

การผลิตน้ำพริกอ่อนแปรรูปเหียงบรรจุถุงรีทอร์ท

Production of Yi Liang Duck Nam Prik Ong Packaged in Retort Pouch

มาลัยพร วงศ์แก้ว¹ โบว์ ถิ่นโพธิ์วงศ์¹ เอกรินทร์ อินประมูล¹ ณัฐธินี สาลี¹
กันยวิชญ์ กันจันะ² สุรรัตน์ ถมยา³ อนิวรรณ กันทายวง¹ และ พิกุลทอง ไชยมงคล^{4*}
Malaiporn Wongkaew¹, Bow Tinpovong¹, Aekarin Inpramoon¹, Nuttinee Salee¹,
Kanyawit Kanjina², Sureerat Thomya³, Aniwat Kanthayuang¹ and Pikulthong Chaimongkol^{4*}

¹สาขาวิชาการผลิตและนวัตกรรมอาหาร วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จ. เชียงใหม่ 50220

¹Program in Food Production and Innovation, College of Integrated Science and Technology,
Rajamangala University of Technology Lanna, Chiang Mai 50220, Thailand

²กองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ ถนนพญาไท แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

²Division of Livestock Products, Department of Livestock Development, Phayathai Road, Ratchathewi, Bangkok 10400, Thailand

³ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

³Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

⁴กลุ่มวิชาศึกษาทั่วไป วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จ. เชียงใหม่ 50200

⁴Program in General Education, College of Integrated Science and Technology,
Rajamangala University of Technology Lanna, Chiang Mai 50220, Thailand

*Corresponding author: Email: c.pikulthong@mutl.ac.th

(Received: 24 August 2021; Accepted: 14 January 2022)

Abstract: Wastes from a low-quality tomato variety “Thomas” and an incompletely trimmed smoked Yi Liang duck were novel recovered to a ready-to-eat Lanna food product called Yi Liang duck Nam Prik Ong. The aims of this research were to investigate a sterilisation process of Yi Liang duck Nam Prik Ong and to evaluate a shelf life of Yi Liang duck Nam Prik Ong packaged in retort pouch using the accelerated shelf life testing method. The product was sterilised at 115 degree Celsius for 5, 10 and 15 minutes. The F zero values of each sterilisation time (5, 10 and 15 minutes) were 4 minutes, 8 minutes and 10 minutes, respectively. The shelf life evaluation of Yi Liang duck Nam Prik Ong packaged in retort pouch at 30 degree Celsius was 65 days. The pH values and sensory acceptance scores of all sterilised products were decreased after two months of storage. However, the number of colonies was less than 100 CFU/gram for total aerobic microbial count of all products. This is in accordance with a notification of the Ministry of Public Health throughout a storage time. This process can be applied as a guideline to process and evaluate other curry types packaged in a retort pouch.

Keywords: Accelerated shelf life testing, F_0 value, sterilisation

บทคัดย่อ: วัสดุเหลือทิ้งจากมะเขือเทศพันธุ์โทมัสคุณภาพต่ำและเศษเนื้อเปิดอ้อเหลือทิ้งรวมกันที่ผ่านการตัดแต่งไม่สมบูรณ์ถูกนำกลับมาใช้ใหม่เป็นผลิตภัณฑ์อาหารด้านน้ำพร้อมรับประทานที่เรียกว่าน้ำพริกอ่องเปิดอ้อเหลือทิ้งงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่า F_0 ของการฆ่าเชื้อน้ำพริกอ่องเปิดอ้อเหลือทิ้งบรรจุถุงรีทอร์ทและเพื่อประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ในสภาวะเร่ง จากการทดลอง พบว่า อุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อน้ำพริกอ่องที่ $115\text{ }^{\circ}\text{C}$ ในการฆ่าเชื้อเป็นระยะเวลา 5, 10 และ 15 นาที มีค่า F_0 เท่ากับ 4 นาที, 8 นาที และ 10 นาที ตามลำดับ สำหรับการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำพริกอ่องเปิดอ้อเหลือทิ้งบรรจุถุงรีทอร์ทของทั้ง 3 ระยะเวลา พบว่า อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้เป็นเวลา เท่ากับ 65 วัน โดยค่าความเป็นกรด-ด่าง และคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสลดลงหลังจากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นระยะเวลาสองเดือน แต่ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมทั้งหมดยังมีค่าน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามที่ประกาศกระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้ โดยกระบวนการที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการแปรรูปและวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์น้ำพริกชนิดอื่นที่บรรจุถุงรีทอร์ทได้

คำสำคัญ: การทดสอบอายุการเก็บรักษาโดยวิธีเร่ง, ค่า F_0 , การสเตอริไลส์

คำนำ

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเรา อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ได้ส่งเสริมให้เกษตรกรในพื้นที่เพาะปลูกพืชผักและผลไม้ เพื่อให้มีรายได้เลี้ยงครอบครัว โดยมูลนิธิโครงการหลวงจะเป็นผู้รับซื้อผลผลิตเหล่านั้น สินค้าเกษตรโดยส่วนใหญ่จะเป็นมะเขือเทศบริโภคสดพันธุ์โทมัส จึงทำให้มีจำนวนมะเขือเทศมากเกินความต้องการของตลาดและไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้ ซึ่งสาเหตุเกิดจากกระบวนการเก็บเกี่ยว การขนส่ง หรือเกิดจากบรรจุภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสม (Topaiboul *et al.*, 2018) โดยเกษตรกรจะนำมะเขือเทศเหล่านั้นไปทิ้งหรือจำหน่ายในราคาถูก กิโลกรัมละ 28 บาท (ขึ้นอยู่กับราคากลาง) เมื่อเปรียบเทียบกับมะเขือเทศพันธุ์อื่น ๆ แล้ว มะเขือเทศบริโภคสดพันธุ์โทมัสมีราคาที่สูงขึ้น เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่ปลูกเฉพาะในพื้นที่การส่งเสริมของมูลนิธิโครงการหลวงและจัดส่งให้กับร้านอาหารหรือห้างสรรพสินค้า ส่วนใหญ่มะเขือเทศบริโภคสดพันธุ์โทมัสจะนิยมนำไปเป็นส่วนประกอบอาหาร ได้แก่ สลัดผัก สดัก หรือรับประทานสด เพราะมีรสชาติที่ค่อนข้างหวานและอร่อย พร้อมกันนี้ โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมปศุสัตว์ มีเนื้อเปิดอ้อเหลือทิ้งรวมกันที่ติดกับโครงกระดูกซึ่งเหลือจากกระบวนการแปรรูป

ผลิตภัณฑ์เป็นจำนวนมาก คิดเป็นร้อยละ 28.12 ของโครงกระดูกทั้งหมด ผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นว่าวัตถุดิบทั้งสองชนิด ได้แก่ มะเขือเทศพันธุ์โทมัสและเนื้อเปิดอ้อเหลือทิ้งโครงกระดูก สามารถนำมาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าให้มีราคาที่สูงขึ้นได้ แต่ยังคงมีต้นทุนของวัตถุดิบที่ต่ำ แทนการนำวัตถุดิบเหล่านั้นไปทิ้งให้เปล่าประโยชน์ โดยนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์น้ำพริกอ่องเปิดอ้อเหลือทิ้ง

น้ำพริกอ่องเป็นอาหารภาคเหนือ มีหมูสับเป็นส่วนประกอบและลักษณะเด่นของน้ำพริก คือ สีส้มสวยงาม โดยน้ำพริกที่ได้จะมีสีส้ม ซึ่งได้มาจากมะเขือเทศและพริกแห้ง มีรสชาติ เค็ม เผ็ดเล็กน้อย และมีรสหวานอมเปรี้ยวจากมะเขือเทศ นิยมรับประทานกับผักสดหรือผักต้ม น้ำพริกอ่องเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่จัดอยู่ในกลุ่มอาหารเป็นกรดต่ำ โดยมีค่าความเป็นกรด - ด่าง ระหว่าง 4.8 - 5.2 (Krusong, 1996) ซึ่งไม่สามารถเก็บรักษาได้นานที่อุณหภูมิห้อง ทั้งนี้ในปัจจุบัน ผู้บริโภคมีความต้องการสินค้าอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่มีคุณภาพ ปลอดภัย และเก็บรักษาได้เป็นเวลานาน ด้วยการตระหนักถึงแนวโน้มดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ผลิตน้ำพริกอ่องเปิดอ้อเหลือทิ้งบรรจุถุงรีทอร์ท เนื่องจากผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปบรรจุถุงรีทอร์ทกำลังได้รับความนิยม และเข้ามาทดแทนตลาดอาหารบรรจุกระป๋อง (Pamsakhorn *et al.*,

2020) เพราะถุงรีทอร์ทที่มีความปลอดภัย น้ำหนักเบา สะดวกต่อการขนส่งกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดกระป๋อง และมีต้นทุนการผลิตต่ำ โดยกระทรวงเกษตร สหรัฐอเมริกา (USDA) และคณะกรรมการอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (FDA) ได้ทำการตรวจสอบจนเป็นที่แน่ใจแล้วว่าถุงรีทอร์ทไม่เป็นอันตรายต่ออาหาร แม้จะผ่านการแปรรูปที่ใช้อุณหภูมิสูงในระดับปราศจากเชื้อ (Chankiatkong, 1992) ระดับการฆ่าเชื้อของแต่ละผลิตภัณฑ์นั้น ขึ้นอยู่กับค่า F_0 ซึ่งค่า F_0 คือ เวลาของการฆ่าเชื้อที่เทียบเท่า ณ อุณหภูมิ 121.1°C (250 องศาฟาเรนไฮต์) ของกระบวนการฆ่าเชื้อที่เกิดขึ้น ณ อุณหภูมิอื่น ๆ ซึ่งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 355 อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทกำหนดให้ค่า F_0 ที่ใช้ในการฆ่าเชื้ออาหารที่เป็นกรดต่ำจะต้องใช้เวลาไม่น้อยกว่า 3 นาที เพื่อเพียงพอต่อการทำลายสปอร์ของเชื้อแบคทีเรีย *Clostridium botulinum* (Ministry of Public Health, 2013)

การนำน้ำพริกช่องเปิดอ้อเหลียงมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์บรรจุถุงรีทอร์ท นอกจากจะช่วยให้เก็บรักษาไว้ได้นานขึ้นที่อุณหภูมิห้องแล้ว ยังเป็นการประชาสัมพันธ์และส่งเสริมการตลาดผลิตภัณฑ์อาหารล้านนาสำเร็จรูปบรรจุถุงรีทอร์ทให้เป็นที่รู้จักเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นการหาค่า F_0 ของการฆ่าเชื้อน้ำพริกช่องเปิดอ้อเหลียงบรรจุถุงรีทอร์ทและประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ในสภาวะเร่ง ที่สามารถควบคุมคุณภาพทางด้านเคมีและชีวภาพให้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้านี้ ไม่เพียงแต่เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารดั้งเดิมของภาคเหนือให้อยู่ในบรรจุภัณฑ์ที่สามารถนำไปจำหน่ายในท้องตลาดให้กว้างขวางมากขึ้นแล้ว ยังตอบโจทย์การทำให้ขยะเป็นศูนย์ (zero waste) ของกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวมะเขือเทศพันธุ์โทมัสและกระบวนการแปรรูปเปิดอ้อเหลียงรมควันได้อีกทางหนึ่งด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างน้ำพริกช่องเปิดอ้อเหลียงในถุงรีทอร์ทสำหรับการหาค่า F_0

เตรียมน้ำพริกช่องเปิดอ้อเหลียงซึ่งประกอบด้วย มะเขือเทศพันธุ์โทมัส เนื้อเปิดอ้อเหลียง หอมแดง กระป๋อง กะปิหวาน กระเทียม น้ำมันพืช พริกจินดาแห้งคั่ว ถั่วเน่าแผ่นคั่ว ชุปไก่ก้อน และเกลือป่น เท่ากับร้อยละ 59.38, 29.69, 2.97, 1.66, 1.66, 1.19, 1.19, 1.19, 0.59, 0.36 และ 0.12 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ บรรจุน้ำพริกช่องเปิดอ้อเหลียง 200 กรัม ในถุงรีทอร์ทแบบทึบชนิดตั้งได้ ขนาด 12×20 เซนติเมตร ทำการไล่อากาศและปิดผนึกปลายถุงด้วยเครื่องปิดผนึกด้วยความร้อน สำหรับถุงตัวอย่างที่ใช้วัดอุณหภูมิเพื่อหาค่า F_0 ทำการเจาะรูที่ตำแหน่ง $1/3$ ของความสูงจากก้นถุงรีทอร์ท ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ร้อนช้าของภาชนะบรรจุ (Sawardsuk, 2016) เพื่อใส่สายเทอร์โมคัปเปิล ชนิด T (thermocouple type T) ปลายเข็มวัดอุณหภูมิด้านในถุง ทำการเจาะทะลุเนื้อเปิดอ้อเหลียงบริเวณตรงกลางซึ่งเป็นส่วนที่หนาที่สุด จากนั้นใส่น้ำพริกช่องเปิดอ้อเหลียงแล้วทำการไล่อากาศที่อุณหภูมิไม่น้อยกว่า 90°C เป็นเวลา 10 นาที และปิดผนึก แล้วจัดเรียงถุงลงตะกร้าหม้อฆ่าเชื้อในแนวนอน (Figure 1)

การหาค่า F_0 ของน้ำพริกช่องเปิดอ้อเหลียงบรรจุถุงรีทอร์ท

ทำการฆ่าเชื้อน้ำพริกช่องเปิดอ้อเหลียงบรรจุถุงรีทอร์ทที่อุณหภูมิ 115°C ที่ระยะเวลา 5, 10 และ 15 นาที โดยเป็นช่วงเวลาฆ่าเชื้อหลัง come-up time ด้วยหม้อฆ่าเชื้อแบบนิ่ง (still steam retort) ของทางศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ เชียงใหม่ ซึ่งหม้อฆ่าเชื่อดังกล่าวทำงานแบบกะ (batch) ใช้สำหรับฆ่าเชื้ออาหารที่บรรจุในภาชนะที่ปิดสนิทที่อยู่นิ่ง ไม่มีการเคลื่อนที่โดยวางอาหารในตะกร้าขนาดใหญ่ หรือวางเรียงบนชั้น โดยในการวิจัยได้บันทึกอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ทุก ๆ 1 นาที ตั้งแต่เริ่มให้ความร้อนจนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการ จากนั้นนำข้อมูลคำนวณเวลาในการฆ่าเชื้อด้วยวิธีการคำนวณหาพื้นที่

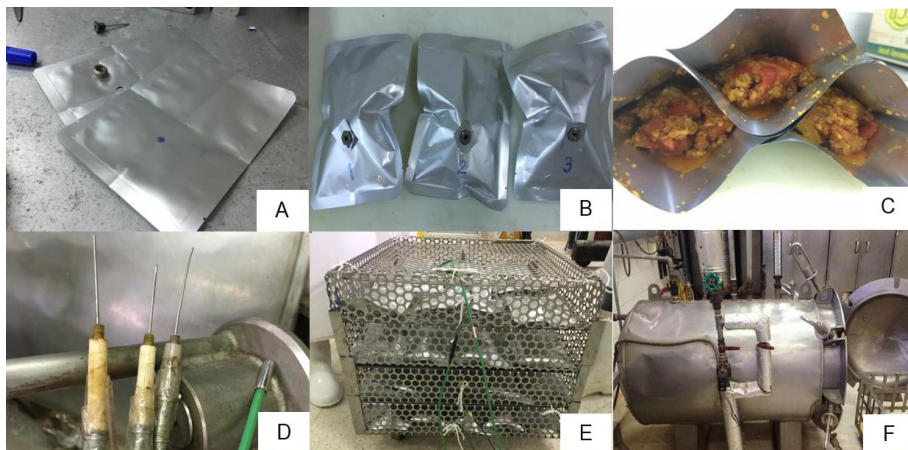


Figure 1. Preparation of Yi Liang duck Nam Prik Ong packed in retort pouch for F_0 evaluation A. Retort pouch, B. Puncture position of retort pouch for thermocouple connection, C. Packing of Nam Prik Ong, D. Thermocouple type T, E. Thermocouple position in retort basket, F. Retort

ได้กราฟ โดยคำนวณค่าอัตราการทำลายจุลินทรีย์ (lethal rate: L) ดังสมการที่ 1 เมื่อ T คือ อุณหภูมิที่จุดร้อนช้าที่สุดของอาหารในภาชนะบรรจุในระหว่างการให้ความร้อน ในหน่วยองศาเซลเซียส (Holdsworth and Simpson, 2016) ผลรวมของค่า L ในแต่ละช่วงอุณหภูมิจะนำมาคำนวณค่า F_0 ของกระบวนการฆ่าเชื้อ (สมการที่ 2) ด้วยวิธีการประมาณค่าพื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู (trapezoidal method) จากกราฟระหว่างอุณหภูมิกับเวลา เมื่อ t คือ ช่วงความห่างของเวลาในกระบวนการให้ความร้อนหน่วยนาที (Tiansanguankul and Limpatanachot, 2000) เมื่อครบเวลาที่กำหนดผลิตภัณฑ์จะถูกลดอุณหภูมิลงจนถึง 40°C ภายในเวลา 5 นาที แล้วนำไปประเมินอายุการเก็บรักษาต่อไป

$$L = 10^{\frac{T-250}{18}} \quad (1)$$

$$F_0 = \frac{t\{(L_1+L_2) + (L_2+L_3)+...+(L_{n-1}+L_n)\}}{2} \quad (2)$$

การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริกช่องเปิดอหิเลียงบรรจุถุงรีทอร์ทโดยวิธีการเร่งอุณหภูมิสถานะ

นำผลิตภัณฑ์น้ำพริกช่องเปิดอหิเลียงบรรจุถุงรีทอร์ทที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45

และ 55°C จากนั้นสุ่มตัวอย่างทุก 7 วัน เป็นระยะเวลา 56 วัน (Apirattananusorn and Chinabhark, 2013) เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส เคมี และชีวภาพ สำหรับนำไปใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

คุณภาพทางเคมี

นำตัวอย่างน้ำพริกช่องเปิดอหิเลียงบรรจุถุงรีทอร์ทที่ผ่านการเก็บรักษาวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (Samdaeng *et al.*, 2015)

คุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำตัวอย่างน้ำพริกช่องเปิดอหิเลียงบรรจุถุงรีทอร์ทที่ผ่านการเก็บรักษามาประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 - point Hedonic scale โดยประเมินความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ (ดัดแปลงจากวิธี ASTM International, 2005) ใช้ผู้ทดสอบทั้งหมด จำนวน 10 คน โดยเป็นผู้ที่มีความคุ้นเคยกับตัวอย่างผลิตภัณฑ์และผ่านการฝึกฝนมาก่อน

คุณภาพทางชีวภาพ

นำตัวอย่างน้ำพริกช่องเปิดอหิเลียงบรรจุถุงรีทอร์ทที่ผ่านการเก็บรักษามาวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ด้วยวิธีการนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) (Maturin and Peeler, 2001)

การคำนวณอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

นำระยะเวลา (วัน) ของคุณภาพด้านที่มี การเปลี่ยนแปลงมากที่สุดมาคำนวณอายุการเก็บ รักษาผลิตภัณฑ์ ดังสมการต่อไปนี้ (Mizrahi, 2004; Tung *et al.*, 2001)

$$Q_{10} = \frac{\theta_{s(T)}}{\theta_{s(T+10)}} \quad \text{และ} \quad Q_1 = Q_{10}^{0.1} \quad (3)$$

$$Q_1^{\Delta T} = \frac{\theta_{s(T)}}{\theta_{s(T+\Delta T)}} \quad (4)$$

Where; $\theta_{s(T)}$ = อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ T (วัน)

$\theta_{s(T+10)}$ = อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ T + 10 (วัน)

Q_{10} and Q_1 = ความสัมพันธ์ของอัตราการเกิด ปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ T + 10 และ T + 1 °C

ΔT = ความแตกต่างของอุณหภูมิที่ ประเมิน และอุณหภูมิ T

สถิติที่ใช้ในงานวิจัย

ในงานวิจัยได้ศึกษากรรมวิธีในการฆ่าเชื้อ น้ำพริกซองบรรจุถุงรืทอรัทที่ 3 ระยะเวลา ได้แก่ 5, 10 และ 15 นาที โดยใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่ม โดยสมบูรณ์ (completely randomised design; CRD)

โดยสุ่มตัวอย่างวัตถุดิบที่นำมาผลิตน้ำพริกซองที่ ได้มาจากล็อตการผลิตแตกต่างกัน และสุ่มตัวอย่าง 5 ถุง นำไปวิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ โดยในการวิจัย ได้ดำเนินการทดสอบการฆ่าเชื้อจำนวน 3 ซ้ำ จากนั้น วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของข้อมูลด้วย การวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับ ความเชื่อมั่น 95 %

ผลการทดลองและวิจารณ์

การหาค่า F_0 ของน้ำพริกซองแป็คอหฺเลียงบรรจุ ถุงรืทอรัท

จากข้อมูลอุณหภูมิและเวลาทั้งหมดใน กระบวนการฆ่าเชื้อน้ำพริกซองแป็คอหฺเลียงบรรจุ ถุงรืทอรัท ที่อุณหภูมิ 115 °C เวลา 5, 10 และ 15 นาที นำมาหาค่าอัตราการทำลายจุลินทรีย์ โดยการคำนวณ พื้นที่ใต้กราฟของค่าอัตราการทำลายจุลินทรีย์กับ ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อ (Figure 2) ซึ่งค่าดังกล่าวมี การเพิ่มขึ้นและลดลงในระหว่างการฆ่าเชื้อเนื่องจาก หม้อฆ่าเชื้อที่ใช้การวิจัยเป็นชนิดที่ควบคุมแรงดัน แบบกึ่งอัตโนมัติ ส่งผลให้อุณหภูมิมีการเพิ่มขึ้นและ ลดลงระหว่างการฆ่าเชื้อ แต่ไม่น้อยกว่า 115 °C และ

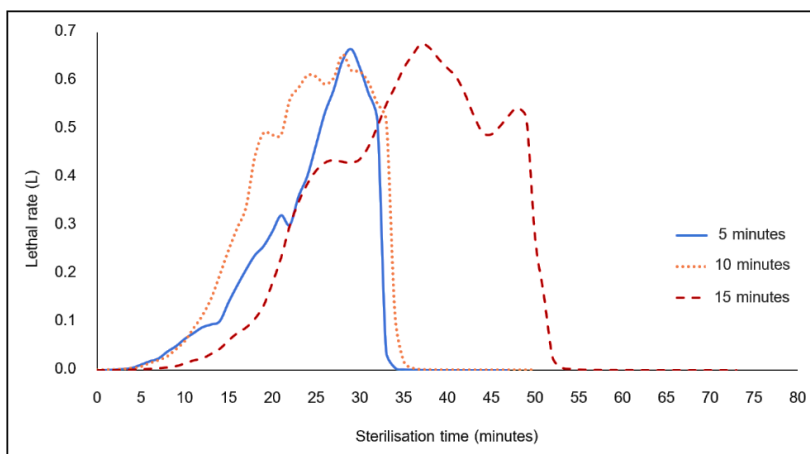


Figure 2. Lethality values of Yi Liang duck Nam Prik Ong packaged in retort pouch sterilised at 115 °C using different times

คำนวณค่า F_0 ของน้ำพริกช่องเปิดอ้อเหลียงบรรจุถุงรีทอร์ทที่ฆ่าเชื้อเป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที ได้เท่ากับ 4 นาที, 8 นาที และ 10 นาที ตามลำดับ ซึ่งค่า F_0 ของทั้ง 3 เวลา เป็นไปตามข้อกำหนดของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 355 ที่กำหนดให้อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่มีความเป็นกรดต่ำ ต้องผ่านการฆ่าเชื้อที่ F_0 ไม่น้อยกว่า 3 นาที (Ministry of Public Health, 2013) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์น้ำพริกกะปิที่ใช้อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อที่ 116 องศาเซลเซียส พบว่า มีค่า F_0 เท่ากับ 5 นาที ซึ่งผู้บริโภคให้การยอมรับด้านความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมากที่สุด (Wasantiwong *et al.*, 2010)

การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริกช่องเปิดอ้อเหลียงบรรจุถุงรีทอร์ทโดยวิธีการเร่งอุณหภูมิสภาวะ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์น้ำพริกช่องเปิดอ้อเหลียงบรรจุถุงรีทอร์ทที่เก็บรักษาโดยวิธีการเร่งอุณหภูมิ เป็นระยะเวลา 56 วัน มีดังนี้

คุณภาพทางเคมี

จากการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของทุกผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ทั้ง 2 อุณหภูมิค่อย ๆ ลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยที่อุณหภูมิ 45 °C มีการลดลงของค่าความเป็นกรด-ด่างของทุกผลิตภัณฑ์ตั้งแต่วันที่ 0-56 อยู่ในช่วง 5.31 - 4.77 สำหรับที่อุณหภูมิ 55 °C อยู่ในช่วง 5.31 - 4.60 (Table 1 และ 2) ซึ่งโดยมาตรฐานค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำพริกช่องควรอยู่ในช่วง 4.8 - 5.2 (Phromphichai, 1999) แสดงให้เห็นว่า ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 45 °C ยังคงคุณภาพทางเคมีตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด แต่สำหรับที่อุณหภูมิ 55 °C ในวันที่ 56 ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพทางเคมีไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงการเกิดกรดไขมันอิสระที่เพิ่มขึ้นในผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันสูง ซึ่งกรดไขมันอิสระเป็นสาเหตุสำคัญของการเสื่อมเสียอาหารและทำให้ค่าความเป็นกรดสูงขึ้น (Apirattananusorn and Chinabark, 2013) รวมทั้งการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

อาหารประเภทกรดต่ำในภาชนะปิดสนิทอาจมีการเจริญของเชื้อกลุ่ม flat sour spoilage ส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในอาหารลดลงได้เช่นกัน (Rungsardthong, 2000) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tasaudom *et al.* (2009) ที่พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของผลิตภัณฑ์น้ำพริกปลาอย่างแมงดาและน้ำพริกปลาร้าสมุนไพรที่บรรจุในขวดแก้วปิดสนิท ซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 98 °C เป็นเวลา 15 นาที มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง แต่ผลิตภัณฑ์กลับมีการลดลงของค่าความเป็นกรด-ด่างน้อยกว่าเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (แช่เย็น) ทั้งนี้เนื่องมาจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นช่วยลดอัตราการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของอาหารได้ (Sothornvit, 2007)

คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบทั้ง 10 คน ให้คะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์น้ำพริกช่องเปิดอ้อเหลียงบรรจุถุงรีทอร์ทที่ผ่านการฆ่าเชื้อในทุกกรรมวิธีไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น คะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ทั้ง 2 อุณหภูมิ มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง (Table 1 และ 2) โดยที่อุณหภูมิ 45 °C มีคะแนนในทุกกรรมวิธีเกินกว่าคะแนนครึ่งหนึ่ง (4.50) ของคะแนนรวมทั้งหมด (9.00) แต่ในขณะที่อุณหภูมิ 55 °C พบว่าคะแนนของผลิตภัณฑ์ต่ำกว่า 4.50 ตั้งแต่วันที่ 49 เป็นต้นไป แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิในการเก็บรักษาที่สูงขึ้นช่วยเร่งการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาทางเคมีและส่งผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับคุณภาพทางเคมีดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น เช่นเดียวกันกับงานวิจัยของ Ruangchai and Tantakasem (2011) ที่พบว่า ผลิตภัณฑ์น้ำพริกมะขามผสมกระเจี๊ยบที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (แช่เย็น) มีคะแนนความชอบโดยรวมมากกว่าที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากอุณหภูมิต่ำช่วยลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมี ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางโภชนาการและคุณภาพทางประสาทสัมผัสน้อย

Table 1. Qualities of Yi Liang duck Nam Prik Ong packed in retort pouch during storage at 45 °C

Shelf	Product qualities								
life	pH value			Sensory evaluation			Total plate count (CFU/gram)		
(days)	5 min	10 min	15 min	5 min	10 min	15 min	5 min	10 min	15 min
0	5.21 ± 0.14 ^{ns}	5.31 ± 0.13 ^{ns}	5.29 ± 0.26 ^{ns}	7.03 ± 0.67 ^{ns}	6.70 ± 1.06 ^{ns}	7.20 ± 0.91 ^{ns}	< 100	< 100	< 100
7	5.26 ± 0.02 ^{ns}	5.30 ± 0.02 ^{ns}	5.30 ± 0.03 ^{ns}	6.70 ± 0.95 ^{ns}	6.60 ± 0.84 ^{ns}	6.70 ± 0.82 ^{ns}	< 100	< 100	< 100
14	5.23 ± 0.01 ^b	5.21 ± 0.02 ^a	5.23 ± 0.01 ^b	6.80 ± 0.92 ^{ns}	6.70 ± 0.82 ^{ns}	6.60 ± 0.97 ^{ns}	< 100	< 100	< 100
21	5.19 ± 0.01 ^a	5.28 ± 0.01 ^b	5.18 ± 0.02 ^a	6.70 ± 0.95 ^{ns}	6.30 ± 0.82 ^{ns}	6.40 ± 0.84 ^{ns}	< 100	< 100	< 100
28	5.03 ± 0.02 ^{ns}	5.06 ± 0.01 ^{ns}	5.06 ± 0.01 ^{ns}	6.70 ± 0.95 ^{ns}	6.50 ± 0.85 ^{ns}	6.50 ± 1.08 ^{ns}	< 100	< 100	< 100
35	4.88 ± 0.03 ^a	5.13 ± 0.03 ^b	5.11 ± 0.01 ^b	6.50 ± 0.97 ^{ns}	6.60 ± 0.52 ^{ns}	6.60 ± 0.70 ^{ns}	< 100	< 100	< 100
42	4.83 ± 0.05 ^a	5.10 ± 0.06 ^b	5.05 ± 0.04 ^b	5.50 ± 1.08 ^{ns}	6.10 ± 0.88 ^{ns}	5.90 ± 0.74 ^{ns}	< 100	< 100	< 100
49	4.80 ± 0.00 ^a	4.89 ± 0.01 ^b	4.90 ± 0.08 ^c	5.50 ± 0.50 ^{ns}	5.50 ± 0.85 ^{ns}	5.50 ± 1.18 ^{ns}	< 100	< 100	< 100
56	4.80 ± 0.02 ^{ns}	4.79 ± 0.04 ^{ns}	4.77 ± 0.01 ^{ns}	4.70 ± 0.95 ^{ns}	4.80 ± 1.03 ^{ns}	4.60 ± 0.96 ^{ns}	< 100	< 100	< 100

Average ± standard deviation with different letters in each column of each quality is significantly different ($P < 0.05$); ns means are not significantly different at $P = 0.05$

Table 2. Qualities of Yi Liang duck Nam Prik Ong packed in retort pouch during storage at 55 °C

Shelf	Product qualities								
life	pH value			Sensory evaluation			Total plate count (CFU/gram)		
(days)	5 min	10 min	15 min	5 min	10 min	15 min	5 min	10 min	15 min
0	5.21 ± 0.14 ^{ns}	5.31 ± 0.13 ^{ns}	5.29 ± 0.26 ^{ns}	7.03 ± 0.67 ^{ns}	6.70 ± 1.06 ^{ns}	7.20 ± 0.91 ^{ns}	< 100	< 100	< 100
7	5.19 ± 0.02 ^a	5.34 ± 0.04 ^b	5.24 ± 0.01 ^a	6.90 ± 0.87 ^{ns}	6.90 ± 0.74 ^{ns}	6.70 ± 1.16 ^{ns}	< 100	< 100	< 100
14	5.16 ± 0.03 ^a	5.22 ± 0.01 ^b	5.18 ± 0.03 ^{ab}	6.80 ± 0.84 ^{ns}	6.70 ± 0.74 ^{ns}	6.60 ± 0.67 ^{ns}	< 100	< 100	< 100
21	5.21 ± 0.02 ^{ab}	5.17 ± 0.02 ^a	5.22 ± 0.03 ^b	6.70 ± 0.88 ^{ns}	6.70 ± 0.68 ^{ns}	6.60 ± 1.16 ^{ns}	< 100	< 100	< 100
28	4.89 ± 0.04 ^{ns}	5.97 ± 0.02 ^{ns}	4.91 ± 0.07 ^{ns}	6.60 ± 1.07 ^{ns}	6.60 ± 0.84 ^{ns}	6.60 ± 0.97 ^{ns}	< 100	< 100	< 100
35	4.96 ± 0.06 ^a	5.05 ± 0.01 ^b	4.93 ± 0.03 ^a	6.50 ± 0.85 ^{ns}	6.50 ± 0.97 ^{ns}	6.50 ± 0.97 ^{ns}	< 100	< 100	< 100
42	4.84 ± 0.02 ^{ns}	4.84 ± 0.02 ^{ns}	4.88 ± 0.08 ^{ns}	6.40 ± 1.07 ^{ns}	6.20 ± 1.03 ^{ns}	6.10 ± 0.99 ^{ns}	< 100	< 100	< 100
49	4.82 ± 0.01 ^{ns}	4.83 ± 0.01 ^{ns}	4.81 ± 0.02 ^{ns}	3.40 ± 1.50 ^{ns}	3.70 ± 1.95 ^{ns}	4.30 ± 1.77 ^{ns}	< 100	< 100	< 100
56	4.65 ± 0.05 ^{ns}	4.67 ± 0.03 ^{ns}	4.60 ± 0.02 ^{ns}	ND	ND	ND	< 100	< 100	< 100

Average ± standard deviation with different letters in each column of each quality is significantly different ($P < 0.05$); ns means is not significantly different at $P = 0.05$; ND means is not determined

คุณภาพทางชีวภาพ

ผลิตภัณฑ์น้ำพริกช่องเปิดอ้อเหลียงบรรจุถุงรีทอร์ทที่ผ่านการฆ่าเชื้อในทุกกรรมวิธีและเก็บรักษาไว้ทั้ง 2 อุณหภูมิ ไม่พบจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม (Table 1 และ 2) ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของ Ministry of Public Health (2013) กำหนดให้อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิทที่มีความเป็นกรดต่ำมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 100 โคโลนีต่อกรัม ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารในบรรจุภัณฑ์ชนิดออลด์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 115 °C ในทุกเวลาสามารถทำลายจุลินทรีย์ที่จะสามารถเจริญในภาชนะปิดสนิทได้

จากการวิเคราะห์คุณภาพทั้ง 3 ด้าน ผู้วิจัยเลือก คุณภาพทางประสาทสัมผัส เป็นดัชนีชี้วัดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำพริกช่องเปิดอ้อเหลียงบรรจุถุงรีทอร์ท เนื่องจากส่งผลโดยตรงต่อการยอมรับของผลิตภัณฑ์สำหรับผู้บริโภคอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นผลิตภัณฑ์น้ำพริกช่องเปิดอ้อเหลียงบรรจุถุงรีทอร์ทที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 °C มีอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์จากการยอมรับของผู้ทดสอบสิ้นสุดในวันที่ 49 และ ที่อุณหภูมิ 45 °C ผู้ทดสอบให้การยอมรับสิ้นสุดในวันที่ 56 เมื่อนำระยะเวลาที่ได้จากทั้ง 2 อุณหภูมิ มาทำนายอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4 °C (แช่เย็น) และ 30 °C (อุณหภูมิห้อง) พบว่า สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้เป็นเวลา 84 วัน (ประมาณ 3 เดือน) และ 65 วัน (ประมาณ 2 เดือน) ตามลำดับ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Lapchutiporn *et al.* (2008) ที่รายงานว่า อายุการเก็บรักษาของน้ำพริกน้ำเงี้ยวโดยวิธีเร่งอุณหภูมิที่ 45 และ 55 °C ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ได้เป็นเวลา 8 และ 4 สัปดาห์ ตามลำดับ โดยสามารถทำนายอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 30 °C ได้ 154 วัน (5 เดือน) และที่อุณหภูมิ 4 °C ได้ 897 วัน (2 ปี 5 เดือน) นอกจากนี้ Samdaeng *et al.* (2015) ได้รายงานว่า ผลิตภัณฑ์คั่วกลิ้งและน้ำพริกเห็ดแครงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ

อุณหภูมิแช่เย็น สามารถเก็บรักษาได้น้อยกว่า 1 และ 4 สัปดาห์ ตามลำดับ

สรุป

น้ำพริกช่องเปิดอ้อเหลียงบรรจุถุงรีทอร์ทที่ฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ 115 °C เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที มีค่า F_0 เท่ากับ 4 นาที, 8 นาที และ 10 นาที ตามลำดับ ซึ่งหมายถึงเวลาเป็นนาทีที่เทียบเท่าการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิอ้างอิง 121.1 °C โดยมีสโปรของเชื้อ *C. botulinum* เป็นเชื้อเป้าหมาย เป็นไปตามข้อกำหนดของประกาศกระทรวงสาธารณสุขที่กำหนดให้อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่มีความเป็นกรดต่ำต้องผ่านการฆ่าเชื้อที่ F_0 ไม่ต่ำกว่า 3 นาที โดยมีอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4 และ 30 °C เท่ากับ 84 วัน (ประมาณ 3 เดือน) และ 65 วัน (ประมาณ 2 เดือน) ตามลำดับ โดยผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อในทั้ง 3 ระยะเวลา มีคุณภาพทางประสาทสัมผัส เคมี และชีวภาพ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

เอกสารอ้างอิง

- Apirattananusorn, S. and K. Chinabark. 2013. Development of packages for ready-to-eat chili paste products. *KMUTT Research and Development Journal* 36(4): 451-464. (in Thai)
- ASTM International. 2005. Standard Guide for Sensory Evaluation Methods to Determine the Sensory Shelf Life of Consumer Products. ASTM E2454-05. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Chankiatkong, S. 1992. No canned food. *DIProm Journal* 3: 33-41. (in Thai)
- Holdsworth, S.D. and R. Simpson. 2016. Thermal Processing of Packaged Foods. 3rd ed. Springer, Cham. 516 p.

- Krusong, W. 1996. Food preservation and processing. pp. 91-113. *In*: Food Preservation and Processing. Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi.
- Lapchutiporn, J., P. Tuitemwong, K. Tuitemwong and J. Kunkriangvong. 2008. Accelerated shelf life testing of a "Namkneaw" chilli paste. pp. 301-309. *In*: Proceedings of 46th Kasetsart University Annual Conference: Science. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Maturin. L. and J.T. Peeler. 2001. Chapter 3: Aerobic plate count. *In*: FDA Bacteriological Analytical Manual. AOAC International, Gaithersburg, MD.
- Ministry of Public Health. 2013. Food in a hermetically sealed container. Notification of Ministry of Public Health (No. 335) B.E. 2556. Ministry of Public Health, Bangkok. (in Thai)
- Mizrahi, S. 2004. Accelerating shelf life tests. pp. 317-339. *In*: P. Steels (ed.). Understanding and Measuring the Shelf-life of Food. Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
- Parnsakhorn, S., J. Langkapin, P. Pansri and T. Chaipayadam. 2020. Effect of sterilization process on physicochemical properties of lotus leaf wrapped rice in retort pouch product. *Journal of Applied Research on Science and Technology* 19(1): 1-15. (in Thai)
- Phromphichai, R. 1999. Nam Prik Ong. pp. 3258-3259. *In*: Thailand Cultural Encyclopedia: North. Thailand Culture Encyclopedia Foundation Bangkok. (in Thai)
- Ruangchai, S. and S. Tantakasem. 2011. Storage quality of tamarind/roselle chili paste. University of the Thai Chamber of Commerce Journal: Humanities and Social Sciences 31(2): 89-98. (in Thai)
- Rungsardthong, V. 2000. Food Processing Technology. King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok: 500 p. (in Thai)
- Samdaeng, W., T., Maireng, B. Pimpa and S. Lekjing. 2015. Study on shelf life of common split gill mushroom (*Schizophyllum commune*) roast curry and chili paste products. *Burapha Science Journal* 20(2): 33-47. (in Thai)
- Sawardsuk, P. 2016. Effect of heating time on physical properties of Thai style stewed mackerel in salty soup packed in retort pouch. *Khon Kaen Agriculture Journal* 44(2): 257-264. (in Thai)
- Sothornvit, R. 2007. Introduction to Food Chemistry and Microbiology. Kasetsart University Press, Bangkok. 231 p. (in Thai)
- Tasaudom, U., W. Srapinkaraburi and S. Nipronrum. 2009. The production improvement for shelf-life extension of chili paste products. *Naresuan University Journal: Science and Technology* 17(2): 136-144. (in Thai)
- Tiensanguankul, J. and P. Limpatanachot. 2000. Computer interface technique assisting in F_0 determination program for canned food. B.S. Food Engineering Project. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Topaiboul, S., P. Aue-anggoon, J. Kongrueng, P. Klomklom, A. Inpramoon and N. Saikaew. 2018. Effect of impaction on bruise of "Xichu (P2)" Persimmons. *Journal of Agricultural Research and Extension* 35(2): 24-33. (in Thai)

Tung, M.A., I.J. Britt and S. Yada. 2001. Packaging Considerations. pp. 129-145. In: N.A.M. Eskin and D.S. Robinson (eds.). Food Shelf Life Stability: Chemical, Biochemical, and Microbiological Changes. CRC Press, Boca Ration.

Wasantiwong, K., K. Surarakdisai and S. Boonjakoon. 2010. Effect of lethalties of the thermal process (F_0) levels on canned Num Phrik Kapi. Journal of Food Health and Bioenvironmental Science 3(1): 75-85. (in Thai)
