ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์กาแฟคั่วบดผสมชนิดซอง

(Development of Bagged Roasted Coffee Product)

จัดทำโดย

น.ส. จิรดา ศรีประสาธน์ รหัส 46040136 สาขาอุตสาหกรรมเกษตร

น.ส. วัลยาวดี ตั้งจิตร่วมบุญ รหัส 46040164 สาขาอุตสาหกรรมเกษตร

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

ระเจิดร สุวพานิช ...../...../.....

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(อ. ชมพูนุท สีห์โสภณและ อ. ระจิตร สุวพานิช)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์กาแฟคั่วบดผสมชนิดซอง

(Development of Bagged Roasted Coffee Product)

ผู้เรียบเรียง น.ส. จิรดา ศรีประสาธน์ รหัส 46040136 สาขาอุตสาหกรรมเกษตร

น.ส. วัลยาวดี ตั้งจิตร่วมบุญ รหัส 46040164 สาขาอุตสาหกรรมเกษตร

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อาจารย์ที่ปรึกษา อ. ชมพูนุท สีห์โสภณและอ. ระจิตร สุวพานิช

การพัฒนาผลิตภัณฑ์กาแฟคั่วบดผสมชนิดซองโดยการนำกาแฟพันธุ์โรบัสต้ามาใช้เป็นวัตถุดิบหลักเพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค มีขั้นตอนสำคัญ 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกเป็นการ ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายแดงในการผลิตกาแฟคั่วบด ขั้นตอนที่ 2 เป็นการศึกษาค่าที่เหมาะสมของกาแฟและน้ำตาลและขั้นตอนสุดท้ายเป็นการศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการชงกาแฟคั่วบดชนิดซอง ผลการทดลองพบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผสมของน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายแดง คือ 75 ต่อ 25 โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมของกาแฟและน้ำตาล ได้อัตราส่วนที่เหมาะสม คือ 50 ต่อ 50 และเวลาที่เหมาะสมในการชงเท่ากับ 30 ถึง 60 วินาที สรุปได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ของกาแฟโรบัสต้าคั่วบดผสมชนิดซองอัตราส่วนกาแฟต่อน้ำตาลเป็น 50 ต่อ 50โดยสัดส่วนน้ำตาลมีน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาวเป็น 75 ต่อ 25 มีวิธีการชงที่สะดวก คือ ซองบรรจุกาแฟสามารถชงได้ทันที โดยชงที่เวลา 30-60 วินาทีจะได้รสชาติของกาแฟที่ดีที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่นี้

ลายมือชื่อนักศึกษา	ลายมือชื่อนักศึกษา	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
(น.ส. จิรดา ศรีประสาธน์)	(น.ส.วัลยาวดี ตั้งจิตร่วมบุญ)	(อ. ชมพูนุท สีห์โสภณ และอ. ระจิตร สุวพานิช)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์กาแฟคั่วบดผสมชนิดซองนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดี กลุ่มข้าพเจ้าซาบซึ้งและใคร่ขอขอบพระคุณอาจารย์ชมพูนุท สีห์โสภณและอาจารย์ระจิตร สุวพานิชเป็นอย่างมาก ซึ่งให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ตลอดจนสละเวลาที่มีค่ามาคอยแนะนำ ให้คำปรึกษาและดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างมาก รวมทั้งแก้ไขรายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ทำให้การทำปัญหาพิเศษนี้ลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณสมาชิกในครอบครัวที่เป็นทั้งกำลังใจและกำลังทรัพย์ในการส่งข้าพเจ้ามาศึกษาเล่าหาความรู้จนได้มาทำปัญหาพิเศษเล่มนี้และทำให้การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุก ๆ ท่านที่แนะนำสั่งสอนอบรม ให้ความรู้ตลอด 4 ปี จนทำให้กลุ่มข้าพเจ้ามีความรู้ความสามารถจนทำปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จโดยดี

ขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกๆ ห้อง ทั้ง คุณฉวี ยิ้มยล คุณ พันทิพา เกลี้ยงเกลา และเจ้าหน้าที่คนอื่นที่ไม่ได้กล่าวมาในที่นี้ที่ช่วยในการอำนวยความสะดวก และให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเบิกอุปกรณ์และสารเคมี แนะนำการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

ขอบคุณเพื่อน ๆ ที่คณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกคนที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกันตลอดมา

นางสาวจิรดา ศรีประสาธน์
นางสาววัลยาวดี ตั้งจิตร่วมบุญ
14 มีนาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญรูปภาพ	ช
สารบัญภาคผนวก	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 วิธีการทดลอง	33
บทที่ 4 ผลการทดลอง	42
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	56
ข้อเสนอแนะ	57
บรรณานุกรม	58
ภาคผนวก	61
ประวัติผู้เขียน	84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	สรุปลักษณะใบและผลของกาแฟ 3 พันธุ์	7
2.2	จำนวนของสารที่ให้กลิ่นหอมของกาแฟโดยจำแนกตามโครงสร้างทางเคมี	8
2.3	การสุ่มทรีตเมนต์	26
2.4	น้ำหนักเนื้อที่บดได้เป็นกิโลกรัมในการทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องบดเนื้อ	26
2.5	ค่าเทียบสีของตัวอย่างกาแฟในท้องตลาด	28
2.6	ค่าเทียบสีของตัวอย่างกาแฟที่ทำการศึกษา	28
2.7	ค่าเฉลี่ยของการทดสอบด้านประสาทสัมผัสแบบ QDA	28
2.8	ปริมาณ % คาเฟอีนในไวน์ขณะบ่มที่อุณหภูมิต่างๆ	29
2.9	ค่าเฉลี่ยของการทดสอบด้านประสาทสัมผัสแบบ Hedonic scale 5 point ผู้ทดสอบ 20 คน	29
3.10	สัดส่วนการเคี่ยวน้ำตาลในกระทะก่อนใส่เมล็ดกาแฟลงไปคั่ว	36
3.11	สัดส่วนการเบลนด์เมล็ดกาแฟพันธุ์โรบัสตาคั่ว น้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาว	36
3.12	สัดส่วนการเบลนด์กาแฟพันธุ์โรบัสต้า น้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาวตามสูตร Mixture Design ต่อ 100 กรัม	38
3.13	การเคี่ยวน้ำตาลโดยผสมกับน้ำปรับตามสัดส่วนการใช้ ดังนี้	39
3.14	สัดส่วนทั้งหมดที่ใช้ในการทดลองการศึกษาอัตราส่วนกาแฟและน้ำตาล	39
4.15	ค่าเฉลี่ยการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบดผสมกับน้ำตาล	42
4.16	ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของกาแฟชนิดคั่วบดผสมกับน้ำตาล	44
4.17	ผลรวมคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของกาแฟชนิดคั่วบดผสมกับน้ำตาลการทดสอบแบบ Ranking test	48
4.18	ค่าเฉลี่ยการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบดผสมกับน้ำตาล	49
4.19	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกาแฟคั่วผสมน้ำตาลเมื่อใช้อัตราส่วนของกาแฟที่ระดับต่างๆ	50
4.20	ผลรวมคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของกาแฟชนิดคั่วบดผสมกับน้ำตาลการทดสอบแบบ Ranking test	54
4.21	แสดงผลการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการชงกาแฟโรบัสต้าคั่วผสมน้ำตาลชนิดชองด้วยวิธี Paired Comparison Test	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ก 1	ขนาดเมล็ดกาแฟ	62
ก 2	ขนาดกาแฟคั่วชนิดบด	63
ก 3	คุณลักษณะทางเคมีของกาแฟคั่ว	63
จ 1	แสดงค่าทางเคมีและกายภาพต่าง ๆ ของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบด	72
จ 2	แสดงค่าทางเคมีและกายภาพต่าง ๆ ของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบดหลังผสมน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาวสูตร 100:0	72
จ 3	แสดงค่าทางเคมีและกายภาพต่าง ๆ ของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบดหลังผสมน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาวสูตร 75:25	73
จ 4	แสดงค่าทางเคมีและกายภาพต่าง ๆ ของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบดหลังผสมน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาวสูตร 50:50	73
จ 5	แสดงค่าทางเคมีและกายภาพต่าง ๆ ของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบดหลังผสมน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาวสูตร 25:75	73
จ 6	แสดงผลการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ครั้งที่ 1) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%	74
จ 7	แสดงผลการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ครั้งที่ 2) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%	74
จ 8	แสดงผลการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ครั้งที่ 1 และ 2) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%	74
จ 9	แสดงลำดับของการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Ranking test ของกาแฟโรบัสต้าคั่วบดและน้ำตาล	75
จ 10	แสดงค่าทางเคมีและกายภาพต่าง ๆ ของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบดหลังผสมน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาวสูตร 60:40	76
จ 11	แสดงค่าทางเคมีและกายภาพต่าง ๆ ของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบดหลังผสมน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาวสูตร 50:50	76
จ 12	แสดงค่าทางเคมีและกายภาพต่าง ๆ ของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบดหลังผสมน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาวสูตร 40:60	76
จ 13	แสดงผลการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ครั้งที่ 1) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
จ 14	แสดงผลการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ครั้งที่ 2) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%	77
จ 15	แสดงผลการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ครั้งที่ 1 และ 2) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%	77
จ 16	แสดงลำดับของการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Ranking test ของกาแฟโรบัสต้าคั่วบดผสมน้ำตาล	78
จ 17	แสดงคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีระหว่างกาแฟที่พัฒนาผลิตภัณฑ์สำเร็จและกาแฟทางการค้า	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ต้นกาแฟพันธุ์อาราบิก้า	5
2.2	ต้นกาแฟพันธุ์โรบัสต้า	6
2.3	ต้นกาแฟพันธุ์ลิเบอริก้า	6
2.4	ผลกาแฟตามยาว	7
2.5	โครงสร้างทางเคมีของซูโครส	16
2.6	ตัวอย่าง Phenolic compounds	19
2.7	Demerara หรือ Raw Sugar	22
2.8	Muscovado หรือ Molasses Sugar	23
2.9	รูปร่างและชนิดของน้ำตาลทรายแดง	23
2.10	Trilinear coordinate system ที่ใช้ใน mixture design	24
2.11	หน่วยการทดลอง	27
3.12	สิ่งการทดลองแบบ Mixture Design	29

ภาพผนวกที่		หน้า
ง 1	แสดงลักษณะและการใช้ Hand Refractometer	69
ง 2	แสดงลักษณะของเครื่องวัดสี Minolta รุ่น CR 300	70
ฉ 1	การเคี่ยวผสมน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาว	82
ฉ 2	การนึ่งแก้วชิมก่อนทำการชงเพื่อปรับอุณหภูมิให้ใกล้เคียงกับอุณหภูมิน้ำในการชง	82
ฉ 3	การชงกาแฟหลังจากบรรจุซองพร้อมชงโดยทำการจุ่มชง	82
ฉ 4	การจัดรูปแบบบริเวณที่ทำการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส	83
ฉ 5	ผู้ทดสอบทำการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส	83
ฉ 6	ผลิตภัณฑ์กาแฟคั่วบดผสมชนิดซองที่พัฒนาสำเร็จ	83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

ภาคผนวก		หน้า
ก	มาตรฐานกาแฟ	61
ข	การเตรียมตัวอย่างและสารเคมี	66
ค	วิธีทดสอบทางประสาทสัมผัส	67
ง	การวิเคราะห์และการวัดผล	69
จ	การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	72
ฉ	ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา

กาแฟ เป็นเครื่องดื่มที่นิยมบริโภคในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีสารกาเฟอีนที่มีฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาทให้ร่างกายสามารถทำงานได้ดีขึ้น สารให้กลิ่นรสในเมล็ดกาแฟส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการคั่ว โดยองค์ประกอบในเมล็ดกาแฟจะสลายตัวและเปลี่ยนแปลงเกิดสารให้กลิ่นออกมา การผสมเมล็ดกาแฟหรือการเบลนด์มีบทบาททำให้เกิดลักษณะเฉพาะต่างๆ ในผลิตภัณฑ์กาแฟ สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้อย่างหลากหลาย หลักเกณฑ์สำคัญที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของกาแฟขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส

กาแฟชนิดคั่วบด เป็นกาแฟที่มีรสชาติเข้มข้นและให้กลิ่นหอมมากกว่ากาแฟสำเร็จรูป แต่การชงกาแฟชนิดนี้ยุ่งยากกว่ากาแฟสำเร็จรูปเนื่องจากต้องใช้อุปกรณ์การชงมากมายกว่าจะได้ผลิตภัณฑ์พร้อมดื่ม อีกทั้งตลาดกาแฟคั่วบดในประเทศไทยมีน้อยอยู่ กาแฟคั่วบดจัดเป็นศิลปะในการดื่มอีกชนิดหนึ่งของผู้ที่มีรสนิยมในการดื่มกาแฟเพราะได้สัมผัสกับกลิ่นและรสชาติที่มีลักษณะเฉพาะตัว ดังนั้นเพื่อให้ผู้คนหันมาสนใจและรู้จักกาแฟชนิดนี้มากขึ้น การปรับปรุงบรรจุภัณฑ์เพื่อบรรจุกาแฟคั่วบดในการชงดื่มจึงเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถเก็บรักษาลักษณะเฉพาะตัวให้คงอยู่ได้ดีเนื่องจากกาแฟคั่วบดนี้ไม่ต้องผ่านกระบวนการแปรรูปอื่นให้เสื่อมเสียลักษณะเฉพาะที่มีอยู่ในตัวกาแฟไปและบรรจุภัณฑ์ที่ใช้สามารถใช้ชงดื่มได้ง่ายเพราะมีลักษณะเป็นถุงชง มีส่วนช่วยประชาสัมพันธ์และดึงดูดความสนใจจากผู้ทดสอบได้เป็นอย่างดี

ดังนั้นงานวิจัยเรื่องนี้จึงมุ่งเน้นที่จะทำการศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์กาแฟคั่วบดซึ่งใช้การเบลนด์พันธุ์กาแฟโรบัสตาและน้ำตาล อุณหภูมิน้ำที่เหมาะสมสำหรับการชง การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส การยอมรับทางด้านรสชาติของผู้ทดสอบ และความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ที่สามารถชงได้สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กาแฟคั่วบดจากการเบลนด์กาแฟพันธุ์โรบัสตา น้ำตาลทรายขาว และน้ำตาลทรายแดงเพื่อพัฒนากลิ่นรส สีของกาแฟพันธุ์โรบัสตาให้ดีขึ้นตามความต้องการของผู้ทดสอบ

1.2.2. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กาแฟคั่วบดโดยหาเวลาในการชงที่เหมาะสมและบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ที่สามารถชงดื่มได้ง่ายและสะดวก

1.2.3. เพื่อศึกษาลักษณะด้านกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กาแฟและผลกาแฟ

2.1.1 ประวัติและความเป็นมาของกาแฟ

2.1.1 ประวัติและความเป็นมาของกาแฟในโลก

กาแฟเป็นพืชพื้นเมืองของอาบิสสิเนีย (Abyssinia) และอาราเบีย (Arabia) ถูกค้นพบในปี ค.ศ. 575 ที่ประเทศอาราเบีย แต่ไม่มีผู้ใดให้ความสำคัญ จนกระทั่งศตวรรษที่ 9 โดยคนเลี้ยงแพะชาวอาราเบีย ชื่อนายคาลดี (Kaldi) นำแพะไปเลี้ยง เมื่อแพะที่เลี้ยงไว้ได้กินผลสีแดงและใบของกาแฟแดงแล้วจึงเกิดอาการคึกคะนองกระปรี้กระเปร่าผิดปกติ จึงได้นำเรื่องดังกล่าวไปเล่าให้พระมุสลิมองค์หนึ่งชื่อ " ฮะยีโอเมอร์ " (Hadji Omer) พระองค์จึงได้นำเอาผลของต้นไม้ดังกล่าวมาคั่วและต้มดื่ม พบว่าผลไม้ดังกล่าวนั้นสร้างความกระปรี้กระเปร่าได้เป็นอย่างดีจึงได้เล่าให้ผู้อื่นฟังชาวอาราเบียจึงได้รู้จักการต้มกาแฟมากขึ้นทำให้แพร่หลายเข้าสู่ชาวดัทช์ เยอรมัน ฝรั่งเศส จากนั้นกระบวนการผลิตเมล็ดกาแฟจึงได้พัฒนาขึ้นเรื่อยมา (พวงพยอม , 2542)

ดังนั้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1723 เป็นต้นมา การปลูกกาแฟจึงได้แพร่หลายกันออกไปตามแหล่งต่างๆ ของโลกที่เหมาะสม เพื่อตอบสนองความต้องการในการบริโภคของประชากรโลก ในปี ค.ศ. 1750 ชาวสเปนได้นำเอากาแฟไปเผยแพร่และปลูกในประเทศคิวบาและเปอร์โตริโก แต่การปลูกกาแฟในแถบนี้ได้ผลไม่ดีเท่าที่ควร เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกอ้อย ดังนั้นการปลูกกาแฟจึงไม่นิยมปลูกกันมาก ในปี ค.ศ. 1785 ชาวสเปนได้นำเอากาแฟไปเผยแพร่และปลูกในแผ่นดินใหญ่แถบละตินอเมริกา ซึ่งปรากฏว่าการปลูกและผลิตกาแฟในแถบนี้ได้ผลสำเร็จเป็นอย่างดีและต่อมาเป็นแหล่งผลิตที่สำคัญอย่างยิ่งของโลก ประเทศที่มีการปลูกกาแฟเป็นพืชอุตสาหกรรมหลักได้แก่ บราซิล โคลัมเบีย คอสตาริกา คิวบา กัวเตมาลา ไฮติ ฮอนดูรัส นิคารากัว ปานามา เปรู เอลซาลวาดอร์ เวเนซุเอลา เม็กซิโก เป็นต้น

สรุปได้ว่าแหล่งกำเนิดของกาแฟมาจากประเทศอาบิสสิเนีย (Abyssinia) หรือแถบประเทศอาราเบีย หรือประเทศอาหรับในตะวันออกกลาง สำหรับกาแฟอะราบิก้า (C. *Arabica*) สันนิษฐานว่ามาจากแถบประเทศอาราเบีย ซึ่งคาดว่าปลูกกันมากในอาราเบีย แล้วจึงแพร่ขยายไปสู่ประเทศต่างๆในโซนร้อน ทั้งแถบแอฟริกาและอเมริกาใต้ ส่วนพันธุ์โรบัสต้า (C. *canephora*) คาดว่าเป็นพืชพื้นเมืองในแถบเส้นศูนย์สูตรในแอฟริกา (African Equatorial Forests) จากฝั่งตะวันตกไปถึงอูกันดา (Uganda) ตอนใต้ของซูดาน (Southern Sudan) ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกาแฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 ประวัติความเป็นมาของกาแฟในประเทศไทย

การปลูกกาแฟในประเทศไทยมีต้นกำเนิดมาจากคนไทยที่นับถืออิสลาม ชื่อนายดีหมุน ได้เดินทางไปแสวงบุญที่เมืองเมกกะ ประเทศซาอุดิอาระเบีย ได้นำเอาเมล็ดกาแฟพันธุ์โรบัสต้า (*Coffea robusta*) มาปลูกที่บ้าน คือตำบลบ้านโหนด อำเภอสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา ในปีพ.ศ. 2447 กาแฟที่นำมาปรากฏว่าเป็นพันธุ์โรบัสต้าที่ปลูกได้ผลดี จากนั้นจึงได้มีการขยายพันธุ์ และมีการส่งเสริมการปลูกกาแฟพันธุ์โรบัสต้านี้ออกไปอย่างกว้างขวางในภาคใต้ของประเทศไทย ปัจจุบันการปลูกกาแฟในภาคใต้ได้มีการพัฒนาการอย่างมากมายสามารถปลูกเป็นพืชหลักและทำรายได้ให้เกษตรกรเป็นอย่างดี สำหรับกาแฟพันธุ์อะราบิก้า (*Coffea Arabica*) เริ่มมีการปลูกเมื่อปี พ.ศ.2493 พบว่าประสบปัญหามาตลอด เนื่องจากเป็นกาแฟที่ต้องการสภาพการปลูกที่เหมาะสมต่างจากกาแฟโรบัสต้าและไม่สามารถต้านทานร้ายแรง เช่น โรคราสนิม (Hemileia vastatrix) ได้ จึงได้ลดปริมาณการปลูกลงไปเป็นอันมาก โดยขณะที่จอมพลประภาส จารุเสถียร เป็นรัฐมนตรีได้เล็งเห็นถึงความจำเป็นและความสำคัญของการปลูกและผลิตกาแฟขึ้นเองในประเทศ เพื่อลดดุลการค้าระหว่างประเทศและมีนโยบายส่งเสริมการปลูกกาแฟใน 50 จังหวัด แต่ก็ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรเมื่อเปรียบเทียบกับกาแฟโรบัสต้า(บัณฑูรย์ วาฤทธิ์ และพงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ , 2525)

2.1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพันธุ์กาแฟ

กาแฟมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Coffea sp.* จัดอยู่ใน Family Rugiaecae กาแฟแต่ละพันธุ์จะมีลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น ลักษณะของใบ ความสูง ความสามารถในการให้ผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดในด้านกลิ่นและรสชาติ เป็นต้น กาแฟที่นิยมปลูกในเชิงการค้า ได้แก่ กาแฟพันธุ์อะราบิก้า พันธุ์โรบัสต้า และพันธุ์ลิเบอริก้า ในประเทศไทยปลูกกาแฟอะราบิก้าทางภาคเหนือและโรบัสต้าทางภาคใต้เป็นการค้า ส่วนกาแฟลิเบอริก้าพบบ้างทางภาคใต้ปลูกเป็นไม้ประดับเท่านั้น (พิทักษ์ , 2536)

2.1.2.1 การจำแนกทางอนุกรมวิธาน (Taxonomic Classification)

Class : Angiospermae

Subclass : Dicotyledoneae

Order : Rubiales

Family : Rubiaceae

Genus : *Coffea*

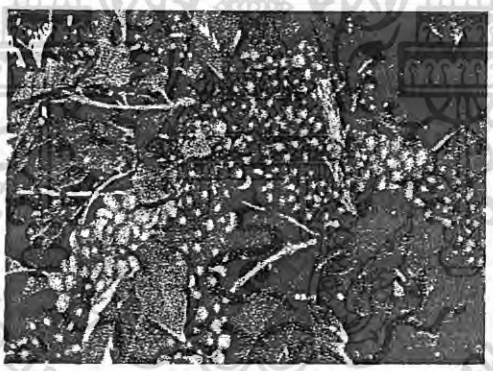
Species : *arabica canephora liberica*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Scientific name	Common name
Coffea arabica L	arabica coffee
Coffea canephora Pierre ex Frochner	robusta coffee
Coffea liberica Bull ex Hiern	liberica coffee

กาแฟปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจนั้นมีเพียง 3 พันธุ์เท่านั้นคือ *C. arabica* (90% ของผลผลิตกาแฟทั้งหมดในโลก) *C. canephora* (หรือชื่อเดิม *C. robusta* ผลิตประมาณ 9%) และ *C. liberica* (ผลิตประมาณ 1%) ซึ่งแต่ละพันธุ์มีลักษณะเฉพาะดังต่อไปนี้

2.1.2.1.1 *C. arabica* เป็นชื่อทางวิทยาศาสตร์ของกาแฟอาราบิก้า เป็นกาแฟที่เก่าแก่ที่สุดและนิยมปลูกอย่างแพร่หลาย มีผลผลิตประมาณกว่า 80% ของกาแฟที่ปลูกทั่วโลก กาแฟอาราบิก้าชอบอากาศค่อนข้างเย็น ต้องการอุณหภูมิระหว่าง 13-21°C (ประมาณ 50-70 °F) ลักษณะลำต้นเป็นไม้พุ่มรูปพีระมิด มีสีเทา หรือสีน้ำตาลอ่อน ดังภาพที่ 1 ลักษณะผลค่อนข้างแบน แต่ละผลจะให้ 2 เมล็ด ผลกาแฟเมื่ออ่อนจะมีสีขาวอ่อน สีจะเข้มขึ้นขึ้นเมื่อแก่จัด และจะเปลี่ยนเป็นสีแดงถึงแดงเข้ม เมื่อเริ่มสุกเต็มที่ ขนาดและน้ำหนักของเมล็ดจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ที่ปลูก (พิทักษ์ , 2536)



ภาพที่ 1 ต้นกาแฟพันธุ์อาราบิก้า
ที่มา : บัณฑูรย์ วาฤทธิ์ และพงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ (2525)

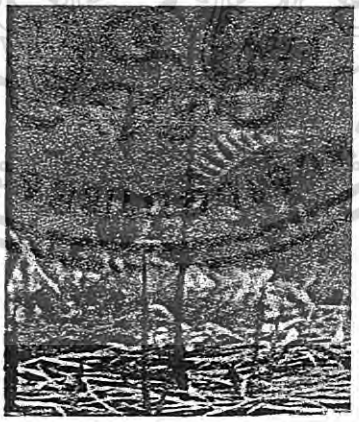
2.1.2.1.2 *C. canephora* เป็นชื่อทางวิทยาศาสตร์ของกาแฟโรบัสต้า เป็นกาแฟดั้งเดิมของแถบศูนย์สูตร มีความสำคัญรองจากกาแฟพันธุ์อาราบิก้า ให้ผลผลิตสูงกว่าแต่มีคุณภาพของเมล็ดกาแฟในด้านกลิ่นหอมและรสชาติที่ด้อยกว่ากาแฟพันธุ์อาราบิก้า จากภาพที่ 2 จะเห็นว่ามีลักษณะเป็นต้นไม้ทรงพุ่มใหญ่กว่าพันธุ์อาราบิก้า ใบกว้างและใหญ่กว่าสีใบอ่อนกว่า ดอกขาว และมีกลิ่นหอม ช่อดอกใหญ่ จำนวนดอกและปริมาณผลต่อช่อมากกว่าพันธุ์อาราบิก้า ต้องการอากาศที่อบอุ่น คืออุณหภูมิประมาณ 20-32 °C ให้ผลผลิตที่สูงกว่าและทนทานต่อโรคราสนิมได้ดี กาแฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรบัสต้าจะเก็บเกี่ยวได้ช้ากว่ากาแฟอาราบิก้าประมาณ 2 เดือน (บัณฑูรย์ วาฤทธิ์ และพงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ , 2525)

ภาพที่ 2 ต้นกาแฟพันธุ์โรบัสต้า
ที่มา : (บัณฑูรย์ วาฤทธิ์ และพงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ , 2525)

2.1.2.1.3 *C. liberica* เป็นชื่อทางวิทยาศาสตร์ของกาแฟพันธุ์ลิเบอริก้ามีความสำคัญทางเศรษฐกิจน้อยกว่า 2 ชนิดแรก ดังภาพที่ 3 จะเห็นว่ากาแฟพันธุ์นี้มีใบใหญ่มาก มีความทนทานต่อโรคราสนิมได้ดีเยี่ยม แต่สารกาแฟหรือเมล็ดกาแฟดิบมีคุณภาพไม่ดีจึงไม่เป็นที่นิยมของนักดื่มกาแฟมากนัก



ภาพที่ 3 ต้นกาแฟพันธุ์ลิเบอริก้า
ที่มา : (บัณฑูรย์ วาฤทธิ์ และพงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ , 2525)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ลักษณะของใบที่อยู่ด้านนอกรับแสงแดดกับขนาดความยาวของผล สามารถแยกกาแฟทั้ง 3 พันธุ์ได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปลักษณะใบและผลของกาแฟ 3 พันธุ์

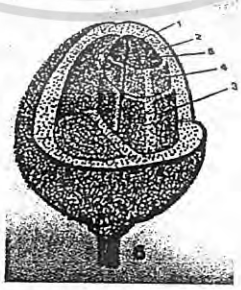
ลักษณะ	*C. arabic*	*C. canephora*	*C. liberica*
ใบ	เล็ก ขนาดประมาณ 12-15 x 6 ซม. ผิวใบเรียบเป็นมัน	ใหญ่ ขนาดประมาณ 20 x 10 ซม. ผิวใบลอนเป็นคลื่น	ใหญ่ ขนาดประมาณ 20 x 10 ซม. ผิวใบเรียบเป็นมัน
ผล (ความยาวเป็น ซม.)	1.5	1.2	2-3

ที่มา : บัณฑูรย์ วาฤทธิ์ และพงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ (2525)

2.1.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผลกาแฟ

2.1.3.1 ผล (Fruits)

ผลกาแฟมีลักษณะกลมรีแสดงดังภาพที่ 4 เมื่อแก่เต็มที่ขนาดยาวประมาณ 0.8-1.5 ซม. ขณะที่ผลอ่อนอยู่จะมีสีเขียว เมื่อสุกจะมีสีเหลืองหลังจากนั้นจะเปลี่ยนเป็นสีแดง เมื่อแก่จัดผลที่แห้งแล้วจะเป็นสีดำ ชั้นของเอนโดแคป มีสีหม่นๆ เทาๆ มีลักษณะแข็งเรียกว่า แพชเมนท์ (parchment) ซึ่งเป็นชั้นที่หุ้มเมล็ดอยู่ภายใน ในผลหนึ่งโดยทั่วไปมี 2 เมล็ด แต่บางทีก็มีเมล็ดเดียวเรียกว่า พีเบอร์รี่ (pea-berry) เนื่องจากไม่เกิดการปฏิสนธิของรังไข่อีกอันหนึ่งนั่นเอง ประมาณ 40% ของดอกทั้งหมดจะให้ผลโดยสมบูรณ์ นอกจากนั้นอาจจะไม่มีการเจริญและส่วนหนึ่งร่วงหล่นไป ผลจะเจริญอยู่บนกิ่งจนกระทั่งเก็บเกี่ยวใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 9 เดือน



ภาพที่ 4 ผลกาแฟตามยาว

ที่มา : พิทักษ์ (2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.2 เมล็ด (Seeds)

เมล็ดจะมีขนาดยาวประมาณ 8.5-12.5 มม. มีลักษณะกลมรีที่มี 2 เมล็ด จะมีด้านหนึ่งแบนประกบกัน ด้านแบนจะมีร่องยาวผ่าตรงกลาง ชั้นนอกสุดของเมล็ดซึ่งอยู่ถัดจากเอ็นโดแคป ของผลคือชั้นของเทสต้า มีลักษณะบางเรียกว่า ปลอก (silver skin) ซึ่งมีลักษณะงอพับเข้าไปข้างใน นอกจากนี้จะมีตัพภะ (embryo) ขนาดเล็กตรงด้านฐานของเมล็ด บางครั้งจะพบเมล็ดกาแฟเป็นโพลีเอมบริโอนิค (polyembryonic) ด้วย

2.2 กระบวนการผลิตเมล็ดกาแฟ (Green Coffee Processing)

2.2.1 ที่มาของกระบวนการผลิตเมล็ดกาแฟ

Vincent (1998) กล่าวว่า เริ่มจากการเก็บผลกาแฟสุกที่เรียกว่า เชอร์รี่ (cherries) จากต้นกาแฟ นำผลกาแฟมาผ่านกระบวนการต่างๆเพื่อทำให้ได้เมล็ดกาแฟ (green coffee bean) ซึ่งบางครั้งอาจเรียกว่า เมล็ดกาแฟดิบหรือสารกาแฟ กระบวนการผลิตเมล็ดกาแฟเป็นปัจจัยกำหนดคุณภาพและลักษณะปรากฏของเมล็ดกาแฟ รวมถึงกลิ่นและรสชาติของเครื่องดื่มกาแฟ กระบวนการผลิตกาแฟแบ่งเป็น 2 วิธี คือ กระบวนการผลิตเมล็ดกาแฟแบบแห้ง (dry proceesing) และกระบวนการผลิตแบบเปียก (wet processing , wash processing , parchment processing) หรือที่เรียกว่า " สีเปียก " เมล็ดกาแฟที่ได้จากกระบวนการผลิตทั้งสองวิธีมีความแตกต่างกันในด้านคุณภาพ ซึ่งกระบวนการผลิตเมล็ดกาแฟแบบแห้งนิยมใช้ผลิตเมล็ดกาแฟโรบัสต้า แต่ในประเทศบราซิลเมล็ดกาแฟโรบัสต้าและเมล็ดกาแฟอะราบิก้าร้อยละ 90 ผลิตจากกระบวนการแบบแห้ง สำหรับกระบวนการผลิตเมล็ดกาแฟแบบเปียกนิยมใช้สำหรับผลิตเมล็ดกาแฟอะราบิก้าซึ่งจะทำให้ได้เมล็ดกาแฟที่มีคุณภาพดี เมื่อสิ้นสุดกระบวนการผลิตเมล็ดกาแฟที่ได้ในขั้นสุดท้ายจะต้องมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 หรือ 13 ตามข้อกำหนดในการรับซื้อเมล็ดกาแฟ

2.2.2 การคั่วกาแฟ

จิรสวัสดิ์ (2546) กล่าวว่า เมล็ดกาแฟแห้งนั้นต้องผ่านกระบวนการคั่วเพื่อทำให้เกิดกลิ่นรสและลดปริมาณความชื้นของเมล็ด ในขั้นตอนนี้สารประกอบที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำจะระเหยไปพร้อมกับน้ำ ช่วงการคั่วในระยะแรกจะเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดซึ่งกรดอะมิโน เปปไทด์ โมโนแซคคาไรด์ และสารประกอบเชิงซ้อนของโปรตีน จะเปลี่ยนเป็น อัลดีไฮด์ คีโตน เอมีน ฟูแรน และไพราซีน เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 220 °C จะเกิดปฏิกิริยาไพโรไลซิส ทำให้สารแต่ละชนิดแตกตัวเกิดเป็นสารให้กลิ่นและมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้มีน้ำหนักเมล็ดลดลง เราสามารถตรวจสอบระดับการคั่วโดยดูได้จากสีน้ำตาลที่เข้มขึ้นและดูจากน้ำหนักเมล็ดที่ลดลง ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคั่วระดับต่ำ (light roast) น้ำหนักเมล็ดลดลงร้อยละ 3-5

การคั่วระดับปานกลาง (medium roast) น้ำหนักเมล็ดลดลงร้อยละ 5-8

การคั่วระดับมาก (dark roast) น้ำหนักเมล็ดลดลงร้อยละ 8-14

นอกจากนี้ยังมีการคั่วกาแฟแบบฝรั่งเศสและอิตาลีจะมีระดับการคั่วสูงที่สุด โดยที่น้ำหนักเมล็ดลดลงร้อยละ 18 และ 20 ตามลำดับ กาแฟที่ผ่านการคั่วที่นานขึ้นจะมีกลิ่นที่เข้มขึ้นสามารถลดกลิ่นที่ไม่ดีลงได้ เมล็ดกาแฟที่มีคุณภาพต่ำมีกลิ่นที่ไม่ดีต้องผ่านการคั่วที่นานขึ้น

Amorim (1977) ศึกษาโพลีเอมีน ในกาแฟดิบและกาแฟคั่วสายพันธุ์อาราบิก้า การคั่วจะทำให้โพลีเอมีน ที่มีอยู่ในเมล็ดกาแฟสลายไปโดยเปลี่ยนไปเป็น pyrolidine ซึ่งเป็นสารให้กลิ่นที่สำคัญในกาแฟ ส่วน Holscher (1992) ศึกษาผลของการคั่วกาแฟต่อ prenyl alcohol ซึ่งพบอยู่ในเมล็ดกาแฟดิบที่ยังไม่ได้ผ่านการคั่วประมาณ 0.5 mg/kg การคั่วกาแฟจะทำให้ prenyl alcohol เปลี่ยนเป็น 3-methyl-2-butene-1-thiol , 3-mercarpto-3-methyl-butanol , 3-mercapto-3-methyl butyl formate ซึ่งสารที่ให้กลิ่นฉุนของซัลเฟอร์ในกาแฟคั่ว Tressl R. (1999) ศึกษาการแยกสารสารประกอบซัลเฟอร์จากกาแฟคั่วพันธุ์อาราบิก้าและโรบัสต้า พบ mercaptans 23 ชนิด sulfide di และ trisulfide ในกาแฟคั่ว ซึ่งจะให้กลิ่นฉุนของซัลเฟอร์ในกาแฟ

นอกจากนี้การคั่วยังทำให้เกิดกลิ่นดิน Amorim (1977) ทำการศึกษาผลของการคั่วที่ทำให้เกิดกลิ่นดินในกาแฟโรบัสต้าจากอินโดนีเซีย พบว่ากลิ่นดินที่ได้จากการคั่วนั้นมาจากสารในกลุ่มไพราซีน ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาของน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตสกับอะลานีน ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าการคั่วกาแฟจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะทำให้เกิดสารให้กลิ่นที่มีลักษณะเฉพาะในกาแฟรวมทั้งกำจัดกลิ่นที่ไม่ดีของกาแฟได้ด้วย

2.2.2.1 ปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นในกระบวนการคั่วกาแฟ

ก. ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) ในช่วงต้นของการให้ความร้อนกาแฟจะเริ่มเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดเกิดเป็นสารให้กลิ่นและสารตั้งต้นหลายชนิด โดยที่จะเกิดการรวมตัวระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์กับกรดอะมิโน มีการสูญเสียน้ำในขั้นต้นของปฏิกิริยาเมลลาร์ดจะยังไม่เกิดสีน้ำตาลหรือสารให้กลิ่นในระบบ แต่จะทำให้คุณค่าทางโภชนาการทางอาหารลดลงไปเนื่องจากสูญเสียน้ำตาลและกรดอะมิโน ขั้นต่อมาจะเกิดการสลายตัวคือ ปฏิกิริยาสลาย (strecker degradation) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างไดคาร์บอนิล (dicarbonyl) กับกรดอะมิโน จะได้อัลดีไฮด์และอัลฟาอะมิโนคีโตน ซึ่งอาจรวมตัวกันต่อไปเกิดเป็นสารให้กลิ่นรส เช่น ไพริดีน ไพราซีน ในระหว่างปฏิกิริยาสลาย (strecker

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

degradation) ของกรดอะมิโนจะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และขั้นสุดท้ายเป็นขั้นตอนการเกิดโพลีเมอร์ระหว่างเฟอร์ฟูรอล ฟีวราโนส กับเอมีน กรดอะมิโน ไฮโดรเจน ซัลไฟด์ และอัลดีไฮด์ เกิดเป็นสารระเหยให้กลิ่นโดยเฉพาะและได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารสีน้ำตาล คือ เมลานอยดิน(melanoidins) (Belitz and Grosch , 1999)

ข. ปฏิกิริยาคาราเมล (caramelization) เกิดจากน้ำตาลได้รับความร้อนในสภาวะที่ไม่มีน้ำ ทำให้ปฏิกิริยาเกิดเป็นขั้นตอนต่อไปจนได้สารสีน้ำตาล เริ่มจากการเปลี่ยนโครงสร้างไดแซกคาร์ไรด์ (disaccharide) เกิดคาราเมลของซูโครส ปฏิกิริยาต่อเนื่องเริ่มจากน้ำตาลได้รับความร้อนมีน้ำหนักหายไป 4.5 % รวมทั้งโมเลกุลน้ำหลุดออกไป 1 โมเลกุลต่อโมเลกุลซูโครส เมื่อน้ำหนักลดลงไป 9 % มีการเกิดของของเม็ดสี เรียกว่า คาราเมแลน (caramelan) ซึ่งละลายน้ำได้และมีรสขม (Clifford , 1985)

ค. ปฏิกิริยาไพโรไลซิส (pyrolysis) เป็นปฏิกิริยาที่สลายตัวไปสู่องค์ประกอบที่มีขนาดเล็กลงในสภาวะที่มีความร้อนสูง ปราศจากออกซิเจนและมีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศ การเกิดปฏิกิริยานี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสารตั้งต้นและอุณหภูมิที่ใช้ ส่งผลให้เมล็ดกาแฟมีสีน้ำตาลเข้ม เปราะ แตกง่าย พองตัว มีน้ำมันซึมออกมาและเกิดสารให้กลิ่นรสขึ้น (Janssen , 1997)

2.2.2.2 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดกาแฟ

เมล็ดกาแฟดิบเมื่อผ่านการให้ความร้อน โดยการคั่ว พบว่าความร้อนทำให้สารประกอบหลายชนิดมีการเปลี่ยนแปลงสภาพซึ่งส่งผลต่อกลิ่นรสในกาแฟ

ก. คาเฟอีน (caffeine) คือ อนุพันธ์ของพิวรีนที่สำคัญในเมล็ดกาแฟกาแฟดิบ ละลายน้ำได้น้อย มีรสขมเล็กน้อยปริมาณคาเฟอีนโดยเฉลี่ยของสายพันธุ์อาราบิก้า คือ 1.2 % ส่วนสายพันธุ์โรบัสต้า คือ 2.2 % ในกาแฟ 1 แก้ว (120-150 มิลลิลิตร) มีปริมาณคาเฟอีน 40-160 mg เมื่อผ่านความร้อนปริมาณคาเฟอีนจะลดลงเล็กน้อย (Clifford , 1985)

คาเฟอีนเป็นสารที่มีฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง หลงจากการกินหรือดื่มคาเฟอีนจะถูกดูดซึมเข้าสู่เลือดและเนื้อเยื่อของร่างกายซึ่งคาเฟอีนจะไม่สะสมในร่างกาย ร่างกายจะขับออกไปโดยทั่วไปปริมาณคาเฟอีนในร่างกายจะลดลงครึ่งหนึ่งภายในเวลา 4 ชั่วโมง คาเฟอีนมีฤทธิ์เพิ่มการกระตุ้นของหัวใจ การหายใจ และเพิ่มอัตราการสูบฉีดโลหิต เพิ่มการตื่นตัว เพิ่มอัตราการเผาผลาญอาหารในร่างกายการเผาผลาญไขมัน ช่วยการคลายตัวของกล้ามเนื้อของปอดและหลอดเลือด (Belitz and Grosch , 1999)

ข. ไตรโกเนลลิน (trigonelline) เป็น natural product พวก alkaloid จัดอยู่ในกลุ่มไพริดีน เป็นสารที่ให้ความขมในกาแฟในปริมาณที่ใกล้เคียงกับคาเฟอีน เมื่อสัมผัสกับกรดหรือถูกให้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณไตรโกนิลินจะลดลงจะให้ nicotinic acid (niacin) และเป็นสารตั้งต้นของสารประกอบที่ให้รสชาติและกลิ่นหอมในกาแฟคั่วได้แก่ ฟูแรน ไพราซีน ไพโรล ระดับไตรโกนิลินในอาราบิก้าอยู่ที่ 0.6-1.3 % ส่วนโรบัสต้าอยู่ที่ 0.3-0.9 % (Illy A. and R. Viani , 1995)

ค. กรดคลอโรจินิก (chlorogenic acid) เป็นเอสเตอร์ของกรดควินิกกับกรดคาเฟอิกหรือกรดเฟอรูอิก กรดคลอโรจินิกเป็นสารที่ให้รสขมและเปรี้ยว ลักษณะคล้ายแทนนิน ที่มีกลิ่นควันและรสชาติขมที่เข้มข้นในกาแฟ จะสลายตัวเมื่อได้รับความร้อนจะกลายเป็นฟีนอลและเมลานอยดิน (melanoidins) ปริมาณกรดคลอโรจินิกจะแปรผันตามปริมาณคาเฟอีน พบในอาราบิก้า 6-7 % และโรบัสต้า 10 %

ง. แทนนิน (tannin acid) ลักษณะคล้ายกรดคลอโรจินิก (chlorogenic acid) เมื่อได้รับความร้อนกลายเป็นฟีนอลและเมลานอยดิน (melanoidins) แต่จะมีความขมเพิ่มขึ้น

จ. คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) เช่น เซลลูโลสและโพลีแซคคาไรด์ไม่ละลายน้ำ ระหว่างการให้ความร้อนองค์ประกอบของโพลีแซคคาไรด์จะสลายตัวเป็นองค์ประกอบที่เล็กลงและละลายน้ำได้ โดยโพลีแซคคาไรด์เป็นสารตั้งต้นที่ทำให้เกิดกลิ่นหอม (aroma precursor) และรสชาติที่ดีของเครื่องดื่มกาแฟ โพลีแซคคาไรด์มีส่วนทำให้เครื่องดื่มกาแฟมีความหนืดส่งผลให้เกิดความรู้สึกของครีม (creamy) ในปาก เรียกว่า body ซึ่งเป็นลักษณะของเครื่องดื่มกาแฟที่ดี นอกจากนี้โพลีแซคคาไรด์ยังมีส่วนทำให้ลักษณะการเกิดฟองของกาแฟเอสเปรสโซมีความคงตัวมีบทบาทสำคัญในการเก็บกักสารให้กลิ่นที่สามารถระเหยได้ให้คงอยู่ทำให้เครื่องดื่มกาแฟมีกลิ่นหอมนานขึ้น (Belitz and Grosch , 1999)

ซูโครสที่แยกจากส่วนที่ละลายน้ำได้ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำในเมล็ดกาแฟ มีบทบาทสำคัญโดยเป็นสารตั้งต้นที่ทำให้เกิดกลิ่นหอมในกาแฟคั่วและมีส่วนร่วมในปฏิกิริยาเมลลาร์ดและปฏิกิริยาคาราเมล ซูโครสพบเป็นอัตราส่วนมากที่สุดในคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดโดยพบในอาราบิก้ามากกว่าโรบัสต้า สลายตัวได้เกือบสมบูรณ์ระหว่างการให้ความร้อนจากปฏิกิริยาไพโรไลซิสของคาร์โบไฮเดรต และปฏิกิริยาคาราเมลจะสลายตัวเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวเกิดสารระเหย คือ ฟูแรนส่วนคาร์โบไฮเดรตเปลี่ยนโครงสร้างเป็นสารที่ละลายน้ำได้และพวกเมลานอยดิน (Belitz and Grosch , 1999)

ฉ. กรดอะมิโนและโปรตีน (amino acid and protein) กรดอะมิโนและโปรตีนมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากเมื่อได้รับความร้อน เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างกรดอะมิโนและโปรตีนปริมาณของกรดอะมิโนโดยรวมลดลง 30 % (Belitz and Grosch , 1999) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของกรดอะมิโนเกิดเป็นสารระเหยในกาแฟ อีกทั้งกรดอะมิโนทำปฏิกิริยากับน้ำตาลรีดิวซ์เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดเกิดสารระเหย มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ส่วนโปรตีนเปลี่ยนโครงสร้างเป็นเมลานอยดิน (melanoidins) นอกจากนี้ กรดอะมิโนในกลุ่มของ hydroxyl amino acids มีบทบาทสำคัญใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเป็นสารตั้งต้นของ alkypyrazine ซึ่งเป็นสารประกอบที่ให้กลิ่นหอมในกาแฟคั่วโดยอาศัยปฏิกิริยาไพโรไลซิส (Clifford , 1985)

2.2.2.3 องค์ประกอบของสารให้กลิ่นในกาแฟ

เมล็ดกาแฟดิบจะไม่มีกลิ่นกาแฟในตัวเอง การพัฒนาของกลิ่นกาแฟเกิดขึ้นในระหว่างการคั่วให้ความร้อนกับเมล็ดกาแฟดิบที่อุณหภูมิ 180-220 องศาเซลเซียส สรุปว่ามีปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับการเกิดกลิ่น คือ ปฏิกิริยาเมลลาร์ดซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์และกรดอะมิโนหรือเปปไทด์ที่มีมวลโมกุลต่ำ ทำให้เกิดการรวมตัวของโมเลกุลไนโตรเจนและซัลเฟอร์เป็น heterocyclic compounds เช่น ไพโรล ไทโอฟีน ออกซาโซล ไทอะโซล ปฏิกิริยาคาราเมลซึ่งเกิดการไพโรไลซิสของโมโน ได โอลิโก และโพลีแซกคาไรด์เกิดเป็นสารตัวกลางภายใต้สภาวะที่สูญเสียน้ำทำให้เกิดเป็นสารโมเลกุลซับซ้อน คือ สารประกอบคาราเมลที่ละลายน้ำได้ (soluble caramel compounds) และปฏิกิริยาไพโรไลซิส

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนของสารให้กลิ่นหอมของกาแฟ โดยจำแนกตามโครงสร้างเคมี สารประกอบที่มีโครงสร้างรูปฟูแรนได้กระจายอยู่หลายกลุ่ม ซึ่งฟูแรนและอนุพันธ์ของฟูแรนเป็นกลุ่มที่มีความสำคัญที่สุดของกลิ่นรสกาแฟ นอกจากนั้นสารประกอบคาร์บอนิล ไพโรล ไทโอฟีน ออกซาโซล ไทอะโซล และในกาแฟยังมีสารประกอบที่มีไนโตรเจนและซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบจำนวนมาก สารทั้งหมดที่อยู่ในกลุ่มเหล่านี้ให้กลิ่นรสคั่วซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญมากของกลิ่นหอมในกาแฟ นอกจากไพราซีนยังมีสารประกอบที่สำคัญในกาแฟ เช่น furfuryl merceptan ให้กลิ่นหอมแรงช่วยให้กาแฟหอม กลิ่นซัลเฟอร์มีในกาแฟบริสุทธิ์ในความเข้มข้นสูงจะให้กลิ่นคั่วและกลิ่นรมควันที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 จำนวนของสารที่ให้กลิ่นหอมของกาแฟโดยจำแนกตามโครงสร้างทางเคมี

ชนิดสาร	จำนวน	ชนิดสาร	จำนวน
Hydrocarbon	49	Pyridines	7
Alcohols	19	Quinolines	2
Aldehydes	24	Pyrazines	67
Ketones	83	Qulnoxalines	11
Acid	22	Oxazoles	25
Esters	29	Thiazoles	28
Lactones	7	Thiols	5
Phenols	21	Sulfides	17
Amines	4	Thiophenes	26
Pyroles	25	Miscellaneous compounds	54
Indoles	3		

ที่มา : Cited Anon (1988)

สารในกลุ่มฟูแรนที่มีกลิ่นไหม้ น้ำตาลไหม้ คาราเมล ตัวที่สำคัญ คือ furfural alcohol และไพราซีนมีความสำคัญต่อกลิ่นกาแฟคือ มีกลิ่นคั่วและไหม้ โดยในกาแฟอาราบิก้าพบไพราซีน 20 ชนิด และพบ 2-methylpyrazine มากที่สุด (Sanz *et al* ., 2001)

สารให้กลิ่นสำคัญในน้ำกาแฟ คือ alkylpyrazine สารประกอบในกลุ่มซัลเฟอร์ที่พบในกาแฟนั้น Tressl R. (1999) พบสารประกอบ merceptan , sulfide , disulfide , trisulfide ถึง 23 ชนิด ได้แก่ methanethiol , dimethyl disulfide , carbondisulfide ซึ่งทั้งสามเป็นสารให้กลิ่นที่สำคัญในกาแฟซึ่งในโรบัสต้ามีมากกว่าอาราบิก้าจึงเป็นสาเหตุให้โรบัสต้ามีกลิ่นฉุนแรงกว่าอาราบิก้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การเบลนด์

การนำพันธุ์กาแฟจากหลายๆ พื้นที่การปลูกมาผสมกัน เพื่อให้ได้ลักษณะเด่นเฉพาะที่แตกต่างกัน นิยมนำพันธุ์โรบัสต้ามาผสมกับพันธุ์อาราบิกาที่เป็นส่วนประกอบหลัก การเบลนด์ที่ดีต้องมีการผสมผสานกลิ่นรสเข้าด้วยกันจนเกิดเป็นเอกลักษณ์ที่เป็นลักษณะโดดเด่นเฉพาะตัวถือเป็นหลักสำคัญของความสมดุลของกลิ่นและรสชาติซึ่งเป็นส่วนสำคัญสำหรับเครื่องดื่มกาแฟที่ดีและต้องแสดงออกให้ผู้ทดสอบเข้าใจถึงกลิ่นรสที่ซ่อนเร้นอยู่ภายใน (Janssen , 1997)

หลักในการเบลนด์ โดยทั่วไปไม่มีหลักตายตัว เพราะการเบลนด์เกิดจากความต้องการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือต้องการคิดค้นสูตรใหม่เพื่อมาปรับปรุงเปลี่ยนแปลงกาแฟสูตรเดิมให้ดียิ่งขึ้น โดยใช้เหตุผลของทฤษฎีอ้างอิงความเป็นไปได้ที่เมื่อหลังการเบลนด์แล้วจะได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีขึ้นโดยยึดหลักของสารประกอบในกาแฟรวมทั้งลักษณะเฉพาะตัวของกาแฟแต่ะพื้นที่การปลูก เช่น กลิ่นแบบสมุนไพร กลิ่นเครื่องเทศ กลิ่นเนย กลิ่นรสแบบยา เป็นต้น ทำการทดลองผสมเริ่มตั้งแต่นำเมล็ดกาแฟที่ต้องการมาผสมกันอาจจะเป็นการนำเมล็ดกาแฟดิบมาผสมกันก่อนการคั่วหรือนำเมล็ดที่แยกกันคั่วมาผสมกันภายหลัง หลังจากนั้นจึงนำไปบดและชง แล้วทำการทดสอบโดยการชิม (cupping test) บันทึกข้อมูล สรุปผลและวิจารณ์ออกมาว่าเหมาะสมในการสร้างเป็นสูตรหรือไม่ การสร้างสูตรเป็นการกำหนดสัดส่วนของส่วนผสมแต่ละอย่างที่ได้จากการค้นคว้าและทดลองเพื่อให้เกิดลักษณะผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ (Illy A. and R. Viani , 1995)

เนื่องจากการเบลนด์กาแฟในการทำปัญหาพิเศษนี้ต้องการนำกาแฟและน้ำตาลมาผสมกันเพื่อให้เกิดกลิ่นรสที่คล้ายคาราเมลและคงลักษณะของกาแฟที่ดีไว้นับเป็นการเบลนด์เพื่อให้ได้สูตรใหม่จึงต้องทำการศึกษาวิจัยโดยมีการปรับปรุงสูตรเพื่อให้ได้สูตรที่ลงตัว และพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ยอมรับของผู้ทดสอบได้

2.3 การชงกาแฟ

การชงกาแฟเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากรองจากระบวนการคั่วเพราะเป็นการกำหนดกลิ่นและรสชาติของกาแฟโดยจะให้รสชาติและกลิ่นจากน้ำมันในเมล็ดกาแฟที่ต่างกันไป (อรุณรัตน์ , 2546) โดยทั่วไปการชงกาแฟมีหลักพื้นฐานอยู่ 4 อย่าง คือ

1. ปริมาณของกาแฟกับน้ำ การชงกาแฟที่ใช้กันทั่วไปคือกาแฟบด 10 - 14 กรัม ต่อน้ำ 180 mL อาจจะมากหรือน้อยกว่านี้ได้ถ้ารู้สึกว่ากาแฟเข้มหรือจืดเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การความละเอียดของกาแฟบด เป็นสิ่งสำคัญที่เป็นตัวกำหนดรสชาติ กาแฟที่บดละเอียดมากๆ จะขมกว่ากาแฟที่บดหยาบเพราะน้ำซึมผ่านช้ากว่า ได้สัมผัสและมีโอกาสดูดซับรสกาแฟได้นานกว่า

3. น้ำ เป็นสิ่งที่สำคัญมากเพราะกาแฟหนึ่งถ้วยมีน้ำอยู่ 97-98% กาแฟที่ดีควรชงจากน้ำสะอาดบริสุทธิ์ ใช้น้ำเย็นต้มให้เดือดแล้วพักไว้แล้วค่อยเอามาชง อุณหภูมิน้ำที่เหมาะสำหรับชงกาแฟ คือ 90-96 องศาเซลเซียส ถ้าน้ำไม่ร้อนพอจะทำให้ดึงรสชาติกาแฟออกมาได้น้อย

4. ความสดของกาแฟ ขึ้นกับอากาศ ความชื้น แสง และความร้อน เพราะเป็นตัวเปลี่ยนรสชาติและความหอมของกาแฟโดยคำนึงถึงการเก็บรักษาเม็ดกาแฟเป็นสำคัญ

2.3.1 วิธีการชงกาแฟ

2. 3.1.1 การใช้แรงโน้มถ่วง

ก. การชงแบบหยดหรือแบบกรอง (Drip) เป็นการหยดน้ำร้อนผ่านกากกาแฟที่วางอยู่ในที่กรอง (อาจเป็นกระดาษหรือโลหะเจาะรู) ตามเครื่องต้มกาแฟทั่วไป (Drip maker, Coffee maker) การชงแบบหยดน้ำร้อนนี้จะให้รสชาติและกลิ่นของกาแฟได้พอสมควร แต่รสจะไม่เข้มข้น เพราะจะมีกระดาษกรองกากกาแฟ ทำให้มีโอกาสที่รสของกาแฟจะเสียไปบ้าง แต่เป็นวิธีที่ง่ายโดยใส่กระดาษกรอง ใส่กาแฟบด เติมน้ำ เปิดสวิตซ์เครื่องต้มกาแฟก็ได้น้ำกาแฟดั่วบดที่ต้องการ

ข. การชงแบบเอสเพรสโซ จะใช้แรงดันอัดน้ำร้อนให้ผ่านไปในกาแฟบดละเอียด ซึ่งจะให้รสชาติกาแฟออกมาเต็มที่มากกว่าการหยดน้ำร้อนผ่านกาแฟ โดยการอัดน้ำให้ผ่านกาแฟบดจะใช้แรงดัน 9 เท่าของแรงดันบรรยากาศ ใช้เวลาประมาณ 18-23 วินาที

2.3.1.2 การจุ่ม

ก. เฟรนช์เพรส (หรือ cafetière) เป็นกระบอกแก้วที่สูงและแคบ ประกอบด้วยลูกสูบที่มีตัวกรอง กาแฟและน้ำร้อนจะถูกผสมกันในกระบอก (ประมาณ2-3นาที) ก่อนที่ตัวลูกสูบ ซึ่งอยู่ในรูปฟอยล์โลหะ จะถูกกดลง เพื่อให้เหลือแต่น้ำกาแฟอยู่ข้างบนพร้อมเสิร์ฟ

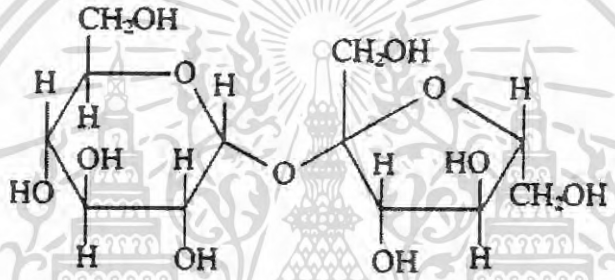
ข. ถุงกาแฟ (ลักษณะเดียวกับถุงชา) เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมน้อยกว่าการใช้ถุงชงชาเนื่องจากมันมีขนาดใหญ่กว่า

2.3.1.3 การละลาย นิยมชงคือ กาแฟสำเร็จรูปโดยการเติมน้ำร้อน แล้วนำช้อนคนให้ละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 น้ำตาล

น้ำตาลทรายเป็นสารให้ความหวานที่สำคัญที่สกัดได้จากพืชหลายชนิด เช่น อ้อย (sugarcane-Saccharum spp.) ต้นบีท (sugar beet-Beta vulgaris) อินทผลัม (date palm-Phoenix dactylifera) ข้าวฟ่าง (sorghum-Sorghum vulgare) ซูการ์เมเปิล (sugar maple-Acer saccharum) มีเรียกกันหลายแบบ ขึ้นอยู่กับรูปร่างลักษณะของน้ำตาล เช่น น้ำตาลทราย น้ำตาลกรวด น้ำตาลก้อน น้ำตาลปีบ เป็นต้น แต่ในทางเคมี โดยทั่วไปหมายถึง ซูโครส หรือ แซคคาโรส ไดแซคคาไรด์ ที่มีลักษณะเป็นผลึกของแข็งสีขาว น้ำตาลเป็นสารเพิ่มความหวานที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขนมหวาน และเครื่องดื่ม ในทางการค้าน้ำตาลผลิตจากอ้อย และหัวบีท (sugar beet) น้ำตาลที่มีองค์ประกอบทางเคมีแบบง่ายที่สุด หรือ โมโนแซคคาไรด์ เช่น กลูโคส ไดแซกคาไรด์ เช่น ซูโครส มีโครงสร้างทางเคมีดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 โครงสร้างทางเคมีของซูโครส
ที่มา : ไม่ปรากฏผู้แต่ง เข้าถึงได้จาก http://www. wikipedia.org

2.4.1 คุณสมบัติที่สำคัญของน้ำตาล

2.4.1.1 คุณสมบัติทางเคมีที่สำคัญ

ก. ปฏิกิริยา Inversion

เมื่อน้ำตาลซูโครสถูกความร้อนและในสภาพเป็นกรดหรือมีน้ำย่อย invertase แล้ว น้ำตาลซูโครสจะแตกตัวออก คือ กลูโคสและฟรุกโตส ปฏิกิริยานี้เรียกว่า Inversion และน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโตสที่เกิดขึ้นเรียกว่า inverse sugar

ข. ปฏิกิริยาคาราเมล

ถ้าหากน้ำตาลซูโครสถูกความร้อนสูงๆ นานๆ อนุมูลน้ำถูกดึงออก (dehydration) น้ำตาลจะเปลี่ยนแปลงทางด้านสารประกอบและคุณสมบัติ สูตรเอมพิริคัลจะเป็น $C_{12}H_{20}O_{10}$ หรือ $C_{24}H_{36}O_{18}$ หรือ $C_{36}H_{50}O_{25}$ ซึ่งจะทำให้เกิดสีน้ำตาลไหม้ ปฏิกิริยานี้เรียกว่า caramelization สีที่เกิดจากกระบวนการนี้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารทั่วไปเพราะถือว่าปลอดภัยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ค. การเกิด Buffering agent

น้ำตาลซูโครสมีคุณสมบัติของบัฟเฟอร์อยู่ทำให้เมื่อปรุงอาหารที่มีความเข้มข้นของซูโครสสูงๆ ในภาชนะจะช่วยลดการสึกกร่อนของภาชนะลง

ง. คุณสมบัติเกี่ยวกับ oxidation

น้ำตาลจัดเป็นตัว antioxidation เพราะในสารละลายที่มีน้ำตาลอยู่นั้นการแทรกซึมของออกซิเจนจะลดลง

2.4.1.2 การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล

อาหารและผลิตภัณฑ์อาหารมากมายหลายชนิดมีปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ (enzymatic browning reaction) และปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่มีเอนไซม์ (nonenzymatic browning reaction) ที่เกิดขึ้นในระหว่างแปรรูปและเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลมีทั้งผลดีและผลเสียต่อคุณภาพของอาหาร ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในอาหารเป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่สลับซับซ้อน เพราะไม่ได้เป็นปฏิกิริยาปฐมภูมิ (primary reaction) แต่เป็นปฏิกิริยาทุติยภูมิ (secondary reaction) หลาย ๆ ปฏิกิริยา ที่เกิดขึ้นร่วมกันและให้สารสีน้ำตาลที่แปรผันไปตามชนิดของอาหาร ถึงแม้จะเป็นอาหารชนิดเดียวกันก็ตาม ฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลนี้ยังอาจเกิดขึ้นได้ในวัตถุดิบที่มีการเติมวิตามินซีหรือกรดแอสคอร์บิก ซึ่งจะถูกออกซิไดส์ไปเป็น กรดดีไฮโดรแอสคอร์บิกแล้วทำปฏิกิริยาต่อกับกรดอะมิโน แล้วทำให้เกิดสีน้ำตาลได้ โดยอาศัยปฏิกิริยาที่ไม่มีเอนไซม์เป็นตัวเร่ง เรียกว่า ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction)

การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ

ก. ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ (Non-enzymatic browning reaction) สามารถจำแนกได้เป็น 2 แบบคือ

- การเกิดปฏิกิริยาคาราเมลไลเซชัน (Caramelization)

เป็นการใช้ความร้อนสูงสลายโมเลกุลของน้ำตาลให้แยกออก (thermolysis) และเกิดพอลิเมอร์ไลเซชันของสารประกอบคาร์บอน ได้เป็นสารสีน้ำตาล ปฏิกิริยานี้สารเริ่มต้นจะเป็นน้ำตาลเท่านั้น เช่น การเผาไหม้น้ำตาลซูโครสที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส น้ำจะถูกกำจัดออกไปจากโมเลกุลของน้ำตาลซูโครสโดยปฏิกิริยาดีไฮเดรชัน สารประกอบที่เกิดขึ้นใหม่จะมีพันธะคู่ และเป็นวงแหวน (anhydro ring) มีความหนืดข้น รสขม และมีสีเข้มขึ้น ซึ่งจะผันแปรตามระยะเวลาและระดับอุณหภูมิที่ใช้ เมื่อน้ำตาลอยู่ในรูปสารละลายน้ำ การเกิดปฏิกิริยานี้จะขึ้นกับความเข้มข้นของน้ำตาล พีเอช และอุณหภูมิ เมื่อสารละลายมีความเข้มข้นสูงขึ้น หรือสารละลายมีค่าพีเอชต่ำ จะเริ่มต้นการเปลี่ยนแปลง

97012

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเกิดสารประกอบประเภทน้ำตาลแอนไฮไดรด์ (sugar anhydrides) เช่น 1,6-anhydro-beta-glucose หรือ ลีโวกลูโคแซน (levoglucosan)

- การเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction)

เมื่อน้ำตาลแอลโดสหรือคีโตส ซึ่งเป็นน้ำตาลรีดิวซิงได้รับความร้อนในภาวะที่มีน้ำ (Aw > 0.2) กับเอมีน จะทำให้เกิดสารประกอบต่าง ๆ มากมายหลายชนิดซึ่งมีผลต่อสี กลิ่น และรสชาติของอาหาร และอาจเป็นที่พึงประสงค์หรือไม่พึงประสงค์ก็ได้ ปฏิกิริยาเหล่านี้จะเกิดขึ้นขณะคั่ว ทอด อบ ปิ้ง ย่าง หรือระหว่างเก็บรักษาอาหาร น้ำตาลรีดิวซ์จะทำปฏิกิริยากับหมู่อะมิโนในโมเลกุลของแอมโมเนีย กรดอะมิโนและโปรตีน ได้เป็นไกลโคซิลเอมีน และจะเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องจนได้สารสีน้ำตาล ออกซิเจนไม่มีผลต่อปฏิกิริยาเมลลาร์ด นอกเสียจากออกซิเจนจะช่วยออกซิไดส์สารอื่นให้เป็นรูปที่ไวต่อปฏิกิริยา ดังนั้นการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลจึงเกิดได้ในภาวะที่ไม่มีออกซิเจน ส่วน แร่ธาตุที่มีผลต่อปฏิกิริยาเมลลาร์ดได้แก่ ไอออนทองแดง เหล็ก และสังกะสี อย่างไรก็ตามถึงแม้ปฏิกิริยาเมลลาร์ดนี้ไม่พึงประสงค์ให้เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิด เพราะทำให้คุณค่าทางอาหารต่ำลง แต่ก็มีผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดที่ต้องการให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดนี้ เพื่อให้อาหารนั้นมีสี กลิ่นและรสชาติดี เช่น กาแฟคั่ว

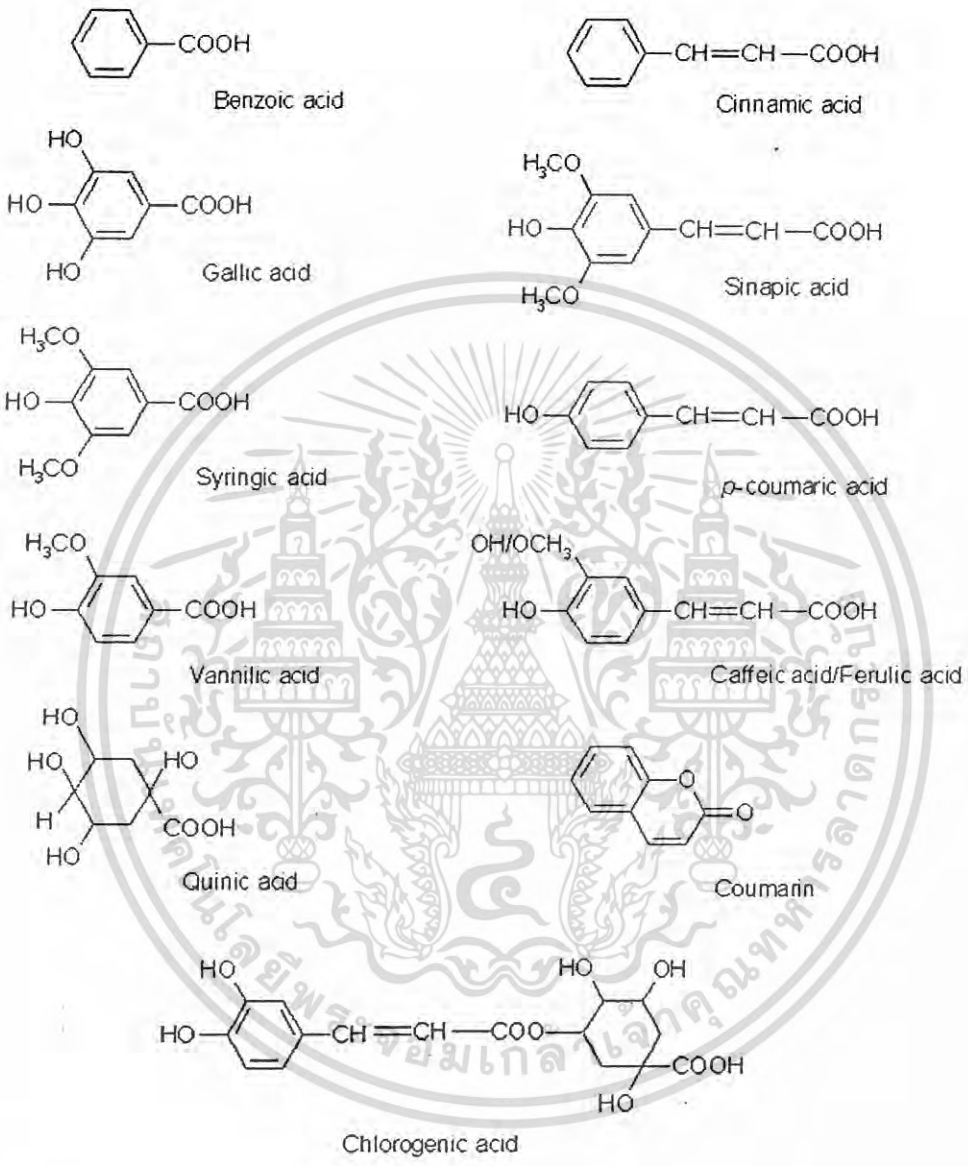
- ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ (Enzymatic browning reaction)

ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ จะเกิดขึ้นกับเนื้อเยื่อพืชเมื่อเซลล์ถูกทำลายทางกล ทำให้เกิดปฏิกิริยาของสารประกอบโมโนฟีนอล (monophenol) ที่อยู่ในเซลล์พืชสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ และมีเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) ทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮดรอกซิเลชัน (hydroxylation) ได้เป็น ออร์โท-ไดฟีนอล (o-diphenol) สารนี้จะถูกออกซิไดส์ต่อให้เป็นออร์โท-ควิโนน (o-quinone) เอนไซม์ PPO อาจมีชื่อเรียกว่า โพลีฟีนอลเลส (polyphenolase) ฟีนอลเลส (phenolase) ไทโรซิเนส (tyrosinase) ออร์โท-ไดฟีนอลออกซิเดส (o-diphenol oxidase) หรือแคทีคอลออกซิเดส (catechol oxidase) ควิโนนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาที่เร่งด้วยเอนไซม์นี้ จะรวมตัวกันและเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดกับสารประกอบฟีนอลอื่น ๆ หรือกับกรดอะมิโนได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อน ข้อดีของปฏิกิริยานี้คือ ทำให้ผลิตภัณฑ์บางชนิดมีสี กลิ่นและรสชาติดีขึ้น เช่น การคั่วเมล็ดกาแฟ

สารตั้งต้น (Substate) ซับสเตรตที่ถูกออกซิไดส์ด้วยเอนไซม์ PPO นี้ได้แก่ สารประกอบฟีนอล (phenolic compounds) ซึ่งเป็นสารฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เช่น แอนโทไซยานิดิน ลูโคแอนโทไซยานิดิน ฟลาโวนอลแคตีคอล กรดคาแฟอิก กรดคลอโรจินิก แคซติน เอสเทอร์ของกรดซินนามิก (cinnamic acid ester) ไทโรซีน 3,4 ไดไฮดรอกซีนิลอะลานิน (3,4-dihydroxyphenylalanine หรือ DOPA) คาเทชิน (catechins) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารตั้งต้นประเภท Phenolic compounds ในกาแฟ ได้แก่ กรดคลอโรจินิก แสดงโครงสร้างได้ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ตัวอย่าง Phenolic compounds

ที่มา : Kim J. *et al.* (2000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.3 คุณสมบัติทางฟิสิกส์

ก. ลักษณะการให้รส

น้ำตาลเป็นสารที่ทำให้รสหวานกับประสาทสัมผัส สารประกอบเคมีที่เราเรียกว่า น้ำตาลมีหลายชนิดและแต่ละชนิดก็ให้ความหวานในระดับต่างๆ กัน น้ำตาลฟรุกโตสมีความหวานมากที่สุด หวานกว่าน้ำตาลซูโครส อุณหภูมิปกติที่ต่ำกว่า 50 องศาเซลเซียสน้ำตาลฟรุกโตสให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลซูโครสแต่ที่อุณหภูมิ 50 องสาเซลเซียส ความหวานของน้ำตาลทั้งสองเท่ากันและอุณหภูมิปกติที่สูงกว่า 50 องศาเซลเซียสน้ำตาลซูโครสจะหวานมากกว่าน้ำตาลฟรุกโตสเนื่องจากอุณหภูมิต่ำๆ น้ำตาลฟรุกโตสอยู่ในรูปโครงสร้างของเบตา (beta isomer) เป็นส่วนใหญ่ซึ่งมีความหวานสูงมากเมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงๆ เกิน 50 องศาเซลเซียส น้ำตาลฟรุกโตสจะเปลี่ยนรูปไปเป็นแอลฟา ซึ่งมีความหวานน้อยกว่า

ข. คุณสมบัติดูดซับความชื้น (Hygroscopicity)

ผลึกน้ำตาลบริสุทธิ์จริงๆ จะมีคุณสมบัติเป็นตัวดูดความชื้นเพียงเล็กน้อยแต่ถ้ามันมีสิ่งเจือปนมันจะมีคุณสมบัตินี้สูง น้ำตาลที่ค้าขาย (plantation white sugar) จะมีความชื้นอยู่เพียง 0.05-0.1 % แต่น้ำตาลจะเริ่มดูดความชื้นได้อย่างเร็ว ถ้าบรรยากาศที่เก็บน้ำตาลนั้นมีความชื้นสัมพัทธ์เกินกว่า 75 % ฉะนั้นควรควบคุมความชื้นไว้ในระดับ 40-60 % โดยบรรจุน้ำตาลลงในถุงพลาสติกก่อนบรรจุลงกระสอบเพื่อลดการแทรกซึมของความชื้น และควรเติมแป้งหรือแคลเซียมฟอสเฟตประมาณ 1-3 % เพื่อป้องกันการเกาะกลุ่มของผลึกน้ำตาล โดยเกิดจากน้ำหนักที่สดลงมา และความชื้นที่ทำให้กลุ่มของน้ำตาลนี้แข็งและใหญ่ ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า caking

ค. การละลายของน้ำตาล

ผลึกน้ำตาลนั้นสามารถละลายน้ำได้ดีสามารถละลายได้ประมาณ 65 % โดยน้ำหนัก ทั้งนี้มีอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญ ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$S = 64.397+0.07251T + 0.0020569T^2 - (9.035x10^{-6})T^3$$

S คือ เปอร์เซนต์การละลาย (น้ำหนัก / น้ำหนัก)

T คือ อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

เมื่อน้ำตาลละลายในน้ำ เราอาจเรียกว่า น้ำตาลเป็นของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำหรือ soluble solid ซึ่งเราจะวัดความเข้มข้นออกมาได้โดยอาศัยหลักการหักเหของแสงหรือความถ่วงจำเพาะของสารละลาย ค่าที่หักออกมาได้เรียกว่า บริกซ์ (brix) ซึ่ง องศาบริกซ์ คือ เปอร์เซนต์ soluble solid ที่วัดโดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. คุณสมบัติเกี่ยวกับความหนืดของสารละลายน้ำตาล

เป็นคุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่สำคัญมากในวงการอุตสาหกรรม หากน้ำตาลไม่บริสุทธิ์หรือเกิดมีการ inversion ขึ้นทำให้น้ำตาลซูโครสกลายเป็น invert sugar ก็จะทำให้ความหนืดลดลง อัตราการเปลี่ยนน้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลอินเวอร์สจะขึ้นกับความเป็นกรดด่างและอุณหภูมิ โดยอัตราเร็วจะเพิ่มขึ้นประมาณ 25% เมื่อความเป็นกรดด่างลดลง 0.1 และอัตราเร็วจะเพิ่มเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แต่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมน้ำตาลเหลว (liquid sugar) เพื่อทำให้การขนส่งสะดวกขึ้นและไม่เกิดผลึกได้ง่าย การป้องกันการตกผลึกของน้ำตาลทำได้โดยการเติมสารเคมีที่เรียกว่า "ดอกเตอร์" เช่น กรดน้ำส้ม (น้ำส้มสายชู) กรดซิตริก (กรดมะนาว) และกรดทาร์ทาริก เป็นต้น

2.4.2 ประเภทของน้ำตาล

2.4.2.1 น้ำตาลทรายขาว

ก. น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์

หมายถึง ผลึกซูโครส (sucrose) ที่มีความบริสุทธิ์สูงสุด มีลักษณะเป็นเกล็ดใส มีสีขาว ปราศจากกากน้ำตาล (molasses) เกือบไม่มีความชื้นเลย

ข. น้ำตาลทรายขาว (plantation white sugar)

หมายถึง ผลึกซูโครสที่มีความบริสุทธิ์สูง มีลักษณะเป็นเกล็ดใส มีสีขาวถึงสีเหลืองอ่อน มีความชื้นเล็กน้อย เกล็ดน้ำตาลไม่ติดกัน มีกากน้ำตาลติดอยู่เป็นส่วนน้อย น้ำตาลทรายขาวทำมาจากอ้อยซึ่งเป็นพืชธรรมชาติ ซึ่งกว่าจะเป็นน้ำตาลทรายขาว จะต้องผ่านกระบวนการฟอกขาวทางเคมี และการแยกสิ่งสกปรกที่เจือปนอยู่ออกทำให้น้ำตาลมีสีขาวและบริสุทธิ์ น้ำตาลทรายขาวจะมีคุณค่าน้อยกว่าน้ำตาลทรายแดงมาก เพราะสารบางอย่างจะลดลง เนื่องจากสูญหายไปในกระบวนการในการผลิตของน้ำตาลทรายขาว

ค. น้ำตาลทรายดิบ (raw sugar)

หมายถึง น้ำตาลซูโครสที่มีความบริสุทธิ์ต่ำ มีลักษณะเป็นเกล็ดใส มีสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเข้มตามสีของกากน้ำตาลที่หุ้มอยู่รอบผลึก มีความชื้นปานกลาง เกล็ดน้ำตาลจะจับเกาะตัวติดกันไม่ร่วน

ง. น้ำตาลทรายสีรำ (brown sugar)

หมายถึงน้ำตาลทรายขาวทั่วไปที่มีน้ำตาลอ่อน อันเนื่องจากสีของน้ำตาลไหม้ หรือสีของกากน้ำตาลที่มีลักษณะเป็นเกล็ดใส มีความชื้นน้อยกว่าน้ำตาลทรายดิบ เป็นน้ำตาลที่ผ่านการ Refine ที่ไม่สมบูรณ์ เป็นน้ำตาลที่มีปริมาณ Molasses น้อย จึงให้สีที่ค่อนข้างซีด คือเป็นสีทองจาง ๆ เหมาะใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำคุ้กกี้และขนมหวานต่าง ๆ และนิยมเสิร์ฟกับกาแฟ มีทั้งลักษณะที่เป็นผลึกแบบน้ำตาลทรายและชนิดก้อน

Demerara หรือ Raw Sugar

ภาพที่ 7 Demerara หรือ Raw Sugar

ที่มา : ไม่ปรากฏผู้แต่ง เข้าถึงได้จาก http://www. wikipedia.org

2.4.2.2 **น้ำตาลทรายแดง (soft brown sugar)**

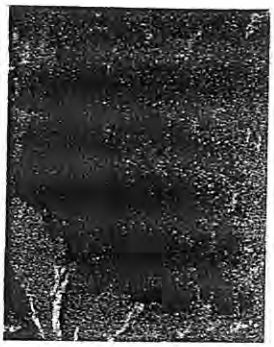
หมายถึง น้ำตาลที่ผลิตโดยการเคี่ยวน้ำอ้อยในกระทะ (open pan method) มีลักษณะเป็นผงละเอียดหรืออาจจับเป็นก้อน มีสีน้ำตาลเข้ม มีความชื้นสูง มีกลิ่นน้ำตาลไหม้ น้ำตาลทรายแดงมักมีสีน้ำตาลเพราะมีสาร Molasses , Chlorophyll , Xanthophyll , Carotene และเหล็ก เป็นต้น จุดเด่นของน้ำตาลทรายแดงคือ ไม่ได้ผ่านการฟอกสีอย่างสมบูรณ์ ทำให้ยังมีการปนของสารธรรมชาติจากอ้อยอยู่บ้าง น้ำตาลทรายแดงจึงมีกลิ่นรสที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะ และไม่มีสารฟอกสีปนเปื้อนเหมือนน้ำตาลทรายขาว สำหรับคุณค่าทางโภชนาการในน้ำตาลทรายแดง 1 กิโลกรัม ประกอบด้วยแคลเซียม 450 มิลลิกรัม ซึ่งมากเป็น 3 เท่าของน้ำตาลทรายขาว มีธาตุเหล็ก 20 มิลลิกรัม ซึ่งมากเป็น 2 เท่าของน้ำตาลทรายขาว นอกจากนี้ยังมีสารอื่นๆ มากกว่าน้ำตาลทรายขาว

น้ำตาลทรายแดง เป็นน้ำตาลที่ทำจากอ้อย ปริมาณของ Molasses ในน้ำตาล เป็นตัวกำหนดสีของน้ำตาลชนิดนี้ ยิ่งน้ำตาลมี Molasses มากผลึกน้ำตาลจะยิ่งโตและเกาะตัวติดกันเหนียวแน่น สีก็จะเข้มมาก รสและกลิ่นก็จะแรง

Muscovado หรือ Molasses Sugar ดังภาพที่ 8 เป็นน้ำตาลทรายแดงที่ตามธรรมดาจะมีสีเข้มจัดและรสเข้ม

เนื้อสัมผัสค่อนข้างชื้นและผลึกมีลักษณะละเอียดดังภาพที่ 9 นิยมใช้มากในการทำ Fruit Cake หรือขนมหวานที่ต้องการสีเข้มและกลิ่นรสที่ค่อนข้างจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Muscovado หรือ Molasses Sugar

ภาพที่ 8 Muscovado หรือ Molasses Sugar

ที่มา : ไม่ปรากฏผู้แต่ง เข้าถึงได้จาก http://www.wholesomesweeteners.com

ภาพที่ 9 รูปร่างและชนิดของน้ำตาลทรายแดง

ที่มา : ไม่ปรากฏผู้แต่ง เข้าถึงได้จาก http://www.wholesomesweeteners.com

การผลิตน้ำตาลทรายแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ได้แก่

1. น้ำตาลที่ผ่านเครื่องเซนตริฟิวส์ (centrifugal sugar)
2. น้ำตาลที่ไม่ผ่านเครื่องเซนตริฟิวส์ (non centrifugal sugar)

ซึ่งแต่ละชนิดแตกต่างกันตามกรรมวิธีผลิต สำหรับแต่ละประเภทนั้นก็ยังสามารถแบ่งย่อยไปได้อีก กล่าวคือ centrifugal sugar แบ่งออกเป็น น้ำตาลทรายดิบ น้ำตาลทรายขาวธรรมดา และน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ โดยแบ่งตามระดับความขาว ที่มีสีขาวมากที่สุด คือ น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ รองลงมาเป็นน้ำตาลทรายขาวธรรมดา และน้ำตาลทรายดิบตามลำดับ สีขาวของน้ำตาลนี้มีหน่วยวัดที่เรียกว่า ไอคัมซา (ICUMSA) ส่วน non centrifugal sugar นั้นแบ่งออกเป็น น้ำตาลทรายแดง น้ำตาลปี๊บ และน้ำตาลโตนด ซึ่งตามปกติน้ำตาลทรายที่รับประทานจะเป็นพวก centrifugal sugar เกี่ยวกับสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของน้ำตาลนั้น น้ำตาลที่ได้จากธรรมชาติจะมีสีเข้มหรือสีน้ำตาล เพราะมีสารที่มีสีเจือปนมาตามธรรมชาติ และสีที่เกิดจากความร้อนในกระบวนการผลิต หรือที่เรียกกันว่า น้ำตาลไหม้

สารให้กลิ่นในน้ำตาลทรายแดง

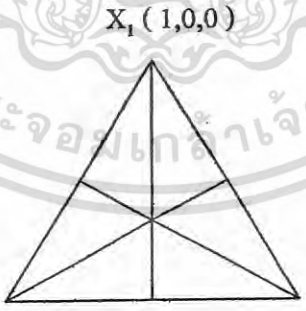
สารระเหยที่สำคัญในน้ำตาลทรายแดง คือ กรดอะซิติก มีปริมาณอยู่ในช่วง 31-827 ppm เป็นสารให้กลิ่นที่สำคัญที่สุดในน้ำตาลทรายแดง พบ maltol ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นคาราเมล นอกจากนั้นยังพบ methanol ethanol acetaldehyde และ diacetyl (Godshall and Roberts , 1981)

2.5 แผนการทดลอง

2.5.1 Mixture Design

เป็นเทคนิคซึ่งเหมาะสำหรับการพัฒนาสูตร เนื่องจาก factorial design ไม่เหมาะสมเมื่อมีส่วนประกอบมากกว่า 1 ชนิด Mixture Design อาศัยหลักการที่ว่าเมื่อส่วนผสมส่วนใดเปลี่ยน ส่วนประกอบที่เหลือจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงด้วย การออกแบบสิ่งทดลองแบบ Mixture Design ใช้กับปัจจัยที่เป็นเชิงปริมาณตั้งแต่ 2 ปัจจัยเป็นต้นไป โดยที่ปัจจัยนั้นๆจะมีความเกี่ยวเนื่องกัน กล่าวคือ เมื่อปัจจัยหนึ่งมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ย่อมทำให้ปัจจัยอื่นๆมีสัดส่วนลดลง ซึ่งแตกต่างจากการทดลองที่ไม่ใช่ Mixture design ที่ตัวแปรแต่ละตัวเป็นอิสระจากกัน โดยที่ผลรวมของสิ่งทดลองแบบ Mixture Design ส่วนประกอบทั้งหมดรวมกันเท่ากับ 1.0 หรือ 100 % ตัวอย่างแผนการทดลองแสดงดังภาพที่ 10

ข้อจำกัด $\sum x_i = 1.0$ $i = 1\ 2\ 3$ โดยที่ x_i ส่วนประกอบที่ i และ $0 \leq x_i \leq 1$



ภาพที่ 10 Trilinear coordinate system ที่ใช้ใน mixture design

ที่มา : ศุภกิจ , 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยกตัวอย่างการออกแบบแบบ Extreme Vertices เป็นตัวอย่างหนึ่งของการออกแบบในแผนการทดลอง Mixture Design การออกแบบแผนการทดลองนี้ อาจเรียกว่า แบบมีข้อจำกัดเป็นสัดส่วน (Design With Constraints On Proportion) หรือแบบมีข้อจำกัด (Constrained Mixture Design) กล่าวคือ แผนการทดลองแบบนี้ ระดับในแต่ละปัจจัยไม่จำเป็นต้องเป็น 0-100% โดยอาจเป็น 20-30% (0.20-0.30) หรือ 10-25%(0.10-0.25) เป็นต้น สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ เนื่องมาจากความจำเป็นโดยพื้นฐานในการทดลองบางอย่าง

ตัวอย่างเช่น ในการผลิตอาหารบางชนิดที่มีส่วนผสมของกลูเตน (Gluten) โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง (Soy Protein Isolated) และน้ำ พบว่า ต้องมีส่วนผสมของกลูเตนและโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองรวมกันอย่างน้อย 50% (โดยใช้ในปริมาณเท่ากันชนิดละ 25%) จึงสามารถจับเป็นก้อนเพื่อทำการรีดเป็นแผ่นได้ ดังนั้นส่วนผสมของกลูเตนและโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองที่ต่ำกว่า 50% จึงไม่เป็นที่สนใจ ขณะเดียวกันพบว่าหากมีน้ำต่ำกว่า30%จะไม่สามารถปั้นให้เป็นก้อนได้ดังนั้นจึงอาจกำหนดปริมาณขั้นต่ำของส่วนผสมแต่ละชนิดเป็น 25 25 และ 30% ตามลำดับ โดยให้สังเกตว่า ปริมาณขั้นต่ำของส่วนผสมทั้ง 3 รวมกัน ต้องไม่เกินหรือเท่ากับ 100% ไม่เช่นนั้นจะมีเพียงส่วนผสมเดียวที่เป็นไปได้ หรือไม่มีส่วนผสมใดที่เป็นไปได้

ในการวิเคราะห์สำหรับแผนการทดลองแบบส่วนผสม จำเป็นต้องกำหนดแบบหุ่นที่ใช้ในการทดลอง ก่อนที่จะวางแผนการทดลอง เพื่อให้มีสิ่งทดลองเหมาะสมสำหรับแบบหุ่นนั้นๆ เช่น หากกำหนดให้มีสิ่งทดลองเท่ากับ 4 สิ่งทดลอง สำหรับปัจจัยที่ศึกษาจำนวน 3 ปัจจัย หากสนใจความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและปัจจัยที่ศึกษาในเชิงสมการกำลังสอง ย่อมวิเคราะห์ไม่ได้ เนื่องจาก degree of freedom ของสมการทั้งหมดมีเท่ากับ 3 คือ ปัจจัยเดี่ยวทั้ง 3 และเป็น degree of freedom ของความคลาดเคลื่อนอีก 1 จึงไม่เหลือ degree of freedom สำหรับตัวแปรกำลังสองอื่นอีก สิ่งทดลองที่กำหนดไว้เท่ากับ 4 จึงใช้สำหรับความสัมพันธ์แบบเส้นตรงหรือ Linear model ซึ่งเป็นจำนวนสิ่งทดลองต่ำสุดสำหรับการศึกษา 3 ปัจจัย

นอกจากนี้แม้การวางแผนจำเป็นต้องให้ปัจจัยที่ทำการศึกษาในแต่ละสิ่งทดลองรวมกันเป็น 100% แต่ไม่จำเป็นที่ต้องนำทุกปัจจัยมาศึกษาพร้อมกัน ในส่วนผสมของแต่ละสิ่งทดลองอาจมีปัจจัยจำนวนมาก แต่สนใจศึกษาเพียง 3 ปัจจัย สามารถใช้แผนการทดลองแบบส่วนผสมได้ เช่น มีส่วนผสมในผลิตภัณฑ์จำนวน 10 ปัจจัย คือ A-J แต่สนใจเฉพาะ B C และ D ซึ่งทั้ง 3 ปัจจัยดังกล่าว มีสัดส่วนคิดเป็น 18% ของส่วนผสมทั้งหมด สามารถนำปัจจัย B C และ D มากำหนดเป็นสิ่งทดลองต่างๆ กันและในส่วนผสมแต่ละสิ่งทดลองที่ได้ให้คิดเป็น 18% (หรือ 100 ส่วน) ส่วนอีก 82% (หรือ 455.56 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาจาก ((82x100)/18) ส่วนที่เหลือกำหนดให้ใช้ปริมาณคงที่หรือปัจจัยคงที่ (Fixed variables) ในทุกสิ่งทดลอง (ศุภกิจ , 2549)

2.5.2 Completely Randomize Design (CRD)

แผนการทดลองแบบ CRD เหมาะกับงานทดลองที่มีหน่วยทดลองสม่ำเสมอกัน ผู้วิจัยต้องสุ่มทรีตเมนต์ให้กับหน่วยทดลองโดยการสุ่มตลอด การสุ่มตลอด คือ ทุกหน่วยการทดลองมีโอกาสที่จะได้รับทรีตเมนต์เท่าๆ กัน

ตัวอย่างเช่น ผังการทดลองและการสุ่มของงานทดลองที่มี 4 ทรีตเมนต์ (a b c d) แต่ละทรีตเมนต์มี 5 ซ้ำ ดังนั้นต้องมีหน่วยทดลองเท่ากับ 4x5 = 20 ผู้ทดลองต้องสุ่มแต่ละทรีตเมนต์ให้กับหน่วยทดลองทรีตเมนต์ของแต่ละหน่วยทดลองแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การสุ่มทรีตเมนต์

a	b	c	d	c	a	b	c	d	d
c	d	a	b	a	b	d	c	a	b

ที่มา : พรรณิภา (2548)

ตัวอย่างการทดสอบสมมติฐานของการวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์

ในการทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องบดเนื้อที่มีใบมีด 4 แบบ คือ a b c d ในการวัดประสิทธิภาพของเครื่องบดเนื้อ ผู้ทดลองนำเนื้อสะโพกวัว (หน่วยการทดลองต้องสม่ำเสมอ) เข้าไปบดแล้วชั่งน้ำหนักเนื้อที่บดได้เป็นกิโลกรัมภายในเวลา 5 นาที ดังข้อมูลในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 น้ำหนักเนื้อที่บดได้เป็นกิโลกรัมในการทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องบดเนื้อ

ซ้ำที่	ทรีตเมนต์น้ำหนักเนื้อที่บดได้เป็นกิโลกรัม			
	a	b	c	d
1	64	57	58	53
2	67	58	61	54
3	70	61	56	56
4	62	59	58	57
5	63	60	57	54

ที่มา : พรรณิภา (2548)

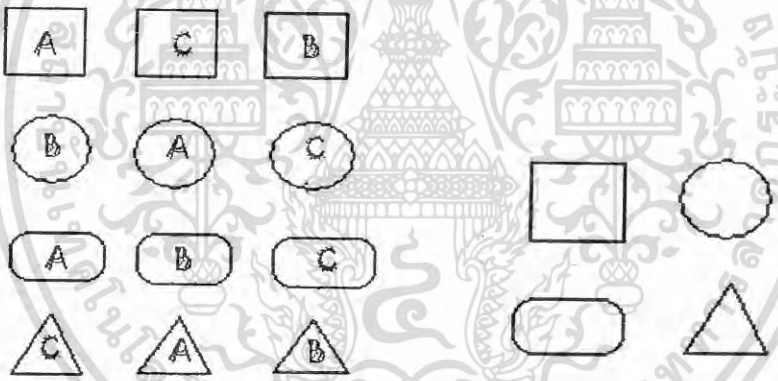
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 Randomized Complete Block Design (RCBD)

แผนการทดลองแบบ RCBD ใช้ในกรณีหน่วยทดลองมีความไม่สม่ำเสมอกันหรือมีความผันแปรจากสาเหตุเดียวดังนั้นก่อนการให้ทรีตเมนต์หน่วยทดลองจะต้องถูกจัดให้เป็นกลุ่ม (group หรือ block) ก่อน เนื่องจากหน่วยทดลองมีความผันแปรจากสาเหตุเดียว ดังนั้นการจัดกลุ่มจึงถูกจัดให้อยู่ในทิศทางเดียว การจัดกลุ่มหน่วยทดลองที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันจะต้องมีความสม่ำเสมอกันมากที่สุด และหน่วยการทดลองที่อยู่ต่างกลุ่มกันจะมีความแตกต่างกัน

จำนวนหน่วยทดลองในแต่ละกลุ่มจะถูกเรียกว่า " ขนาดของ block " และเงื่อนไขที่สำคัญของแผนการทดลองแบบ RCBD คือ ขนาดของ block จะต้องเท่ากับจำนวนทรีตเมนต์ นั่นคือ ในแต่ละบล็อกจะต้องใส่ได้ทุกทรีตเมนต์และจะต้องสุ่มทรีตเมนต์ทั้งหมดให้กับหน่วยทดลองภายในบล็อก อาจกล่าวได้ว่าแต่ละบล็อก คือ จำนวนซ้ำในแผนการทดลองแบบ CRD นั่นเอง

แผนการทดลองและการสุ่มของงานทดลองที่มี 3 ทรีตเมนต์ (a b c) ถ้าหน่วยทดลองถูกแบ่งเป็น 4 บล็อก ดังนั้นในแต่ละบล็อกต้องมีหน่วยทดลอง 3 หน่วย เพื่อใส่ทรีตเมนต์ให้ครบ 3 ทรีตเมนต์แสดงดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 หน่วยการทดลอง A B C คือ ทรีตเมนต์
ที่มา : พรรณิภา (2548)

ตัวอย่างที่ 1 เช่น ปัญหาพิเศษเรื่องผลิตภัณฑ์ทดแทนกาแฟจากเมล็ดถั่วและธัญพืช เป็นการทดลองเพื่อหาผลิตภัณฑ์ทดแทนกาแฟโดยใช้เมล็ดถั่วธัญพืช โดยใช้วัตถุดิบทั้ง 4 ชนิด คือ เมล็ดถั่วเหลือง เมล็ดถั่วดำ เมล็ดถั่วเขียวและเมล็ดข้าวเหนียวดำ มาคั่วในกระทะที่อุณหภูมิ 260 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 6 7 และ 8 นาที นำไปชงในน้ำร้อนแล้วนำไปทดสอบทางด้านกายภาพด้านสีโดยนำไปเทียบสีด้วยสมุดเทียบสีมันเซลล์กับสีของกาแฟคั่วบดในท้องตลาด จนได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีคล้ายกาแฟแสดงค่าดังตารางที่ 5 และ 6 แล้วจึงนำไปทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ผลแสดงให้เห็นดังตารางที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบสีของตัวอย่างกับสีของกาแฟในท้องตลาด

ตารางที่ 5 ค่าเทียบสีของตัวอย่างกาแฟในท้องตลาด

กาแฟคั่วบดในท้องตลาด	ค่าเทียบสี
กาแฟ Suzuki	7.5 YR 6/10
กาแฟ VPP	7.5 YR 6/8

ที่มา : ปุณณภาและศุภิสรา (2547)

ตารางที่ 6 ค่าเทียบสีของตัวอย่างกาแฟที่ทำการศึกษา

ตัวอย่าง	เวลา (นาที)			
	5	6	7	8
เมล็ดถั่วเหลือง	5 Y 8/6	**7.5 YR 6/10**	**7.5 YR 6/8**	5 YR 3/4
เมล็ดถั่วดำ	2.5 Y 6/8	**7.5 YR 6/10**	**7.5 YR 6/8**	7.5 YR 4/4
เมล็ดถั่วเขียว	5 Y 8/6	**7.5 YR 6/10**	5 Y 8/6	5 Y 4/8
เมล็ดข้าวเหนียวดำ	5 Y 8/6	5 Y 8/6	**7.5 YR 6/8**	5 Y 5/8

ที่มา : ปุณณภาและศุภิสรา (2547)

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยของการทดสอบด้านประสาทสัมผัสแบบ QDA

ตัวอย่าง	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความขม	ความเปรี้ยว	ความเข้มข้น	aftertaste
ถั่วเหลือง 6 นาที	5.30	5.36	5.36	3.88	3.81	3.66	2.67
ถั่วเหลือง 7 นาที	8.20	2.35	2.47	8.91	4.69	7.31	6.57
ถั่วดำ 6 นาที	3.04	3.04	3.01	4.64	3.89	3.77	4.25
ถั่วดำ 7 นาที	6.87	2.67	2.45	7.23	4.00	6.47	6.95
ถั่วเขียว 6 นาที	3.79	1.66	2.60	5.63	3.32	6.18	7.00
ข้าวเหนียวดำ 7นาที	2.72	1.81	3.43	2.01	2.72	2.16	1.99

ที่มา : ปุณณภาและศุภิสรา (2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 2 เช่น ปัญหาพิเศษเรื่องการใช้ประโยชน์จากกากกาแฟสดเพื่อผลิตเครื่องดื่มสุขภาพ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการนำกากกาแฟสดซึ่งเป็นวัตถุดิบในการนำมาผลิตเครื่องดื่มสุขภาพเนื่องจากกากกาแฟยังมีสารต่างๆ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายเหลืออยู่ โดยการนำกากกาแฟสดมาคั้นน้ำแล้วทำการผสมกับน้ำสับปะรด และใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ 5109 ในการหมัก โดยศึกษาปัจจัยระหว่างอัตราส่วนน้ำกากกาแฟกับน้ำสับปะรด คือ 1:1 , 1:4 และ 1:8 โดยนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 15 และ 30 องศาเซลเซียส เพื่อหาปริมาณคาเฟอีนในไวน์ ผลแสดงดังตารางที่ 8 แล้วนำไปทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ผลแสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 8 ปริมาณ % คาเฟอีนในไวน์ขณะบ่มที่อุณหภูมิต่างๆ

อัตราส่วนน้ำกากกาแฟกับน้ำสับปะรด	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
	15	30
1:1	0.28	0.26
1:4	0.12	0.11
1:8	0.05	0.05

ที่มา : พุทธิรักษ์และคณะ (2546)

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยของการทดสอบด้านประสาทสัมผัสแบบ Hedonic scale 5 point ผู้ทดสอบ 20 คน

อัตราส่วนน้ำกากกาแฟกับน้ำสับปะรด	คะแนนการยอมรับ				
	ความใส	สี	กลิ่น	รสชาติ	ยอมรับรวม
1:1 ที่ 15 องศาเซลเซียส	2.50	2.40	3.15	2.30	2.40
1:1 ที่ 30 องศาเซลเซียส	2.35	2.25	3.30	2.10	2.40
1:4 ที่ 15 องศาเซลเซียส	2.90	2.85	2.50	2.70	2.70
1:4 ที่ 30 องศาเซลเซียส	3.05	2.75	2.50	2.55	2.75
1:8 ที่ 15 องศาเซลเซียส	3.45	3.25	2.30	3.00	3.15
1:8 ที่ 30 องศาเซลเซียส	3.55	3.15	2.20	2.95	3.25

ที่มา : พุทธิรักษ์และคณะ (2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 แผนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ตัวอย่างของวิธีการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสที่นำมาใช้ในงานวิจัย ได้แก่

2.6.1 Ranking test (เพ็ญชวัญ , 2536)

ขอบเขตการใช้ ใช้วิธีการนี้เมื่อมีวัตถุประสงค์ที่ต้องการเปรียบเทียบตัวอย่างตั้งแต่ 3 ตัวอย่างขึ้นไปตามลักษณะประสาทสัมผัสที่กำหนด เช่น ความสด ความชอบ ความหวาน เป็นต้น การเรียงลำดับเป็นวิธีที่ง่าย แต่ข้อมูลที่ได้เป็นเพียงข้อมูลชนิด Ordinal นอกนั้นข้อมูลที่ได้ยังไม่บอกถึงขนาดของความแตกต่าง บอกเพียงลำดับเท่านั้น วิธีนี้ใช้มากในกรณีที่ต้องการคัดเลือกตัวอย่างประมาณ 1-2 ตัวอย่าง มาเพื่อไปทำการทดสอบในรายละเอียดต่อไป วิธีนี้ใช้เวลาในการทดสอบน้อยกว่าวิธีอื่นๆ

ผู้ทดสอบ ผู้ทดสอบต้องผ่านการคัดเลือกการฝึกฝนมาดีพอสมควร จำนวนผู้ทดสอบต้องไม่น้อยกว่า 8 คน แต่จำนวนผู้ทดสอบที่จะให้ผลการทดสอบดีควรมีจำนวนตั้งแต่ 16 คนขึ้นไป

หลักการและการทดสอบ ผู้ทดสอบได้รับตัวอย่าง 1 ชุด ซึ่งประกอบด้วยตัวอย่างตั้งแต่ 3 ตัวอย่างขึ้นไป ให้รหัสตัวอย่างแต่ละตัวอย่าง การเสนอตัวอย่างเสนอโดยการสุ่ม ผู้ทดสอบต้องเรียงลำดับความเข้มของลักษณะทางประสาทสัมผัสที่กำหนดจากน้อยที่สุดไปมากที่สุด ในกรณีของการเรียงลำดับความชอบให้เรียงจากมากที่สุดเท่ากับ 1 ไปน้อยที่สุดเท่ากับ n (n คือ จำนวนตัวอย่าง) ซึ่ง n นี้ควรเป็น 3-6 ตัวอย่าง การเรียงลำดับความเข้มของหลายลักษณะทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างชุดเดียวกันให้ดำเนินการทดสอบแต่ละลักษณะทางประสาทสัมผัสแยกกันโดยให้รหัสตัวอย่างแตกต่างกันเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการทดสอบ

การวิเคราะห์และแปลผลการทดสอบ

1. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Friedman 's test โดยคำนวณค่าผลรวมของ Rank ของแต่ละตัวอย่าง นำค่าไปคำนวณค่า χ^2 หรือ T-test ตามสูตร

$$\chi^2_r = T = \frac{12 \times (R_1^2 + R_2^2 + \ldots\ldots)}{bt (t+1)} - 3b (t+1)$$

b = จำนวนผู้ทดสอบ

t = จำนวนตัวอย่าง

R = ผลรวมของ Rank

t-1 = df

ถ้าค่า χ หรือ T ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า χ ของตารางที่ระดับความเชื่อมั่นที่กำหนดและค่า df = t-1. สรุปว่าตัวอย่างมีความแตกต่างกันตามลักษณะทางประสาทสัมผัสที่กำหนด

2. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ตารางของ Kramer ตรวจสอบความแตกต่างทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 Hedonic scale scoring test (ไพโรจน์ , 2545)

เป็นแบบทดสอบการยอมรับหรือความชอบ สเกลความชอบที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง คือ 9 point ซึ่งคำว่า Hedonic หมายถึง มีความพอใจในการกระทำ ผู้ทดสอบชิมจะสามารถให้ความพอใจของตนโดยการแสดงออกมาในรูประดับความชอบและไม่ชอบผลิตภัณฑ์จากสเกลที่กำหนด ในการทดสอบความชอบโดยการใช้ Hedonic scale scoring test นี้จะทำการแปลระดับความรู้สึกของผู้ทดสอบเป็นตัวเลข เช่น

ชอบมากที่สุด (Like extremely)	คะแนนเป็น 9
ชอบมาก (Like very much)	คะแนนเป็น 8
ชอบปานกลาง (Like moderately)	คะแนนเป็น 7
ชอบเล็กน้อย (Like slightly)	คะแนนเป็น 6
เฉยๆ (Neither like nor dislike)	คะแนนเป็น 5
ไม่ชอบเล็กน้อย (Dislike slightly)	คะแนนเป็น 4
ไม่ชอบปานกลาง (Dislike moderately)	คะแนนเป็น 3
ไม่ชอบมาก (Dislike very much)	คะแนนเป็น 2
ไม่ชอบมากที่สุด (Dislike extremely)	คะแนนเป็น 1

แล้วนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ Analysis of varience

วิธีการได้รายงานโดย Amerine M. *et al.* (1965) ว่าเป็นการทดสอบที่อ้างถึงความพอใจทางจิตวิทยาและลำดับความไม่พอใจของผู้ทดสอบ ซึ่งได้แสดงถึงว่าเป็นวิธีจำเพาะของการลำดับสเกลเพื่อวัดสภาวะทางจิตวิทยาโดยตรง เป็นการวัดการยอมรับอย่างแท้จริงจากปฏิกิริยาของผู้ทดสอบในเทอมของระดับการชอบ/ไม่ชอบของผลิตภัณฑ์ที่กำหนดให้ภายใต้สภาวะที่กำหนดไว้ โดยการวิเคราะห์ทางสถิติของข้อมูลจากการทดสอบแบบนี้มีความง่าย แม้ว่าประชากรตัวอย่างจะมีมาก

2.6.3 Paired comparison (เพ็ญขวัญ , 2536)

วิธีนี้ใช้วัดทิศทางของความแตกต่าง (Directional Difference) เช่น ความสด รสขม รสหวาน รสเปรี้ยว เป็นต้น ในวิธีการนี้จำเป็นต้องตั้งสมมติฐานไว้ก่อนการทดสอบว่าเป็นสมมติฐานทางเดียว (One-tailed test) หรือสมมติฐานสองทาง (Two-tailed test) ซึ่งขึ้นอยู่กับกรณีเช่น สมมติฐานทางเดียวส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์ของการทดสอบ เช่น ต้องการยืนยันในเรื่องของการปรับปรุงหรือผลของ treatment ต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เช่น ต้องการยืนยันว่าเบียร์ที่ทดสอบมีความขมกว่า หรือยืนยันว่าชอบตัวอย่างใหม่มากกว่าตัวอย่างเก่า ส่วนสมมติฐานสองทางนั้นมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดประสงค์เพื่อตัดสินใจว่าตัวอย่างใดมีรสขมกว่า หรือชอบตัวอย่างใดมากกว่าหรือในกรณีต้องการทราบความแตกต่างเท่านั้น เพราะฉะนั้นวิธีการทดสอบความแตกต่างที่กำหนดทิศทางส่วนมากจะตั้งสมมติฐานเป็นทางเดียว

ขอบเขตการใช้ มีวัตถุประสงค์ที่จะทดสอบว่าลักษณะทางประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งมีความแตกต่างกันระหว่าง 2 ตัวอย่าง เช่น หวานกว่า ขมกว่า เป็นต้น วิธีการนี้ง่ายและใช้บ่อยที่สุดเพื่อให้ทราบถึงความแตกต่างก่อนที่จะนำไปทดสอบโดยวิธีการที่ยุ่งยากมากขึ้น

ผู้ทดสอบ เนื่องจากวิธีนี้ง่ายเพราะฉะนั้นผู้ทดสอบไม่จำเป็นต้องได้รับการฝึกมากเพียงแต่ให้คุ้นเคยกับลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ต้องการทดสอบก็เพียงพอ เนื่องจากวิธีนี้ผู้ทดสอบสามารถเดาได้ร้อยละ 50 เพราะฉะนั้นจำนวนผู้ทดสอบควรจะมาก เพื่อที่จะได้มั่นใจในความถูกต้อง

วิเคราะห์และแปลผลการทดสอบ นับจำนวนที่ตอบแล้วนำไปเปรียบเทียบกับตารางสมมติฐานทางเดียว (One-tailed test) หรือสมมติฐานสองทาง (Two-tailed test) ซึ่งตารางจะกำหนดจำนวนต่ำสุดจากผู้ทดสอบทั้งหมดไว้ว่าเป็นจำนวนเท่าใด จึงจะบอกว่าตัวอย่างทั้ง 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ต่างๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและส่วนประกอบที่ใช้ในการทดลอง

- กาแฟดั่วโรบัสต้า ขนาดบรรจุ 2000 กรัม ยี่ห้อ เกร็ทค็อฟฟี่ จากบริษัท เกร็ทค็อฟฟี่ อินดัสทรี จำกัด จังหวัด สมุทรปราการ
- กาแฟดั่วบด ขนาด 250 กรัม ยี่ห้อซูซูกิ จากบริษัท ยอดกาแฟไทยจำกัด จังหวัดปทุมธานี
- น้ำตาลทรายขาว ขนาดบรรจุ 1000 กรัม ยี่ห้อ วังขนาย จากบริษัท วังขนาย กรุ๊ป จำกัด จังหวัดกรุงเทพมหานคร
- น้ำตาลทรายแดง ขนาดบรรจุ 1000 กรัม ยี่ห้อ วังขนาย จากบริษัท วังขนาย กรุ๊ป จำกัด จังหวัดกรุงเทพมหานคร
- ถุงบรรจุกาแฟ ขนาด 5x7.5 cm^2 จากบริษัท กิจถาวรพลาสติก จำกัด นำเข้าจากประเทศไต้หวัน
- เชือกสำหรับดึงถุงกาแฟสีขาว ความยาว 10 เมตร ยี่ห้อ หงส์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร
- ขวดสุญญากาศ ขนาด 1.5 ลิตร จากบริษัท กิจถาวรพลาสติก จำกัด จังหวัดกรุงเทพมหานคร
- กระติกต้มน้ำร้อนไฟฟ้า ขนาด 1.8 ลิตร ยี่ห้อ SHARP รุ่น KP-19S ญี่ปุ่น

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1. อุปกรณ์ที่ใช้เตรียมตัวอย่าง

- เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ AND รุ่น HR-200X
- เครื่องบดกาแฟอัตโนมัติขนาดเล็ก ยี่ห้อ Saeco รุ่น MC 2002 ญี่ปุ่น
- ตะแกรงร่อน sieve analysis ขนาด 0.4 มม.
- แท่งแก้วขนาด 6 นิ้ว
- ช้อนตักสาร
- บีกเกอร์ ขนาด 250 mL
- ปิเปต ขนาด 10 mL
- โถดูดความชื้น
- ลูกยางแดง
- กระบอกน้ำกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2. อุปกรณ์ที่ใช้ตรวจวัด

- เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR 300 ญี่ปุ่น
- ตู้อบลมร้อน ยี่ห้อ Scientific Promotion CO., LTD model ED 115/EZ X
- เครื่องวัด pH-meter ยี่ห้อ Schott รุ่น CG 842 Schott พร้อมบัฟเฟอร์ pH 4 และ pH 7
- Hand Refractometer ยี่ห้อ Atago รุ่น N1 Brix 0-32 ^{o} และ รุ่น N2 Brix 28-62 ^{o}
- ขวดวัดปริมาตร ขนาด 100 mL.
- บิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร ยี่ห้อ witeg diffico พร้อมขาตั้ง
- เทอร์โมมิเตอร์ 100 ℃
- ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร

3.2.3. อุปกรณ์ในการทดลอง

- กระทะและตะหลิว
- ลังถึง
- หม้อต้มน้ำ
- เครื่องซีลปิดปากถุงบรรจุภัณฑ์ ยี่ห้อ Fiji Impulse รุ่น P-200 ไต้หวัน
- เครื่องบดกาแฟอัตโนมัติขนาดเล็ก ยี่ห้อ Saeco รุ่น MC 2002 ญี่ปุ่น
- เครื่องชั่งน้ำหนัก ความละเอียด 2 ตำแหน่ง
- ช้อนสแตนเลส ยี่ห้อ หัวม้าลาย

3.2.4 อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบทางประสาทสัมผัส

- แก้วชิมขนาดเล็ก
- กระติกต้มน้ำร้อนไฟฟ้า ขนาด 1.8 ลิตร ยี่ห้อ SHARP รุ่น KP-19S ญี่ปุ่น
- บีกเกอร์ ขนาด 250 mL
- ช้อนกาแฟสแตนเลส ยี่ห้อ หัวม้าลาย

3.3 การเตรียมตัวอย่าง

3.3.1. แบ่งกาแฟพันธุ์โรบัสตาคั่วระดับปานกลางมาส่วนหนึ่งบดด้วยบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดกาแฟอัตโนมัติขนาดเล็ก ยี่ห้อ Saeco รุ่น MC 2002 ผ่าน sieve 40 Mesh เก็บไว้ในขวดสุญญากาศให้พ้นแสงแดด เพื่อการวิเคราะห์ต่อไป

3.3.2. แบ่งกาแฟพันธุ์โรบัสตาคั่วระดับปานกลางที่เป็นเมล็ดอยู่มาอีกส่วนหนึ่งเก็บไว้ในขวดสุญญากาศให้พ้นแสงแดด เพื่อการวิเคราะห์ต่อไป

3.3.3. น้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายแดงเก็บไว้ในขวดสุญญากาศให้พ้นความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.4.1 การศึกษาอัตราส่วนในการผสม (blend) ของน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายแดงที่เหมาะสมเพื่อหาสูตรกาแฟคั่วบด

3.4.1.1 การวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีก่อนการผสม

3.4.1.1.1 นำตัวอย่างกาแฟที่เตรียมแบบบดทำการตรวจวัดสีด้วยระบบของฮันเตอร์ (hunter color system) โดยใช้เครื่อง Minolta รุ่น CR 300

3.4.1.1.2 นำตัวอย่างกาแฟที่เตรียมแบบบดมาทำการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Brix) ด้วย Hand Refractometer ยี่ห้อ Atago รุ่น N1 Brix 0-32 ^{o}

3.4.1.1.3 วัด pH ด้วยเครื่องวัด pH-meter ยี่ห้อ Schott รุ่น CG 842 Schott

3.4.1.1.4 วิเคราะห์หา Acidity โดยการไทเทรตและหาความชื้นด้วยตู้อบลมร้อนยี่ห้อ Scientific Promotion CO., LTD model ED 115/EZ X

3.4.1.1.5 บันทึกผล รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิเคราะห์แบบ CRD ความแปรปรวน (Analysis of Variance ; ANOVA) หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 11.0 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.4.1.2 ขั้นตอนการทดลอง

3.4.1.2.1 ตั้งไฟเคี่ยวน้ำตาลโดยใส่น้ำตาลทรายแดงและทรายขาวตามสัดส่วนต่างๆ ปริมาณรวม 100 กรัม และน้ำปริมาณ 30 mL ดังตารางที่ 10 ลงในกระทะโดยใช้ไฟปานกลาง เป็นเวลา 7 นาที จนได้น้ำตาลที่มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม (Dark brown) เหนียวข้น แล้วนำเมล็ดกาแฟโรบัสตาคั่วที่ระดับปานกลางปริมาณ 100 กรัมลงไปเบลนด์ผสมในกระทะ เมื่อเบลนด์ในกระทะเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

การผสมกาแฟคั่วบดกับน้ำตาลใช้แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ Completely Randomize Design (CRD) โดยมี 4 สิ่งการทดลอง (treatment)

สิ่งทดลองที่ 1 น้ำตาลทรายแดง 100 %

สิ่งทดลองที่ 2 น้ำตาลทรายแดง 75 % น้ำตาลทรายขาว 25 %

สิ่งทดลองที่ 3 น้ำตาลทรายแดง 50 % น้ำตาลทรายขาว 50 %

สิ่งทดลองที่ 4 น้ำตาลทรายแดง 25 % น้ำตาลทรายขาว 75 %

โดยสัดส่วนการเบลนด์เมล็ดกาแฟพันธุ์โรบัสตาคั่ว น้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาวแสดงดังตารางที่ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 สัดส่วนการเคี่ยวน้ำตาลในกระทะก่อนใส่เมล็ดกาแฟลงไปคั่ว

สิ่งทดลอง	น้ำ (mL)	น้ำตาลทรายแดง (กรัม)	น้ำตาลทรายขาว (กรัม)
1	30	100	-
2	30	75	25
3	30	50	50
4	30	25	75

ตารางที่ 11 สัดส่วนการเบลนด์เมล็ดกาแฟพันธุ์โรบัสตาคั่ว น้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาว

สิ่งทดลอง	กาแฟโรบัสต้าคั่วที่ระดับปานกลาง (กรัม)	น้ำตาลทรายแดง (กรัม)	น้ำตาลทรายขาว (กรัม)	ปริมาณรวม (กรัม)
1	100	100	-	200
2	100	75	25	200
3	100	50	50	200
4	100	25	75	200

จากสัดส่วนการเบลนด์ผสมจะเห็นได้ว่ามีสัดส่วนกาแฟต่อน้ำตาล คือ 1: 1 ซึ่งสัดส่วนนี้อ้างอิงมาจากสัดส่วนกาแฟผสมจากบริษัท เกร็ทค็อฟฟี่ อินดัสทรี จำกัด จังหวัด สมุทรปราการ

3.4.1.2.2 นำกาแฟที่ทำการเบลนด์แล้วไปบดด้วยเครื่องบดกาแฟอัติโนมัติขนาดเล็ก รุ่น MC2002 ที่ระดับ 8 เป็นเวลา 3 นาที

3.4.1.3 การวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีหลังผสม

3.4.1.3.1 นำตัวอย่างกาแฟที่เบลนด์แล้วแบบบดทำการตรวจวัดสีด้วยระบบของฮันเตอร์ (hunter color system) โดยใช้เครื่อง Minolta รุ่น CR 300

3.4.1.3.2 นำตัวอย่างกาแฟที่เบลนด์แล้วแบบบดมาทำการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Brix) ด้วย Hand Refractometer ยี่ห้อ Atago รุ่น N1 Brix 0-32°

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.3.3 วัด pH ด้วยเครื่องวัด pH-meter ยี่ห้อ Schott รุ่น CG 842 Schott

3.4.1.3.4 วิเคราะห์หา Acidity โดยการไทเทรตและหาความชื้นด้วยตู้อบลมร้อนยี่ห้อ Scientific Promotion CO., LTD model ED 115/EZ X

.4.1.1.5 บันทึกผล รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิเคราะห์แบบ CRD ความแปรปรวน (Analysis of Variance ; ANOVA) หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 11.0 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.4.1.4 การตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

3.4.1.4.1 นำกาแฟบดมาใส่ถุงชงขนาดเล็กนำมาชงแล้วนำไปทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสใช้การตรวจสอบแบบ 9 Point Hedonic Scale ด้วยผู้ชิม 30 คน เตรียมตัวอย่างโดย นำกาแฟคั่วที่เบลนด์กับน้ำตาลทรายแดงและทรายขาวตามสัดส่วนต่างๆ ดังตารางที่ 11 มาบดด้วยเครื่องบดกาแฟอัตโนมัติขนาดเล็กที่ระดับ 8 นาน 2 นาที จากนั้นต้มน้ำใส่หม้อจนน้ำเดือดจากนั้นใส่น้ำตาลปริมาณ 2.5 กรัม (ครึ่งช้อนชา) ต่อปริมาณน้ำเดือด 100 มิลลิลิตร ปรับสูตรปริมาณน้ำและน้ำตาลต่อจำนวนคนที่เข้ามาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสชุดละ 5 คน มี 4 สิ่งการทดลอง โดยต้องใช้ปริมาณน้ำตาล 10 กรัมต่อน้ำเดือด 400 มิลลิลิตร และทำการลวกแก้วชิมโดยใช้การนึ่งจากลังถึงเพื่อปรับอุณหภูมิของแก้วให้ใกล้เคียงกับอุณหภูมิน้ำในการชง จากนั้นจึงทำการชงโดยนำกาแฟที่บดแล้วปริมาณ 1.5 กรัมบรรจุลงในถุงชงขนาดเล็กทำการซีลถุงให้เรียบร้อยนำมาชงกับน้ำเดือดที่ผสมน้ำตาลแล้วใส่แก้วชิมแก้วละ 20 mL (การที่ใส่น้ำตาลลงในน้ำมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้ทดสอบสามารถชิมกาแฟได้เพราะมีการลดความขมของน้ำกาแฟลงไป) ชงที่อุณหภูมิน้ำ 95 องศาเซลเซียสเพราะเป็นอุณหภูมิที่ให้กลิ่นรสกาแฟดีที่สุด

3.4.1.4.2 บันทึกผล รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิเคราะห์แบบ RCBD ความแปรปรวน (Analysis of Variance ; ANOVA) หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 11.0 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมในการผสมกาแฟกับน้ำตาลและเป็นการปรับปรุงกลิ่นรสในกาแฟให้ดีขึ้นโดยจะมีลักษณะของกลิ่นคาราเมล รสชาติที่กลมกล่อมขึ้นเพื่อลดกลิ่นฉุนคั่วที่รุนแรงจากลักษณะของกาแฟโรบัสต้าเดิมลงได้ซึ่งจะมีกลิ่นและรสชาติที่ดีขึ้นกว่าเดิมโดยจากการประเมินผลของผู้ชิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 4.2 การศึกษาอัตราส่วนในการผสม (blend) ของกาแฟพันธุ์โรบัสต้าและน้ำตาลที่เหมาะสมเพื่อหาสูตรกาแฟคั่วบดโดยใช้วิธี Mixture Design

3.4.2.1 ขั้นตอนการทดลอง

ทำการทดลองแบบ Mixture Design โดยกำหนดสัดส่วนกาแฟต่อน้ำตาลดังตารางที่ 12 โดยใช้ปริมาณน้ำตาลทรายแดงและทรายขาวตามสัดส่วน 75:25 ตามสูตรที่ได้จากผลการทดลองที่ 3.4.1 ที่เหมาะสมมากที่สุด

ตั้งไฟเคี่ยวน้ำตาลโดยใส่น้ำตามตารางที่ 13 จากการปรับสูตรที่ใส่น้ำ 30 mL ต่อน้ำตาล 100 กรัมจากการทดลองที่ 3.4.1 ลงในกระทะโดยใช้ไฟปานกลาง เป็นเวลา 7 นาที จนได้น้ำตาลที่มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม (Dark brown) เหนียวข้น แล้วนำเมล็ดกาแฟโรบัสตาคั่วที่ระดับปานกลางปริมาณตามสัดส่วนลงไปเบลนด์ผสมในกระทะเมื่อเบลนด์ในกระทะเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

ตารางที่ 12 สัดส่วนการเบลนด์กาแฟพันธุ์โรบัสต้า น้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาวตามสูตร Mixture Design ต่อ 100 กรัม

สิ่งทดลอง	กาแฟโรบัสต้าคั่วที่ระดับปานกลาง (กรัม)	น้ำตาลทรายแดง (กรัม)	น้ำตาลทรายขาว (กรัม)	ปริมาณรวม (กรัม)
1	40	45	15	100
2	50	37.5	12.5	100
3	60	30	10	100

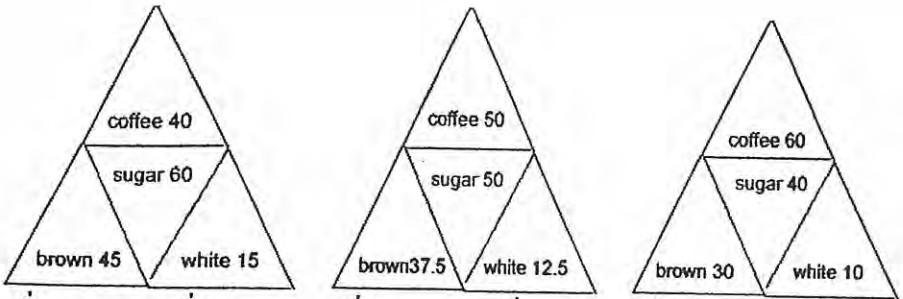
การผสมกาแฟคั่วบดกับน้ำตาลใช้แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ Completely Randomize Design (CRD) โดยมี 4 สิ่งการทดลอง (treatment)

สิ่งการทดลองที่ 1 มีกาแฟต่อน้ำตาล คือ 40 : 60

สิ่งการทดลองที่ 2 มีกาแฟต่อน้ำตาล คือ 50 : 50

สิ่งการทดลองที่ 3 มีกาแฟต่อน้ำตาล คือ 60 : 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สิ่งการทดลองที่ 1 สิ่งการทดลองที่ 2 สิ่งการทดลองที่ 3

ภาพที่ 12 สิ่งการทดลองแบบ Mixture Design

จากการออกแบบสิ่งทดลองโดยใช้ Mixture Design จะได้ส่วนผสมคิดเป็น % เทียบจาก 100 % ได้ว่า

สิ่งการทดลองที่ 1 มีกาแฟ 40 % น้ำตาลทรายแดง 45 % น้ำตาลทรายขาว 15 %

สิ่งการทดลองที่ 2 มีกาแฟ 50 % น้ำตาลทรายแดง 37.5 % น้ำตาลทรายขาว 12.5 %

สิ่งการทดลองที่ 3 มีกาแฟ 60 % น้ำตาลทรายแดง 30 % น้ำตาลทรายขาว 10 %

ตารางที่ 13 การเตรียมน้ำตาลโดยผสมกับน้ำปรับตามสัดส่วนการใช้

สัดส่วน สิ่งทดลอง	น้ำ (mL)	น้ำตาลทรายแดง (กรัม)	น้ำตาลทรายขาว (กรัม)
40 : 60	36	90	30
50 : 50	30	75	25
60 : 40	24	60	20

ดังนั้น ในการทดลองจึงใช้สัดส่วนของส่วนผสมแต่ละชนิดดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 สัดส่วนทั้งหมดที่ใช้ในการทดลองการศึกษาอัตราส่วนกาแฟและน้ำตาล

สัดส่วน สิ่งทดลอง	กาแฟโรบัสต้าคั่ว ที่ระดับปานกลาง (กรัม)	น้ำตาลทรายแดง (กรัม)	น้ำตาลทรายขาว (กรัม)	ปริมาณรวม (กรัม)
40 : 60	80	90	30	200
50 : 50	100	75	25	200
60 : 40	120	60	20	200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.2 การวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีหลังผสม

3.4.1.3.1 นำตัวอย่างกาแฟที่เบลนด์แล้วแบบบดทำการตรวจวัดสีด้วยระบบของฮันเตอร์ (hunter color system) โดยใช้เครื่อง Minolta รุ่น CR 300

3.4.1.3.2 นำตัวอย่างกาแฟที่เบลนด์แล้วแบบบดมาทำการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Brix) ด้วย Hand Refractometer ยี่ห้อ Atago รุ่น N1 Brix 0-32 ^{o}

3.4.1.3.3 วัด pH ด้วยเครื่องวัด pH-meter ยี่ห้อ Schott รุ่น CG 842 Schott

3.4.1.3.4 วิเคราะห์หา Acidity โดยการไทเทรตและหาความชื้นด้วยตู้อบลมร้อนยี่ห้อ Scientific Promotion CO., LTD model ED 115/EZ X

.4.1.1.5 บันทึกผล รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิเคราะห์แบบ CRD ความแปรปรวน (Analysis of Variance ; ANOVA) หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 11.0 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.4.2.3 การตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

3.4.2.3.1 นำกาแฟบดมาใส่ถุงชงขนาดเล็กนำมาชงแล้วนำไปทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสใช้การตรวจสอบแบบ 9 Point Hedonic Scale ด้วยผู้ชิม 30 คน เตรียมตัวอย่างโดย นำกาแฟคั่วที่เบลนด์กับน้ำตาลทรายแดงและทรายขาวตามสัดส่วนต่างๆ ดังตารางที่ 12 มาบดด้วยเครื่องบดกาแฟอัตโนมัติขนาดเล็กที่ระดับ 8 นาน 2 นาที จากนั้นต้มน้ำใส่หม้อจนน้ำเดือดจากนั้นใส่น้ำตาลปริมาณ 2.5 กรัม (ครึ่งช้อนชา) ต่อปริมาณน้ำเดือด 100 มิลลิลิตร ปรับสูตรปริมาณน้ำและน้ำตาลต่อจำนวนคนที่เข้ามาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสชุดละ 5 คน มี 4 สิ่งการทดลอง โดยต้องใช้ปริมาณน้ำตาล 10 กรัมต่อน้ำเดือด 400 มิลลิลิตร และทำการลวกแก้วชิมโดยใช้การนึ่งจากลังถึงเพื่อปรับอุณหภูมิของแก้วให้ใกล้เคียงกับอุณหภูมิน้ำในการชง จากนั้นจึงทำการชงโดยนำกาแฟที่บดแล้วปริมาณ 1.5 กรัมบรรจุลงในถุงชงขนาดเล็กทำการซีลถุงให้เรียบร้อยนำมาชงกับน้ำเดือดที่ผสมน้ำตาลแล้วใส่แก้วชิมแก้วละ 20 mL (การที่ใส่น้ำตาลลงในน้ำมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้ทดสอบสามารถชิมกาแฟได้เพราะมีการลดความขมของน้ำกาแฟลงไป) ชงที่อุณหภูมิน้ำ 95 องศาเซลเซียสเพราะเป็นอุณหภูมิที่ให้กลิ่นรสกาแฟดีที่สุด

3.4.2.3.2 บันทึกผล รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิเคราะห์แบบ RCBD ความแปรปรวน (Analysis of Variance ; ANOVA) หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 11.0 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมในการผสมกาแฟกับน้ำตาลและเป็นการปรับปรุงกลิ่นรสในกาแฟให้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 การศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการชงกาแฟ

3.4.3.1 ขั้นตอนการทดลอง

นำผลการทดลองจาก 3.4.1 และ 3.4.2 ซึ่งจะได้สูตรกาแฟผสมน้ำตาล คือ สัดส่วนกาแฟต่อน้ำตาล 50 : 50 ซึ่งสูตรนี้ได้จากผลการทดลองที่ 3.4.2 ที่เหมาะสมที่สุดและปริมาณน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาวเป็น 75:25 ตามสูตรที่ได้จากผลการทดลองที่ 3.4.1 ที่ผู้ชิมชอบมากที่สุด มาทำการหาเวลาที่เหมาะสมต่อการชงโดยนำมาชงที่เวลา 30 และ 60 วินาที

3.4.3.2 การตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

3.4.3.2.1 โดยนำกาแฟคั่วที่เบลนด์กับน้ำตาลทรายแดงและทรายขาวตามสัดส่วนต่างๆ ที่ได้จากผลการทดลองที่ 3.4.2 มาบดด้วยเครื่องบดกาแฟอัตโนมัติขนาดเล็กที่ระดับ 8 นาน 2 นาที จากนั้นต้มน้ำใส่หม้อจนน้ำเดือดจากนั้นใส่น้ำตาลปริมาณ 2.5 กรัม (ครึ่งช้อนชา) ต่อปริมาณน้ำเดือด 100 มิลลิลิตร ทำการลวกแก้วชิมโดยใช้การนึ่งจากลังถึงเพื่อปรับอุณหภูมิของแก้วให้ใกล้เคียงกับอุณหภูมิน้ำในการชง จากนั้นจึงทำการชงโดยนำกาแฟที่บดแล้วปริมาณ 1.5 กรัมบรรจุลงในถุงชงขนาดเล็กทำการซีลถุงให้เรียบร้อยนำมาชงกับน้ำเดือดที่ผสมน้ำตาลแล้วใส่แก้วชิมแก้วละ 20 mL (การที่ใส่น้ำตาลลงในน้ำมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้ทดสอบสามารถชิมกาแฟได้เพราะมีการลดความขมของน้ำกาแฟลงไป) ชงที่อุณหภูมิน้ำ 95 องศาเซลเซียสเพราะเป็นอุณหภูมิที่ให้กลิ่นรสกาแฟดีที่สุด โดยการชงให้ใส่ถุงกาแฟลงไปชงพร้อมกันทั้ง 2 ช่วงเวลาให้มีอุณหภูมิเริ่มต้นเท่ากันแล้วชงตามเวลาที่กำหนด และนำไปทดสอบกับผู้ทดสอบจำนวน 30 คน โดยใช้วิธี Pair Compairison test

3.4.3.3.2 บันทึกผล รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิเคราะห์แบบ Paired Compairison หาผลรวมของการทดลอง แล้วนำไปเปรียบเทียบกับตารางสมมติฐานที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (โดยเลือกตารางความชอบ) ซึ่งตารางจะกำหนดจำนวนต่ำสุดจากผู้ทดสอบทั้งหมดไว้ว่าเป็นจำนวนเท่าใด จึงจะบอกว่าตัวอย่างทั้ง 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ และทำการสรุปผลเพื่อ หาเวลาที่เหมาะสมต่อการชงกาแฟสูตรที่ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาอัตราส่วนในการผสม (blend) ของน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายแดงที่เหมาะสมเพื่อหาสูตรกาแฟคั่วบด

ทำการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบดก่อนนำมาผสมกับน้ำตาลและหลังจากการผสมกับน้ำตาลแล้วโดยมีแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ Completely Randomize Design (CRD)

4.1.1 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบดผสมกับน้ำตาล

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบดผสมกับน้ำตาล

คุณภาพ			ก่อนผสม	สัดส่วนน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาวหลังผสม			
				100:0	75:25	50:50	25:75
กายภาพ	ความชื้น		0.464±0.027	0.638±0.026^{a}	0.541±0.026^{ab}	0.54±0.026^{ab}	0.529±0.026^{b}
	สี	L	43.077±0.851	41.620±0.251^{a}	40.517±0.251^{b}	38.367±0.251^{c}	38.113±0.251^{c}
		a	+0.933±0.115	+3.39±0.129^{a}	+2.893±0.129^{b}	+2.877±0.129^{b}	+2.337±0.129^{c}
		b	+5.620±0.050	+3.633±0.044^{a}	+3.093±0.044^{b}	+2.873±0.044^{c}	+2.737±0.044^{c}
เคมี	Soluble solid		0.567±0.058	2.000±0.085^{a}	1.333±0.085^{b}	1.000±0.085^{c}	0.833±0.085^{c}
	pH		5.620±0.050	4.307±0.039^{a}	4.773±0.039^{b}	4.700±0.039^{b}	5.347±0.039^{c}
	Total Acid		0.367±0.153	3.000±0.139^{a}	2.400±0.139^{b}	1.967±0.139^{bc}	1.800±0.139^{c}

หมายเหตุ : 1) ก่อนผสม คือ กาแฟพันธุ์โรบัสต้าคั่วบดเพียงชนิดเดียว

2) หลังผสม คือ กาแฟพันธุ์โรบัสต้าคั่วหลังทำการผสมกับน้ำตาลแล้วนำไปบด

3) ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านความชื้น กาแฟหลังผสมมีความชื้นมากกว่าก่อนผสม ที่สูตร 100:0 มีความแตกต่างทางนัยสำคัญจากสูตรอื่นเนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลทรายแดงมากที่สุด โดยที่ทั้งก่อนและหลังผสมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมกาแฟคั่วชนิดบด มอก.511-2527

ด้านสี ค่า L a และ b หลังผสมมีความแตกต่างกันทางนัยสำคัญ โดยที่ก่อนผสมค่า L มีค่ามากกว่าเนื่องกาแฟคั่วบดหลังผสมทำให้มีสีน้ำตาลเข้มขึ้นค่า L จึงลดลงและจากการที่มีค่า a+ และ b+ แสดงว่ากาแฟหลังผสมมีความเป็นสีแดงและสีเหลืองเพิ่มขึ้น ยิ่งยืนยันชัดว่ากาแฟมีสีเข้มขึ้นออกไปทางสีน้ำตาล (ค่า L คือ ค่าความสว่างมีค่าตั้งแต่ 0-100 คำไปขาว , a คือ ค่าที่บอกความเป็นสีเขียวและสีแดง ถ้า a+ มีความเป็นสีแดง a- มีความเป็นสีเขียว , b คือ ค่าที่บอกความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน ถ้า b+ มีความเป็นสีเหลือง b- มีความเป็นสีน้ำเงิน)

ด้านของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ กาแฟหลังผสมมีค่ามากกว่าก่อนผสมเนื่องจากมีน้ำตาลและส่วนประกอบอื่นที่เป็นของแข็งที่ละลายอยู่เพิ่มขึ้นจึงทำให้ค่าสูงขึ้น และหลังผสมที่สูตร 100:0 และ 75: 25 ตามลำดับมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจาก 50:50 และ 25:75 เนื่องจากว่ามีส่วนผสมที่เป็นน้ำตาลทรายแดงมากกว่า ฉะนั้นในน้ำตาลทรายแดงจึงมีองค์ประกอบของกรดและแอลกอฮอล์มากขึ้น โดยที่ทั้งก่อนและหลังผสมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมกาแฟคั่วชนิดบด มอก.511-2527

ด้าน pH ในตัวกาแฟมีความเป็นกรดอยู่แล้วเมื่อผสมน้ำตาลลงไปส่งผลให้พีเอชน้อยลงเพราะเนื่องมาจากน้ำตาลทรายแดงมีกรดเป็นองค์ประกอบจึงทำให้มีความเป็นกรดมากขึ้น พีเอชจึงลดลง

ด้านปริมาณกรดรวม (Total Acid) ความเป็นกรดโดยหลังผสมมีปริมาณกรดมากขึ้นเพราะกรดโดยรวมจากน้ำตาลทรายแดงส่งผลให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้นมีความสอดคล้องกับ pH ที่หลังการผสมมีน้ำตาลทรายแดงซึ่งมีกรดเป็นองค์ประกอบจึงทำให้ pH ลดลง มีความเป็นกรดมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสในการผสม (blend) ของกาแฟโรบัสต้า น้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายแดงที่เหมาะสมเพื่อหาสูตรกาแฟคั่วบดแบบ Hedonic scale 9 point

ทำการชงกาแฟแล้วตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบดผสมกับน้ำตาลมีแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD)

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของกาแฟชนิดคั่วบดผสมกับน้ำตาล

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส			
	100:0	75:25	50:50	25:75
สี	4.57±0.21^{d}	5.83±0.21^{b}	6.43±0.21^{a}	5.15±0.21^{c}
กลิ่นคาราเมล^{ns}	5.02±0.21	5.35±0.21	4.90±0.21	4.92±0.21
เนื้อสัมผัสที่หนืดกว่าน้ำ (body)^{ns}	4.85±0.17	5.08±0.17	5.27±0.17	4.95±0.17
ความขม	4.75±0.25^{ab}	5.43±0.25^{a}	4.37±0.25^{b}	4.97±0.25^{ab}
ความเปรี้ยว	5.12±0.22^{a}	4.92±0.22^{a}	3.77±0.22^{b}	4.90±0.22^{a}
ความหวาน	4.48±0.19^{a}	4.82±0.19^{a}	3.85±0.19^{b}	4.27±0.19^{ab}
ความรู้สึกในปากหลังชิม	4.87±0.19^{ab}	5.12±0.19^{a}	4.40±0.19^{b}	5.18±0.19^{a}
ความชอบโดยรวม	5.13±0.21^{ab}	5.72±0.21^{a}	4.38±0.21^{c}	5.05±0.21^{b}

หมายเหตุ 1) ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

2) ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$)

3) รายละเอียดของอัตราส่วนน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาวทั้ง 4 สูตรดูจากตารางที่ 10

4) ระดับความชอบใช้ 9 point Hedonic scale คือ 1 ไม่ชอบมากที่สุด 2 ไม่ชอบมาก 3 ไม่ชอบปานกลาง 4 ไม่ชอบเล็กน้อย 5 เฉยๆ 6 ชอบเล็กน้อย 7 ชอบปานกลาง 8 ชอบมาก และ 9 ชอบมากที่สุด

ด้านสี จากการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านสีของน้ำกาแฟโรบัสต้าคั่วบดผสมน้ำตาลที่ใช้อัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาวที่ต่างกัน มีผลทำให้สีของน้ำกาแฟที่ได้ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผู้ทดสอบให้คะแนนอัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาว 50 : 50 สูงสุดและอัตราส่วน 75:25 รองลงมา และให้คะแนนของสีน้ำกาแฟอยู่ในระดับเฉยถึงชอบเล็กน้อย นั่นคือ คะแนน 5-6 ของแบบทดสอบ Hedonic scale 9 point เนื่องจากน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรายแดงมีสีน้ำตาลเข้มและเมื่อนำกาแฟผงไปวัดสีพบว่าค่า L ลดลง เมื่อปริมาณน้ำตาลทรายแดงเข้มขึ้น ดังนั้นปริมาณของน้ำตาลทรายแดงที่ใช้จึงมีผลต่อสีน้ำกาแฟและพบว่าผู้ทดสอบยอมรับปริมาณกาแฟคั่วบดที่ผสมอัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาว 50 : 50 และ75:25 ตามลำดับ ซึ่งมีลักษณะสีน้ำตาลเข้มคล้ายน้ำกาแฟที่บริโภคโดยทั่วไป

ในขณะนำเมล็ดกาแฟคั่วมาผสมน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาวโดยที่น้ำตาลนั้นถูกเคี่ยวมาก่อนแล้วมีการใช้ความร้อนสูง น้ำตาลรีดิวซ์จะทำปฏิกิริยากับหมู่อะมิโน เกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องจนได้สารสีน้ำตาล ปฏิกิริยานี้เรียกว่า ปฏิกิริยาเมลลาร์ด ซึ่งจะช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีน้ำตาล

ด้านกลิ่นคาราเมล จากการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นคาราเมลของน้ำกาแฟโรบัสต้าคั่วบดผสมน้ำตาลที่ใช้อัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาวแตกต่างกัน พบว่าผู้ทดสอบยอมรับอัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาว 75 : 25 มากที่สุด โดยให้คะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 5.35 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กับอัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาวอัตราส่วนอื่นๆ ดังนั้นเมื่อใช้อัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาวที่แตกต่างกันจึงไม่มีผลทำให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นคาราเมลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากน้ำตาลทรายแดงสามารถให้สารให้กลิ่นที่สำคัญ คือ กรดอะซิติก และ maltol ซึ่งเป็นสารให้กลิ่นคาราเมล

ด้านเนื้อสัมผัสที่หนืดกว่าน้ำ (body) จากการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัสที่หนืดกว่าน้ำของน้ำกาแฟโรบัสต้าคั่วบดผสมน้ำตาลที่ใช้อัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาวแตกต่างกันพบว่าผู้ทดสอบยอมรับอัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาว 50 : 50 มากที่สุดและอัตราส่วน 75 : 25 รองลงมา โดยมีคะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 5.27 และ 5.28 ตามลำดับ โดยพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กับอัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาวอัตราส่วนอื่นๆ ดังนั้นเมื่อใช้อัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาวที่แตกต่างกันจึงไม่มีผลทำให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสที่หนืดกว่าน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากในการนำเมล็ดกาแฟคั่วมาผสมน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาวนั้นมีการใช้ความร้อนสูง ทำให้น้ำถูกกำจัดออกไปจากโมเลกุลของของน้ำตาลโดยปฏิกิริยา dehydration สารประกอบที่เกิดขึ้นใหม่จะมีพันธะอยู่และวงแหวน (anhydroring) ทำให้มีความหนืดข้น ซึ่งจะผันแปรตามระยะเวลาและระดับอุณหภูมิที่ใช้ (Marshall MR . et al . , 2000)

ด้านความขม จากการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านความขมของน้ำกาแฟโรบัสต้าคั่วบดผสมน้ำตาลที่ใช้อัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาวแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าผู้ทดสอบยอมรับน้ำกาแฟแยกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกอัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาว 100:0 , 75:25 และ 25:75 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยมีคะแนนเฉลี่ยความชอบ 4.75 5.43 และ 4.97 ตามลำดับ โดยที่อัตราส่วน 75:25 ได้รับการยอมรับมากที่สุด ส่วนกลุ่มที่ 2 อัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาว 100:0 , 50:50 และ 25:75 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยมีคะแนนเฉลี่ย 4.75 4.37 และ 4.97 ตามลำดับโดยที่อัตราส่วน 50:50 ได้รับการยอมรับน้อยที่สุด โดยที่ความขมนั้นมาจากคาเฟอีน (caffeine) และไตรโกเนลลิน (trigonelline) ที่เป็นอนุพันธ์ของพิวรีนที่สำคัญในเมล็ดกาแฟกาแฟเป็นสารที่ให้ความขมในกาแฟเป็นสำคัญ

ด้านความเปรี้ยว จากการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านความเปรี้ยวของน้ำกาแฟโรบัสต้าคั่วบดผสมน้ำตาลที่ใช้อัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาวแตกต่างกัน พบว่า อัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาว 50:50 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กับอัตราส่วนอื่นๆ โดยมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับจากผู้ทดสอบน้อยที่สุด อัตราส่วน100:0 ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุดโดยที่มีระดับน้ำตาลทรายแดงอยู่ในส่วนผสมมากกว่าอัตราส่วนอื่น ๆเนื่องจากในเมล็ดกาแฟมีกรดคลอโรจินิก ซึ่งเป็นเอสเตอร์ของกรดควินิกกับกรดคาเฟอิกหรือกรดเฟอรูอิก กรดคลอโรจินิกเป็นสารที่ให้รสขมและเปรี้ยว ลักษณะคล้ายแทนนิน ที่มีกลิ่นควันและรสชาติขมที่เข้มข้นในกาแฟ (Key *et al.*, 2001) จะสลายตัวเมื่อได้รับความร้อนจะกลายเป็นฟีนอลและเมลานอยดิน (melanoidins) เมื่อมีการนำไปผสมกับน้ำตาลทรายแดงซึ่งมีกรดอะซิติกเป็นสารสำคัญจึงเกิดความเปรี้ยวขึ้นในผลิตภัณฑ์ที่สามารถทำให้ผู้ทดสอบประเมินได้ชัดเจนขึ้น

ด้านความหวาน จากการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านความหวานของน้ำกาแฟโรบัสต้าคั่วบดผสมน้ำตาลที่ใช้อัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาวแตกต่างกัน พบว่า อัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาว 75:25 ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุดและอัตราส่วน 100 : 0 รองลงมา โดยมีคะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 4.82 และ 4.48 ตามลำดับ โดยที่ผู้ทดสอบยอมรับน้ำกาแฟแยกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกอัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาว 100:0 , 75:25 และ 25:75 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยมีคะแนนเฉลี่ยความชอบ 4.48 4.82 และ 4.27 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ 2 อัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาว 50:50 และ 25:75 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยมีคะแนนเฉลี่ยความชอบ 3.85 และ 4.27 ตามลำดับ โดยความหวานที่เกิดนั้นเป็นแบบหวานอมเปรี้ยวกลิ่นรสแบบเฉพาะของน้ำตาลทรายแดงหรือคล้ายเปรี้ยวแบบแอลกอฮอล์และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรดผสมกันเนื่องจากคุณลักษณะเฉพาะของน้ำตาลทรายแดงที่ส่งผลต่อความชอบ โดยสูตร 75:25 อาจจะรับรสว่าหวานได้ไม่มากหรือน้อยเกินไปจึงมีคะแนนความชอบมากที่สุด

ด้านความรู้สึกในปากหลังชิม (after taste) จากการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านความรู้สึกในปากหลังชิมของน้ำกาแฟโรบัสต้าคั่วบดผสมน้ำตาลที่ใช้อัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาวแตกต่างกัน พบว่า อัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาว 25:75 ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุดและอัตราส่วน 75 : 25 รองลงมา โดยมีคะแนนความชอบเท่ากับ 5.18 และ 5.12 ตามลำดับ โดยที่ผู้ทดสอบยอมรับน้ำกาแฟแยกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก อัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาว 100:0 75:25 และ 25:75 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยมีคะแนนเฉลี่ยความชอบ 4.87 5.12 และ 5.18 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ 2 อัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาว 100:0 และ 50:50 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยมีคะแนนเฉลี่ย 4.87 และ 4.40 ตามลำดับ

โดยที่ความรู้สึกในปากหลังการชิมนั้นจะเกิดขึ้นหลังจากการที่กลืนน้ำกาแฟแล้วประสาทรับกลิ่นและประสาทรับรสยังสามารถจดจำความรู้สึกจากกาแฟได้ จากผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับความขม ความหวานและความเปรี้ยวที่อัตราส่วน 75:25 ที่มีคะแนนความชอบมากที่สุดโดยส่วนใหญ่ซึ่งมีสารเคมีที่เกี่ยวข้องสำคัญ คือ คาเฟอีน (caffeine) ไตรโกเนลลิน (trigonelline) และกรดคลอโรจินิกสารที่ให้รสขมและเปรี้ยวที่มีรสชาติขมที่เข้มข้นในกาแฟ (Key *et al.*, 2001)

ด้านความชอบโดยรวม จากการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านความหวานของน้ำกาแฟโรบัสต้าคั่วบดผสมน้ำตาลที่ใช้อัตราส่วนของของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาวแตกต่างกัน พบว่า ผู้ทดสอบได้แยกความชอบโดยรวม 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกอัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาว 100:0 และ 75:25 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยมีคะแนนเฉลี่ยความชอบ 5.72 และ 5.13 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ 2 อัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาว 25:75 โดยมีคะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 5.05 และกลุ่มที่ 3 อัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาว 50:50 มีคะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 4.38

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบ พบว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาวที่ต่างกัน มีผลทำให้สี ความขม ความเปรี้ยว ความหวาน ความรู้สึกในปากหลังชิมและความชอบโดยรวมของกาแฟต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่ไม่มีผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้กลิ่นคาราเมลและเนื้อสัมผัสที่หนืดกว่าน้ำ (body)ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.1.3 การตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสในการผสม (blend) ของน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายแดงที่เหมาะสมเพื่อหาสูตรกาแฟคั่วบดแบบ Ranking test

ทำตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบดผสมกับน้ำตาลมีแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยทำควบคู่ไปกับแบบ Hedonic scale 9 point

ตารางที่ 17 ผลรวมคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของกาแฟชนิดคั่วบดผสมกับน้ำตาลการทดสอบแบบ Ranking test

อัตราส่วนน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาว / ผลรวม	100:0	75:25	50:50	25:75
60 คน	141	129	168	162

จากตารางผลรวมคะแนนของ Ranking test แล้วนำไปประเมินผลเทียบกับตารางของ Kramer *et al* ., 1974 โดยมีผู้ทดสอบ 60 คน จำนวนตัวอย่าง 4 ตัวอย่าง จากตารางมีช่วงคะแนนอยู่ในช่วง 131-169 คะแนนปรากฏว่าคะแนนรวมของสูตร 75:25 น้อยกว่าในช่วงที่กำหนดและไม่อยู่ในช่วงที่กำหนดจึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรอื่นๆ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จึงเลือกใช้สูตรนี้

จากการใช้แบบทดสอบ Hedonic test และ Ranking test ควบคู่กันปรากฏว่าให้ผลสรุปที่ตรงกัน ดังนั้นในการทดลองต่อไปจึงเลือกอัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาว 75:25 เพื่อใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กาแฟโรบัสต้าคั่วบดผสมน้ำตาลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การศึกษาอัตราส่วนในการผสม (blend) ของกาแฟพันธุ์โรบัสต้าและน้ำตาลที่เหมาะสมเพื่อหาสูตรกาแฟคั่วบดโดยใช้วิธี Mixture Design

4.2.1 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบดผสมกับน้ำตาล

ทำการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบดก่อนนำมาผสมกับน้ำตาลและหลังจากการผสมกับน้ำตาลแล้วโดยมีแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ Completely Randomize Design (CRD)

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ยการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบดผสมกับน้ำตาล

คุณภาพ			ก่อนผสม	หลังผสม		
				60:40	50:50	40:60
กายภาพ	ความชื้น		0.464±0.027	0.531±0.025^{c}	0.608±.025^{b}	0.729±.025^{a}
	สี	L	43.077±0.851	38.160±0.478^{b}	39.247±0.478^{ab}	40.140±0.478^{a}
		a	+0.933±0.115	+2.033±0.145^{b}	+2.307±0.145^{ab}	+2.657±0.145^{a}
		b	+5.620±0.050	+0.593±0.184^{b}	+0.957±0.184^{ab}	+1.297±0.184^{a}
เคมี	Soluble solid		0.567±0.058	0.800±0.082^{c}	1.000±0.082^{b}	1.400±0.082^{a}
	pH		5.620±0.050	4.163±0.039^{b}	4.283±0.039^{ab}	4.653±0.039^{a}
	Total Acid		0.367±0.153	2.400±0.130^{b}	2.667±0.130^{ab}	2.933±0.130^{a}

หมายเหตุ : 1) ก่อนผสม คือ กาแฟพันธุ์โรบัสต้าคั่วบดชนิดเดียว

2) หลังผสม คือ กาแฟพันธุ์โรบัสต้าคั่วหลังทำการผสมกับน้ำตาลแล้วนำไปบด

3) ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p>0.05$)

ด้านความชื้น กาแฟก่อนผสมมีความชื้นมากกว่าหลังผสม ที่สูตร 40:60 มีความชื้นมากที่สุด เนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลทรายแดงในส่วนผสมมากที่สุด โดยที่ทั้งก่อนและหลังผสมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมกาแฟคั่วชนิดบด มอก.511-2527

ด้านสี ค่า L a และ b หลังผสมมีความแตกต่างกันทางนัยสำคัญ โดยที่ก่อนผสมค่า L มีค่ามากกว่าเนื่องกาแฟคั่วบดหลังผสมทำให้มีสีน้ำตาลเข้มขึ้นค่า L จึงลดลงและจากการที่มีค่า a+ และ b+ แสดงว่ากาแฟหลังผสมมีความเป็นสีแดงและสีเหลืองเพิ่มขึ้น จะเห็นได้ชัดว่ากาแฟมีสีเข้มขึ้นออกไปทางสีน้ำตาล (ค่า L คือ ค่าความสว่างมีค่าตั้งแต่ 0-100 คำไปขาว , a คือ ค่าที่บอกความเป็นสีเขียวและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีแดง ถ้า a+ มีความเป็นสีแดง a- มีความเป็นสีเขียว , b คือ ค่าที่บอกความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน ถ้า b+ มีความเป็นสีเหลือง b- มีความเป็นสีน้ำเงิน)

ด้านของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ กาแฟหลังผสมมีค่ามากกว่าก่อนผสมเนื่องจากมีน้ำตาลและส่วนประกอบอื่นที่เป็นของแข็งที่ละลายอยู่เพิ่มขึ้นจึงทำให้ค่าสูงขึ้น และหลังผสมที่สูตร 40:60 มีค่ามากที่สุดเนื่องจากว่ามีปริมาณน้ำตาลทรายแดงในส่วนผสมมากที่สุด โดยที่ทั้งก่อนและหลังผสมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมกาแฟคั่วชนิดบด มอก.511-2527

ด้าน pH ในตัวกาแฟมีความเป็นกรดอยู่แล้วเมื่อผสมน้ำตาลลงไปส่งผลให้พีเอชน้อยลงเพราะเนื่องมาจากน้ำตาลทรายแดงมีกรดเป็นองค์ประกอบจึงทำให้มีความเป็นกรดมากขึ้น พีเอชจึงลดลง

ด้านปริมาณกรดรวม (Total Acid) ความเป็นกรดโดยหลังผสมมีปริมาณกรดมากขึ้นเพราะกรดโดยรวมจากน้ำตาลทรายแดงส่งผลให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้นมีความสอดคล้องกับ pH ที่หลังการผสมมีน้ำตาลทรายแดงซึ่งมีกรดเป็นองค์ประกอบจึงทำให้ pH ลดลง มีความเป็นกรดมากขึ้น

4.2.2 การตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสในการผสม (blend) ของน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายแดงที่เหมาะสมเพื่อหาสูตรกาแฟคั่วบดโดยใช้วิธี Mixture Design

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกาแฟคั่วผสมน้ำตาลเมื่อใช้อัตราส่วนของกาแฟที่ระดับต่างๆ

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส		
	60 : 40	50 : 50	40 : 60
สี^{ns}	7.02±0.17	6.87±0.17	6.63±0.17
กลิ่นคาราเมล	5.68±0.21^{b}	6.08±0.21^{ab}	6.35±0.21^{a}
เนื้อสัมผัสที่หนืดกว่าน้ำ (body)^{ns}	6.40±0.19	6.38±0.19	6.17±0.19
ความขม	6.42±0.20^{a}	5.97±0.20^{a}	5.37±0.12^{b}
ความเปรี้ยว^{ns}	6.47±0.22	6.20±0.22	5.98±0.22
ความหวาน	6.52±0.20^{a}	5.98±0.20^{a}	4.67±0.20^{b}
ความรู้สึกในปากหลังชิม^{ns}	6.23±0.19	5.70±0.19	5.68±0.19
ความชอบโดยรวม	6.73±0.13^{a}	6.45±0.13^{a}	5.65±0.13^{b}

หมายเหตุ : 1) ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

2) ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านสี จากการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านสีของน้ำกาแฟโรบัสต้าคั่วบดผสมน้ำตาลที่ใช้อัตราส่วนของกาแฟโรบัสต้าต่อน้ำตาลต่างกัน พบว่าผู้ทดสอบชอบอัตราส่วนของกาแฟโรบัสต้าต่อน้ำตาล 60:40 มากที่สุด โดยให้คะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 7.02 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับอัตราส่วนของกาแฟโรบัสต้าต่อน้ำตาลอื่นๆ เนื่องจากการคั่วกาแฟมีการใช้สภาวะที่มีความร้อนสูง จะเกิดปฏิกิริยาไพโรไลซิส ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่สลายตัวไปสู่องค์ประกอบที่มีขนาดเล็กลง และมีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศ การเกิดปฏิกิริยานี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสารตั้งต้นและอุณหภูมิที่ใช้ ซึ่งในการทดลองนี้ใช้สารต้นต้นชนิดเดียวกัน คือ กาแฟโรบัสต้าและน้ำตาล และอุณหภูมิที่ใช้คั่วเป็นอุณหภูมิที่เดียวกัน จึงส่งผลให้เมล็ดกาแฟมีสีน้ำตาลเข้ม (Janssen , 1997) ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ด้านกลิ่นคาราเมล จากการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นคาราเมลของน้ำกาแฟโรบัสต้าคั่วบดผสมน้ำตาลที่ใช้อัตราส่วนของกาแฟโรบัสต้าและน้ำตาลแตกต่างกัน พบว่าผู้ทดสอบชอบอัตราส่วนของกาแฟโรบัสต้าต่อน้ำตาล 40:60 มากที่สุดโดยให้คะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 6.35 เนื่องจากมีอัตราส่วนนี้มีปริมาณน้ำตาลมากที่สุด น้ำตาลที่ใช้นั้นประกอบด้วยน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาว ในน้ำตาลทรายแดงมีสารให้กลิ่นที่สำคัญ คือ กรดอะซิติกและ maltol ซึ่งเป็นสารให้กลิ่นคาราเมล ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กับอัตราส่วนของกาแฟโรบัสต้าต่อน้ำตาล 50:50 มีคะแนนเฉลี่ยในความชอบเท่ากับ 6.08 แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอัตราส่วนกาแฟโรบัสต้าต่อน้ำตาล 60:40 ส่วนอัตราส่วนของกาแฟโรบัสต้าต่อน้ำตาล 50:50 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอัตราส่วนกาแฟโรบัสต้าต่อน้ำตาล 60:40 และ 40:60 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ด้านเนื้อสัมผัสที่หนืดกว่าน้ำ (body) จากการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัสที่หนืดกว่าน้ำของน้ำกาแฟโรบัสต้าคั่วบดผสมน้ำตาลที่ใช้อัตราส่วนของกาแฟโรบัสต้าต่อน้ำตาลแตกต่างกัน พบว่าผู้ทดสอบชอบอัตราส่วนของน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาว 60:40 โดยให้คะแนนเฉลี่ยมากที่สุดและโดยให้คะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 6.40 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับอัตราส่วนของกาแฟโรบัสต้าต่อน้ำตาลอื่นๆเนื่องจากเกิดปฏิกิริยาคาราเมลไลเซชั่น (Caramelization) เป็นปฏิกิริยาที่ใช้ความร้อนสูงสลายโมเลกุลของน้ำตาลให้แยกออก (Thermolysis) และเกิดพอลิเมอร์ไลเซชั่นของสารประกอบคาร์บอนได้เป็นสารสีน้ำตาล เช่น การเผาไหม้ซูโครส น้ำจะถูกกำจัดออกไปจากโมเลกุลของน้ำตาลโดยปฏิกิริยาดีไฮเดรชั่น สารประกอบที่เกิดขึ้นใหม่จะมีพันธะคู่และเป็นวงแหวน (anhydroting) ทำให้มีความหนืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้น โดยจะแปรผันตามระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ (Marshall MR . et al . , 2000) ซึ่งในการทดลองนี้ได้ใช้เวลาและอุณหภูมิในการคั่วเดียวกัน จึงทำให้ความหนืดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ด้านความขม จากการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านความขมของน้ำกาแฟโรบัสต้าคั่วบดผสมน้ำตาลที่ใช้อัตราส่วนกาแฟโรบัสต้ากับน้ำตาลแตกต่างกัน พบว่าผู้ทดสอบชอบน้ำกาแฟที่ใช้อัตราส่วนกาแฟโรบัสต้ากับน้ำตาล 60:40 มากที่สุดและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอัตราส่วนกาแฟโรบัสต้ากับน้ำตาล 50:50 แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอัตราส่วนกาแฟโรบัสต้ากับน้ำตาล 40:60 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยมีคะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 6.42 5.97 และ 5.37 ตามลำดับ เนื่องจากในกาแฟโรบัสต้ามีส่วนประกอบของกรดคลอโรจีนิก ซึ่งเป็นสารที่ให้รสขมเช่นเดียวกับคาเฟอีนและพบว่าปริมาณของกรดคลอโรจีนิกจะมากกว่าคาเฟอีนประมาณ 5 เท่า (Key *et al* .,2001) นอกจากนี้ยังมีไตรโกนีลีน ซึ่งเป็นสารที่ให้ความขมกับเครื่องดื่มกาแฟในปริมาณที่ใกล้เคียงกับคาเฟอีน (Macrae *et al* ., 1993) อีกด้วย ซึ่งส่งผลต่อการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสความชอบของผู้ทดสอบ

ด้านความเปรี้ยว จากการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านความเปรี้ยวของน้ำกาแฟโรบัสต้าคั่วบดผสมน้ำตาลที่ใช้อัตราส่วนของกาแฟโรบัสต้าและน้ำตาลแตกต่างกัน พบว่าผู้ทดสอบชอบน้ำกาแฟที่ใช้อัตราส่วนกาแฟโรบัสต้ากับน้ำตาล 60:40 มากที่สุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%กับอัตราส่วนของกาแฟโรบัสต้าต่อน้ำตาลอื่นๆ (non significant) โดยมีคะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 6.47 6.20 และ5.98ตามลำดับ ในกาแฟโรบัสต้าพบว่า กรดคลอโลจีนิกซึ่งเป็นเอสเตอร์ของกรดควินิกกับกรดคาเฟอิกสารในกลุ่มของกรดคลอโรจีนิกได้แก่ caffeoylquinic acids (CQA) dicaffeoylquinic acids (diCQA) และ feruloyunic acids (FQA) กรดคลอโรจีนิกเป็นสารที่ให้รสขมและเปรี้ยว ทำให้เกิดรสชาติที่เข้มข้นในกาแฟ (Ky et al.,2001)

ด้านความหวาน จากการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านความหวานของน้ำกาแฟโรบัสต้าคั่วบดผสมน้ำตาลที่ใช้อัตราส่วนของกาแฟโรบัสต้าและน้ำตาลแตกต่างกันพบว่า ผู้ทดสอบยอมรับน้ำกาแฟโรบัสต้าต่อน้ำตาล 60:40 มากที่สุดและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%กับอัตราส่วนของกาแฟโรบัสต้าต่อน้ำตาล 50:50 โดยมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 6.52 และ 5.98 ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอัตราส่วนของกาแฟโรบัสต้าต่อน้ำตาล 40:60 เนื่องจากในอัตราส่วนนี้มีปริมาณของน้ำตาลมากกว่าอัตราส่วนอื่นๆ ทำให้ความหวานของน้ำตาลส่งผลต่อกายอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบอยู่ในระดับไม่ชอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เล็กน้อยถึงเฉย โดยมีคะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 4.67 ทำให้ผลการลองที่ได้สอดคล้องกับ ความขม ความหวาน

ด้านความรู้สึกในปากหลังชิม (after taste) จากการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านความรู้สึกในปากหลังชิมของน้ำกาแฟโรบัสต้าคั่วบดผสมน้ำตาลที่ใช้อัตราส่วนของกาแฟโรบัสต้าและน้ำตาลแตกต่างกัน พบว่า ผู้ทดสอบยอมรับน้ำกาแฟที่ใช้อัตราส่วนกาแฟโรบัสต้ากับน้ำตาล 60:40 มากที่สุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%กับอัตราส่วนของกาแฟโรบัสต้าต่อน้ำตาลอื่นๆ โดยมีคะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 6.23 5.70 และ5.68 ตามลำดับ

โดยที่ความรู้สึกในปากหลังการชิมนั่นจะเกิดขึ้นหลังจากการที่กลืนน้ำกาแฟแล้วประสาทรับกลิ่นและประสาทรับรสยังสามารถจดจำความรู้สึกจากกาแฟได้ จากผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับความขม ความหวานและความเปรี้ยวที่อัตราส่วน 60:40 ที่มีคะแนนความชอบมากที่สุดโดยส่วนใหญ่ซึ่งมีสารเคมีที่เกี่ยวข้องสำคัญ คือ คาเฟอีน (caffeine) ไตรโกเนลลิน (trigonelline) และกรดคลอโรจินิกสารที่ให้รสขมและเปรี้ยวที่มีรสชาติขมที่เข้มข้นในกาแฟ (Key *et al.*, 2001)

ด้านความชอบโดยรวม จากการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านความหวานของน้ำกาแฟโรบัสต้าคั่วบดผสมน้ำตาลที่ใช้อัตราส่วนของกาแฟโรบัสต้าและน้ำตาลแตกต่างกัน พบว่า ผู้ทดสอบยอมรับน้ำกาแฟโรบัสต้าต่อน้ำตาล 60:40 มากที่สุดและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%กับอัตราส่วนของกาแฟโรบัสต้าต่อน้ำตาล 50:50 โดยมีคะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 6.73 และ 6.45 ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอัตราส่วนของกาแฟโรบัสต้าต่อน้ำตาล 40:60 โดยมีคะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 5.65

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบ พบว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของกาแฟโรบัสต้าน้ำตาลที่ต่างกัน มีผลทำให้กลิ่นคาราเมล ความขม ความหวาน และความชอบโดยรวมของน้ำกาแฟต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยที่ความขมและความหวานมีผลต่อความชอบโดยรวมของผู้ทดสอบ ส่วนสี เนื้อสัมผัสที่หนืดกว่าน้ำ(body) ความเปรี้ยวและความรู้สึกในปากหลังชิมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ซึ่งไม่มีผลการยอมรับของผู้ทดสอบต่อความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบมีความชอบของกลิ่นคาราเมลในอัตราส่วนของกาแฟโรบัสต้าต่อน้ำตาล 50:50 มากกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%กับอัตราส่วนของกาแฟโรบัสต้าต่อน้ำตาล 60:40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสในการผสม (blend) ของกาแฟโรบัสต้าคั่วบดและน้ำตาลที่เหมาะสมเพื่อหาสูตรกาแฟคั่วบดแบบ Ranking test

ทำตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบดผสมกับน้ำตาลมีแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยทำควบคู่ไปกับแบบ Hedonic scale 9 point

ตารางที่ 20 ผลรวมคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของกาแฟชนิดคั่วบดผสมกับน้ำตาลการทดสอบแบบ Ranking test

อัตราส่วนกาแฟต่อน้ำตาล / ผลรวม	60:40	50:50	40:60
60 คน	108	96	156

จากตารางผลรวมคะแนนของ Ranking test แล้วนำไปประเมินผลเทียบกับตารางของ Kramer *et al* ., 1974 โดยมีผู้ทดสอบ 60 คน จำนวนตัวอย่าง 3 ตัวอย่าง จึงมีช่วงคะแนนรวมอยู่ที่ 107-133 คะแนนปรากฏว่าคะแนนรวมของสูตร 50:50 น้อยกว่าในช่วงที่กำหนดและไม่อยู่ในช่วงที่กำหนดจึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรอื่นๆ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จึงเลือกใช้สูตรนี้ ส่วนสูตร 40:60 เกินขอบบนไปถือว่าเป็นตัวอย่างที่ไม่ดีไม่เหมาะสมในการนำมาใช้

จากการใช้แบบทดสอบ Hedonic test และ Ranking test ควบคู่กันปรากฏว่าให้ผลสรุปที่ตรงกัน ดังนั้นในการทดลองต่อไปจึงเลือกอัตราส่วนของกาแฟต่อน้ำตาล 50:50 เพื่อใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กาแฟโรบัสต้าคั่วบดผสมน้ำตาลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดสอบหาเวลาที่ใช้ในการชงของกาแฟโรบัสต้าคั่วผสมน้ำตาลชนิดซองพร้อมชงเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการชงกาแฟ

ตารางที่ 21 แสดงผลการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการชงกาแฟโรบัสต้าคั่วผสมน้ำตาลชนิดซองด้วยวิธี Paired Comparison Test

เวลาที่ใช้ในการชง / จำนวนคน	30 วินาที	60 วินาที
30 คน	18 คน	12 คน

หมายเหตุ 1) การทดสอบความชอบใช้วิธีการเปรียบเทียบตัวอย่างคู่ (Pair comparison method)
2) ทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ρ>0.05)

การวิเคราะห์ผล

จากตารางพบว่าที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จำนวนที่ต้องการอย่างต่ำอย่างน้อยคือ 21 คน จึงจะถือว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และจากการทดสอบพบว่า ผู้ทดสอบ 30 คน ชอบเวลาที่ใช้ในการชงกาแฟโรบัสต้าคั่วผสมน้ำตาล 30 วินาทีมากกว่าเวลาที่ใช้ในการชงกาแฟโรบัสต้าคั่วผสมน้ำตาล 60 วินาที คือ 18 และ 12 คน ตามลำดับ

ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการชงกาแฟโรบัสต้าคั่วผสมน้ำตาลระหว่าง 30 และ 60 วินาที จึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับเชื่อมั่น 95% จึงสามารถใช้เวลาในการชงกาแฟโรบัสต้าคั่วผสมน้ำตาลตั้งแต่ 30 ถึง 60 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

จิรสวัสดิ์ ภูวิภิรมย์ . 2546. ปัจจัยการผลิตที่มีผลต่อสารให้กลิ่นรสของกาแฟผสมแบบไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บัณฑูรย์ วาฤทธิ์ และพงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์. 2525 . การปลูกและการผลิตกาแฟอะราบิก้าบนที่สูง. คณะเกษตรศาตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ . หน้า 30-34

ปุณณภา บุญอินทร์และ ศุภิสรา พินโย . 2547 . ผลิตภัณฑ์ทดแทนกาแฟจากเมล็ดถั่วและธัญพืช . ปัญหาพิเศษปริญญาตรีภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง หน้า 1-16

พรรณิภา ศิวะพิรุฬห์เทพ . 2548 . แผนการทดลองทางอุตสาหกรรมเกษตร . คณะเทคโนโลยีการเกษตร . สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง . หน้า 1-10

พวงพยอม โพธิประสาท . 2542 . รู้ไว้ใช่ว่าในงานจัดการประกวดเมล็ดกาแฟ ปี 2541/2542 และการสัมมนา การพัฒนาการผลิตและการตลาดกาแฟ . กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์ . หน้า 45

พุทธิรักษ์ ศิริรัตน์ วาสิตา อ่อนจับ และนายวิศาล วศินสกุล . 2546 . การใช้ประโยชน์จากกากกาแฟสดเพื่อผลิตเครื่องดื่มสุขภาพ . ปัญหาพิเศษปริญญาตรีภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง หน้า 1-62

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา . 2536 . การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส . ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . หน้า 46-80

ไพโรจน์ วิริยจารี . 2545 . การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส . ภาควิชาเทคโนโลยีพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ . พิมพ์ครั้ง ที่ 1 . เชียงใหม่ . หน้า 216-341

พิทักษ์ อาภาสิริผล . 2536 . กาแฟ . สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ . กทม . หน้า 30-54

ศุภกิจ เอ่งฉ้วน . 2549 . การพัฒนาผลิตภัณฑ์แบบ Mixture Design บทที่ 12 . คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . กทม . หน้า 1-4

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม .2527. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกาแฟคั่ว.กทม. หน้า 1-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม .2528. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกาแฟ เมล็ด . กทม. หน้า 1-6

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม .2536. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกาแฟ. กทม. หน้า 1-4

อรุณรัตน์ อนุภาโส .2546. คนรักกาแฟ . พิมพ์ครั้งที่ 1. กทม. , Lor&Leng publishing co.Ltd . หน้า 30-88

ไม่ปรากฏผู้แต่ง. น้ำตาล [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www. wikipedia.org

ไม่ปรากฏผู้แต่ง. น้ำตาลทรายแดง [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จากhttp://www.wholesomesweeteners.com

Amarine M., Pangborn R. and Roessler EB. 1965 . Principles of Sensory Evaluation of food . Academic Press . New York

Amorim H.V. , L.C. Basso , O.J. Crocomo and A.A. Teixeira . 1977 . Polyamines in green and roasted coffee . J. Agric. Food Chem . : 957-958

Belitz H.D. and W. Grosch . 1999. Food Chemistry 2nd ed. Springer -Verlag . Berlin.

Cited Anon . 1988 . ICO Consumer Oriented Vocabulary for Coffee : Definition of Term to Describe the flavor of coffee brew . London International Coffee Organization . London

Clifford M.N. 1985 . Chemical and physical aspects of green coffee and coffee production . In M.N. Clifforf and K.C. Willson eds . Coffee Botany Biochemistry and Production of Beans and Beverage .The AVI Publishing Company INCWestport Connecticut : 230-374

Godshall and Roberts . 1981 . Sugar technology . Dallus : 54-69

Holscher W. , O.G. Vitzthum and Steinhart H . 1992 . Phenyl alcohol-source for odorant in toasted coffee . J. Agric. Food Chem : 655-659

Illy A. and R. Viani . 1995 . Espresso coffee the chemistry of quality. Acadamic Press. London.

Janssen Yolinton .1997. Technology of food beverages . California :35-77

Key C.L. , Louam S. Dusert , S. Hamon and S. Nirot . 2001. Caffein trigonelline chlorogenic acids and sucrose diversity in wild *Coffea Arabica* L. and *C.canephora* P. accessions. Food Chemistry : 223-230

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kim J., Marshall M. R. and Wei C. I., 2000. Enzymatic Browning in Fruits, Vegetables and Seafoods. Food Science and Human Nutrition Department. Food Engineering Department College of Engineering, Mokpo National University, Chinnam. University of Florida, Florida. Nutrition and Food Science Department, Auburn University, Alabama

Macrae R. , .K. Robinson and M.J. Sadler . 1993 . Enccyclopaedia of Food Science Food Technology and Nutrition . Academic Press Ltd. London

Sanz D. 2001 . Optimizing headspace temperature and time sampling for identification of volatile compounds in ground roasted Arabica coffee. J. Agric. Food Chem : 1436-1469

Tressl R. 1999. Heated generated flavors and precursors Flavor Chemistry Thirty Years of Progress. Kluwer academic publishers. New York . 305-326

Vincent J.C. 1998 . Green coffee processing . Coffee Volume 2 Technology. Elsevier Applied Science Publishers Ltd. : 1-33

Unavialable . Coffee [online]. Available : http://www.coffeeresearch.org

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

มาตรฐานกาแฟ

1. การตรวจสอบและการวิเคราะห์กาแฟคั่วชนิดบด

ขนาด

เครื่องมือ

- แร่งขนาด 1.0 มิลลิเมตร และ 0.5 มิลลิเมตร
- เครื่องเขย่า (mechanical shaker)
- เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม

วิธีทดสอบ

นำแร่งทั้ง 2 ขนาดมาวางซ้อนกันโดยให้แร่งขนาด 1.0 มิลลิเมตรอยู่ข้างบน ชั่งตัวอย่างประมาณ 100 กรัมเทใส่แร่งบน ปิดฝา เขย่าแร่งนาน 5 นาที ชั่งตัวอย่างที่ค้างบนแร่งและตัวอย่างที่ผ่านแร่ง

วิธีคำนวณ

ตัวอย่างที่ค้างบนแร่งขนาด 1.0 มิลลิเมตร ร้อยละ $= \frac{W1}{W} \times 100$

ตัวอย่างที่ค้างบนแร่งขนาด 0.5 มิลลิเมตร ร้อยละ $= \frac{W2}{W} \times 100$

เมื่อ W1 คือ นำหนักตัวอย่างที่ค้างบนแร่งขนาด 1.0 มิลลิเมตร หน่วยเป็นกรัม

เมื่อW2 คือ น้ำหนักตัวอย่างที่ผ่านแร่งขนาด0.5 มิลลิเมตร มีหน่วยเป็นกรัม

เมื่อW คือ นำหนักตัวอย่างทั้งหมด มีหน่วยเป็นกรัม

2. การตรวจวัดสี

เทียบกับ Hunter value

L= 25.59 ถึง 44.64

a= +2.05ถึง+12.00

b= +0.90ถึง+12.00

คัดแปลงจาก กาแฟเมล็ดชนิดโรบัสต้า ตามที่มา มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกาแฟคั่ว มอก. ๕๑๑-๒๕๒๗ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ ๖ กรุงเทพฯ ๑๐๔๐๐ ประกาศในราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่ม ๑๐๑ ตอนที่ ๑๑๕ วันที่ ๓๑ สิงหาคม พ.ศ.๒๕๒๗)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กาแฟเมล็ด

คุณลักษณะที่ต้องการ

1. ความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ 4.5
2. คาเฟอีน ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 2.8 ของน้ำหนักอบแห้ง
3. เถ้า ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก แต่ไม่เกินร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก
4. การละลายในน้ำเดือด ต้องละลายในน้ำเดือดได้หมดภายใน 30 นาที โดยอาจมีตะกอนให้สังเกตเห็นได้เพียงเล็กน้อย

(มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกาแฟสำเร็จรูปมอก. 573-2528)

กาแฟเมล็ดแบ่งออกเป็น 3 ขนาด ตาปริมาณการค้างบนแร่งดังตารางผนวกที่ ง1 และปริมาณที่ผ่านแร่งรูกลม 4.0 มิลลิเมตร ต้องไม่เกินร้อยละ 2

ตารางผนวกที่ ก 1 ขนาดเมล็ดกาแฟ

ชนิด	ขนาด	ปริมาณที่ค้างบนแร่งรูกลม ร้อยละไม่น้อยกว่า			
		แร่ง 7.1 มิลลิเมตร	แร่ง 6.7 มิลลิเมตร	แร่ง 6.0 มิลลิเมตร	แร่ง 5.0 มิลลิเมตร
อาราบิกา	ใหญ่	90	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	-
	กลาง	ไม่กำหนด	80	ไม่กำหนด	-
	เล็ก	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	50	-
โรบัสต้า	ใหญ่	-	90	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด
	กลาง	-	ไม่กำหนด	80	ไม่กำหนด
	เล็ก	-	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	60

ที่มา : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกาแฟเมล็ด มอก. 585-2528

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ

ประกาศในราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่ม 102 ตอนที่ 133 วันที่ 25 กันยายน พ.ศ. 2528

4. กาแฟคั่ว

กาแฟคั่วแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1. ชนิดเมล็ด คือ กาแฟที่ผ่านกระบวนการคั่วแล้วแต่ยังไม่ได้ทำการบดจึงมีลักษณะเป็นเมล็ดเต็ม
2. ชนิดบด คือ กาแฟที่ผ่านกระบวนการคั่วและได้ทำการบดจนได้ลักษณะเป็นผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะที่ต้องการ

1. ต้องปราศจากสิ่งที่ไม่ใช่เมล็ดกาแฟ
2. สี ต้องมีสีตามธรรมชาติ ไม่มีการแต่งเติมด้วยสีสังเคราะห์ใดๆ
3. กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสตามธรรมชาติของกาแฟคั่ว ไม่มีการปรุงแต่งกลิ่นรสด้วยวัตถุอื่นใด
4. เมล็ดหัก กาแฟคั่วชนิดเมล็ดยอมให้มีเมล็ดหักได้ไม่เกินร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

ตารางผนวกที่ ก 2 ขนาดกาแฟคั่วชนิดบด

ขนาด	ปริมาณที่ค้างบนแร่ง (sieve) ขนาด 1 มิลลิเมตรร้อยละ	ปริมาณที่ค้างบนแร่ง (sieve) ขนาด 0.5 มิลลิเมตรร้อยละ
ละเอียดมาก	0	50.1 ขึ้นไป
ละเอียด	0.1 ถึง 5.0	25.1 ถึง 50.0
ปานกลาง	5.1 ถึง 25.0	10.1 ถึง 25.0
หยาบ	25.1 ถึง 50.0	ไม่เกิน 10.0

ที่มา : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกาแฟคั่ว มอก. 522-2527
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ประกาศในราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่ม 101 ตอนที่ 116 วันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2527

ตารางผนวกที่ ก 3 คุณลักษณะทางเคมีของกาแฟคั่ว

คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด
ความชื้น	ไม่เกินร้อยละ 5
น้ำตาลคำนวณเป็นน้ำตาลอินเวิร์ต	ไม่เกินร้อยละ 5
เถ้าทั้งหมด	ร้อยละ 3-6 ของน้ำหนักแห้ง
สารที่ละลายน้ำ	ร้อยละ 25.0 -32.0 ของน้ำหนักอบแห้ง
คาเฟอีน	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.0 ของน้ำหนัก
สารที่สกัดได้ด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์	ร้อยละ 8-20 ของน้ำหนักแห้ง

ที่มา : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกาแฟคั่ว มอก. 511-2527
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ
ประกาศในราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่ม 101 ตอนที่ 115 วันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2527

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เครื่องดื่มกาแฟ

ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกาแฟ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นของเหลวได้จากน้ำสกัดจากกาแฟคั่วบดหรือน้ำที่ได้จากการละลายกาแฟสำเร็จรูป อาจมีน้ำตาล ครีมเทียมหรือนมผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ได้ บรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท หรือหมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นผง ได้จากกาแฟสำเร็จรูปผสมครีมเทียมหรือนมผง อาจมีน้ำตาลผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ได้ บรรจุในภาชนะปิดสนิท (สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.1169 , 2536)

ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกาแฟแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ชนิดเหลว แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ กาแฟดำและกาแฟผสมครีมเทียมหรือนม
2. ชนิดผง มีแบบเดียว คือ กาแฟสำเร็จรูปผสมครีมเทียมหรือนมผง

ส่วนประกอบหลัก

1. ชนิดเหลว
   1.1 น้ำกาแฟ
   1.2 ครีมเทียม หรือนมสด หรือนมผง (เฉพาะกาแฟผสมครีมเทียมหรือนม)
2. ชนิดผง
   2.1 กาแฟสำเร็จรูป
   2.2 ครีมเทียมหรือนมผง

ส่วนประกอบที่อาจจะมีได้

น้ำตาล เช่น น้ำตาลทราย ฟรักโทส

คุณลักษณะที่ต้องการในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกาแฟ

1. สี ต้องมีสีน้ำตาลไหม้ตามธรรมชาติของน้ำกาแฟ หรือสีน้ำตาลเข้มออกนวลเมื่อมีการปรุงแต่งด้วยครีมเทียมหรือนม
2. กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสเข้มข้นของกาแฟและรสชาติของส่วนประกอบที่ใช้
3. กาเฟอีน
   3.1 ชนิดผง ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.4 โดยน้ำหนักเมื่อปราศจากความชื้น
   3.2 ชนิดเหลว ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.005 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
4. ความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก
5. สิ่งที่ไม่ละลาย ต้องไม่พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบสิ่งที่ไม่ละลาย

เครื่องมือ ภาชนะแก้วใส จำนวน 2 ใบ

ช้อนเหล็กกล้าไร้สนิม

กระดาษกรองซึ่งพับและวางไว้ในกรวยแก้ว

การเตรียมตัวอย่าง

สำหรับเครื่องดื่มกาแฟชนิดผง ให้ชงตัวอย่างด้วยน้ำเดือดตามวิธีที่ระบุไว้ที่ฉลาก คนประมาณ 2 นาที แล้วนำไปทดสอบทันที

วิธีทดสอบ

สังเกตสิ่งที่ไม่ละลายซึ่งแขวนลอยอยู่ในตัวอย่าง จากนั้นเทผ่านกระดาษกรองแล้วตรวจดูว่ามีสิ่งที่ไม่ละลายค้างอยู่บนกระดาษกรองหรือไม่

วัตถุเจือปนในอาหาร

1. วัตถุกันเสีย ห้ามใช้วัตถุกันเสียทุกชนิด
2. สารให้ความหวานแทนน้ำตาล ห้ามใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลทุกชนิด
3. สี ห้ามใช้สีสังเคราะห์ทุกชนิด

การบรรจุ

1. ให้บรรจุผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกาแฟในภาชนะบรรจุที่สะอาด ไม่รั่วซึม และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากภายนอกได้
2. น้ำหนักสุทธิหรือปริมาตรสุทธิของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกาแฟในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

(มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกาแฟ มอก. 1169-2536 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ ประกาศในราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่ม 110 ตอนที่ 134 วันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช.

การเตรียมตัวอย่างและสารเคมี

การเตรียมตัวอย่าง

- กาแฟคั่วโรบัสต้า ปริมาณ 100 กรัม นำมาบดด้วยเครื่องบดกาแฟอัตโนมัติขนาดเล็กที่ระดับ 8 เป็นเวลา 3 นาที
- คัดขนาด โดย sieve analysis ผ่าน sieve ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 มม.

การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 N

1. ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)
2. ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1000 มิลลิลิตร ด้วยขวดปรับปริมาตร
3. ทำการหาความเข้มข้นที่แน่นอน (Standardization) ของโซเดียมไฮดรอกไซด์กับสารละลายโพแทสเซียมไฮโดรเจนพาทาเลต (KHP) ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน
4. คำนวณความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยใช้สูตร

การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 N

1. ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)
2. ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1000 มิลลิลิตร ด้วยขวดปรับปริมาตร
3. ทำการหาความเข้มข้นที่แน่นอน (Standardization) ของโซเดียมไฮดรอกไซด์กับสารละลายโพแทสเซียมไฮโดรเจนพาทาเลต (KHP) ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน
4. คำนวณความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยใช้สูตร

$$N.NaoH = \frac{Wt.\ of\ KHP \times 1000}{Mw.\ of\ KHP \times V_{NaOH}}$$

เมื่อ Wt. of KHP คือ น้ำหนัก (กรัม) ของ KHP

Mw. Of KHP คือ มวลโมเลกุลของ KHP

V_{NaOH} คือ ปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ในการไทเทรต

การเตรียมอินดิเคเตอร์ฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein) 1 %

1. ชั่งผลึกฟีนอล์ฟทาลีน 1 กรัม
2. ละลายในแอลกอฮอล์ 95 %
3. ปรับปริมาตรสารละลายให้เป็น 100 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

วิธีทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์กาแฟคั่วบดชนิดซอง

ชื่อ - สกุลผู้ทดสอบ..... วันที่ .....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างทีละชนิด โดยทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของตัวอย่าง **แล้วให้คะแนนตามสเกลที่ให้มาให้ตรงกับความรู้สึก** หลังจากทดสอบแต่ละตัวอย่าง เสร็จแล้วให้กลั้วน้ำเปล่าก่อนทดสอบตัวอย่างต่อไป

คะแนนสเกล	1 ไม่ชอบเลย	2 ไม่ชอบ	3 ค่อนข้างไม่ชอบ	4 ไม่ชอบเล็กน้อย	5 เฉยๆ	6 ชอบเล็กน้อย	7 ค่อนข้างชอบ	8 ชอบ	9 ชอบมากที่สุด
รหัสตัวอย่าง									
สี									
กลิ่นคาราเมล									
ลักษณะเนื้อสัมผัสที่หนืดมากกว่าน้ำ									
ความขม									
ความหวาน									
ความเปรี้ยว									
ความรู้สึกในปากหลังชิม เช่น หอมหวล									
ความชอบโดยรวม									

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างทีละชนิดจากซ้ายไปขวา **แล้วเขียนหมายเลขเรียงลำดับความชอบ**โดยรวมมากกว่าจาก 1-3 หลังจากทดสอบแต่ละตัวอย่างเสร็จแล้วให้กลั้วน้ำเปล่าก่อนทดสอบตัวอย่างต่อไป (1 ชอบมากที่สุด 2 ชอบรองลงมา 3 ชอบน้อยสุด)

รหัสตัวอย่าง	_____	_____	_____
เรียงลำดับความชอบ	_____	_____	_____

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบการทดสอบวิธีการเปรียบเทียบตัวอย่างคู่ (Pair Comparison Test)

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่าง 2 ตัวอย่างที่เสนอตามลำดับจากซ้ายไปขวาและเขียนวงกลมล้อมรอบตัวอย่างที่ชอบมากกว่า กรุณาป้วนปากระหว่างชิม

ตัวอย่าง	653	489

ข้อเสนอแนะ.....

.....

หมายเหตุ : การทดสอบทางประสาทสัมผัส

1. เลือกผู้ทดสอบการทดลองละ 30 คน และแบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มที่ต้องการทดสอบ
2. ทำ Master Sheet และจัดวางตัวอย่างตามรหัส
3. ให้ผู้ชิมทำการทดสอบ บันทึกและแปรผลตาม Master Sheet
4. เปรียบเทียบกับตารางมาตรฐาน (Significance in Compairison Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

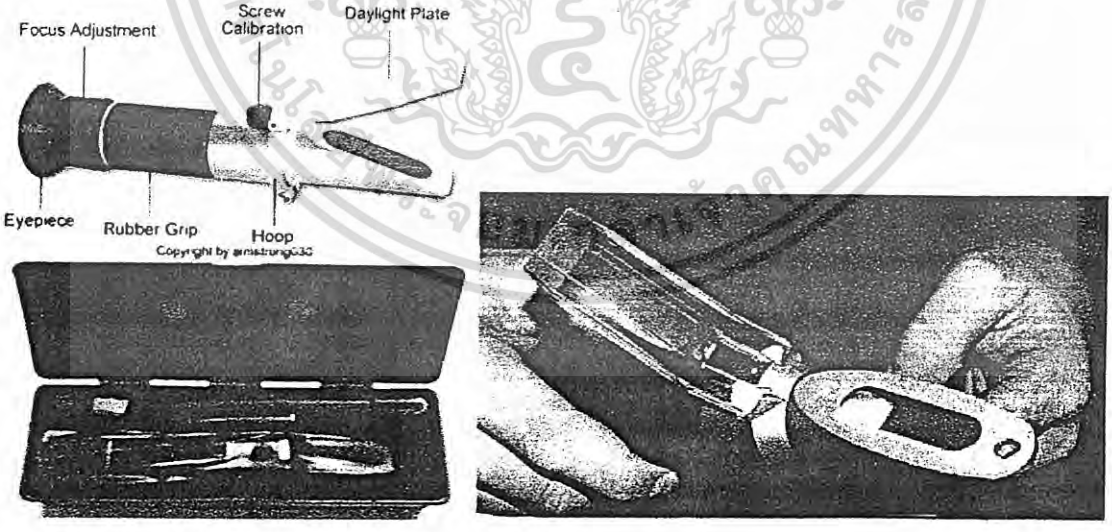
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์และการวัดผล

การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยการวัดด้วยเครื่อง Hand Refractometer

วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้วัดน้ำตาลในสารละลายมากที่สุดเพราะเป็นวิธีที่ง่ายใช้เวลาน้อย ใช้ตัวอย่างน้อย เครื่องมือมีขนาดเล็กสะดวกในการใช้และนำติดตัวไป ผลการวัดค่อนข้างแน่นอนและสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงได้

วิธีการนี้เป็นการวัดแบบ Refractometry คือ การวัดดัชนีหักเห (Refractive index) ของสารละลายตัวอย่าง เนื่องจากสารละลายตัวอย่างมีของแข็งที่ละลายได้ (soluble solid) ทำให้การหักเหของแสงระหว่างปริซึมกับสารละลายตัวอย่างแตกต่างจากการหักเหของแสงระหว่างปริซึมกับน้ำบริสุทธิ์ ค่าที่อ่านได้เป็นค่า °Brix โดยอ้างอิงกับดัชนีหักเหของสารละลายน้ำตาลกลูโคสบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามการวัดดัชนีหักเหของสารละลายตัวอย่างด้วย Hand Refractometer นี้เป็นการวัดปริมาณของสารที่ละลายได้ทั้งหมด ที่มีผลต่อดัชนีหักเหของแสงของสารละลาย เช่น กรดอินทรีย์ แอลกอฮอล์ ไม่ได้วัดเฉพาะน้ำตาล ดังนั้นค่า °Brix ที่วัดได้ในสารละลายจึงไม่ใช่น้ำตาลอย่างเดียว การวัดน้ำตาลด้วย Hand Refractometer ควรจะมีการปรับสเกลเป็นศูนย์โดยใช้น้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส อยู่เสมอ



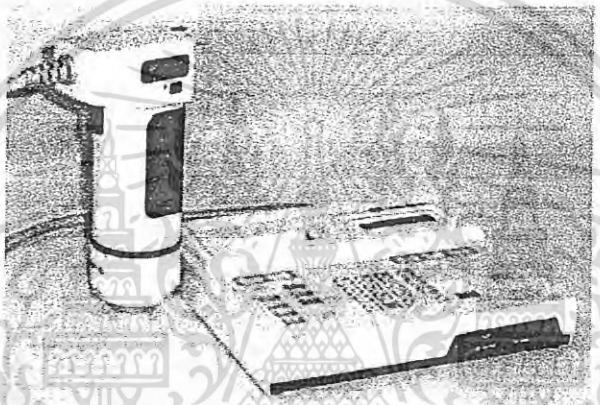
ภาพผนวกที่ ง 1 แสดงลักษณะและการใช้ Hand Refractometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการวัดค่า ° Brix โดยใช้เครื่อง Hand Refractometer

1. ใช้แท่งแก้วจุ่มสารละลายตัวอย่างหยดลงบนปริซึมของเครื่อง Hand Refractometer
2. ค่อยๆปิดแผ่นใสที่ให้แสง
3. สารละลายต้องกระจายทั่วผิวปริซึม ระวังอย่าให้มีฟองอากาศอยู่ใต้แผ่นใส
4. ส่องดูสเกลในเครื่องผ่านช่องมองของเครื่อง
5. อ่านค่าองศาบริกซ์ตรงรอยต่อระหว่างสีขาวและสีฟ้า
6. ล้างด้วยน้ำสะอาดและเช็ดด้วยกระดาษทิชชู่ให้แห้ง

การวัดสี



ภาพผนวกที่ ง 2 แสดงลักษณะของเครื่องวัดสี Minolta รุ่น CR 300

วิธีการใช้เครื่องวัดสียี่ห้อ Minolta รุ่น CR 300

1. ทำการCalibration เครื่องก่อนใช้

โดยเทียบมาตรฐานในการวัดสีของเครื่องกับแผ่นมาตรฐานโดยการนำกระบอกวัดสีไปแตะไว้กับแผ่นเซรามิก จากนั้นกดปุ่ม Calibrate รอจนเครื่องทำงานเสร็จ แล้วกดปุ่ม measure บนเครื่อง เครื่องจะทำการวัดสีของแผ่นเซรามิก จากนั้นเทียบว่าค่าของเครื่องที่อ่านได้ว่าค่าสีมีค่าเท่ากับ Y=92.2 , x= 31.38 , y = .3197 หรือไม่ ค่าที่ได้สามารถคลาดเคลื่อนได้ ±0.01

2. นำตัวอย่างปริมาณ 10 กรัม ใส่ลงในตลับภาชนะสำหรับวัดสี

3. นำตลับภาชนะที่บรรจุตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว วางบนกระบอกวัดสี กดปุ่ม Measure อ่านค่า L* a* และ b*

4. อ่านค่าสีที่ปรากฏบนหน้าจอแสดงผลและบันทึกผล ทำ 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาความชื้น

1. นำ aluminium can อบที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบใส่โถดูดความชื้น (Desiccator) ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำมาชั่งจนได้น้ำหนักที่แน่นอน (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่ต้องการหาความชื้นให้มีน้ำหนักประมาณ 3-5 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ทำ 3 ซ้ำ

3. นำมาใส่ใน aluminium can

4. นำไปอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักคงที่ โดยเปิดฝา aluminium can

5. เมื่อครบเวลาเรียบร้อยแล้ว ปิดฝา aluminium can นำโถดูดความชื้น 30 นาที ก่อนนำไปชั่งน้ำหนัก อบซ้ำอีกครั้งครั้งละ 1 ชั่วโมง จนกน้ำหนักจะคงที่ หรือผลต่างผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งได้ 2 ครั้งต้องแตกต่างกันไม่เกิน 0.003-0.005 กรัม

6. บันทึกผลและคำนวณค่าความชื้นด้วยสูตรดังนี้

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{(\text{นน.ก่อนอบ} - \text{นน.หลังอบ}) \times 100}{\text{นน.ก่อนอบ}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

1. การศึกษาอัตราส่วนในการผสม (blend) ของน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายแดงที่เหมาะสม เพื่อ

หาสูตรกาแฟคั่วบด

ตารางภาคผนวกที่ จ 1 แสดงค่าทางเคมีและกายภาพต่าง ๆ ของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบด

ซ้ำ	ความชื้น	brix	pH	TA	สี		
					L	A	B
1	0.492	0.500	5.670	3.200	42.290	+0.800	+5.670
2	0.460	0.600	5.570	3.500	42.960	+1.000	+5.570
3	0.439	0.600	5.620	3.400	43.980	+1.000	+5.620
เฉลี่ย	0.464	0.567	5.620	3.367	43.077	+0.933	+5.620
SD	0.027	0.058	0.050	0.153	0.851	+0.115	+0.050

ตารางภาคผนวกที่ จ 2 แสดงค่าทางเคมีและกายภาพต่าง ๆ ของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบดหลังผสมน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาวสูตร 100:0

ซ้ำ	ความชื้น	brix	pH	TA	สี		
					L	A	B
1	0.637	2.000	5.580	3.300	42.230	+2.620	+3.710
2	0.641	2.000	5.710	2.900	41.270	+2.380	+3.580
3	0.635	2.000	5.810	2.800	41.360	+2.010	+3.610
เฉลี่ย	0.638	2.000	5.700	3.000	41.620	2.337	+3.633

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ จ 3 แสดงค่าทางเคมีและกายภาพต่าง ๆ ของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบดหลังผสมน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาวสูตร 75:25

ซ้ำ	ความชื้น	brix	pH	TA	สี		
					L	A	B
1	0.597	1.000	5.740	2.500	40.580	+3.380	+3.130
2	0.543	1.500	5.800	2.000	40.090	+2.640	+3.070
3	0.482	1.500	5.780	2.700	40.880	+2.610	+3.080
เฉลี่ย	0.541	1.333	5.773	2.400	40.517	+2.877	+3.093

ตารางภาคผนวกที่ จ 4 แสดงค่าทางเคมีและกายภาพต่าง ๆ ของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบดหลังผสมน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาวสูตร 50:50

ซ้ำ	ความชื้น	brix	pH	TA	สี		
					L	A	B
1	0.553	1.000	5.740	2.100	38.220	+3.050	+2.980
2	0.578	1.000	5.990	2.000	37.900	+3.060	+2.850
3	0.489	1.000	5.780	1.800	38.980	+2.570	+2.790
เฉลี่ย	0.540	1.000	5.837	1.967	38.367	+2.893	+2.873

ตารางภาคผนวกที่ จ 5 แสดงค่าทางเคมีและกายภาพต่าง ๆ ของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบดหลังผสมน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาวสูตร 25:75

ซ้ำ	ความชื้น	brix	pH	TA	สี		
					L	A	B
1	0.553	1.000	5.740	2.100	38.220	+3.050	+2.980
2	0.578	1.000	5.990	2.000	37.900	+3.060	+2.850
3	0.489	1.000	5.780	1.800	38.980	+2.570	+2.790
เฉลี่ย	0.540	1.000	5.837	1.967	38.367	+2.893	+2.873

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ จ 6 แสดงผลการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ครั้งที่ 1) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สูตร	สี	กลิ่นคาราเมล^{ns}	เนื้อสัมผัสที่หนืดกว่าน้ำ (body)^{ns}	ความขม	ความหวาน	ความเปรี้ยว	ความรู้สึกในปากหลังชิม	ความชอบโดยรวม
100/0	4.53±0.28^{b}	5.20±0.26	5.13±0.19	5.07±0.31^{a}	5.57±0.67^{a}	4.57±0.19^{a}	5.13±0.25^{a}	5.67±0.27^{a}
75/25	5.60±0.28^{a}	5.03±0.26	4.97±0.19	5.20±0.31^{a}	5.07±0.67^{a}	4.60±0.19^{a}	5.03±0.19^{a}	5.53±0.27^{a}
50/50	5.57±0.28^{a}	4.47±0.26	4.90±0.19	3.97±0.31^{b}	3.37±0.67^{b}	3.57±0.19^{b}	4.07±0.19^{b}	4.10±0.27^{b}
25/75	5.50±0.28^{a}	4.73±0.26	5.20±0.19	5.43±0.31^{a}	5.07±0.67^{a}	4.33±0.19^{a}	5.70±0.19^{a}	5.43±0.27^{a}

ตารางภาคผนวกที่ จ 7 แสดงผลการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ครั้งที่ 2) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สูตร	สี	กลิ่นคาราเมล^{ns}	เนื้อสัมผัสที่หนืดกว่าน้ำ (body)^{ns}	ความขม	ความหวาน	ความเปรี้ยว	ความรู้สึกในปากหลังชิม	ความชอบโดยรวม
100/0	4.60±0.27^{c}	4.83±0.30	4.57±0.20^{c}	4.43±0.37^{b}	4.67±0.32	4.40±0.28^{ab}	4.60±0.29	4.60±0.31^{b}
75/25	6.07±0.27^{b}	5.67±0.30	5.20±0.20^{ac}	5.67±0.37^{a}	4.77±0.32	5.03±0.28^{a}	5.20±0.28	5.90±0.31^{a}
50/50	7.30±0.27^{a}	5.33±0.30	5.63±0.20^{a}	4.77±0.37^{ab}	4.17±0.32	4.13±0.28^{b}	4.73±0.28	4.67±0.31^{b}
25/75	4.80±0.27^{c}	5.10±0.30	4.70±0.20^{bc}	4.40±0.37^{b}	4.73±0.32	4.20±0.28^{b}	4.67±0.28	4.67±0.31^{b}

ตารางภาคผนวกที่ จ 8 แสดงผลการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ครั้งที่ 1 และ 2) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สูตร	สี	กลิ่นคาราเมล^{ns}	เนื้อสัมผัสที่หนืดกว่าน้ำ (body)^{ns}	ความขม	ความหวาน	ความเปรี้ยว	ความรู้สึกในปากหลังชิม	ความชอบโดยรวม
100/0	4.57±0.21^{d}	5.02±0.21	4.85±0.17	4.75±0.25^{ab}	5.12±0.22^{a}	4.48±0.19^{a}	4.87±0.19^{ab}	5.13±0.21^{ab}
75/25	5.83±0.21^{b}	5.35±0.21	5.08±0.17	5.43±0.25^{a}	4.92±0.22^{a}	4.82±0.19^{a}	5.12±0.19^{a}	5.72±0.21^{a}
50/50	6.43±0.21^{a}	4.90±0.21	5.27±0.17	4.37±0.25^{b}	3.77±0.22^{b}	3.85±0.19^{b}	4.40±0.19^{b}	4.38±0.21^{c}
25/75	5.15±0.21^{c}	4.92±0.21	4.95±0.17	4.97±0.25^{ab}	4.90±0.22^{a}	4.27±0.19^{ab}	5.18±0.19^{a}	5.05±0.21^{b}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ จ 9 แสดงลำดับของการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Ranking test ของกาแฟโรบัสต้าคั่วบดและน้ำตาล

ผู้ชิม	อัตราส่วนน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาว				ผู้ชิม	อัตราส่วนน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาว				ผู้ชิม	อัตราส่วนน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาว			
	100:0	75:25	50:50	25:75		100:0	75:25	50:50	25:75		100:0	75:25	50:50:00	25:75
1	2	3	1	4	21	4	2	3	1	41	3	2	1	4
2	3	2	4	1	22	3	1	4	2	42	2	3	1	4
3	1	3	4	2	23	3	2	4	1	43	4	3	2	1
4	2	1	3	4	24	1	3	4	2	44	2	1	4	3
5	3	1	4	2	25	2	4	1	3	45	1	3	2	4
6	1	2	3	4	26	3	1	2	4	46	2	1	3	4
7	4	1	2	3	27	1	4	2	3	47	3	2	4	1
8	4	1	2	3	28	1	2	4	3	48	2	3	1	4
9	3	1	2	4	29	2	4	3	1	49	3	1	2	4
10	2	4	1	3	30	3	1	4	2	50	4	1	3	2
11	2	1	4	3	31	1	2	4	3	51	1	4	3	2
12	1	3	2	4	32	2	3	4	1	52	3	4	1	2
13	3	1	4	2	33	1	2	4	3	53	1	3	4	2
14	3	4	2	1	34	1	4	2	3	54	4	3	2	1
15	3	1	2	4	35	4	2	3	1	55	3	2	1	4
16	1	2	4	3	36	3	1	4	2	56	3	1	2	4
17	2	3	4	1	37	2	4	1	3	57	1	2	3	4
18	1	2	4	3	38	4	1	2	3	58	1	2	4	3
19	2	3	4	1	39	4	1	3	2	59	2	1	3	4
20	1	2	4	3	40	4	1	2	3	60	1	3	2	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การศึกษาอัตราส่วนในการผสม (blend) ของกาแฟโรบัสต้า น้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายแดงที่เหมาะสมเพื่อหาสูตรกาแฟคั่วบดโดยใช้วิธี Mixture Design

ตารางภาคผนวกที่ จ 10 แสดงค่าทางเคมีและกายภาพต่าง ๆ ของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบดหลังผสมน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาวสูตร 60:40

ซ้ำ	ความชื้น	brix	pH	TA	สี		
					L	A	B
1	0.536	0.800	3.990	2.400	38.590	1.850	0.560
2	0.553	0.800	4.280	2.500	38.790	2.140	0.710
3	0.502	0.800	4.220	2.300	37.100	2.110	0.510
เฉลี่ย	0.531	0.800	4.163	2.400	38.160	2.033	0.593

ตารางภาคผนวกที่ จ 11 แสดงค่าทางเคมีและกายภาพต่าง ๆ ของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบดหลังผสมน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาวสูตร 50:50

ซ้ำ	ความชื้น	brix	pH	TA	สี		
					L	A	B
1	0.585	1.000	3.970	2.600	39.220	2.010	0.730
2	0.590	1.000	4.230	2.900	39.210	2.410	1.070
3	0.648	1.000	4.650	2.500	39.310	2.500	1.070
เฉลี่ย	0.608	1.000	4.283	2.667	39.247	2.307	0.957

ตารางภาคผนวกที่ จ 12 แสดงค่าทางเคมีและกายภาพต่าง ๆ ของกาแฟโรบัสต้าชนิดคั่วบดหลังผสมน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาวสูตร 40:60

ซ้ำ	ความชื้น	brix	pH	TA	สี		
					L	A	B
1	0.692	1.200	4.590	2.900	40.620	2.700	1.020
2	0.745	1.500	4.650	2.800	39.890	2.630	1.220
3	0.749	1.500	4.720	3.100	39.910	2.640	1.650
เฉลี่ย	0.729	1.400	4.653	2.933	40.140	2.657	1.297

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ จ 13 แสดงผลการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ครั้งที่ 1) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สูตร	สี^{ns}	กลิ่นคาราเมล^{ns}	เนื้อสัมผัสที่หนืดกว่าน้ำ (body)^{ns}	ความข้น^{ns}	ความหวาน	ความเปรี้ยว	ความรู้สึกในปากหลังชิม	ความชอบโดยรวม
60:40	6.97±0.23	5.57±0.31	6.83±0.28	6.30±0.32	6.70±0.26^{a}	6.63±0.31^{a}	6.90±0.25^{a}	6.70±0.18^{a}
50:50	6.87±0.23	5.97±0.31	6.50±0.28	5.90±0.32	6.37±0.26^{a}	6.33±0.31^{ab}	6.47±0.25^{a}	6.33±0.18^{a}
40:60	6.57±0.23	6.30±0.31	5.72±0.28	5.77±0.32	4.63±0.26^{b}	5.70±0.31^{b}	5.73±0.25^{b}	5.73±0.18^{b}

ตารางภาคผนวกที่ จ 14 แสดงผลการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ครั้งที่ 2) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สูตร	สี^{ns}	กลิ่นคาราเมล^{ns}	เนื้อสัมผัสที่หนืดกว่าน้ำ (body)^{ns}	ความข้น	ความหวาน	ความเปรี้ยว^{ns}	ความรู้สึกในปากหลังชิม^{ns}	ความชอบโดยรวม
60:40	7.07±0.25	5.80±0.29	5.97±0.26	6.53±0.25^{a}	6.33±0.29^{a}	6.30±0.31	5.57±0.28	6.77±0.19^{a}
50:50	6.87±0.25	6.20±0.29	6.27±0.26	6.03±0.25^{a}	5.60±0.29^{a}	6.07±0.31	4.93±0.28	6.57±0.19^{a}
40:60	6.70±0.25	6.40±0.29	6.07±0.26	4.97±0.25^{b}	4.70±0.29^{b}	6.27±0.31	5.63±0.28	5.57±0.19^{b}

ตารางภาคผนวกที่ จ 15 แสดงผลการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ครั้งที่ 1 และ 2) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สูตร	สี^{ns}	กลิ่นคาราเมล	เนื้อสัมผัสที่หนืดกว่าน้ำ (body)^{ns}	ความข้น	ความหวาน	ความเปรี้ยว^{ns}	ความรู้สึกในปากหลังชิม^{ns}	ความชอบโดยรวม
60:40	7.02±0.17	5.68±0.21^{b}	6.40±0.19	6.42±0.20^{a}	6.52±0.20^{a}	6.47±0.22	6.23±0.19	6.73±0.13^{a}
50:50	6.87±0.17	6.08±0.21^{ab}	6.38±0.19	5.97±0.20^{a}	5.98±0.20^{a}	6.20±0.22	5.70±0.19	6.45±0.13^{a}
40:60	6.63±0.17	6.35±0.21^{a}	6.17±0.19	5.37±0.12^{b}	4.67±0.20^{b}	5.98±0.22	5.68±0.19	5.65±0.13^{b}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ จ 16 แสดงลำดับของการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Ranking test ของกาแฟโรบัสต้าคั่วบดผสมน้ำตาล

ผู้ชิม	อัตราส่วนกาแฟต่อน้ำตาล			ผู้ชิม	อัตราส่วนกาแฟต่อน้ำตาล			ผู้ชิม	อัตราส่วนกาแฟต่อน้ำตาล		
	60:40	50:50	40:60		60:40	50:50	40:60		60:40	50:50	40:60
1	2	1	3	21	2	3	1	41	1	2	3
2	1	2	3	22	2	1	3	42	1	2	3
3	1	2	3	23	1	2	3	43	3	2	1
4	1	2	3	24	2	1	3	44	3	2	1
5	1	2	3	25	1	2	3	45	2	1	3
6	1	2	3	26	2	1	3	46	2	1	3
7	2	1	3	27	3	2	1	47	1	2	3
8	1	3	2	28	3	2	1	48	3	1	2
9	1	2	3	29	2	1	3	49	2	1	3
10	2	1	3	30	2	1	3	50	1	2	3
11	2	1	3	31	1	2	3	51	2	1	3
12	1	2	3	32	2	1	3	52	1	2	3
13	1	2	3	33	2	1	3	53	1	2	3
14	2	1	3	34	1	2	3	54	3	1	2
15	2	1	3	35	3	1	2	55	3	1	2
16	1	2	3	36	1	2	3	56	1	2	3
17	3	1	2	37	2	1	3	57	3	1	2
18	1	2	3	38	3	1	2	58	1	2	3
19	3	1	2	39	2	3	1	59	2	1	3
20	3	1	2	40	1	2	3	60	2	3	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สรุปขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์กาแฟคั่วบดชนิดซอง

เมล็ดกาแฟโรบัสต้าคั่วระดับปานกลาง

↓

บดด้วยเครื่องบดกาแฟ

↓

นำไปวิเคราะห์ทางด้านกายภาพและเคมี

↓

กำหนดสัดส่วนกาแฟคงที่แล้วนำไปผสมกับน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาวในอัตราส่วนกาแฟต่อน้ำตาลที่เท่ากันแต่น้ำตาลมีสัดส่วนน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาวที่ต่างกัน ดังนี้

สูตรที่ 1 100:0 สูตรที่ 2 75:25 สูตรที่ 3 50:50 สูตรที่ 4 25:75

(สูตรนี้ได้มาจากการทำการทดลองเบื้องต้นหรือ Preliminary test)

↓

แบ่งนำไปวิเคราะห์ทางด้านกายภาพและเคมีหลังการผสม

↓

บดแล้วแบ่งใส่ซอง ซองละ 1.5 กรัม ชงด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 95 °C โดย 1 ซองใช้น้ำชง 20 มล.

↓

นำไปทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบ 30 คน จำนวน 2 ซ้ำ

ทดสอบแบบ Hedonic scale 9 point
ประเมินคุณลักษณะต่างๆ ในกาแฟ

ทดสอบแบบ Ranking test
เรียงลำดับความชอบจากสูตรกาแฟที่ทดสอบ

↓

วิเคราะห์และประเมินผลการทดสอบโดยใช้ SPSS สำหรับ Hedonic scale 9 point และการเทียบค่าจากตาราง Kramer สำหรับ Ranking test โดยใช้ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

↓

สรุปผลได้ว่ากาแฟที่มีสัดส่วนน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาวสูตรที่ 2 75:25 เป็นสัดส่วนที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดโดยมีสัดส่วนน้ำตาลที่เหมาะสม

↓

นำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ขั้นตอนต่อไป คือ ใช้แผนการทดลองแบบ Mixture design กำหนดสัดส่วนน้ำตาลคงที่ (สูตรที่ 2 75:25) แล้วนำไปผสมกับกาแฟโรบัสต้าในอัตราส่วนกาแฟต่อน้ำตาลที่ไม่เท่ากัน ดังนี้สูตรที่ 1 60:40 สูตรที่ 2 50:50 สูตรที่ 3 40:60

(สูตรนี้ได้มาจากการทำการทดลองเบื้องต้นหรือ Preliminary test)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่สัดส่วนน้ำตาลมีการปรับตามปริมาณที่ใช้ในแต่ละสูตร

↓

แบ่งนำไปวิเคราะห์ทางด้านกายภาพและเคมีหลังการผสม

↓

บดแล้วแบ่งใส่ซอง ซองละ 1.5 กรัม ชงด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 95 °C โดย 1 ซองใช้น้ำชง 20 มล.

↓

นำไปทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบ 30 คน จำนวน 2 ซ้ำ

ทดสอบแบบ Hedonic scale 9 point
ประเมินคุณลักษณะต่างๆ ในกาแฟ

ทดสอบแบบ Ranking test
เรียงลำดับความชอบจากสูตรกาแฟที่ทดสอบ

วิเคราะห์และประเมินผลการทดสอบโดยใช้ SPSS สำหรับ Hedonic scale 9 point
และการเทียบค่าจากตาราง Kramer สำหรับ Ranking test โดยใช้ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

↓

สรุปผลได้ว่าสัดส่วนกาแฟโรบัสต้าต่อน้ำตาลทรายสูตรที่ 2 50:50
เป็นสัดส่วนที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดโดยมีสัดส่วนกาแฟต่อน้ำตาลที่เหมาะสม

↓

นำไปหาเวลาที่ใช้ในการชงของกาแฟโรบัสต้าคั่วบดผสมน้ำตาลเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการชง
โดยกำหนดเวลาที่ 30 และ 60 วินาที (ได้มาจากการทำการทดลองเบื้องต้นหรือ Preliminary test)

↓

นำไปทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส
โดยใช้แบบทดสอบหาความชอบ Paired Comparison กับผู้ทดสอบ 30 คน

↓

วิเคราะห์และประเมินผลการทดสอบโดยการเทียบค่าจากตารางเปรียบเทียบตัวอย่างคู่
โดยใช้ความน่าจะเป็นที่ 5 %

↓

สรุปผลได้ว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ สามารถชงกาแฟได้ในช่วงเวลา 30-60 วินาที

↓

ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ของกาแฟโรบัสต้าคั่วบดผสมชนิดซองอัตราส่วน
กาแฟต่อน้ำตาลเป็น 50: 50 โดยสัดส่วนน้ำตาลมีน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาวเป็น 75:25
มีวิธีการชงที่สะดวก คือ ซองบรรจุกาแฟสามารถชงได้ทันที โดยชงที่เวลา 30-60 วินาทีจะได้รสชาติ
ของกาแฟที่ดีที่สุด (เมื่อเทียบกับกาแฟ 1 ถ้วยโดยทั่วไปควรชงกาแฟปริมาณ 9 กรัมต่อน้ำ 120 มล.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การเปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีระหว่างกาแฟที่พัฒนาผลิตภัณฑ์สำเร็จและกาแฟทางการค้า

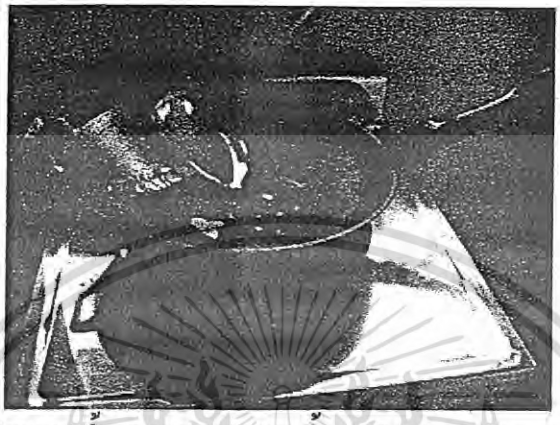
ตารางภาคผนวกที่ จ 17 แสดงคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีระหว่างกาแฟที่พัฒนาผลิตภัณฑ์สำเร็จและกาแฟทางการค้า

ชนิดกาแฟ	ความชื้น	brix	pH	TA	สี		
					L	A	B
กาแฟที่ได้พัฒนาจากการทดลอง	0.608	1.000	4.283	2.667	39.247	2.307	0.957
กาแฟทางการค้ายี่ห้อมอคโคน่า	0.142	0.67	5.830	2.015	39.220	4.307	4.143

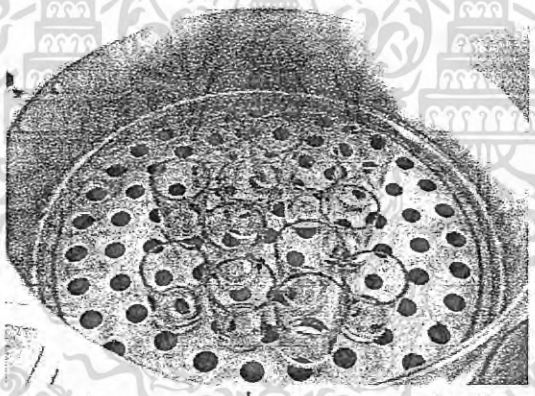
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

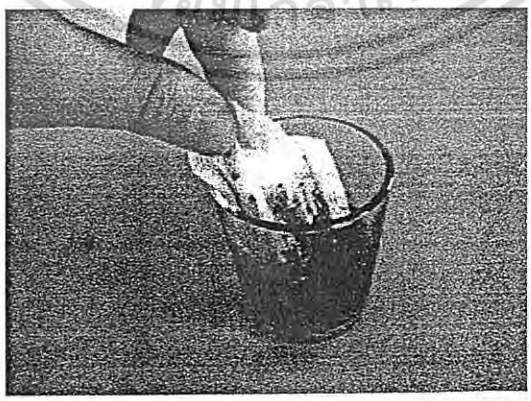
1. ขั้นตอนการทดลอง



ภาพผนวกที่ ฉ 1 การเคี่ยวผสมน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาว



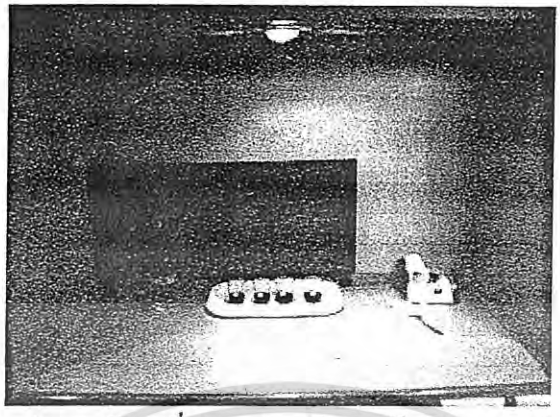
ภาพผนวกที่ ฉ 2 การนึ่งแก้วชิมก่อนทำการชงเพื่อปรับอุณหภูมิให้ใกล้เคียงกับอุณหภูมิน้ำในการชง



ภาพผนวกที่ ฉ 3 การชงกาแฟหลังจากบรรจุซองพร้อมชงโดยทำการจุ่มชง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

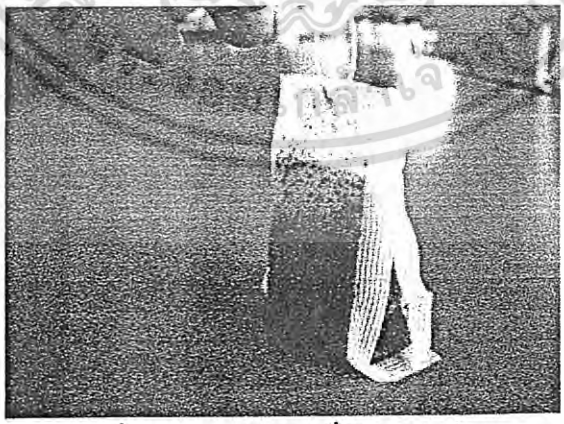
2. การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส



ภาพผนวกที่ ฉ 4 การจัดรูปแบบบริเวณที่ทำการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส

ภาพผนวกที่ ฉ 5 ผู้ทดสอบทำการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส

3. ผลิตภัณฑ์สำเร็จ



ภาพผนวกที่ ฉ 6 ผลิตภัณฑ์กาแฟคั่วบดผสมชนิดซองที่พัฒนาสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวจิรดา ศรีประสาธน์ เกิดปี 2528 จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภูมิลำเนาเดิม กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลายเมื่อปีการศึกษา 2545 จากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า จังหวัดกรุงเทพมหานคร และสำเร็จการศึกษาจากภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) ปีการศึกษา 2549

นางสาววัลยาวดี ตั้งจิตร่วมบุญ เกิดปี 2528 จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภูมิลำเนาเดิม กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลายเมื่อปีการศึกษา 2545 จากโรงเรียนสายน้ำผึ้ง จังหวัดกรุงเทพมหานคร และสำเร็จการศึกษาจากภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

การศึกษาอัตราส่วนในการผสมของน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายแดงที่เหมาะสมเพื่อหาสูตรกาแฟคั่วบดโดยกำหนดสัดส่วนกาแฟคงที่แล้วนำไปผสมกับสัดส่วนน้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลทรายขาวที่ต่างกัน สรุปผลได้ว่ากาแฟที่มีสัดส่วนน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาว คือ 75 ต่อ 25 จากนั้นนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ขั้นตอนต่อไป คือ การศึกษาอัตราส่วนในการผสมของกาแฟและน้ำตาลที่เหมาะสมโดยใช้แผนการทดลองแบบ Mixture design โดยกำหนดสัดส่วนน้ำตาลคงที่ คือ 75 ต่อ 25 แล้วนำไปผสมกับกาแฟในอัตราส่วนกาแฟต่อน้ำตาลที่ต่างกัน สรุปผลได้ว่าสัดส่วนกาแฟโรบัสต้าต่อน้ำตาลทราย คือ 50 ต่อ 50 และนำไปหาเวลาที่ใช้ในการชงของกาแฟโรบัสต้าคั่วบดผสมน้ำตาลชนิดซองพร้อมชงเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการชง สรุปผลได้ว่า สามารถชงกาแฟได้ในช่วงเวลา 30-60 วินาที จึงได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ของกาแฟโรบัสต้าคั่วบดผสมชนิดซองอัตราส่วนกาแฟต่อน้ำตาลเป็น 50 ต่อ 50 โดยสัดส่วนน้ำตาลมีน้ำตาลทรายแดงต่อน้ำตาลทรายขาวเป็น 75:25 มีวิธีการชงที่สะดวก คือ ซองบรรจุกาแฟสามารถชงได้ทันที โดยชงที่เวลา 30-60 วินาที จะได้รสชาติของกาแฟที่ดีเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับ

1. อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์
2. การออกแบบภาชนะบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับเก็บรักษาผลิตภัณฑ์
3. การปรับสูตรโดยใส่วัตถุดิบตัวอื่นเข้ามาผสมแทนน้ำตาลหรือเพิ่มเติมจากน้ำตาลหรือเปลี่ยนพันธุ์กาแฟที่จะทำการศึกษาจากพันธุ์โรบัสต้าเป็นพันธุ์อาราบิก้า เป็นต้น
4. การใช้แผนการทดลองอื่นนอกจาก Mixture Design เพื่อหาสูตรที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้