

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. แผนงานวิจัย : แผนงานวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชในพื้นที่ภาคใต้
2. โครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาการผลิตถั่วหรั่งเพื่อเพิ่มมูลค่าและการแปรรูป
กิจกรรมที่ 3 : การวิจัยเทคโนโลยีการแปรรูปจากถั่วหรั่ง
กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การเก็บรักษาถั่วหรั่งในน้ำเกลือเพื่อการบริโภค
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Preserving of Bambara groundnut in brine for consumption
4. คณะผู้ดำเนินงาน
- | | | |
|-----------------|------------------------------|-------------|
| หัวหน้าการทดลอง | : นางสาวจรรวรณ์ รัตนสกุลธรรม | สังกัด กวป. |
| ผู้ร่วมงาน | : นางสาววิมลวรรณ วัฒนวิจิตร | สังกัด กวป. |
| | : นายประยูร เอ็นมาก | สังกัด กวป. |
| | : นางสาวฉัทธนา คงนคร | สังกัด กวม. |

5. บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตถั่วหรั่งในน้ำเกลือเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาสำหรับการบริโภค ทำการทดลองที่กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตรระหว่างเดือนตุลาคม 2560 – กันยายน 2562 โดยการผลิตถั่วหรั่งในน้ำเกลือเริ่มจากการศึกษาระยะเวลาการนึ่งถั่วหรั่งด้วยไอน้ำ ทำการคัดเลือกเมล็ดถั่วหรั่งที่สมบูรณ์ ล้างทำความสะอาด นำไปนึ่งด้วยไอน้ำที่เวลา 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 นาที แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 0.5 นาน 60 นาที ทำการวัดค่าสีและเนื้อสัมผัสโดยใช้แรงกด พบว่า การนึ่งถั่วหรั่งที่ระยะเวลา 10 นาที เหมาะสมที่สุด โดยมีค่าแรงกดของการวัดเนื้อสัมผัสน้อยที่สุด คือ 34.01 นิวตัน และมีค่าสีใกล้เคียงกับถั่วหรั่งที่นึ่งด้วยระยะเวลา 8 นาที การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารละลายเกลือและน้ำตาล ทำการแปรรูประดับเกลือร้อยละ 1 และ 2 น้ำตาลร้อยละ 1, 2, 4, 6 และ 8 โดยน้ำหนัก คัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดโดยใช้คุณภาพทางประสาทสัมผัส จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า

ผู้ทดสอบชิมชอบรสชาติของถั่วหรั่งในน้ำเกลือที่อัตราส่วนเกลือร้อยละ 1 และน้ำตาลร้อยละ 6 มากที่สุด ผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในน้ำเกลือมีค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 6.02 ค่าสี L* เท่ากับ 28.28 a* เท่ากับ 6.66 b* เท่ากับ -1.48 สำหรับอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อถั่วหรั่งในน้ำเกลือคือ 121 องศาเซลเซียส เวลา 20 นาที จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในน้ำเกลือที่อุณหภูมิปกติเป็นเวลา 12 เดือน พบว่าผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น เมล็ดถั่วมีความนุ่มมากขึ้น คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในน้ำเกลืออยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

Abstract

The objective of this research is to study the suitable process for producing Bambara groundnut in brine for extending shelf life for consumption, that was conducted at Postharvest and Processing Research and Development Division in October 2017 to September 2019. Producing of Bambara groundnut in brine, selecting the complete Bambara groundnut, cleaning and steamed with steam for 0, 2, 4, 6, 8 and 10 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 steaming the Bambara groundnut was 10 minutes because Bambara groundnut had the lowest compressive force of texture measurement, 34.01 N, and the color value was similar to steamed Bambara groundnut for 8 minutes. To study on the suitable ratio for preparing brine involved that variable levels of 1 and 2% salt and 1, 2, 4, 6 and 8% sugar by weight. Sensory evaluation of consumers found that the best taste of Bambara groundnut in brine was 1% salt content and 6% sugar content. Product of Bambara groundnut in brine had pH equal to 6.02, color value L* a* b* wear 28.28, 6.66 and -1.48 respectively. The optimal conditions for sterilizing the products, the Bambara groundnut in brine was 121 degrees Celsius for 20 minutes. Afterward, the shelf life of Bambara groundnut in brine 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 brine 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 (ศุภณัฐวาทกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, 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 ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ใช้เป็นฝักในอาหารประเภทซूप หรือต้มเป็นอาหารทานเล่น เมล็ดแห้งนำไปประกอบอาหาร เช่น ต้ม อบ ทอดในน้ำมัน หรืออบแล้วบดเป็นแป้งผสมในอาหารต่างๆ (จิระ, 2548) ในภาคใต้ของไทยนิยมบริโภคถั่วหรั่งในรูปถั่วหรั่งต้มใส่เกลือ เมล็ดแห้งนำไปแช่น้ำแล้วต้มและกวนทำเป็นไส้ขนมพื้นเมืองและไส้ขนมเปียะ เมล็ดแห้งต้มสุกหรือฝักสดต้มสุกแกะเปลือกสามารถใส่ในอาหารคาวจำพวกแกงหรือซूपแทนถั่วลิสงหรือถั่วลันเตา 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 กระบวนการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อที่สำคัญและต้อง

ระวางเป็นพิเศษ คือ ที่ใช้กับ “อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ” (Low-acid food) ซึ่งหมายถึง อาหารใดก็ตามที่มีค่าความเป็นกรดต่างสูงกว่า 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 หรืออาหารในภาชนะบรรจุที่เป็นขวดแก้วที่ฝาฝอยหรือวัสดุอื่นผนึก หรืออาหารในภาชนะบรรจุอื่น ซึ่งสามารถป้องกันมิให้ความชื้นหรืออากาศผ่านซึมเข้าภายในภาชนะบรรจุได้ในภาวะปกติ และสามารถเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิปกติ

การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ในภาชนะปิดสนิท เป็นกระบวนการแปรรูปโดยใช้ความร้อนสูงและเวลาที่นานพอที่จะทำลายเชื้อจุลินทรีย์และการทำงานของเอนไซม์ซึ่งการแปรรูปด้วยวิธีการนี้จะสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้เป็นระยะเวลานาน ในปัจจุบันผักผลไม้เนยแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์บรรจุในภาชนะปิดสนิทเนื่องจากเก็บรักษาได้เป็นระยะเวลานานแล้ว ยังสะดวกต่อการบริโภคและการนำไปใช้เป็นส่วนผสมในการปรุงอาหารต่อไป โดยผักผลไม้แต่ละชนิดจะมีวิธีการที่คล้ายๆกัน เช่น การผลิตถั่วลิสงต้มบรรจุกระป๋อง คัดเลือกเมล็ดสมบูรณ์ นำมาลวกที่อุณหภูมิ 90 °C นาน 30 นาที จากนั้นแช่ในสารละลายผสมของเกลือ 3.0% และแคลเซียมคลอไรด์ 0.40% นาน 30 นาที รินน้ำออก สะเด็ดน้ำ บรรจุในกระป๋องแบบ Easy Oper ขนาด 307x201 ปริมาณ 140 กรัม ผ่านการไล่อากาศ 10 นาที ซ้ำเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °C นาน 20 นาที (สุธาสินี, 2549) การผลิตถั่วเหลืองฝักสดบรรจุในน้ำเกลือ ทำการนึ่งถั่วเหลืองด้วยไอน้ำ นาน 2 นาที บรรจุกระป๋อง C-enamel ขนาด 300x407 ปริมาณถั่ว 223 กรัม ต่อ น้ำเกลือ 192 กรัม ทำการไล่อากาศ และฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °C นาน 15 นาที (สุวิมล, 2543) ทั้งนี้ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อขึ้นอยู่กับขนาดบรรจุภัณฑ์ด้วย โดย Amr and Yaseen, 2007 ทำการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการผลิตถั่วลูกไก่บรรจุกระป๋อง พบว่า การบรรจุถั่วลูกไก่ในกระป๋องขนาด 52*82 mm ต้องทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °C นาน 32.9 นาที แต่ถ้าบรรจุถั่วลูกไก่ในกระป๋องขนาด 73*103 mm จะต้องทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °C นาน 57.2 นาที

ถั่วหรั่งต้มเป็นการแปรรูปที่ง่าย เหมาะกับการบริโภคหรือใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร คาวและหวาน แต่การต้มเพียงอย่างเดียวและเก็บรักษาจะเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในบรรจุในภาชนะปิดสนิทจะช่วยเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภค เพิ่มความสะดวกในการรับประทาน อีกทั้งยังช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งไว้บริโภคนอกฤดูกาล ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในน้ำเกลือเพื่อการบริโภคบรรจุในภาชนะปิดสนิทจึงเป็นทางเลือกหนึ่งเพื่อตอบสนองความต้องการให้กับผู้บริโภค

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1. ถั่วหรั่งพันธุ์สงขลา
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. เครื่องฆ่าเชื้อระบบสเปรย์น้ำร้อน (Water Spray Retort, SRA Tech, PILOT SCALE 450 L)

- วิธีการ

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

2. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการนึ่งถั่วหรั่งด้วยไอน้ำที่ระยะเวลา 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 นาที วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ โดยคัดเลือกเมล็ดที่สมบูรณ์ ล้างทำความสะอาดถั่วหรั่ง นึ่งด้วยไอน้ำตามระยะเวลาที่กำหนด แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 0.5 นาน 60 นาที เมื่อครบเวลาล้างด้วยน้ำสะอาดนำไปวัดค่าสีและเนื้อสัมผัส วิเคราะห์ผลทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3. ทำการศึกษาผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในน้ำเกลือ เนื่องจากในท้องตลาดไม่มีผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในน้ำเกลือจึงเลือกผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงคือผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงเตาใน

น้ำเกลือ ทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ โดยทดสอบทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน ทดสอบด้วยวิธีการเปรียบเทียบความชอบแบบจัดอันดับ (Ranking test) และการชิมแบบให้คะแนน 7- point hedonic scale

การชิมเปรียบเทียบความชอบแบบจัดอันดับ ทำโดยนำผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการคัดเลือกมาให้ผู้ชิมทดลองชิม ให้เปรียบเทียบความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ แล้วจัดอันดับจากมากไปน้อย โดยให้อันดับ 1 หมายถึงชอบน้อยที่สุด อันดับ 2 มีความชอบเพิ่มขึ้นและเรื่อยไป โดยแต่ละอันดับจะต้องมีตัวอย่างเดียว จากนั้นนำผลรวมของคะแนนวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี 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. ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำเกลือ โดยมีส่วนผสมประกอบด้วยเกลือ น้ำตาล และน้ำ ดังนี้

สูตร 1 เกลือร้อยละ 1 น้ำตาลร้อยละ 1 และน้ำร้อยละ 98

สูตร 2 เกลือร้อยละ 1 น้ำตาลร้อยละ 2 และน้ำร้อยละ 97

สูตร 3 เกลือร้อยละ 1 น้ำตาลร้อยละ 4 และน้ำร้อยละ 95

สูตร 4 เกลือร้อยละ 1 น้ำตาลร้อยละ 6 และน้ำร้อยละ 93

สูตร 5 เกลือร้อยละ 1 น้ำตาลร้อยละ 8 และน้ำร้อยละ 91

สูตร 6 เกลือร้อยละ 2 น้ำตาลร้อยละ 1 และน้ำร้อยละ 97

สูตร 7 เกลือร้อยละ 2 น้ำตาลร้อยละ 2 และน้ำร้อยละ 96

สูตร 8 เกลือร้อยละ 2 น้ำตาลร้อยละ 4 และน้ำร้อยละ 94

สูตร 9 เกลือร้อยละ 2 น้ำตาลร้อยละ 6 และน้ำร้อยละ 92

สูตร 10 เกลือร้อยละ 2 น้ำตาลร้อยละ 8 และน้ำร้อยละ 90

ซึ่งส่วนผสมตามสูตร น้ำเกลือและน้ำตาล ผสมลงในน้ำสะอาด ต้มให้เดือด กรองผ่านผ้าขาวบาง เตรียมผลิตภัณฑ์ถ้วยหึ่งในน้ำเกลือโดยนำถ้วยหึ่งที่ได้จากการเตรียมด้วยสภาวะที่เหมาะสมในข้อ 2 บรรจุลงในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ทนความร้อน เติมน้ำเกลือขณะร้อน นำไปฆ่าเชื้อด้วยเครื่องฆ่าเชื้อโดยใช้ความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที นำมาตรวจคุณภาพ ได้แก่ ค่าสี ความเป็นกรดต่าง เนื้อสัมผัส และทดสอบประสาทสัมผัสด้วยวิธีเปรียบเทียบความชอบแบบจัดอันดับ เพื่อคัดเลือกสูตรเบื้องต้นให้ได้สูตรที่เหมาะสม 3-4 สูตร และนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 7-point hedonic scale ต่อไป

5. ศึกษาเวลาในการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในน้ำเกลือ 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. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในน้ำเกลือ โดยเตรียมผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในน้ำเกลือตามสภาวะที่เหมาะสมจากการศึกษาในข้อ 2 บรรจุลงถุงอะลูมิเนียมพอยล์ทนความร้อน และเติมน้ำเกลือสูตรที่เหมาะสมจากการศึกษาในข้อ 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 เถ้า ใยอาหาร 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 และมีค่าแรงกดของการวัดเนื้อสัมผัส 85.99 นิวตัน

2. ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการนึ่งถั่วหรั่งด้วยไอน้ำ

ขั้นตอนหนึ่งของการผลิตอาหารบรรจุในภาชนะปิดสนิทคือการลวก การนึ่ง หรือการต้ม มีวัตถุประสงค์เพื่อทำลายเอนไซม์ที่มีอยู่ภายในเซลล์ ช่วยให้อัตราการดูดน้ำดีขึ้น ช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ (ประภาศรี, 2547) สำหรับการทดลองนี้เลือกวิธีการนึ่งด้วยไอน้ำเนื่องจากต้องการให้ถั่วหรั่งไม่นิ่มจนเกินไป จากการทดลองนึ่งถั่วหรั่งด้วยไอน้ำที่ระยะเวลาต่างกัน พบว่า การนึ่งถั่วหรั่งที่

ระยะเวลา นานขึ้นมีผลทำให้ค่าสี L^* (ความสว่าง) a^* (สีแดง - สีเขียว) และ b^* (สีเหลือง - สีนํ้าเงิน) ลดลง โดยค่าสี L^* a^* และ b^* ของเมล็ดถั่วหรั่งที่ผ่านการนึ่งที่ระยะเวลา 2, 4, 6, 8 และ 10 นาที มีค่าแตกต่าง ($p \leq 0.05$) กับถั่วหรั่งที่ไม่ผ่านการนึ่ง การเปลี่ยนแปลงค่าสีของเมล็ดถั่วหรั่งหลังจากการนึ่งมีผลทำให้เมล็ดถั่วหรั่งมีสีคล้ำมากขึ้น (Figure 2) และการนึ่งที่ระยะเวลา นานขึ้นมีผลทำให้เนื้อสัมผัสมีความนิ่มมากขึ้น โดยสังเกตได้จากค่าแรงกดของการวัดเนื้อสัมผัสของถั่วหรั่งที่ผ่านการนึ่งที่ระยะเวลา 10 นาที มีค่าแรงกดน้อยที่สุด (Table 1) ดังนั้นจึงเลือกสภาวะการนึ่งถั่วหรั่งที่ระยะเวลา 10 นาที สำหรับการศึกษาในขั้นต่อไป เนื่องจากมีความนิ่มมากที่สุด และการเปลี่ยนแปลงสีของเมล็ดถั่วหรั่งไม่แตกต่างกับการนึ่งที่ 6 และ 8 นาที

3. ผลการศึกษาผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในนํ้าเกลือ ทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ถั่วลิ้นเต่าในนํ้าเกลือในท้องตลาดได้ 4 ตรา โดยมีส่วนประกอบและลักษณะดัง Table 2 และ Figure 3 เมื่อนํ้ามาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีเปรียบเทียบความชอบแบบจัดอันดับ พบว่า ตราที่ 2 ได้คะแนนความชอบมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับ ตราที่ 1 (Table 3) จากส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่ท้องตลาด พบว่า ตราที่ 2 และ ตราที่ 1 มีปริมาณนํ้าตาลในส่วนประกอบ อยู่ในช่วง 1-8% มีปริมาณเกลือ อยู่ในช่วง 1-2% ดังนั้นจะนำข้อมูลนี้ใช้เป็นแนวทางในการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารละลายเกลือและนํ้าตาลของถั่วหรั่งในนํ้าเกลือ

4. ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารละลายเกลือและนํ้าตาลทราย โดยเตรียมถั่วหรั่ง ล้างทำความสะอาด นึ่งด้วยไอนํ้าเป็นเวลา 10 นาที แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 0.5 นาน 60 นาที จากนั้นทำการบรรจุถั่วหรั่งในถุงอะลูมิเนียมพอยล์ทนความร้อน 130 กรัม และเติมนํ้าเกลือ 130 กรัม (ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท กำหนดให้ อาหารประเภทเมล็ดต้องมึนํ้าหนักเนื้อไม่น้อยกว่า 50) นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที (Figure 4)

จากการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในนํ้าเกลือ (Table 4) พบว่า ผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในนํ้าเกลือทั้ง 10 สูตร มีค่าสี L^* a^* และ b^* ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าสี L^* อยู่ในช่วง 28.06 ถึง 28.49 ค่าสี a^* อยู่ในช่วง 6.40 ถึง 6.89 ค่าสี b^* อยู่ในช่วง -1.71 ถึง -1.17 มีค่าความเป็นกรดต่าง 5.8 ค่าแรงกดการวัดเนื้อสัมผัสอยู่ในช่วง 4.00 ถึง 4.27 นิวตัน

การทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีเปรียบเทียบความชอบแบบจัดอันดับ เนื่องจากมีจำนวนตัวอย่าง 10 ตัวอย่าง จึงทำการทดสอบโดยแบ่งตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 5 ตัวอย่าง เพื่อคัดเลือกสูตรที่ดีของแต่ละกลุ่ม โดย กลุ่มที่ 1 คือสูตรที่มีปริมาณเกลือร้อยละ 1 ปริมาณนํ้าตาลร้อยละ 1-8 พบว่า สูตรที่ 4 มีปริมาณนํ้าตาลร้อยละ 6 มีคะแนนความชอบมากที่สุด 104 คะแนน

แต่ไม่แตกต่างกัน ($p>0.5$) กับสูตรที่ 5, 3 และ 2 (Table 5) กลุ่มที่ 2 คือสูตรที่มีปริมาณเกลือร้อยละ 2 ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 1-8 พบว่า สูตรที่ 10 มีปริมาณน้ำตาลร้อยละ 8 มีคะแนนความชอบมากที่สุด 110 แต่ไม่แตกต่างกัน ($p>0.5$) กับสูตรที่ 9, 8 และ 7 (Table 6) ดังนั้นจึงเลือกสูตร 4, 5, 9 และ 10 นำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 7-point hedonic scale เพื่อคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุด

การทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 7-point hedonic scale (Table 7) พบว่า ทั้ง 4 สูตรมีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัสและลักษณะปรากฏ ไม่แตกต่างกัน สำหรับคะแนนความชอบด้านรสชาติและความชอบโดยรวม พบว่าสูตรที่ 4 มีคะแนนมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างกัน ($p>0.5$) กับสูตรที่ 5 และ 9 เพื่อสุขภาพของผู้บริโภค จึงเลือกสูตรที่ 4 เพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป เนื่องจากสูตรที่ 4 เป็นสูตรที่ใช้ปริมาณเกลือและน้ำตาลน้อยกว่าสูตรอื่นๆ

5. ผลการศึกษาเวลาในการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในน้ำเกลือ โดยกำหนดค่า F_0 เท่ากับ 6 นาที

ทดสอบการกระจายความร้อนของเครื่องฆ่าเชื้อ เป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์อาหาร โดยการตรวจสอบและวัดอุณหภูมิภายในเครื่องฆ่าเชื้อที่ตำแหน่งต่างๆ ตลอดทั้งภายในเครื่องในช่วงเวลาปฏิบัติการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ทั้งหมดภายในเครื่องฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิและช่วงเวลาตามข้อกำหนด

ทดสอบการแทรกผ่านความร้อนในอาหาร (Heat Penetration test) เป็นการหาว่าจะต้องใช้เวลาในการให้ความร้อนแก่อาหารนานเท่าใดจึงสามารถฆ่าเชื้อได้ตามที่ต้องการ ในการเก็บข้อมูลจะทำการเจาะรูด้านข้างของบรรจุภัณฑ์ ณ ตำแหน่งที่ร้อนช้าที่สุด บรรจุตัวอย่าง ปิดผนึก นำเข้าเครื่องฆ่าเชื้อ นำข้อมูลอุณหภูมิของอาหารภายในบรรจุภัณฑ์ที่เวลาต่างๆ มาพลอตกราฟ คำนวณหาเวลาในการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมของอาหาร

จากการศึกษาเวลาที่เหมาะสมสำหรับการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในน้ำเกลือ โดยทำการเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในน้ำเกลือบรรจุลงในถุงอะลูมิเนียมพอยล์ทนความร้อนขนาด 120*170*35 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิไว้แล้ว บรรจุถั่วหรั่ง 130 กรัม เติมน้ำเกลือ 130 กรัม ปิดผนึก นำเข้าเครื่องฆ่าเชื้อโดยใช้ความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในน้ำเกลือแสดงใน Table 8 โดยมีระยะเวลาของกระบวนการฆ่าเชื้อเป็น 64 นาที เริ่มจากช่วง Come-up time คือเวลาดังแต่เริ่มให้ความร้อน (เปิดไอน้ำเข้าเครื่องฆ่าเชื้อ) จนเริ่มจับเวลาในการฆ่าเชื้อ (เครื่องฆ่าเชื้อขึ้นถึงอุณหภูมิฆ่าเชื้อ 121 องศาเซลเซียส) เป็น 31 นาที ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อ 20 นาที และช่วงลดอุณหภูมิให้กับผลิตภัณฑ์หรือการหล่อเย็นเท่ากับ 13 นาที

6. ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในน้ำเกลือ โดยเตรียมผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในน้ำเกลือตามสภาวะที่เหมาะสม นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °C ระยะเวลา 20 นาที เก็บตัวอย่างในอุณหภูมิปกติเป็นเวลา 14 วัน จากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์คุณภาพทุก 2 เดือน

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในน้ำเกลือ ด้วยวิธี 7-point hedonic scale พบว่าผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในน้ำเกลือมีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสทุกด้านอยู่ที่ระดับชอบปานกลาง (Table 9)

การตรวจคุณภาพผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในน้ำเกลือที่อายุการเก็บรักษา 12 เดือน (Table 10) พบว่า คุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์มีค่าสี L^* และ a^* เพิ่มสูงขึ้นจาก 0 เดือน เมื่อพิจารณาค่า ΔE คือค่าความแตกต่างของสีเมื่อเทียบกับเริ่มต้น พบว่า การเก็บรักษาที่ 2-12 เดือน มีค่า ΔE แตกต่างจาก 0 เดือน โดยจะมีค่า ΔE เพิ่มสูงขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น จากการเปลี่ยนแปลงค่าสีมีผลทำให้ถั่วหรั่งมีสีเข้มและคล้ำมากขึ้น ค่าความเป็นกรดต่างของผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในน้ำเกลือที่เก็บรักษา 2-12 เดือน มีค่าลดลงเล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างกับเริ่มต้น 0 เดือน สำหรับน้ำหนักเนื้อของผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในน้ำเกลือ จากการทดลองบรรจุถั่วหรั่ง 130 กรัมและสารละลายน้ำเกลือ 130 กรัม เมื่อผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อแล้ว ผลิตภัณฑ์มีน้ำหนักเนื้อเพิ่มขึ้นเท่ากับ 140.10 กรัม ทั้งนี้เนื่องมาจากความร้อนจากกระบวนการฆ่าเชื้อมีผลทำให้เมล็ดถั่วหรั่งอ่อนตัวลงน้ำเกลือจึงซึมเข้าไปในเมล็ดถั่วหรั่ง เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 2 เดือน น้ำหนักเนื้อของถั่วหรั่งเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) จาก 140.10 กรัม (0 เดือน) เป็น 150.95 กรัม และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 4-12 เดือน น้ำหนักเนื้อของถั่วหรั่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยอยู่ในช่วง 153.10-154.59 กรัม แต่ไม่แตกต่างกับน้ำหนักเนื้อของถั่วหรั่งที่อายุการเก็บรักษา 2 เดือน ค่าแรงกตการวัดเนื้อสัมผัสของถั่วหรั่ง พบว่า ที่อายุการเก็บรักษา 0 เดือน ถั่วหรั่งมีค่าแรงกตการวัดเนื้อสัมผัสเท่ากับ 4.87 นิวตัน เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นค่าแรงกตการวัดเนื้อสัมผัสมีค่าลดลง โดยที่อายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 2 เดือน มีค่าแรงกตการวัดเนื้อสัมผัสลดลงแต่ไม่แตกต่างกับที่ 0 เดือน โดยค่าแรงกตของการวัดเนื้อสัมผัสลดลงส่งผลให้เมล็ดถั่วหรั่งมีความนิ่มมากขึ้น สำหรับคุณภาพด้านจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 355 เรื่องอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท และ ฉบับที่ 364 เรื่องมาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การผลิตถั่วหรั่งในน้ำเกลือเพื่อการบริโภคเป็นการแปรรูปเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา โดยมีขั้นตอนการผลิตที่เหมาะสมดังนี้ ทำความสะอาดถั่วหรั่ง แกะเปลือก ล้างทำความสะอาดอีกครั้ง จากนั้นนำไปนึ่งด้วยไอน้ำที่ระยะเวลา 10 นาที แช่ลงในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 นาน 60 นาที ล้างด้วยน้ำสะอาด สะเด็ดน้ำ บรรจุลงในถุงอะลูมิเนียมพอยล์ทนความร้อน เติมน้ำเกลือ (ที่มีส่วนผสมของเกลือร้อยละ 1 น้ำตาลร้อยละ 6) ทำการเติมขณะร้อน ปิดผนึก นำเข้าเครื่องฆ่าเชื้อโดยใช้ความดันที่อุณหภูมิการฆ่าเชื้อ

121 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที โดยผลิตภัณฑ์ถั่วหรั่งในน้ำเกลือที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อนี้สามารถเก็บรักษาในอุณหภูมิปกติได้นาน 12 เดือน โดยที่ผลิตภัณฑ์ยังคงมีคุณภาพด้านจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

สามารถนำเทคโนโลยีการผลิตถั่วหรั่งในน้ำเกลือจากการทดลองนี้ เผยแพร่ให้กับกลุ่มเกษตรกรและผู้สนใจนำไปผลิตในเชิงพาณิชย์ โดยนำสูตรและวิธีการนี้ไปประยุกต์ใช้กับพืชอื่นที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันได้

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี)

12. เอกสารอ้างอิง

เกษตรทำกิน. 2561. “ถั่วหรั่ง” ของดีภาคใต้ ป้องกัน “เบาหวาน-มะเร็ง” ได้. แหล่งที่มา:

https://kasettumkin.com/agriculture-news/article_12179. 14 กุมภาพันธ์ 2563.

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 อยู่วิทยา. 2562. หลักการใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้ออาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ใน คู่มืออบรมหลักสูตรผู้กำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในการผลิตอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำและปรับกรด. ศูนย์บริการธุรกิจอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ภูมิสันต์ จิวพันธ์พงษ์ 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.

สุธาสิณี อาจวิชัย. 2549. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 1 ต้มบรรจุกระป๋อง. วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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.

Amr, A.S. and E.I. Yaseen. 2007. Thermal processing requirements of canned chickpea dip. International Journal of Food Science & Technology, 29(4): 441-448.

Table 1 Color value and firmness of steamed Bambara groundnut for 0-10 minutes

Steaming time (Minute)	Color			Firmness (N)
	L*	a*	b*	
0	43.60 a	14.45 a	3.35 a	84.09
2	41.64 b	9.61 b	0.67 b	75.14
4	41.12 b	9.33 bc	0.00 bc	65.40
6	41.45 b	8.00 d	-0.20 bc	55.40
8	40.96 b	8.41 cd	-0.42 c	45.48
10	40.46 b	7.73 d	-0.95 c	34.01

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

Table 2 Ingredients of commercial Green peas in brine

Ingredients (%)	Brand 1	Brand 2	Brand 3	Brand 4
Green peas	57	54	60	60
water	41	36	39	-
salt	1	2	0.9	0.8

sugar	1	8	-	3.5
-------	---	---	---	-----

Table 3 Sensory evaluation of commercial Green peas in brine

Green peas in brine	Score
Brand 1	109 ab
Brand 2	127 a
Brand 3	76 c
Brand 4	88 bc

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

Table 4 Quality of Bambara groundnut in brine recipes

Recipe	Color			pH	Firmness (N)
	L*	a*	b*		
1	28.15	6.58	-1.71	5.8	4.00
2	28.35	6.67	-1.61	5.8	4.24
3	28.49	6.85	-1.29	5.8	4.10
4	28.35	6.81	-1.46	5.8	4.20
5	28.06	6.76	-1.60	5.8	4.27
6	28.37	6.66	-1.57	5.8	4.12
7	28.60	6.89	-1.17	5.8	4.04
8	28.18	6.49	-1.52	5.8	4.21

9	28.33	6.40	-1.44	5.8	4.24
10	28.36	6.61	-1.34	5.8	4.12

Table 5 Sensory evaluation of Bambara groundnut in brine recipes (1% salt, 1-8% sugar)

Recipe	Salt (%)	Sugar (%)	Score
1	1	1	71 b
2	1	2	82 ab
3	1	4	90 ab
4	1	6	104 a
5	1	8	103 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 brine recipes (2% salt, 1-8% sugar)

Recipe	Salt (%)	Sugar (%)	Score
6	2	1	63 b
7	2	2	79 ab
8	2	4	97 a
9	2	6	101 a
10	2	8	110 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 brine recipes (7-point hedonic scale)

Recipe	Sensory evaluation					
	color	flavor	taste	texture	appearance	overall
4	6.25 a	5.35 a	6.09 a	6.13 a	5.90 a	6.00 a
5	6.30 a	5.35 a	6.02 a	6.07 a	6.02 a	5.92 a
9	6.18 a	5.54 a	5.84 ab	6.20 a	5.97 a	5.87 ab

10 6.20 a 5.30 a 5.32 b 6.15 a 5.77 a 5.30 b

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

Table 8 Optimal conditions for sterilizing Bambara groundnut in brine

Step	Temperature (°C)	Set time (minute)	Pressure (bars)	Action
-	-	-	-	Fill water
1	90	17	1.00	
2	121	12	2.00	Come Up
3	121	2	2.00	
4	121	20	2.00	Cooking
5	110	3	1.50	
6	100	2	1.00	
7	85	2	0.50	Cooling
8	50	2	0.30	
9	40	2	0.10	
10	40	2	0.05	

Table 9 Sensory evaluation of Bambara groundnut in brine

Bambara groundnut in brine	Sensory evaluation					
	color	flavor	taste	texture	appearance	overall
	6.32	5.82	6.14	6.11	6.18	6.27

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 2 4 6 8 10

Figure 2 Steamed Bambara groundnut for 0-10 minute



Brand 1 Brand 2 Brand 3 Brand 4

Figure 3 Commercial Green peas in brine



steaming



soked in CaCl_2



packed into retort pouch



add brine



seal

sterilizing

Bambara in brine

Figure 4 Step of producing Bambara groundnut in brine