

# อิทธิพลของอุณหภูมิต่อกาแฟอาราบิก้า

อารณีย์ ธรรมเขต<sup>1</sup>

## บทคัดย่อ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่มีอิทธิพลต่อการปลูกกาแฟอาราบิก้า นับตั้งแต่การเพาะเมล็ด การเจริญเติบโต ในระยะกล้าและต้นโต การเกิดตาดอก ดอกบาน การติดผล และการสุกของผล การเพาะเมล็ดที่อุณหภูมิคงที่ 30° ซ. เมล็ดสามารถงอกภายใน 3 สัปดาห์ แต่ที่อุณหภูมิคงที่ 17° ซ. เมล็ดงอกภายใน 3 เดือน ต้นกล้าที่ยังเล็กอยู่ สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิกลางวัน 30° ซ. และกลางคืน 23° ซ. เมื่อดันกล้าอายุ 7-8 เดือน อุณหภูมิในเวลา กลางวัน 26° ซ. และอุณหภูมิกกลางคืน 20° ซ. อุณหภูมิบริเวณรากกาแฟในตอนกลางวัน 26° ซ. และอุณหภูมิกกลางคืน 20° ซ. เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตมาก ส่วนอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเกิดตาดอก กลางวัน 23° ซ. และกลางคืน 17° ซ. เมื่อดาดอกเกิดขึ้นแล้วส่วนใหญ่มีการพัฒนาเป็น Star flower เมื่ออุณหภูมิ กลางวัน 30° ซ. และอุณหภูมิกกลางคืน 24° ซ. มีเพียงส่วนน้อยจะบานเป็นดอกปรกติ ผลกาแฟเจริญเติบโต ช้ามากที่สุดที่อุณหภูมิ 17° ซ. ในเวลากลางวัน และ 12° ซ. ในเวลากลางคืนโดยอาจใช้เวลาถึง 9 เดือนนับจาก วันที่ดอกบาน แต่ที่อุณหภูมิ 25° ซ. ในเวลากลางวัน และ 20° ซ. ในเวลากลางคืนใช้เวลาเพียง 4 เดือน นับจาก วันที่ดอกบาน

คำหลัก : กาแฟอาราบิก้า อุณหภูมิ

กาแฟอาราบิก้าที่ปลูกอยู่บนที่สูงในภาคเหนือของประเทศไทย ส่วนมากจะพบลักษณะอาการ กิ่งแห้ง และโทรมหลังจากที่ ให้ผลผลิตที่ดีมาชั่วระยะหนึ่งโดยไม่ทราบสาเหตุ ทั้ง ๆ ที่ไม่พบ อาการของโรคราสนิม ยิ่งในปัจจุบันกาแฟอาราบิก้าที่ปลูก ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์คาติเมอร์ หรือ HDT (derivative) ซึ่งมี พันธุ์แม่เป็น Caturra อาการกิ่งแห้งจะพบบ่อยมากขึ้น โดยทั่วไป กาแฟอาราบิก้าพันธุ์ Caturra เป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อโรคราสนิม แต่ให้ผลผลิตสูงมาก แต่จะโทรมและเกิดอาการกิ่งแห้ง หลังจาก ที่ให้ผลผลิตที่ดกมาระยะ 2-3 ปี ถ้าหากปลูกอยู่กลางแจ้ง ปราศจากไม้บังร่ม (Rodrigues, 1988) Nutman (1937) ได้ให้เหตุผลไว้ว่าเมื่อกาแฟอาราบิก้าติดผลดก ความต้องการ คาร์โบไฮเดรตที่จะเอาไปเลี้ยงผลมีสูงมากเกินไป เมื่อเปรียบเทียบกับ ความสามารถของใบที่จะดูดคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ เข้าไปปรุงอาหารในใบในแต่ละวัน ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุทำให้ต้น กาแฟโทรม เกิดอาการกิ่งแห้ง

กาแฟอาราบิก้าที่ปลูกอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของโลกต่างอยู่ใน สภาพภูมิอากาศแตกต่างกันออกไป หากกาแฟเหล่านี้ให้ ผลผลิตเป็นที่น่าสนใจไม่ว่าจะปลูกอยู่ภายใต้ร่มเงาหรือกลางแจ้ง ก็ไม่เป็นปัญหา แต่ปัญหาของสภาพแวดล้อมเฉพาะพื้นที่และ วิธีการดูแลรักษามีความสำคัญมากกว่า (Sylvain, 1952 อ้างโดย Ramaiah and Gopal, 1969) เมื่อกาแฟอาราบิก้า ปลูกอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม การเจริญเติบโตของต้น กาแฟจะค่อนข้างช้าแต่สม่ำเสมอ ใบเขียวเข้มเป็นมัน ดอกบาน เพียงครั้งเดียวและสามารถเก็บผลสุกได้เพียงครั้งเดียวต่อปี ไม่มีดอกและผลบนกิ่งที่แตกออกมาใหม่ ๆ ซึ่งมีสีเขียว แต่จะ ออกดอกและติดผลบนกิ่งแก่ (กิ่งสีน้ำตาล) ที่เจริญออกมา เมื่อปีที่ผ่านมา มากกว่าบนกิ่งสีเขียวที่แตกออกมาใหม่ ๆ ทั้งนี้ เพราะคาร์โบไฮเดรตที่สร้างจากกิ่งที่แตกออกมาใหม่ ๆ จะ เคลื่อนย้ายมาเก็บไว้ในส่วนที่แก่กว่าของกิ่ง เพื่อการออกดอก และติดผล ประการที่สำคัญที่สุดคือเมื่อกาแฟอาราบิก้าปลูกอยู่

<sup>1</sup> กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กทม. 10900

ในสภาพที่เหมาะสมจะไม่มีอาการกิ่งแห้งบนต้น ส่วนข้อสังเกตที่แสดงว่าสภาพแวดล้อมที่ปลูกกาแฟอาราบิก้าไม่เหมาะสม คือ ติดผลครั้งแรกเร็วเกินไป การเจริญเติบโตรวดเร็วมาก ใบสีเขียวอ่อน ดอกบาน ผลอ่อนสีเขียว และผลสุกสีแดงอยู่บนกิ่งเดียวกันในเวลาใกล้เคียงกัน (Haarer, 1963)

Haarer (1956) เป็นบุคคลแรกที่ได้สังเกตถึงการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเกินไปของกาแฟอาราบิก้าว่าสาเหตุมาจากอุณหภูมิที่สูงเกินไป

ถิ่นกำเนิดดั้งเดิมของกาแฟอาราบิก้าอยู่ภายใต้ร่มเงาไม้ใหญ่บนที่สูง มีเมฆหมอกปกคลุมเกือบทั้งปี อุณหภูมิมีขั้วต่ำกว่าสภาพพื้นที่ที่มีแสงแดดจ้า ปราศจากเมฆหมอกปกคลุม ร่มเงาของต้นไม้จะช่วยลดอุณหภูมิในเวลากลางวัน และรักษาอุณหภูมิมากลางคืนให้อุ่นกว่าอุณหภูมิข้างนอก ดังนั้น อุณหภูมิของดินย่อมต่ำลงด้วย นี่คือนิเวศน์พื้นที่สูงของประเทศเอธิโอเปียที่เป็นแหล่งกำเนิดของกาแฟอาราบิก้า (Haarer, 1956)

โดยทั่วไป กาแฟอาราบิก้าปลูกอยู่ในอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีระหว่าง 17° - 25° ซ. แต่ไม่ได้หมายความว่าที่อุณหภูมิสูงสุด 30° ซ. และต่ำสุด 15° ซ. จะปลูกกาแฟอาราบิก้าไม่ได้ อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับปลูกกาแฟอาราบิก้าในแต่ละประเทศแตกต่างกันออกไป เช่น แหล่งปลูกกาแฟอาราบิก้าในประเทศบราซิล มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีอยู่ระหว่าง 18-23° ซ. อินเดีย 18-27° ซ. ทันทานีเย 10-31° ซ. เม็กซิโก 10-25° ซ. เอลซัลวาดอร์ 14-21° ซ. เวเนซุเอล่า 15-20° ซ. และโคลัมเบีย 16-22° ซ. (Wrigley, 1988)

## อิทธิพลของอุณหภูมิที่มีต่อกาแฟอาราบิก้า

### 1. อิทธิพลของอุณหภูมิต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้า

เปลือก (parchment) ที่หุ้มเมล็ดกาแฟจะทำให้ความงอกของเมล็ดช้าลงอย่างน้อย 1 สัปดาห์ ในการเพาะเมล็ดกาแฟนั้น เมล็ดจะงอกรวดเร็วมากในสภาพอุณหภูมิสูง เช่น ที่อุณหภูมิคงที่ 30° ซ. กล้ากาแฟจะงอกเป็นหัวไม้ขีดไฟออกมาเหนือดินภายในเวลา 3 สัปดาห์หลังจากวันเพาะ แต่ที่อุณหภูมิคงที่ 17° ซ. เมล็ดกาแฟจะงอกเป็นหัวไม้ขีดไฟออกมาเหนือดินที่เพาะอาจใช้เวลาราว 3 เดือน (Went, 1957) Pursglove (1986) มีความเห็นสอดคล้องกับ Went (1957) ในกรณีที่เขาเปลือกออกจากเมล็ดแล้ว ความงอกจะเร็วขึ้น โดยเมล็ดกาแฟจะงอกไฟหัวไม้ขีดไฟ

ขึ้นมาเหนือดินใช้เวลาประมาณ 3-4 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 27.8° ซ. และ 6-8 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 20° ซ. Wellman (1961) ก็มีความเห็นสอดคล้องกันว่า เมล็ดกาแฟอาราบิก้าจะงอกเร็วขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น Went (1957) ยังได้ศึกษาต่อไปอีกว่า ในระหว่างสัปดาห์แรกของการงอก การเจริญเติบโตของกล้าเป็นไปอย่างเชื่องช้ามาก กล้ากาแฟที่ยังอ่อนอยู่นี้ยังคงเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 30° ซ. ในเวลากลางวันและที่ 23° ซ. ในเวลากลางคืน เมื่อกกล้ากาแฟมีอายุ 7-8 เดือน หลังจากงอกขึ้นมาเหนือดินโดยมีกิ่งข้างแตกออกมาเป็นครั้งแรก อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตจะลดลงเหลือเพียง 26° ซ. ในเวลากลางวันและ 20° ซ. ในเวลากลางคืน ซึ่งอุณหภูมิมระดับนี้จะทำให้ต้นกล้าโตเร็วและแข็งแรงมาก แต่เมื่อกกล้ากาแฟมีอายุประมาณ 1 ปี อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตคงเหลือ 23° ซ. ในเวลากลางวัน และ 17° ซ. ในเวลากลางคืน Wellman (1961) ได้อ้างถึงการศึกษานี้ของ Alvarez-Garcia ในปี พ.ศ. 2488 ว่า กล้ากาแฟอาราบิก้าที่ปลูกอยู่ในเรือนเพาะชำที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ จะเจริญได้ดีมากกว่า อุณหภูมิระหว่าง 20-30° ซ.

### 2. อิทธิพลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตทางใบและกิ่งของกาแฟอาราบิก้า

Ramaiah and Gopal (1969) ได้อ้างความคิดเห็นของ Lock ในปี พ.ศ. 2431 ว่า กาแฟไม่สามารถทนทานต่ออุณหภูมิสูงมาก ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับไม้ยืนต้นอื่น ๆ ในเขตร้อนทั่วไป ถ้ากาแฟอาราบิก้าได้รับแสงแดดจัดหรืออุณหภูมิที่สูงเกินไปใบกาแฟจะร่วงและกิ่งแห้งจะติดตามมา Williams (1975) ได้กล่าวไว้ว่า กาแฟอาราบิก้าสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพที่สูง อากาศหนาวเย็นได้ดีกว่าสภาพพื้นที่ต่ำและอากาศร้อน แต่ในพื้นที่ที่สูงนั้นจะต้องปลอดภัยจากน้ำค้างแข็งและลมหนาว Alvim (1958) มีความเห็นว่ากาแฟอาราบิก้าไม่ใช่พืชที่ชอบร่มเงาโดยสิ้นเชิงแต่จะขึ้นอยู่กับแสง กาแฟอาราบิก้าที่ปลูกกลางแจ้งจะให้ผลผลิตสูงมาก ต่อเมื่อสภาพดินต้องมีอุดมสมบูรณ์มาก มีการให้ปุ๋ยเต็มที่ การป้องกันและกำจัดวัชพืชจะต้องปฏิบัติอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพเพียงพอ Haarer (1963) ได้ให้ข้อคิดเห็นว่ากาแฟอาราบิก้าที่ปลูกอยู่บนที่สูงที่มีเมฆหมอกปกคลุมตลอดเวลา เมฆหมอกเหล่านี้จะช่วยกรองแสงให้กับกาแฟ ร่มเงาจึงไม่มีความจำเป็นในสภาพเช่นนี้ แต่ในสภาพที่แสงแดดจ้า ร่มเงากลับมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

Ramaiah and Gopal (1969) ได้อ้างถึงงานทดลองของ Mes ในปี พ.ศ. 2498 ที่ทดลองปลูกกาแฟอาราบิก้าอายุ 3 ปี ภายใต้สภาพที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ จากการวัดการเจริญเติบโตของต้นกาแฟพบว่า ในวันที่มีอากาศหนาว อุณหภูมิกลางวัน 20° ซ. กลางคืน 17° ซ. และที่อุณหภูมิกลางวัน 26° ซ. กลางคืน 23° ซ. การเจริญเติบโตของกาแฟอาราบิก้าจะไม่แตกต่างกัน แต่ที่อุณหภูมิกลางวัน 30° ซ. การเจริญเติบโตทางใบและกิ่งใกล้เคียงกับที่ปลูกในอุณหภูมิกลางวัน 14° ซ. ตลอดวัน หรือบางครั้งอุณหภูมิอาจลดต่ำกว่านี้ และที่อุณหภูมิ 30° ซ. ในเวลากลางวัน และ 24° ซ. ในเวลากลางคืน ต้นกาแฟอาราบิก้าจะเจริญเติบโตในทางสูงมากเกินไป จะมีหน่อแตกออกมาจากโคนต้นมากมาย

Robinson (1964) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของกาแฟอาราบิก้าในประเทศหันทาเนีย ให้ความเห็นว่าแหล่งปลูกกาแฟอาราบิก้าในประเทศหันทาเนีย อุณหภูมิต่ำสุดในเวลากลางคืน ไม่ควรต่ำกว่า 10° ซ. ติดต่อกันนาน ๆ และอุณหภูมิในเวลากลางวันไม่ควรเกินกว่า 31.1° ซ. ติดต่อกันนาน ๆ จะไม่เป็นผลดีกับต้นกาแฟ อาจทำให้เกิดอาการใบไหม้ แต่ถ้าหากอุณหภูมิสูงเกินกว่า 32.2° ซ. ในเวลากลางวัน หรือต่ำกว่า 7.2° ซ. ในเวลากลางคืน หรืออาจต่ำกว่านี้เพียงช่วงสั้น ๆ ก็จะไม่เป็นอันตรายแก่กาแฟอาราบิก้า แต่อย่างไรก็ตามที่อุณหภูมิที่สูงเกินกว่า 25° ซ. ในเวลากลางวัน การปรุงอาหารของกาแฟอาราบิก้าจะลดลง Haarer (1956) ได้ย้ำอย่างหนักแน่นว่า กาแฟอาราบิก้าที่ปลูกอยู่ในอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีเกินกว่า 26.7° ซ. จะไม่คุ้มกับการลงทุน Went (1957) ได้กล่าวไว้ว่าที่อุณหภูมิสูงมาก ๆ หน่อที่แตกออกมาจากลำต้นกาแฟแทบจะกลายเป็น multiple stems แต่ที่อุณหภูมิต่ำ กิ่งข้างจะไม่แตกออกมา ยกเว้นปลายยอดอาจหักหรือเสียหาย Wellman (1961) ได้อ้างถึงการศึกษาของ Schroeder ในปี พ.ศ. 2497 ที่ศึกษาเรื่องอุณหภูมิว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตในด้านใบและกิ่งของกาแฟอาราบิก้าที่รัฐเซา เปาโล ประเทศบราซิลอยู่ระหว่าง 15-25° ซ. จากการศึกษาของ CCRI, Balehonnur ประเทศอินเดีย พบว่าในเวลากลางวัน อุณหภูมิในแปลงกาแฟที่อยู่ภายใต้ร่มเงาที่ดีจะต่ำกว่าอุณหภูมิกลางแจ้งประมาณ 7° ซ. ส่วนในเวลากลางคืนอุณหภูมิในแปลงกาแฟจะสูงกว่าอุณหภูมิข้างนอกในฤดูหนาวประมาณ 4-5° ซ. (Anon., 1985)

งานของ Franco ระหว่างปี พ.ศ. 2499-2500 ที่ California Institute of Technology โดยศึกษาอุณหภูมิบริเวณรากของกล้า *Coffea arabica* var. Bourbon Vermelho ในเรือนเพาะชำ พบว่า อุณหภูมิบริเวณรากกาแฟที่ 26° ซ. ในเวลากลางวันและ 20° ซ. ในเวลากลางคืนจะเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของกล้ากาแฟ แต่อุณหภูมิที่ห่างกันเพียง 5° ซ. ระหว่างกลางวันและกลางคืนจะทำให้การเจริญเติบโตของกาแฟช้าลงมากถ้าอุณหภูมิบริเวณรากอยู่ระหว่าง 13° ซ. ในเวลากลางคืนและ 38° ซ. ในเวลากลางวัน การเจริญเติบโตของกาแฟอาราบิก้าจะหยุดโดยสิ้นเชิง เมื่ออุณหภูมิของบรรยากาศที่คงที่ 30° ซ. ติดต่อกันนาน ไม่เพียงแต่จะทำให้การเจริญเติบโตช้าลง แต่ยังทำให้ใบกาแฟมีสีเหลือง และบริเวณโคนต้นจะเกิดเป็นปม (tumour) ส่วนลำต้นของกาแฟที่ปลูกอยู่ในอุณหภูมิต่ำกว่า -2° ซ. นานถึง 2 ชั่วโมงจะทำให้ต้นตาย การดูดซับอาหารทุกชนิดของกาแฟจะลดลงที่อุณหภูมิ 33-38° ซ. การดึงธาตุโพแทสเซียมไปใช้ของกาแฟจะเพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิ 13° -18° ซ. แต่ที่อุณหภูมิ 13° ซ. การดึงธาตุแคลเซียม และแมกนีเซียมขึ้นไปใช้จะลดลงอย่างเด่นชัด (Franco, 1958 อ้างโดย Anon., 1960)

อุณหภูมิของดินจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของกาแฟอาราบิก้าโดยตรง ตามปกติ หน้าที่ดินที่ถูกแสงแดดส่องโดยตรงจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิของบรรยากาศ รากหาอาหารของกาแฟส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณผิวดิน เมื่ออุณหภูมิผิวดินสูง จะสร้างความเสียหายแก่การเจริญเติบโต และผลผลิตของกาแฟอย่างมาก อุณหภูมิของหน้าดินในพื้นที่ที่ต่ำ (low altitude) จะสูงกว่าอุณหภูมิของหน้าดินในพื้นที่ที่สูง (high altitude) ได้มีการศึกษาและบันทึกอุณหภูมิของหน้าดินที่มีการกำจัดวัชพืช ที่ความลึก 5 ซม. จากผิวดิน ช่วงเวลาตอนบ่าย 15.30 น. ในแปลงกาแฟโรบัสต้าหน้าแล้งของประเทศอุกานดา สูงถึง 35-40° ซ. ในขณะที่อุณหภูมิของหน้าดินภายใต้การคลุมดินอย่างดีต่ำกว่าถึง 10° ซ. (Wrigley, 1988) ผู้เขียนเคยวัดอุณหภูมิโคนต้นกาแฟอาราบิก้าอายุ 3 ปี ที่ไม่มีการคลุมโคนที่ศูนย์วิจัยการปลูกพืช สถาบันวิจัยพืชสวนที่ดอยตุง จ.เชียงราย ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2533 เวลา 14.00 น. สูงถึง 40° ซ. ในขณะที่อุณหภูมิในบรรยากาศสูงเพียง 31° ซ.

3. อิทธิพลของอุณหภูมิต่อการเกิดตาดอก ดอกบาน การติดผล และการเจริญเติบโตของผล

กาแฟเป็นพืชพวกกลางวันสั้น ภายใต้ความยาวของวันเกินกว่า 13 ชั่วโมงหรือการให้แสงน้ออนในเวลากลางคืน จะทำให้การเจริญเติบโตเป็นไปเฉพาะใบและกิ่งเท่านั้น ยกเว้น *Coffea arabica* cv. *Semperflorens* ที่สามารถผลิตดอกได้ ทุกช่วงยาวของวัน (Went, 1957; Alvim, 1958) ในขบวนการทางสรีรวิทยาของการบานของดอกกาแฟ มีอยู่ 2 ขั้นตอน คือการเกิดตาดอก (bud initiation) หลังจากนั้นตาดอกจะชะงักและหยุดการเจริญเติบโตไปชั่วระยะหนึ่ง ต่อมาดอกจึงจะบาน (flowering) เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม (Wrigley, 1988) Wormer and Gituanja (1970) ได้ศึกษาการเกิดตาดอกของกาแฟอาราบิก้าที่ประเทศดัตช์พบว่า ไม่ว่าอุณหภูมิที่สูงของเดือนมีนาคม หรืออุณหภูมิที่ต่ำของเดือนกรกฎาคม มีผลไปชะงักการเกิดตาดอก แม้ว่าตามปรกติอัตราการเกิดตาดอกจะสูงสุดในเดือนที่มีอากาศเย็น ยังมีการพบต่อไปอีกว่า กิ่งที่อยู่ตรงกลางของต้นกาแฟที่มีใบหนาที่บนนั้น ในส่วนกลาง ๆ ของกิ่งแต่ละกิ่งดอกจะบานก่อน ถัดมาจึงจะเป็นข้อที่อยู่ด้านในใกล้ ๆ ลำต้น ส่วนกาแฟที่ปลูกกลางแจ้ง จะมีตาดอกในแต่ละข้อของกิ่งจะดกกว่ากาแฟที่ปลูกภายใต้ร่มเงา แสงอาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์นี้

Mes (1957) ได้ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิต่อการเกิดตาดอกพบว่า ตาดอกจะถูกผลิตออกมามากที่สุด ที่อุณหภูมิกลางวัน  $23^{\circ}$  ซ. และอุณหภูมิกกลางคืน  $17^{\circ}$  ซ. เมื่อเปรียบเทียบกับที่อุณหภูมิกกลางวัน  $26^{\circ}$  ซ. และอุณหภูมิกกลางคืน  $20^{\circ}$  ซ. หรือที่อุณหภูมิกกลางวัน  $30^{\circ}$  ซ. และอุณหภูมิกกลางคืน  $24^{\circ}$  ซ. แต่ที่อุณหภูมิกกลางวัน  $30^{\circ}$  ซ. และอุณหภูมิกกลางคืน  $22^{\circ}$  ซ. ตาดอกจะไม่สามารถพัฒนาเป็นดอกปรกติทั้งหมด บางส่วนอาจจะแห้ง บางส่วนอาจพัฒนาเป็น star flower การที่อุณหภูมิกกลางคืนสูงขึ้นตลอดเวลา ตาดอกส่วนใหญ่จะพัฒนาเป็น star flower มากขึ้น และยังได้พบอีกว่าอุณหภูมิเป็นองค์ประกอบสำคัญในการเจริญเติบโตของตาดอก เมื่อตาดอกได้เกิดขึ้นมาแล้ว จะเจริญได้ดีกว่าที่อุณหภูมิกกลางวัน  $30^{\circ}$  ซ. และอุณหภูมิกกลางคืน  $24^{\circ}$  ซ. เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิกกลางวัน  $26^{\circ}$  ซ. และอุณหภูมิกกลางคืน  $20^{\circ}$  ซ. แต่ที่อุณหภูมิกต่ำลงที่  $23^{\circ}$  ซ. ในเวลากลางวันและ  $17^{\circ}$  ซ. ในเวลากลางคืน จะทำให้การพัฒนาตาดอกช้าลงไปอีก 3-8 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับการพัฒนาตาดอกในสภาพอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุด แต่ทั้ง Mes (1957) และ Went (1957) มีความเห็นตรงกันว่า ที่อุณหภูมิ  $30^{\circ}$  ซ.

ในเวลากลางวันและ  $24^{\circ}$  ซ. ในเวลากลางคืน ตาดอกจะไม่สามารถพัฒนาเป็นดอกปรกติได้หมด ส่วนใหญ่จะแห้งหรือพัฒนาเป็น star flower ซึ่งลักษณะเช่นนี้จะไม่เกิดขึ้นในสภาพอุณหภูมิที่ต่ำ star flower จะเกิดขึ้นในช่วงแรก ๆ ของการพัฒนาจากการเริ่มเกิดตาดอกไปเป็นตาดอก มีนักวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกาแฟหลาย ๆ คนแย้งว่า อาจมีปัจจัยอย่างอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น กาแฟที่กระทบแล้งนาน ๆ หรือ เป็นโรคราสนิมรุนแรง หรือสาเหตุอื่น ๆ ที่ทำให้การเจริญเติบโตชะงักซึ่งอาจกระตุ้นให้เกิด star flower หรือ snake mouthed flower ในช่วงดอกบานได้เช่นกัน (Gopal and Vishveshwara, 1971)

Went (1957) ได้ทำการทดลองโดยการลดความเข้มของแสงให้เหลือเพียง 10 แสงเทียน ในตอนเช้ามืด และพลบค่ำ พบว่าความเข้มแสงดังกล่าวเพียงพอต่อการเกิดตาดอกของกาแฟอาราบิก้าได้ ถ้าหากต้องการที่จะปรับสภาพธรรมชาติให้กลางวันสั้นลงเพื่อให้เกิดตาดอก ดังนั้นร่วมเงาอาจมีอิทธิพลก่อให้เกิดตาดอกได้โดยร่วมเงาจะปลดความเข้มของแสงตอนเช้ามืดและตอนพลบค่ำ แต่การทดลองและศึกษาจริง ๆ ยังไม่มีใครศึกษาความแตกต่างของอุปนิสัยของดอกกาแฟอาราบิก้าต่อการมีร่วมเงา และไม่มีร่วมเงามาก่อน Alvim (1958) ได้อ้างถึงรายงานของ Newton ที่ไม่ได้ตีพิมพ์ในปี พ.ศ. 2495 ซึ่งได้ศึกษา ระยะเวลาที่ได้รับแสงในแหล่งปลูกกาแฟอาราบิก้า ในภาคใต้ของประเทศบราซิล ระหว่างเส้นรุ้งที่  $20-25^{\circ}$  ได้การเกิดตาดอกจะเริ่มในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม เมื่อช่วงแสงในเวลากลางวันสั้น แต่ในเขตเส้นศูนย์สูตรที่ความยาวของวันไม่แตกต่างกันตลอดปี ตาดอกจะเกิดได้ตลอดเวลาตลอดปี ดอกจะบานให้เห็นบ่อย ๆ ในแต่ละปี ซึ่งลักษณะเช่นนี้อาจจะเกิดจากกลไกของการบานของดอก (anthesis) มากกว่าการเกิดตาดอก ในสภาพการปลูกกาแฟในภาคใต้ของอินเดียที่เส้นรุ้งที่  $10-16^{\circ}$  เหนือ การเกิดตาดอกจะเริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนมีนาคม เมื่อความยาวของวันประมาณ 8-11 ชั่วโมง การเกิดตาดอก หรือการเกิด vegetative shoot ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ เช่น อุณหภูมิความชื้น ไม่ใช่ช่วงแสงแต่เพียงอย่างเดียว (Anon., 1985; Gopal and Vishveshwara, 1971)

เมื่อตาดอกได้เกิดขึ้นแล้ว การเจริญเติบโตจะเป็นไปอย่างเชื่องช้า ในช่วง 2 เดือนจะมีขนาด 6-8 มม. ต่อจากนั้นจะหยุดการเจริญเติบโตเป็นเวลาหลายสัปดาห์หรือหลายเดือน

(Mes, 1957) เมื่อมีฝนโปรยมาหรือการให้น้ำแบบฝ่นเทียม (sprinkler irrigation) ในหน้าแล้ง ตาดอกจะเจริญอย่างรวดเร็ว เปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีขาว และบานภายในเวลา 8-10 วัน หลังจากได้รับน้ำฝนหรือฝ่นเทียม (Anon., 1985) Alvim (1958) ได้อ้างถึงรายงานของ Porteres ในปี พ.ศ. 2490 ว่า น้ำฝนเพียง 3 มม. อาจเพียงพอทำให้ดอกกาแฟอาราบิก้าบานได้ Went (1957) ได้ศึกษาการบานของดอก ได้รายงานว่าที่อุณหภูมิกลางวัน  $23^{\circ}\text{C}$ . และกลางคืน  $17^{\circ}\text{C}$ . อาจทำให้ดอกบานภายในเวลา 13 วัน โดยปรกติอุณหภูมิกลางวัน  $30^{\circ}\text{C}$ . และอุณหภูมิกลางคืน  $24^{\circ}\text{C}$ . จะเป็นอันตรายต่อการบานของดอกกาแฟ และการติดผล แต่ปัญหานี้สามารถทำให้เบาบางลงได้โดยใช้ไม้บังร่ม เช่น ในแหล่งปลูกกาแฟอาราบิก้าในภาคใต้ของประเทศไทย อินเดีย อุณหภูมินอกแปลงกาแฟมักจะสูงในช่วงระยะการบานของดอก แต่จะถูกปรับให้ลดลงจนพอเหมาะพอดีโดยใช้ไม้บังร่ม จากการศึกษาของ Central Coffee Research Institute, Balehonnur พบว่า การให้น้ำแบบฝ่นเทียมในเดือนกุมภาพันธ์ เมื่อตาดอกมีขนาด 7-8 มม. นานจนกระทั่งมีน้ำนองบนพื้นดิน ทำให้ความชื้นในดินมีเพียงพอดอกจะบานสม่ำเสมอ และติดผลสม่ำเสมอ การให้น้ำแบบฝ่นเทียมนี้ดีกว่าการให้น้ำทางพื้นดินอย่างเดียว (Gopal and Vishveshwara, 1971) Alvim (1958) ได้ทดลองพ่นต้นกาแฟด้วย gibberellic acid ซึ่งอาจทำให้ดอกบานภายใน 9-10 วัน สรุปว่าการบานของดอกกาแฟน่าจะถูกรควบคุมโดยฮอร์โมนอาจจะไม่ถูกรควบคุมโดยกรรมวิธีง่าย ๆ ของการดูดซับน้ำตามธรรมชาติ การดูดน้ำหรืออุณหภูมิต่ำอาจไปเร่งหรือกระตุ้นการสังเคราะห์ฮอร์โมน gibberellic acid ฮอร์โมนจะกลับมาเร่งการบานของดอก

Haarer (1963) ได้สังเกตว่า ในสภาพอากาศร้อนและแห้งแล้ง กาแฟจะติดผลทั้งบนกิ่งแก่ (สีน้ำตาล) และบนกิ่งอ่อน (สีเขียว) ในพื้นที่ต่ำที่ร้อนและแห้ง ผลกาแฟจะเกิดเฉพาะบนกิ่งอ่อนเท่านั้น

เมื่อกาแฟติดผล ผลกาแฟจะพัฒนาและเจริญเติบโตไปในสภาพที่ต่าง ๆ กัน แต่อัตราการเจริญเติบโตจะสัมพันธ์กับอุณหภูมิ จากการทดลองของ Went (1957) พบว่าผลกาแฟจะเจริญเติบโตช้ามากที่อุณหภูมิ  $17^{\circ}\text{C}$ . ในเวลากลางวันและ  $12^{\circ}\text{C}$ . ในเวลากลางคืนโดยผลจะสุกอาจต้องใช้เวลาถึง 9 เดือน แต่ที่อุณหภูมิ  $25^{\circ}\text{C}$ . ในเวลากลางวันและ  $20^{\circ}\text{C}$ . ในเวลากลางคืน นับจากวันติดผลจนกระทั่งผลสุกอาจต้องใช้เวลา 4 เดือน

## สรุป

อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการปลุกกาแฟอาราบิก้าเป็นอย่างมาก เริ่มตั้งแต่การเพาะเมล็ดการเจริญเติบโตในระยะกล้า ระยะต้นโตในแปลง จนกระทั่งการออกดอก ติดผล ความดกของผลและการสุกของผล

การเพาะเมล็ดกาแฟที่อุณหภูมิคงที่  $30^{\circ}\text{C}$ . ตลอดเวลาจะทำให้เมล็ดกาแฟงอกภายในเวลา 3 สัปดาห์ แต่ที่อุณหภูมิคงที่  $17^{\circ}\text{C}$ . ตลอดเวลา เมล็ดกาแฟจะงอกภายในเวลา 3 เดือน กล้ากาแฟที่ยังเล็กอยู่จะเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิกลางวัน  $30^{\circ}\text{C}$ . และอุณหภูมิกลางคืน  $23^{\circ}\text{C}$ . แต่เมื่อกกล้ากาแฟมีอายุ 7-8 เดือน อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตลดลงเป็น  $26^{\circ}\text{C}$ . ในเวลากลางวัน และ  $20^{\circ}\text{C}$ . ในเวลากลางคืน พอกกล้ากาแฟอายุครบ 1 ปี อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตจะลดลงไปอีกเป็น  $23^{\circ}\text{C}$ . ในเวลากลางวัน และ  $17^{\circ}\text{C}$ . ในเวลากลางคืน

การเจริญเติบโตสำหรับต้นกาแฟที่มีอายุในแปลงนั้นอาจแตกต่างกันไปตามความสูง (altitude) และเส้นรุ้ง (latitude) ของพื้นที่ที่ปลูกในแต่ละประเทศ อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุดทั้งปีของแหล่งปลูก กาแฟอาราบิก้าของแต่ละประเทศก็แตกต่างกันไป เช่น ที่ประเทศบราซิลอยู่ระหว่าง  $18^{\circ}$  -  $23^{\circ}\text{C}$ . เอลซัลวาดอร์  $14^{\circ}$  -  $21^{\circ}\text{C}$ . เวเนซุเอลา  $15^{\circ}$  -  $20^{\circ}\text{C}$ . โคลัมเบีย  $16^{\circ}$  -  $22^{\circ}\text{C}$ . เม็กซิโก  $10^{\circ}$  -  $25^{\circ}\text{C}$ . ทันซาเนีย  $10^{\circ}$  -  $31^{\circ}\text{C}$ . และอินเดีย  $18^{\circ}$  -  $27^{\circ}\text{C}$ . แต่มีข้อสรุปไว้ว่าอุณหภูมิต่ำสุดในแปลงกาแฟในเวลากลางคืนไม่ควรต่ำกว่า  $10^{\circ}\text{C}$ . ติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ และอุณหภูมิกลางวันไม่ควรเกินกว่า  $31.1^{\circ}\text{C}$ . ติดต่อกันนาน ๆ เช่นกันเพราะจะไม่เป็นผลดีต่อการเจริญเติบโตของกาแฟ แต่ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีเกินกว่า  $26.7^{\circ}\text{C}$ . ผลผลิตของกาแฟที่ได้รับจะไม่คุ้มกับการลงทุน

อุณหภูมิบริเวณรากของกล้ากาแฟอาราบิก้าในตอนกลางวัน  $26^{\circ}\text{C}$ . และอุณหภูมิกลางคืน  $20^{\circ}\text{C}$ . จะเหมาะสมกับการเจริญเติบโตมาก แต่ถ้าอุณหภูมิบริเวณรากกาแฟในเวลากลางวัน  $38^{\circ}\text{C}$ . และอุณหภูมิกลางคืน  $13^{\circ}\text{C}$ . การเจริญเติบโตของต้นกาแฟจะหยุดโดยสิ้นเชิง การดูดซับธาตุอาหารของรากจะลดลงที่อุณหภูมิ  $33^{\circ}$  -  $38^{\circ}\text{C}$ . การดูดซับธาตุโพแทสเซียมไปใช้ของกาแฟจะเพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิบริเวณราก  $13^{\circ}$  -  $18^{\circ}\text{C}$ . แต่ที่อุณหภูมิของรากกาแฟที่  $13^{\circ}\text{C}$ . การดูดซับธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมจะลดลง

กาแฟเป็นพืชพวกกลางวันสั้น ภายใต้ความยาวของวันเกินกว่า 13 ชั่วโมง หรือการให้แสงนีออนในเวลากลางคืน จะทำให้การเจริญเติบโตของกาแฟอาราบิก้าเป็นไปเฉพาะใบและกิ่งเท่านั้น ยกเว้นกาแฟอาราบิก้าบางพันธุ์ ที่อุณหภูมิกลางวัน 23° ซ. และอุณหภูมิกกลางคืน 17° ซ. เป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเกิดตาดอกตามข้อของกิ่ง แต่อุณหภูมิสูงมาก ๆ อยู่ตลอดเวลา เช่น ที่อุณหภูมิกลางวัน 30° ซ. และอุณหภูมิกกลางคืน 24° ซ. ตาดอกที่เกิดขึ้นมาแล้วก็จะพัฒนาไปเป็น star flower หรือ snaked mouthed flower เสียเป็นส่วนใหญ่แทนที่จะบานตามปกติ

ในสภาพอากาศร้อนและแห้งแล้งบนที่สูง กาแฟอาราบิก้าจะติดผลทั้งบนกิ่งแก่และบนกิ่งอ่อนปะปนกันไป แต่ในพื้นที่ต่ำที่มีอากาศร้อนและแห้งแล้ง กาแฟอาราบิก้าจะติดผลบนกิ่งอ่อนเท่านั้นเมื่อติดผลแล้วผลกาแฟจะเจริญเติบโตช้ามากที่อุณหภูมิกลางวัน 17° ซ. และอุณหภูมิกกลางคืน 12° ซ. ซึ่งอาจใช้เวลาถึง 9 เดือน นับตั้งแต่ดอกบานจนกระทั่งผลสุก แต่ที่อุณหภูมิกลางวัน 25° ซ. และอุณหภูมิกกลางคืน 20° ซ. ผลกาแฟจะสุกภายใน 4 เดือนเท่านั้นนับตั้งแต่วันดอกบาน

### เอกสารอ้างอิง

- Alvim, Paul de T. 1958. Recent advances in our knowledge of coffee trees. I. Physiology. *Coffee and Tea Industries* 81(11) : 14.
- Anonymous. 1960. *Digest*. Ind. Coffee 24 : 264.
- Anonymous. 1985. *Coffee guide*. Coffee Research, (1925-1985) Diamond Jubilee. Central Coffee Research Institute. Karnataka. 200 p.
- Gopal, N.H. and S. Vishveshwara. 1971. Flowering of coffee under South Indian conditions. *Ind. Coffee* 35 : 142-143.
- Haarer, A.E. 1956. *Modern coffee production*. Leonard Hill, London. 467 p.
- Haarer, A.E. 1963. Best environment for coffee. *Ind. Coffee* 27 : 289-291.
- Mes, M.G. 1957. Studies on the flowering of *Coffea arabica* L. I. The influence of temperature on the initiation and growth of coffee flower buds. *Portugaliae Acta Biologica (A)* 4 : 328-341.
- Nutman, F.J. 1937. Studies of the physiology of *Coffea arabica* L. Photosynthesis of coffee leaves under natural conditions. *Ann. Bot. Lond. (N.S.)* 1 : 353-367.
- Purseglove, J.W. 1968. *Tropical Crops, Dicotyledons*. Longmans London. 718 p.
- Ramaiah, P.K. and N.H. Gopal. 1969. Effects of temperature and light on arabica coffee *Ind. Coffee* 33 (8) : 1-7.
- Robinson, J.B.D. 1964. *A handbook on arabica coffee in Tanganyika*. Tanganyika Coffee Board. 182 p.
- Rodrigues Jr., C.J. 1988. Study report on Arabica coffee development in Northern Thailand. USAID in Cooperation with Thailand, Department of Agriculture. 21 p.
- Wellman, F.L. 1961. *Coffee : Botany, Cultivation, and Utilization*. Leonard Hill, London. 448 p.
- Went, F.W. 1957. *The experimental control of plant growth*. The Ronald Press Company. New York. 343 p.
- Williams, C.N. 1975. *The agronomy of the major tropical crops*. Oxford unit. Press. London. 227 p.
- Wrigley, G. 1988. *Coffee*. Longman Scientific and Technical, New York. 639 p.
- Wormer, T.M. and J. Gituaja. 1970. Floral initiation and flowering of *Coffea arabica* L. in Kenya. *Expl. Agric.* 6 : 157-70.

## **Effect of Temperature on Arabica Coffee**

**Arporn Tummakate<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Plant Pathology and Microbiology Division,  
Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900

### **Abstract**

Temperature has a great effect on Arabica coffee beginning from seed germination, growth of seedlings and mature trees, bud initiation, flowering, fruit setting, and the ripening of the fruits. Seed germination was found to take only three week at 30° C constantly and it was taken as long as 3 months when temperature was kept at 17° C. Optimal growth of young seedlings were found at 30° C during day and 23° C during night, when the seedlings were 7 to 8 months old, the optimal temperature was at 26° C day and 20° C night. As root temperature at 30° C day and at 20° C night were suitable for growth of coffee. More bud initiations were formed at a temperature combination of 23° C day and 17° C night. Once flower buds are formed, when temperature was high as 30° C day and 24° C night, most of flower buds were developed into star flowers, and very few buds were developed into normal flowers. Fruit growth was very slow at 17° C day and 12° C night, the berries were ripen in nine months after flowering, whereas it took only four months at 25° C day and 20° C night after flowering.