 58%, highest when apply fertilized at rate 1 time the nutrient requirements. The income is 16,130 baht/rai, higher than that of 15-15-15 fertilizers, 5,510 baht/rai. The cost of fertilizers is reduced by 21.7% and the income of the farmers increases 34.2%. The recommend of chemical fertilizer apply for coffee arabica planting in the northern regions is component of N 43 kg/rai (46-0-0 84 kg/rai), P_2O_5 12 kg/rai (18-46-0 26 kg/rai) and K_2O 26 kg/rai (0-0-60 43 kg/rai), divided into 3 times, 1st time after pruning in January - February, 2nd time after fruiting in May and 3rd time, enlargement fruit in August.

6. คำนำ

กาแฟ (*Coffea* spp.) ที่ปลูกในประเทศไทยมี 2 ชนิดคืออาราบิก้า (*Coffea arabica* L.) และโรบัสตา หรือคานิฟอรา (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) ประเทศไทยผลิตกาแฟทั้ง 2 ชนิดได้ในอันดับที่ 19 ของโลกรองจากบราซิล เวียดนาม อินโดนีเซีย และประเทศอื่นๆ อีก 15 ประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) แหล่งผลิตกาแฟอาราบิก้าอยู่ทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัด เชียงใหม่ เชียงราย และนครราชสีมา ส่วนกาแฟโรบัสตา แหล่งผลิตอยู่ทางภาคใต้ ได้แก่ ชุมพรและระนอง ปัญหาใหญ่ของการผลิตกาแฟ ในปัจจุบันคือ ต้นทุนการผลิตสูงและปัญหาการใส่ปุ๋ยที่ถูกต้องและเหมาะสมตามความต้องการธาตุอาหารของกาแฟในพื้นที่สูงและพื้นราบ จากข้อมูลของสถาบันวิจัยพืชสวน (2553) รายงานว่า ในปี 2552/53 กาแฟมีต้นทุนการผลิต 45.85 บาทต่อกิโลกรัม เป็นค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยวและดูแลรักษา รองลงมาคือค่าปุ๋ยและอื่นๆ ในสภาวะการณ์ปัจจุบันค่าปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์มีราคาแพงขึ้นมากส่งผลให้ต้นทุน

การผลิตกาแฟสูงขึ้น โดยเฉพาะการผลิตกาแฟอาราบิก้าในพื้นที่สูงชันทางภาคเหนือ ต้นกาแฟที่ให้ผลแล้วถ้าใส่ปุ๋ยมากเกินไปทำให้ผลตกและยอดแห้งตาย ถ้าใส่ปุ๋ย 15-15-15 เป็นเวลานาน ดินเกิดการสะสมของฟอสฟอรัส (P) ทำให้สังกะสี (Zn) เกิดการขาด ใบแสดงอาการต่าง ใบเล็ก แคบ และปล้องสั้น หรือถ้าใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมากเกินไปอาจทำให้เกิดการขาดไนโตรเจน และแมกนีเซียมได้ กาแฟเป็นพืชที่ให้ผลเช่นเดียวกับลำไยและไม้ผลอื่นๆ ระยะการพัฒนาของผลกาแฟในพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล 700 เมตร ใช้เวลา 5-8 เดือน ส่วนกาแฟบนพื้นที่สูงกว่า 700 เมตร ใช้เวลา 9-10 เดือน จะเห็นว่าในช่วงระยะเวลาที่ใบสะสมอาหารน้อยมากเพียง 2-4 เดือนเท่านั้น การเร่งใส่ปุ๋ยมากเกินไป และไม่ถูกชนิดนอกจากเป็นอันตรายต่อต้นกาแฟโดยตรงแล้วยังส่งผลต่อความสมดุลของธาตุอาหารอื่นๆ ในดินในระยะยาวดังได้กล่าวมาข้างต้น แนวทางหนึ่งที่จะลดต้นทุนค่าปุ๋ยเคมี รวมทั้งการใส่ปุ๋ยให้ถูกสัดส่วนความต้องการ และความอุดมสมบูรณ์ของดินในสวนกาแฟก็คือการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในส่วนต่างๆ ของกาแฟ ได้แก่ ใบ ผล และเมล็ด รวมทั้งการวิเคราะห์ดินเพื่อนำมาประเมินผลผลิตที่ต้องการและจัดการปุ๋ยในสวนกาแฟเพื่อความยั่งยืนในระยะยาวต่อไป

กาแฟเป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารที่สำคัญได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) และโบรอน (B) และจะใช้ธาตุอาหารมากตลอดเวลาที่ได้รับแสงแดดและอุณหภูมิสูงโดยเฉพาะต้นกาแฟที่ปลูกกลางแจ้งเพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง การเจริญเติบโตและการเลี้ยงผล จึงมักพบเสมอว่าต้นกาแฟมีอาการตายจากยอดลงมาภายหลังการให้ผลตกเกินควร ต้นจะอ่อนแอและถูกโรคเข้าทำลายถ้ารุนแรงต้นก็ตาย แต่ถ้าไม่รุนแรงต้องใช้เวลาในการพักฟื้นต้นอย่างน้อย 2 ปี เพื่อให้ติดผลรอบใหม่ จากรายงานของไวและคณะ (2553) ปริมาณธาตุอาหารในใบกาแฟอาราบิก้า ซึ่งเก็บจากต้นกาแฟอายุ 6 ปี ที่สถานีพัฒนาการเกษตรที่สูงบ้านปางขอน จ.เชียงรายเมื่อปี 2550 และรายงานของ Reuter and Robinson (1986) ธาตุอาหารไนโตรเจนพบมีค่าสูง 3 และ 3.72% ซึ่งจากค่าวิเคราะห์ดังกล่าวได้แนะนำให้มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนตามผลผลิตที่เพิ่ม ส่วน P พบน้อยมาก ปริมาณธาตุอาหารในดินที่สถานีพัฒนาการเกษตรที่สูงบ้านปางขอน จ.เชียงรายเมื่อปี 2550 พบปริมาณ Ca 155-320 มก./กก. ซึ่งถือว่าต่ำมาก ในระยะยาวอาจเกิดอาการขาดถ้าไม่รีบดำเนินการแก้ไข ปรีดาและพิชิต (2535) รายงานว่า กาแฟเป็นพืชที่ตอบสนองต่อ B สูงเมื่อเปรียบเทียบกับส้มและสับปะรดที่มีการตอบสนองปานกลางและต่ำ การใส่ปุ๋ยกาแฟในมลรัฐฮาวาย สหรัฐอเมริกาแนะนำให้ใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 1,600 กรัม/ตัน และ 21-0-0 อัตรา 400 กรัม/ตัน ส่วนในประเทศอินเดียแนะนำให้ใส่ 15-15-15 หรือ 17-17-17 อัตรา 1,050 กรัม/ตันและ 21-0-0 250 กรัม/ตัน นอกจากนี้มีคำแนะนำให้พินซิงค์ซัลเฟต 40 กรัม/น้ำ 20 ลิตร แมกนีเซียมซัลเฟต 25 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ยูเรีย 200 กรัม แอมโมฟอส 500 กรัม และมิวเรตออฟโพแทสเซียม 35 กรัม/น้ำ 20 ลิตร เพื่อป้องกันการขาดธาตุสังกะสี แมกนีเซียม ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม นอกเหนือจากการให้

ทางดิน วัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาความต้องการธาตุอาหารและการจัดการปุ๋ยกาแฟอาราบิก้าในการลดต้นทุนการผลิต เพิ่มคุณภาพผลผลิต แนะนำแนวทางการใช้ปุ๋ยที่ถูกต้องเหมาะสมให้เกษตรกรในพื้นที่

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

- ต้นกล้ากาแฟอาราบิก้าสายพันธุ์คาร์ติมอร์ และทึปปิกา
- วัสดุการเกษตร ได้แก่ ทุบกี้บตัวอย่าง กรรไกรตัดแต่งกิ่ง พลั่วมือ ปูนขาว ปุ๋ยคอก ปุ๋ยเคมี 46-0-0, 18-46-0, 0-0-60, 15-15-15, 13-13-21 และอื่นๆ

วิธีการ

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาปริมาณธาตุอาหารไนโบและในผลกาแฟอาราบิก้า

(ดำเนินการ 1 ปี, 2560)

แผนการทดลอง ไม่มีการวางแผนการทดลองทางสถิติ

วิธีการปฏิบัติงาน

1. สุ่มตรวจสอบกาแฟอาราบิก้าในพื้นที่ จ.เชียงรายและเชียงใหม่ที่ให้ผลผลิตแล้ว จำนวน 4 สวน (จังหวัดละ 2 สวน) เก็บตัวอย่างดินวิเคราะห์สมบัติของดิน ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH), อินทรีย์วัตถุ และปริมาณธาตุอาหารในดิน ได้แก่ ฟอสฟอรัส (P), โพแทสเซียม (K), แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg), เหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn), ทองแดง (Cu), สังกะสี (Zn) และ โบรอน (B) ที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 เชียงใหม่ วิธีการวิเคราะห์ pH = ดิน:น้ำ 1:1, อินทรีย์วัตถุ = Walkley-Black method, P = Bray II, K Ca และ Mg = Ammonium Acetate 1 N pH7 extraction, Fe Mn Cu และ Zn = DTPA และ B = Hot water Soluble
2. ผูกป้ายต้นกาแฟสวนละ 5 ต้น ทำการเก็บตัวอย่างใบแก่ระยะเก็บเกี่ยวโดยเก็บใบคู่ที่ 3-4 จากยอด ซึ่งน้ำหนักสดและแห้งของตัวอย่างส่งวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร N P K Ca Mg Fe Mn Cu Zn และ B ที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1

เชียงใหม่ วิธีการวิเคราะห์ N = Kjeldahl method, P = Vanado molybdate, K Ca Mg Fe Mn Cu
Zn = Atomic Absorption Spectrophotometer และ B = Azomethin-H spectrophotometer

3. เก็บตัวอย่างผลกาแพ มาวิเคราะห์ธาตุอาหารโดยเก็บตัวอย่างผลกาแพเมื่อแก่เต็มที่ นำมาแยกส่วนเปลือก กะลา และเมล็ดซึ่งน้ำหนักสดและแห้งตัวอย่างนำไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร N P K Ca Mg Fe Mn Cu Zn และ B วิเคราะห์เช่นเดียวกับตัวอย่างใบ
4. บันทึกน้ำหนักผลผลิตกาแพต่อพื้นที่
5. คำนวณปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิตกาแพ นำมาประเมินความต้องการธาตุอาหารแต่ละชนิดเพื่อใส่ให้ต้นกาแพในขั้นตอนที่ 2 โดยเทียบกับผลวิเคราะห์ดิน

การบันทึกข้อมูล

1. วันปฏิบัติการต่างๆ
2. ข้อมูลผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน ใบ และผลกาแพ
3. ผลผลิตต่อพื้นที่

ขั้นตอนที่ 2 การจัดการปุ๋ยเคมีในสวนกาแพอาราบิกตามผลวิเคราะห์ดินและพืช

นำผลการวิเคราะห์และคำนวณความต้องการธาตุอาหารของกาแพจากขั้นตอนที่ 1 มาจัดการปุ๋ยในแปลงทดลอง (ดำเนินการ 4 ปี, 2560-2563)

แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำ 2 ต้น/กรรมวิธี

กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 0.75 เท่าของความต้องการธาตุอาหาร เท่ากับ 33 กก./ไร่/ปี
(46-0-0 63 กก./ไร่/ปี)

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 1 เท่าของความต้องการธาตุอาหาร เท่ากับ 43 กก./ไร่/ปี
(46-0-0 84 กก./ไร่/ปี)

กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 1.5 เท่าของความต้องการธาตุอาหาร เท่ากับ 65 กก./ไร่/ปี
(46-0-0 126 กก./ไร่/ปี)

กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ย 15-15-15 และ 13-13-21 อัตราอย่างละ 100 กก./ไร่/ปี

กรรมวิธีที่ 1-3 ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทสเซียมเท่ากับความต้องการธาตุอาหารของกาแฟ เท่ากับ 12 และ 26 กก. P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ โดยใส่ปุ๋ย 18-46-0 อัตรา 26 กก. และ 0-0-60 43 กก./ไร่

วิธีการปฏิบัติงาน

1. เตรียมพื้นที่และเตรียมหลุมปลูก เก็บตัวอย่างดินวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้น ได้แก่ pH อินทรีย์วัตถุ และ ปริมาณธาตุอาหารก่อนการทดลองปรับความเป็นกรดเป็นด่างของดินโดยการใส่ปูนขาวหรือปูนโดโลไมท์ ตามผลวิเคราะห์ดิน
2. ปลูกกาแฟอาราบิก้าในแปลงทดลองโดยใช้ต้นกล้าอายุ 1 ปี จำนวน 80 ต้น ระยะปลูก 4x4 เมตร
3. ใส่ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธี การใส่ปุ๋ยแบ่งใส่ 3 ครั้ง/ปี ครั้งที่ 1 ใส่หลังตัดแต่งกิ่งเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ ครั้งที่ 2 ใส่ระยะหลังติดผลเดือนพฤษภาคม ครั้งที่ 3 ใส่ระยะผลขยายขนาดเดือนสิงหาคม โดยใช้ปุ๋ยผสม 46-0-0, 18-46-0 และ 0-0-60 อัตราตามกรรมวิธี ฟันปุ๋ยทางใบ Zn และ B หรือธาตุอาหารอื่นอัตราตาม ความต้องการ ปุ๋ยเกษตรกรคือปุ๋ย 15-15-15 และ 13-13-21 อัตราอย่างละ 0.5 กก./ต้น/ปี
4. งดการเจริญเติบโตของต้นกาแฟก่อนใส่ปุ๋ยทุกครั้ง
5. ดูแลรักษาต้นและแปลงทดลอง ให้น้ำ กำจัดวัชพืช และป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามความจำเป็น

การบันทึกข้อมูล

1. วันปฏิบัติการต่างๆ
2. การเจริญเติบโตของต้นแต่ละกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย
3. ต้นทุนค่าปุ๋ยและผลตอบแทน

เวลาและสถานที่ ตุลาคม 2559 – กันยายน 2563

ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย

โครงการพัฒนาอดอยตุง อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ (เริ่มปี 2561)

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

การประเมินความต้องการธาตุอาหารของกาแฟประกอบด้วย การวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบและผล, ธาตุอาหารในดิน, ปริมาณผลผลิตที่ต้องการ นำทั้งหมดมาคำนวณปริมาณธาตุอาหารที่กาแฟต้องการในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต ดังผลการทดลองดังนี้

1. ผลการประเมินความต้องการธาตุอาหารของกาแฟอาราบิก้า

1.1 ผลวิเคราะห์ใบและผลกาแฟ

จากการเก็บตัวอย่างใบกาแฟจากต้นอายุ 5 ปี อ.แม่สรวย จ.เชียงราย ในปี 2559 จำนวน 4 แปลง ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบแสดงไว้ในตารางที่ 1 โดยปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน (N) พบมีค่าสูง 2.85-4.38 % ธาตุฟอสฟอรัส (P) ต่ำมาก 0.06-0.14 % ธาตุโพแทสเซียม (K) อยู่ในระดับปานกลาง 1.42-3.06 % สำหรับจุลธาตุได้แก่ สังกะสี (Zn) และทองแดง (Cu) มีค่าต่ำ ส่วนปริมาณธาตุแมงกานีส (Mn) พบในใบสูงมากมีค่า 175-328 mg/kg (ตารางที่ 1) ส่วนปริมาณธาตุอาหารในผลกาแฟพบว่า N พบมากในส่วนเมล็ด โดยเฉพาะเมล็ดในร่ม 2.75% K อยู่ในส่วนของเปลือกนอกมากกว่าส่วนอื่นๆ โดยพบสูงถึง 2.8%

1.2 ผลวิเคราะห์ดินใต้ต้นกาแฟ

ดินเป็นกรดค่า pH 5.1-5.5 ปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัส (P) ปานกลาง-สูง มีค่า 27-213 ธาตุโพแทสเซียม (K) สูงมาก 434-690 แคลเซียม (Ca) ปานกลาง-สูง 918-2,007 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนโบรอน (B) มีค่าต่ำ (ตารางที่ 2) จากผลวิเคราะห์ดินมีความเหมาะสมในการปลูกกาแฟอาราบิก้าซึ่ง Haarer, 1956 รายงานว่าดินที่เหมาะสมในการปลูกกาแฟอาราบิก้าควรเป็นดินที่มีความเป็นกรด ค่า pH ดินอยู่ระหว่าง 4.2-5.1 มีอินทรีย์วัตถุสูงและมีโปแตสที่เป็นประโยชน์

วิธีคำนวณความต้องการธาตุอาหาร NPK ตามค่าที่วิเคราะห์ได้เทียบกับผลผลิต

ธาตุอาหารที่ใช้สร้างผลผลิต (กรัม/น้ำหนักแห้ง) (A)

$$A = \text{ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากใบและผล} \times \text{น้ำหนักแห้งสุ่ม}/100$$

ธาตุอาหารที่ใช้สร้างผลผลิต (กรัม/ตารางเมตร) (B)

$$B = A \times \text{น้ำหนักผลผลิต/น้ำหนักสดสุ่ม}$$

โดยความเข้มข้นของธาตุอาหาร : ค่าวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารในตัวอย่างผลผลิต (%)

น้ำหนักแห้งสุ่ม : น้ำหนักแห้งตัวอย่างผลผลิตที่นำมาวิเคราะห์ (กรัม)

น้ำหนักผลผลิต : น้ำหนักสดผลผลิตในพื้นที่ 1 ตารางเมตร (กรัม/ตารางเมตร)

น้ำหนักสดสุ่ม : น้ำหนักสดตัวอย่างผลผลิตที่นำมาวิเคราะห์ (กรัม)

ธาตุอาหารที่ใช้สร้างผลผลิต ในพื้นที่ 1 ไร่ (กก./ไร่) (C)

$$C = B \times \text{น้ำหนักผลผลิต} \times \text{พื้นที่ 1 ไร่} / 1000$$

น้ำหนักผลผลิต : น้ำหนักสดผลผลิต (กก.)

พื้นที่ 1 ไร่ : พื้นที่ 1,600 ตารางเมตร

ผลการประเมินความต้องการธาตุอาหาร N, P₂O₅ และ K₂O ของกาแฟพบว่า ต้องการ 43, 12 และ 26 กก./ไร่ หรือสัดส่วน 4:1:3 ต่อการให้ผลผลิต 2 ตัน/ไร่ นำค่าที่ประเมินไปทดลองในแปลงทดลองตามกรรมวิธี คือใส่ปุ๋ย 46-0-0 63 กก./ไร่/ปี (N = 0.75 เท่าของความต้องการธาตุอาหาร) 46-0-0 84 กก. (N = 1 เท่า) 46-0-0 126 กก. (N = 1.5 เท่า) โดยทุกกรรมวิธี ใส่ปุ๋ย 18-46-0 26 กก. และ 0-0-60 43 กก./ไร่/ปี เท่ากัน กรรมวิธีควบคุมคือการใส่ปุ๋ย 15-15-15+13-13-21 อัตราอย่างละ 100 กก./ไร่/ปี

2. ผลของการจัดการปุ๋ยต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลกาแฟอาราบิก้า

ผลวิเคราะห์ดินก่อนทดลอง เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกวิเคราะห์สมบัติของดินและปริมาณธาตุอาหารในดิน พบว่า ดินศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงรายเป็นกรด ค่า pH 4.7-5.4 อินทรีย์วัตถุ 2.08-3.12 % ดินมีธาตุอาหารฟอสฟอรัสต่ำ 11-44 มก./กก. ส่วนโพแทสเซียม 110-325 และเหล็ก 69-92 มก./กก. ซึ่งพบในระดับสูง ส่วนโครงการพัฒนาตอยตุงดินเป็นกลาง ค่า pH 6.1-6.6 และดินมีปริมาณธาตุแคลเซียมสูงกว่าดินที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงรายส่วนธาตุอื่น ๆ มีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนดินที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ pH 5.4 อินทรีย์วัตถุ 3.35 % ดินมีธาตุอาหารฟอสฟอรัสต่ำ 17 มก./กก. ส่วนโพแทสเซียม 500 มก./กก. (ตารางที่ 3)

2.1 การเจริญเติบโตของต้นกาแฟ

การเจริญเติบโตของต้นกาแฟ ขนาดโคนต้นกาแฟอาราบิก้าที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อายุ 3 ปี เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราตามความต้องการธาตุอาหาร (N 1 เท่า) ปุ๋ย 46-0-0 84 กก. 18-46-0 26 กก. และ 0-0-60 43 กก./ไร่/ปี มีขนาดสูงที่สุด 3.70 ซม. ผลการทดลองที่โครงการพัฒนาตอยตุง ต้นกาแฟอายุ 3 ปี เมื่อได้รับปุ๋ย N 1.5 เท่าของอัตราตามความต้องการธาตุอาหาร ปุ๋ย 46-0-0 126 กก./ไร่ 18-46-0 26 กก./ไร่ และ 0-0-60 43 กก./ไร่/ปี มีขนาดสูงที่สุด 2.90 ซม. (ตารางที่ 4 และ 5) ส่วนความสูงต้นของกาแฟที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่อยู่ระหว่าง 181-185.3 ซม. ขนาดโคนต้น 4.10-4.31 ซม.

2.2 ผลผลิต

ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย น้ำหนักผลสดกาแฟคาร์ติมอร์ ปี 2561 การใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า สูงที่สุด 1,175.3 กก./ไร่ รองลงมาคือการใส่ปุ๋ย N อัตราตามความต้องการธาตุอาหาร (1 เท่า) น้ำหนักผล 1,044 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยทั้ง 2 กรรมวิธี ให้ผลแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ปุ๋ย 15-15-15 ซึ่งมีผลผลิตต่ำที่สุด 988 กก./ไร่ (ตารางที่ 6)

ส่วนในปี 2562 การใส่ปุ๋ย N 1 เท่า น้ำหนักผลสูงที่สุด 1,705 กก./ไร่ รองลงมาคือ ปุ๋ย N 1.5 เท่า 1,542 กก./ไร่ สอดคล้องกับผลการทดลองในปี 2563 การใส่ปุ๋ย N 1 เท่า ให้น้ำหนักผลสูงที่สุด 1,543 กก./ไร่ รองลงมาคือ ปุ๋ย N 1.5 เท่า 1,102 กก./ไร่ น้ำหนักผลสดเฉลี่ยทั้ง 3 ปี พบว่ากรรมวิธีที่ 1 การใส่ปุ๋ย N 1 เท่า สูงที่สุด น้ำหนักผลสดเฉลี่ย 1,430.7 กก./ไร่ รองลงมาคือการใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า น้ำหนักผลสด 1,273 กก./ไร่ ส่วนการใส่ปุ๋ย 15-15-15 และปุ๋ย N 0.75 เท่า น้ำหนักผลสดเฉลี่ย 3 ปีเท่ากับ 1,060 และ 1,025 กก./ไร่ ตามลำดับ น้ำหนักสดกะลาเฉลี่ย 3 ปี การใส่ปุ๋ย N 1 เท่า มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 520.7 กก./ไร่ ส่วนการใส่ปุ๋ย 15-15-15 และปุ๋ย N 0.75 เท่า น้ำหนักสดกะลาต่ำที่สุด 379.1 และ 371.3 กก./ไร่ น้ำหนักแห้งกะลาในกรรมวิธีที่ 1 เฉลี่ย 3 ปี เท่ากับ 252.3 กก./ไร่ ซึ่งสูงกว่าการใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า 0.75 เท่า และปุ๋ย 15-15-15 มีค่าเฉลี่ย 225.3, 179.7 และ 185.0 กก./ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

น้ำหนักผลสดกาแฟทาบปีกา ปี 2561 การใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า น้ำหนักผลสดสูงที่สุด 1,153 กก./ไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ปุ๋ย N 1 เท่า ปุ๋ย 15-15-15 และปุ๋ย N 0.75 เท่า มีน้ำหนักผลสด ดังนี้ 1,010 957 และ 722 กก./ไร่ ปี 2562 การใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า น้ำหนักผลสดสูงที่สุด 1,076 กก./ไร่ รองลงมาคือ ปุ๋ย N 1 เท่า น้ำหนักผล 802 กก./ไร่ การใส่ปุ๋ย 15-15-15 น้ำหนักผลสดต่ำที่สุด 741 กก./ไร่ ปี 2563 การใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า น้ำหนักผลสด 577 กก./ไร่ และปุ๋ย 15-15-15 น้ำหนักผลสดต่ำที่สุด 260 กก./ไร่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉลี่ยทั้ง 3 ปี พบว่า การใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า ค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 935.3 กก./ไร่ รองลงมาคือการใส่ปุ๋ย N 1 เท่า 755.7 กก./ไร่ ปุ๋ย 15-15-15 652.7 กก./ไร่ และปุ๋ย N 0.75 เท่า น้ำหนักผลสดเฉลี่ยต่ำที่สุด 593.7 กก./ไร่ น้ำหนักสดกะลาเฉลี่ย 3 ปี กรรมวิธีการใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า สูงที่สุด 352 กก./ไร่ น้ำหนักแห้งกะลาเฉลี่ย 175.7 กก./ไร่ สูงกว่าทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 7)

โครงการพัฒนาอดอยตุง น้ำหนักผลสดกาแฟคาร์ติมอร์ ปี 2561 การใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ย N 1 เท่า น้ำหนักผลสดสูงที่สุด 166 กก./ไร่ รองลงมาคือการใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า น้ำหนักผลสด 163 กก./ไร่ ปี 2562 การใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า น้ำหนักผลสดสูงที่สุด 881 กก./ไร่ ไม่แตกต่างทางสถิติกับปุ๋ย N 1 เท่า 806 กก./ไร่ ทั้ง 2 กรรมวิธี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ปุ๋ย 15-15-15 น้ำหนักผลสดต่ำที่สุด 281 กก./ไร่ ปี 2563 การใส่ปุ๋ย N 1 เท่า น้ำหนักผลสดสูงที่สุด 530 กก./ไร่ รองลงมาคือ ปุ๋ย N 1.5 เท่า 404 กก./ไร่ ส่วนการใส่ปุ๋ย N 0.75 เท่าและปุ๋ย 15-15-15 น้ำหนักผลสดต่ำที่สุด 365 และ 364 กก./ไร่ ตามลำดับ น้ำหนักผลสดเฉลี่ยทั้ง 3 ปี พบว่ากรรมวิธีการใส่ปุ๋ย N 1 เท่าสูงที่สุด 500.7 กก./ไร่ รองลงมาคือการใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า 482.4 กก./ไร่ น้ำหนักสดกะลาเฉลี่ย 3 ปี ปุ๋ย N 1 เท่าสูงที่สุด 194.0 กก./ไร่ รองลงมาคือการใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า 193.7 กก./ไร่ น้ำหนักแห้งกะลาเฉลี่ย 3 ปี ปุ๋ย N 1.5 เท่า สูงที่สุด 106.3 กก./ไร่ รองลงมาคือการใส่ปุ๋ย N 1 เท่า 98.0 กก./ไร่ (ตารางที่ 8)

น้ำหนักผลสดกาแพทูปปีกา ปี 2561 การใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า น้ำหนักผลสดสูงที่สุด 322.7 กก./ไร่ ปี 2562 ผลการทดลองสอดคล้องกับปี 2561 การใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า น้ำหนักผลสดสูงที่สุด 307.7 กก./ไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ปุ๋ย 15-15-15 น้ำหนักผลสดต่ำที่สุด 51.8 กก./ไร่ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักผลสด 2 ปี พบว่า การใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่าสูงที่สุด 315.2 กก./ไร่ น้ำหนักสดกะลา 157.8 และ น้ำหนักแห้งกะลา 64.6 กก./ไร่ (ตารางที่ 9)

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ปี 2562 กรรมวิธีการใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า น้ำหนักผลสดสูงที่สุด 348.9 กก./ไร่ ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ย N 1 เท่า น้ำหนักผลสด 293.6 กก./ไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ปุ๋ย N 0.75 เท่า น้ำหนักผลสดต่ำที่สุด 186.5 กก./ไร่ ปี 2563 การใส่ปุ๋ย N 1 เท่า น้ำหนักผลสดสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ 55.4 กก./ไร่ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ค่าเฉลี่ยทั้ง 2 ปี การใส่ปุ๋ยทั้ง 2 กรรมวิธี ปุ๋ย N 1 เท่า และ 1.5 เท่า น้ำหนักผลสดเท่ากับ 174.5 และ 187.9 กก./ไร่ ตามลำดับ น้ำหนักสดกะลาเฉลี่ย 81.9 และ 91.4 กก./ไร่ และน้ำหนักแห้งกะลา 31 และ 33.1 กก./ไร่ (ตารางที่ 10)

จากผลการทดลองทั้ง 3 แห่ง การจัดการปุ๋ยเคมีในกาแพอาราบิกาในพื้นที่ภาคเหนือ การใส่ปุ๋ย อัตราตามความต้องการธาตุอาหารของกาแพ คือ ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 43 กก./ไร่ ปุ๋ยฟอสเฟต 12 กก./ไร่ และปุ๋ยโพแทสเซียม 26 กก./ไร่ หรือการใส่ปุ๋ย 46-0-0 84 กก./ไร่ 18-46-0 26 กก./ไร่ และ 0-0-60 43 กก./ไร่ แบ่งใส่ 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 หลัง ตัดแต่งกิ่งเดือน มกราคม - กุมภาพันธ์ ครั้งที่ 2 หลังติดผลเดือนพฤษภาคม และครั้งที่ 3 ผลขยายขนาดเดือน สิงหาคมให้ผลผลิตน้ำหนักผลสด น้ำหนักสดกะลาและน้ำหนักแห้งกะลาดีกว่าการใส่ปุ๋ยอัตราอื่นๆ

2.3 คุณภาพผลผลิต ปริมาณคาเฟอีนในเมล็ดกาแพหลังบ่ม 1 ปี การใส่ปุ๋ยกาแพคาร์ติมอร์ N 0.75, 1, 1.5 เท่า และปุ๋ย 15-15-15 ไม่มีความแตกต่างกัน มีค่าระหว่าง 0.63-0.95% ส่วนทูปปีกา มีค่าระหว่าง 0.69-0.93% (ตารางที่ 11)

น้ำหนักเมล็ดกาแพ 100 เมล็ด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในกาแพคาร์ติมอร์ แต่มีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ย N 1 เท่า น้ำหนัก 100 เมล็ด สูงที่สุดในปี 2563 คือ 17.28 กรัม ส่วนทูปปีกา การใส่ปุ๋ย N 1.5 เท่า น้ำหนัก 100 เมล็ด สูงที่สุด คือ 21.72 และ 20.96 กรัมในปี 2562 และ 2563 ตามลำดับแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ปุ๋ย 15-15-15 น้ำหนัก 100 เมล็ดต่ำที่สุด 18.64 และ 17.12 กรัม (ตารางที่ 12)

ขนาดของเมล็ดกาแพ นำเมล็ดสีเอากะลาออกโดยใช้เครื่องสีกะลาและได้สารกาแพ คัดแบ่งเกรดได้ดังนี้ กาแพคาร์ติมอร์การใส่ปุ๋ย N 1 เท่าและ 1.5 เท่า ขนาดเมล็ดกาแพเกรด 1 ปี 2561 42, 53 %, ปี 2562 55, 48%, และ ปี 2563 48, 49% ไม่แตกต่างทางสถิติแต่สูงกว่าการใส่ปุ๋ย 0.75 เท่าและปุ๋ย 15-15-15 ขนาดเมล็ดกาแพเกรด 1 อยู่ระหว่าง 25-42.5% (ตารางที่ 13)

กาแพทูปปิกา การใส่ปุ๋ย N 1 เท่าและ 1.5 เท่า ขนาดเมล็ดกาแพเกรด 1 สูงที่สุด โดย ปี 2561 55, 56%, ปี 2562 58, 56%, และปี 2563 38, 50% ทั้ง 2 กรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับกาแพที่ใส่ปุ๋ย 15-15-15 ขนาดเมล็ดกาแพเกรด 1 มีค่าต่ำที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย ปี 2561 43% ปี 2562 41% และปี 2563 39% (ตารางที่ 14)

3. ผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าปุ๋ย

ต้นทุนค่าปุ๋ยเคมี อัตรา N 0.75, 1, 1.5 เท่า และ ปุ๋ย 15-15-15 เท่ากับ 2,196 2,473 3,027 และ 3,160 บาท/ไร่ (ตารางที่ 15)

ผลตอบแทนจากการใช้ปุ๋ย N 1 เท่า สูงที่สุดโดยมีรายได้หลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยเมื่อเปรียบเทียบกับ การใช้ปุ๋ย 15-15-15 เท่ากับ 16,130 บาท/ไร่ และ 10,620 บาท รายได้สูงกว่าการใช้ปุ๋ย 15-15-15 5,510 บาท/ไร่ (ตารางที่ 16)

การใส่ปุ๋ยกาแพในอัตราตามความต้องการธาตุอาหารเป็นการให้ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียมตรงตามที่พืชต้องการโดยให้ในรูปของปุ๋ยเคมี จึงทำให้กาแพมีน้ำหนักรวม น้ำหนักสด น้ำหนักสกลารวมทั้ง น้ำหนักแห้งกะลาต่อไร่สูงกว่าการใช้ปุ๋ย 15-15-15 และ 13-13-21 ซึ่งเมื่อเทียบธาตุอาหารแล้วการใช้ปุ๋ยทั้ง 2 ตัวดังกล่าวในอัตรา 100 กก./ไร่ ต้นกาแพจะได้รับธาตุไนโตรเจน (N) 28 กก. ฟอสเฟต (P_2O_5) 28 กก. และโพแทสเซียม (K_2O) 36 กก./ไร่ ในขณะที่กาแพต้องการธาตุอาหาร N 43 กก. ฟอสเฟต 12 กก. และ โพแทสเซียม 26 กก./ไร่ เท่านั้น จะเห็นว่าการใส่ปุ๋ยไม่ถูกอัตรา คือ N ได้รับน้อยไปส่วน P_2O_5 และ K_2O ได้รับมากเกินไปเกินความต้องการเป็นเหตุให้ผลผลิตที่ได้ต่ำและเป็นการเพิ่มต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีต่อไร่ให้สูงขึ้นส่งผลให้ได้รับผลตอบแทนต่ำ ซึ่งในต่างประเทศได้มีการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบกาแพพบว่า มี N 3%, P_2O_5 0.2% และ K_2O 2.6% (Reuter and Robinson, 1986) และได้มีคำแนะนำให้มีการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนตามผลผลิตที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นในการทดลองนี้เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตรงตามอัตราที่พืชต้องการจึงทำให้ตอบสนองต่อผลผลิตให้เพิ่มขึ้นได้

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์ใบและผลกาแพอาราบิก้าจากต้นอายุ 5 ปี อ.แม่สรวย จ.เชียงราย มีค.-ม.ย. 2559

สถานที่	ปริมาณธาตุอาหาร (%)					ปริมาณธาตุอาหาร (มก./กก.)				
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
แปลงที่ 1	2.85	0.06	1.48	0.96	0.32	58	328	3.51	21.2	14.1
แปลงที่ 2	4.38	0.12	2.54	1.21	0.40	81	175	8.02	2.41	37.5
แปลงที่ 3	3.19	0.06	1.42	1.16	0.34	91	322	5.17	13.2	18.1

แปลงที่ 4	3.88	0.14	3.06	1.59	0.45	128	177	7.91	2.31	35.9
ส่วนของผล										
เปลือกนอก	1.88	0.09	2.80	0.35	0.08	44	209	7.64	3.34	15.2
เปลือกใน	1.02	0.04	0.52	0.25	0.02	37	54	8.86	3.9	9.43
เมล็ด	1.84	0.12	1.07	1.19	0.16	82	107	8.73	9.44	11.4
เปลือกนอก (ต้นในร่ม)	1.89	0.09	2.41	0.35	0.10	32	91	8.84	2.62	19.2
เปลือกใน (ต้นในร่ม)	1.20	0.04	0.55	0.22	0.04	27	24	12.1	3.34	13.3
เมล็ด (ต้นในร่ม)	2.75	0.13	1.20	0.19	0.17	66	73	10	7.94	15.2

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์ดินใต้ต้นกาแฟอายุ 5 ปี อ.แม่สรวย จ.เชียงราย มีค.-มีย. 2559

สถานที่	pH	ปริมาณธาตุอาหาร (มก./กก.)								
		P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
แปลงที่ 1	5.1	213	434	918	131	74	79	2.88	3.39	1.02
แปลงที่ 2	5.1	74	690	2,007	387	91	80	3.64	2.70	1.65
แปลงที่ 3	5.1	38	454	1,108	234	71	29	2.1	2.12	0.82
แปลงที่ 4	5.5	27	680	1,350	216	53	44	2.0	2.94	0.81

ตารางที่ 3 ผลวิเคราะห์ดินก่อนการทดลองศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย (ศวส.ชร.) อ.เมือง จ.เชียงราย โครงการพัฒนาดอยตุง อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย ปี 2559 และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ (ศวพ.ชม.) ปี 2561

สถานที่	pH	OM. (%)	ปริมาณธาตุอาหาร (มก./กก.)								
			P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
ศวส.ชร.(1)	4.7	3.12	11	110	208	45	92	20	0.42	1.21	0.63
ศวส.ชร.(2)	5.4	2.08	44	325	609	146	69	48	0.8	0.81	0.57
ดอยตุง(1)	6.1	3.25	36	189	1,138	164	48	65	2.32	4.64	0.53
ดอยตุง(2)	6.6	3.22	92	171	1,540	191	44	53	3.25	3.79	0.41
ศวพ.ชม.	5.4	3.35	17	500	724	352	42	56	1.85	1.18	1.07

ตารางที่ 4 ความสูงต้นและขนาดโคนต้นกาแฟอาราบิกา ก่อนและหลังได้รับปุ๋ยอัตราต่างๆ ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ปี 2560-2561

อัตราปุ๋ย	ความสูง (ซม.)			ขนาดโคนต้น (ซม.)		
	อายุ 2 เดือน	อายุ 2 ปี	อายุ 3 ปี	อายุ 2 เดือน	อายุ 2 ปี	อายุ 3 ปี
N 0.75 เท่า	48.1	165.3	156.9	0.58	2.77	3.36
N 1 เท่า	49.4	168.4	156.2	0.68	2.94	3.70
N 1.5 เท่า	46.2	165.1	156.1	0.65	2.86	3.66
ปุ๋ย 15-15-15	49.9	162.9	156.3	0.62	2.74	3.61
CV (%)	8.3	6.6	4.8	8.7	8.8	11.4

หมายเหตุ ต้นทดลองมีการตัดแต่งกิ่งเพื่อควบคุมความสูงหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปี 2560

ตารางที่ 5 ความสูงต้นและขนาดโคนต้นกาแฟอาราบิกาก่อนและหลังได้รับปุ๋ยอัตราต่างๆที่โครงการพัฒนาโดยตุง
อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย ปี 2560-2561

อัตราปุ๋ย	ความสูง (ซม.)			ขนาดโคนต้น (ซม.)		
	อายุ 2 เดือน	อายุ 2 ปี	อายุ 3 ปี	อายุ 2 เดือน	อายุ 2 ปี	อายุ 3 ปี
N 0.75 เท่า	65.9	102.5	129.9	1.27	2.16	2.86
N 1 เท่า	66.4	107.6	123.6	1.23	2.25	2.71
N 1.5 เท่า	65.7	101.6	130.1	1.29	2.18	2.90
ปุ๋ย 15-15-15	64.9	101.8	126.2	1.27	2.11	2.91
C.V. (%)	11.2	10.1	14.1	14.5	13.3	14.9

ตารางที่ 6 ผลผลิตกาแฟอาราบิกา (คาร์ติมอร์) เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย
ปี 2561-2563

อัตราปุ๋ย	น้ำหนักผลสด (กก./ไร่) ^{1/}				น้ำหนักสดกะลา(กก./ไร่) ^{1/}				น้ำหนักแห้งกะลา (กก./ไร่) ^{1/}			
	2561	2562	2563	เฉลี่ย	2561	2562	2563	เฉลี่ย	2561	2562	2563	เฉลี่ย
N 0.75 เท่า	1,014 b	1,286 b	774 b	1025.0	406 b	435 b	273 b	371.3	179 b	226 b	134 b	179.7
N 1 เท่า	1,044 ab	1,705 a	1,543 a	1,430.7	449 ab	568 a	545 a	520.7	204 ab	290 a	263 a	252.3
N 1.5 เท่า	1,175 a	1,542 ab	1,102 b	1,273.0	465a	545 ab	402 ab	470.7	210 a	270 ab	196 ab	225.3
ปุ๋ย 15-15-15	988 c	1,265 b	927 b	1,060.0	362 c	418 b	358 b	379.3	164 b	217 b	174 b	185.0
C.V. (%)	27.1	24.4	26.8	-	20.8	20.3	31.3	-	19.5	21.7	31.5	-

^{1/} ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 7 ผลผลิตกาแฟอาราบิกา (ทิบปิกา) เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย
ปี 2561-2563

อัตราปุ๋ย	น้ำหนักผลสด (กก./ไร่) ^{1/}				น้ำหนักสดกะลา(กก./ไร่) ^{1/}				น้ำหนักแห้งกะลา (กก./ไร่) ^{1/}			
	2561	2562	2563	เฉลี่ย	2561	2562	2563	เฉลี่ย	2561	2562	2563	เฉลี่ย
N 0.75 เท่า	722 c	766 b	293 b	593.7	283 c	255 b	126 b	221.3	160 c	134 b	61 b	118.3
N 1 เท่า	1,010 b	802 ab	455 ab	755.7	394 b	298 ab	174 ab	288.7	195 b	147 b	84 ab	142.0
N 1.5 เท่า	1,153 a	1,076 a	577 a	935.3	447 a	391 a	218 a	352.0	217 a	207 a	103 a	175.7
ปุ๋ย 15-15-15	957 b	741 b	260 b	652.7	381 b	254 b	97 b	244.0	186 b	132 b	53 b	123.7
C.V. (%)	30.4	31.7	28.0	-	30.5	39.1	32.0	-	29.2	39.9	26.7	-

^{1/} ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 8 ผลผลิตกาแฟอาราบิกา (คาร์ติมอร์) เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ ที่โครงการพัฒนาโดยดุง
ปี 2561-2563

อัตราปุ๋ย	น้ำหนักผลสด(กก./ไร่) ^{1/}				น้ำหนักสดกะลา (กก./ไร่) ^{1/}				น้ำหนักแห้งกะลา(กก./ไร่) ^{1/}			
	2561	2562	2563	เฉลี่ย	2561	2562	2563	เฉลี่ย	2561	2562	2563	เฉลี่ย
N 0.75 เท่า	101	640 ab	365	368.7	69	216 ab	158	147.7	33.6	112 ab	84	76.5
N 1 เท่า	166	806 a	530	500.7	76	275 a	231	194.0	38.9	148 a	107	98.0
N 1.5 เท่า	163	881 a	404	482.6	70	342 a	169	193.7	36.0	187 a	96	106.3
ปุ๋ย 15-15-15	135	281 b	364	260.0	63	92 b	153	102.7	34.6	53 b	72	53.2
C.V. (%)	32.8	28.2	36.6	-	33.3	28.9	31.5	-	-	26.1	32.7	-

^{1/} ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 9 ผลผลิตกาแฟอาราบิกา (ทึปีกา) เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ ที่โครงการพัฒนาออยตุง
ปี 2561 และปี 2562

อัตราปุ๋ย	น้ำหนักผลสด (กก./ไร่) ^{1/}			น้ำหนักสดกะลา(กก./ไร่) ^{1/}			น้ำหนักแห้งกะลา (กก./ไร่) ^{1/}		
	2561	2562	เฉลี่ย	2561	2562	เฉลี่ย	2561	2562	เฉลี่ย
N 0.75 เท่า	125.5	194.2 ab	159.9	72.6	91.9 ab	82.3	29.2	43.9 ab	36.6
N 1 เท่า	108.6	206.9 ab	157.8	56.2	69.7 ab	63.0	23.8	35.3 ab	30.0
N 1.5 เท่า	322.7	307.7 a	315.2	181.7	133.8 a	157.8	70.6	58.6 a	64.6
ปุ๋ย 15-15-15	93.9	51.8 b	72.9	56.9	19.5 b	38.2	26.4	9.0 b	17.7
C.V. (%)	-	28.8	-	-	26.3	-	-	24.1	-

^{1/} ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 10 ผลผลิตกาแฟอาราบิกา เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่
ปี 2562 และปี 2563

อัตราปุ๋ย	น้ำหนักผลสด (กก./ไร่) ^{1/}			น้ำหนักสดกะลา(กก./ไร่) ^{1/}			น้ำหนักแห้งกะลา (กก./ไร่) ^{1/}		
	2562	2563	เฉลี่ย	2562	2563	เฉลี่ย	2562	2563	เฉลี่ย
N 0.75 เท่า	186.5 b	29.4	108.0	81.1 b	13.9	47.5	32.6 b	7.8	20.2
N 1 เท่า	293.6 ab	55.4	174.5	144.0 ab	19.8	81.9	49.9 ab	12.0	31.0
N 1.5 เท่า	348.9 a	26.8	187.9	172.0 a	10.7	91.4	61.1 a	5.0	33.1
ปุ๋ย 15-15-15	262.4 ab	45.9	150.2	123.8 ab	17.4	70.6	45.1 ab	9.0	27.1
C.V. (%)	39.5	31.7	-	36.4	31.8	-	36.4	32.9	-

^{1/} ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 11 คาเฟอีนในเมล็ดกาแฟหลังบ่ม 1 ปี คั่วที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส นาน 15 นาทีเมื่อได้รับปุ๋ย ไนโตรเจนอัตราต่างๆที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงรายและโครงการพัฒนาดอยตุง ปี 2561-2562

อัตราปุ๋ย	คาเฟอีน (%)*			
	ศวส.ชร		ดอยตุง	
	คาร์ติมอร์	ทิปปิกา	คาร์ติมอร์	ทิปปิกา
N 0.75 เท่า	0.95	0.79	0.80	0.73
N 1 เท่า	0.74	0.69	0.77	0.84
N 1.5 เท่า	0.72	0.93	0.82	0.75
ปุ๋ย 15-15-15	0.63	0.84	0.80	0.75

*HPLC คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ศวท.มช.)

ตารางที่ 12 น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) ของกาแฟอาราบิก้าเมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆที่ ศวส.ชร. ปี 2562 และ 2563

อัตราปุ๋ย	คาร์ติมอร์		ทิปปิกา	
	2562	2563	2562	2563
	N 0.75 เท่า	14.25	16.24	20.28 ab
N 1 เท่า	15.73	17.28	20.00 ab	18.24 b
N 1.5 เท่า	15.80	16.96	21.72 a	20.96 a
ปุ๋ย 15-15-15	14.45	16.80	18.64 b	17.12 b
C.V.(%)	9.0	6.3	9.9	8.8

ตารางที่ 13 คุณภาพผลผลิต (เปอร์เซ็นต์ขนาดผลกาแฟกะลาแห้ง) ของกาแฟอาราบิกา (คาร์ติมอร์) เมื่อได้รับปุ๋ย ไนโตรเจนอัตราต่างๆ ปี 2561-2563 ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย

อัตราปุ๋ย	ปี 2561 ^{1/}				ปี 2562				ปี 2563			
	เกรด1	เกรด2	เกรด3	เกรด4 ^{2/}	เกรด1	เกรด2	เกรด3	เกรด4	เกรด1	เกรด2	เกรด3	เกรด4
N 0.75 เท่า	40 ab	19 b	23 ab	18 a	36 b	35	18 a	11	25 b	30 b	29 a	16 a
N 1 เท่า	42 ab	38 a	16 ab	4 b	55 a	29	10 b	6	48 a	34 ab	10 b	8 ab
N 1.5 เท่า	53 a	25 ab	15 b	7 b	48 ab	32	14 ab	6	49 a	28 b	13 b	10 ab
ปุ๋ย 15-15-15	36 b	28 ab	29 a	7 b	43 ab	34	13 ab	10	40 ab	50 a	7 b	3 b
C.V.(%)	19.7	30.1	30.1	34.8	27.9	34.6	30	31.1	34.1	41.2	31.5	28.0

^{1/} ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{2/} สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกษ. 5701-2552)

เกรด1 ≥ 7.1 มม. เกรด2 6.3 -<7.1 มม. เกรด3 5.6 -<6.3 มม. เกรด4 <5.6 มม.

ตารางที่ 14 คุณภาพผลผลิต (เปอร์เซ็นต์ขนาดผลกาแฟกะลาแห้ง) ของกาแฟอาราบิกา (ทีปิกา) เมื่อได้รับปุ๋ย ไนโตรเจนอัตราต่างๆ ปี 2561-2563 ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย

อัตราปุ๋ย	ปี 2561				ปี 2562				ปี 2563			
	เกรด1	เกรด2	เกรด3	เกรด4	เกรด1	เกรด2	เกรด3	เกรด4	เกรด1	เกรด2	เกรด3	เกรด4
N 0.75 เท่า	48 ab	34	13	5	48 bc	38	10 ab	6 ab	39 ab	39	17 a	5 b
N 1 เท่า	55 a	25	14	6	58 a	31	7 b	4 b	38 ab	38	13 ab	11 a
N 1.5 เท่า	56 a	27	12	5	56 ab	28	11 ab	5 ab	50 a	39	7 b	4 b
ปุ๋ย 15-15-15	43 b	29	16	12	41 c	32	17 a	10 a	31 b	39	18 a	12 a
C.V.(%)	17.0	29	34.5	36.8	13.7	26.3	32.8	34	28.5	30.8	37.6	34.7

ตารางที่ 15 ต้นทุนค่าปุ๋ยในแต่ละกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยกาแฟอาราบิกา

กรรมวิธี	46-0-0		18-46-0		0-0-60		15-15-15 (กก./ไร่)	13-13-21 (กก./ไร่)	รวม (บาท/ไร่)
	อัตรา	ราคา	อัตรา	ราคา	อัตรา	ราคา			
	(กก./ไร่)	(บาท)	(กก./ไร่)	(บาท)	(กก./ไร่)	(บาท)			
N 0.75 เท่า	63	832	26	590	43	774	-	-	2,196
N 1 เท่า	84	1,110	26	590	43	774	-	-	2,473
N 1.5 เท่า	126	1,664	26	590	43	774	-	-	3,027
15-15-15	-	-	-	-	-	-	100	100	3,160

ราคาปุ๋ยปี 2561/62

15-15-15 780 บาท/50กก. ราคา กก. ละ 15.60 บาท

13-13-21 800 บาท/50กก. ราคา กก. ละ 16 บาท

46-0-0 660 บาท/50กก. ราคา กก. ละ 13.20 บาท

18-46-0 1,130 บาท/50กก. ราคา กก. ละ 22.60 บาท

0-0-60 900 บาท/50กก. ราคา กก. ละ 18 บาท

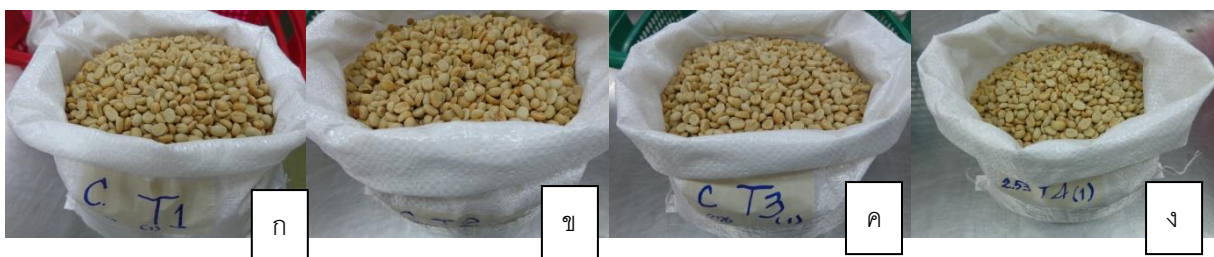
ตารางที่ 16 ผลตอบแทนจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงใหม่ เฉลี่ย 3 ปี ปี 2561-2563

กรรมวิธี	ผลผลิตสดเฉลี่ย 3 ปี (กก./ไร่)	รายได้ (บาท/ไร่)	ต้นทุนค่าปุ๋ย (บาท/ไร่)	ผลตอบแทนหลัง หักค่าปุ๋ย (บาท/ไร่)	รายได้เมื่อเทียบกับ กรรมวิธีที่ 4 (บาท/ไร่)
N 0.75 เท่า	1,025	13,325	2,196	11,129	+509
N 1 เท่า	1,431	18,603	2,473	16,130	+5,510
N 1.5 เท่า	1,273	16,549	3,027	13,522	+2,902
ปุ๋ย 15-15-15	1,060	13,780	3,160	10,620	-

ราคาผลสดกาแฟเฉลี่ย 3 ปี = 13 บาท/กก. (ปี 2560/61 = 18 บาท/กก. , ปี 2561/62 = 8 บาท/กก. และ ปี 2562/63 = 14 บาท/กก.)



ภาพที่ 1 ต้นกาแฟอาราบิกายอายุ 3 ปี เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราประเมน (ก) 1.5 เท่า (ข) 0.75 เท่า (ค) และปุ๋ย 15-15-15 (ค) ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ปี 2562



ภาพที่ 2 ผลกาแฟอาราบิกาเมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราประเมน (ก) 1.5 เท่า (ข) 0.75 เท่า (ค) และปุ๋ย 15-15-15 (ค)

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน (N) ในใบกาแฟพบมีค่าสูง 2.85-4.38 % ฟอสฟอรัส (P) ต่ำมาก 0.06-0.14 % โพแทสเซียม (K) ปานกลาง 1.42-3.06 % แมงกานีส (Mn) สูงมาก 175-328 mg/kg ส่วนดินปลูกกาแฟดินเป็นกรดค่า pH 5.1-5.5 ปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัส (P) ปานกลาง-สูง มีค่า 27-213 ธาตุโพแทสเซียมสูงมาก 434-690 แคลเซียม (Ca) ปานกลาง-สูง 918-2,007 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนโบรอน (B) มีค่าต่ำ ในเมล็ดกาแฟมี N สูง 2.75% ส่วนเปลือกนอกมี K สูงกว่าส่วนอื่นๆ โดยพบสูงถึง 2.8%

2. ประเมินความต้องการธาตุอาหาร N P_2O_5 และ K_2O ของกาแฟ พบว่า ต้องการ 43 12 และ 26กก./ไร่/ปี ต่อการให้ผลผลิต 2 ตัน/ไร่ สัดส่วนของความต้องการธาตุอาหาร N: P_2O_5 : K_2O เท่ากับ 4:1:3

3. การใส่ปุ๋ยอัตราตามความต้องการธาตุอาหารตามความต้องการธาตุอาหารของกาแฟคือ ปุ๋ยไนโตรเจน 43 กก./ไร่ ฟอสเฟต 12 กก./ไร่ และโพแทสเซียม 26 กก./ไร่ ให้น้ำหนักผลสดเฉลี่ย 3 ปี 1,430.7 น้ำหนักสดกะลา 520.7 และน้ำหนักแห้งกะลา 252.3 กก./ไร่ ซึ่งสูงกว่าการใส่ปุ๋ย 15-15-15 ร่วมกับ 13-13-21 อัตรา 100 กก./ไร่ น้ำหนักผลสด 1,060 น้ำหนักสดกะลา 379.3 และน้ำหนักแห้งกะลา 185.0 กก./ไร่

4. การใส่ปุ๋ยอัตราตามความต้องการธาตุอาหารและ สูงกว่าอัตราตามความต้องการธาตุอาหาร 1.5 เท่า มีผลให้น้ำหนักเมล็ดกาแฟ 100 เมล็ดสูงสุด และขนาดเมล็ดกาแฟเกรด 1 (≥ 7.1 มม.) สูงถึง 42-55% เมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ย 15-15-15 ขนาดเมล็ดกาแฟเกรด 1 25-42.5%

5. ผลตอบแทนจากการใส่ปุ๋ยอัตราตามความต้องการธาตุอาหารสูงสุดเท่ากับ 16,130 บาท/ไร่ มีรายได้สูงกว่าการใส่ปุ๋ย 15-15-15 5,510 บาท/ไร่ ต้นทุนค่าปุ๋ยลดลง 21.7% และเกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น 34.2%

6. คำแนะนำการใส่ปุ๋ยกาแฟอาราบิก้าในพื้นที่ภาคเหนือคือ ใส่ปุ๋ย N 43 กก./ไร่ (46-0-0 84 กก./ไร่) P_2O_5 12 กก./ไร่ (18-46-0 26 กก./ไร่) และ K_2O 26 กก./ไร่ (0-0-60 43 กก./ไร่) แบ่งใส่ 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 หลัง ตัดแต่งกิ่งเดือน มกราคม - กุมภาพันธ์ ครั้งที่ 2 หลังติดผลเดือน พฤษภาคม และครั้งที่ 3 ผลขยายขนาด เดือน สิงหาคม

7. ในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง การเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนให้มากกว่าอัตราแนะนำ สามารถดำเนินการได้ เนื่องจากพื้นที่สูงมีการชะล้างพังทลายของดินและปริมาณฝนมาก ไนโตรเจนมีโอกาสสูญเสียไปได้ง่าย ไม่ควรใส่ปุ๋ยในครั้งเดียวคราวละมากๆ ควรแบ่งใส่ตามระยะการเจริญเติบโตของพืช เพื่อเป็นการลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตให้ได้ตามต้องการ

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลงานวิจัยนำไปทดสอบการจัดการปุ๋ยในแปลงเกษตรกร เพื่อเป็นต้นแบบให้เกษตรกรได้นำไปใช้จริงและได้จัดอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการจัดการปุ๋ยกาแฟให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกกาแฟในพื้นที่ภาคเหนือทั้งพื้นราบและพื้นที่สูง

11. คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ รศ.ดร.ธีรวรรณ บุญญวรรณ ผู้อำนวยการศูนย์บริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ศวท-มช.) และ ผศ.ดร.กฤษณะ จิตมณี ผู้จัดการด้านวิชาการเคมีวิเคราะห์ทั่วไป ห้องปฏิบัติการทดสอบ ศวท-มช. ที่ให้ความอนุเคราะห์วิเคราะห์ปริมาณคาเฟอีน ในตัวอย่างกาแฟด้วยดีตลอดการทดลอง

12. เอกสารอ้างอิง

- ปรีดา พากเพียร และพิชิต พงษ์สกุล. 2535. บทบาทของธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของพืชสวน. เอกสารวิชาการ 001. กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. ISBN 974-7621-17-7. 86 หน้า.
- ไว อินดีแก้ว นันที ศรีจุมปา และสุภาพร ธรรมสุกุล. 2553. ผลของเชื้อไมโครไรซาเมื่อใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตของกาแฟอาราบิกา. ใน รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2553 (เรื่องเต็ม) ศูนย์วิจัยพืชสวน เชียงราย สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 340-352.
- สถาบันวิจัยพืชสวน. 2553. การจัดการความรู้เทคโนโลยีการผลิตกาแฟครบวงจร. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ISBN:978-974-463-755-6. 86 หน้า.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2552. มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 5701-2552. เมล็ดกาแฟอาราบิกา. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 13 หน้า.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. กาแฟ.สรุปภาวะการผลิต การตลาดและราคาในประเทศ. ข้อมูลระบบออนไลน์ www.oae.go.th ค้นเมื่อ 4 พฤษภาคม 2558.
- Haarer, A. E. 1956. Modern coffee production. Leonard hill (Books) Limited. Printed in Great Britain by Ebenezer Baylis and Son, LTD. The trinity Press, Worcester and London. 467 pps.
- Reuter, D.J. and J.B. Robinson. 1986. Plant Analysis. An Interpretation Manual. Inkata Press, Melbourne. Sydney. Australia. 218 pps.