

## รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. แผนงานวิจัย : แผนงานวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชในพื้นที่ภาคใต้
2. โครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาการผลิตถั่วหรั่งเพื่อเพิ่มมูลค่าและการแปรรูป  
กิจกรรมที่ 3 : การวิจัยเทคโนโลยีการแปรรูปจากถั่วหรั่ง  
กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การทำผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศ  
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Producing of Bambara groundnut in tomato sauce
4. คณะผู้ดำเนินงาน
- |                 |                                |             |
|-----------------|--------------------------------|-------------|
| หัวหน้าการทดลอง | : นางสาวจรรย์วรรณ รัตนสกุลธรรม | สังกัด กวป. |
| ผู้ร่วมงาน      | : นางสาวสุรีย์รัตน์ รักเหลือ   | สังกัด กวป. |
|                 | นายนราทร สุขวิเสส              | สังกัด กวป. |
|                 | นางสาวฉัทธนา คงนคร             | สังกัด กวม. |

### 5. บทคัดย่อ

การผลิตถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศทำการทดลองที่กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ระหว่างเดือนตุลาคม 2560 – กันยายน 2562 โดยการผลิตถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศ เริ่มจากทำการคัดเลือกเมล็ดถั่วหรั่งที่สมบูรณ์ ล้างทำความสะอาด นำไปต้มในน้ำเดือดที่ระยะเวลา 0, 10, 20, 30, 35 และ 40 นาที แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 0.5 นาน 60 นาที ทำการวัดค่าสีและเนื้อสัมผัส โดยใช้แรงกด พบว่า ระยะเวลาที่เหมาะสมในการต้มถั่วหรั่งคือ 20 นาที เนื่องจากการต้มถั่วหรั่งที่ระยะเวลา 30 นาทีขึ้นไป เมล็ดถั่วหรั่งจะแตก และถั่วหรั่งที่ต้มเป็นเวลา 20 และ 30 นาที มีค่าสีและค่าแรงกดของการวัดเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกัน การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเตรียมซอสมะเขือเทศ ทำการแปรระดับปริมาณมะเขือเทศร้อยละ 27 และ 36 ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 1, 3 และ 5 และปริมาณเกลือร้อยละ 0.7 และ 1.0 โดยน้ำหนัก คัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดโดยใช้คุณภาพทางประสาทสัมผัส จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบชิมชอบรสชาติของถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศสูตรที่มีปริมาณมะเขือเทศร้อยละ 36 ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 5 และปริมาณเกลือร้อยละ 1 มากที่สุด ผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศมีค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ

5.0 ค่าสี L\* เท่ากับ 29.29 a\* เท่ากับ 6.83 b\* เท่ากับ -0.62 สำหรับสภาวะที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศคือ 121 องศาเซลเซียส เวลา 41 นาที จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศที่อุณหภูมิปกติเป็นเวลา 12 เดือน พบว่า ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น เมล็ดถั่วมีความนิ่มมากขึ้น ค่าความเป็นกรดต่างเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างจากคุณภาพเริ่มต้น คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

### **Abstract**

The production of Bambara groundnut in tomato sauce was conducted at Postharvest and Processing Research and Development Division in October 2017 to September 2019. To produce Bambara groundnut in tomato sauce selected by good Bambara groundnut kernel quality, cleaned and put in boiling water for 0, 10, 20, 30, 35 and 40 minutes. Bambara groundnut was soaked in 0.5% calcium chloride solution for 60 minutes. Color value and texture was investigated. The result showed that the optimum time for boiling the Bambara groundnut was 20 minutes. Boiling of Bambara groundnut was more than 30 minutes, the Bambara groundnut will break. In addition, the quality of Bambara groundnut that boiled at 20 and 30 minutes had similarly color value and texture. To study on the suitable ratio for preparing tomato sauce involved that variable levels of 27 and 36% tomato, 1, 3 and 5% sugar and 0.7 and 1.0% salt by weight. Sensory evaluation of consumers found that the best taste of Bambara groundnut in tomato sauce was 36% tomato content, 5% sugar content and 1% salt content. Product of Bambara groundnut in tomato sauce had pH equal to 5.0, color value L\* a\* b\* wear 29.29, 6.83 and -0.62 respectively. The optimal conditions for sterilizing the products, the Bambara groundnut in tomato sauce was 121 degrees Celsius for 41 minutes. Afterward, the shelf life of Bambara groundnut in tomato sauce product was kept at ambient temperature for 12 months. The color of Bambara groundnut product was darker and more flexibility. The pH value changed slightly but not different from the initial quality. The microorganism levels of Bambara groundnut in tomato sauce products was in acceptable standard.

## **6. คำนำ**

ถั่วหรั่งเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญที่นิยมปลูกทางภาคใต้ของไทย โดยปลูกมากในจังหวัดสงขลา นราธิวาส ยะลา กระบี่ ตรัง เป็นต้น ถั่วหรั่งเป็นพืชฤดูเดียวจะเริ่มมีผลผลิตออกสู่ตลาดช่วงเดือนสิงหาคมและกันยายนซึ่งช่วงต้นฤดูนี้จะได้ราคาค่อนข้างสูง หลังจากนั้นผลผลิตจะออกสู่ตลาดมากขึ้นทำให้ราคาเริ่มลดลง ถั่วหรั่งพันธุ์สงขลา1 มีอายุการเก็บเกี่ยว 120-130 วัน ให้ผลผลิตสูง 400-700 กิโลกรัม/ไร่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพดินและการจัดการด้วย (ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, 2553) ถั่วหรั่งสดมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น 57.3% ไขมัน 3.1% โปรตีน 7.8% เถ้า 1.8% เส้นใย 3.0% คาร์โบไฮเดรต 30.0% ถั่วหรั่งแห้งมีองค์ประกอบทางเคมี ความชื้น 10.3% ไขมัน 5.2% โปรตีน 18.8% เถ้า 3.4% เส้นใย 4.8% คาร์โบไฮเดรต 51.3% (ภูมิสันต์ และธนาพร, 2536; พืชเกษตร, 2560) ถั่วหรั่งจึงเป็นแหล่งของสารอาหารที่มีความสมดุลทางโภชนาการดีมาก เหมาะต่อการบริโภคเพื่อสุขภาพ จากงานวิจัยของ ผศ.ดร.กรวิทย์วิชัย บุญพิสุทธินันท์ พบว่าสารสกัดจากถั่วหรั่ง มีฤทธิ์ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยในเรื่องของการป้องกันการทำลายดีเอ็นเอในระดับเซลล์และเนื้อเยื่อ ลดการทำลายคอลลาเจนในชั้นผิวหนังของสารอนุมูลอิสระที่พบในชีวิตประจำวัน ซึ่งทำให้สามารถลดริ้วรอยและการแก่ก่อนวัยได้ นอกจากนี้ยังช่วยลด ฝ้า กะ และรอยจุดต่างดำ บนใบหน้าได้ (เกษตรทำกิน, 2561)

ปัจจุบันการใช้ประโยชน์และการแปรรูปถั่วหรั่งยังมีไม่มากนัก การบริโภคถั่วหรั่งจะบริโภคในส่วนที่เป็นฝักหรือเมล็ด ในทวีปอาฟริกาใช้ถั่วหรั่งในการประกอบอาหารจานหลัก ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ใช้เป็นฝักในอาหารประเภทซูป หรือต้มเป็นอาหารทานเล่น เมล็ดแห้งนำไปประกอบอาหาร เช่น ต้ม อบ ทอดในน้ำมัน หรืออบแล้วบดเป็นแป้งผสมในอาหารต่างๆ (จิระ, 2548) ในภาคใต้ของไทยนิยมบริโภคถั่วหรั่งในรูปถั่วหรั่งต้มใส่เกลือ เมล็ดแห้งนำไปแช่น้ำแล้วต้มและกวนทำเป็นไส้ขนมพื้นเมืองและไส้ขนมเปียะ เมล็ดแห้งต้มสุกหรือฝักสดต้มสุกแกะเปลือกสามารถใส่ในอาหารคาวจำพวกแกงหรือซูปแทนถั่วลิสงหรือถั่วลันเตา ฝักอ่อนของถั่วหรั่งมีรสชาติหวานกรอบจึงนำมาผัดหรือใส่ในข้าวผัด ซึ่งแล้วแต่ผู้ปรุงอาหาร

การใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์อาหารเป็นวิธีหนึ่งในการถนอมอาหารให้เก็บไว้ได้นาน โดยความร้อนไปทำลายจุลินทรีย์ในอาหาร ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและเป็นสาเหตุให้อาหารเน่าเสีย ในขั้นตอนการผลิต จะทำการบรรจุอาหารในภาชนะปิดสนิทเช่นกระป๋อง แล้วทำให้เกิดสุญญากาศ ระหว่างการปิดผนึก จากนั้นจึงนำไปฆ่าเชื้อด้วยความร้อน โดยใช้อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม บรรจุภัณฑ์ที่ใช้จะทำหน้าที่ป้องกันอาหารจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ภายนอก ทำให้เก็บรักษาไว้ได้นาน และปลอดภัยแก่ผู้บริโภค หลักสำคัญในการใช้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้ออาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท คือ ทำให้อาหารปลอดภัยต่อผู้บริโภคโดยสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน นั่นคือ ทำให้อาหารอยู่ใน “สภาวะปลอดเชื้อแบบเชิงการค้า” (Commercial sterility) หมายความว่า ทำให้อาหารปราศจากเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และไม่มีจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเน่าเสีย ซึ่งสามารถเจริญในอาหารภายใต้สภาวะอุณหภูมิปกติของการเก็บรักษา กระบวนการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อที่สำคัญและต้องระวังเป็นพิเศษ คือ ที่ใช้กับ “อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ” (Low-acid food) ซึ่งหมายถึง อาหารใดก็ตามที่มีค่า

ความเป็นกรดต่างสูงกว่า 4.6 และมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (Water activity, aw) สูงกว่า 0.85 อาหารพวกนี้มีปริมาณกรดต่ำและปริมาณน้ำสูงพอที่จะให้จุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายเจริญได้ ทั้งนี้รวมถึงกระบวนการให้ความร้อนอาหารที่เดิมเป็นกรดต่ำแต่มีการใส่กรดเพื่อปรับให้มีค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 4.6 หรือต่ำกว่าและมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีสูงกว่า 0.85 ซึ่งเรียกว่า “อาหารปรับกรด” (Acidified food) และ อาหารควบคุมวอเตอร์แอกทิวิตี (Water activity controlled food) ซึ่งมีค่า aw น้อยกว่า 0.85 ด้วย (ทิพาพร, 2562)

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 355) พ.ศ. 2556 เรื่องอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ได้ให้ความหมายของคำว่า อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ดังนี้

- อาหารที่ผ่านกรรมวิธีที่ใช้ทำลายหรือยับยั้งการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ด้วยความร้อนภายหลังหรือก่อนการบรรจุหรือปิดผนึก ซึ่งเก็บรักษาไว้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่เป็นโลหะหรือวัสดุอื่นที่คงรูปที่สามารถป้องกันมิให้อากาศภายนอกเข้าไปในภาชนะบรรจุได้ และสามารถเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิปกติ หรือ
- อาหารในภาชนะบรรจุชนิดลามิเนต ฉาบ เคลือบ อัด หรือติดด้วยโลหะหรือสิ่งอื่นใด หรืออาหารในภาชนะบรรจุที่เป็นขวดแก้วที่ฝามียางหรือวัสดุอื่นผนึก หรืออาหารในภาชนะบรรจุอื่น ซึ่งสามารถป้องกันมิให้ความชื้นหรืออากาศผ่านซึมเข้าภายในภาชนะบรรจุได้ในภาวะปกติ และสามารถเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิปกติ

ผลิตภัณฑ์ผักผลไม้บรรจุกระป๋อง เป็นบรรจุภัณฑ์ที่สามารถผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนระดับ commercial sterilization ได้ ซึ่งอาหารที่ผ่านการฆ่าเชือนี้จะสามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้เป็นเวลานาน นอกจากบรรจุภัณฑ์กระป๋องแล้วยังมีบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นๆ อีกที่สามารถผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนระดับ commercial sterilization เช่น ขวดแก้ว บรรจุภัณฑ์อ่อนตัวชนิดถุงรีทอร์ทเพาซ์ (retort pouch) เป็นต้น นอกจากผักผลไม้แล้ว ถั่วชนิดต่างๆ ก็นิยมนำมาแปรรูปเป็นอาหารในภาชนะปิดสนิท โดยตามท้องตลาดมักพบผลิตภัณฑ์ถั่วชนิดต่างๆ ในน้ำเกลือ เช่น ถั่วลันเตา ถั่วขาว ถั่วลูกไก่ ถั่วแดง สำหรับผลิตภัณฑ์อีกชนิดหนึ่งคือถั่วในซอสมะเขือเทศ ซึ่งปัจจุบันเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายสำหรับกลุ่มคนรักสุขภาพ โดยผลิตภัณฑ์ที่พบคือ ถั่วขาวในซอสมะเขือเทศ การบริโภคผลิตภัณฑ์ถั่วในซอสมะเขือเทศ นอกจากจะได้รับคุณค่าทางโภชนาการจากถั่วแล้ว ยังได้รับสารสำคัญจากมะเขือเทศคือไลโคปีนซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระช่วยป้องกันสารที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง และช่วยลดโรคความดันโลหิต (Chanrise, 2019) ถั่วขาวเป็นวัตถุดิบที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ Christina (2019) รายงานว่า ผลิตภัณฑ์จากถั่วขาวมีราคาสูงขึ้น เนื่องจากถั่วขาวมีราคาเพิ่มขึ้น การใช้ธัญพืชอื่นที่มีคุณค่าทางโภชนาการแทนถั่วขาวน่าจะเป็นการลดต้นทุนการผลิตและเป็นการใช้วัตถุดิบภายในประเทศให้เกิดความหลากหลาย สุวิมล (2543) ศึกษาการผลิตถั่วเหลืองในซอสมะเขือเทศ สูตรซอสมะเขือเทศประกอบด้วย มะเขือเทศเข้มข้น (ทางการค้า) 13% น้ำตาล 9.3% น้ำส้มสายชู 10% เกลือ 2% แป้งข้าวโพดดัดแปร 1% น้ำ 65% และเครื่องเทศ 0.2%บรรจุปริมาณถั่ว 210 กรัม ต่อ ซอสมะเขือเทศ 190 กรัม ฆ่า

เชื้อที่อุณหภูมิ 121 °C นาน 60 นาที ดังนั้นถั่วนึ่งจัดเป็นธัญพืชที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการและเป็นวัตถุดิบในประเทศ จึงน่าจะนำมาใช้ในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ถั่วนึ่งในซอสมะเขือเทศบรรจุในภาชนะปิดสนิท เพื่อเป็นการถนอมอาหารไว้บริโภคในช่วงนอกฤดูกาล ช่วยเพิ่มความหลากหลายให้กับผู้บริโภค เพิ่มความสะดวกในการรับประทาน

## 7. วิธีดำเนินการ

### - อุปกรณ์

1. ถั่วนึ่งพันธุ์สงขลา มะเขือเทศ
2. สารเคมี : น้ำตาลทราย เกลือ แคลเซียมคลอไรด์
3. อุปกรณ์เครื่องครัวสแตนเลส
4. เครื่องมือวัด - เครื่องวัดสี (Chroma meter, Minolta CR 400)
  - เครื่องวัดความเป็นกรดต่าง
  - เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Lloyd instrument) หัววัดขนาด 1 มิลลิเมตร ความเร็ว 50 mm/min
5. บรรจุภัณฑ์ ได้แก่ ถุงอะลูมิเนียมพอยล์ทนความร้อน (retort pouch) ขนาด 120x170x35 mm
6. เครื่องฆ่าเชื้อโดยใช้ความดัน

### - วิธีการ

1. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของถั่วนึ่ง เตรียมถั่วนึ่งโดยทำความสะอาด แยกเปลือก (Figure 1) นำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เถ้า เส้นใย โปรตีน ความชื้น ค่าสี และเนื้อสัมผัส

2. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มถั่วนึ่งที่ระยะเวลา 0, 10, 20, 30, 35 และ 40 นาที วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ โดยคัดเลือกเมล็ดที่สมบูรณ์ ล้างทำความสะอาดถั่วนึ่ง นำไปต้มในน้ำเดือดตามระยะเวลาที่กำหนด แขนสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 0.5 นาน 60 นาที เมื่อครบเวลาล้างด้วยน้ำสะอาด ทำการตรวจคุณภาพค่าสี และเนื้อสัมผัส วิเคราะห์ผลทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3. ทำการศึกษาลักษณะในท้องตลาดเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ถั่วนึ่งในซอสมะเขือเทศ เนื่องจากในท้องตลาดไม่มีผลิตภัณฑ์ถั่วนึ่งในซอสมะเขือเทศจึงเลือกผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงคือผลิตภัณฑ์ถั่วนึ่งในซอสมะเขือเทศ ทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ โดยทดสอบทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน ทดสอบ

ด้วยวิธีการเปรียบเทียบความชอบแบบจัดอันดับ (Ranking test) และการชิมแบบให้คะแนน 7- point hedonic scale

การชิมเปรียบเทียบความชอบแบบจัดอันดับ ทำโดยนำผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการคัดเลือกมาให้ผู้ชิมทดลองชิม ให้เปรียบเทียบความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ แล้วจัดอันดับจากมากไปน้อย โดยให้อันดับ 1 หมายถึงชอบน้อยที่สุด อันดับ 2 มีความชอบเพิ่มขึ้นและเรื่อยไป โดยแต่ละอันดับจะต้องมีตัวอย่างเดียว จากนั้นนำผลรวมของคะแนน วิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี Rank sum test โดยใช้ตาราง Critical value of difference between rank sum ที่  $p = 0.05$  (ปราณี, 2547)

การชิมแบบให้คะแนน 7- point hedonic scale เป็นการชิมโดยให้ผู้ชิมเลือกคำพรรณนาที่บ่งบอกถึงระดับความชอบ โดยกำหนดให้ 1 เป็นคะแนนที่ไม่ชอบมากที่สุด และ 7 เป็นคะแนนที่ชอบมากที่สุด วิเคราะห์ผลทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

4. ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของซอสมะเขือเทศ โดยมีส่วนผสมประกอบด้วยเกลือ น้ำตาล และมะเขือเทศ โดยเตรียมตามอัตราส่วนดังนี้

- สูตร 1 เกลือร้อยละ 0.7 น้ำตาลร้อยละ 1 และมะเขือเทศร้อยละ 27 แป้งมันร้อยละ 1
- สูตร 2 เกลือร้อยละ 0.7 น้ำตาลร้อยละ 3 และมะเขือเทศร้อยละ 27 แป้งมันร้อยละ 1
- สูตร 3 เกลือร้อยละ 0.7 น้ำตาลร้อยละ 5 และมะเขือเทศร้อยละ 27 แป้งมันร้อยละ 1
- สูตร 4 เกลือร้อยละ 1.0 น้ำตาลร้อยละ 1 และมะเขือเทศร้อยละ 27 แป้งมันร้อยละ 1
- สูตร 5 เกลือร้อยละ 1.0 น้ำตาลร้อยละ 3 และมะเขือเทศร้อยละ 27 แป้งมันร้อยละ 1
- สูตร 6 เกลือร้อยละ 1.0 น้ำตาลร้อยละ 5 และมะเขือเทศร้อยละ 27 แป้งมันร้อยละ 1
- สูตร 7 เกลือร้อยละ 0.7 น้ำตาลร้อยละ 1 และมะเขือเทศร้อยละ 36 แป้งมันร้อยละ 1
- สูตร 8 เกลือร้อยละ 0.7 น้ำตาลร้อยละ 3 และมะเขือเทศร้อยละ 36 แป้งมันร้อยละ 1
- สูตร 9 เกลือร้อยละ 0.7 น้ำตาลร้อยละ 5 และมะเขือเทศร้อยละ 36 แป้งมันร้อยละ 1
- สูตร 10 เกลือร้อยละ 1.0 น้ำตาลร้อยละ 1 และมะเขือเทศร้อยละ 36 แป้งมันร้อยละ 1
- สูตร 11 เกลือร้อยละ 1.0 น้ำตาลร้อยละ 3 และมะเขือเทศร้อยละ 36 แป้งมันร้อยละ 1
- สูตร 12 เกลือร้อยละ 1.0 น้ำตาลร้อยละ 5 และมะเขือเทศร้อยละ 36 แป้งมันร้อยละ 1

การเตรียมมะเขือเทศสำหรับทำซอสมะเขือเทศ โดยนำมะเขือเทศพันธุ์ผลโต ล้างทำความสะอาด ลวกในน้ำเดือด 10 นาที นำขึ้นแช่น้ำเย็น ปอกเปลือก ปั่นละเอียด กรองผ่านตะแกรงเพื่อเอาเมล็ดออก

การเตรียมซอสมะเขือเทศ ทำโดยชั่งส่วนผสมตามสูตร นำส่วนของแข็ง (เกลือ น้ำตาล และแป้งมัน) ผสมลงในมะเขือเทศ ให้ความร้อนอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที

เตรียมผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศ โดยนำถั่วหรั่งที่ได้จากการเตรียมด้วยสภาวะที่เหมาะสมในข้อ 2 บรรจุลงในถุงอะลูมิเนียมพอยล์ทนความร้อน เติมซอสมะเขือเทศขณะร้อน นำไปฆ่าเชื้อด้วยเครื่องฆ่าเชื้อโดยใช้ความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที นำมาตรวจคุณภาพ ได้แก่ ค่าสี ความเป็นกรดต่าง เนื้อสัมผัส และทดสอบประสาทสัมผัสด้วยวิธีเปรียบเทียบความชอบแบบจัดอันดับ เพื่อคัดเลือกสูตรเบื้องต้นให้ได้สูตรที่เหมาะสม 3-4 สูตร และนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 7-point hedonic scale ต่อไป

5. ศึกษาเวลาในการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศ โดยเครื่องมือและเจ้าหน้าที่ของสถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม ทำการทดลอง 2 ซ้ำๆ ละ 10 ตัวอย่าง โดยกำหนดค่า  $F_0$  เท่ากับ 6 นาที โดย ค่า F หมายถึง จำนวนนาทีที่อุณหภูมิหนึ่งซึ่งใช้เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทราบจำนวนในอาหารภายใต้สภาวะที่กำหนด (ทิพาพร, 2562) ซึ่งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท กำหนดให้ค่า  $F_0$  ไม่น้อยกว่า 3 นาที (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2556 ก)

6. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศ โดยเตรียมผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศตามสภาวะที่เหมาะสมจากการศึกษาในข้อ 2 บรรจุลงในถุงอะลูมิเนียมพอยล์ทนความร้อน และเติมซอสมะเขือเทศสูตรที่เหมาะสมจากการศึกษาในข้อ 4 นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °C ระยะเวลาที่เหมาะสมจากการศึกษาในข้อ 5 เก็บตัวอย่างในอุณหภูมิปกติเป็นเวลา 14 วัน สุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์คุณภาพทุก 2 เดือน ได้แก่ ค่าสี ความเป็นกรดต่าง น้ำหนักสุทธิ คุณภาพด้านจุลินทรีย์ (Total Plate count, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, Molds, Yeasts, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *Clostridium botulinum*) วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 5 ซ้ำ วิเคราะห์ผลทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

- เวลาและสถานที่ เริ่มต้นตุลาคม 2560 – กันยายน 2562 สถานที่ทำการทดลอง  
กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพ พบว่า ถั่วหรั่งมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต (รวมใยอาหาร) โปรตีน ไขมัน แล็ก เยื่อใย และความชื้น เท่ากับ 32.96, 8.90, 2.60, 1.70, 12.07

และ 53.84 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ มีค่าสี  $L^*$   $a^*$  และ  $b^*$  เท่ากับ 45.78, 15.31 และ 1.79 ตามลำดับ และมีค่าเนื้อสัมผัส 85.99 นิวตัน

## 2. ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มถั่วหรั่งในน้ำเดือด

ขั้นตอนหนึ่งของการผลิตอาหารบรรจุในภาชนะปิดสนิทคือการลวก การนึ่ง หรือการต้ม มีวัตถุประสงค์เพื่อทำลายเอนไซม์ที่มีอยู่ภายในเซลล์ ช่วยให้วัตถุดิบมีเนื้อนิ่มลง ช่วยต่อการบรรจุ ช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ (ประภาศรี, 2547) สำหรับการทดลองนี้เลือกวิธีการต้มในน้ำเดือด เนื่องจากต้องการให้เมล็ดถั่วหรั่งนิ่มเพื่อให้รสชาติของซอสมะเขือเทศซึมเข้าในเมล็ดถั่วหรั่งได้ง่าย จากการทดลองต้มถั่วหรั่งที่ระยะเวลาต่างกัน พบว่า เมล็ดถั่วหรั่งที่ผ่านการต้มมีค่าสีแตกต่างจากเมล็ดถั่วหรั่งที่ไม่ผ่านการต้ม การต้มถั่วหรั่งที่ระยะเวลานานขึ้นมีผลทำให้ค่าสี  $L^*$  (ความสว่าง)  $a^*$  (สีแดง - สีเขียว) และ  $b^*$  (สีเหลือง - สีน้ำเงิน) ลดลง (Table 1) โดยค่าสี  $L^*$   $a^*$  และ  $b^*$  ของเมล็ดถั่วหรั่งที่ผ่านการต้มที่ระยะเวลา 10, 20, 30, 35 และ 40 นาที มีค่าไม่แตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) การต้มถั่วหรั่งที่ระยะเวลานานขึ้นจะทำให้ถั่วหรั่งมีสีคล้ำมากขึ้น (Figure 2) และมีเนื้อสัมผัสนิ่มมากขึ้น โดยสังเกตได้จากค่าแรงกดของการวัดเนื้อสัมผัส ถั่วหรั่งที่ผ่านการต้มเป็นเวลานานจะมีค่าแรงกดน้อยกว่าถั่วหรั่งที่ผ่านการต้มเป็นระยะเวลาสั้น นอกจากนี้สังเกตได้ว่าการต้มถั่วหรั่งที่ระยะเวลาตั้งแต่ 30 นาที ขึ้นไป เมล็ดถั่วหรั่งจะแตก การต้มถั่วหรั่งที่ระยะเวลา 30 นาทีจึงไม่เหมาะสม เมื่อพิจารณาค่าสีและค่าแรงกดการวัดเนื้อสัมผัสของถั่วหรั่งที่ต้มเป็นเวลา 20 และ 30 นาที มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงเลือกสภาวะการต้มถั่วหรั่งที่เวลา 20 นาที สำหรับการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

## 3. ผลการศึกษาผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศ

ทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ถั่วขาวในซอสมะเขือเทศในท้องตลาดได้ 5 ตรา โดยมีส่วนประกอบและลักษณะดัง Table 2 และ Figure 3 เมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีเปรียบเทียบความชอบแบบจัดอันดับ (Table 3) พบว่า ตราที่ 1 ได้คะแนนความชอบมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับ ตราที่ 3 และ ตราที่ 5 จากส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด พบว่า ตราที่ 1 และ ตราที่ 3 มีปริมาณมะเขือเทศ อยู่ในช่วง 27-35.79% และมีส่วนประกอบที่ให้รสชาติได้แก่ น้ำตาล และ เกลือ ซึ่งปริมาณน้ำตาลของส่วนประกอบทั้ง 3 ตรา (ตราที่ 1, 3 และ 5) อยู่ในช่วง 1-5% ปริมาณเกลือของส่วนประกอบทั้ง 3 ตรา อยู่ในช่วง 0.7-1% ดังนั้นจะนำข้อมูลนี้ใช้เป็นแนวทางในการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเตรียมซอสมะเขือเทศ

## 4. ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของซอสมะเขือเทศ โดยเตรียมถั่วหรั่ง ล้างทำความสะอาด ต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 20 นาที แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 0.5 นาน 60 นาที จากนั้นทำการบรรจุถั่วหรั่ง



ในอุณหภูมิเนี่ยพอยล์ทนความร้อน 130 กรัม และเติมซอสมะเขือเทศ 130 กรัม (ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท กำหนดให้ อาหารประเภทเมล็ดต้องมีน้ำหนักเนื้อไม่น้อยกว่า 50) นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที (Figure 4)

จากการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศ (Table 4) พบว่า ผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศทั้ง 12 สูตร มีค่าสี L\* a\* และ b\* ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าสี L\* อยู่ในช่วง 31.28 ถึง 32.57 ค่าสี a\* อยู่ในช่วง 7.40 ถึง 8.18 ค่าสี b\* อยู่ในช่วง -2.39 ถึง -1.24 มีค่าความเป็นกรดต่าง 5.0-5.07 ค่าแรงกตการวัดเนื้อสัมผัสอยู่ในช่วง 3.69 ถึง 3.85 นิวตัน

การทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีเปรียบเทียบความชอบแบบจัดอันดับ เนื่องจากมีจำนวนตัวอย่าง 12 ตัวอย่าง จึงทำการทดสอบโดยแบ่งตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 6 ตัวอย่าง เพื่อคัดเลือกสูตรที่ดีของแต่ละกลุ่ม โดย กลุ่มที่ 1 คือสูตรที่มีปริมาณมะเขือเทศร้อยละ 27 ปริมาณเกลือร้อยละ 0.7 และ 1.0 ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 1, 3 และ 5 พบว่า สูตรที่ 6 มีคะแนนความชอบมากที่สุด 127 คะแนน แต่ไม่แตกต่าง ( $p>0.5$ ) กับสูตรที่ 3, 2 และ 5 (Table 5) กลุ่มที่ 2 คือสูตรที่มีปริมาณมะเขือเทศร้อยละ 36 ปริมาณเกลือร้อยละ 0.7 และ 1.0 ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 1, 3 และ 5 พบว่า สูตรที่ 12 มีคะแนนความชอบมากที่สุด 130 แต่ไม่แตกต่าง ( $p>0.5$ ) กับสูตรที่ 11 และ 9 (Table 6) ดังนั้นจึงเลือกสูตร 3, 6, 9 และ 12 นำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ hedonic scale (7-point) เพื่อคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุด

การทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 7-point hedonic scale (Table 7) พบว่า ทั้ง 4 สูตรมีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัสและลักษณะปรากฏ ไม่แตกต่างกัน สำหรับคะแนนความชอบด้านรสชาติ พบว่า สูตรที่ 12 มีคะแนนมากที่สุดแต่ไม่แตกต่าง ( $p>0.5$ ) กับสูตรที่ 6 และ สูตรที่ 9 จากการทดลองเลือกสูตรที่ 12 เนื่องจากมีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด

5. ผลการศึกษาเวลาในการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศ จากการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศ โดยสถาบันอาหาร พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อ คือ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 41 นาที

6. ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศ โดยเตรียมผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศตามสภาวะที่เหมาะสม นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °C ระยะเวลา 41 นาที เก็บตัวอย่างในอุณหภูมิในอุณหภูมิปกติเป็นเวลา 14 วัน จากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์คุณภาพทุก 2 เดือน

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศ ด้วยวิธี 7-point hedonic scale พบว่า ผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศมีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมอยู่ที่ระดับชอบเล็กน้อย (Table 8)

การตรวจคุณภาพผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศที่อายุการเก็บรักษา 12 เดือน (Table 9) พบว่า คุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์มีค่าสี  $L^*$  และ  $a^*$  เพิ่มสูงขึ้นจาก 0 เดือน เมื่อพิจารณาค่า  $\Delta E$  คือค่าความแตกต่างของสีเมื่อเทียบกับที่เริ่มต้น พบว่า การเก็บรักษาที่ 2-12 เดือน มีค่า  $\Delta E$  แตกต่างจาก 0 เดือน ค่าสีที่เปลี่ยนแปลงส่งผลให้ถั่วหรั่งมีสีเข้มและคล้ำมากขึ้น ค่าความเป็นกรดต่างของผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศที่เก็บรักษา 2-12 เดือน มีค่าลดลงเล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างกับเริ่มต้น 0 เดือน สำหรับน้ำหนักเนื้อของผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศ จากการทดลองบรรจุถั่วหรั่ง 130 กรัม และซอสมะเขือเทศ 130 กรัม เมื่อผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อแล้ว ผลิตภัณฑ์มีน้ำหนักเนื้อเท่ากับ 147.45 กรัม การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศเป็นเวลา 2-6 เดือน มีน้ำหนักเนื้อของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างกับที่ 0 เดือน เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศเป็นเวลา 8-12 เดือนผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศมีน้ำหนักเนื้อเพิ่มขึ้น ( $p \leq 0.05$ ) แตกต่างจาก 0 เดือน ค่าแรงกตการวัดเนื้อสัมผัสของถั่วหรั่ง พบว่า ที่อายุการเก็บรักษา 0 เดือน ถั่วหรั่งมีค่าแรงกตการวัดเนื้อสัมผัสเท่ากับ 3.96 นิวตัน เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น ค่าแรงกตการวัดเนื้อสัมผัสมีค่าลดลงแตกต่าง ( $p \leq 0.05$ ) จาก 0 เดือน ส่งผลให้เนื้อสัมผัสของถั่วหรั่งมีความนิ่มมากขึ้น สำหรับคุณภาพด้านจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 355 เรื่องอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท และฉบับที่ 364 เรื่องมาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

## 7. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การผลิตถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศเพื่อการบริโภคเป็นการแปรรูปเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา โดยมีขั้นตอนการผลิตที่เหมาะสมดังนี้ ทำความสะอาดถั่วหรั่ง แคะเปลือก ล้างทำความสะอาดอีกครั้ง จากนั้นนำไปต้มในน้ำเดือดที่ระยะเวลา 20 นาที แช่ลงในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 นาน 60 นาที ล้างด้วยน้ำสะอาด สะเด็ดน้ำ บรรจุลงในถุงอะลูมิเนียมพอยล์ทนความร้อน เต็มซอสมะเขือเทศ (ที่มีส่วนผสมของมะเขือเทศ ร้อยละ 36 เกลือร้อยละ 1 น้ำตาลร้อยละ 5 แป้งมันร้อยละ 1) ทำการเติมขณะร้อน ปิดผนึก นำเข้าเครื่องฆ่าเชื้อโดยใช้ความดันที่อุณหภูมิการฆ่าเชื้อ 121 องศาเซลเซียส นาน 41 นาที โดยผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อมีสามารถเก็บรักษาในอุณหภูมิห้องได้นาน 12 เดือน โดยที่ผลิตภัณฑ์ยังคงมีคุณภาพด้านจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศมีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีกลิ่นมะเขือเทศชัดเจน ผู้ทดสอบชิมบางคนไม่ชอบกลิ่นมะเขือเทศ ดังนั้นควรมีการปรับวิธีการผลิตซอสมะเขือเทศหรือปรับสูตรโดยการใส่เครื่องเทศเพื่อลดกลิ่นของมะเขือเทศเพื่อให้เป็นที่ยอมรับมากขึ้น

## 8. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

สามารถนำเทคโนโลยีการผลิตถั่วหรั่งในซอสมะเขือเทศจากการทดลองนี้ เผยแพร่ให้กับกลุ่มเกษตรกรและผู้สนใจนำไปผลิตในเชิงพาณิชย์ โดยนำสูตรและวิธีการนี้ไปประยุกต์ใช้กับพืชอื่นที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันได้

## 9. คำขอบคุณ (ถ้ามี)

## 10. เอกสารอ้างอิง

จิระ สุวรรณประเสริฐ. 2548. เอกสารวิชาการ: ถั่วหรั่ง สงขลา: ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8.

ประภา เทพรักษา. 2547. การผลิตอาหารในภาชนะปิดสนิทด้วยความร้อน ใน หลักการผลิตและฆ่าเชื้ออาหารในภาชนะปิดสนิทด้วยความร้อน. สถาบันอาหาร.

ปราณี อานเป็รื่อง. 2547. หลักการวิเคราะห์อาหารด้วยประสาทสัมผัส. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 323 หน้า.

พืชเกษตร. 2560. ถั่วหรั่ง (Bambara groundnut) สรรพคุณ และการปลูกถั่วหรั่ง. แหล่งที่มา: <https://puechkaset.com/> 25 กุมภาพันธ์ 2563.

ทิพาพร อัญวิทยา. 2562. หลักการใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้ออาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ใน คู่มืออบรมหลักสูตรผู้กำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในการผลิตอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำและปรับกรด. ศูนย์บริการธุรกิจอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ภูมิสันต์ จีวิพันธ์พงษ์ และ ธนาพร วีระประดิษฐ์ศิลป์. 2536. การศึกษาคุณสมบัติของถั่วหรั่งและการนำไปใช้. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. 2553. ถั่วหรั่ง พืชพื้นเมืองพันธุ์ใหม่ 85 วันเก็บได้ ผลผลิตสูง ตลาดดี.

แหล่งที่มา: <http://www.phtnet.org/news53/view-news.asp?nID=340>. 25 กุมภาพันธ์ 2563.

สุวิมล กะตากุล. 2543. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสด *Dlycine max* (L.) Mer. บรรจุกระป๋อง.

วิทยานิพนธ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2556 ก. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 355) เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2556 ข. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 364) เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค.

Chanrise, 2019. เทรนด์กำลังมา ถั่วขาว เมนูไขมันต่ำ ประโยชน์ครบครันสำหรับคนรักสุขภาพ. แหล่งที่มา:

<https://food.mthai.com/food-recommend/140923.html>. 25 กุมภาพันธ์ 2563.

Christina, N. 2019. Tomato market trends to affect baked beans prices. Online:

<https://iegvu.agribusinessintelligence.informa.com/CO231459/>. 25 February 2020.

**Table 1** Color value and firmness of boiled Bambara groundnut for 0-40 minutes

Boiling time (Minute)	Color			Firmness (N)
	L*	a*	b*	
0	43.24 a	15.33 a	2.82 a	86.36
10	40.35 b	8.82 b	-2.84 b	39.63
20	40.24 b	8.92 b	-3.29 b	24.89
30	40.27 b	8.74 b	-3.65 b	24.51
35	39.72 b	8.59 b	-3.79 b	22.06
40	39.17 b	8.76 b	-4.02 b	14.49

In column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

**Table 2** Ingredients of commercial Baked beans in tomato sauce

Ingredients (%)	Brand 1	Brand 2	Brand 3	Brand 4	Brand 5
White kidney bean	47	60	58	60	50
tomato juice	-	10	-	-	-
tomato	27	-	35.79	-	-
tomato puree	-	-	-	2.5	3
water	18.9	17	3	-	-
sugar	5	7	1	2.5	4.5
salt	1	1	0.7	1	-
thickening agent	-	1.5	1	-	-
Herb/spicy	-	-	0.5	0.25	0.2

**Table 3** Sensory evaluation of commercial Baked beans in tomato sauce

Baked beans in tomato sauce	Score
Brand 1	150 a
Brand 2	94 b
Brand 3	145 a
Brand 4	73 b
Brand 5	138 a

In column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level

**Table 4** Quality of Bambara groundnut in tomato sauce recipes

Recipe	Color			pH	Firmness (N)
	L*	a*	b*		
1	32.57	8.18	-1.24	5.02	3.78
2	32.37	8.18	-1.37	5.03	3.69
3	32.28	8.18	-1.40	5.03	3.81

4	32.14	8.06	-1.58	5.04	3.84
5	32.08	7.88	-1.73	5.07	3.73
6	32.19	8.19	-1.41	5.02	3.80
7	32.00	7.82	-1.77	5.00	3.78
8	31.66	7.68	-2.01	5.01	3.80
9	31.50	7.75	-2.11	5.03	3.69
10	31.63	7.49	-2.11	5.01	3.82
11	31.43	7.40	-2.29	5.04	3.71
12	31.28	7.44	-2.39	5.05	3.85

**Table 5** Sensory evaluation of Bambara groundnut in tomato sauce recipes (27% tomato)

Recipe	Tomato (%)	Salt (%)	Sugar (%)	Score
1	27	0.7	1	80 b
2	27	0.7	3	110 a
3	27	0.7	5	124 a
4	27	1	1	80 b
5	27	1	3	100 ab
6	27	1	5	127 a

In column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level

**Table 6** Sensory evaluation of Bambara groundnut in tomato sauce recipes (36% tomato)

Recipe	Tomato (%)	Salt (%)	Sugar (%)	Score
--------	------------	----------	-----------	-------

7	36	0.7	1	82 c
8	36	0.7	3	95 bc
9	36	0.7	5	119 ab
10	36	1	1	83 c
11	36	1	3	121 ab
12	36	1	5	130 a

In column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level

**Table 7** Sensory evaluation of Bambara groundnut in tomato sauce (7-point hedonic scale)

Recipe	Sensory evaluation					
	color	กลิ่น	color	texture	color	overall
3	4.53 a	4.93 a	4.93 b	5.31 a	4.82 a	4.55 c
6	4.44 a	4.92 a	5.21 ab	5.49 a	4.95 a	5.00 b
9	4.53 a	4.82 a	5.21 ab	5.33 a	4.90 a	4.92 b
12	4.58 a	4.82 a	5.42 a	5.41 a	4.88 a	5.30 a

In column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

**Table 8** Sensory evaluation of Bambara groundnut in tomato sauce

Bambara groundnut in tomato sauce	Sensory evaluation					
	color	flavor	taste	texture	appearance	overall
	5.22	4.93	5.47	5.78	4.37	5.13





*Clostridium botulinum*

Not Detected   Not Detected   Not Detected   Not Detected   Not Detected   Not Detected   Not Detected

---

In row, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT





Bambara groundnut



Washed



Peeled

**Figure 1** Steps to prepare Bambara groundnut



0 10 20 30 35 40

**Figure 2** Boiled Bambara groundnut for 0-40 minute



Brand 1 Brand 2 Brand 3 Brand 4 Brand 5

**Figure 3** Commercial Baked beans in tomato sauce



steaming



soked in  $\text{CaCl}_2$



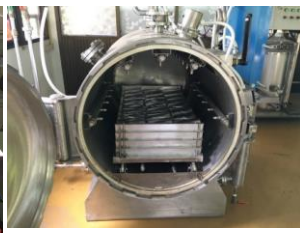
packed into retort pouch



add tomato sauce



seal



sterilizing



Bambara in tomato sauce



**Figure 4** Step of producing Bambara groundnut in tomato sauce