

ผลของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันต่อคุณภาพของไข่แดงเค็มผง

Effect of antioxidants on quality of salted egg yolk powder

สมหวัง เล็กจิง¹, ชุขวัญ เตชกานนท์¹, นิรุณม กลัดบุบผา¹ และ ปารมี หนูนิ่ม^{1*}

Somwang Lekjing¹, Chukwan Techakanon¹, Nirumon Klatbuppha¹,
and Paramee Noonim^{1*}

บทคัดย่อ: ไข่แดงเค็มไชยาผงเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการผลิตและจำหน่ายได้ แต่ยังคงมีปัญหาการเกิดออกซิเดชันทำให้เสื่อมคุณภาพ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารต้านการเกิดออกซิเดชัน 2 ชนิด คือบิวทิลไฮดรอกซีโทลูอีน ไฮดรอกซีโทลูอีน ความเข้มข้น 200 ppm และโทโคฟีรอลความเข้มข้น 300 ppm ซึ่งเป็นความเข้มข้นสูงสุดที่ใช้ได้ตามที่กฎหมายกำหนดในผลิตภัณฑ์น้ำมันและไขมันจากสัตว์ ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของไข่แดงเค็มผงที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี จุลินทรีย์ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทุก ๆ 10 วันเป็นระยะเวลา 40 วัน หรือจนเสื่อมคุณภาพ ผลการศึกษาพบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ไข่แดงเค็มไชยาผงจะมีค่า PV TBARS ค่าความชื้น และค่าวอเตอร์แอกติวิตีเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในขณะที่มีค่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสลดลง ($P < 0.05$) ไข่แดงเค็มที่เก็บรักษา 30 วัน มีผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในคุณลักษณะด้านกลิ่นไม่เป็นที่ยอมรับ นอกจากนี้ยังมีปริมาณยีสต์และราเกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ดังนั้นไข่แดงเค็มผงที่บรรจุแบบสุญญากาศในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีอายุการเก็บรักษา 20 วัน การเติมสารโทโคฟีรอล และบิวทิลไฮดรอกซีโทลูอีนในไข่แดงเค็มผงยังไม่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาของไข่แดงเค็มผงที่อุณหภูมิห้องได้

คำสำคัญ: ไข่แดงเค็มผง, สารต้านออกซิเดชัน, บิวทิลไฮดรอกซีโทลูอีน, โทโคฟีรอล, คุณภาพ

ABSTRACT: Chaiya Salted egg yolk powder is a potential product to produce for sale, however, it has oxidation problem lead to quality loss. This research was aimed to study the effect of 2 antioxidant substances; 200 ppm of butylated hydroxy toluene and 300 ppm of tocopherol which are the maximum regulatory limits in fat and oil product from animal origin, on the quality of salted egg yolk powder vacuum packed in aluminum foil bags during storage at room temperature. Chemical, microbiological and sensory qualities were assessed every 10 days for 40 days or until deteriorate. The results showed that during prolong storage; salted egg yolk powder had increased values of PV, TBARS, moisture content and water activity while sensory scores decreased ($P < 0.05$). At 30 days storage, salted egg yolk powder had unacceptable odor score. Moreover, yeast and mold was also exceeded the standard limit. It was found that the salted egg yolk powder vacuum packed in aluminum foil bags and kept at room temperature had 20 days shelf life. Addition of tocopherol and butylated hydroxy toluene in salted egg yolk powder could not extend shelf life of salted egg yolk powder at room temperature.

Keywords: salted egg yolk powder, antioxidant, BHT, tocopherol, quality

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี
Department of Food Technology, Faculty of Science and Industrial Technology, Prince of Songkla University,
Surat Thani campus

* Corresponding author: paramee.n@psu.ac.th

บทนำ

ไข่เค็มไชยาเป็นของฝากอย่างหนึ่งของอำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ไข่เค็มที่เลยระยะเวลาการหมัก สามารถแยกไข่แดงไว้และนำไปทำอาหารคาวหวานได้หลายประเภท ในปัจจุบันยังไม่มีการผลิตผลิตภัณฑ์ไข่แดงเค็มไชยาผง จึงเป็นแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไข่แดงเค็มไชยาผง เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับประกอบอาหารสำเร็จรูป ผลิตภัณฑ์ไข่แดงเค็มไชยาผงมีองค์ประกอบของไขมันในปริมาณสูง ทำให้อาจมีอายุการเก็บรักษาได้ไม่นาน เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในไข่แดง ทำให้เกิดกลิ่นรสที่ผิดปกติ สูญเสียคุณค่าทางอาหาร และส่งผลเสียต่อสุขภาพผู้บริโภค วิธีการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันสามารถทำได้โดยการเติมสารต้านออกซิเดชันชนิดต่าง ๆ BHT เป็นสารต้านออกซิเดชันสังเคราะห์ชนิดหนึ่ง ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น มีรายงานถึงฤทธิ์ต้านออกซิเดชันโดยวิธี TBARS assay ว่าต้าน lipid peroxidation ได้ โดยมีค่า IC50 เท่ากับ 0.054 mg/ml (Kumar et al, 2008) โทโคฟีรอลเป็นสารต้านออกซิเดชันจากธรรมชาติ ซึ่งสามารถป้องกันหรือชะลอการเกิดออกซิเดชันของไขมันได้ จึงเป็นทางเลือกที่ดีอีกทางหนึ่งในการใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร (Suárez-Jiménez et al, 2016) การใช้สารต้านออกซิเดชันให้ได้ผลดี ควรเลือกชนิดและปริมาณที่เหมาะสม และหากใช้สารต้านออกซิเดชันหลายชนิดร่วมกัน สามารถให้ผลดีกว่าการใช้เพียงชนิดเดียว Matumoto-pintro (2017) ได้ศึกษาผลของสารต้านออกซิเดชันจากธรรมชาติ ได้แก่ โทโคฟีรอล แคะทีซิน เปรียบเทียบกับการใช้สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ คือ บิวทิลไฮดรอกซีแอนนิโซล เพื่อลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในไข่ผง ผลการวิจัยพบว่า การเติมแคะทีซินในไข่ผงสามารถลดการเกิดออกซิเดชันในไข่ผงได้ที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 25±1 องศาเซลเซียส และการเติมโทโคฟีรอลสามารถลดการเกิดออกซิเดชันในไข่ผงได้ที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 4±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 210 วัน

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายในการศึกษาผลของสารต้านออกซิเดชันชนิด 2 ชนิด คือ บิวทิลไฮดรอกซีโทลูอีน และโทโคฟีรอล ในความเข้มข้นสูงสุดที่ใช้ได้ตามที่กฎหมายกำหนดในผลิตภัณฑ์น้ำมันและไขมันจากสัตว์ ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของไข่แดงเค็มไชยาผงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

วิธีการศึกษา

การเตรียมตัวอย่างไข่แดงเค็มไชยาผง

นำไข่เค็มไชยาพอกดิบที่มีระยะเวลาการหมัก 30 วัน มาล้างให้สะอาด และแยกเอาไข่ขาวออกจากไข่แดง นำไข่แดงมาล้างด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้ง ทิ้งไข่แดงที่ผ่านการล้าง เป็นชิ้นเล็ก ๆ จัดเรียงใส่ถาดอะลูมิเนียม และอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นนำออกมาบดเป็นผงด้วยเครื่องบด และนำเข้าอบแห้งต่อที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมงเพื่อลดค่า a_w ให้อยู่ในช่วง 0.2 นำไปใช้ในการทดลองต่อไป

การศึกษาผลของสารต้านออกซิเดชันต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของไข่แดงเค็มผงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

นำตัวอย่างไข่แดงเค็มไชยาผง มาเติมสารต้านออกซิเดชันคือ บิวทิลไฮดรอกซีโทลูอีน (BHT) (ฮอนชู เคมิคอล อินดัสทรี ประเทศญี่ปุ่น) ให้มีความเข้มข้น 200 ppm และโทโคฟีรอล (Tocopherol) (ซีโอ ประเทศจีน) ให้มีความเข้มข้น 300 ppm โดยละลาย BHT และ Tocopherol ในตัวทำละลาย absolute ethanol ฉีดผสมและกวนผสมให้เข้ากัน ตัวอย่างควบคุมใช้ไข่แดงเค็มไชยาผงที่ไม่เติมสารต้านออกซิเดชัน นำไข่แดงเค็มไชยาผงบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ ปิดผนึกแบบสุญญากาศ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28-32 องศาเซลเซียส) สมตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ ทุก 10 วัน เป็นเวลา 40 วัน หรือจนกว่าจะเสื่อมคุณภาพ

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพ

คุณภาพทางเคมี วิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Moisture content) โดยวิธีการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน AOAC (2000) วิเคราะห์ค่าออกเตอร็อกไซด์ (a_w) โดยใช้เครื่องวัด a_w (AquaLab, CX3TE, USA) วิเคราะห์ค่า Peroxide Value (PV) และค่า Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) ตามวิธีการของ AOCS (1998)

คุณภาพทางจุลินทรีย์

ตรวจวิเคราะห์จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยใช้วิธีของ BAM (2001a) และจำนวนเชื้อยีสต์ราทั้งหมด โดยใช้วิธีของ BAM (2001b)

คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการทดสอบคะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) (Meilgaard, 2007) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นบุคลากรและนักศึกษาในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ใช้การทดลองแบบแฟคทอเรียล 2 ปัจจัย ออกแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และออกแบบการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยบล็อกคือผู้ทดสอบประสาทสัมผัส วิเคราะห์ข้อมูลจากการทำซ้ำตัวอย่างละ 3 ครั้ง วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Window Version 16 (Chicago, IL)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลของสารต้านออกซิเดชันต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของไข่แดงเค็มผึ่งระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

คุณภาพทางเคมี

ไข่แดงเค็มไชยาผึ่งตัวอย่างควบคุม ตัวอย่างที่มีการเติม BHT และ Tocopherol ความเข้มข้น 200 และ 300 ppm ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ไข่แดงเค็มไชยาผึ่งทุกตัวอย่าง มีค่าความชื้นและค่า a_w เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) (ดังแสดงใน Figure 1A และ 1B) แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของอาหารแห้ง ซึ่งกำหนดให้มีค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 15 และค่า a_w ไม่เกิน 0.65 (Jay et al., 2005) ค่า PV ซึ่งเป็นการวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 20 วันแรกของการเก็บรักษา และหลังจากนั้นยังคงมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) (ดังแสดงใน Figure 1C) มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของอาหารที่มีไขมันสูง เช่น อาหารทอด มักกำหนดมาตรฐานค่า PV ในผลิตภัณฑ์ได้ไม่เกิน 30 meq/kg ซึ่งจากการทดลอง พบว่าไข่แดงเค็มไชยาผึ่ง มีค่า PV เกินมาตรฐานเมื่อเก็บรักษาไว้ 20 วัน สำหรับค่า TBARS ซึ่งเป็นการทดสอบการเกิดผลิตภัณฑ์ทุติยภูมิของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง malondialdehyde ซึ่งอาจก่อให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้ (นิธิยา, 2548) ผลการทดลองพบว่าค่า TBARS ในช่วง 30 วันแรกของการเก็บรักษาไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 40 วัน (P<0.05) (ดังแสดงใน Figure 1D) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกรดไขมันที่พบเป็นองค์ประกอบมากที่สุดในไข่แดง คือ กรดโอเลอิก ซึ่งมีอยู่ 48-48.4% ของกรดไขมันทั้งหมด (Ganesan et al., 2014) ซึ่งเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว

และสามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้เกิดกลิ่นหืน ประกอบกับกรรมวิธีการผลิตไข่แดงเค็มไชยาผง มีกรรมวิธีการอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิสูง เป็นระยะเวลานาน ทำให้เป็นการเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตั้งแต่วัตถุดิบขึ้นต้น ในช่วงแรกของการเก็บรักษามีค่า PV เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และในภายหลังสารเพอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ และกลายเป็นผลิตภัณฑ์ทุติยภูมิทำให้ค่า TBARS เพิ่มสูงขึ้น และหากค่า TBARS มีปริมาณมากกว่า 3 mg MDA/kg จะทำให้ผู้บริโภคสามารถรับรู้กลิ่นแปลกปลอมต่ออาหาร และถ้ามีค่าปริมาณมากกว่า 7 mg MDA/kg ถือว่าไขมันเกิดการเสื่อมคุณภาพเป็นอย่างมาก

(Lohalaksanadech and Kachenpakdee, 2011) การเติมสารต้านออกซิเดชันทั้ง 2 ชนิด ใช้วิธีการละลายในตัวทำละลายที่เหมาะสม และผสมคลุกเคล้าลงไปในตัวอย่างไข่แดงเค็มไชยาผงโดยใช้การฉีดผสมและกวนผสม ลักษณะของไข่แดงเค็มไชยาผงซึ่งเป็นผงละเอียด ทำให้การผสมให้เข้ากันอย่างทั่วถึงทำได้ค่อนข้างยาก จึงอาจเป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลให้สารต้านการเกิดออกซิเดชัน ไม่สามารถมีผลในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา Matumoto-pintro (2017) ได้ศึกษาผลของสารต้านออกซิเดชัน ได้แก่ โทโคฟีรอลแคทีชิน บิวทิลเลเตด ไฮดรอกซี แอนิโซล เพื่อลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในไข่ผง ที่อุณหภูมิการเก็บ

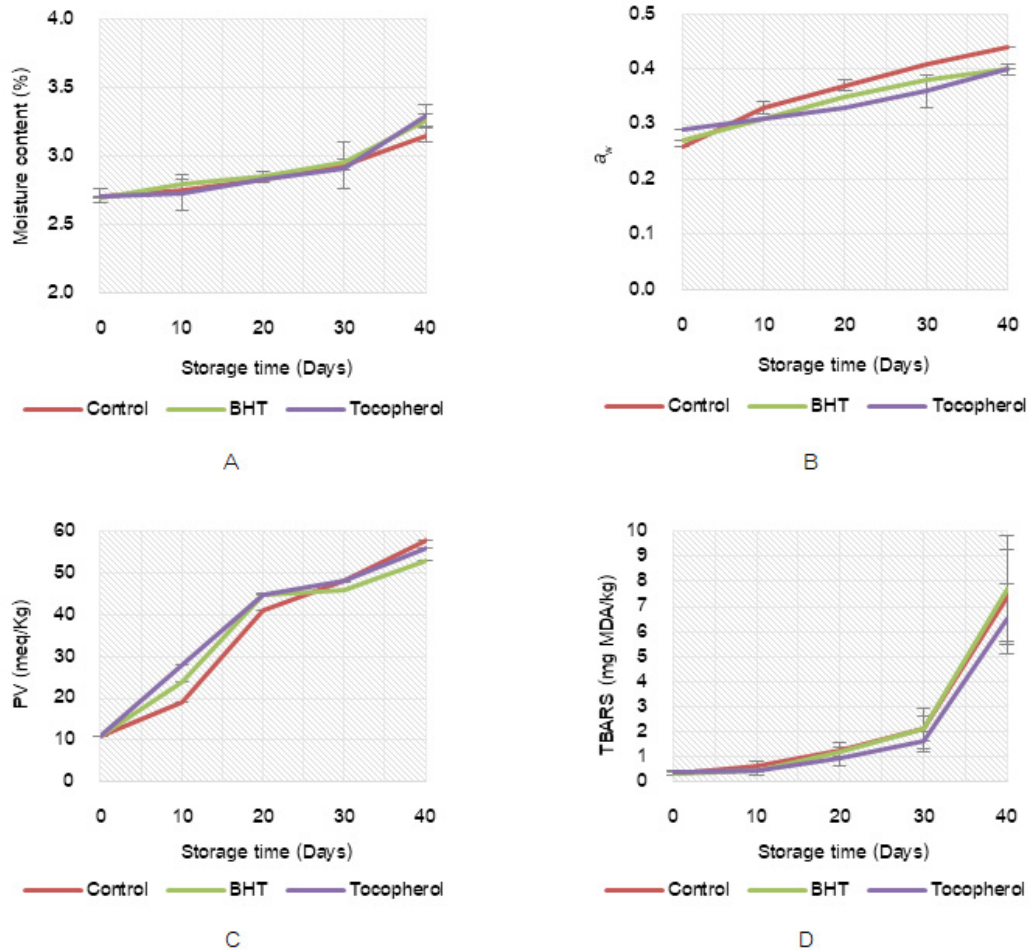


Figure 1 Chemical properties: moisture content (A), a_w (B), PV (C) and TBARS (D) of Chaiya salted egg yolk powder incorporated with BHT and tocopherol and stored at room temperature

รักษา 25 ± 1 และ 4 ± 1 องศาเซลเซียส ผลการวิจัยพบว่าใช้อุณหภูมิต่ำสามารถลดการเกิดออกซิเดชันในไข่ผงได้ดีกว่าที่อุณหภูมิสูง ในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาผลของสารต้านออกซิเดชันในไข่แดงเค็ม ไซยาผง ซึ่งตัวอย่างมีปริมาณไขมันสูงกว่า ประกอบกับการเก็บที่อุณหภูมิสูง จึงทำให้สารต้านออกซิเดชันไม่สามารถยับยั้งการเกิดออกซิเดชันได้ นอกจากนี้สำหรับกรณีของโทโคฟีรอล Suárez-Jiménez et al (2016) กล่าวว่าการใช้โทโคฟีรอลที่ความเข้มข้นสูงกว่าความเข้มข้นเหมาะสมในผลิตภัณฑ์ อาจทำให้โทโคฟีรอลทำหน้าที่เป็นสารเร่งการเกิดออกซิเดชันได้อีกด้วย การทดลองใช้สารต้านออกซิเดชันผสมหรือแปรปริมาณความเข้มข้นเพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสม และเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ จึงอาจเป็นทางเลือกในการศึกษาต่อไป

คุณภาพทางจุลินทรีย์

ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ (ดังแสดงใน Table 1) พบว่า เมื่อเก็บรักษาไข่แดงเค็ม ไซยาผงที่อุณหภูมิห้อง ตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ ในวันที่ 0-10 แต่เมื่อเก็บรักษาได้ 20 วัน ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรา มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และพบว่ามีปริมาณยีสต์และราเกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนดเมื่อเก็บรักษาได้ 30 วัน มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไข่เค็ม (มพช.27/2550) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2550) กำหนดว่า “จุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^6 CFU/g และจำนวนยีสต์ราต้องน้อยกว่า 100 CFU/g” จึงสรุปได้ว่าไข่แดงเค็ม ไซยาผงมีปริมาณยีสต์และรา เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนดเมื่อเก็บรักษาได้ 30 วัน

Table 1 Biological qualities of Chaiya salted egg yolk powder incorporated with BHT and tocopherol and stored at room temperature

Biological qualities	Storage time (Days)	Control	BHT	Tocopherol
Total plate count (CFU/g)	0	<25	<25	<25
	10	<25	<25	<25
	20	1.5×10^2	1.4×10^2	1.4×10^2
	30	1.7×10^2	1.6×10^2	2.8×10^2
	40	2.0×10^2	2.5×10^2	2.4×10^2
Yeast and Mold (CFU/g)	0	<10	<10	<10
	10	<10	<10	<10
	20	1.8×10^1	1.7×10^1	1.6×10^1
	30	1.9×10^2	1.5×10^2	1.2×10^2
	40	1.2×10^3	1.4×10^3	1.0×10^3

Table 2 Sensory characteristics of Chaiya salted egg yolk powder incorporated with BHT and tocopherol and stored at room temperature

Sensory attributes	Storage time (Days)	Control	BHT	Tocopherol
Color	0	8.53±0.49 ^{dA}	8.59±0.02 ^{dA}	8.60±0.00 ^{eA}
	10	8.50±0.21 ^{dA}	8.42±0.03 ^{dA}	8.47±0.03 ^{dA}
	20	8.28±0.04 ^{cA}	8.16±0.05 ^{cA}	8.17±0.03 ^{cA}
	30	7.59±0.05 ^{bA}	7.93±0.02 ^{bB}	8.00±0.06 ^{bB}
	40	7.12±0.03 ^{aA}	7.83±0.07 ^{aB}	7.85±0.03 ^{aB}
Flavor	0	7.85±0.07 ^{eA}	7.86±0.09 ^{eA}	7.87±0.10 ^{eA}
	10	6.01±0.02 ^{dA}	7.07±0.04 ^{dB}	7.15±0.07 ^{dB}
	20	5.25±0.07 ^{cA}	6.29±0.00 ^{CB}	6.75±0.06 ^{cC}
	30	4.87±0.03 ^{bA}	5.28±0.04 ^{bB}	6.12±0.03 ^{bC}
	40	4.53±0.04 ^{aA}	4.96±0.04 ^{aA}	5.75±0.07 ^{aA}
Texture	0	7.74±0.06 ^{eA}	7.79±0.13 ^{eA}	7.84±0.06 ^{dA}
	10	6.45±0.07 ^{dA}	6.55±0.07 ^{dA}	6.50±0.07 ^{cA}
	20	6.10±0.14 ^{cA}	6.10±0.07 ^{cA}	6.20±0.07 ^{bCA}
	30	5.40±0.14 ^{bA}	5.40±0.07 ^{bA}	5.70±0.28 ^{bA}
	40	4.50±0.07 ^{aA}	4.60.28± ^{aA}	4.80±0.28 ^{aA}
Overall liking	0	7.79±0.06 ^{eA}	7.88±0.02 ^{eA}	7.89±0.00 ^{dA}
	10	7.47±0.03 ^{dA}	7.45±0.07 ^{dA}	7.59±0.12 ^{cA}
	20	6.39±0.00 ^{cA}	6.86±0.05 ^{cA}	7.05±0.07 ^{bA}
	30	5.55±0.07 ^{bA}	6.52±0.03 ^{bB}	6.87±0.07 ^{bC}
	40	4.45±0.07 ^{aA}	6.35±0.06 ^{aB}	6.59±0.51 ^{aB}

Note: ^{a-e} Different lowercase superscripts indicate significant differences within a column of each attribute. (P<0.05)

^{A-C} Different uppercase superscripts indicate significant differences within a row. (P<0.05)

คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ดังแสดงใน Table 2) ผู้ทดสอบให้ระดับคะแนนความชอบด้านสีของไข่แดงเค็มไชยาผงทั้งตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่มีการเติมสารต้านออกซิเดชันตลอดอายุการเก็บรักษา 40 วัน อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ สำหรับระดับคะแนนความชอบด้านกลิ่นรส พบว่ามีระดับคะแนนลดลงเรื่อย ๆ แต่ในระหว่าง 20 วันแรกของการเก็บรักษา ยังอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ แต่หลังจากวันที่ 30 เริ่มเข้าสู่ระดับไม่ยอมรับ สำหรับระดับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส พบว่าเข้าสู่ระดับไม่ยอมรับเมื่อเก็บรักษาได้ 40 วัน และระดับคะแนนความชอบโดยรวม พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมของตัวอย่างไข่แดงเค็มไชยาผงตัวอย่างควบคุมที่เก็บรักษา 40 วัน ในระดับไม่ยอมรับ แต่ยังคงให้คะแนนความชอบโดยรวมของตัวอย่างที่เติมสารต้านออกซิเดชันทั้ง 2 ชนิด ในระดับที่อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้

หากพิจารณาเกณฑ์คุณภาพด้านต่าง ๆ ของไข่แดงเค็มไชยาผง พบว่าค่าความชื้นและ a_w อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตลอดอายุการเก็บรักษา ค่า TBARS เกินเกณฑ์มาตรฐานเมื่อเก็บรักษาได้ 40 วัน ค่ายีสต์และราเกินเกณฑ์มาตรฐานเมื่อเก็บรักษาได้ 30 วัน และค่า PV เกินเกณฑ์มาตรฐานเมื่อเก็บรักษาได้ 20 วัน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาระดับคะแนนความชอบด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะด้านกลิ่นรส ที่สัมพันธ์กับการรับรู้กลิ่นเหินจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน พบว่าผู้บริโภคยังคงให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ไข่แดงเค็มไชยาผงเมื่อเก็บรักษาได้ 20 วัน ดังนั้น ไข่แดงเค็มไชยาผงจึงมีอายุการเก็บรักษาได้ประมาณ 20 วัน

สรุป

ไข่แดงเค็มไชยาผงที่มีและไม่มีเติมสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน BHT และ Tocopherol ซึ่งบรรจุในถุงสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในด้านต่าง ๆ คือ เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ไข่แดงเค็มไชยาผงมีค่าความชื้น a_w PV และ TBARS เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ สอดคล้องกับผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสซึ่งมีคุณลักษณะความชอบด้านกลิ่นรส ไม่เป็นที่ยอมรับในวันที่ 30 ของการเก็บรักษา นอกจากนี้

นี้ยังมีปริมาณยีสต์และราเกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนดในวันที่ 30 ของการเก็บรักษา การเติมสารต้านการเกิดออกซิเดชัน ได้แก่ BHT ความเข้มข้น 200 ppm และ Tocopherol ความเข้มข้น 300 ppm ในไข่แดงเค็มไชยาผงและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องยังไม่สามารถช่วยยืดอายุในการเก็บรักษาได้ โดยไข่แดงเค็มผงที่บรรจุในถุงสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีอายุการเก็บรักษาได้ประมาณ 20 วัน

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณห้องปฏิบัติการและวิจัยทางนวัตกรรมและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ที่อำนวยความสะดวกในการใช้พื้นที่และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- นิตยารัตนาปนนท์. 2548. วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2550. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไข่เค็ม (มผช.27/2550). http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps27_50.pdf ค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2562.
- AOCS. 1998. Official Method and Recommended Practices of the AOCS. 5th ed. American Oil Chemist's Society Champaign, IL.
- Bacteriological Analytical Manual Online. 2001a. Aerobic Plate Count. <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/ucm063346.htm> Accessed 16 Oct. 2019.
- Bacteriological Analytical Manual Online. 2001b. Yeasts, Molds and Mycotoxin. <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/ucm071435.htm> Accessed 16 Oct. 2019.

- Ganesan, P., T. Kaewmanee, S. Benjakul and B. S. Baharin. 2014. Comparative study on the nutritional value of pidan and salted duck egg. *Korean J Food Sci. Anim. Resour.* 34:1-6.
- Jay, J. M., M. J. Loessner and D. A. Golden. 2005. *Modern food microbiology*. Springer Science+Business Media Inc, New York.
- Kumar, P. S., S. Sucheta, V.S. Deepa, P. Selvamani and S. Latha. 2008. Antioxidant activity in some selected Indian medicinal plants. *African J. of Biotech.* 7:1826-1828.
- Lohalaksanadech, S. and N. Kachenpakdee. 2011. Study on shelf life of fried soft shell crab. *J. Fish. Tech. Res.* 5:105-110.
- Meilgaard, M., G. Civille, and B. Carr. 2007. *Introduction to sensory techniques*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Matumoto-pintro, P. T., A. E. Murakami, A. C. Vital, C. Croge, D. Felix de Silva, I. C. Ospina-Roja and A. F. Q. Garcia Guerra, 2017. Effects of storage time and temperature on lipid oxidation of egg powders enriched with natural antioxidants. *Food Chem.* 228:463-468.
- Suárez-Jiménez, G. M., C. M. López-Saiz, H. E. Ramirez-Guerra, J. M. Ezquerro-Brauer, S. Riuz-Cruz and W. Torres-Arreola. 2016. Role of Endogenous and Exogenous Tocopherols in the Lipid Stability of Marine Oil Systems: A Review. *Int. J. Mol. Sci.* 17:1968.