บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

กาแฟอราบีก้า (Coffea arabica L.) เป็นไม้ยืนต้นในตระกูล Rubiaceae ซึ่งมีลักษณะเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก สูงไม่เกิน 5 เมตร อายุประมาณ 10 – 15 ปี ลำต้นมีการแตกกิ่งสองข้าง ใบมีสีเขียวเข้มเกิดตรงข้ามกัน ช่อดอกเกิดตรงแต่ละซอกใบของกิ่งนอน ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศมีสีขาวขนาดเล็ก ผลรูปร่างทรงรี ยาวประมาณ 1.5 ซม. มีเปลือกและเนื้อที่ฉ่ำน้ำห่อหุ้มเมล็ดที่แข็งภายใน เมื่อสุกเปลือกมีสีแดงสด หรือเหลืองแล้วแต่สายพันธุ์ ใน 1 ผลมี 2 เมล็ด ส่วนของเมล็ดเราเรียกว่า สารกาแฟ เจริญได้ดีในสภาพดินร่วนเหนียวสีแดงซึ่งระบายน้ำได้ดี ความลาดชันพื้นที่ไม่ควรเกิน 50 % กาแฟชอบขึ้นในที่ความสูงตั้งแต่ 600 – 1,600 เมตรจากระดับน้ำทะเล อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 15 – 25 °ซ มีปริมาณน้ำฝนประมาณ 1,500 – 2,000 มม.ต่อปี (พงษ์ศักดิ์ และคณะ, 2531) กาแฟอราบีก้าสายพันธุ์ที่ศึกษาเป็น สายพันธุ์คาร์ติมอร์ เป็นพันธุ์ที่ได้จากการผสมกลับระหว่าง Catura กับลูกผสมข้ามสกุล Arabica x Robusta = Hibrido De Timor (HDT) กาแฟพันธุ์นี้มีทรงต้นเตี้ย ให้ผลผลิตสูง มีความต้านทานต่อโรคราสนิมได้ค่อนข้างดี ง่ายต่อการปฏิบัติดูแลรักษาและเหมาะสมกับสภาพพื้นที่โดยทั่วไปทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาตลอดจนการใช้สารเคมีพ่นป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ดังนั้นจึงเป็นพันธุ์ที่เกษตรกรชาวไทยภูเขายอมรับและนิยมปลูกกันมาก (พัฒนพันธุ์, 2532)

ถึงแม้ว่า ปัจจุบันได้มีการคัดเลือกและส่งเสริมกาแฟอราบีก้าสายพันธุ์ใหม่ ๆ ให้มีการปลูกในพื้นที่สูงทั่วไปของภาคเหนือ โดยมุ่งเน้นให้กาแฟสามารถต้านทานต่อโรค และให้ผลผลิตสูง โดยทั่วไปพบว่าปริมาณผลผลิตกาแฟอราบีก้าของประเทศไทยอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างต่ำ จากสถิติพบว่า กาแฟอราบีก้าสามารถให้ผลผลิตเฉลี่ยเพียง 70 กก.ต่อไร่เท่านั้น (อำพล, 2535) ในขณะที่ผลผลิตของประเทศอินเดียได้สูงถึง 100 – 145 กก.ต่อไร่ (พัชนี, 2534) ส่วนประเทศเคนยาและปาปัวนิวกินีนั้น พบว่าจะสามารถผลิตสารกาแฟได้ 751 และ 1,250 กก.ต่อเฮกตาร์ตามลำดับ (Op de Laak, 1985;1990) สาเหตุที่ทำให้ผลผลิตแตกต่างกันนั้น อาจจะเนื่องมาจากความแตกต่างกันในแง่ของความแปรปรวนของพันธุ์กาแฟที่ใช้ การตัดแต่งกิ่ง การปลูกไม้บังร่ม การคลุมโคน การให้น้ำและการอารักขาพืช ตลอดจนการให้ปุ๋ย (อาภรณ์, 2535) นอกจากนี้ Cannell (1985) พบว่าขณะที่มีการพัฒนาของผลกาแฟ จะมีการดึงอาหารที่ใบไปใช้เป็นจำนวนมาก จนเหลือส่งไปเลี้ยง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนรากไม่เพียงพอ และยังมีการดึงเอาคาร์โบไฮเดรตซึ่งพืชสะสมไว้ในกิ่งออกไปใช้ด้วย ทำให้อาหารสะสมในลำต้นเกิดความไม่สมดุลย์ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดอาการตายยอด (die back) ขึ้นในส่วนปลายของกิ่ง

Willson (1985) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบของผลกาแฟ พบว่าผลผลิตกาแฟ 1 ตันจะมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม สะสมอยู่ 63.1, 11.6 และ 67.2 กก. ตามลำดับ ซึ่งปริมาณธาตุดังกล่าวจะกระจายอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของผล ดังแสดงในตารางที่ 1 นอกจากนี้ ยังมีรายงานว่า ปริมาณของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่ใช้ในการสร้างเป็นองค์ประกอบของผลกาแฟจะแปรผันตามการให้ปุ๋ยแก่ดิน

ตารางที่ 1 ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในส่วนต่าง ๆ ของผลกาแฟ 1 ตัน

ส่วนประกอบของผลกาแฟ	ธาตุอาหาร (กิโลกรัม)		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
เปลือก	15.33	3.67	27.40
กะลากาแฟ	2.27	0.30	1.87
สารกาแฟ	45.50	7.67	37.90
รวม	63.10	11.64	67.27

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

<u>บทบาทของธาตุอาหารพืช</u>

ไนโตรเจน

เป็นธาตุที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างสารคาร์โบไฮเดรตอันเป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิก โปรตีน เอนไซม์ โคเอนไซม์ ฮอร์โมน สารนำพาพลังงานและคลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นสารที่จำเป็นสำหรับขบวนการสังเคราะห์แสงของพืช (Thomson and Troch, 1975) นอกจากนี้ Miskiu <u>et al</u>., 1972 ยังพบว่าการเพิ่มไนโตรเจนให้กับดินจะทำให้ผลผลิตกาแฟเพิ่มขึ้นถึง 30 % เมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ได้ให้ปุ๋ยไนโตรเจน

ไนโตรเจนกระตุ้นให้ต้นกาแฟสร้างกิ่งก้านมากขึ้น ซึ่งจะทำให้ผลผลิตสูงขึ้นและยังช่วยชะลอการร่วงของใบช่วงผลสุกได้ด้วย (สำนักงานเกษตรภาคเหนือ, 2531) กาแฟที่ปลูกโดยไม่มีร่มเงา ต้องการธาตุไนโตรเจนมากกว่ากาแฟที่ปลูกภายใต้สภาพที่มีร่มเงา (Haarer, 1962) รวมทั้งพบว่าไนโตรเจนสามารถเพิ่มจำนวนดอกต่อช่อ และช่วยให้อัตราการติดผลสูงด้วย (Mitchell, 1988) ปริมาณไนโตรเจนที่ใช้ในแปลงปลูกกาแฟจะขึ้นกับอายุต้น โดยจะเพิ่มปริมาณการใช้ตามการเจริญเติบโตทางกิ่งก้านสาขาและผลผลิต การให้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณที่สูง จะต้องแบ่งใส่ในปริมาณที่น้อยแต่บ่อยครั้งจะให้ผลดีต่อกาแฟมากที่สุด Willson (1985) แนะนำว่า กาแฟจะให้ผลผลิตมากที่สุดเมื่อมีการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณที่น้อยแต่บ่อยครั้ง (ประมาณ 3 ครั้งในช่วงฤดูฝน) เพราะเป็นช่วงที่กาแฟมีอัตราการเจริญเติบโตมากที่สุด

ปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้กับกาแฟควรอยู่ในรูปของไนเตรต เช่น แคลเซี่ยมแอมโม-เนี่ยมไนเตรต (CAN) หรือปุ๋ยสูตร 26-0-0 เพราะเป็นปุ๋ยที่อยู่ในรูปที่ทำให้สภาพดินเป็นกรดน้อยที่สุดและยังให้แคลเซี่ยมแก่กาแฟอีกด้วย หากให้ในรูปซัลเฟตก็จะทำให้ดินเป็นกรดสูง และทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารอื่นลดลง ส่วนยูเรียมักจะมีการใช้ในกรณีที่สภาพความชื้นสูงเพราะจะทำให้เกิดการสูญเสียแอมโมเนียน้อยที่สุด

กาแฟที่ได้รับไนโตรเจนไม่เพียงพอจะแสดงอาการแคระแกร็น ใบล่างเริ่มมีสีเขียวอ่อน ต่อมาก็จะมีสีเหลือง อาการเหลืองจะเริ่มจากปลายใบก่อน ในที่สุดใบจะแห้งและร่วงหล่นไปก่อนกำหนด ใบที่ออกมาใหม่จะมีขนาดเล็กผิดปกติ อาการขาดไนโตรเจนของพืชจะแสดงออกมารุนแรงมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณไนโตรเจนในต้นพืช

ฟอสฟอรัส

มีบทบาทเกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์และการเจริญเติบโตของพืช โดยที่ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิก นิวคลีโอโปรตีนซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างเซลล์ นอกจากนั้นฟอสฟอรัส ยังเป็นองค์ประกอบที่จำเป็นของสารนำพาพลังงาน ในขบวนการเมตาบอลิซึ่มต่าง ๆ อาทิ ขบวนการสังเคราะห์แสง และขบวนการหายใจ ฯลฯ พบว่า ฟอสฟอรัสช่วยพืชสร้างรากและสร้างเมล็ดที่สมบูรณ์พืชที่ขาดฟอสฟอรัสจะแคระแกร็น มีการสะสมสารแอนโทไซยานินที่ใบหรือกิ่ง ทำให้พืชได้ผลผลิตของเมล็ด และผลต่ำ (นพดล, 2531)

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของลำต้นและราก การออกดอกและติดผลของพืช ตลอดจนการเพิ่มผลผลิตของพืช ทำให้ผลแก่เร็วขึ้นและช่วยลดความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เสียหายอันเนื่องจากกาแฟได้รับธาตุไนโตรเจนสูงเกินไป (Thomson and Troch, 1975) ธาตุฟอสฟอรัสจะมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตน้อยกว่าธาตุไนโตรเจน กาแฟจะมีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากขึ้นเมื่อมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมด้วย Valdes and Vento (1987) รายงานว่าฟอสฟอรัสมีผลต่อรงควัตถุในการสังเคราะห์แสงของพืช เมื่อพืชได้รับปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น จะช่วยทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงและปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น ฟอสฟอรัสมีความสำคัญต่อกาแฟมากในขณะที่กาแฟยังมีอายุน้อย โดยทั่วไปกาแฟจะมีระดับฟอสฟอรัสประมาณ 0.10 - 0.16 % ถ้าใบพืชมีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำไปกว่านี้ก็ถือว่าพืชมีธาตุนี้ไม่พอเพียง แต่ถ้ามีค่าสูงไปกว่านี้ก็อาจจะเป็นอันตรายต่อพืชได้ Rivera and Martin (1989) ได้ทดลองปุ๋ยกับกาแฟพันธุ์ Caturra ซึ่งปลูกในดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) 26.4 สตล. พบว่าปุ๋ยฟอสฟอรัสจะเพิ่มผลผลิตกาแฟได้ถึง 115 % เมื่อเปรียบเทียบกับกาแฟที่ไม่ได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสเลย นภดล (2521) รายงานว่าในการสร้างเมล็ดกาแฟ 1,000 กก. พบว่า ต้นกาแฟต้องการปริมาณฟอสฟอรัสจากดินไม่น้อยกว่า 15 - 20 กก. ถ้าพืชขาดธาตุนี้ก็จะทำให้กาแฟมีระบบรากค่อนข้างเลว ใบจะมีสีเหลืองบรอนซ์ ในกรณีที่พืชขาดรุนแรงขอบใบจะแห้ง และใบจะร่วงเร็วกว่ากำหนด กิ่งอ่อนจะแห้งตายไป และทำให้เกิดโรคง่าย

กาแฟที่ได้รับฟอสฟอรัสไม่เพียงพอแก่ความต้องการ จะทำให้พืชนั้นมีการเจริญเติบโตที่ผิดปกติ ลำต้นแคระแกรน ใบเล็ก กรณีที่พืชขาดฟอสฟอรัสรุนแรงใบแก่จะมีจุดเหลือง ซึ่งต่อมาจะเป็นสีแดงแกมม่วง และเกิดอาการแห้งตายในเวลาต่อมา ผลผลิตเมล็ดลดลง ถ้าใบกาแฟมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในช่วงระหว่าง 0.12 - 0.18 % ถือว่าพืชได้รับฟอสฟอรัสพอเพียง (Haarer, 1962)

จุลธาตุ

พืชต้องการจุลธาตุจำนวนน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง แต่จุลธาตุมีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าธาตุอาหารหลัก และพืชจะขาดไม่ได้ เพราะถ้าขาดพืชก็จะแสดงอาการอ่อนแอ เจริญเติบโตผิดปกติ และให้ผลผลิตต่ำ Coffee Research Foundation Kenya (1990) รายงานว่า กาแฟมีความต้องการจุลธาตุพวกโบรอน(B) ทองแดง(Cu) แมงกานีส(Mn) สังกะสี(Zn) เหล็ก(Fe) และโมลิบดีนัม (Mo) ซึ่งจุลธาตุเหล่านี้มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่พืชมีความต้องการใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณที่น้อยมากเพียง 2 – 3 กก.ต่อเฮกตาร์ต่อปี พัฒนพันธ์ (2534) รายงานว่าจุลธาตุเสริมมีบทบาทต่อการพัฒนาทรงต้น และผลผลิต ถ้ากาแฟขาดธาตุเหล่านี้จะทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต และทำให้ผลผลิตหรือคุณภาพของผลผลิตลดลงได้

ธาตุแมงกานีส (Mn) มีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืช และขบวนการสังเคราะห์แสง เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์หลายชนิด ช่วยควบคุมเมตาบอลิซึมของเหล็กและไนโตรเจน กาแฟที่ขาดธาตุนี้จะทำให้ใบอ่อนมีสีเขียวซีด ๆ แต่เส้นใบยังมีสีเขียว ถ้าพืชขาดธาตุนี้อย่างรุนแรงก็จะทำให้ใบยอดคู่แรกแสดงอาการผิดปกติ ใบมีสีเหลืองมะนาวและมีขนาดเล็กผิดปกติ การเจริญเติบโตของรากจะถูกยับยั้ง ดอกมีจำนวนลดลง และความแข็งแรงของลำต้นก็ลดลงด้วย (ประกรณ์, 2535)

ธาตุทองแดง (Cu) มีผลต่อการเจริญเติบโตของกาแฟโดยมีส่วนร่วมในการสร้างคลอโรฟิลล์ วรวิทย์ และพิทยา (2531) รายงานว่า Cu ที่อยู่ในพืชจะเกี่ยวข้องกับขบวนการสังเคราะห์แสงของพืช พิทยา (2531) พบว่า Cu ที่ใช้ในรูปของสารป้องกันกำจัดแมลง (Cu-fungicide) สามารถทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงของพืชเพิ่มขึ้นในขณะที่อัตราการคายน้ำจะค่อนข้างคงที่ ธาตุทองแดง ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์หลายชนิดช่วยในกระบวนการหายใจของพืชและทำให้พืชใช้ธาตุเหล็กได้ดีขึ้น ถ้าพืชขาดธาตุทองแดงก็จะทำให้ ใบพืชมีสีเขียวเหลืองในระยะแรก ต่อมาใบจะค่อย ๆ เหลืองจนในที่สุดพืชจะแห้งตาย Maroko (1988a) ได้ทดลองหาปริมาณทองแดงในต้น กิ่ง ใบ และรากของกาแฟ พบว่า ปริมาณทองแดงมีการสะสมอยู่ในส่วนของต้นมากที่สุด สำหรับในผลนั้น พบว่าผลเกรด 1 จะมีปริมาณทองแดงสะสมอยู่สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเกรดอื่น ๆ Maroko (1988b) พบว่าในกิ่งของกาแฟจะมีปริมาณทองแดงสะสมมาก แต่ทองแดงพบในผลน้อยที่สุด

ธาตุสังกะสี (Zn) เป็นจุลธาตุที่ปกติพืชจะใช้ในปริมาณที่น้อย นภดล (2521) รายงานว่า กาแฟที่ปลูกไว้บนดอยต่าง ๆ จะแสดงอาการขาดธาตุสังกะสีอยู่เสมอแม้ว่าดินที่ใช้ปลูกมีปริมาณสังกะสีอยู่ในระดับสูง (3 – 5 สตล.) ก็ตาม กาแฟที่ปลูกไว้ตามบริเวณไหล่เขาซึ่งตัดเป็นขั้นบันได มักจะแสดงอาการขาดธาตุสังกะสีมากกว่ากาแฟที่ปลูกโดยไม่ได้ขั้นบันได โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งซึ่งระดับความชื้นในดินต่ำ ความสามารถในการดูดธาตุ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อาหารพืช รวมทั้งธาตุสังกะสีของกาแฟค่อนข้างต่ำ จึงทำให้ปริมาณธาตุสังกะสีที่ดูดขึ้นมาใช้ไม่เพียงพอและเป็นเหตุให้พืชแสดงอาการขาดธาตุนี้ได้ Tesha and Kumar (1976) ได้ทดลองฉีดพ่น $ZnSO_4$ ให้แก่กาแฟอราบิก้าทางใบอย่างสม่ำเสมอ พบว่าจะช่วยลดปัญหาเกี่ยวกับอาการใบด่างเหลือง และช่วยเพิ่มผลผลิตกาแฟได้ นอกจากนี้ ธาตุสังกะสี ยังช่วยรักษาประสิทธิภาพของไรโบโซมที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีน แม้แต่ในสภาพขาดน้ำและอุณหภูมิสูง (พิทยา, 2531) Raju and Deshpande (1987) พบว่าเมื่อมีการเพิ่มปูนลงไปในดินจะทำให้ปริมาณสังกะสีที่วิเคราะห์ได้ลดลง

ถ้าพืชขาดธาตุสังกะสี จะทำให้ขบวนการสังเคราะห์โปรตีน และคาร์โบไฮเดรตหยุดชะงัก นอกจากนี้ ยังทำให้การสังเคราะห์ tryptophan ลดลงเป็นผลทำให้ IAA ซึ่งเป็นออกซินชนิดหนึ่งมีปริมาณลดลง และทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต (Marshner, 1986) อาการของพืชที่ขาดรุนแรงมาก ๆ ใบส่วนยอดจะมีขนาดเล็กมาก ใบเหลือง หรือขาวซีด ข้อของลำต้นจะสั้น ต่อมาใบจะร่วงและกิ่งแขนงเริ่มแห้งตาย ถ้าอาการนี้เกิดกับต้นที่ให้ผลแล้วจะทำให้การติดผลเลวลงอย่างเห็นได้ชัด และผลที่ติดจะมีขนาดเล็กมากบางครั้งผลจะแห้งตายพร้อมกิ่งก่อนถึงอายุการเก็บเกี่ยว (นภดล, 2521) นอกจากนี้ Lambot (1987) ยังพบว่า เมื่อมีการให้ปุ๋ยสังกะสีกับกาแฟจะทำให้ปริมาณ tryptophan และ amino acid ในผลกาแฟเพิ่มขึ้นซึ่งจะมีผลต่อกลิ่น และรสของกาแฟ

เหล็ก (Fe) เหล็กเป็นองค์ประกอบในการสร้างคลอโรฟิลล์ เป็นธาตุที่จำเป็นในการสังเคราะห์โปรตีนที่อยู่ในคลอโรพลาสต์ เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์หลายชนิด และเป็นส่วนประกอบของไซโตโครมที่ใช้ในขบวนการหายใจ

การขาดธาตุเหล็กมักเกิดขึ้นในดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูง หรือเกิดที่ระดับของฟอสฟอรัสหรือแมงกานีสสูง ถ้าขาดธาตุเหล็กกาแฟจะแสดงอาการให้เห็นในส่วนที่ยังอ่อน เช่น ใบอ่อนจะมีสีเขียวจางไปจนกระทั่งเหลือง เส้นกลางใบและเส้นใบยังคงมีสีเขียวเป็นปกติอยู่ ส่วนใหญ่ใบจะมีสีเหลืองซีดกระจายอยู่ตามเส้นใบอย่างเห็นได้ชัด

โบรอน (B) โบรอนมีบทบาทในการสังเคราะห์โปรตีนและคาร์โบไฮเดรตจำเป็นสำหรับการแบ่งเซล และช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพของปุ๋ยไนโตรเจน แคลเซียม และโปตัสเซียม อาการขาดโบรอนในกาแฟจะเกิดบ่อยในกรณีที่ดินนั้นมีปริมาณคัลเซียมสูง แต่ถ้าโบรอนในดินมีปริมาณที่ต่ำก็จะจำกัดการดูดซับแคลเซียมด้วย ซึ่งอัตราส่วนระหว่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แคลเซี่ยมและโบรอนที่มีอยู่ในดินจะมีความสำคัญมาก การให้โบรอนทางใบ 0.4 % ก็จะเพียงพอกับการใช้โบรอนตลอดปีของกาแฟอราบิก้า

การขาดโบรอนในกาแฟ จะทำให้ยอดอ่อนทรุดโทรม ร่วมก่อนกำหนด ส่วนยอดจะแห้งตายค้างติดกับกิ่ง ใบแก่จะมีสีเขียวแบบสีมะกอก ด้านล่างของเส้นกลางใบจะเป็นรอยช้ำหรือรูปผิดแปลกไป

โมลิบดีนัม (Mo) โมลิบดีนัมเป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับการตรึงไนโตรเจนเป็นตัวที่ก่อให้เกิดขบวนการเมตาโบลิซึมของไนโตรเจน นอกจากนี้ยังจำเป็นสำหรับขบวนการสร้างคลอโรฟิลล์และเอนไซม์บางชนิดในพืช

ในกาแฟพบว่ามีธาตุโมลิบดีนัมสะสมอยู่ในบริเวณกิ่ง ลำต้น ใบ และผล อาการขาดโมลิบดีนัมจะค่อนข้างเกิดมากในดินที่เป็นกรด อาการขาดโมลิบดีนัมจะเกิดก็ต่อเมื่อมีปริมาณโมลิบดีนัมในใบต่ำกว่า 0.5 สตล. กาแฟที่แสดงอาการขาดธาตุนี้พบค่อนข้างน้อย

ความสัมพันธ์ระหว่าง pH ของดินกับธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และจุลธาตุ

ระดับ pH ของดินมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช ดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกรดมาก ๆ พืชจะไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร เนื่องจากดินที่เป็นกรดมักจะมีระดับธาตุอาหารบางธาตุเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุเหล่านั้น

ธาตุไนโตรเจน จะมีความประโยชน์สูงเมื่อ pH ของดินอยู่ในช่วง 4.5 - 7.5 เนื่องจากถ้าต่ำกว่านี้ขบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) ซึ่งเป็นขบวนการที่เปลี่ยนไนโตรเจนในอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ของพืชจะหยุดชะงักทันที

เมื่อดินอยู่ในสภาพกรดมาก ๆ จะส่งเสริมการตรึงฟอสเฟตให้อยู่ในรูปของเหล็กและอะลูมินั่มฟอสเฟตซึ่งยากแก่พืชที่จะใช้เป็นประโยชน์ระดับ pH 6 - 7 นับว่าเหมาะสมที่สุดสำหรับฟอสเฟตในดินที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ เพราะช่วง pH ดังกล่าวฟอสเฟตจะถูกตรึงน้อยที่สุด แต่ถ้า pH สูงเกิน 7 ก็จะทำให้ฟอสเฟตถูกตรึงด้วยแคลเซียม แมกนีเซียม เกิดการตกตะกอนพืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

พบว่าจุลธาตุจะมีประโยชน์แก่พืชมากน้อยเท่าใดขึ้นอยู่กับ pH ของดินเป็นอย่างมาก จุลธาตุจะอยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้เมื่อ pH ต่ำกว่า 5 และจะลดลงเมื่อ pH สูงขึ้นตามลำดับ โดยที่ pH สูง ๆ จุลธาตุจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ยากและพืชก็เอาไปใช้ประโยชน์ได้ยาก จุลธาตุที่กล่าวมานี้ ยกเว้นแต่โมลิบดีนัมที่ละลายได้ดีเมื่อดินมี pH สูงขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การให้ปุ๋ยกาแฟ

กาแฟอราบีก้าเป็นพืชที่ใช้ธาตุอาหารต่าง ๆ เช่นเดียวกับพืชชนิดอื่น เพียงแต่ใช้ธาตุอาหารในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปกาแฟต้องการไนโตรเจนในปริมาณที่ค่อนข้างสูงเพื่อใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อ ใบดอก และผล Haarer (1962) พบว่ากาแฟที่ปลูกกลางแจ้งต้องการปริมาณไนโตรเจนสูงกว่ากาแฟที่ปลูกในที่ร่ม ทั้งนี้ เพราะกาแฟที่ปลูกในที่กลางแจ้งพืชมีการปรุงอาหารสูงกว่านั่นเอง จากการทดลองของ Njoroge et al. (1990) พบว่าต้นกาแฟที่ปลูกในสภาพที่โล่งแจ้งจะให้ผลผลิตสูงกว่ากาแฟที่ปลูกภายใต้สภาพร่มเงาถึง 2 เท่า ดังนั้น จึงควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้นเพื่อป้องกันการขาดธาตุอาหารพืช กาแฟอราบีก้าที่ปลูกในสภาพโล่งแจ้ง ซึ่งขาดการใส่ปุ๋ย หรือการดูแลรักษาจะแสดงอาการโรคยอดแห้งตายหลังช่วงการเก็บเกี่ยวจะมีผลทำให้ผลผลิตได้รับความเสียหาย (พัฒนพันธุ์, 2532)

Sri-winarsih (1987) ได้พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสงเป็นปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มผลผลิตของกาแฟ ซึ่งผลผลิตของพืชจะมีปริมาณมากน้อยเพียงใดก็ขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในพืชและคาร์โบไฮเดรตที่พืชสังเคราะห์ขึ้น ถ้ากาแฟมีการติดผลมากเกินไป จะทำให้เกิดความไม่สมดุลย์ระหว่างการใช้ธาตุอาหารของพืชกับปริมาณธาตุอาหารที่พืชได้รับที่จะเป็นสาเหตุของการเกิดอาการยอดแห้งตาย จากการวิจัยของ นภดล (2521) พบว่าในการปลูกกาแฟเพื่อให้ได้ผลผลิต 1,000 กก. จำเป็นที่จะต้องให้ไนโตรเจนไม่น้อยกว่า 140 - 150 กก. จึงจะเพียงพอเพื่อชดเชยปริมาณไนโตรเจนที่สูญเสียไปกับผลผลิต Miskiu et al.(1972) พบว่าการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนลงไปในดินจะทำให้ผลผลิตของกาแฟเพิ่มขึ้นถึง 30 % เมื่อเปรียบเทียบกับกาแฟที่ไม่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนเลย กาแฟสามารถใช้ไนโตรเจนได้ดีทั้งในรูปของแอมโมเนียม และไนเตรต Cervellini et al. (1989) ได้ทดลองใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่กาแฟในอัตรา 60, 120, 180, 240 กรัมต่อต้น พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 120 กรัมต่อต้น จะให้ผลผลิตกาแฟสูงที่สุดถึง 1,500 กก.ต่อเฮกตาร์

Valdes and Vento (1989) ได้ศึกษาผลของใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราต่าง ๆ (0 - 150 กรัมต่อต้น) ต่อสัดส่วนของสารที่ได้จากขบวนการสังเคราะห์แสงในกาแฟอราบิก้า พบว่าการเพิ่มไนโตรเจนให้แก่พืชจะทำให้ปริมาณกรดอะมิโน กรดนิวคลีอิก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

และนิวคลีโอไทด์ ที่ระยะติดผลและหลังการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น การเพิ่มไนโตรเจนให้แก่พืชมีผลต่อการสร้างโปรตีนในใบเพียงเล็กน้อย แต่จะทำให้การสังเคราะห์น้ำตาลในระยะออกดอกและติดผลเพิ่มขึ้น การเพิ่มไนโตรเจนให้แก่พืชในระยะติดผลจะทำให้ปริมาณแป้งลดลง แต่ปริมาณแป้ง และเฮมิเซลลูโลสจะเพิ่มขึ้นถ้ามีการเพิ่มไนโตรเจนให้แก่พืชในระยะเก็บเกี่ยวช่วงแรก Martin (1987) ได้ทดลองใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่กาแฟในอัตรา 0 - 150 กรัมต่อต้น พบว่าปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตรา 120 กรัมต่อต้น ทำให้ความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลางของกาแฟเพิ่มขึ้น แต่กาแฟจะให้ผลผลิตสูงสุดเมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตรา 90 กรัมต่อต้น จากการวิเคราะห์พืชพบว่าปริมาณไนโตรเจนในใบมีความสัมพันธ์กับปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่

ในประเทศบราซิลได้มีการแนะนำการใช้ปุ๋ยกับต้นกาแฟที่มีอายุ 3 ปี ไว้ว่าการผลิตสารกาแฟ 1 ตัน ควรจะให้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 320 กรัม หรือแคลเซียมไนเตรต 240 กรัม และโปแตสเซียมคลอไรด์ 80 กรัม (Nalampang et al., 1989) ประเทศอินเดียได้มีการแนะนำการใช้ปุ๋ยกับกาแฟที่มีอายุ 3 ปี ว่าควรจะต้องให้ปุ๋ย N, P_2O_5, K_2O ในอัตรา 60, 45 และ 60 กก.ต่อเฮกตาร์ต่อปี ตามลำดับ โดยมีการแบ่งใส่เป็น 3 ครั้ง คือ ใส่ก่อนออกดอก (เดือนมีนาคม) ใส่หลังออกดอก (เดือนพฤษภาคม) และหลังฤดูฝน (เดือนตุลาคม) ครั้งละ 20, 15 และ 20 กก.ต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ (Op de Laak, 1991) Radhakrishnan et al. (1986) ได้ศึกษาอัตราของปุ๋ย NPK ที่เหมาะสมในทางเศรษฐศาสตร์ของประเทศอินเดีย พบว่าจะมีอัตราส่วน 154:116:154 กก.ต่อเฮกตาร์

ในประเทศปาปัวนิวกินี ได้แนะนำให้ใช้ปุ๋ยยูเรีย 113 กรัมและปุ๋ยโพแทส 113 กรัมต่อต้น ทุก ๆ สองเดือน ส่วนปุ๋ยทริเปิลซูเปอร์ฟอสเฟตนั้นให้ใส่ในอัตรา 113 กรัมต่อต้นใน 1 ปีหรือเท่ากับปุ๋ยนี้ในอัตรา 1.94 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี (Op de Laak, 1985)

ในประเทศเคนยาได้มีการแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนโดยพิจารณาจาก pH ของดินเป็นหลักถ้าดินมี pH ประมาณ 5.4 ก็จะแนะนำให้ใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตไนเตรต (ASN) แต่ถ้า pH ต่ำกว่า 4.4 จะแนะนำให้ใช้ปุ๋ยแคลเซียมแอมโมเนียมไนเตรต (CAN) นอกจากนี้ ในการพิจารณาปริมาณปุ๋ยที่ใช้ยังต้องคำนึงถึงปริมาณของผลผลิตที่ได้เป็นเกณฑ์อีกด้วย กาแฟที่ให้ผลผลิตผลสดต่ำกว่า 1 ตันต่อเฮกตาร์ จะให้ปุ๋ยไนโตรเจน 260 กรัมของแคลเซียมแอมโมเนียมไนเตรต (26% N) ต่อต้นต่อปี แต่ถ้ากาแฟให้ผลผลิตมากกว่า 2 ตันต่อเฮกตาร์ ก็จะต้องให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 578 กรัมต่อต้นต่อปี ในรูปของแคลเซียม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แอมโมเนียมไนเตรต (26 % N) สำหรับพื้นที่ที่มีการชลประทานควรมีการแบ่งใส่ปุ๋ย 4 ครั้ง (ในเดือนมกราคม เมษายน พฤษภาคม หรือ มิถุนายน และพฤศจิกายน) แต่สำหรับพื้นที่ที่ไม่มีการชลประทานช่วยก็จะแนะนำให้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพียง 3 ครั้ง (โดยให้ใส่ในเดือนเมษายน พฤษภาคม และพฤศจิกายน) สำหรับปุ๋ยฟอสฟอรัสแนะนำให้ใช้ปุ๋ยดับเบิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตในอัตรา 150 กรัมต่อต้น ส่วนปุ๋ยโพแทสเซียมแนะนำให้ใช้ในอัตรา 100 - 190 กรัมต่อต้นต่อปี (Op de Laak,1990) Guimaraes et al.(1989) ได้ทดลองพ่นสังกะสีซัลเฟตให้แก่กาแฟพันธุ์อราบีก้า พบว่าจะทำให้ได้ผลผลิตสารกาแฟสูงถึง 1,647 กก.ต่อเฮกตาร์ ในขณะต้นกาแฟที่ไม่ได้รับธาตุสังกะสีเลยจะให้ผลผลิตเพียง 1,001 กก.ต่อเฮกตาร์

ความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในดินและในส่วนของพืช

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมอยู่ในส่วนต่าง ๆ ในเนื้อเยื่อพืช โดยเฉพาะในใบและผลของกาแฟ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการแนะนำการใช้ปุ๋ยของกาแฟได้อย่างถูกต้อง Muller (1979) ได้ทำการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช ที่มีอยู่ในใบของต้นกาแฟ พบว่าใบอ่อนของพืชมีการสะสมปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าใบแก่ และกาแฟที่ปลูกบนดินที่ขาดธาตุใดธาตุหนึ่ง ก็จะมีผลทำให้กาแฟมีการสะสมปริมาณอาหารธาตุในเนื้อเยื่อต่ำกว่ากาแฟที่ปลูกบนดินที่ไม่ขาดธาตุอาหารใด ๆ เลย Cannell (1985) ได้แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของเมล็ดกาแฟ ส่วนที่เป็นเมล็ดจะมีปริมาณ NPK สูงกว่าส่วนที่เป็นเนื้อ ในการผลิตเมล็ดกาแฟแห้ง 1,000 กก.จะต้องให้ปุ๋ยไนโตรเจน 25 กก. ปุ๋ยฟอสฟอรัส 4 กก. และ ปุ๋ยโพแทสเซียม 20 กก.

Maroko (1991) พบว่าปริมาณ Cu ในดินที่สกัดได้ด้วยสารละลาย EDTA มีความสัมพันธ์กับปริมาณ Cu ทั้งหมดเป็นอย่างมาก และความเข้มข้นของ Cu ที่สะสมอยู่ในกิ่งแขนงจะอยู่ในช่วง 11 - 32 µg/g ในขณะที่ใบและรากมีปริมาณ Cu 18 - 50 และ 10 - 37 µg/g ตามลำดับ Pavan et al.(1986) พบว่าการใส่ปุ๋ย NPK แบบหยอดหน้า (Top dressing) แก่กาแฟจะทำให้ผลผลิตกาแฟเพิ่มขึ้นกาแฟจะให้ผลผลิตดีที่สุด (ผลผลิตเมล็ดสูงกว่า 5,000 กก.ต่อเฮกตาร์) เมื่อดินมีปริมาณ Ca 1 meq /100 g, Mg 0.20 meq/100 g, K 0.30 meq/100 g และปริมาณ P 10 meq/kg. นอกจากนี้ ยังพบว่าการใส่ปุ๋ย NPK จะเพิ่มปริมาณ N ในใบจาก 3 เป็น 3.9 % ปริมาณ P จาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

0.10 เป็น 0.18 % และปริมาณ K จาก 1.8 เป็น 2.8 % Raju and Desphande (1988) รายงานว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราที่สูงขึ้นจะทำให้ปริมาณ P ในใบกาแฟเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าดีขึ้นด้วย ทั้ง ๆ ที่การเพิ่มฟอสฟอรัสจะทำให้ปริมาณ Zn ในใบที่วิเคราะห์ได้ลดลงก็ตาม

Machado and Pavan (1987) พบว่าปริมาณ Zn ในพืชจะเพิ่มขึ้นภายหลังจากที่พืชได้รับการพ่นด้วยสารละลาย Zn แต่ถ้า pH ของดินเพิ่มขึ้นจาก pH 4 เป็น pH 7 ก็จะทำให้ Zn ในสารละลายของดินลดลง

จากรายงานการวิจัยดังกล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นได้ว่าในการจัดการแปลงปลูกกาแฟอราบีก้าที่จะทำให้กาแฟมีการเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตสูง ต้องมีการใส่ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารที่พอเพียงสำหรับสร้างต้นและผลผลิตตลอดทั้งปี กาแฟเป็นพืชที่ต้องการปุ๋ยและธาตุอาหารค่อนข้างสูงโดยเฉพาะในช่วงระยะเวลาการติดผล จนกระทั่งผลสุก กาแฟจะขาดปุ๋ยไม่ได้ ถ้าหากต้นกาแฟขาดปุ๋ยในช่วงนี้จะแสดงอาการยอดแห้ง (die back) หลังช่วงการเก็บเกี่ยวหรือช่วงฤดูร้อน อาจทำให้ผลผลิตเสียหายได้ ดังนั้นการทดลองในครั้งนี้จึงน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะสามารถนำไปประยุกต์เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อพัฒนาปริมาณและคุณภาพของผลผลิตกาแฟให้คุ้มค่าการลงทุนในพื้นที่สูงของภาคเหนือต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved