

# การผลิตเครื่องดื่มปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียว โดยใช้สารให้ความหวานซูคราโลส

## Production of Beverage from Red Jasmine Brown Broken Rice Mixed with Mung Bean by Using Sucralose

ณัฐวรรณ แก่นไม้หอม<sup>1</sup> มนตรา ศรีชะแย้ม<sup>1</sup>  
เอกภพ จันทร์สุคนธ์<sup>1</sup> และ อรุณลักษณ์ โชตินาครินทร์<sup>1\*</sup>  
Natthawan Kaenmaihom<sup>1</sup> Montra Srisayam<sup>1</sup>  
Eakpop Jansukon<sup>1</sup> and Arunluk Chodnakarin<sup>1\*</sup>

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวและศึกษาปริมาณซูคราโลสที่เหมาะสม โดยศึกษาปริมาณปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมกับถั่วเขียวในอัตราส่วน 100:0 75:25 และ 50:50 จากผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับเครื่องดื่มปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวในอัตราส่วน 75:25 มากที่สุด ( $p \leq 0.05$ ) จึงเลือกสูตรนี้มาพัฒนาต่อโดยศึกษาปริมาณซูคราโลสร้อยละ 0.085 0.168 และ 0.335 ของน้ำหนักน้ำตาลซูโครสเปรียบเทียบกับสูตรที่มีการเติมน้ำตาลซูโครส (สูตรควบคุม) จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับเครื่องดื่มปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวที่เติมซูคราโลสร้อยละ 0.168 มากที่สุด ( $p \leq 0.05$ ) การเติมซูคราโลสที่ระดับต่าง ๆ ไม่ส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของเครื่องดื่มจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวแตกต่างจากสูตรควบคุม ( $p > 0.05$ ) แต่ทำให้ค่า  $L^*$  เพิ่มขึ้น ขณะที่ค่า  $a^*$  และ  $b^*$  ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ( $p \leq 0.05$ ) ในด้านคุณค่าทางโภชนาการพบว่า เครื่องดื่มจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวที่เติมซูคราโลส ร้อยละ 0.168 มีปริมาณโปรตีน ความชื้น ไขมัน เส้นใย และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 0.10 94.37 0.52 0.01 0.36 และ 4.64 ตามลำดับ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 65.82 และ  $1.31 \mu\text{mol Fe}^{2+}$  เมื่อทดสอบด้วยวิธี DPPH และ FRAP ตามลำดับ และมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

**คำสำคัญ:** ปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดง ถั่วเขียว ซูคราโลส การต้านอนุมูลอิสระ

Received: 8 May 2020; Accepted: 15 June 2020

<sup>1</sup> คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

<sup>1</sup> Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University Phitsanulok Province 65000.

\*Corresponding author; E-mail: sirianganakun@psru.ac.th

## Abstract

The objectives of this research were to investigate suitable ratio of beverage made from Red Jasmine brown broken rice mixed with mung bean and to study the optimum amount of sucralose. The ratios of Red Jasmine brown broken rice to mung bean were varied by 100:0 75:25 and 50:50 (w/w). It was found that beverage made from Red Jasmine brown broken rice mixed with mung bean at the ratio of 75:25 showed the highest sensory scores ( $p \leq 0.05$ ). Therefore, this formula further carried out with addition of sucralose at the levels of 0.085, 0.168 and 0.335% (by total weight of sucrose) compared to that of sample prepared with sucrose (control). The sensory scores of Red Jasmine brown broken rice mixed with mung bean beverage and added sucralose at 0.168% had the highest sensory scores ( $p \leq 0.05$ ). pH values of Red Jasmine brown broken rice mixed with mung bean beverage with various addition of sucralose were not significantly different from that of the control sample ( $p > 0.05$ ).  $L^*$  values increased but  $a^*$  and  $b^*$  values decreased as compared to the control sample ( $p \leq 0.05$ ). Beverage made from Red Jasmine brown broken rice mixed with mung bean and added sucralose at 0.168% contained protein (0.10%), moisture (94.37%), ash (0.52), fat (0.01%), crude fiber (0.36%) and carbohydrate (4.64%). In addition, antioxidant activities of this beverage product were 65.82% and  $1.31 \mu\text{mol Fe}^{2+}$  using DPPH assay and FRAP assay, respectively. Microbial test including total plate count, yeast and mold in this beverage product was acceptable levels for the Thai Community Product Standard.

**Keywords:** Red Jasmine brown broken rice, Mung bean, Sucralose, Antioxidant

### บทนำ

ข้าวกล้องหอมมะลิแดงเป็นข้าวที่มีเยื่อเมล็ดสีชมพูแดง แดงเข้ม จนถึงสีน้ำตาลแดง มีรสสัมผัสคล้ายข้าวหอมมะลิ เป็นข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่าข้าวขาวโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านปริมาณของฟอสฟอรัส ธาตุเหล็ก ทองแดง วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินซี และยังมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูง (กรมการข้าว, 2560) ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระจะช่วยลดอัตราการเกิดโรคต่าง ๆ เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคข้ออักเสบ และโรคอัลไซเมอร์ แก่เร็ว เป็นต้น นอกจากนี้ข้าวกล้องหอมมะลิแดงยังเป็นข้าวที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำซึ่งเหมาะสำหรับผู้บริโภคที่อยู่ในภาวะปกติและผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เพราะเมื่อรับประทานข้าวชนิดนี้เข้าไปแล้ว

ร่างกายจะมีปริมาณน้ำตาลกลูโคสเพิ่มขึ้นช้ากว่าข้าวเจ้าทั่วไป โดยจะมีการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำตาลกลูโคสในช่วงเวลา 20 นาทีแรกเพียง 10.60 กรัมต่อ 100 กรัม และปริมาณน้ำตาลกลูโคสหลังจากผ่านการย่อย 120 นาที มีค่าเพียง 8.59 กรัมต่อ 100 กรัม (กรมการข้าว, 2560) นอกจากนี้ในกระบวนการผลิตข้าวที่ได้จากการเก็บเกี่ยวจากพื้นที่เพาะปลูกในลักษณะของข้าวเปลือกจะถูกนำมาผ่านกระบวนการสี โดยปกติในขั้นตอนการสีข้าวจะได้ปลายข้าวเป็นผลพลอยได้หลังจากผ่านการสีประมาณร้อยละ 15 ซึ่งเป็นส่วนของข้าวสารที่หักไม่เต็มเมล็ด ปลายข้าวมักนิยมนำมาทำเป็นอาหารสัตว์ทำให้มีราคาถูก ดังนั้นการนำปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีราคาถูกมาใช้ประโยชน์โดยการนำมาผลิตเป็นเครื่องดื่มน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าของปลายข้าวได้

ถั่วเขียวจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งในประเทศไทย สามารถปลูกได้ในทุกสภาพพื้นที่ เกษตรกรนิยมปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียนกับข้าว และพืชไร่ต่าง ๆ (เพิ่มพูน, 2531) ถั่วเขียวมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเมล็ดถั่วเขียว 100 กรัม ประกอบไปด้วยโปรตีนร้อยละ 10.60 เส้นใยร้อยละ 25.60 ไขมันร้อยละ 0.60 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 60.20 และยังประกอบไปด้วยแร่ธาตุหลายชนิด ได้แก่ ฟอสฟอรัส แคลเซียม และเหล็กซึ่งมีปริมาณสูงถึงร้อยละ 17 (Adsule et al., 1989) นอกจากนี้ถั่วเขียวยังเป็นธัญพืชที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ ซึ่งเป็นผลดีในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน โรคหัวใจ ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือด (สมานา และคณะ, 2558) นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ และช่วยให้สมรรถภาพทางกีฬาสูงขึ้น (Komindr et al., 2001) ในอุตสาหกรรมอาหารนิยมนำถั่วเขียวมาทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ เช่น วุ้นเส้น แป้งถั่วเขียว ขนมหวาน และเพาะเป็นถั่วงอก เป็นต้น อย่างไรก็ตามการนำถั่วเขียวมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มยังคงมีการศึกษาไม่มากนัก

ซูคราโลส (sucralose) เป็นสารให้ความหวานที่ให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลซูโครส 600 เท่า แต่ไม่ให้พลังงาน สามารถทนความร้อนได้สูง ละลายน้ำได้ดี ไม่ทำให้เกิดรสขม ในขณะที่การใช้สารให้ความหวานชนิดอื่น เช่น หญ้าหวาน มักทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีรสชาติขม การใช้สารให้ความหวานแอสปาร์แตม มีข้อเสียคือไม่สามารถใช้กับอาหารที่ต้องใช้ความร้อนสูงในการหุงต้มได้และห้ามใช้ในผู้ป่วยโรคฟีนิลคีโตนูเรีย ปัจจุบันจึงได้มีการรายงานเกี่ยวกับการใช้ซูคราโลสในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด เช่น ขนมชั้น มัฟฟิน และกัมมี่เยลลี่ตาหลา (สุดาทิพย์ และคณะ, 2561; อภิญา, 2558; กมลทิพย์ และสุธีรา, 2559) อย่างไรก็ตามการผลิตเครื่องดื่มจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวโดยใช้สารทดแทนความหวานซูคราโลสยังคงไม่มีการศึกษา การนำปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงและถั่วเขียวมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน่าจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงซึ่งถือว่าเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการสีข้าวและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับถั่วเขียวซึ่งเป็นธัญพืชที่มีราคาถูก นอกจากนี้การใช้สารทดแทนความหวานซูคราโลสน่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภคที่มีปัญหาในเรื่องของสุขภาพ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่

จะศึกษาการผลิตเครื่องดื่มจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวโดยใช้สารให้ความหวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาลซูโครส

## วิธีการวิจัย

### การผลิตเครื่องดื่มจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียว

ล้างถั่วเขียวให้สะอาดประมาณ 3 ครั้ง เติมน้ำให้ท่วมถั่วเขียวและแช่ทิ้งไว้ 30 นาที และนำปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงไปต้มจนนิ่มและกรองน้ำออกจากนั้นนำปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมกับถั่วเขียวในอัตราส่วน 100:0 75:25 และ 50:50 โดยน้ำหนัก เติมน้ำต้มสุกปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร นำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นเป็นเวลา 3 นาที กรองแยกกากถั่วเขียวและปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงออกด้วยผ้าขาวบาง นำมาต้มเป็นเวลา 20 นาที จากนั้นเติมน้ำตาลซูโครส 40 กรัม และต้มต่อเป็นเวลา 5 นาที นำผลิตภัณฑ์ที่ได้แต่ละสูตรไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกอัตราส่วนของปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงต่อถั่วเขียวที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดเพื่อนำมาศึกษาปริมาณซูคราโลสที่เหมาะสมต่อไป

### การผลิตเครื่องดื่มจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวโดยใช้สารให้ความหวานซูคราโลสที่ระดับต่างๆ

ทำการผลิตเครื่องดื่มจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวโดยเลือกใช้อัตราส่วนของปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงต่อถั่วเขียวที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุด โดยทำการทดลองตามข้อ 1 และเติมน้ำตาลซูโครส 40 กรัม (สูตรควบคุม) หรือเติมน้ำตาลซูโครส 3 ระดับได้แก่ ปริมาณร้อยละ 0.085 0.168 และ 0.335 ของน้ำหนักน้ำตาลซูโครส และต้มต่อเป็นเวลา 5 นาที นำเครื่องดื่มจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวทั้ง 4 สูตรไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

### การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ (9-

point hedonic scale) โดยคะแนนเท่ากับ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด และคะแนนเท่ากับ 1 หมายถึง ความไม่ชอบมากที่สุด

#### การศึกษาสี

วัดค่าสีด้วยเครื่อง colorimeter (Hunter lab, Color Flex 45/0, USA) และรายงานผลในระบบ CIE L\* a\* b\* โดยรายงานผลเป็นค่าความสว่าง (L\*) ค่าความเป็นสีแดง-เขียว (a\*) และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b\*) โดยทำการวัดจำนวน 3 ซ้ำ

#### การศึกษาความเป็นกรด-ด่าง (pH)

วัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH meter (Mettler Toledo, Seven easy, Scherz-enbach) โดยทำการวัดจำนวน 3 ซ้ำ

#### การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ความชื้น ไขมัน เส้นใย ตามวิธีการของ AOAC (2000) จากนั้นนำมาคำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรตโดยวิธี Calculation by difference

#### การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

##### การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity

ศึกษาคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging ตามวิธีการของ รัชฎาพร และคณะ (2554) โดยเปิดตัวอย่างเครื่องตี ปริมาตร 100 ไมโครลิตร เติมสารละลาย DPPH ปริมาตร 1.90 มิลลิลิตร จากนั้นเก็บไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร

##### การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Ferric reducing antioxidant power (FRAP)

ศึกษาคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Ferric reducing antioxidant power ตามวิธีการของรัชฎาพร และคณะ (2554) โดยเตรียมสารละลาย FRAP จากสารละลาย acetate buffer

(pH 3.6), Ferric tripyridyltriazine เข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ใน Hydrochloric acid เข้มข้น 40 มิลลิโมลาร์ และสารละลาย Ferrous chloride เข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ ในอัตราส่วน 10:1:1 (v/v) ตามลำดับ นำสารละลาย FRAP ไปอุ่นในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส ก่อนที่จะนำมาใช้ในทดสอบ ในการทดสอบเติมตัวอย่างเครื่องตีปริมาตร 50 ไมโครลิตร และสารละลาย FRAP ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร เก็บไว้ในที่มืดเป็นระยะเวลา 4 นาที ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร โดยทำการเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารละลาย Ferric sulfate ที่มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 100-2000 ไมโครโมลาร์

#### การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

ทำการตรวจสอบทางจุลินทรีย์ตามวิธีการของ AOAC (2000) โดยตรวจเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา

#### การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized completely block design (RCBD) สำหรับการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสและวางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) สำหรับการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างและค่าสี นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

#### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

##### ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องตีจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียว

จากผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องตีปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวด้วยอัตราส่วนต่างๆ ได้แก่ 100:0 75:25 และ 50:50 พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในด้านกลิ่นในผลิตภัณฑ์เครื่องตีทั้ง 3 สูตรไม่แตกต่าง

กัน ( $p>0.05$ ) (ตารางที่ 1) ขณะที่เครื่องตีมปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวด้วยอัตราส่วน 100:0 และ 75:25 มีคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏและสีไม่แตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) แต่สูงกว่าเครื่องตีมปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวด้วยอัตราส่วน 50:50 ( $p\leq 0.05$ ) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเครื่องตีมปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวด้วยอัตราส่วน 100:0 และ 75:25 เป็นเครื่องตีที่มีสีน้ำตาลเข้ม ขณะที่ตีมเครื่องตีมปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวด้วยอัตราส่วน 50:50 เป็นเครื่องตีที่มีสีน้ำตาลอ่อน จึงส่งผลให้มีคะแนนความชอบต่ำกว่า และเครื่องตีมปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวด้วย

อัตราส่วน 75:25 และ 50:50 มีคะแนนความชอบในด้านรสชาติและความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) แต่สูงกว่าเครื่องตีมปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวด้วยอัตราส่วน 100:0 ( $p\leq 0.05$ ) ทั้งนี้เป็นเพราะเครื่องตีที่ได้จากปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวด้วยอัตราส่วน 100:0 มีเนื้อสัมผัสที่ข้นหนืดและมีรสชาติที่เป็นรสชาติจากข้าวมากเกินไปจึงทำให้มีคะแนนความชอบโดยรวมต่ำกว่าสูตรอื่น ๆ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกเครื่องตีมปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวด้วยอัตราส่วน 75:25 ไปพัฒนาต่อโดยศึกษาระดับของสารทดแทนความหวานซูคราโลสที่เหมาะสมสำหรับเครื่องตีนี้

**ตารางที่ 1** คะแนนความชอบในด้านคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์เครื่องตีมจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวด้วยอัตราส่วนต่างๆ

คุณลักษณะ	ปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมกับถั่วเขียวด้วยอัตราส่วนต่างๆ		
	100:0	75:25	50:50
ลักษณะปรากฏ	7.17±1.19 <sup>a</sup>	7.33±1.32 <sup>a</sup>	6.70±1.32 <sup>b</sup>
สี	7.13±1.02 <sup>a</sup>	7.23±1.26 <sup>a</sup>	6.70±1.15 <sup>b</sup>
กลิ่น <sup>ns</sup>	6.60±0.93	6.93±1.20	6.63±1.10
รสชาติ	6.53±1.04 <sup>b</sup>	7.17±0.87 <sup>a</sup>	6.96±1.22 <sup>a</sup>
ความชอบโดยรวม	6.80±0.71 <sup>b</sup>	7.40±0.97 <sup>a</sup>	7.30±0.92 <sup>a</sup>

<sup>a,b,...</sup> หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันแถวแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\leq 0.05$ )

<sup>ns</sup> หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ )

**ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องตีมจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวที่ใช้สารให้ความหวานซูคราโลสที่ระดับต่างๆ**

นำเครื่องตีมปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวด้วยอัตราส่วน 75:25 มาศึกษาปริมาณซูคราโลสที่เหมาะสมโดยศึกษาทั้งหมด 4 สูตรคือ สูตรเติมน้ำตาลซูโครส (สูตรควบคุม) และสูตรที่มีการเติมซูคราโลสร้อยละ 0.085 0.168 0.335 ของน้ำหนักน้ำตาลซูโครส จากผลการศึกษาพบว่า การทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยซูคราโลสร้อยละ 0.085 0.168 0.335 และสูตรควบคุมมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านสีไม่แตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) (ตารางที่ 2) เครื่องตีมสูตรที่มีการทดแทนซูโครสด้วย

ซูคราโลสร้อยละ 0.168 มีคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏไม่แตกต่างจากเครื่องตีมสูตรควบคุมและเครื่องตีมสูตรที่มีการทดแทนด้วยซูคราโลสร้อยละ 0.335 ( $p>0.05$ ) ขณะที่เครื่องตีมสูตรที่มีการทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยซูคราโลสร้อยละ 0.168 และ 0.335 ให้ผลการยอมรับในด้านกลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวมมากที่สุด ( $p\leq 0.05$ ) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกเครื่องตีมปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวที่มีการทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยสารทดแทนความหวานซูคราโลสที่ระดับร้อยละ 0.168 ของน้ำหนักน้ำตาลซูโครส เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าเครื่องตีที่มีการใช้สารทดแทนความหวานซูคราโลสที่ระดับร้อยละ 0.335

ตารางที่ 2 คะแนนความชอบในด้านคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์เครื่องตีมปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวที่ทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยซูคราโลสที่ระดับต่างๆ

คุณลักษณะ	ร้อยละของซูคราโลส (เทียบกับน้ำหนักน้ำตาลซูโครส)			
	สูตรควบคุม	0.085	0.168	0.335
ลักษณะปรากฏ	6.07±1.01 <sup>ab</sup>	5.87±1.22 <sup>b</sup>	6.33±1.15 <sup>a</sup>	6.27±1.14 <sup>ab</sup>
สี <sup>ns</sup>	6.00±1.19	6.20±1.24	6.36±1.16	6.40±1.25
กลิ่น	5.07±1.46 <sup>c</sup>	5.53±1.04 <sup>b</sup>	5.60±1.10 <sup>ab</sup>	5.87±1.11 <sup>a</sup>
รสชาติ	5.40±1.43 <sup>b</sup>	4.97±1.13 <sup>b</sup>	6.97±0.81 <sup>a</sup>	6.87±0.82 <sup>a</sup>
ความชอบโดยรวม	5.63±1.48 <sup>b</sup>	5.57±1.16 <sup>b</sup>	7.00±1.04 <sup>a</sup>	6.97±1.08 <sup>a</sup>

<sup>a,b,...</sup> หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันแถวแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

<sup>ns</sup> หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

### ผลการวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง

จากผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างในผลิตภัณฑ์เครื่องตีมปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวทั้ง 4 สูตรพบว่าเครื่องตีมปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวทั้ง 4 สูตรมีค่าความเป็นกรด-ด่างไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) (ตารางที่ 3) และจากผลการทดสอบค่าความเป็นกรด-ด่างของเครื่องตีมปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวที่ยังไม่เติมน้ำตาลใดๆ น้ำตาลซูโครส และสารทดแทนความหวานซูคราโลส

พบว่ามีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.52 6.42 และ 6.92 ตามลำดับ ดังนั้นจึงทำให้เครื่องตีมปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวสูตรควบคุมมีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 6.51 ในขณะที่การเติมสารให้ความหวานซูคราโลสที่ระดับต่าง ๆ ทำให้เครื่องตีมปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวสูตรควบคุมมีความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.53-6.59 ทั้งนี้เป็นเพราะปริมาณการเติมสารให้ความหวานซูคราโลสในเครื่องตีมแต่ละสูตรมีปริมาณเพียงเล็กน้อยจึงไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างของเครื่องตีมปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวที่ทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยซูคราโลสที่ระดับต่างๆ

ร้อยละของซูคราโลส (เทียบกับน้ำหนักน้ำตาลซูโครส)	pH <sup>ns</sup>
สูตรควบคุม	6.51±0.08
0.085	6.54±0.12
0.168	6.59±0.08
0.335	6.53±0.05

<sup>ns</sup> หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

### ผลการศึกษาค่าสี

ผลการศึกษาค่าสีของผลิตภัณฑ์เครื่องตีมปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวที่มีการทดแทนน้ำตาลซูโครส ด้วยสารทดแทนความหวานซูคราโลสที่ระดับต่างๆ แสดงในตารางที่ 4

จากผลการศึกษาพบว่าเครื่องตีมปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวสูตรควบคุมมีค่า  $a^*$  และ  $b^*$  มากที่สุด ( $p < 0.05$ ) ในขณะที่มีค่า  $L^*$  ต่ำที่สุด ( $p < 0.05$ ) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเครื่องตีมปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวสูตรควบคุมเกิดปฏิกิริยาการ

เกิดคาราเมล (caramelization reaction) ซึ่งปฏิกิริยานี้เกิดจากการสลายตัวของโมเลกุลน้ำตาลที่ได้รับความร้อนสูง และได้ผลของปฏิกิริยาเป็น พอลิเมอร์ของสารประกอบคาร์บอนได้เป็นสารที่มีกลิ่นและรสเฉพาะตัว และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาการเกิดคาราเมลจะมีสีน้ำตาล (นิธิยา, 2549) นอกจากนี้ค่าพีเอชที่เหมาะสมสำหรับการเกิดปฏิกิริยาการคาราเมลอยู่ระหว่าง 3-9 ซึ่งจากผลการทดลองในตารางที่ 3 ค่าพีเอชของเครื่องตีมปลายข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวสูตร

ควบคุมมีค่าเท่ากับ 6.51 จึงน่าจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะ

ส่งเสริมให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดคาราเมล

**ตารางที่ 4** การศึกษาค่าสีของเครื่องต้มปลาข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวที่ทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยซูคราโลสที่ระดับต่างๆ

สี	ร้อยละของซูคราโลส (เทียบกับน้ำหนักน้ำตาลซูโครส)			
	สูตรควบคุม	0.085	0.168	0.335
L*	34.51±0.01 <sup>b</sup>	37.79±0.06 <sup>a</sup>	37.85±0.05 <sup>a</sup>	37.82±0.04 <sup>a</sup>
a*	0.46±0.05 <sup>a</sup>	0.25±0.02 <sup>c</sup>	0.33±0.02 <sup>b</sup>	0.34±0.02 <sup>b</sup>
b*	5.33±0.06 <sup>a</sup>	4.31±0.02 <sup>c</sup>	4.46±0.03 <sup>b</sup>	4.22±0.02 <sup>d</sup>

<sup>a,b,...</sup> หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแถวแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

#### ผลการศึกษาค่าสีประกอบทางเคมีและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

จากตารางที่ 2 พบว่าเครื่องต้มปลาข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวที่ใช้สารให้ความหวานซูคราโลสร้อยละ 0.168 ของน้ำหนักน้ำตาลซูโครสได้รับการยอมรับด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสมากที่สุดจึงนำเครื่องต้มสูตรนี้มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ จากผลในตารางที่ 5 พบว่าเครื่องต้มสูตรนี้มีปริมาณความชื้นมากที่สุด รองลงมาคือคาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน และใยอาหาร ตามลำดับ การที่เครื่องต้มสูตรนี้มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตค่อนข้างต่ำอาจเนื่องมาจากเครื่องต้มปลาข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวใช้สารให้ความหวานซูคราโลสทดแทนการใช้น้ำตาลซูโครส ซึ่งสารให้ความหวานซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานที่ไม่จัดอยู่ในกลุ่มคาร์โบไฮเดรต ทั้งนี้เพราะสารให้ความหวานซูคราโลสเตรียมจากการนำน้ำตาลซูโครสมาปรับปรุงโครงสร้างโดยการใช้น้ำตาลซูโครสเป็นสารตั้งต้น และคลอรีนจะเข้าไปแทนที่หมู่ไฮดรอกซิลของคาร์บอนอะตอมตำแหน่งที่ 4 ของกลูโคส และตำแหน่งที่ 1 และ 6 ของกาแลกโตส ทำให้ซูคราโลสมีสูตรโครงสร้างคล้ายกับน้ำตาลซูโครส แต่ร่างกายไม่สามารถย่อยได้จึงไม่ให้พลังงาน (มนัญญา และคณะ, 2559; Marinovich et al., 2013) ได้มีการรายงาน

ว่าการทดแทนน้ำตาลซูโครส ด้วยสารให้ความหวานซูคราโลสในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ตาปลาทำให้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและค่าพลังงานต่ำกว่าการใช้น้ำตาลซูโครส (กมลทิพย์ และสุธีรา, 2559) นอกจากนี้ยังพบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์เครื่องต้มสูตรดังกล่าว ผลแสดงดังตารางที่ 5 โดยเมื่อทดสอบด้วยวิธี DPPH พบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 65.82 เมื่อทดสอบด้วยวิธี FRAP เครื่องต้มสูตรนี้สามารถรีดิวซ์เหล็กเพอริคได้ 1.31  $\mu\text{mol Fe}^{2+}$  ซึ่งได้มีการรายงานว่าข้าวกล้องหอมมะลิแดงมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าข้าวหอมมะลิ 105 ประมาณ 13 เท่า (กรมการข้าว, 2560) ขณะที่ นวลอนงค์ และคณะ (ม.ป.ป.) ได้รายงานว่าการสกัดจากข้าวกล้องหอมมะลิแดงสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 85.17 เมื่อทดสอบด้วยวิธี DPPH นอกจากนี้ในถั่วเขียวยังมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระโดยมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าถั่วเหลืองและถั่วแดง (นิอร และคณะ, 2562) ดังนั้นผลิตภัณฑ์เครื่องต้มจากปลาข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวที่ใช้สารให้ความหวานซูคราโลสร้อยละ 0.168 ของน้ำหนักน้ำตาลซูโครส อาจเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนักและอาจเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ที่ต้องการดูแลในเรื่องของสุขภาพ

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของเครื่องต้มปลาข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวที่ทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยซูคราโลสร้อยละ 0.168 ของน้ำหนักร้ำน้ำตาลซูโครส

องค์ประกอบทางเคมี	ร้อยละ
โปรตีน	0.10±0.04
ความชื้น	94.37±0.07
เถ้า	0.52±0.03
ไขมัน	0.01±0.003
เส้นใย	0.36±0.12
คาร์โบไฮเดรต	4.64±0.05
วิธีวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ
DPPH	65.82 %
FRAP	1.31 $\mu\text{mol Fe}^{2+}$

#### การศึกษาทางจุลชีววิทยา

เมื่อนำเครื่องต้มจากปลาข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวที่ใช้สารให้ความหวานซูคราโลสร้อยละ 0.168 ของน้ำหนักร้ำน้ำตาลซูโครสมาวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา พบว่าผลิตภัณฑ์เครื่องต้มมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด  $3 \times 10^3$  โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร และไม่พบการเจริญของยีสต์และราในผลิตภัณฑ์เครื่องต้มนี้ (ตารางที่ 6) ซึ่งถือว่าเครื่องต้มจากปลาข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวที่ใช้สาร

ให้ความหวานซูคราโลสร้อยละ 0.168 ของน้ำหนักร้ำน้ำตาลซูโครสอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของน้ำข้าวกล้อง คือจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน  $1 \times 10^4$  โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตรและมีปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2558)

#### ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา

การศึกษาทางจุลชีววิทยา	เครื่องต้มปลาข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวที่ทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยซูคราโลสร้อยละ 0.168 ของน้ำหนักร้ำน้ำตาลซูโครส
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/ml)	$3 \times 10^3$
ยีสต์และรา (CFU/ml)	ND

ND = not detected

#### สรุปผลการวิจัย

อัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับเครื่องต้มปลาข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวคือ 75:25 และปริมาณสารให้ความหวานซูคราโลสที่เหมาะสมคือร้อยละ 0.168 ของน้ำหนักร้ำน้ำตาลซูโครส การเติมสารให้ความหวานซูคราโลสร้อยละ 0.168 ของน้ำหนักร้ำน้ำตาลซูโครสไม่ส่งผลให้เครื่องต้มจากปลาข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวมีความเป็นกรดหรือต่างเพิ่มขึ้น แต่ทำให้ค่า  $L^*$  เพิ่มขึ้น และยังพบว่าผลิตภัณฑ์

เครื่องต้มจากปลาข้าวกล้องหอมมะลิแดงผสมถั่วเขียวที่เติมซูคราโลสร้อยละ 0.168 ของน้ำหนักร้ำน้ำตาลซูโครสมีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

#### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ เป็นอย่างดี



## เอกสารอ้างอิง

- กมลทิพย์ กรรไพบระ และ สุธีรา ศรีสุข. 2559. การพัฒนากัมมีเยลลีตาหลาพลังงานต่ำด้วยซูคราโลส. ใน: การประชุมวิชาการงานเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 14. วันที่ 1-3 พฤศจิกายน 2559. คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- กรมการข้าว. 2560. ข้าวหอมมะลิแดง. ค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2563, <https://www.thaificeddb.com/rice-detail.php?id=11>
- นิธิยา รัตนาปนนท์. 2549. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- นิอร ชุมศรี ศุภศิษฏ์ อรุณรุ่งสวัสดิ์ ทวีวรรณ สาริบท และเกรียงไกร การชัยศรี. 2562. การพัฒนาเครื่องต้มถั่วเมล็ดรวมผ่านการเพาะงอก. วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน. 25(3), 89-98.
- นวลอนงค์ เสมสังข์ ฌกมล แก้วลังการ และวีรพงษ์ จันทะชัย. (ม.ป.ป.). ปริมาณฟลาโวนอยด์ สารประกอบฟีนอลทั้งหมดและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากข้าวไทย. ค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2563, [http://www.research.cmru.ac.th/research59/ris/download.php?download\\_file=article&no=545](http://www.research.cmru.ac.th/research59/ris/download.php?download_file=article&no=545)
- เพิ่มพูน คักดีเกษม. 2531. ถั่วเขียว. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร.
- มณัญญา คำวชิระพิทักษ์ พะยอม รอดเล็ก มรกต กิจเจา สุวิชญา สิงห์ทอง เบญจางค์ อัจฉริยะโพธา จุฑารัตน์ พงษ์โนรี กนกวรรณ ปุณณะตระกูล ทรงพลธนฤทธิ์ มฤครัฐอินแปลง และเบญจพรรณ บุรวิวัฒน์. 2559. ผลของสารให้ความหวานฟรุคโตสไซรัปและซูคราโลสที่มีต่อคุณลักษณะบางประการของแยมผลไม้ผสม. วารสารวิจัยและพัฒนาไวทยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. 11(2), 15-23.
- รัชฎาพร อุณศิริวิไลย์, จิราวรรณ อุณเมตตาอารี และจิตรา สิงห์ทอง. 2554. รายงานฉบับสมบูรณ์ เรื่องฤทธิ์ทางชีวภาพและคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของสารสกัดย่านาง เครื่องหม่าน้อย และรังจืด. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2558. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน น้ำข้าวกล้อง (มผช.282/2558). ค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2563, <http://tcps.tisi.go.th/public/StandardList.aspx>.
- สุดาทิพย์ อินทร์ชื่น อมรรัตน์ ชูชิต และภัทริณี ภูมิโสม. 2561. คุณภาพทางกายภาพและประสาทสัมผัสของขนมชั้นที่มีการลดปริมาณน้ำตาลซูโครสและปรับสูตรด้วยซอร์บิทอลและซูคราโลส. ใน: การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยมหาสารคามวิจัย ครั้งที่ 14. วันที่ 6-7 กันยายน 2561. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุนงา งามผ่องใส ชิตชนก เสือรอด กฤษกมล ณ จอมชุกชาติ บุญศักดิ์ และอารดา มาสรี. 2558. การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของวุ้นเส้นจากแป้งถั่วเขียวพันธุ์ต่างๆ. วิชาการเกษตร. 33(3), 236-245.
- อภิญา เจริญกุล. 2558. ผลของการใช้ซูคราโลสร่วมกับโพลีเดกซ์โทรสทดแทนน้ำตาลต่อคุณภาพของมัมพินแป้งข้าวกล้องงอก. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (พิเศษ). 46(3), 297-300.
- Adsule, R.N., Kadam, S.S. and Salunkhe, D.K. 1989. Green Gram. In: Salunkhe, D.K., and S.S. Kadam. CRC Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology and Utilization, Vol. II. Florida: CRC Press.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis (17<sup>th</sup> ed.). Gaithersburg, MD, USA: The Association of Official Analytical Chemists.
- Komindr, S., S. Ingsriswang, N., Lerdvuthisophon, and A. Boontawee. 2001. Effect of long-term intake of Asian Food with different glycemic indices on diabetic control and protein conservation in type 2 diabetic patients. Journal of

the Medical Association of Thailand.  
84(1), 85-97.  
Marinovich, M., C.L. Galli, C. Bosetti, S. Gallus,  
and C. La Vecchia. 2013. Aspartame,

low-calorie sweeteners and disease:  
regulatory safety and epidemiological  
issues. Food and Chemical Toxicology.  
60, 109–115.