

ผลของวิธีการปรุงสุกต่อคุณภาพและระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทาน ระหว่างการเก็บรักษาแบบแช่เย็น

Effect of Cooking Methods on Quality and Shelf Life of Ready-to-Eat Cooked Betong Chicken Meat during Refrigerated Storage

กมลทิพย์ กรรไพรระ*

Kamontip Kanpairo*

สาขาวิชาการประกอบอาหารฮาลาล คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

Program in Halal Culinary, Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University

*E-mail: koikamontip.k@gmail.com

Received: Jan 30, 2023

Revised: Mar 03, 2023

Accepted: Mar 07, 2023

บทคัดย่อ

ไก่เบตงเป็นไก่พันธุ์พื้นเมืองที่สำคัญของ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ของประเทศไทย (ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส) เป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติ วิธีการปรุงสุกที่เหมาะสมสามารถช่วยให้เนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานคงคุณภาพได้นานระหว่างการเก็บรักษาแบบแช่เย็น เทคนิคซูวิดเป็นวิธีการปรุงสุกอาหารแบบหนึ่ง โดยการบรรจุอาหารในสภาวะสุญญากาศ และให้ความร้อนด้วยอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน เพื่อคงคุณภาพของอาหาร งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวิธีการปรุงสุกต่อคุณภาพ และระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานระหว่างการเก็บรักษาแบบแช่เย็นในการศึกษาครั้งนี้ ใช้วิธีการปรุงสุก 2 วิธี คือ วิธีการต้มสุก (ซูดควคุม) และวิธีซูวิด สำหรับวิธีการต้มสุก นำเนื้อไก่เบตงมาต้มสุกที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที หลังจากนั้นลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วโดยการแช่ในน้ำผสมน้ำแข็ง และเก็บในถุงพลาสติก Nylon/LLDPE ภายใต้สภาวะบรรยากาศ สำหรับวิธีซูวิด นำเนื้อไก่เบตงที่บรรจุแบบสุญญากาศในถุงพลาสติก Nylon/LLDPE มาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หลังจากนั้นลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วโดยการแช่ในน้ำผสมน้ำแข็ง เก็บรักษาเนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานทั้ง 2 แบบ ที่อุณหภูมิแช่เย็น (4 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 20 วัน จากการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา พบว่า คุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และประสาทสัมผัสของเนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานทั้ง 2 แบบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานที่ปรุงสุกด้วยวิธีซูวิดมีการเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัมผัส สี เนื้อ ค่ากรดไขมันอิสระ และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่าเนื้อไก่ซูดควคุมตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แต่มีคะแนนคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงกว่าเนื้อไก่ซูดควคุม เนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานที่ปรุงสุกด้วยวิธีซูวิดและเนื้อไก่ซูดควคุมมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินเกณฑ์ที่กำหนดเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 20 และ 10 วัน ตามลำดับ งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าวิธีซูวิดเป็นวิธีการปรุงสุกที่สามารถคงคุณภาพของเนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานระหว่างการเก็บรักษาแบบแช่เย็นได้นานกว่าวิธีการต้มสุก

คำสำคัญ: ไก่เบตง เนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทาน ซูวิด การเก็บรักษาแบบแช่เย็น

Abstract

Betong chicken is an important native breed of chicken in the 3 southern border provinces of Thailand (Pattani, Yala and Narathiwat). It is popular among Thai and foreign consumers. Appropriate cooking methods can help maintaining the quality of ready-to-eat cooked Betong chicken meat for a long time during refrigerated storage. The sous vide technique is a cooking method by packing food in a vacuum condition and heating it with a temperature lower than 100°C for a long period to maintain the quality of food. The purpose of this research was

to study the effect of cooking methods on the quality and shelf life of ready-to-eat cooked Betong chicken meat during refrigerated storage. In this study, two cooking methods were used including the boiling method (the control) and the sous vide method. For the boiling method, Betong chicken meat was boiled at 100°C for 20 minutes and then rapidly cooled down by immersion in iced water and stored in a Nylon/LLDPE plastic bag under atmospheric condition. For the sous vide method, Betong chicken meat vacuum packed in a Nylon/LLDPE plastic bag was heated at 60°C for 3 hours and then rapidly cooled down by immersion in iced water. Both types of ready-to-eat cooked Betong chicken meat were stored at a refrigerated condition (4±2°C) for 20 days. From the study of product quality during storage, it was found that physical, chemical, microbiological and sensory qualities of both types of ready-to-eat cooked Betong chicken meat were significantly different ($p<0.05$). The ready-to-eat cooked Betong chicken meat cooked by the sous vide method showed less changes in texture, pH, thiobabituric acid value and total microbial load than the control chicken meat throughout the storage period. However, it had higher scores for appearance, color, texture and overall liking than the control chicken meat. The ready-to-eat cooked Betong chicken meat cooked by the sous vide method and the control chicken meat had total microbial counts exceeding the microbiological limit when stored for 20 and 10 days, respectively. This research suggested that the sous vide method was a cooking method capable of preserving the quality of ready-to-eat cooked Betong chicken meat during refrigerated storage longer than the boiling method.

Keywords: Betong chicken, Ready-to-eat cooked Betong chicken meat, Sous vide, Refrigerated storage

1. บทนำ

ปัจจุบันประชากรส่วนใหญ่นิยมบริโภคเนื้อสัตว์เพิ่มมากขึ้นทั้งในและต่างประเทศ และไก่เนื้อถือเป็นสินค้าปศุสัตว์ชนิดหนึ่งที่มีผู้นิยมบริโภค แต่จากอันตรายจากสารเร่งที่พบในไก่เนื้อ ทำให้ผู้บริโภคเริ่มหันมาบริโภคไก่พื้นเมือง ซึ่งในพื้นที่จังหวัดสตูล สงขลา ยะลา ปัตตานี และนราธิวาส (เขต 9) พบสัดส่วนการเลี้ยงไก่พื้นเมืองสูงกว่าร้อยละ 40 ของปริมาณไก่ทั้งหมด [1] ไก่เบตงเป็นไก่พันธุ์เนื้อพื้นเมืองประเภทหนึ่งที่สำคัญทางภาคใต้ตอนล่าง พบมากในจังหวัดปัตตานี ยะลา และนราธิวาส ไก่เบตงเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคในท้องถิ่นและนักท่องเที่ยว เนื่องจากเนื้อไก่มีรสชาติดี กลิ่นหอม เนื้อนุ่มและหนังมีความหนึบ ทำอาหารได้หลายชนิด เช่น ไก่เบตงคั่วเค็ม ไก่เบตงตุ๋นยาจีนและไก่เบตงสับ [2], [3] จากกระแสการท่องเที่ยวเมืองเบตงเป็นที่นิยมมากขึ้น ในปี 2564 กระแสการท่องเที่ยวเมืองเบตงเป็นที่นิยมมากขึ้น มีนักท่องเที่ยวมาเที่ยวเบตงจำนวน 170,745 คน เพิ่มขึ้นจากปี 2563 คิดเป็นร้อยละ 30.24 ส่งผลให้อาหารเบตงเป็นที่รู้จักไปด้วย ไก่เบตงสับเป็นอาหารขึ้นชื่ออีกอย่างหนึ่งที่ผู้บริโภคนิยมรับประทาน โดยใช้การนึ่งในการทำให้อาหารสุก อายุการเก็บรักษาสัปดาห์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ประมาณ 5-10 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต เช่น คุณภาพของวัตถุดิบเริ่มต้น สุขลักษณะของผู้ผลิต สถานที่ผลิต และสภาวะแวดล้อมในการ

เก็บรักษา อาหารชนิดนี้นิยมรับประทานในครอบครัว และร้านอาหารในพื้นที่เท่านั้น เนื่องจากมีอายุการเก็บรักษาสั้น การเสื่อมสภาพส่วนใหญ่มีสาเหตุหลักมาจากการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนได้ตั้งแต่การผลิต การขนส่ง และการจำหน่าย การเก็บรักษาโดยใช้อุณหภูมิต่ำเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอต่อการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จึงมีการนำกระบวนการยืดอายุด้วยวิธีต่าง ๆ เพื่อต้องการที่จะผลักดันให้ผลิตภัณฑ์นี้สามารถส่งขายยังพื้นที่อื่นได้

กระบวนการซูวีต (Sous vide) เป็นกระบวนการที่ใช้ความร้อนต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส นิยมใช้ในการแปรรูปวัตถุดิบสด และกึ่งสุกกึ่งดิบ เช่น เนื้อสัตว์ ไข่ ผัก ผลไม้ หรืออาหารหวาน โดยการบรรจุวัตถุดิบในสภาวะสุญญากาศ และนำไปให้ความร้อนในระยะเวลาต่างกันตามชนิดของอาหาร ในระหว่างที่มีการให้ความร้อน ความร้อนจะถ่ายโอนจากน้ำผ่านถุงสุญญากาศ และอาหาร ทำให้อาหารสุกทั่วถึงและสม่ำเสมอ คุณภาพของสี ความนุ่ม กลิ่นรส และลดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบ เนื่องจากวัตถุดิบไม่มีการสัมผัสกับน้ำโดยตรง อาหารที่ผ่านกระบวนการซูวีตสามารถนำมาปรุงเพิ่มเติม หรือรับประทานได้ทันที หรือเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-3 องศาเซลเซียส โดยผ่านการให้ความร้อนอีกครั้งก่อนการบริโภค การนำกระบวนการซูวีตมาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ มีการให้ความร้อน 2 ลักษณะ คือ (1) การใช้อุณหภูมิ

ต่ำ ระยะเวลาสั้น (อุณหภูมิ 50-65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90-360 นาที) ช่วยให้เนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้น เนื้อจะมีสีแดงชมพูระเรื่อ ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อน และช่วยรักษาคุณค่าทางโภชนาการไว้ โดยเฉพาะวิตามินบี3 และบี12 (2) การใช้อุณหภูมิสูง ระยะเวลาสั้น (อุณหภูมิที่ใช้ อยู่ระหว่าง 70-100 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ขึ้นอยู่กับลักษณะ ของอาหาร) พบว่าเนื้อมีการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ โดยเฉพาะวิตามินบี12 สูง และมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งขึ้น เนื่องจากการใช้ความร้อนระดับสูง ทำให้โปรตีนไมโอไฟบริล (Myofibril) เกิดการสูญเสียสภาพธรรมชาติ เกิดการรวมกลุ่ม เป็นก้อนของโปรตีนที่แข็งขึ้น และเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส จะเกิดพันธะไดซัลไฟด์ (Disulfide bond) ระหว่างสายเปปไทด์ (Peptide) ของแอกโตไมโอซิน (Actomyosin) ทำให้เนื้อมีความเหนียวมากขึ้น [4] นอกจากนี้กระบวนการ ชูวิตยังสามารถยืดอายุการเก็บอาหารได้ด้วย เนื่องจากเป็น กระบวนการใช้ความร้อนระดับการพาสเจอร์ไรส์ (Pasteurization) เพื่อฆ่าเชื้อในอาหารที่บรรจุในสภาวะสุญญากาศ อุณหภูมิที่ แนะนำให้ใช้เพื่อฆ่าเชื้อ *Clostridium botulinum* ในอาหาร คือ อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที [5]

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวิธีการปรุงสุกต่อคุณภาพ (ด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา) ของเนื้อไก่เบตงปรุงสุกรับประทาน และต่อระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวระหว่างการเก็บรักษาแบบแช่เย็นที่ อุณหภูมิ 4 ± 2 องศาเซลเซียส ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถใช้ เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อไก่เบตงปรุงสุกรับประทานในเชิงพาณิชย์ต่อไป

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1. การเตรียมวัตถุดิบ

การเตรียมเนื้อไก่ โดยใช้เนื้ออกไก่เบตงแช่เย็น มาล้างทำความสะอาด ตัดแต่งเนื้อไก่โดยให้ติดหนัง ขนาดชิ้นเนื้อ กว้างxยาวxหนา คือ $6.5\times 10\times 2.5$ เซนติเมตร มีน้ำหนักต่อชิ้น ประมาณ 150 ± 5 กรัม

การเตรียมน้ำหมัก นำเครื่องเทศ ได้แก่ รากผักชีร้อยละ 15 กระเทียมร้อยละ 15 และขิงร้อยละ 30 มาโขลกให้ละเอียด ผสมกับเครื่องปรุงรส ได้แก่ เกลือร้อยละ 5 น้ำตาลร้อยละ 8 โซเดียมไตรโพลิฟอสเฟต (Sodium tripolyphosphate) ร้อยละ 4 ซีอิ๊วขาวร้อยละ 7 และน้ำเปล่าร้อยละ 16 ตามลำดับ ผสมให้ เข้ากันเป็นน้ำหมัก

การหมัก ใช้อัตราส่วนเนื้ออกไก่ต่อน้ำหมัก 1:2 โดย น้ำหนัก หมักเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่สภาวะแช่เย็น (4 ± 2 องศาเซลเซียส)

2.2. การปรุงสุกเนื้อไก่เบตง

นำไก่เบตงที่เตรียมจากข้อ 2.1. มาปรุงสุกด้วยวิธีที่ แตกต่างกัน 2 วิธี ดังนี้

1. วิธีการต้มสุก (ชุดการทดลองควบคุม, CT) นำ ไก่ที่หมักด้วยน้ำหมักไปต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 20 นาที นำมาลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว โดยแช่น้ำ ผสมน้ำแข็งอุณหภูมิ 2 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที จากนั้นนำมาบรรจุในถุงพลาสติก Nylon/LLDPE แบบสภาวะ บรรยากาศ

2. วิธีชูวิต (SV) นำไก่ที่หมักด้วยน้ำหมักมาบรรจุ ในถุงพลาสติก Nylon/LLDPE แบบสุญญากาศ และนำไปให้ ความร้อนผ่านกระบวนการชูวิต คือ ต้มในน้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำมาลด อุณหภูมิอย่างรวดเร็ว โดยแช่น้ำผสมน้ำแข็งอุณหภูมิ 2 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที [6]

เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการปรุงสุกทั้ง 2 วิธี ในสภาวะแช่เย็น (4 ± 2 องศาเซลเซียส) เพื่อตรวจสอบคุณภาพ ทุก 5 วัน เป็นเวลา 20 วัน

2.3. การวิเคราะห์คุณภาพของเนื้อไก่เบตงปรุงสุก พร้อมรับประทาน

การวิเคราะห์คุณภาพของเนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อม รับประทาน มีดังนี้

1. การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส ใช้วิธี Texture profile analysis (TPA) ทำโดยหั่นชิ้นเนื้ออกไก่ที่ผ่านความร้อนเป็น ชิ้นขนาด กว้างxยาวxหนา เท่ากับ $1\times 2\times 1$ เซนติเมตร กลุ่ม ทดลองละ 6 ชิ้น นำมาวิเคราะห์ความแข็ง (Hardness) และความยืดหยุ่น (Springiness) ด้วยเครื่อง Texture analyzer ยี่ห้อ TA.XT2 โดยใช้หัววัดชนิด Stainless steel cylindrical No. P50 กำหนดอัตราการเคลื่อนที่ของหัววัด 2 มิลลิเมตรต่อ วินาที วัดตามแนวขวางของเส้นใยกล้ามเนื้อ วิเคราะห์ข้อมูล ทางสถิติ ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน

2. การวิเคราะห์ความเป็นกรดต่าง (pH) วิเคราะห์ ด้วยเครื่อง pH meter

3. การหาค่ากรดไธโอบาบิทูริก (Thiobarbituric acid (TBA) value) ใช้วิธีการมาตรฐานของ Association Official Analytical Chemists (AOAC) [7]

4. การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด ใช้วิธีการมาตรฐานของ Association Official Analytical Chemists (AOAC) [7]

5. การทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation) วิเคราะห์ด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยให้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ประเมินลักษณะปรากฏ (Appearance) สี (Color) เนื้อสัมผัส (Texture) และความชอบรวม (Overall liking) ของเนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทาน ขนาดกว้าง×ยาว×หนา เท่ากับ 2×3×1 เซนติเมตร

2.4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลอง แบบ 2×6 Factorial in Completely Randomized Design (CRD) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows Version 21 โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA (Analysis of variance) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

3.1. ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัส

3.1.1. ความแข็ง

จากการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทาน โดยวิธี Texture profile analysis ทั้ง 2 ชุดการทดลอง คือ ชุดการทดลองควบคุม (CT) และชุดการทดลองแบบซูวิต (SV) ที่เก็บรักษาในสภาวะแช่เย็น (4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 20 วัน พบว่า ค่าความแข็งเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (Figure 1) โดยผลิตภัณฑ์ชุดการทดลองควบคุม มีค่าความแข็งเริ่มต้นเท่ากับ 7.88 นิวตัน เมื่อเก็บรักษา 20 วัน ค่าความแข็งเพิ่มขึ้นเป็น 12.22 นิวตัน ส่วนผลิตภัณฑ์ชุดการทดลองแบบซูวิต พบว่า มีค่าความแข็งเริ่มต้นเท่ากับ 7.73 นิวตัน และเพิ่มขึ้นเป็น 10.28 นิวตัน เมื่อเก็บรักษาครบ 20 วัน สังเกตเห็นว่าผลิตภัณฑ์ชุดการทดลองควบคุม มีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่วนผลิตภัณฑ์ชุดการทดลองซูวิต มีการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสด้านความแข็งเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อความแข็งของผลิตภัณฑ์มี 2 ปัจจัยคือ (1) วิธีการแปรรูป เนื่องจากเนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทาน ชุดการทดลองควบคุม เป็นการให้ความร้อนโดยใช้อุณหภูมิตั้งแต่

70 องศาเซลเซียสขึ้นไป ซึ่งวิธีดังกล่าวทำให้โปรตีนไมโอไฟบริลเกิดการเสียสภาพตามธรรมชาติ เกิดการตกตะกอนในระหว่างการให้ความร้อน ทำให้เนื้อสัมผัสแห้ง และแข็ง ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค [8], [9] ส่วนการซูวิตเป็นวิธีการให้ความร้อนในช่วงอุณหภูมิ 60-68 องศาเซลเซียส โดยอาศัยหลักการถ่ายเทความร้อนจากน้ำผ่านถุงสุญญากาศ และเข้าสู่อาหาร ทำให้อาหารสุกทั่วถึงอย่างสม่ำเสมอ ยังคงรักษากลิ่นรสและความชุ่มฉ่ำของเนื้อ [10] (2) ชนิดของบรรจุภัณฑ์ โดยพบว่า ชุดการทดลองแบบซูวิต เป็นการบรรจุแบบสุญญากาศ ซึ่งการบรรจุดังกล่าวจะเกิดแรงบีบอัดระหว่างบรรจุภัณฑ์กับเนื้อไก่ ทำให้น้ำหนัก และสารโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตแทรกซึมเข้าไปยังเนื้อไก่ได้มากขึ้น เนื้อไ้จึงนุ่มขึ้น เนื้อสัมผัสไม่แข็งกระด้าง [11]

3.1.2. ความยืดหยุ่น

จากการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทาน โดยวิธี Texture profile analysis ทั้ง 2 ชุดการทดลอง คือ ชุดการทดลองควบคุม (CT) และชุดการทดลองแบบซูวิต (SV) ที่เก็บรักษาในสภาวะแช่เย็น (4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 20 วัน พบว่า ความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชุดการทดลอง มีการเปลี่ยนแปลงของค่าความยืดหยุ่นเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลา 20 วัน (Figure 2) โดยเนื้อไก่เบตงชุดควบคุม มีค่าความยืดหยุ่นเริ่มต้นเท่ากับ 0.6 เมื่อผ่านไป 20 วัน มีค่าความยืดหยุ่นเท่ากับ 0.61 ส่วนเนื้อไก่เบตงชุดการทดลองซูวิต มีค่าความยืดหยุ่นเริ่มต้นเท่ากับ 0.73 เมื่อผ่านไป 20 วัน มีค่าความยืดหยุ่นเท่ากับ 0.75 เนื้อไก่เบตงชุดการทดลองซูวิต มีค่าความยืดหยุ่นสูงกว่าเมื่อเทียบกับเนื้อไก่เบตงชุดควบคุม เป็นผลเนื่องมาจากวิธีการปรุงสุก ซึ่งชุดการทดลองควบคุมเป็นการให้ความร้อนโดยตรงแก่อาหาร การใช้อุณหภูมิตั้งแต่ 70 องศาเซลเซียสขึ้นไป ทำให้ไมโอไฟบริลซึ่งมีความสำคัญต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อเกิดการหดตัว ทำให้เนื้อมีความแห้ง และแข็ง เมื่อเนื้อมีความแข็งเพิ่มขึ้น ความยืดหยุ่นของเนื้อก็ลดลง ต้องใช้แรงในการเคี้ยวมากขึ้น ส่วนชุดการทดลองแบบซูวิตเป็นการให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำ เป็นเวลานาน โดยเนื้อไ้ถูกบีบอัดอยู่ในถุงสุญญากาศ ทำให้น้ำหนัก และสารโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตสามารถแทรกซึมเข้าไปยังเนื้อไ้ได้มากขึ้น โดยสารในกลุ่มฟอสเฟตมีคุณสมบัติช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ ทำให้นเนื้อไ้มีความชุ่มฉ่ำ ดังนั้นการที่สารในกลุ่มฟอสเฟตสามารถแทรกซึมเข้าไปยังเนื้อไ้ได้มากขึ้น ทำให้นเนื้อมีความนุ่ม และยืดหยุ่นมากขึ้นด้วย [12]

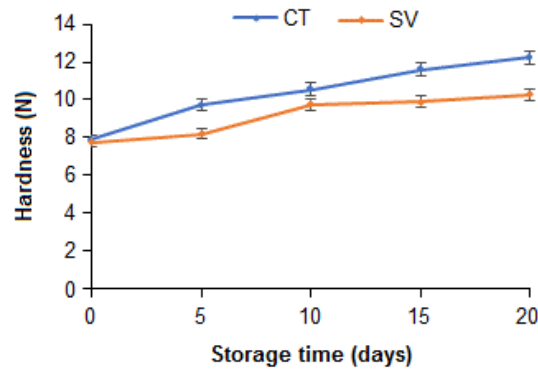


Figure 1 Hardness of ready-to-eat cooked Betong chicken meat cooked by the boiling method (CT) and by the sous vide method (SV) during refrigerated storage

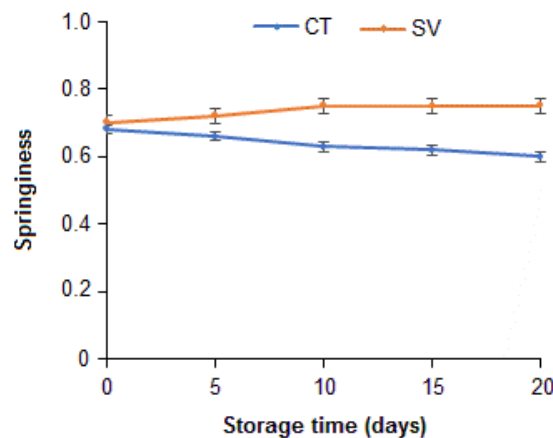


Figure 2 Springiness of ready-to-eat cooked Betong chicken meat cooked by the boiling method (CT) and by the sous vide method (SV) during refrigerated storage

3.2. ผลการวิเคราะห์ความเป็นกรดต่าง

จากการวิเคราะห์ความเป็นกรดต่างของเนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานทั้ง 2 ชุดการทดลอง คือ ชุดการทดลองควบคุม (CT) และชุดการทดลองแบบซูวีต (SV) ที่เก็บรักษาในสภาวะแช่เย็น (4 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 20 วัน พบว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชุดการทดลองมีการลดลงของค่าพีเอช (ค่า pH) ตลอดระยะเวลา 20 วัน (Figure 3) เป็นผลจากการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ โดยการเปลี่ยนแปลงของค่าพีเอชในผลิตภัณฑ์มีความสัมพันธ์กับวิธีการปรุงสุก ผลิตภัณฑ์อาหารที่ไม่ผ่านการเตรียมชิ้นต้น และไม่ผ่านการปรุงสุก มีโอกาสเกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี และการเจริญของจุลินทรีย์ ส่วนการแปรรูปด้วยวิธีซูวีตอาจมีผลต่อการชะลอการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี และการเจริญของจุลินทรีย์ได้ จึงเกิดการเปลี่ยนแปลง

ค่าพีเอชน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการปรุงสุก [13] ค่าพีเอชในชุดการทดลองควบคุมลดลงมากกว่าชุดการทดลองแบบซูวีต เนื่องจากชุดการทดลองควบคุม เป็นการบรรจุเนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานในสภาวะบรรยากาศ เป็นสภาวะที่มีปริมาณออกซิเจนสูงสุด จุลินทรีย์จึงเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ จึงมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์สูงสุด โดยในจำนวนนี้จะมีจุลินทรีย์ในกลุ่ม *Lactobacillus* spp. ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มักพบในเนื้อสัตว์ และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ โดยจุลินทรีย์กลุ่มนี้จะผลิตกรดแลกติกในระหว่างการเจริญ ส่งผลให้เนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานชุดการทดลองควบคุมมีค่าพีเอชลดลงมากที่สุด ส่วนชุดการทดลองแบบซูวีต เป็นการบรรจุเนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานแบบสุญญากาศ อาจยกลไกการจำกัดปริมาณออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ อย่างไรก็ตาม

ปริมาณออกซิเจนที่หลงเหลืออยู่ในบรรจุภัณฑ์เมื่อปิดสนิทมีน้อยกว่าร้อยละ 1 จึงสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานขึ้น แต่การเสื่อมสภาพจากเชื้อจุลินทรีย์สามารถเกิดขึ้นได้เช่นกัน โดยเนื้อสัตว์ที่บรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำอาจก่อให้เกิดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

ที่ไม่ต้องการอากาศ (Anaerobic pathogens) หรือเชื้อจุลินทรีย์ที่ทนต่ออุณหภูมิต่ำ ได้แก่ กลุ่ม Lactic acid bacteria เมื่อมีการเจริญของเชื้อกลุ่มนี้ ก็จะทำให้ค่าพีเอชของอาหารลดลงด้วยเช่นกัน [14], [15]

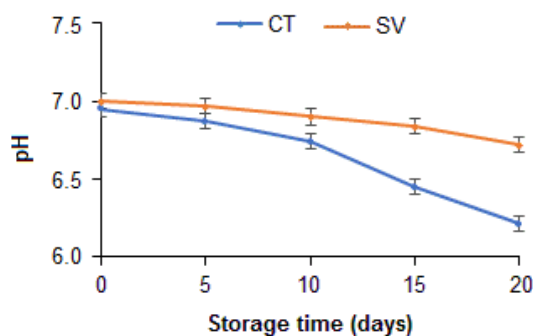


Figure 3 pH of ready-to-eat cooked Betong chicken meat cooked by the boiling method (CT) and by the sous vide method (SV) during refrigerated storage

3.3. ผลการหาค่ากรดไฮโดรบาบิวรีค

การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) ของไขมัน โดยเฉพาะกับไขมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (Polyunsaturated fatty acid) ทำให้เกิดสารที่ทำให้เกิดกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะกับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ สารที่สำคัญที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน คือ มาลอนไดอัลดีไฮด์ (Malondialdehyde, MDA) ดังนั้นสารดังกล่าวจึงเป็นตัวบ่งชี้ถึงการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในเนื้อสัตว์ วิธีการวัดปริมาณของมาลอนไดอัลดีไฮด์ที่นิยมใช้ คือ วิธีการไทโอบาบิวรีค (Thiobarbituric acid (TBA) method) โดยวิธีนี้ TBA จะทำปฏิกิริยากับ MDA แล้วให้สารสีแดง เมื่อนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร ก็จะสามารถนำมาคำนวณเป็นค่า TBA (TBA value) ในหน่วยมิลลิกรัม มาลอนไดอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม (mg MDA/kg) หากผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ใดมีค่า TBA สูง แสดงว่ามีปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันเกิดขึ้นมาก และมีแนวโน้มที่จะมีกลิ่นหืนสูง เมื่อค่า TBA อยู่ในช่วง 0.1-0.3 มิลลิกรัมมาลอนไดอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม แสดงว่ามีปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันเกิดขึ้นน้อย หากค่า TBA มากกว่า 3 มิลลิกรัมมาลอนไดอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม แสดงว่ามีปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันเกิดมากขึ้นจนทำให้ผู้บริโภคสามารถรับรู้กลิ่นผิดปกติในอาหารได้ และหากค่า TBA มากกว่า 7 มิลลิกรัมมาลอนไดอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม แสดง

ว่ามีปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันเกิดมากจนทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นที่รุนแรง [16]

จากการหาค่า TBA ของเนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานในระหว่างการเก็บรักษาแบบแช่เย็น (4 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 20 วัน พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่า TBA ของเนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานทั้ง 2 ชุดการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยชุดการทดลองควบคุม มีค่า TBA เริ่มต้นเท่ากับ 0.11 มิลลิกรัมมาลอนไดอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม เมื่อผ่านไป 20 วัน ค่า TBA เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.24 มิลลิกรัมมาลอนไดอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม ส่วนชุดการทดลองแบบสุญญากาศ (SV) มีค่า TBA เริ่มต้นเท่ากับ 0.10 มิลลิกรัมมาลอนไดอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม เมื่อผ่านไป 20 วัน มีค่า TBA เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.17 มิลลิกรัมมาลอนไดอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม (Figure 4) การเปลี่ยนแปลงของค่า TBA เป็นผลมาจาก 2 ปัจจัยคือ ปัจจัยที่ 1 ผลจากการหมักไก่ โดยในขั้นตอนการหมักมีการใช้ซิง และกระเทียม ซึ่งมีสมบัติต้านออกซิเดชันในกระเทียมมีสารอัลลิซิน (Allicin) ไดอัลลิลซัลไฟด์ (Diallyl sulfide) และโพรพิลซัลไฟด์ (Propyl sulfide) ส่วนในซิงมีสารซิงจิเบอริน (Zingiberene) และซิงจิเบอรอล (Zingiberol) ส่งผลให้ค่า TBA เกิดการเปลี่ยนแปลงน้อย [11], [17] ปัจจัยที่ 2 ผลจากสภาวะการบรรจุ โดยผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการสุญญากาศ เป็นการดึงเอาอากาศภายในภาชนะ หรือภายในตัวอย่างออกไป ส่งผลให้มีปริมาณออกซิเจนลดลงกว่าปกติ จึงช่วยลดการเกิด

ออกซิเดชันของไขมันได้ [18] ทั้งนี้พบว่า ตลอดระยะเวลา 20 วัน เนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานทั้ง 2 ชุดการทดลองมีค่า TBA อยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐาน คือ อยู่ในช่วง 0.1-0.3

มิลลิกรัมมาลอนไดอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม ซึ่งหมายถึงมีปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันเกิดมากขึ้น และผลิตภัณฑ์ยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

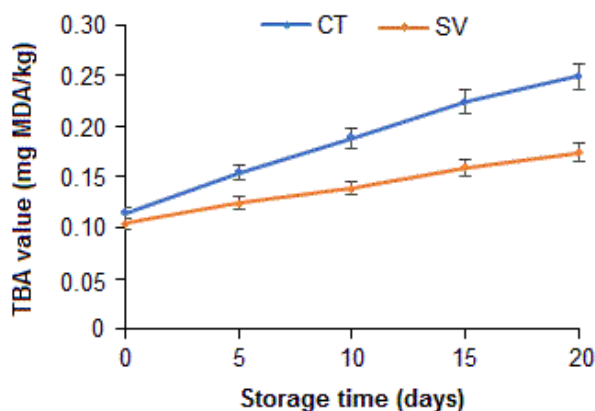


Figure 4 TBA values of ready-to-eat cooked Betong chicken meat cooked by the boiling method (CT) and by the sous vide method (SV) during refrigerated storage

3.4. ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total viable count) ของเนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานทั้ง 2 ชุดการทดลอง คือ ชุดการทดลองควบคุม (CT) และชุดการทดลองแบบซูวีด (SV) ที่เก็บรักษาในสภาวะแช่เย็น (4 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 20 วัน โดยสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดทุก 5 วัน เทียบกับเกณฑ์มาตรฐานไก่ปรุงสุก [19] ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^6 cfu (Colony forming unit) ต่อตัวอย่าง 1 กรัม (หรือ cfu/g) พบว่า เนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานชุดการทดลองควบคุม ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษา ผลลัพธ์มีปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นเท่ากับ 1.5×10^2 cfu/g ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา พบจุลินทรีย์ทั้งหมดมีปริมาณเท่ากับ 2.6×10^6 cfu/g (Table 1) ซึ่งเกินเกณฑ์ที่กำหนด จึงสรุปได้ว่าเนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานชุดการทดลองควบคุม สามารถเก็บรักษาได้ไม่เกิน 10 วัน ที่อุณหภูมิแช่เย็น (4 ± 2 องศาเซลเซียส) ซึ่งการเก็บในสภาวะดังกล่าวจะมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา เนื่องจากสภาวะบรรยากาศเป็นสภาวะที่มีออกซิเจนสูง และเป็นสภาวะที่เอื้อต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ จำนวนจุลินทรีย์จึงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานมีเนื้อสัมผัสลักษณะนุ่ม มีกลิ่นเน่าเสีย และมีเมือกบริเวณผิว

ด้านนอกของเนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทาน ซึ่งลักษณะดังกล่าวบ่งชี้ว่าผลลัพธ์สิ้นสุดอายุการเก็บรักษาแล้ว [20] ส่วนเนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานชุดการทดลองแบบซูวีด ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษา มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นเท่ากับ 1.3×10^2 cfu/g จนถึงวันที่ 20 พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมีปริมาณเท่ากับ 3×10^6 cfu/g (table 1) ซึ่งเกินเกณฑ์ที่กำหนด จึงสรุปได้ว่าเนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานชุดการทดลองแบบซูวีด สามารถเก็บรักษาได้ไม่เกิน 20 วัน ที่อุณหภูมิแช่เย็น (4 ± 2 องศาเซลเซียส) การทดลองจึงแสดงให้เห็นว่าชุดการทดลองแบบซูวีดสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานกว่าชุดการทดลองควบคุม เนื่องจากการซูวีดเป็นกระบวนการแปรรูปอาหารโดยนำอาหารมาบรรจุในสภาวะสุญญากาศก่อนนำมาให้ความร้อน ซึ่งการบรรจุในสภาวะสุญญากาศเป็นการดึงอากาศภายในภาชนะออกไปและผนึกแน่นไม่ให้มีอากาศเข้าไปได้อีก การไม่มีออกซิเจนจึงช่วยป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ที่ต้องใช้ออกซิเจน ซึ่งมักเป็นจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหาร และการใช้อุณหภูมิต่ำในการเก็บรักษา สามารถชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการออกซิเจน หรือใช้ออกซิเจนเพียงเล็กน้อยในการเจริญเติบโต โดยสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น [21], [22]

Table 1 Total viable counts of ready-to-eat cooked Betong chicken meat cooked by the boiling method (CT) and by the sous vide method (SV) during refrigerated storage

Treatment	Storage time (days)	Total viable count (cfu/g)
CT	0	1.5×10^2
	5	5.2×10^4
	10	2.6×10^6
	15	-
	20	-
SV	0	1.3×10^2
	5	1.2×10^3
	10	4.0×10^4
	15	6.1×10^5
	20	3.0×10^6

3.5. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานทั้ง 2 ชุดการทดลอง คือ ชุดการทดลองควบคุม และชุดการทดลองแบบซูวิด (SV) โดยนำไปซูวิดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เก็บรักษาในสถานะแช่เย็น (4 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 20 วัน ใช้แบบทดสอบ 9-point hedonic scale (กำหนดให้ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด) พบว่า ชุดการทดลองควบคุม สามารถทดสอบทางประสาทสัมผัสได้ตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 5 เนื่องจากในวันที่ 10 พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เกินเกณฑ์ที่กำหนด จึงยุติการทดสอบ สำหรับเนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานชุดควบคุม ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ในวันที่ 0 เท่ากับ 7.10, 6.96, 7.63 และ 7.30 ตามลำดับ ในวันที่ 5 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนทุกคุณลักษณะลดลง คือ ด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส และความชอบรวม เท่ากับ 6.93, 6.76, 7.50 และ 7.20 ตามลำดับ (Figure 5) โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนทุกคุณลักษณะลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เนื่องจากชุดการทดลองควบคุมเป็นการบรรจุแบบสภาวะบรรยากาศ ซึ่งเป็นสภาวะที่มีปริมาณออกซิเจนอยู่ในบรรจุภัณฑ์ รวมทั้งออกซิเจนยังสามารถแพร่ผ่านบรรจุภัณฑ์เข้ามาได้ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น เนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานมีสีคล้ำเพิ่มขึ้น เกิดเมือกบริเวณผิวด้านนอกจากการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ส่งผลให้เกิดกลิ่นผิดปกติ

และเนื้อสัมผัสเปลี่ยนไปจนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ส่วนชุดการทดลองแบบซูวิด สามารถทดสอบชิมได้ในวันที่ 0, 5, 10 และ 15 เนื่องจากในวันที่ 20 พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เกินเกณฑ์ที่กำหนด จึงยุติการทดสอบ สำหรับเนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานชุดการทดลองแบบซูวิด ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ในวันที่ 0 เท่ากับ 7.70, 6.96, 7.77 และ 7.55 ตามลำดับ ในวันที่ 15 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส และความชอบรวม เท่ากับ 6.73, 6.56, 7.03 และ 6.64 ตามลำดับ (Figure 5) โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในทุกคุณลักษณะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อพิจารณาผลของวิธีการปรุงสุกที่ส่งผลต่อการเก็บรักษาพบว่า ชุดการทดลองแบบซูวิดสามารถเก็บรักษาเนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานได้นานกว่าชุดการทดลองควบคุม เนื่องจากชุดการทดลองแบบซูวิด เป็นการบรรจุแบบสุญญากาศ ทำให้มีปริมาณออกซิเจนน้อยกว่าร้อยละ 1 จึงช่วยลดปริมาณออกซิเจนตั้งต้น และสามารถชะลอการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี ชีวเคมี และยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์ที่ส่งผลต่อคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส ดังนั้นวิธีการปรุงสุกที่ทำให้สามารถเก็บรักษาเนื้อไก่เบตงปรุงสุกพร้อมรับประทานได้ดี คือ ชุดการทดลองแบบซูวิด โดยวิธีการปรุงสุกดังกล่าวทำให้สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อุณหภูมิ 4 ± 2 องศาเซลเซียส ได้นาน 15 วัน

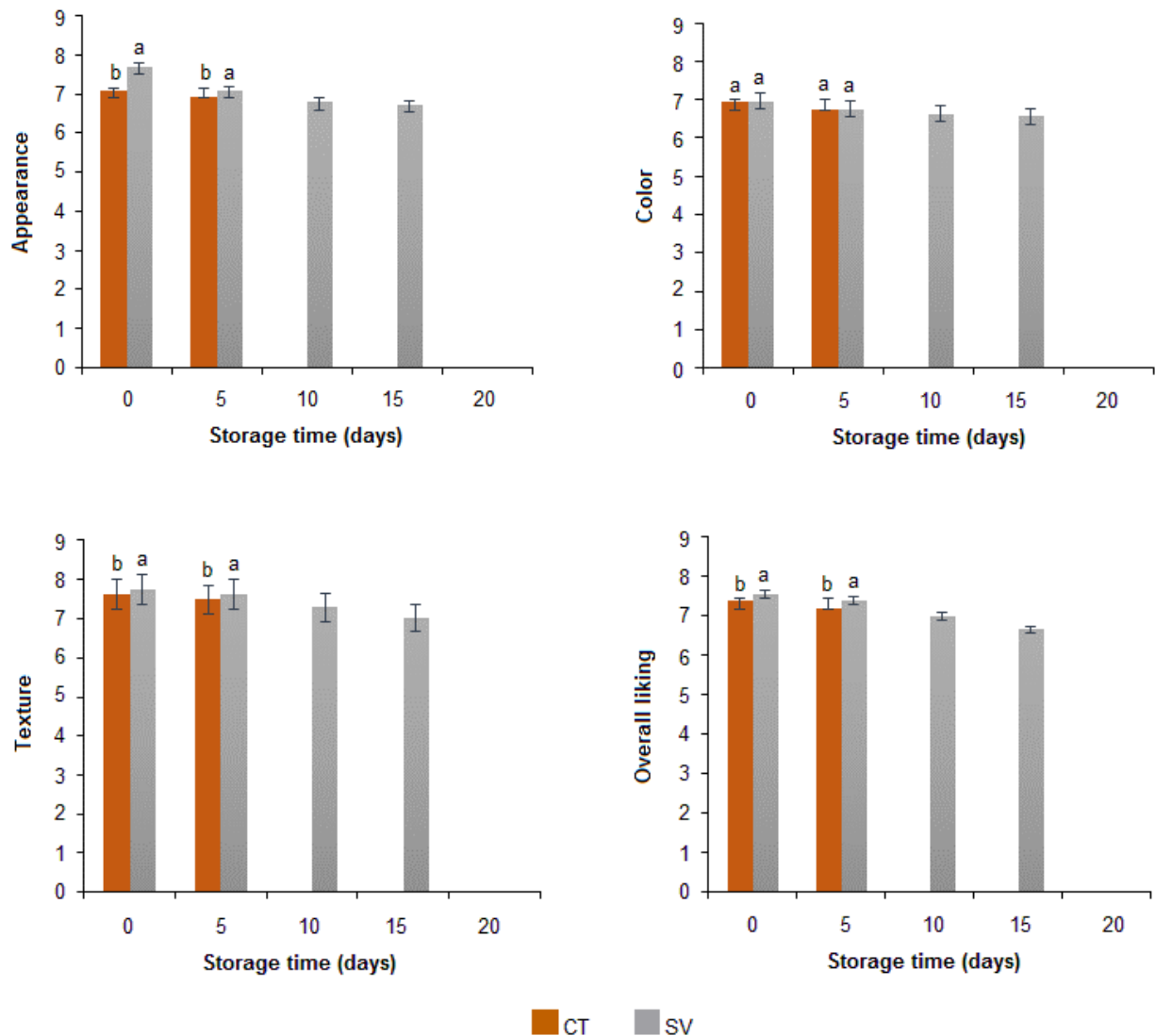


Figure 5 Sensory evaluation scores of ready-to-eat cooked Betong chicken meat cooked by the boiling method (CT) and by the sous vide method (SV) during refrigerated storage

For each graph, different superscript letters in the same storage day indicate significant difference ($p < 0.05$).

4. บทสรุป

จากการศึกษาพบว่าวิธีการปรุงสุกที่แตกต่างกันส่งผลต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อไก่เบตงปรุงสุกร่วมรับประทาน การต้มไก่เบตงที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นนำมาบรรจุในถุงพลาสติก Nylon/LLDPE ภายใต้สภาวะบรรยากาศ สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ไม่เกิน 10 วัน ที่อุณหภูมิแช่เย็น (4 ± 2 องศาเซลเซียส) ส่วนการนำไก่เบตงไปบรรจุแบบสุญญากาศในถุงพลาสติก Nylon/LLDPE และให้ความร้อนผ่านกระบวนการซูวิด โดยต้มในน้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง สามารถเก็บรักษา

ผลิตภัณฑ์ได้ไม่เกิน 20 วัน ที่อุณหภูมิแช่เย็น (4 ± 2 องศาเซลเซียส) โดยที่คุณภาพทางจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ไก่ปรุงสุกตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ไก่เบตงปรุงสุกร่วมรับประทานที่ผ่านการปรุงสุกทั้ง 2 วิธี มีค่า TBA อยู่ในช่วง 0.1-0.3 มิลลิกรัมมาลอนไดอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม ซึ่งหมายถึงมีปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันเล็กน้อย ผลิตภัณฑ์ยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นการให้ความร้อนแบบซูวิดสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ได้ นอกจากนี้วิธีดังกล่าวยังส่งผลดีในด้านเนื้อสัมผัส คือ ทำให้อาหารสุกทั่วถึงอย่างสม่ำเสมอ และยังคงรักษากลิ่น รสและความชุ่มฉ่ำของผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้ และขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ในการทำวิจัย

6. References

- [1] Nualnhuplong, P. 2019. **Betong Chicken Production System in Three Border (Pattani, Yala and Narathiwat) Provinces**. Ph.D. Dissertation, Prince of Songkla University. (in Thai)
- [2] Wattanachant, C., Nualnhuplong, P. and Wattansit, S. 2019. Effect of rearing system on meat quality of Betong chickens. **Khon Kaen Agricultural Journal**. 47(2): 327-334. (in Thai)
- [3] Keawpeng, I. and et al. 2019. Developement of boiled Betong chicken with Chinese herbal recipe. **Wichcha Journal Nakhon Si Thammarat Rajabhat University**. 38(2): 80-92. (in Thai)
- [4] Jose, S. and Antonio, G.J.R. 2012. Physico-chemical, textural and structural characteristics of sous-vide cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking temperature, and cooking time. **International Journal of Meat Science**. 90: 828-835.
- [5] Marino, R. and et al. 2013. Proteolytic pattern of myofibrillar protein and meat tenderness as affected by breed and aging time. **Meat Science**. 95: 281-287.
- [6] Komoltri, P. 2011. **Effect of Meat Curing Ingredients and Sous Vide Technique on Qualities of Ready to Eat Golek Chicken**. M.Sc. Thesis, Prince of Songkla University. (in Thai)
- [7] Association Official Analytical Chemists (AOAC). 2000. **Official Method of Analysis of AOAC International**. 17th edition. Gaithersburg, MD: AOAC International.
- [8] Kaur, L., Hui, S.X. and Boland, M. 2020. Changes in cathepsin activity during low temperature storage and sous vide processing of beef brisket. **Food Science of Animal Resources**. 40(3): 415-425.
- [9] Ratttanarottrakul, B. 2020. **Characteristics of Chicken Breast during Sous Vide Pressure Process**. M.Sc. Thesis, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. (in Thai)
- [10] Zhu, X. and et al. 2018. Actinidin pretreatment and sous vide cooking of beef brisket: Effects on meat microstructure, texture and *in vitro* protein digestibility. **Meat Science**. 145: 256-265.
- [11] Pakdeechanuan, P., Soison, B. and Nhumuang, C. 2017. Effect of sous vide technique and nitrite on qualities of Golek chicken product. **KKU Science Journal**. 45(5): 914-923. (in Thai)
- [12] Hong, G.P., Lee, E.J. and Hwang, S.I. 2019. Effects of temperature and time on the cookery properties of sous-vide processed pork loin. **Food Science of Animal Resources**. 39(1): 65-72.
- [13] Yuenyongputtakal, W. and Kumwongruttanayothin, L. 2015. Effect of acid pre-treatment on the quality of sous vide packed sand whiting (*Sillago sihama*) during storage. In: **Proceedings of the 53rd Kasetsart University Annual Conference**, 3-6 February 2015. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- [14] Meechai, P. and Vongsawasdi, P. 2006. Effect of carbon dioxide and nitrogen ratios on shelf-life of fish balls packed under modified atmosphere condition. **KMUTT Research and Development Journal**. 30(3): 449-462. (in Thai)
- [15] Utaida, T. 2019. Pork balls development and study of shelf life by comparing the types of packaging. **Journal of Science and Technology, Ubon Ratchathani University**. 22(1): 45-51. (in Thai)

- [16] Gray, J.I. 1978. Measurement of lipid oxidation: A review. **Journal of the American Oil Chemists's Society**. 55: 539-546.
- [17] Inmanee, P. 2013. **Extract as Antioxidant and Antimicrobial Agent in Ground Beef and Meat Beef Ball**. M.Sc. Thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- [18] Cosansu, S. and et al. 2013. The effect of lemon juice on shelf life of sous vide packaged whiting (*Merlangiusmerlangus euxinus*, Nordmann, 1840). **Food Bioprocess Technology**. 6: 283-289.
- [19] Pizato, S., Cortez-Vega, W.R. and Prentice, C. 2015. Quality assessment of cooked chicken breast meat at different storage temperatures. **International Food Research Journal**. 22(1): 143-154.
- [20] Wongwichian, C., Nounmusig, J. and Sungpud, J. 2019. Effects of vacuum packaging and low temperature storage on the quality of cooked blue swimming crab meat (*Porunus pelagicus*). **RMUTSV Research Journal**. 11(1): 1-17. (in Thai)
- [21] Kachele, R. and et al. 2017. Effect of vacuum packaging on the shelf-life of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fillets stored at 4°C. **LWT Food Science and Technology**. 80: 163-168.
- [22] Dang, H.T.T. and et al. 2018. Influence of processing additives, packaging and storage conditions on the physicochemical stability of frozen Tra catfish (*Pangasius hypophthalmus*) fillets. **Journal of Food Engineering**. 238: 148-155.