วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย
ปีที่ 27 ฉบับที่ 2 (2564) 55-62
Available online at www.tci-thaijo.org /index.php/TSAEJ

บทความวิจัย
ISSN 1685-408X (Print)

ผลของการใช้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ต่อสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวด

The Effects of Sterilization Process on Chemical and Physical Properties of Bottled Thai Chili Paste Product

เพ็ญวรัตน์ พันธ์ภัทรชัย[1]*, ณัฐธินี สาลี[1]

Penwarat Panphattharachai[1]*, Nuttinee Salee[1]

[1]วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, เชียงใหม่, 50220

[1]College of Integrated Science and Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Chiang mai, 50220

*Corresponding author: Penwarat Panphattharachai Tel: +66-8-2186-9200, Fax: +66-53-921-444, E-mail: Penwarat_s@rmutl.ac.th

บทคัดย่อ

น้ำพริกหนุ่มเป็นอาหารพื้นถิ่นของทางภาคเหนือ ผลิตมาจากวัตถุดิบสด จึงทำให้อายุการเก็บรักษาสั้น ดังนั้นจึงมีการใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ความร้อนแบบสเตอริไลส์ต่อสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดที่ 2 สภาวะ คือ อุณหภูมิ 110 ℃ 15 minsและ 120 ℃ 7 minsตามลำดับ จากนั้นทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 25 ℃ $\pm$ 3 ℃ เป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ จากการทดลองพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยระบบสเตอริไลส์ ทั้ง 2 สภาวะ มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ในช่วง 4.24-5.32 ปริมาณน้ำอิสระในช่วง 0.96-0.98 และมีผลทางด้านจุลชีววิทยาที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 355 พ.ศ. 2556 เรื่องอาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท ค่าสี L* a* b* ในแต่ละสภาวะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p<0.05$) โดยเฉพาะเมื่อมีการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่นานขึ้น จนถึงสัปดาห์ที่ 24 จะเห็นว่ามีค่าสี L* อยู่ในช่วง 25.05-35.36 ค่าสี a* อยู่ในช่วง 5.13-6.64 และ ค่าสี b* อยู่ในช่วง 24.01-31.64 จากค่าสีจะเห็นว่าความร้อนสูงและการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานส่งผลโดยตรงต่อผลิตภัณฑ์โดยจะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดสีคล้ำมากขึ้น ผลการทดสอบความชอบโดยรวมของผู้บริโภค พบว่า การใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 110 ℃ 15 mins เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ มีค่าการยอมรับสูงที่สุดเท่ากับ 7.60 ซึ่งสูงกว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120 ℃ 7 mins ในทุกสัปดาห์ที่เก็บรักษา

คำสำคัญ: น้ำพริก, อายุการเก็บรักษา, สเตอริไรส์

Abstract

Northern Thai chili paste (Nam Prik Noom) is produced using fresh ingredients, resulting in a shorter shelf life. To enhance the shelf life, heat is utilized for sterilization. This research aims to study the effects of sterilization process on chemical and physical properties of bottled Thai chili paste product that were sterilized at 110 ℃ for 15 minutes and 120 ℃ for 7 minutes respectively. Then, stored the product at 25 ℃ + 3 ℃ for 24 weeks. The result showed that the product sterilized in both conditions have a pH of 4.24-5.32, water activity of 0.96-0.98, and microbiological results are in the safe criteria for consumption according to Ministry of Public Health Notification (No. 355) B.E. 2556 (2013) entitled Food in a Hermetically Sealed Container. Significant color value (L*, a*, b*) was found in each condition ($p<0.05$), especially with the longer period of the product's storage. The color L* value was between 25.05 and 35.36, a* value was between 5.13-6.64 and b* value was between 24.01-31.64 until 24 weeks. It can be observed from the color value that higher temperature and long storage have a direct effect on the product, causing it to darken. The overall consumer preference test revealed that heat treatment at 110 ℃ for 15 minutes and kept for 6 weeks had the greatest tolerance of 7.60, which was greater than heat treatment at 120 ℃ for 7 minutes for each week of storage.

Received: May 25, 2021
Revised: July 26, 2021
Accepted: July 27, 2021
Available online: August 12, 2021

Keywords: Chili paste, Self life, Sterilized

1 บทนำ

น้ำพริกหนุ่ม จัดเป็นอาหารพื้นเมืองของทางภาคเหนือ ที่มีความเป็นมาอย่างช้านาน วัตถุดิบหลัก ได้แก่ พริกหนุ่ม ซึ่งเป็นชื่อสายพันธุ์ของพริกชนิดหนึ่ง เป็นพริกที่มีความเผ็ดไม่มาก ผลของพริกหนุ่มจะมีสีเขียวไม่ว่าจะเป็นผลแก่หรือผลสุก (รัตนา,2542) มีขนาดผลที่ใหญ่กว่าพริกชี้ฟ้าแต่เล็กว่าพริกหยวก การผลิตน้ำพริกหนุ่ม มีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ พริกหนุ่มเผา กระเทียม หอมแดงเผา เครื่องปรุงรส และปลาร้า นำมาโขลกรวมกันแล้วปรุงรสให้มีรสชาติตามชอบ ปัจจุบันในเขตภาคเหนือมีการจำหน่ายน้ำพริกหนุ่มในเชิงพานิชย์เป็นจำนวนมาก ในรูปแบบของฝากหรือการซื้อเพื่อนำไปรับประทานทันที ข้อเสียของน้ำพริกหนุ่ม ก็คือ น้ำพริกหนุ่มมีอายุการเก็บรักษาสั้นประมาณ 1 วันที่อุณหภูมิห้อง และสามารถเก็บในตู้เย็นได้ เป็นเวลา 2-3 วัน (อรุณี , 2549) ด้วยเหตุนี้ที่ผ่านมาจึงมีผู้ผลิตบางรายเติมวัตถุกันเสียลงในน้ำพริกเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา แต่มีปริมาณการใช้เกินกว่าข้อกำหนด (อรุณี, 2552) ทำให้ส่งผลเสียต่อผู้บริโภค ดังนั้นปัจจุบันผู้ผลิตจึงมีการนำองค์ความรู้หรือเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการใช้ความร้อน การใช้ความเย็น การทำให้แข็ง การอบแห้ง การใช้ความดันสูงยิ่ง และอื่นๆ อย่างไรก็ตาม การใช้เทคโนโลยีต่างๆ (พิศมัย, 2562)โดยเฉพาะการใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อ ด้วยกระบวนการสเตอริไลซ์ทางการค้า (commercial sterilization) ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะทำลายเซลล์และสปอร์ของจุลินทรีย์ที่สร้างสารพิษและก่อให้เกิดโรค เช่น *Clostridium botulinum (Cl. Botulinum)* รวมถึงจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย ดังนั้นภายหลังกระบวนการสเตอริไลซ์ทางการค้าสปอร์และจุลินทรีย์ที่ไม่ก่อให้เกิดโรคแต่ทนความร้อนสูง (thermophile) อาจหลงเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์อาหารได้ แต่ไม่สามารถเจริญได้ในภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติ (ศศิมน, 2555) ซึ่งนอกจากการใช้ความร้อนจะเป็นผลดีด้านการฆ่าเชื้อในอาหารประเภทกรดต่ำ ยังส่งผลโดยตรงกับสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่ม ไม่ว่าจะเป็น ด้าน สี กลิ่น และรสชาติ ซึ่งจำเป็นต้องควบคุมกระบวนการผลิตอย่างดีเพื่อให้กระทบกับสมบัติดังกล่าวให้น้อยที่สุด แต่ยังคงเป็นสภาวะที่สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 355) พ.ศ. 2556 ว่าด้วยเรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

ปัจจุบันวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ง่ายและเป็นเทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อน ได้แก่ การฆ่าเชื้ออาหารด้วยกระบวนการทางความร้อน (thermal process) ซึ่งมักถูกนำมาใช้ในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดแก้วและวางจำหน่ายกันอย่างแพร่หลาย ดังนั้นเพื่อให้การใช้ความร้อนเป็นวิธีการหนึ่ง ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ และลดความสูญเสียมูลค่าทางด้านเศรษฐกิจ ในงานวิจัยนี้ จึงได้มีการศึกษาผลของการใช้ความร้อนแบบสเตอริไรส์ต่อสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวด

2 อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การผลิตน้ำพริกหนุ่ม

ทำการจัดเตรียมวัตถุดิบที่เป็นส่วนประกอบหลัก ได้แก่ พริกหนุ่ม กระเทียม หอมแดง เกลือป่น น้ำปลาและปลาร้า พริกหนุ่มและหอมแดง จะต้องนำมาล้างน้ำให้สะอาด ผึ่งลมให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นนำมาย่างไฟให้สุก ปอกเปลือกออก ใส่ภาชนะปิดเพื่อรอการผสม ส่วนกระเทียมจะต้องทำการคัดกลีบเสียส่วนที่เป็นราออกให้หมด ล้างให้สะอาด และบดให้ละเอียดโดยใช้เครื่องปั่น ใส่ในภาชะปิดเพื่อรอผสม ปลาร้าจะต้องนำมาห่อใบตองแล้วย่างไฟให้สุกหอม นำวัตถุดิบที่จัดเตรียมไว้เข้าเครื่องตีผสม โดยมีอัตราส่วนของ น้ำพริกหนุ่ม 58.24% กระเทียม 8.32% หอมแดง 24.96% เกลือป่น 0.90% น้ำปลา 0.90% และปลาร้า 6.68% ดัดแปลงจากเมธินีและคณะ (2543)

2.2 การบรรจุและสภาวะการฆ่าเชื้อ

เตรียมขวดแก้วกลม ขนาด กว้าง x สูง เท่ากับ 6.5 x 8.0 cm หรือปริมาตร 210 ml พร้อมฝาเกลียวล็อคโดยการล้างและลวกน้ำร้อน พร้อมกับผึ่งลมให้แห้ง จากนั้นนำมาบรรจุน้ำพริกหนุ่ม กำหนดน้ำหนักบรรจุ 190 g ทำการไล่อากาศ ปิดฝาด้วยเครื่องปิดฝาเกลียวล็อค และฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave) ยี่ห้อ CRYSTE รุ่น PST-60 ที่ 2 สภาวะ ได้แก่ อุณหภูมิ 110 °C เวลา 15 mins และอุณหภูมิ 120 °C เวลา 7 mins ความดัน.17.40 psi รอให้อุณหภูมิเครื่องลดลงถึง 60 °C เปิดฝาออก นำผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดออกจากเครื่องคว่ำฝาเป็นระยะเวลา 20 นาที จนกระทั่งขวดผลิตภัณฑ์เย็น นำฟิล์มหด (shrink film) มาครอบตะเข็บของขวด เป่าด้วยลมร้อนจนแนบสนิท จากนั้นเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

2.3 การเก็บผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มเพื่อทำการทดสอบอายุการเก็บรักษา

เก็บผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวด ไว้ ณ อุณหภูมิห้อง 25 $\pm$ 3 °Cเพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพและทางเคมี เป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ ทำการสุ่มตัวอย่างครั้งละ 3 ขวด/สภาวะการทดลอง เพื่อนำมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีต่อไป

2.4 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมีและจุลชีววิทยา

งานวิจัยนี้ได้มีการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมีและจุลชีววิทยา ดังนี้ การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง การวัดค่าสี การวัดค่า A_w การวิเคราะห์ผลด้านโลหะหนักและจุลชีววิทยา และการทดสอบค่าทางประสาทสัมผัส โดยทำการสุ่มตัวอย่างออกมาวิเคราะห์ ในสัปดาห์ที่ 0, 4, 8, 12, 16, 20 และ 24 ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

2.4.1 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH Measurement)

ทำการสุ่มผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่ม ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง F20 Mettler Toledo pH meter ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

2.4.2 การวัดค่าสี (Color Measurement)

นำผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่ม มาวัดค่าสีโดยการตักใส่ภาชนะบรรจุแก้วกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 cm สูง 1 cm จนเต็มทั้งหมด 3 ซ้ำการทดลอง วัดค่าสีด้วยเครื่อง Hunter lab colorimeter รุ่น MiniScan EZ A60-1014-085, USA) ใช้มาตรฐานสีแบบ CIE L*a* b*

2.4.3 การวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, Aw)

นำผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่ม วัดค่า Awด้วยเครื่องวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ ยี่ห้อ Aqualab Pre Water Activity Meter

2.4.4 การวิเคราะห์ผลทางด้านโลหะหนักและจุลชีววิทยา

ทำการเตรียมผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวด น้ำหนักบรรจุสุทธิต่อขวดเท่ากับ 190 กรัม นำส่งตัวอย่างทั้งหมด 7-10 ขวด ตรวจวิเคราะห์หลังจากผลิตภัณฑ์ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 7 วัน สภาวะละ 1 ครั้ง เพื่อทำการวิเคราะห์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 355) พ.ศ.2556 เรื่องอาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท อ้างอิงผลการตรวจวิเคราะห์ตาม บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด โดยมีรายละเอียดการตรวจดังต่อไปนี้ Aflatoxin B1* B2* G1* G2* Total Aflatoxin* อ้างอิงการทดสอบด้วย AOAC (2019) 991.31 and 994.08 Asenic (As), Lead (Pb) และ Mercury (Hg) อ้างอิงการทดสอบด้วย AOAC (2019) 2013.06 and 999.10 *Clostridium botulinum**, *Staphylococcus aureus* และ Yeast and Molds อ้างอิงการทดสอบด้วย FDA BAM Online,2001 Coliform Bacteria อ้างอิงการทดสอบด้วย FDA BAM Online,2002 และ *Salmonella* spp. อ้างอิงการทดสอบด้วย ISO 6579-1:2017 (E)

2.4.5 การประเมินผลทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation)

จัดเตรียมผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มที่ผ่านการฆ่าเชื้อทั้ง 2 สภาวะ ไปทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบชจำนวน 30 คน ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดทั้งหมด 4 ครั้ง แบ่งตามสัปดาห์ที่ทำการเก็บรักษา ได้แก่ สัปดาห์ที่ 0 6 12 และ 24 ตามลำดับ โดยใช้หลักการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ด้วยเกณฑ์การประเมินการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม แบบวิธี 9-point Hedonic Scale มีการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) และวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

หมายเหตุ: ใช้ผู้ทดสอบ 30 คน ประกอบด้วย นักวิจัยด้านอาหาร จำนวน 5 คน ตัวแทนผู้ประกอบการ จำนวน 5 คน และผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 20 คน ที่มีช่วงอายุระหว่าง 25 ปีขึ้นไป แบบไม่ระบุเพศ ซึ่งรู้จักและคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่ม

3 ผลและวิจารณ์

3.1 ผลการทดสอบการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดต่อการเก็บรักษา

จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดแก้ว ที่ 2 สภาวะการฆ่าเชื้อ ได้แก่ การฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 °C เวลา 15 mins และอุณหภูมิ 120 °C เวลา 7 mins เป็นระยะเวลา 0 สัปดาห์ ถึง 24 สัปดาห์ แล้วนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี ผลการทดสอบค่าสี จาก Figure 1 พบว่าน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 °C เวลา 15 mins จะมีแนวโน้มของค่าความสว่างไม่คงที่ จะเห็นว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น โดยเฉพาะในช่วง 4 สัปดาห์แรกของการเก็บรักษาจะมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วเช่นเดียวกับ Figure 2 แสดงให้เห็นว่า

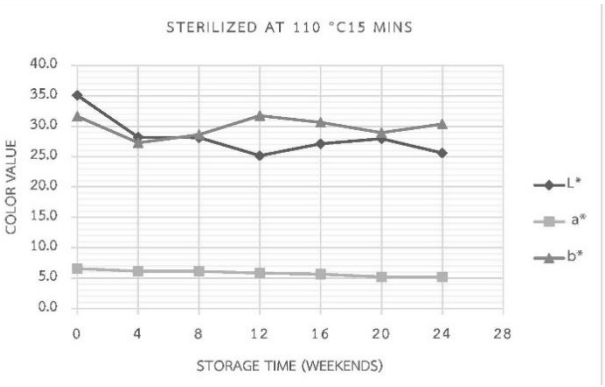

Figure 1 Color value of Chili paste sterilized at 110 °C 15 mins and storage at 0 to 24 weeks.

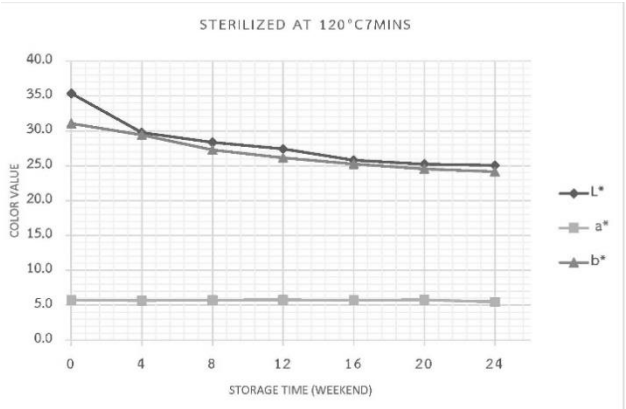

Figure 2 Color value of Chili paste sterilized at 120 °C 7 mins and storage at 0 to 24 weeks.

การฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 120 °C เวลา 7 mins จะมีแนวโน้มค่าความสว่างลดลงเช่นกัน เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความ

เชื่อมั่นร้อยละ 95 จะเห็นว่าค่าสี L* มีความแตกต่างกัน ซึ่งการใช้อุณหภูมิสูงในการฆ่าเชื้อทำให้น้ำพริกหนุ่มมีสีที่คล้ำกว่าการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิต่ำ โดยจะมีค่าความสว่าง อยู่ในช่วงระหว่าง 25.05 – 35.10 ดังแสดง table 1 ในขณะที่ ค่าสี a* มีแนวโน้มคงที่ ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง สำหรับการฆ่าเชื้อทั้ง 2 สภาวะ ทั้งนี้เมื่อค่าสี a* มีค่าเป็นบวกแสดงถึงอาหารนั้นมีสีแดง และหากมีค่าเป็นลบแสดงถึงอาหารนั้นมีสีเขียว McGuire (1992) ซึ่งมีความสอดคล้องกับการศึกษาของอรุณีและคณะ (2552) ที่มีการศึกษาเกี่ยวกับการยืดอายุการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มด้วยกระบวนการการความดันสูงยิ่ง พบว่าน้ำพริกหนุ่มจะแสดงเฉดน้ำตาลแดงเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นระยะเวลาที่นานขึ้น ส่วนค่าสี b* จะมีค่าลดลงในช่วง 4 สัปดาห์แรกทั้ง 2 สภาวะ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดย

Table 1 Physical and chemical properties: pH, Aw and Color value according to CIE L*a*b* of Chili paste sterilized at 110 °C 15 mins and 120 °C 7 mins storage at 0 to 24 weeks.

Conditions/Storage (weekens)	pH	Aw	Color value		
			L*	a*	b*
110 °C 15 mins (0)	4.24f ± 0.01	0.97b ± 0.00	35.10a ± 0.02	6.64a ± 0.07	31.64a ± 0.49
110 °C 15 mins (4)	5.28a ± 0.01	0.97b ± 0.00	28.20b ± 0.26	6.00b ± 0.11	27.29d ± 0.20
110 °C 15 mins (8)	5.19c ± 0.01	0.98a ± 0.00	28.14b ± 0.57	6.04b ± 0.10	28.63c ± 0.10
110 °C 15 mins (12)	5.11e ± 0.01	0.97b ± 0.00	25.17c ± 3.47	5.85c ± 0.09	31.74a ± 0.33
110 °C 15 mins (16)	5.15d ± 0.01	0.98ab ± 0.00	27.13bc ± 0.11	5.57d ± 0.07	30.64b ± 0.25
110 °C 15 mins (20)	5.18 c ± 0.04	0.97b ± 0.01	27.96b ± 0.08	5.15e ± 0.04	28.96c ± 0.12
110 °C 15 mins (24)	5.22b ± 0.01	0.97b ± 0.00	25.60bc ± 1.40	5.13e ± 0.02	30.39b ± 0.39
120 °C 7 mins (0)	4.27d ± 0.06	0.97a ± 0.00	35.36a ± 0.24	5.73ab ± 0.03	31.04a ± 0.04
120 °C 7 mins (4)	5.03c ± 0.01	0.98a ± 0.00	29.75b ± 0.36	5.66b ± 0.07	29.39b ± 0.06
120 °C 7 mins (8)	5.24b ± 0.02	0.98a ± 0.01	28.34c ± 0.49	5.75a ± 0.09	27.20c ± 0.43
120 °C 7 mins (12)	5.30a ± 0.01	0.98a ± 0.01	27.40d ± 0.13	5.76a ± 0.02	26.12d ± 0.18
120 °C 7 mins (16)	5.32a ± 0.18	0.98a ± 0.01	25.78e ± 0.59	5.72ab ± 0.02	25.25e ± 0.21
120 °C 7 mins (20)	5.32a ± 0.02	0.96a ± 0.00	25.22ef ± 0.33	5.75a ± 0.02	24.52f ± 0.10
120 °C 7 mins (24)	5.25b ± 0.01	0.98b ± 0.00	25.05f ± 0.01	5.45c ± 0.01	24.14g ± 0.01

Superscripts in different column show significantly difference at $p < 0.05$.

เป็นค่าที่แสดงถึงสีเหลืองและสีน้ำเงิน จะเห็นว่าผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดแสดงค่าเป็นบวก โดยมีสีเหลืองและจะลดลงเมื่อเก็บรักษาที่ระยะเวลา 4 สัปดาห์ หลังจากนั้นจะมีสีเหลืองที่ค่อนข้างคงที่ จากผลการทดสอบค่าสี จะเห็นว่าผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดมีแนวโน้มในการลดลงของค่าสีในทุกระดับเพียงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บรักษา อาจเนื่องมาจากในผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมของปลาร้า ซึ่งมีสีคล้ำอยู่แล้ว โดยจะมีการทำปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลระหว่างโปรตีน Barrett et al. (1998) และเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีขององค์ประกอบของอาหารระหว่างน้ำตาลและกรดอะมิโนซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่ออาหารผ่านความร้อน (วิไล, 2557) จึงเป็นผลทำให้ผลิตภัณฑ์แสดงสีคล้ำ เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์ แสดงดัง table1 พบว่า การฆ่าเชื้อทั้ง 2 สภาวะ จะมีค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในช่วง 4 สัปดาห์แรก จนถึงตลอดอายุการเก็บรักษา 24 สัปดาห์ ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วงตั้งแต่ 4.24 ถึง 5.32 ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากสภาวะการฆ่าเชื้อดังกล่าวสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น อรุณี (2552) ส่วนค่า Aw ทั้ง 2 สภาวะ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.96 ถึง 0.98 ตามลำดับ ทั้งนี้อ้างอิงตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 (พ.ศ. 2535) เรื่อง อาหารในภาชนะที่ปิดสนิท เรื่อง อาหารที่มีกรดต่ำ (low acid foods) ซึ่งจะต้องมีค่าความเป็นกรดด่าง มากกว่า 4.5 และมีค่า Aw มากกว่า 0.85 โดยลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดที่ทำการฆ่าเชื้อทั้ง 2 สภาวะ เมื่อมองด้วยตาเปล่าอาจจะไม่เห็นความแตกต่าง โดยจะมีสีของผลิตภัณฑ์แสดงดัง Figure 3

(a) (b)

Figure 3 products storage at 0 weekend (a) Chili paste sterilized at 110 ℃ 15 mins (b) Chili paste sterilized at 120 ℃ 7 mins.

3.2 ผลการวิเคราะห์ทางโลหะหนักและจุลชีววิทยา

จากการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดแก้ว ทำการวิเคราะห์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 355) พ.ศ.2556 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท อ้างอิงผลการตรวจวิเคราะห์ตามบริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด พบว่า การใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ทั้ง 2 สภาวะ มีปริมาณสารโลหะหนักไม่เกินกว่าข้อกำหนด แสดงดัง table 2 และมีการตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค ทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ *Clostidium botulinum,* Coliform Bacteria*, Salmonella* spp*, Strapphylococcus auerous และ* Yeast and Molds

Table 2 Microbiology and heavy metal test report from Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

Item	Test result		units
	120 ℃ 7 mins	110 ℃ 15 mins	
Aflatoxin B1,B2,G1,G2	Not detected	Not detected	µg/kg
Total Aflatoxin	Not detected	Not detected	µg/kg
Arsenic (As),	<0.13	<0.13	mg/kg
Lead (Pb)	<0.050	Not detected	mg/kg
Mercury (Hg)	<0.018	<0.018	mg/kg
Clostidium botulinum	<10	<3.0	CFU/g
Coliform Bacteria	Not detected	<3.0	MPN/g
Salmonella spp	Not detected	Not detected	In 25 g
Strapphylococcus auerous	<3.0	Not detected	MPN/g
Yeast and Molds	Not detected	Not detected	CFU/g

According to Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

จะเห็นได้ว่า การฆ่าเชื้อที่สภาวะ 120 ℃ 7 mins เป็นสภาวะที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคได้ โดยมีผลทดสอบการตรวจพบยีสต์และรา และ Coliform bacteria ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด คือมีค่า <10 CFU/g และ <3.0 MPN/g ตามลำดับ ในขณะที่มีการตรวจพบโลหะหนักชนิด Arsenic (As), Lead (Pb) และ Mercury (Hg) ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด มีค่าเท่ากับ <0.13 ,<0.050 และ<0.018 mg/kg ส่วนผลการทดสอบสารชนิดอื่น แสดงเป็น Not detected นอกจากนี้ การฆ่าเชื้อที่สภาวะ 110 ℃ 15 mins ก็แสดงผลการทดสอบถึงการไม่พบโลหะหนักและเชื้อจุลินรีย์ก่อโรคทั้ง 5 ชนิดเช่นเดียวกัน โดยมีผลทดสอบการตรวจพบยีสต์และรา และ Coliform bacteria ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด คือมีค่า <10 CFU/g และ <3.0 MPN/g ตามลำดับ ในขณะที่มีการตรวจพบโลหะหนักชนิด Arsenic (As) และ Mercury (Hg) ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด มีค่าเท่ากับ <0.13 และ<0.018

mg/kg ส่วนผลการทดสอบสารชนิดอื่น แสดงเป็น Not detected จากผลการทดสอบแสดงว่า อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทดลองมีประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ โดยเฉพาะจุลินทรีย์ก่อโรคและจุลินทรีย์ทั่วไปในอาหารได้ (Phua and Davey, 2007)

3.3 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคถือเป็นสิ่งสำคัญในการประเมินการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวด งานวิจัยนี้ได้ทำการเปรียบเทียบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวด ที่มีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนใน 2 สภาวะ ได้แก่ การฆ่าเชื้อที่สภาวะ 110 ℃ 15 mins และ 120 ℃ 7 mins โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 30 คน ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดทั้งหมด 4 ครั้ง แบ่งตามสัปดาห์ที่ทำการเก็บรักษา ได้แก่ สัปดาห์ที่ 0 6 12 และ 24 โดยใช้หลักการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ด้วยเกณฑ์การประเมินการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม แบบวิธี 9-point Hedonic Scale ซึ่งให้ผลการทดสอบดัง Figure 4

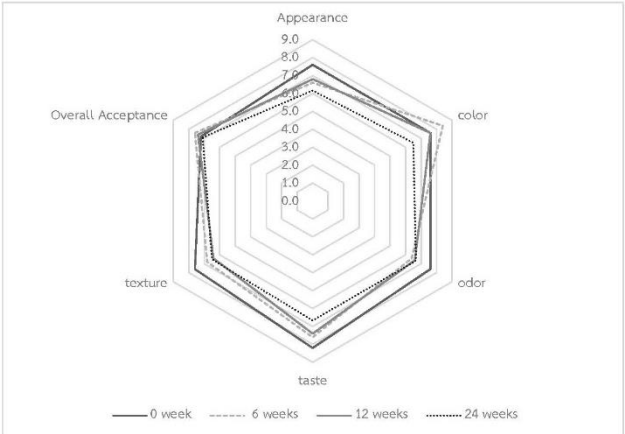

Figure 4 Level of consumer satisfaction with the sensory characteristics of Chili paste sterilized at 110 ℃ 15 mins storage at 0 6 12 and 24 weeks.

Table 3 Level of consumer satisfaction with the sensory characteristics: appearance, color, odor, taste, texture and overall acceptance of Chili paste sterilized at 110 ℃ 15 mins and 120 ℃ 7 mins storage at 0 6 12 and 24 weeks..

sensory characteristics	conditions	Storage time (weekens)			
		0	6	12	24
appearance	110 ℃ 15 mins	$7.60^{ns} \pm 0.55$	$6.60^{b} \pm 0.55$	$6.80^{a} \pm 0.45$	$6.20^{ns} \pm 0.41$
	120 ℃ 7 mins	$7.20^{ns} \pm 2.30$	$7.20^{a} \pm 1.30$	$6.00^{b} \pm 0.00$	$5.75^{ns} \pm 0.50$
color	110 ℃ 15 mins	$7.60^{ns} \pm 0.55$	$8.40^{a} \pm 0.24$	$7.60^{a} \pm 0.55$	$6.50^{a} \pm 0.84$
	120 ℃ 7 mins	$7.20^{ns} \pm 1.30$	$6.20^{b} \pm 2.90$	$5.80^{b} \pm 0.45$	$4.75^{b} \pm 0.50$
odor	110 ℃ 15 mins	$7.60^{a} \pm 0.55$	$6.40^{a} \pm 0.24$	$6.60^{a} \pm 0.55$	$6.70^{a} \pm 0.52$
	120 ℃ 7 mins	$6.20^{b} \pm 0.20$	$5.60^{b} \pm 1.20$	$5.80^{b} \pm 0.45$	$5.50^{b} \pm 0.58$
taste	110 ℃ 15 mins	$8.20^{ns} \pm 0.45$	$7.60^{a} \pm 0.24$	$7.40^{ns} \pm 0.55$	$6.70^{ns} \pm 0.52$
	120 ℃ 7 mins	$6.80^{ns} \pm 1.20$	$6.60^{b} \pm 0.10$	$7.20^{ns} \pm 0.45$	$6.25^{ns} \pm 0.96$
texture	110 ℃ 15 mins	$7.60^{ns} \pm 0.55$	$6.80^{ns} \pm 0.20$	$6.40^{ns} \pm 0.55$	$6.50^{a} \pm 0.55$
	120 ℃ 7 mins	$6.80^{ns} \pm 1.10$	$6.60^{ns} \pm 0.10$	$6.20^{ns} \pm 0.45$	$5.50^{b} \pm 0.58$
overall acceptance	110 ℃ 15 mins	$7.25^{a} \pm 0.45$	$7.60^{a} \pm 0.24$	$7.40^{a} \pm 0.30$	$7.10^{a} \pm 1.17$
	120 ℃ 7 mins	$6.80^{b} \pm 0.60$	$6.80^{b} \pm 0.10$	$5.40^{b} \pm 0.55$	$5.25^{b} \pm 0.50$

Superscripts in different row show significantly difference at $p < 0.05$.

พบว่าการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 ℃ 15 mins และ 120 ℃ 7 mins เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ 6 สัปดาห์ จะมีค่าความชอบโดยรวมสูงที่สุดเท่ากับ 7.60 และ 6.8 โดยมีลักษณะทางประสาทสัมผัสอื่น แสดงดัง table 3

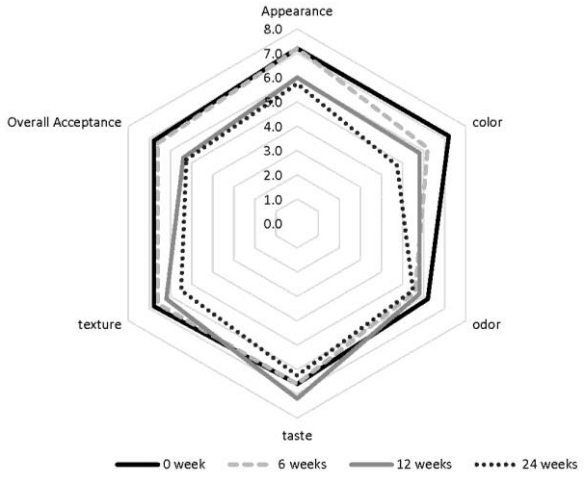

Figure 5 Level of consumer satisfaction with the sensory characteristics of Chili paste sterilized at 120 ℃ 7 mins storage at 0 6 12 and 24 weeks.

จากผลการทดสอบดัง Figure 5 พบว่า การฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 120 ℃ 7 mins เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ 0 และ 6 สัปดาห์ จะมีค่าความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.8 และ 6.0 มีผลการทดสอบทางประสามสัมผัสด้านอื่นใกล้เคียงกัน เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าความชอบโดยรวมของการฆ่าเชื้อทั้ง 2 สภาวะ พบว่า การฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 ℃ 15 mins จะมีความชอบโดยรวมสูงกว่าการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 120 ℃ 7 mins ในทุกสัปดาห์ที่ทำการเก็บรักษา อาจเนื่องมาจากเมื่อผลิตภัณฑ์อาหารได้รับความร้อนจะทำให้มีสี กลิ่นและรสชาติ เกิดขึ้นแตกต่างกันและปฏิกิริยาที่จะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงและจะผันแปรไปตามระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ นิธิยา (2545) ซึ่งการใช้อุณหภูมิสูงในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์อันเป็นลักษณะปรากฏที่ผู้บริโภคใช้ในการตัดสินใจยอมรับผลิตภัณฑ์

4 สรุป

จากการศึกษาผลของการใช้ความร้อนแบบสเตอริไรส์ต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวด จะเห็นได้ว่าการใช้ความร้อนทั้ง 2 สภาวะ คืออุณหภูมิ 120 ℃ 7 mins และอุณหภูมิ 110 ℃ 15 mins ซึ่งเป็นการใช้ความร้อนสูงในการฆ่าเชื้อส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณสมบัติทางด้านกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวด โดยการใช้สภาวะการฆ่าเชื้อทั้ง 2 สภาวะ อยู่ในเกณฑ์ที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และเมื่อพิจารณาสมบัติทางเคมี พบว่า ผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวดมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 4.24-5.32 ค่าปริมาณน้ำอิสระอยู่ในช่วง 0.96-0.98 เมื่อพิจารณาสมบัติทางกายภาพ พบว่า ความร้อนทั้ง 2 สภาวะส่งผลโดยตรงต่อค่าสี (L*, a*, b*) ของผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มบรรจุขวด หลังจากทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ โดยพบว่าเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 25 ℃ +3 ℃ ค่าสีจะแสดงออกถึงสีคล้ำมากขึ้นตามอายุการเก็บรักษา ในด้านค่าความชอบโดยรวมของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ พบว่าการให้ความร้อน ที่อุณหภูมิ 110 ℃ 15 mins เก็บรักษาที่ 6 สัปดาห์ เป็นสภาวะที่ผู้ทดสอบ มีค่าความชอบโดยรวมสูงที่สุด

5 กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่องการปรับปรุงกระบวนการผลิตและการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มภายใต้การสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และขอขอบคุณ บริษัทดำรงฟูดส์ 1971 จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์วัตถุดิบและเงินทุนสนับสนุนร่วมในการทำวิจัย

6 เอกสารอ้างอิง

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. การเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์. หนังสือเคมีอาหาร. น. 321.

เมธินี เห่วซึ่งเจริญ, ศรีสุวรรณ นฤนาทวงศ์สกุล, พวงทอง ใจสันติ และเกตุการ ตาจันทา. 2543. *กระบวนการแปรรูปน้ำพริกหนุ่มบรรจุกระป๋อง.* เชียงใหม่ : คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

รัตนา พรหมพิชัย. 2542. น้ำพริกหนุ่ม. ในสารานุกรมวัฒนธรรมไทย ภาคเหนือ . กรุงเทพฯ: มูลนิธิสารานุกรมวัฒนธรรมไทย ธนาคารไทยพาณิชย์.

วิไล รังสาดทอง. 2557. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: บริษัท เท็กซ์แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชัน จำกัด.

ศศิมน ปรีชา. 2555. หน่วยที่ ค การถนอมและแปรรูปอาหารด้วยความร้อน. เอกสารสอนชุดวิชาเทคโนโลยีการถนอมและแปรรูปอาหาร. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 32-37 น.

อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท. ใน: ประกาศ กระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 144) พ.ศ.2535. กรุงเทพ ฯ: กระทรวงสาธารณสุข; น. 1-10.

อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท. ใน: ประกาศ กระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 355) พ.ศ.2556. กรุงเทพ ฯ: กระทรวงสาธารณสุข; น. 88-92.

อรุณี อภิชาติสรางกูร. 2549. การปรับปรุงพันธุ์พริกหนุ่มเพื่อผลิตน้ำพริกหนุ่มที่มีความเผ็ดคงที่และปราศจากรสขม. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ (ปีที่ 1) เสอต่อสถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

อรุณี อภิชาติสรางกูรและสุทธิศักดิ์ เจษฎาไพสิฐ. 2552. การยืดอายุการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มด้วยกระบวนการความดันสูงยิ่ง. อาหาร. ปีที่ 39. (1 มค. - มี.ค. 2552). 86-95.

Barrett, A.H., Briggs, J., Richardson, M., Reed, T. 1998. Texture and storage stability of processed beefsticks

as affected by glycerol and moisture levels. Journal of Food Science 63, 84-87.

McGuire, R.G. 1992. Reporting of objective color measurements. Horticulture Science 27(12), 1254-1255.

Phua, S.T.G., Davey, K.R. 2007. Predictive modelling of high pressure (≤700 MPa) cold pasteurization (≤25 °C) of Escherichia coli, Yersinia enterocolitica and Listeria monocytogenes in three liquid foods. Chemical Engineering and Processing. 46, 458-464.