

การผลิตเครื่องดื่มถั่วแดง  
*Phaseolus aureus* Roxb. พงสำเริงรูป  
Production of Instant Red Beans  
*Phaseolus aureus* Roxb. Beverage Powder

ประทีน หยดย้อย  
*Pratin Hyodyoi*

ปราณี อำนเปื้อง  
*Pranee Anprung*

ABSTRACT

The best condition for roasting of red beans judged by sensory and physicochemical properties, was roasting temperature 190 °C for 15 min. This condition gave the roasted red beans with 91.76% antioxidant activity (AA) and 21.46% total soluble solid (TSS). Roasted beans from this condition were ground at particle size 250-350 micron got highest score for sensory evaluation. To follow a physicochemical change, the roasted beans with these particle sizes were storage at various temperatures. It was obvious that temperature and storage time significantly ( $p \leq 0.05$ ) resulted the beans in less lightness, pH, anthocyanin content and antioxidant activity but higher turbidity. In the study of finding optimum extraction conditions, the grinded beans with particle size less than 150 micron, which gave highest TSS, were used. The extract from roasted beans at 85 °C for 30 min was found to be optimum condition. The extract from this condition was prepared to spray drying. At air inlet temperature 215 °C of the spray dryer gave the red beans beverage powder with both highest solubility and total acceptance score.

**Keyword:** Red beans, Antioxidant, Anthocyanin, Instant beverage.

---

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Department of Food Technology, Faculty, of Science. Chulalongkorn University.

## บทคัดย่อ

สภาวะที่ดีที่สุดสำหรับการคั่วถั่วแดง ซึ่งพิจารณาจากสมบัติทางประสาทสัมผัสและสมบัติทางเคมีกายภาพของถั่วแดงคั่วคือ อุณหภูมิ 190 °ซ. เวลา 15 นาที ภายใต้ภาวะดังกล่าว จะได้ถั่วแดงคั่วที่มีค่าแอนติออกซิแดนท์แอสคอร์บิก (AA) 91.76 % และปริมาณสารละลายน้ำได้ (TSS) 21.46 % จากนั้นนำถั่วแดงคั่วมาบด พบว่าอนุภาคที่มีขนาด 250-350 ไมครอน จะได้รับการยอมรับรวมจากผู้ทดสอบมากที่สุด เมื่อนำมาทดสอบการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บของถั่วแดงคั่วบด พบว่าอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บมีอิทธิพลร่วมต่อค่าความสว่าง pH ปริมาณ

แอนโทไซยานิน และปฏิกิริยาการต้านออกซิเดชันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) โดยจะมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บ ในขณะที่ความชื้นมีค่าเพิ่มขึ้น ในการศึกษาสภาวะในการสกัดถั่วแดงคั่ว โดยใช้ถั่วแดงคั่วขนาดอนุภาคเล็กกว่า 150 ไมครอน ซึ่งให้ TSS สูง พบว่าการต้มสกัดที่อุณหภูมิ 85 °ซ. เวลา 30 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสม เมื่อนำสารละลายที่สกัดไปทำแห้งแบบพ่นกระจาย พบว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิลมขาเข้าของเครื่องที่ 215 °ซ. ได้เครื่องดื่มถั่วแดงคั่วที่มีทั้งความสามารถในการละลายสูงสุดและมีคะแนนการยอมรับรวมสูงด้วย

## คำนำ

ถั่วแดงเป็นพืชตระกูลถั่วชนิดหนึ่งที่ใช้เมล็ดสำหรับบริโภคโดยตรงในรูปแบบต่างๆ และมีคุณค่าทางอาหารสูง ปัจจุบันการใช้ประโยชน์ยังจำกัดอยู่ในวงแคบกว่าพืชตระกูลถั่วชนิดอื่น แต่มีศักยภาพที่จะผลิตเป็นการค้าได้ โดยเฉพาะในประเทศที่ใช้ถั่วเป็นอาหาร เช่น ประเทศกลุ่มอาหรับ (นาค, 2521) ปัจจุบันผู้บริโภคนิยมดื่มกาแฟกันอย่างกว้างขวาง แต่มีข้อเสียคือในกาแฟมีสารคาเฟอีน ซึ่งมีผลต่อร่างกายมนุษย์ โดยจะกระตุ้นการทำงานของหัวใจและไตให้เร็วขึ้น อาจทำให้ปวดศีรษะได้เนื่องจากความดันของโลหิตสูงขึ้น และเกิดความอ่อนเพลียเนื่องจากมีการขับปัสสาวะมากเกินไป ดังนั้นแนวโน้มของผู้บริโภคที่หันมาบริโภคเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจึงมีมากขึ้น

มีการศึกษาว่าองค์ประกอบหลักในเมล็ดถั่วมีความใกล้เคียงกับเมล็ดกาแฟ แม้จะแตกต่างกันรายละเอียดปลีกย่อยก็ตาม ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงสารประกอบในถั่วแดงจากการคั่วเมล็ดถั่วจะก่อให้เกิดสารประกอบให้กลิ่นรสหลายตัวคล้ายคลึงกัน แต่ข้อได้เปรียบของถั่วแดงคือไม่มีสารคาเฟอีน นอกจากนี้เปลือกหุ้มเมล็ดสีแดงเข้มยังมีรงควัตถุคือแอนโทไซยานิน ซึ่งมีฤทธิ์เป็นสารต้านออกซิเดชันในธรรมชาติ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดลองผลิตเครื่องดื่มจากถั่วแดงในลักษณะเครื่องดื่มสำเร็จรูป เพื่อเป็นการขยายแนวทางการใช้ประโยชน์จากถั่วแดงให้กว้างขึ้น รวมทั้งเพื่อเพิ่มทางเลือก แก่ผู้นิยมดื่มกาแฟ

## อุปกรณ์และวิธีการ

### 1. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ

นำเมล็ดถั่วแดงมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเถ้า ตามวิธีของ AOAC (1995) หาปริมาณแอนโทไซยานิน ตามวิธีของ Fuleki และ Francis (1968) ; Sarma และคณะ (1997) และ TSS ตามวิธีของ AOAC (1995)

### 2. หากกระบวนการผลิตที่เหมาะสมสำหรับเครื่องดื่มสำเร็จรูปจากถั่วแดง

#### 2.1 วิเคราะห์สภาวะการผลิตถั่วแดงบด

##### 2.1.1 เลือกสภาวะในการคั่วถั่วแดง

นำเมล็ดถั่วแดงไปคั่ว โดยกำหนดตัวแปร คืออุณหภูมิและเวลาที่ใช้คั่ว โดยแปรอุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 190 200 และ 210 °ซ. แปรเวลาที่ใช้คั่วเป็น 3 ระดับ คือ 10 15 และ 20 นาที เมื่อครบตามกำหนดเวลานำมาผ่านลมเย็น แล้วตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ และเคมีรวมทั้งคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วแดงคั่วบด

### 2.1.2 หาขนาดอนุภาคของถั่วแดงคั่วบด

นำเมล็ดถั่วแดงคั่วที่คัดเลือกสภาวะจาก

2.1.1 มาบดด้วยเครื่อง stone mill โดยกำหนดขนาดอนุภาค 3 ขนาด คือ เล็กกว่า 150 ไมครอน 150 - 250 ไมครอน และ 250 - 350 ไมครอน ตรวจสอบ TSS ตามวิธีของ AOAC (1995) วัดความขุ่นของผลิตภัณฑ์หลังขงละลายน้ำ ตามวิธีของ Kim และคณะ (1998) และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ

2.1.3 ติดตามการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บของถั่วแดงคั่วบด

นำผงถั่วแดงคั่วบดจาก 2.1.2 ที่ได้คะแนนการยอมรับสูงสุด มาเก็บในถุง laminate โดยบรรจุแบบสภาพบรรยากาศ และสภาพสุญญากาศ นำไปเก็บที่อุณหภูมิ 4 25 35 และ 45 °ซ. จากนั้นติดตามการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีทุกๆ 15 วัน

## 2.2 ทดลองผลิตเครื่องดื่มถั่วแดงผงสำเร็จรูป

2.2.1 หาสภาวะในการสกัดสารที่ละลายน้ำได้จากถั่วแดงคั่วบด

นำเมล็ดถั่วแดงคั่วบดที่ให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดสูงสุดจาก 2.1.2 มาต้มสกัดด้วยน้ำโดยใช้ถั่วแดงคั่วบดและน้ำในสัดส่วน 1 : 20 ควบคุ

อุณหภูมิต้มสกัดจนตลอดเวลา โดยใช้ใบกวนตีตมอเตอร์ ตั้งความเร็ว 300 รอบต่อนาที แปรอุณหภูมิที่ใช้สกัด 3 ระดับ คือ 75 85 และ 95 °ซ. เวลาต้มสกัด 30 45 และ 60 นาที เมื่อครบตามกำหนดเวลา นำมาทำให้เย็นทันที จากนั้นนำน้ำที่ต้มสกัดได้กรองผ่านกระดาษกรอง แล้วนำไปประเมินคุณลักษณะต่างๆ

### 2.2.2 หาสภาวะในการทำแห้ง

นำน้ำสกัดจากถั่วแดงคั่วบด ซึ่งผ่านการคัดเลือกจาก 2.2.1 ไปทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นกระจายใช้หัวฉีดแบบ nozzle atomizer แรงดันที่หัวฉีด 5 บาร์ กำหนดอุณหภูมิขาออกอยู่ในช่วง 70 - 85 °ซ. แปรอุณหภูมิลมเข้า chamber เป็น 175 195 และ 215 °ซ. บรรจุผลิตภัณฑ์ใส่ถุง laminate (PE/aluminium foil/PE) นำไปปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกแบบสุญญากาศทันที เพื่อเก็บตัวอย่างไว้วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและเคมี รวมทั้งคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มผงสำเร็จรูป

2.2.3 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเครื่องดื่มถั่วแดงผงสำเร็จรูป

นำผงถั่วแดงที่คัดเลือกสภาวะจาก 2.2.2 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยวิเคราะห์ปริมาณ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า ตามวิธีของ AOAC (1995)

## ผลและวิจารณ์

### 1. องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดถั่วแดง

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่าเมล็ดถั่วแดงที่ศึกษามีความชื้น 9.04 % โปรตีน 29.50 % ไขมัน 1.73 % คาร์โบไฮเดรต 56.44 % เถ้า 3.29 % และ แอนโทไซยานิน 1.12 มิลลิกรัม/100 กรัม

### 2. การศึกษาการผลิตเครื่องดื่มถั่วแดงคั่วบด

#### 2.1 ศึกษาสภาวะในการคั่วถั่วแดง

เมื่อนำเมล็ดถั่วคั่วมาบด พบว่าผงที่ได้มีสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเข้ม จากการวิเคราะห์ค่าสีของถั่วแดงหลังบด (Table 1) พบว่าอุณหภูมิและเวลาที่ใช้คั่วมีอิทธิพลร่วมต่อค่าสี (L, a, b) อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

โดยเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและเวลาที่ใช้คั่วจะทำให้ค่าความสว่าง (L) ลดลง ทั้งนี้อาจเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลใน 2 รูปแบบคือ ปฏิกิริยาคาลาเมลไลเซชันของน้ำตาลเมื่อได้รับความร้อนถึงจุดหลอมเหลวคือ 130 °ซ. โดยการใช้ความร้อนสูงทำให้พันธะไกลโคซิดิกถูกทำลายโมเลกุลของน้ำตาลจึงสลาย จากนั้นเกิดพันธะใหม่ขึ้น ทำให้เกิดโพลีเมอร์สีน้ำตาลของสารประกอบคาร์บอน ได้เป็นสารสีน้ำตาล (Shallenberger, 1974) ปฏิกิริยาอีกแบบคือ ปฏิกิริยาเมลลาร์ด ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาควบแน่นของน้ำตาลอัลโดสกับหมู่อะมิโนของโปรตีน

**Table 1.** Color (L, a, b) of red beans under various roasting conditions.

Roasting conditions		Color of roasted beans		
Temperature (°C)	Time (mins)	L	a	b
190	10	55.38 <sup>a</sup> ± 0.08	+5.98 <sup>bc</sup> ± 0.23	+21.46 <sup>a</sup> ± 0.21
	15	53.53 <sup>ab</sup> ± 0.16	+6.12 <sup>b</sup> ± 0.23	+20.78 <sup>ab</sup> ± 0.99
	20	47.91 <sup>c</sup> ± 0.77	+5.89 <sup>bcd</sup> ± 0.15	+20.03 <sup>bc</sup> ± 0.41
200	10	52.22 <sup>b</sup> ± 1.69	+5.42 <sup>de</sup> ± 0.02	+20.69 <sup>ab</sup> ± 0.58
	15	47.75 <sup>c</sup> ± 1.62	+5.50 <sup>cde</sup> ± 0.17	+19.42 <sup>cd</sup> ± 0.69
	20	44.49 <sup>d</sup> ± 0.30	+5.97 <sup>bc</sup> ± 0.08	+18.68 <sup>d</sup> ± 0.05
210	10	42.68 <sup>de</sup> ± 0.69	+6.06 <sup>bc</sup> ± 0.06	+18.66 <sup>d</sup> ± 0.24
	15	42.11 <sup>e</sup> ± 0.16	+6.72 <sup>a</sup> ± 0.14	+19.04 <sup>cd</sup> ± 0.31
	20	38.80 <sup>f</sup> ± 0.85	+5.18 <sup>e</sup> ± 0.52	+16.06 <sup>e</sup> ± 0.64

Means with the different letter in the column are significantly different at  $p \leq 0.05$  by DMRT.

นอกจากนี้ระดับของการคั่วมีอิทธิพลต่อความชื้น pH และ TSS อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) จาก Table 2 พบว่าปริมาณความชื้นลดลง เมื่อเพิ่มอุณหภูมิและเวลาที่ ใช้คั่ว เนื่องจากการให้ความร้อนเริ่มแรกจะทำให้โมเลกุล ของน้ำอิสระถูกขับออกจากเมล็ด และเมื่อให้ความร้อน ต่อไป โมเลกุลของน้ำที่ไม่อิสระจะถูกขับออกมาตามลำดับ

การวิเคราะห์ pH พบว่า pH มีแนวโน้มลดลงเมื่อ เพิ่มอุณหภูมิที่ใช้คั่ว ทั้งนี้เกิดขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาไฟโรไล- ซีสของคาร์โบไฮเดรต กลายเป็นกรดคาร์บอกซิลิก และ คาร์บอนไดออกไซด์กระจายอยู่ในเมล็ด จึงทำให้ pH ลดลง (Sivetz and Foote, 1963)

จากสมการที่ใช้ในการคั่วเมล็ดถั่วแดง พบว่า TSS ลดลงเมื่อเพิ่มระดับอุณหภูมิและเวลาการคั่ว ซึ่งสอดคล้อง กับงานวิจัยของ Nunes และคณะ (1997) โดยระดับการ คั่วที่รุนแรงขึ้นจะทำให้สารที่ละลายน้ำได้เปลี่ยนสภาพไป ดังนั้นความสามารถในการละลายจึงลดลง นอกจากนี้ อิทธิพลของระดับอุณหภูมิและเวลาการคั่วแล้วปริมาณ TSS ยังได้รับอิทธิพลจากองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ ถ้าใช้อุณหภูมิสูงในการคั่ววัตถุดิบที่มีโปรตีนสูง จะทำให้ สกัดสารที่ละลายน้ำได้น้อยลง เนื่องจากโปรตีนภายใน เมล็ดเสียสภาพมากขึ้น (Sivetz and Foote, 1963)

**Table 2.** Physicochemical properties of red beans under various roasting conditions.

Roasting conditions		Physicochemical properties of roasted beans			
Temperature (°C)	Time (mins)	Moisture (%)	pH	TSS (%)	Turbidity <sup>ns</sup>
190	10	4.12 <sup>a</sup> ±0.25	6.27 <sup>a</sup> ± 0.08	23.23 <sup>a</sup> ± 0.11	2.3310 ± 0.00
	15	3.66 <sup>b</sup> ±0.08	6.16 <sup>b</sup> ± 0.04	21.46 <sup>b</sup> ± 0.16	2.3313 ± 0.01
	20	3.48 <sup>b</sup> ±0.04	6.05 <sup>bc</sup> ± 0.06	20.26 <sup>c</sup> ± 0.06	2.3300 ± 0.02
200	10	2.88 <sup>c</sup> ±0.02	6.11 <sup>bc</sup> ± 0.08	21.45 <sup>b</sup> ± 0.23	2.3279 ± 0.02
	15	2.68 <sup>cd</sup> ±0.05	6.11 <sup>bc</sup> ± 0.02	20.98 <sup>b</sup> ± 0.24	2.3398 ± 0.01
	20	2.57 <sup>d</sup> ±0.05	6.05 <sup>bc</sup> ± 0.04	18.36 <sup>e</sup> ± 0.23	2.3335 ± 0.01
210	10	2.66 <sup>cd</sup> ±0.08	6.05 <sup>bc</sup> ± 0.03	19.21 <sup>d</sup> ± 0.16	2.3457 ± 0.00
	15	2.49 <sup>d</sup> ±0.02	6.02 <sup>c</sup> ± 0.01	18.53 <sup>e</sup> ± 0.11	2.3287 ± 0.01
	20	2.26 <sup>e</sup> ±0.06	6.08 <sup>bc</sup> ± 0.03	17.85 <sup>e</sup> ± 0.72	2.3461 ± 0.00

Means with the different letter in the column are significantly different at  $p \leq 0.05$  by DMRT.

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงแอนโทไซยานินในค่าของปริมาณแอนโทไซยานิน (Acy) ปฏิบัติการต้านออกซิเดชัน (AA) และสัดส่วนของอัตราการเกิดออกซิเดชัน (ORR) ดังปรากฏใน Table 3 พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและเวลาที่ใช้คั่ว จะทำให้ Acy ลดลง เนื่องจากการสลายตัวจากความร้อนที่ได้รับ ทำให้แอนโทไซยานินเปลี่ยนรูปไปเป็นผลิตภัณฑ์ที่ให้สีน้ำตาล (Von Elbe and Schwartz, 1996)

เมื่อวิเคราะห์ AA และ ORR พบว่าค่าทั้งสองไม่ได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิและเวลาที่ใช้คั่ว สาเหตุที่ AA ไม่ลดลง ทั้งที่การให้ความร้อนทำให้แอนโทไซยานินซึ่งเป็น

แอนติออกซิแดนท์จากธรรมชาติสลายตัว อาจเกิดขึ้นได้ 2 กรณี คือในเมล็ดถั่วยังมีสารประกอบฟีนอลิกอื่นๆ ซึ่งมีสมบัติเป็นสารแอนติออกซิแดนท์อยู่ ดังนั้นแม้สารแอนติออกซิแดนท์ตามธรรมชาติบางส่วนสูญเสียไปขณะให้ความร้อน แต่สมบัติการเป็นแอนติออกซิแดนท์โดยรวมยังคงมีอยู่ กรณีที่สองคือ ขณะให้ความร้อนจะเกิดปฏิกิริยาคาราเมลไลเซชันและปฏิกิริยาเมลลาร์ด ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาทั้งสองนี้อาจลด หรือเสริมฤทธิ์ของแอนติออกซิแดนท์ได้ (Pokorny et al., 2001)

**Table 3.** Anthocyanin content (Acy), antioxidant activity (AA) and oxidation rate ratio (ORR) of red beans under various roasting conditions.

Roasting conditions		Anthocyanin content (mg/100g)	Antioxidant activity <sup>ns</sup> (%)	Oxidation rate ratio <sup>ns</sup>
Temperature (°C)	Time (mins)			
190	10	0.97 <sup>a</sup> ± 0.14	92.44 ± 5.12	0.0756 ± 0.05
	15	0.66 <sup>b</sup> ± 0.02	91.76 ± 5.26	0.0824 ± 0.05
	20	0.56 <sup>c</sup> ± 0.02	90.16 ± 7.07	0.0984 ± 0.07
200	10	0.33 <sup>d</sup> ± 0.01	90.90 ± 3.27	0.0910 ± 0.03
	15	0.32 <sup>d</sup> ± 0.01	87.71 ± 7.75	0.1228 ± 0.07
	20	0.30 <sup>d</sup> ± 0.02	88.94 ± 7.32	0.1105 ± 0.07
210	10	0.29 <sup>d</sup> ± 0.03	89.79 ± 8.20	0.1020 ± 0.08
	15	0.29 <sup>d</sup> ± 0.01	86.72 ± 7.50	0.1328 ± 0.07
	20	0.27 <sup>d</sup> ± 0.01	85.92 ± 8.59	0.1412 ± 0.09

Means with the different letter in the column are significantly different at  $p \leq 0.05$  by DMRT.

<sup>ns</sup> non-significant ( $p > 0.05$ )

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Figure 1) พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและเวลาที่ใช้คั่ว จะทำให้ระดับคะแนนเฉลี่ยของความเข้มข้น กลิ่นคั่ว กลิ่นผิดปกติ และรสขมเพิ่มขึ้น ส่วนกลิ่นถั่วจะมีคะแนนเฉลี่ยลดลง เนื่องจากความร้อนที่ใช้ไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ lipoxygenase ไม่ให้เข้าทำปฏิกิริยากับสายโซ่ยาวของกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Wilken et al, 1967) เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยการยอมรับรวม พบว่าแม้การเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้กลิ่นคั่วเพิ่มขึ้น แต่กลิ่นผิดปกติและรสขมจะรุนแรงขึ้นด้วยเช่นกัน มีผลให้คะแนนเฉลี่ยการยอมรับรวม

ลดลง ส่วนการใช้อุณหภูมิต่ำและเวลาคั่วสั้นๆ จะทำให้การเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่นคั่วและรสขม เกิดขึ้นน้อย ดังนั้นคะแนนเฉลี่ยการยอมรับรวมจึงน้อยกว่า เมื่อพิจารณาผลทางกายภาพและเคมี ร่วมกับการประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่าสภาวะในการคั่วที่อุณหภูมิ 190 °ซ. เวลา 15 นาที มี TSS และแอนโทไซยานินเหลืออยู่สูง และ ORR ค่อนข้างต่ำ และยังมีคะแนนการยอมรับรวมสูง ไม่แตกต่างจากสภาวะอื่นที่มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับรวมสูงสุด จึงเลือกสภาวะในการคั่วถั่วแดงคือ 190 °ซ. เวลา 15 นาที เพื่อศึกษาขนาดอนุภาคที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดต่อไป

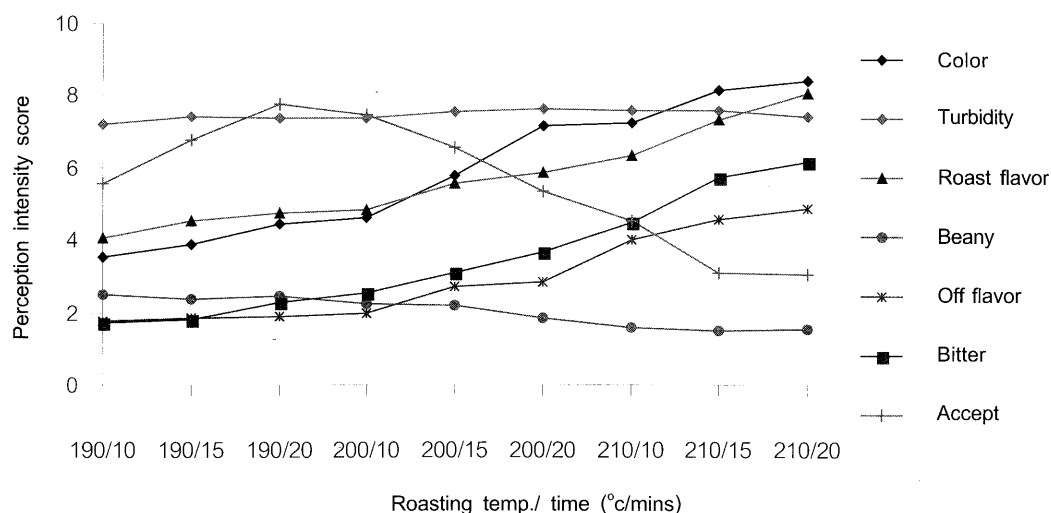


Figure 1. Sensory score of red beans under various roasting conditions.

## 2.2 การหาขนาดอนุภาคของถั่วแดงคั่วบด

การลดขนาดอนุภาคถั่วแดงคั่ว เพื่อให้ได้ขนาดอนุภาคของถั่วแดงที่เหมาะสมต่อการสกัดสารที่ละลายน้ำได้ในถั่วแดงคั่วสูงสุด รวมทั้งมีลักษณะคุณภาพโดยรวมดีที่สุด จากการวิเคราะห์ TSS แสดงใน Table 4 พบว่ามีค่าสูงขึ้นเมื่อขนาดอนุภาคเล็กลง โดยขนาดอนุภาคเล็กกว่า 150 ไมครอน จะมี TSS สูงสุด เท่ากับ 22.03 % ทั้งนี้อนุภาคนาขนาดเล็กจะใช้เวลาที่น้ำจะเข้าสู่ศูนย์กลางน้อยและมีพื้นที่ผิวในการสกัดมากกว่าอนุภาคนาใหญ่

ดังนั้นจึงสกัดได้เร็วและมี TSS สูงกว่า (Masters, 1979)

เมื่อวิเคราะห์ความขุ่นโดยการชงในน้ำร้อนตามวิธีของ Kim และคณะ (1998) จะได้เครื่องดื่มที่มีความขุ่นต่างๆ ดังแสดงใน Table 4 พบว่าความขุ่นมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดอนุภาคของผงถั่วแดงเล็กลง เมื่อนำมาชงในน้ำร้อนจะทำให้สารสกัดละลายออกมาได้มากและแขวนลอยได้ดี ความขุ่นจะมีค่าเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีปริมาณของแข็งกระจายอยู่ในระบบสูงขึ้น (Kim et al, 1998)

Table 4. Total soluble solid (TSS) and turbidity of grinded red beans.

Particle size of grinded red beans ( $\mu\text{m}$ )	TSS (%)	Turbidity
Less than 150	22.03 <sup>a</sup> $\pm$ 0.04	2.5757 <sup>a</sup> $\pm$ 0.02
150 - 250	19.61 <sup>b</sup> $\pm$ 0.22	2.2123 <sup>b</sup> $\pm$ 0.02
250 - 350	18.18 <sup>c</sup> $\pm$ 0.03	1.7643 <sup>c</sup> $\pm$ 0.05

Means with the different letter in the column are significantly different at  $p \leq 0.05$  by DMRT.

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (ไม่ได้แสดงค่า) พบว่าขนาดอนุภาคมีผลต่อคะแนนความเข้มข้น ความขุ่น และการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) โดยความเข้มข้น และความขุ่นเพิ่มขึ้น เมื่อบดเมล็ดถั่วแดง

คั่วให้มีขนาดอนุภาคเล็กลง แต่ไม่มีผลต่อกลิ่นคั่ว กลิ่นถั่ว กลิ่นผิดปกติ และรสขม ( $p > 0.05$ ) ทั้งนี้พบว่าอนุภาคนาขนาด 250 - 350 ไมครอน มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับรวมสูงที่สุด เนื่องจากเมื่อชงละลายน้ำจะได้เครื่องดื่มที่มีความขุ่นและ

ความชื้นสี น้อยกว่าอนุภาคขนาดอื่นๆ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kim และคณะ (1998) ที่พบว่า ความชื้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มขงละลายน้ำ เมื่อความชื้นมากขึ้นการยอมรับของผู้บริโภคจะลดลง

2.3 การติดตามการเปลี่ยนแปลงระหว่างกาเก็บของถั่วแดงคั่วบด

เมื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพของถั่วแดงคั่วบดขนาดอนุภาค 250 - 350 ไมครอน

บรรจุของ laminate ในสภาพบรรยากาศและสุญญากาศ แล้วเก็บที่อุณหภูมิ 4 25 35 และ 45 °ซ. เป็นเวลา 60 วัน ดังแสดงใน Table 5 พบว่าค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลืองลดลง เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลระหว่างการเก็บทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าความชื้นของเครื่องดื่มมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากการสลายตัวของสารที่เป็นองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์

Table 5. Color (L, a, b) and turbidity of roasted red beans during 0 - 60 days storage (at 4, 25, 35 and 45 °C).

Storage periods (days)	Color of roasted beans			Turbidity
	L	a	b	
0	58.36 <sup>a</sup> ± 0.28	+6.99 <sup>a</sup> ± 0.15	+22.32 <sup>a</sup> ± 0.30	1.78 <sup>d</sup> ± 0.05
15	58.04 <sup>b</sup> ± 0.33	+6.98 <sup>a</sup> ± 0.11	+22.16 <sup>ab</sup> ± 0.20	1.85 <sup>c</sup> ± 0.10
30	58.35 <sup>a</sup> ± 0.36	+6.63 <sup>b</sup> ± 0.25	+22.11 <sup>bc</sup> ± 0.29	1.91 <sup>b</sup> ± 0.10
45	57.78 <sup>c</sup> ± 0.39	+6.10 <sup>d</sup> ± 0.18	+21.91 <sup>cd</sup> ± 0.28	1.94 <sup>b</sup> ± 0.10
60	57.92 <sup>bc</sup> ± 0.46	+6.21 <sup>c</sup> ± 0.15	+21.94 <sup>d</sup> ± 0.28	2.02 <sup>a</sup> ± 0.14

Means with the different letter in the column are significantly different at  $p \leq 0.05$  by DMRT.

เมื่อพิจารณาค่า pH (Figure 2) พบว่าอุณหภูมิและระยะเวลาเก็บมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH โดยค่า pH ของผงถั่วแดงบดจะลดลงเมื่อเก็บที่อุณหภูมิสูงและระยะเวลานาน ทั้งนี้อาจเกิดกรดเพิ่มขึ้นจากการแตกตัวของสารประกอบคาร์โบไฮเดรต (Sivetz and Foote, 1963)

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของแอนโทไซยานิน

ในระยะเวลา 60 วัน แสดงใน Figure 3 พบว่ามีอิทธิพลร่วมของวิธีการบรรจุและอุณหภูมิที่เก็บ โดยแอนโทไซยานินลดลงเมื่อเก็บที่อุณหภูมิสูงและลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อบรรจุในสภาพบรรยากาศ เนื่องจากอุณหภูมิจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแอนโทไซยานิน และในสภาวะที่มีออกซิเจน แอนโทไซยานินสามารถสลายได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือถูกเหนี่ยวนำโดยสารออกซิไดซ์

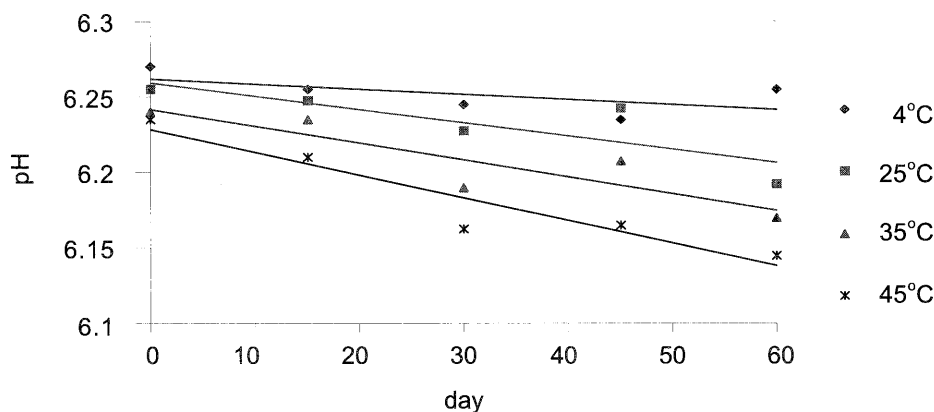


Figure 2. pH profile of roasted red beans during storage at various temperatures for 60 days.

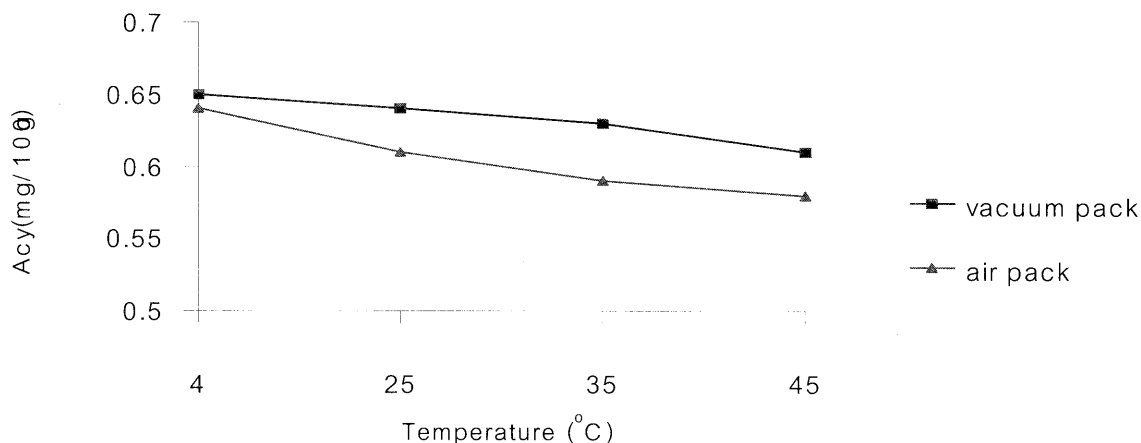


Figure 3. Changes of anthocyanin content of roasted red beans packed under vacuum and air during storage for 60 days.

การเปลี่ยนแปลงค่า AA ของผงถั่วแดงคั่วบด เวลาที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเกิดจากการสลายตัวบางส่วนของ แสดงดัง Figure 4 พบว่าได้รับอิทธิพลร่วมจากอุณหภูมิ สารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติ จึงทำให้ค่า AA ลดต่ำ และระยะเวลาเก็บ โดย AA ลดลงตามอุณหภูมิและระยะ ลงตลอดระยะเวลาเก็บ 60 วัน

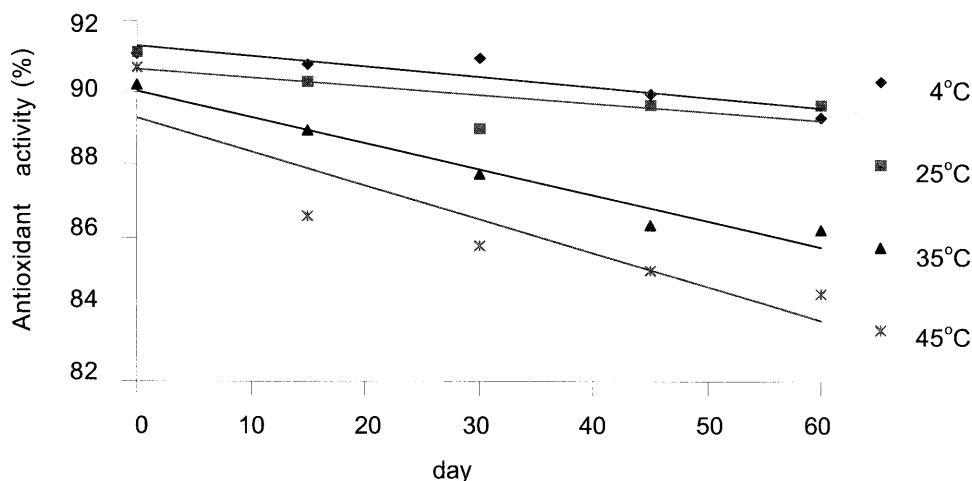


Figure 4. Changes of antioxidant activity of roasted red beans during storage at various temperatures for 60 days

### 3. การผลิตเครื่องดื่มถั่วแดงผงสำเร็จรูป

#### 3.1 หาสภาวะในการสกัดสารละลายน้ำจากถั่วแดง คั่วบด

ทดลองสกัดของแข็งที่ละลายได้ในถั่วแดงคั่วบด ขนาดอนุภาคเล็กกว่า 150 ไมครอน โดยให้เกิดความเสียหายเนื่องจากความร้อนของน้ำที่ใช้สกัดน้อยที่สุด จากการวิเคราะห์ TSS ผลแสดงใน Figure 5 พบว่าอุณหภูมิของน้ำที่ใช้สกัดมีอิทธิพลต่อ TSS อย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) โดย TSS เพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการสกัด เนื่องจากโปรตีนขนาดใหญ่ละลายออกมาอยู่ในสารละลาย

ได้มากขึ้น และโพลีแซคคาไรด์ที่มีมวลโมเลกุลสูงแตกตัว และละลายได้มากขึ้น (Sivetz, 1963) การสกัดในช่วงแรก เป็นการสกัดเอาสารที่ละลายได้บริเวณด้านนอกของอนุภาค ออกมาจากนั้นสารที่ละลายได้ซึ่งอยู่ภายในเซลล์จึงถูก สกัดออกมาเป็นลำดับถัดไป

การวิเคราะห์ความข้นของสารละลายที่สกัดได้ หลังกรองแยกกากถั่วออกไปแล้ว พบว่าอุณหภูมิและเวลา ต้มสกัดมีอิทธิพลร่วมต่อความข้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเพิ่มอุณหภูมิและเวลาดต้มสกัด ความข้นจะมีค่าสูงขึ้น เนื่องจาก TSS ในสารละลายน้ำถั่วแดงเพิ่มขึ้น



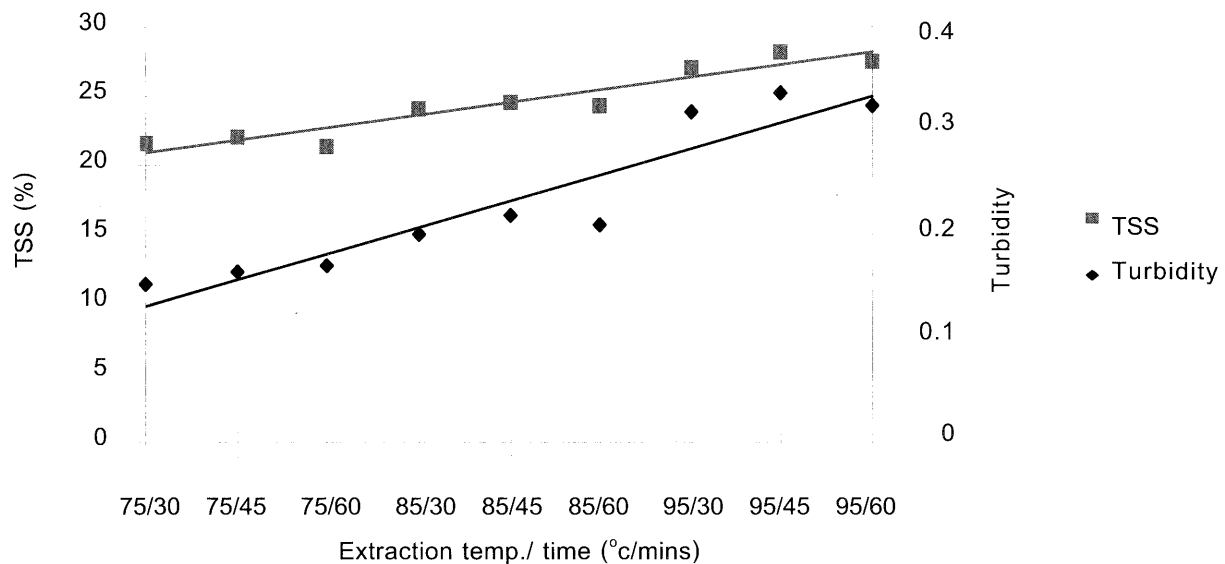


Figure 5. Total soluble solid and turbidity of roasted red beans extract.

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสารละลายที่สกัดได้จากถั่วแดงคั่วบดภายใต้ภาวะการต้มสกัดที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างกัน แสดงใน Figure 6 พบว่าอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ต้มสกัดมีผลต่อคะแนนเฉลี่ย ความขุ่น กลิ่นคั่ว กลิ่นถั่ว และการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) โดยเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและเวลาต้มสกัด จะทำให้คะแนนเฉลี่ยความขุ่นเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการใช้สภาวะในการสกัดที่รุนแรงขึ้น ทำให้ปริมาณสารสกัดในสารละลายเพิ่มขึ้น ความขุ่นจึงเพิ่มขึ้น

และการใช้อุณหภูมิสูงทำให้สารให้กลิ่นรสที่มีจุดเดือดต่ำระเหยออกไป จากสารละลายที่สกัดได้ คะแนนเฉลี่ยกลิ่นคั่วและกลิ่นถั่วจึงลดลง ทั้งสามปัจจัยนี้มีผลต่อความชอบของผู้ทดสอบชิม ทำให้คะแนนเฉลี่ยการยอมรับรวมลดลงจากสภาวะในการต้มสกัด พบว่าการต้มสกัดที่อุณหภูมิ  $85^{\circ}\text{C}$ . เวลา 30 นาที ที่ให้ปริมาณสารสกัดสูงใช้ระยะเวลาสั้น และมีคะแนนการยอมรับรวมสูง จึงเลือกสภาวะดังกล่าวเพื่อศึกษาสภาวะในการทำแห้งเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มต่อไป

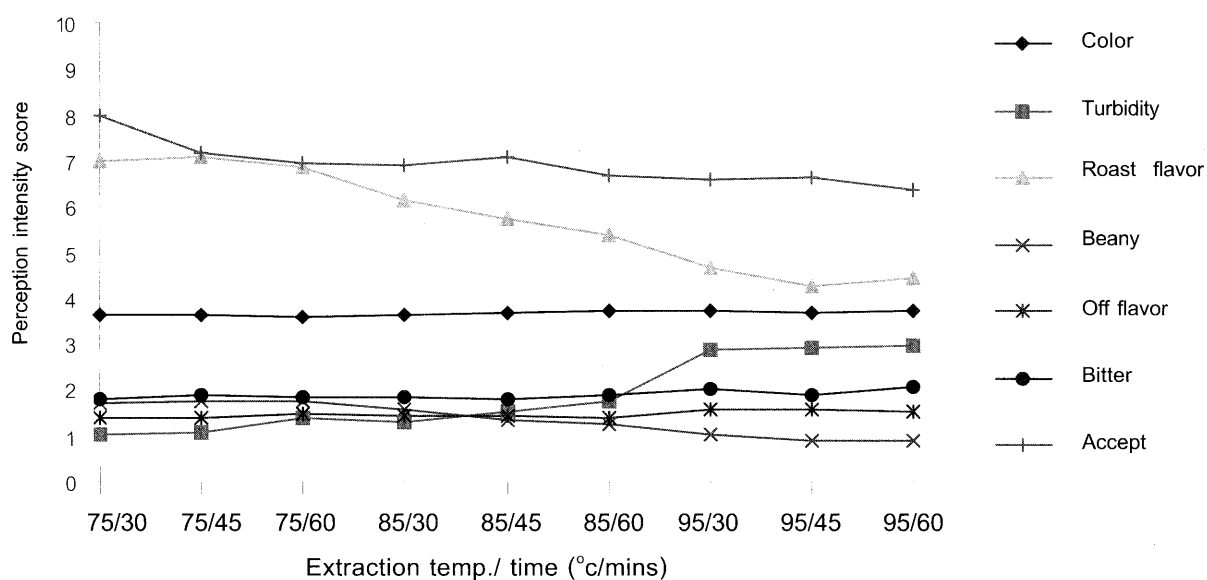


Figure 6. Sensory score of roasted red beans extract.

### 3.2 หาผลภาวะในการทำแห้งแบบพ่นกระจาย

ผงถั่วแดงที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นกระจาย แสดงผลใน Table 6 พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเป็น สีน้ำตาลอ่อน ผงเล็กน้อย และดูความชื้นได้รวดเร็ว นอกจากนี้พบว่าอุณหภูมิลมเข้ามีอิทธิพลต่อค่าสีอย่าง มีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) โดยเมื่อเพิ่มอุณหภูมิลมเข้า ค่าความสว่าง (L) จะลดลง ส่วนค่าสีแดง และสีเหลือง

จะเพิ่มขึ้น ค่าสีที่วัดได้เป็นตัวแสดงให้เห็นถึงการเกิดสี น้ำตาลขึ้นในผลิตภัณฑ์ เป็นผลเนื่องมาจากความร้อนที่ ผลิตภัณฑ์ได้รับระหว่างทำแห้ง ทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเด่นชัดคือปฏิกิริยาคาราเมลไลเซชัน เนื่องจาก

**Table 6.** Color (L,a,b) of produced red beans powder using spray drying.

Air inlet temp. of spray dryer (°C)	Color of red beans powder		
	L	a	b
175	71.85 <sup>a</sup> ± 0.40	+4.12 <sup>a</sup> ± 0.11	+23.69 <sup>a</sup> ± 0.19
195	69.27 <sup>b</sup> ± 0.55	+4.98 <sup>b</sup> ± 0.15	+26.34 <sup>c</sup> ± 0.23
215	68.92 <sup>b</sup> ± 0.95	+4.64 <sup>c</sup> ± 0.13	+24.32 <sup>b</sup> ± 0.15

Means with the different letter in the column are significantly different at  $p \leq 0.05$  by DMRT.

การวิเคราะห์ความชื้น (Table 7) พบว่าอุณหภูมิ ลมเข้าไม่มีอิทธิพลต่อความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) ปริมาณความชื้นในผงแห้งขึ้นอยู่กับค่าความชื้น สัมพัทธ์ของอากาศภายในส่วนทำแห้ง (Finney et al., 2002) เนื่องจากระหว่างกระบวนการผลิตในการทำแห้งที่

อุณหภูมิสูง จะเพิ่มอัตราการป้อนของเหลว ดังนั้นความชื้น สัมพัทธ์บริเวณส่วนทำแห้งจึงเพิ่มขึ้น ทำให้ความชื้นของ ผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ทำแห้งด้วยอุณหภูมิลมเข้าต่างๆ ไม่แตกต่างกัน

**Table 7.** Physicochemical properties of the produced red beans powder using spray drying.

Air inlet temp. of spray dryer (°C)	Particle size ( $\mu\text{m}$ )	Solubility (mins)	pH	Turbidity	Moisture <sup>ns</sup> (%)	Bulk density <sup>ns</sup> (g/cm <sup>3</sup> )
175	10.00 <sup>a</sup> ± 0.82	2.42 <sup>a</sup> ± 0.12	5.69 <sup>a</sup> ± 0.01	0.99 <sup>a</sup> ± 0.04	6.41 ± 0.18	0.75 ± 0.02
195	11.39 <sup>b</sup> ± 0.87	1.37 <sup>b</sup> ± 0.08	5.84 <sup>b</sup> ± 0.01	1.03 <sup>a</sup> ± 0.03	6.49 ± 0.14	0.75 ± 0.02
215	12.81 <sup>c</sup> ± 0.73	1.16 <sup>c</sup> ± 0.02	5.85 <sup>b</sup> ± 0.00	1.19 <sup>b</sup> ± 0.01	6.64 ± 0.16	0.78 ± 0.03

Means with the different letter in the column are significantly different at  $p \leq 0.05$  by DMRT.

<sup>ns</sup> non-significant ( $p > 0.05$ ).

เมื่อพิจารณาขนาดอนุภาค พบว่าอนุภาคมีขนาด ใหญ่ขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิลมเข้า เนื่องจากการทำแห้ง อย่างรวดเร็วทำให้โครงสร้างภายนอกเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว

เช่นกัน ดังนั้นเมื่อใช้อัตราการทำแห้งสูง จะทำให้ได้อนุภาค ที่มีขนาดใหญ่มากขึ้นเล็กน้อย (Finney et al., 2002) การวิเคราะห์ความชื้นของผงถั่วแดงเมื่อนำมาทำ

เป็นเครื่องตีสำเร็จรูป พบว่าความชื้นของเครื่องตีเพิ่มขึ้น ภายใต้น้ำสักระยะสภาพเมื่อได้รับความร้อนสูงขึ้น ดังนั้น เมื่อเพิ่มอุณหภูมิลงมาเข้าในการทำแห้ง ทั้งนี้อาจเป็น จึงทำให้ความชื้นมีค่าสูงเมื่อนำผงถั่วแดงมาคั้นรูปเป็น เพราะระหว่างกระบวนการผลิต โปรตีนที่เป็นองค์ประกอบ เครื่องตี

**Table 8.** Anthocyanin content, (Acy) antioxidant activity (AA) and oxidation rate ratio (ORR) of the produced red beans powder using spray drying.

Air inlet temperature of spray dryer (°C)	Anthocyanin content (mg/100g)	Antioxidant activity <sup>ns</sup> (%)	Oxidation rate ratio <sup>ns</sup>
175	0.16 <sup>a</sup> ± 0.01	90.89 <sup>a</sup> ± 1.02	0.0921 <sup>a</sup> ± 0.00
195	0.16 <sup>a</sup> ± 0.02	95.40 <sup>b</sup> ± 0.48	0.0457 <sup>c</sup> ± 0.00
215	0.13 <sup>b</sup> ± 0.01	94.76 <sup>b</sup> ± 0.64	0.0495 <sup>b</sup> ± 0.00

Means with the different letter in the column are significantly different at  $p \leq 0.05$  by DMRT.

Acy AA และ ORR ได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิ ลมเข้า โดย Acy และ ORR ลดลงเมื่ออุณหภูมิ ลมเข้าสูงขึ้น เนื่องจากแอนโทไซยานินสลายตัวจากความร้อน ที่ได้รับสำหรับ ORR จะแปรผกผันกับค่า AA เมื่อ AA เพิ่มขึ้น ORR จะมีค่าต่ำลง การเพิ่มขึ้นของค่า AA อาจ เนื่องมาจากผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาเมลลาร์ดบางตัว แสดงฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน (Pokorny et al., 2001)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของ เครื่องตีถั่วแดงผงสำเร็จรูปที่ผลิตโดยวิธีทำแห้งแบบ พ่นกระจายนี้ พบว่าอุณหภูมิลมเข้ามีผลให้ค่าความ

ชื้นสี ความชื้น กลิ่นคั่ว และกลิ่นผิดปกติเพิ่มสูงขึ้น แต่ ไม่มีผลต่อการยอมรับรวม เมื่อพิจารณาผลวิเคราะห์ ทั้งหมด พบว่าสภาวะทำแห้งที่อุณหภูมิลมเข้า 215 °ซ. มี AA และความสามารถในการละลายสูง จึงเลือกสภาวะ นี้ในการทำแห้ง เมื่อตรวจสอบผลิตภัณฑ์สุดท้าย พบว่า มีความชื้น 6.64 % โปรตีน 11.79 % ไขมัน 0.53 % คาร์โบไฮเดรต 69.65 % และเถ้า 11.39 % เมื่อเปรียบเทียบกับกาแฟผงสำเร็จรูปซึ่งมีองค์ประกอบเป็นค่าความชื้น 3.5 % คาร์โบไฮเดรต 35.0 % โปรตีน 4.0 % ไขมัน 0.2 % เถ้า 14.0 % (Sivetz, 1963)

## สรุป

การผลิตเครื่องตีจากถั่วแดงคั่วบด โดยการ คั่วถั่วแดงแล้วนำมาบดที่ขนาดอนุภาคต่างๆ มีสภาวะที่ เลือก คือ อุณหภูมิคั่ว 190 °ซ. เวลา 15 นาที เมื่อศึกษา ขนาดอนุภาค พบว่าขนาดอนุภาคไม่มีผลต่อกลิ่นรส แต่ ขนาดอนุภาค 250 - 350 ไมครอน จะมีคะแนนการยอมรับรวมสูง ในการเก็บรักษาพบว่า วิธีการบรรจุ อุณหภูมิและ ระยะเวลาการเก็บ จะมีผลต่อค่าความสว่าง ปริมาณ แอนโทไซยานิน และปฏิกิริยาการต้านออกซิเดชันที่ลดลง ในขณะที่ความชื้นเพิ่มขึ้น สำหรับการผลิตเครื่องตีถั่วแดง ผงสำเร็จรูป จะเลือกใช้ถั่วแดงคั่วบดขนาดอนุภาคเล็กกว่า

150 ไมครอน มาต้มด้วยน้ำเพื่อสกัด แล้วนำไปทำแห้ง แบบพ่น สภาวะในการสกัดที่เลือกคือ อุณหภูมิ 85 °ซ. เวลา 30 นาที เมื่อนำน้ำสกัดจากสภาวะดังกล่าวไป ทำแห้งแบบพ่นกระจาย ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะได้รับอิทธิพลจาก อุณหภูมิลมเข้า การทำแห้งผงถั่วแดงที่อุณหภูมิลมเข้า 215 °ซ. จะได้ผงถั่วแดงที่มีปฏิกิริยาการต้านออกซิ- เดชัน และความสามารถในการละลายสูง และยังพบว่า ถั่วแดงที่ได้มีความชื้น 6.64 % โปรตีน 11.79 % ไขมัน 0.53 % คาร์โบไฮเดรต 69.65 % และเถ้า 11.39%

## เอกสารอ้างอิง

- นาค โพธิ์แท่น. 2521. ถั่วลิสงและถั่วอื่น ๆ บางชนิด. รายงานการสัมมนา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. สมาคมวิทยาศาสตร์การเกษตรแห่งประเทศไทย. หน้า 176 -179.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of AOAC International 16<sup>th</sup> ed. *Arlington, Verginia*.
- Finney, L., Buffo, R. and Reinecius, G.A. 2002. Effects of Type of Atomization and Processing Temperatures on the Physical Properties and Stability of Spray- dried Flavors. *J. of Food Sci.* 64(3) : 1108 - 1114.
- Fuleki, T. and Francis, F.J. 1968. Quantitative Methods for Anthocyanins 2. Determination of Total Anthocyanin and Degradation Index for Cranberry Juice. *J. of Food Sci.* 33 : 78 - 83.
- Kim, Y., Lee, Y.C. and Kim, K.K. 1998. Optimum Roasting and Extraction Conditions and Flavor Characteristics of Roasted Malt Extract. *Cereal Chem.* 75(3) : 282 - 288.
- Masters, K. 1979. Spray Drying Handbook. 3<sup>rd</sup> ed. *Halsted Press. New York.* 687 p.
- Nunes, F.M. et al. 1997. Formability, Foam Stability, and Chemical Composition of Espresso Coffee as Affected by the Degree of Roast. *J. Agric. Food Chem.* 45 : 3238 - 3243.
- Pokorny, J., Yanishlieva, N. and Gordon, M. 2001. Antioxidants in Food. *Woodhead Publishing Limited. Cambridge.* p. 34 - 115.
- Sarma, A.D., Sreelakshmi, Y. and Sharma, R. 1997. Antioxidant Ability of Anthocyanins Against Ascorbic Acid Oxidation. *Phytochemistry.* 45(4) : 671 - 674.
- Shallenberger, R.S. 1974. Browning Reactions, Nonenzymic. In Johnson A.H. and Perterson, M.S. (eds.), *Encyclopedia of Food Technology.* p. 136 - 139.
- Sivetz, M. 1963. Coffee Processing Technology. Vol. 2 : Aromatization-Properties -Brewing-Decaffeination-Plant Design. *The AVI Publishing Company. Connecticut.* p. 102 - 263.
- Sivetz, M. and Foote, H.E. 1963. Coffee Processing Technology. Vol. 1 : Fruit Green, Roast, and Soluble Coffee. *The AVI Publishing Company. Connecticut.* 589 p.
- Von Elbe, J.H. and Schwartz, S.J. 1996. Colorants. In Fennema, O. R. (ed.), *Food Chemistry,* p. 651 - 718. *Marcel Dekker, Inc. New York.*
- Wilken, W.F. et al. 1967. Effect of Processing Method on Oxidative Off-flavor of Soybean Milk. *Food Technol.* 21 : 960 - 963.