

## คุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดกาแฟโรบัสต้า ก่อนคั่วและหลังคั่ว

Physical property of Robusta green coffee beans

before and after roasting.

**พีระพงศ์ กัทลี<sup>1</sup>** และ เชาว์ อินทร์ประสิทธิ์<sup>1</sup>

**PEERAPONG KATTALEE<sup>1</sup>** and CHOUW INPRASIT<sup>1</sup>

### บทคัดย่อ

การคั่วเมล็ดกาแฟ เป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญกับวัตถุดิบเมล็ดกาแฟ เนื่องจากการคั่วโดยทั่วไป จะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและการสูญเสียกลิ่นของเมล็ดกาแฟ ในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของเมล็ดกาแฟก่อนคั่วและหลังคั่ว และศึกษาการคั่วเมล็ดกาแฟเพื่อหาสภาวะ การคั่วเบื้องต้น เพื่อที่จะนำไปสู่การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยการทดลองพบว่าผลโดยรวมของความ กว้าง, ยาว, หนา, เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (Geometric Mean Diameter) และ พื้นที่ผิว เพิ่มขึ้น และในส่วนของ ความชื้น น้ำหนักเมล็ด และความหนาแน่นรวม มีค่าลดลงตามระดับของการคั่ว ในส่วนนี้ยังมีการทดลองคั่วเมล็ดกาแฟเบื้องต้นเพื่อให้ได้วัตถุดิบที่ใกล้เคียงกับวัตถุดิบมาตรฐาน (กาแฟลุงเหนือ) จึงได้สภาวะการคั่วทั้งสามระดับ โดยการปรับความร้อนและควบคุมเวลาซึ่งสังเกตจากคุณภาพ สีของเมล็ดที่ได้จากการคั่ว คือ คั่วอ่อน, คั่วกลาง และ คั่วเข้ม ที่อุณหภูมิเมล็ดกาแฟ 179.6 องศาเซลเซียส, 15 นาที, 198.4 องศาเซลเซียส, 12 นาที และ 217.7 องศาเซลเซียส, 10 นาที ตามลำดับ แล้วนำมาหาคุณภาพเปรียบเทียบเพื่อการยอมรับของทั้งสองวัตถุดิบ ซึ่งผู้บริโภคมีแนวโน้มที่จะยอมรับในวัตถุดิบมาตรฐานตามท้องตลาดมากกว่าวัตถุดิบที่ได้จากการทดลอง

**คำสำคัญ :** การคั่วเมล็ดกาแฟ, สมบัติทางกายภาพ, สภาวะการคั่ว

### Abstract

The coffee roasting process is the important Processing step for raw coffee beans. Coffee roasting process caused the loss of the smell of coffee beans and change in physical properties. The objective of this research was to determine the physical properties of coffee beans before and after roasting and to determine the preliminary roasting conditions that satisfy the consumers. It was found that the physical properties including width, length, thickness, Geometric Mean Diameter (GMD) and surface area was increased with increasing the level of roasting. However. The moisture content, seed weight and bulk density decreased. In a preliminary experiment, a coffee bean was roasted to have its properties as close as the original material quality. Three conditions of roasting were adjusted for roasting temperature and time by observing the color of coffee beans. The conditions were of, light roasted, medium roasted and dark roasted were 179.6 degrees Celsius for 15 min, 198.4 degrees Celsius for 12 min and 217.7 degrees Celsius for 10 min, respectively. The consumer preferred the commercial roasted coffee beans more than experiment roasted coffee beans

**Keyword:** The roasted coffee beans, Physical properties, roasting condition

<sup>1</sup> ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.นครปฐม 73140

Department of Food Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom, 73140

## คำนำ

กาแฟเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Rubiaceae family ซึ่งมีอยู่ 2 สายพันธุ์ (species) ที่มีความสำคัญทางการค้า คือ *C. arabica* และ *C. canephora* โดย *C. arabica* จะรู้จักในชื่อ อะราบิก้า และ *C. canephora* จะรู้จักกันในชื่อของ โรบัสต้า สำหรับกระบวนการผลิตกาแฟจะเริ่มจากการนำเมล็ดมาทำความสะอาด กะเทาะเปลือก คั่ว บด บรรจุ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้มีส่วนทำให้องค์ประกอบทางเคมีของกาแฟมีความแตกต่างกัน (จิรสวัสดิ์, 2546)

กระบวนการคั่ว (roasting) เป็นขั้นตอนในการผลิตกาแฟสำเร็จรูป โดยในขั้นตอนนี้จะเกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่เรียกว่า pyrolytic reaction ในเซลล์ของเมล็ดกาแฟเป็นผลให้ผนังเซลล์มีความหนาขึ้น และมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีเกิดขึ้น ในขั้นตอนนี้จะทำให้ปริมาณน้ำตาลและโปรตีนลดลงอย่างมากเนื่องจาก เกิดปฏิกิริยาควบแน่นระหว่าง หมู่คาโบนิล ของน้ำตาล และหมู่อะมิโน ของโปรตีน ทำให้เกิดสารตัวกลางไม่คงตัวและสลายตัวกลายเป็นสารโมเลกุลเล็ก จำนวนมาก ที่่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา จากนั้น สารโมเลกุลเล็กที่่องไวเหล่านี้ก็จะเกิดปฏิกิริยา polymerization พร้อมทั้งปลดปล่อย คาร์บอนไดออกไซด์ และ สารระเหยง่ายออกมาเป็นจำนวนมาก โดย โพลีเมอร์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยา polymerization นี้จะเรียกว่า melanoidins ซึ่งเป็นสารที่มีโมเลกุล ขนาดใหญ่ มีสีน้ำตาล และมี ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ โดยสารชนิดนี้จะทำหน้าที่เป็น pigment ทำให้เกิดสีในกาแฟ นอกจากนี้ปฏิกิริยา pyrolytic reaction ที่เกิดขึ้นยังทำให้เกิด การสลายตัวของ กรดคลอโรเจนิก ได้สารโมเลกุลเล็ก ระเหยง่าย ที่มีกลิ่นหอม เป็นที่มาของกลิ่นในกาแฟ (สุนทร, 2549)

คุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดกาแฟ ก็เป็นอีกปัจจัย ที่มีการเปลี่ยนแปลงหลังการคั่ว ทั้งในส่วนของขนาด เมล็ด, น้ำหนักเมล็ด, และ ค่าความชื้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะส่งผลต่อขนาดของบรรจุภัณฑ์ การขนส่ง และอายุการเก็บรักษา งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดกาแฟก่อนคั่วและหลังคั่ว และศึกษากระบวนการคั่วเมล็ดกาแฟเพื่อหาสภาวะ การคั่วเบื้องต้น เพื่อที่จะนำไปสู่การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

## อุปกรณ์และวิธีการ

### 1. วัตถุประสงค์

ชื่อเมล็ดกาแฟโรบัสต้า (*C. canephora*) เมล็ดกาแฟดิบ กิโลกรัมละ 85 บาท และเมล็ดกาแฟที่คั่วแล้วทั้งสามระดับ(คั่วอ่อน, กลาง และเข้ม) โดยสีของเมล็ดทั้งสามระดับนี้ จะถูกใช้เป็นสีมาตรฐานในการทดลอง กิโลกรัมละ 233 บาท จาก ตำบลนาสัก อำเภอสวี จังหวัดชุมพร “กาแฟลุงเหนือ” โดยเก็บรักษาเมล็ดกาแฟ ในถุงพลาสติก ขนาด 9x12 นิ้ว ในปริมาณถุงละ 1 กิโลกรัม และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส



Fig. 1 (A) Green coffee beans Robusta. (B) Coffee beans roasted three levels.

### สัญลักษณ์เฉพาะ

$M_c$ = ความชื้นฐานเปียก (%w.b) (Moisture content)	$a$ = ด้านที่ยาวตั้งฉากกับ $b$ (cm)
$\rho_b$ = ความหนาแน่นรวม ( $g/cm^3$ ) (Bulk density)	$b$ = ด้านที่ยาวที่สุดของเมล็ด (cm)
$\rho_s$ = ความหนาแน่นเนื้อ ( $g/cm^3$ ) (True density)	$c$ = ด้านที่ตั้งฉากกับ $a$ และ $b$ (cm)
$\phi$ = ความเป็นทรงกลม (Sphericity)	$D_g$ = เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (cm)
$M_s$ = มวลรวมของเมล็ด (g)	$S$ = พื้นที่ผิว ( $cm^2$ ) (surface area)
$V_s$ = ปริมาตรเมล็ด ( $cm^3$ ) (volume of seed)	$V_b$ = ปริมาตรของภาชนะบรรจุ (ml)
$M_a$ = น้ำหนักเมล็ดกาแฟก่อนอบ (g)	$M_b$ = น้ำหนักเมล็ดกาแฟหลังอบ (g)

## 2. เครื่องมือและวิธีวิเคราะห์

2.1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ (physical properties) ของเมล็ดกาแฟ โดยนำเมล็ดกาแฟมาหาค่าความชื้น โดยการเอาไปอบที่อุณหภูมิ  $105^\circ C$  เวลา 1 วัน บันทึกน้ำหนักก่อนและหลังอบ (ปานมนัสและคณะ, 2538) แล้วหาความชื้นจากสมการที่ 1

$$M_c = \frac{(M_a - M_b) * 100}{M_a} \quad (1)$$

จากนั้นหาขนาด ความกว้าง ( $a$ ), ยาว ( $b$ ) และ สูง ( $c$ ) โดยการวัดด้วย เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ (Kovet Japan) เพื่อนำไปคำนวณค่าต่าง ๆ ดังนี้

- หาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต หรือ Geometric Mean Diameter (GMD) (Mohsenin, 1986) โดยหาได้จากค่าความกว้าง ( $a$ ) ความยาว ( $b$ ) ความสูง ( $c$ ) ของเมล็ดคูณกันแล้ว ยกกำลังด้วย  $1/3$  ดังในสมการที่ 2

$$D_g = (a b c)^{1/3} \quad (2)$$

- หาค่าความเป็นทรงกลม (Sphericity) โดยหาได้จากค่า GMD หารด้วยค่าความยาว ( $b$ ) ดังในสมการที่ 3

$$\phi = D_g / b \quad (3)$$

- หาปริมาตรเมล็ด (Volume) (Edward, 1997) โดยหาได้จากการนำค่าความกว้าง ( $a$ ) ความยาว ( $b$ ) ความสูง ( $c$ ) มาคิดดังในสมการที่ 4

$$V_s = [(\pi a c) b^2] / 6 [2b - (a c)^{1/2}] \quad (4)$$

- หาพื้นที่ผิว (Surface area) โดยหาได้จากการนำค่า GMD มายกกำลัง 2 แล้วคูณด้วย  $\pi$  ดังในสมการที่ 5

$$S = \pi(D_g)^2 \quad (5)$$

- ความหนาแน่นรวม (Bulk Density) โดยการหาปริมาตรของภาชนะ จากนั้นบรรจุเมล็ดกาแฟลงในภาชนะดังกล่าวจนเต็มภาชนะ ซึ่งหาค่ามวลเมล็ดกาแฟ นำค่าที่ได้ไปหาในสมการที่ 6

$$\rho_b = M_s / V_b \quad (6)$$

- ความหนาแน่นเนื้อ (True Density) โดยหาได้จากการคำนวณ โดยใช้สมการที่ 7

$$\rho_s = M_{\text{เมล็ด}} / V_s \quad (7)$$

**2.2 การศึกษาหาสภาวะที่ใช้ในการคั่วเมล็ดกาแฟ** ในการทดลองเบื้องต้น ของการหาสภาวะ การคั่วเมล็ดกาแฟ จะใช้การเปรียบเทียบสีของเมล็ดกาแฟโดยใช้เมล็ดกาแฟตามท้องตลาด “กาแฟลุงเหนือ”เป็นมาตรฐาน แล้วคั่วเมล็ดกาแฟโดยคั่วในหม้อstainless จนได้สีที่ใกล้เคียงกับวัตถุดิบมาตรฐานโดยใช้ spectrophotometer(BYK Gardner USA)ในการวัดและเปรียบเทียบ จากนั้นบันทึกสภาวะของการคั่วเมล็ดกาแฟ โดยการจับเวลาสุดท้าย ที่สีของเมล็ดกาแฟ เริ่มใกล้เคียงกับสีเมล็ดกาแฟมาตรฐานมากที่สุด ตรวจสอบอุณหภูมิเบื้องต้นด้วย Infrared Thermometer(thermotrace 15005) จากนั้นรีบตักเมล็ดกาแฟ ลงในกระบอกสุญญากาศจนเต็ม ปิดฝาที่เจาะรูตรงกลางให้สนิท แล้วนำ Probe Thermometer(TTX100 GERMANY) วัดที่ตรงกลางของกระบอกสุญญากาศ แล้วบันทึกผลการทดลอง ซึ่งใช้อุปกรณ์ในการทดลองเบื้องต้น ดังภาพที่ 2

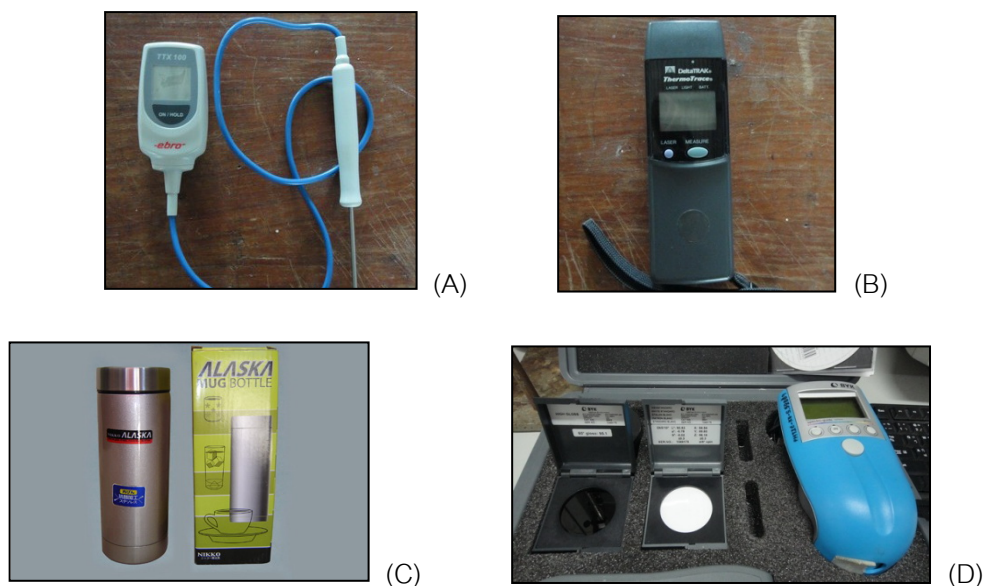


Fig. 2 (A) Probe Thermometer (B) Infrared Thermometer (C) Vacuum Bottle (D) Spectrophotometer

**2.3 การศึกษาการยอมรับกาแฟคั่ว** จากปัจจัยที่ศึกษาคือ กลิ่น (Aroma) และรสชาติ (Flavor) จะทำการศึกษาโดยใช้วิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยทั่วไป จะใช้วิธีการทดสอบด้วยการดื่มน้ำกาแฟ ดมกลิ่น และชิมรสชาติของกาแฟร้อน (กาแฟดำ) โดยกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคเป็นพนักงาน ผู้จัดการฝ่ายพัฒนาผลิตภัณฑ์ของบริษัทที่เหวิน ฟู้ด จำกัด และบริษัท จิงหลง จำกัด จำนวน 28 คน และผู้จัดการฝ่ายพัฒนาผลิตภัณฑ์กับเจ้าของบริษัท กรีนวัน ฟู้ด จำกัด 2 คน โดยการทดสอบการยอมรับจะเป็นแบบ CLT (Central location test) ซึ่งข้อดีของการทดสอบใน CLT คือสามารถเรียกและคัดเลือกผู้ทดสอบได้เป็นจำนวนมาก และได้ผู้บริโภคจริง มาทดสอบผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ การแสดงผลทดสอบใช้วิธีการให้คะแนนความชอบที่มีต่อกาแฟร้อน แบบ hedonic scale ที่มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1 ถึง 9 โดย 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด (ไพโรจน์ ,2545) โดยมีวิธีการในการทดสอบดังนี้ เตรียมวัตถุดิบ ที่คั่วแล้วทั้งหมด 6 ตัวอย่าง บรรจุในภาชนะที่มิดชิด จากนั้น ในการ ทดสอบ ต่อ 1 คนต่อ1 ครั้ง จะใช้เมล็ดกาแฟจาก 6 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 10 กรัม ในการบดเมล็ดกาแฟประมาณ 10 กรัมใช้เวลาประมาณ 10 วินาที จนได้เป็นผงกาแฟหยาบ จากนั้นเทผงกาแฟลงในกระดาษกรอง แล้วเทน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส180 มิลลิลิตร จนได้เป็นกาแฟดำร้อน จากนั้นจึงเริ่มทำการ ชิมและบันทึกผลความพึงพอใจในกลิ่น และ รสชาติ

## ผลการทดลองและวิจารณ์

## 1. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดกาแฟ

1.1 ผลการศึกษา คุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดกาแฟดิบ สายพันธุ์ โรบัสต้า โดยศึกษาผลของความชื้น, น้ำหนักเมล็ดกาแฟดิบ 100 เมล็ด, ความกว้าง, ความยาว, ความหนา, ปริมาตรเมล็ด, ความหนาแน่นเนื้อ, ความหนาแน่นรวม, เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต, พื้นที่ผิว และความเป็นทรงกลม ซึ่ง No. of Observation คือ จำนวนการทำซ้ำ และ Unit of Measurement คือ หน่วยของผลที่ศึกษา แสดงดังตารางที่ 1

Table 1. The physical properties of Robusta green coffee beans.

Physical properties	Unit of Measurement	Robusta Coffee		
		Max	Min	Average
Moisture	%	19.1	18.5	18.700±0.22
Weight	g	13.589	13.362	13.502±0.19
Width	cm	0.890	0.600	0.727±0.31
Length	cm	1.110	0.830	0.947±0.38
Thickness	cm	0.480	0.380	0.433±0.20
Volume	cm <sup>3</sup>	0.158	0.078	0.111±0.12
True Density	g/ml	0.985	0.913	0.928±0.34
Bulk Density	g/ml	0.727	0.719	0.723±0.25
GMD	cm	0.756	0.603	0.670±0.16
Surface area	cm <sup>2</sup>	1.796	1.144	1.413±0.19
Sphericity	%	79.6	63.5	70.90±0.13

จากการทดลองพบว่าเมื่อนำเมล็ดกาแฟดิบสายพันธุ์ โรบัสต้ามาศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ จะมีความชื้นเฉลี่ยอยู่ที่  $18.7 \pm 0.22\%$  โดยหาความชื้นจากสมการที่ 1 ทำการคัดเมล็ดที่สมบูรณ์ไม่มีการเจาะของมอดกาแฟ คัดมาจำนวน 100 เมล็ด พบว่ามีน้ำหนักรวม  $13.502 \pm 0.19$  กรัม จากนั้นใช้ เวอร์เนียคาลิเปอร์ วัด ความกว้าง ความยาว ความหนาของเมล็ดกาแฟพบว่ามีขนาดเฉลี่ยคือ  $0.727 \pm 0.31$   $0.947 \pm 0.38$  และ  $0.433 \pm 0.20$  เซนติเมตร ตามลำดับ จากนั้นใช้คานวณหาค่า ตามสมการที่ 2 เพื่อหาค่า เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (GMD) ได้เป็น  $0.67 \pm 0.16$  เซนติเมตร แล้วนำค่า GMD ไปหาค่าความเป็นทรงกลม (Sphericity) ดังสมการที่ 3 คือ  $70.9 \pm 0.13\%$  จากนั้นใช้สมการที่ 4 5 6 และ 7 หาค่า ปริมาตรเมล็ด พื้นที่ผิว ความหนาแน่นรวม และความหนาแน่นเนื้อ คือ  $0.11 \pm 0.12$  ลูกบาศก์เซนติเมตร  $1.41 \pm 0.19$  ตารางเซนติเมตร  $0.72 \pm 0.25$  กรัมต่อมิลลิลิตร และ  $0.928 \pm 0.34$  กรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ

## 1.2 ผลการศึกษา คุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดกาแฟคั่วทั้งสามระดับ โดยได้ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพที่เหมือนกับเมล็ดกาแฟดิบแสดงดังตารางที่ 2

Table 2. The physical properties of Robusta coffee beans at different degree of roasting.

Physical properties	Unit of Measurement	Degree of roasting		
		Light roasting	Medium roasting	Dark roasting
Moisture	%	5.12	4.21	4.10
Weight	g	12.880	11.070	10.830
Width	cm	0.767	0.775	0.885
Length	cm	0.951	1.027	1.132
Thickness	cm	0.465	0.476	0.538
Volume	cm <sup>3</sup>	7.100	7.100	9.750
True Density	g/ml	0.999	0.934	0.674
Bulk Density	g/ml	0.507	0.427	0.305
GMD	cm	0.716	0.725	0.805
Surface area	cm <sup>2</sup>	1.613	1.653	2.049
Sphericity	%	75.5	72.7	71.2

จากการทดลองพบว่าเมื่อทำการคั่วเมล็ดกาแฟ ค่าความชื้นของเมล็ดกาแฟจะลดลงตามลำดับของการคั่ว คือคั่วอ่อน, คั่วกลาง และ คั่วเข้มที่ความชื้น 5.12 %, 4.21 % และ 4.10 % และเมื่อวัดน้ำหนักของเมล็ดกาแฟทั้งสามระดับ ค่าน้ำหนักของเมล็ดกาแฟจะลดลงตามระดับของการคั่วคือ คั่วอ่อนที่ 12.88 กรัม, คั่วกลางที่ 11.07 กรัม และ คั่วเข้มที่ 10.83 กรัม นั่นคือเมื่อค่าของความชื้นลดลง ปริมาณของน้ำหนักเมล็ดกาแฟก็จะลดลงตามไปด้วย ในด้านของความหนาแน่นรวม (Bulk Density) และความหนาแน่นเนื้อ (True Density) จะมีค่าลดลงจากเมล็ดกาแฟดิบและมีค่าลดลงตามระดับของการคั่ว ซึ่งจากค่าความหนาแน่นเนื้อที่ลดลง ก็จะส่งผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดกาแฟคั่วคือ จะมีลักษณะเมล็ดที่ กรอบ, เปราะและ แตกหักง่าย และในอีกลักษณะของขนาดเมล็ดโดยสังเกตจากข้อมูลของ ความกว้าง ความยาว ความหนา ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต และ ค่าพื้นที่ผิว พบว่าเมล็ดกาแฟที่ผ่านกระบวนการคั่วจะมีการเพิ่มขนาดของเมล็ดทั้งสามระดับของการคั่ว

## 2. ศึกษาสภาวะที่ใช้ในการคั่วเมล็ดกาแฟ

จากการศึกษาหาสภาวะเบื้องต้นที่ใช้ในการคั่วเมล็ดกาแฟ โดยการเปรียบเทียบสี ของเมล็ดกาแฟมาตรฐานตามท้องตลาด กับ เมล็ดกาแฟคั่วที่ได้จากการทดลองได้ผลดังภาพที่ 3

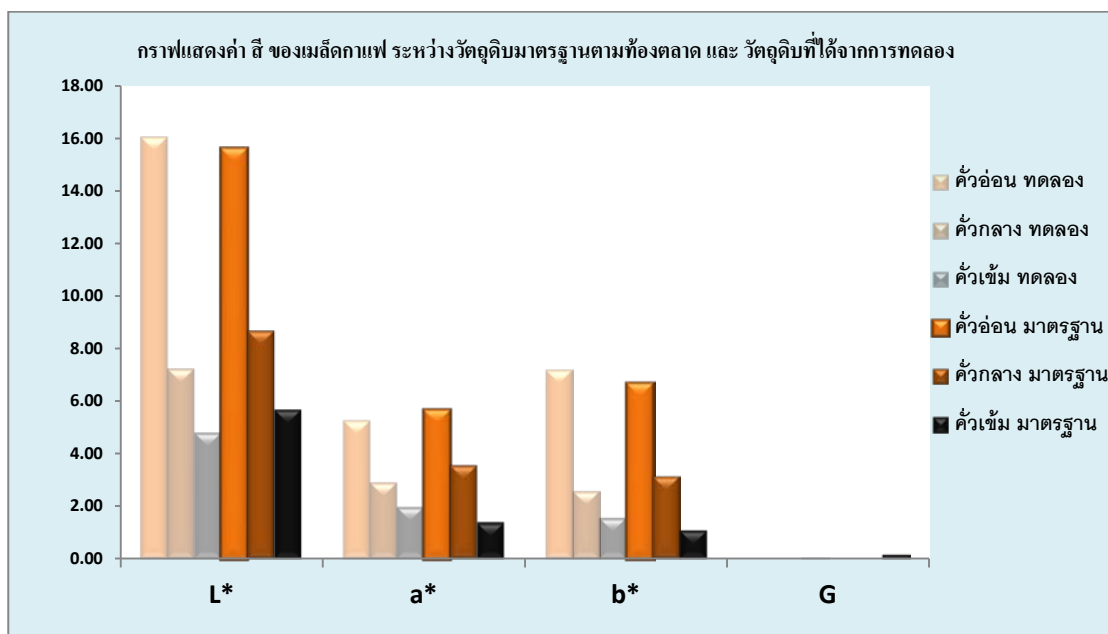


Fig. 3 The comparison of the CIE system of color measurement of experiment roasted coffee beans and commercial beans.

จากภาพที่ 3 เป็นการแสดงค่าสี ที่ได้จากการคั่วของวัตถุดิบมาตรฐาน กับ วัตถุดิบจากการทดลอง โดยกำหนดให้ L\* เป็นค่าความสว่าง มีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 100 a\* ค่าบวกรวมความเป็นสีแดงสูง ค่าลบจะเป็นสีเขียวสูง ตามลำดับ b\* ค่าบวกรวมความเป็นสีเหลืองสูง ค่าลบจะเป็นสีน้ำเงินสูง และ G เป็นค่าความมันวาว จากกราฟข้างต้น ค่าสีที่ได้จากการคั่วทั้งสามระดับของวัตถุดิบจากการทดลอง มีค่าที่ใกล้เคียงกับสีของวัตถุดิบมาตรฐาน และได้สภาวะของการคั่วของวัตถุดิบที่ได้จากการทดลอง ที่มีสี ที่ใกล้เคียงกับวัตถุดิบมาตรฐาน จึงได้สภาวะการคั่วอ่อน, คั่วกลาง และคั่วเข้ม ที่อุณหภูมิ 179.6, 198.4 และ 217.7 องศาเซลเซียส ใช้เวลาคั่ว 15, 12 และ 10 นาที ตามลำดับ

### 3.ศึกษาการยอมรับกาแฟคั่ว

Table 3. The average sensory score of the consumer for roasted Robusta. Commercial roaster beans (LN) and experiment roasted beans (PP) by the scoring criteria of Hedonic scale.

Factor	Degree of roast					
	Light roast		Medium roast		Dark roast	
	LN1	PP1	LN2	PP2	LN3	PP3
Color	7.63	7.31	8.52	6.55	8.19	7.17
Aroma	8.04	6.18	8.47	6.51	8.05	6.38
Flavor	7.15	3.47	8.72	3.74	7.16	3.91
Average	7.61	5.65	8.57	5.60	7.80	5.82

จากการทดลองพบว่า ในการทำ Sensory test ของตัวอย่างทั้งสอง โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน แบบ Hedonic scale โดยตัวอย่างของวัตถุดิบมาตรฐาน (LN) จะดูจากระดับการคั่วทั้งสามระดับ ซึ่งผู้บริโภคให้คะแนนของวัตถุดิบที่คั่วในระดับ คั่วกลาง สูงที่สุด และจากตัวอย่างของวัตถุดิบจากการทดลอง (PP) ผู้บริโภคให้คะแนนของวัตถุดิบที่คั่วในระดับ คั่วเข้ม สูงที่สุด ในการเปรียบเทียบเบื้องต้น การคั่วเมล็ดกาแฟของวัตถุดิบมาตรฐาน ได้รับการยอมรับจากกลุ่มผู้บริโภค มากกว่า การคั่วเมล็ดกาแฟของวัตถุดิบจากการทดลอง

## สรุปผลและเสนอแนะ

จากการหาคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดกาแฟ เบื้องต้นพบว่า เมื่อเมล็ดกาแฟผ่านกระบวนการคั่วที่ระดับต่างๆแล้วจะมีค่าของขนาดเมล็ด พื้นที่ผิว เพิ่มขึ้นตามระดับของการคั่ว และมีความชื้น น้ำหนักเมล็ด และความหนาแน่นเนื้อ ลดลงตามระดับของการคั่ว จากนั้นจึงนำมาศึกษาการยอมรับในตัววัตถุดิบ พบว่า ผู้ทดสอบยอมรับในวัตถุดิบมาตรฐานมากกว่าวัตถุดิบที่ได้จากการทดลอง เป็นผลเนื่องมาจากการคั่วเมล็ดกาแฟเบื้องต้นอาจจะยังคั่วเมล็ดกาแฟได้สุก อย่างไม่สม่ำเสมอได้ดีพอ เมื่อนำเมล็ดมาคั่ว แล้วทำการเติมน้ำ ในการชงก่อนการชิม พบว่า น้ำกาแฟมีลักษณะของสีน้ำกาแฟที่ยังเจือจาง ยังไม่เข้มเท่ากับของวัตถุดิบมาตรฐาน และผู้ทดสอบยังให้ข้อเสนอแนะว่า ในการคั่วของวัตถุดิบที่ได้จากการทดลอง กลิ่นของกาแฟคั่วใช้ได้แล้ว มีความใกล้เคียงกับวัตถุดิบมาตรฐาน แต่ในเรื่องของรสชาติยังอ่อนและเจือจางกว่า จึงควรปรับปรุงในส่วนตรงนี้ด้วย

จากงานวิจัยนี้สามารถนำข้อมูลของคุณสมบัติทางกายภาพ ข้อมูลของการคั่วเบื้องต้น และข้อมูลในการทดสอบการยอมรับ ไปพัฒนาและปรับปรุงในการออกแบบเครื่องจักร และสร้างเครื่องต้นแบบในการคั่วเมล็ดกาแฟ เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับเมล็ดกาแฟคั่ว ที่จัดจำหน่ายตามท้องตลาด

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก ศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการด้านเครื่องจักรกลเกษตรและอาหาร และคณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

## เอกสารอ้างอิง

จิรสวัสดิ์ ภูวิกรมณ.2546. “ปัจจัยการผลิตที่มีผลต่อสารให้กลิ่นและรสของกาแฟผสมแบบไทย”.วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปานมนัส ศิริสมบุญ, พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, สาทิป รัตนภาสกร.2538. สมบัติทางกายภาพและวิศวกรรมวัสดุ.

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง : หน้า 5 - 38

ไพโรจน์ วิริยจารี.2545.การประเมินทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation).ครั้งที่ 1. พิมพ์โดย คณะ

อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ . หน้า 218

สุนทร จิตเกษม. 2549. เคมีของกาแฟ (ออนไลน์). สืบค้นจาก: <http://www.vcharkarn.com/vnews/60152>.

[8 กันยายน 2553]

Edward, R. K., & Das S. K. (1997). Physical properties of millet seeds. Journal of Agricultural Engineering Research, 183-189

Mohsenin, N.N. 1986. Physical properties of plant and animal materials (end ed.). New York, NY: Gordon and Breach Science Publishers.