

## บทที่ 5

### วิจารณ์ผลการทดลอง

ปริมาณสารคาเฟอีนในกาแฟจะพบมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ อย่างรวมกัน ซึ่งได้แก่ พันธุ์ สภาพอากาศ สภาพแวดล้อมของพื้นที่ รวมทั้งการจัดการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว โดยในการทดลองครั้งนี้สามารถอธิบายผลการทดลองได้ดังนี้

#### การทดลองที่ 1 การศึกษาปริมาณคาเฟอีนเบื้องต้นในกาแฟ

##### 1.1) การวิเคราะห์หาปริมาณคาเฟอีนในเครื่องดื่มกาแฟชนิดผงสำเร็จรูป

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณสารคาเฟอีน ในเครื่องดื่มกาแฟชนิดผงสำเร็จรูป พบว่ากาแฟชนิดผงสำเร็จรูป ยี่ห้อมอคโคน่า ซีเลค และบัดดี้ ดีน มีปริมาณคาเฟอีนมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 9.67 และ 9.44 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักผงกาแฟ ส่วนยี่ห้อเขาช่องผสมชนิดเกล็ด และ โคลัมเบียตรา ทชิโบ มีปริมาณคาเฟอีนน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 7.05 และ 6.19 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักผงกาแฟ ทั้งนี้จากการศึกษาถึงอัตราส่วนผสมที่ระบุไว้ด้านข้างของผลิตภัณฑ์แต่ละยี่ห้อที่นำมาทดลอง (ตารางภาคผนวกที่ 1) พบว่า ในผงกาแฟแต่ละยี่ห้อมีความแตกต่างกันในส่วนของคุณค่ากาแฟ และปริมาณกาแฟในผลิตภัณฑ์ ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวมีผลต่อปริมาณคาเฟอีนในผลิตภัณฑ์ ดังกล่าวโดยอธิบายได้ดังนี้ 1) พันธุ์กาแฟ ผลิตภัณฑ์กาแฟชนิดผงสำเร็จรูป ส่วนใหญ่นิยมใช้กาแฟโรบัสต้าเป็นส่วนผสมหลัก เนื่องจากให้ความเข้มของรสชาติกาแฟมากกว่า และผสมกาแฟอราบิก้าเพื่อให้กาแฟสำเร็จรูปมีกลิ่นหอม (Richard, 2006) แต่จากการศึกษาปริมาณคาเฟอีนในกาแฟทั้งสองพันธุ์พบว่า กาแฟอราบิก้าจะมีคาเฟอีนน้อยกว่ากาแฟโรบัสต้า โดยมีค่าเท่ากับ 0.8 ถึง 1.0 และ 1.4 ถึง 2.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งในสารกาแฟดิบ ตามลำดับ ส่วนสารกาแฟที่ผ่านการคั่วจะมีปริมาณคาเฟอีนเท่ากับ 0.42 ถึง 2.82 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (Sivetz, 1963; Clarke, 1985; Varnam and Sutherland, 1994; Ky *et al.*, 2001 and Koshiro *et al.*, 2006) ดังนั้นจากการวิเคราะห์ปริมาณคาเฟอีนในกาแฟชนิดผงสำเร็จรูป หากยี่ห้อใดมีส่วนผสมของกาแฟโรบัสต้ามากก็จะพบปริมาณคาเฟอีนสูงตามด้วย 2) ปริมาณของส่วนผสมกาแฟในผลิตภัณฑ์ เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อปริมาณคาเฟอีนในกาแฟชนิดผงสำเร็จรูปเช่นกัน หากในผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมของกาแฟ

ในผลิตภัณฑ์มาก ไม่มีส่วนผสมอย่างอื่นปนเข้ามามาก ก็จะทำให้พบปริมาณคาเฟอีนในผลิตภัณฑ์สูงตามด้วย

## 1.2) การศึกษาผลของการคั่วและการบดต่อปริมาณคาเฟอีนในกาแฟอราบิก้า

ผลของปัจจัยหลัก พบว่า การคั่วอ่อนมีปริมาณคาเฟอีนสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 2.94 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ส่วนคั่วเข้มมีปริมาณคาเฟอีนต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 2.18 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ส่วนระดับการบด พบว่า การบดละเอียดมีปริมาณคาเฟอีนสูงที่สุด เมื่อเทียบกับการบดหยาบ ค่าเท่ากับ 2.61 และ 2.33 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ขณะที่ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย พบว่า การคั่วอ่อนและบดละเอียด มีผลให้ ปริมาณคาเฟอีนสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 2.94 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง และการคั่วเข้มและบดหยาบ มีผลให้ปริมาณคาเฟอีนต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 2.03 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง

จากการศึกษาผลงานทดลองต่างๆ สามารถนำมาอธิบายผลการทดลองได้ดังนี้ เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยหลักที่ 1 การคั่ว เป็นการให้ความร้อนกับสารกาแฟเพื่อให้สารกาแฟมีกลิ่นหอม ซึ่งขณะที่คั่วจะเกิดการเปลี่ยนแปลงภายในสารกาแฟ เช่น ปริมาณน้ำตาล ความชื้นในเมล็ด ปริมาณไขมัน โปรตีนและสารคาเฟอีน เป็นต้น (Maier *et al.*, 1984; Schenker *et al.*, 2000; Bradbury, 2001 and Pittia *et al.*, 2001) โดยในการทดลองนี้เริ่มต้นที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียสและเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และก็จะคงที่ ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงจุดหลอมเหลวของคาเฟอีน พบว่า คาเฟอีนมีจุดหลอมเหลว อยู่ที่ 238 องศาเซลเซียส (Anonymous, 2000) ซึ่งระดับการคั่วดังกล่าวจะทำให้สารคาเฟอีนค่อยๆ ที่จะสลายไปบ้างส่วน โดย Viani and Horman (1975) และ Stennert and Maier (1996) กล่าวว่ากาแฟที่คั่วอ่อนจะมีการสลายของสารคาเฟอีนน้อยกว่ากาแฟที่คั่วเข้ม ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Duarte *et al.* (2005) พบว่า สารแอนติ-ออกซิเดนท์และสารประกอบโพลีฟีนอล ในสารกาแฟจะลดลงตามระดับการคั่วที่เพิ่มขึ้น ส่วนปัจจัยที่ 2 การบด จากผลการทดลองอธิบายได้ว่า การบด เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของผงกาแฟให้สัมผัสกับตัวทำละลาย (Andueza, 1996; Pittia and Lerici, 2001) และจากการศึกษาของ Bell *et al.* (1996) พบว่าการบดละเอียดจะทำให้มีปริมาณคาเฟอีนสูง เพราะฉะนั้นจึงกล่าวได้ว่าหากบดละเอียดเพิ่มมากขึ้น จะทำให้สามารถสกัดสารคาเฟอีนได้เพิ่มมากขึ้นตามด้วย

## การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของพันธุ์และช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิตต่อปริมาณคาเฟอีนในกาแฟอราบิก้า

ปัจจัยทางด้านสายพันธุ์ พบว่า กาแฟอราบิก้าพันธุ์ H528/46 ML 2/10 ซึ่งเป็นพันธุ์ลูกผสมมีปริมาณคาเฟอีนต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ลูกผสมอีก 2 สายพันธุ์ (H 420/9 ML 2/4 และ

CIFC 7963-13-28) และพันธุ์อราบิก้าแท้ (พันธุ์ทึบปีก้า) ทั้งนี้จากการศึกษาโดย อารณ (2527) พบว่า กาแฟพันธุ์ H 528/46 ML 2/10 เป็นลูกผสมรุ่นที่ 2 จากการผสมพันธุ์ระหว่าง HW 26/13 กับ 2482/20 Catuai Amarelo มีลักษณะทางด้านกายภาพคล้ายคลึงกับกาแฟอราบิก้ามากกว่ากาแฟโรบัสต้า ซึ่งอาจกล่าวได้ว่ายีนที่ควบคุมลักษณะทางกายภาพและการควบคุมการสร้างสารเคมีเป็นยีนที่อาจจะถ่ายทอดมาจากกาแฟอราบิก้า เพราะฉะนั้นค่าปริมาณคาเฟอีนที่ได้ในการทดลองครั้งนี้จึงมีค่าใกล้เคียงกับกาแฟอราบิก้าแท้ แม้ว่าโดยทั่วไปทั้งในรูปของกาแฟดิบและกาแฟคั่ว กาแฟโรบัสต้าจะมีปริมาณคาเฟอีนมากกว่ากาแฟอราบิก้า (Koshiro *et al.*, 2006) แต่ในการศึกษาครั้งนี้ยังไม่ได้ศึกษาลงลึกถึงรายละเอียดของยีนที่ควบคุมการสังเคราะห์สารคาเฟอีน ดังนั้นเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและแม่นยำ จึงน่าจะมีการศึกษาในเชิงลึกต่อไป

ขณะที่ใน ส่วนของ สภาพแวดล้อม พบว่า อุณหภูมิมีผลต่อปริมาณคาเฟอีน นั่นคือ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ปริมาณสารคาเฟอีนเพิ่มสูงขึ้นตามด้วย เนื่องจาก อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ ในกระบวนการเมแทบอลิซึมในพืชและสัตว์ (Eisenthal, 2006) โดยเมื่ออุณหภูมิต่ำกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์เกิดขึ้นได้น้อย ทำให้การสร้างสารเคมีต่างๆ ในพืชเกิดได้น้อยตาม และเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะช่วยกระตุ้นกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ ทำให้เอนไซม์ทำงานได้ดีมากขึ้น จึงพบสารเคมีต่างๆ เพิ่มมากขึ้นด้วย สอดคล้องกับงานทดลองของ Ketellapper (1962) และ Bonner (1957) กล่าวว่า สภาพอากาศ โดยเฉพาะอุณหภูมิมีผลต่อการชักนำการสร้างสารเคมีภายในพืช ซึ่งอุณหภูมิสูงจะทำให้มีการผลิตสารเคมีภายในพืชมาก แต่จะคงที่เมื่อถึงที่ระดับอุณหภูมิหนึ่ง และจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงกว่าจุดอุณหภูมิวิกฤติหรือจุดที่เหมาะสม ดังในการทดลองนี้ โดยในช่วงต้นฤดูเก็บเกี่ยวผลผลิตมีอุณหภูมิต่ำ มีค่าเท่ากับ 18.3 องศาเซลเซียส ส่งผลต่อกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการสร้างสารตั้งต้นในการสังเคราะห์สารคาเฟอีนคือ Xanthosine (Ashihara and Cruzier, 2001 and Ashihara and Suzuki, 2004) และการสร้างสารคาเฟอีน เกิดขึ้นได้น้อย ทำให้พบปริมาณคาเฟอีนต่ำ แต่เมื่อเข้าสู่ช่วงกลางฤดูเก็บเกี่ยว อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น มีค่าเท่ากับ 20.7 องศาเซลเซียส เอนไซม์ถูกกระตุ้น การทำงานทำให้กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์เพิ่มมากขึ้น จึงพบปริมาณคาเฟอีนเพิ่มมากขึ้นด้วย และเมื่อเข้าสู่ช่วงปลายฤดูเก็บเกี่ยวอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นอีก มีค่าเท่ากับ 23.6 องศาเซลเซียส การทำงานของเอนไซม์ทำงานได้ดีมากขึ้น จึงพบปริมาณคาเฟอีนมากขึ้นกว่าช่วงกลางฤดูเก็บเกี่ยว แต่การเพิ่มขึ้นของการทำงานของเอนไซม์จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นมากจนเกินจุดวิกฤติหรือจุดที่เอนไซม์เสียดสภาพ (สมบุญ, 2538; คณัย, 2544; Peterson *et al.*, 2007; Pittia *et al.*, 2001)