



<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrmu/index>

บทความวิจัย

การประเมินคุณภาพ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและการเกิดออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อโคบดอัดขึ้นรูปที่ผสมผงกระเจี๊ยบแดงระหว่างการเก็บเย็น

อุมารพ แพทย์ศาสตร์^{1*} นววรรณ พรหมภักดี² วิภาวี พรหมแทนสุต² โอภาส พิมพา¹ เจษฎา รัตนวุฒิ¹ และ บดี คำสีเขียว¹

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร โครงการจัดตั้งคณะนวัตกรรมการเกษตรและประมง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000

²สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 9 พฤษภาคม 2566

แก้ไข: 22 มิถุนายน 2566

ตอบรับการตีพิมพ์: 26 มิถุนายน 2566

ตีพิมพ์ออนไลน์: 28 มิถุนายน 2566

คำสำคัญ

เนื้อโคบดอัดขึ้นรูป

กระเจี๊ยบแดง

ออกซิเดชันของไขมัน

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

อายุการเก็บรักษา

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อศึกษาผลของการเสริมผงกระเจี๊ยบแดงต่อคุณภาพ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และการเกิดออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อโคบดอัดขึ้นรูประหว่างการเก็บเย็น โดยใช้เนื้อส่วนสันนอก (*Longissimus dorsi*) มาบดและแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 3 ซ้ำ ได้แก่ 1) กลุ่มที่ไม่เสริมผงกระเจี๊ยบแดง (กลุ่มควบคุม) 2) กลุ่มที่เสริมผงกระเจี๊ยบแดง 1 % 3) กลุ่มที่เสริมผงกระเจี๊ยบแดง 2 % และ 4) กลุ่มที่เสริมสาร Butylated hydroxytoluene (BHT) 0.2 กรัมต่อกิโลกรัม โดยเนื้อมัดในทุกกลุ่มการทดลองถูกนำมาอัดขึ้นรูปเป็นแผ่นกลมแบน แล้วห่อไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 5 และ 10 วัน ผลการทดลองพบว่ากลุ่มที่เสริมผงกระเจี๊ยบแดง มีค่า L^* , a^* , b^* , *Chroma* และการสูญเสียไขมันจากการปรุงสุกลดลง และมีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริม BHT นอกจากนี้ในวันที่ 0 และ 5 หลังการเก็บรักษาเนื้อมัดพบว่าเกิดการเกิดออกซิเดชันของไขมันทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตามในวันที่ 10 หลังการเก็บรักษาเนื้อมัดพบว่าเกิดการเกิดออกซิเดชันของไขมันของกลุ่มที่เสริมผงกระเจี๊ยบแดงและ BHT มีค่าลดลง ($p < 0.05$) ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่าการเสริมผงกระเจี๊ยบแดงอาจมีผลลบต่อสี แต่อาจช่วยทำให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น และช่วยยืดอายุในการเก็บรักษาให้นานขึ้น โดยเพิ่มความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและช่วยชะลอการเกิดออกซิเดชันของไขมันในเนื้อโคบดอัดขึ้นรูป

บทนำ

กระเจี๊ยบแดง (*Roselle*; *Hibiscus sabdariffa* L.) เป็นพืชสมุนไพรที่กินได้โดยเฉพาะดอกของกระเจี๊ยบแดงสามารถนำมาประกอบอาหารได้หลากหลาย เช่น เครื่องดื่มทั้งแบบเย็นและร้อน โดยมีคุณสมบัติด้านการอักเสบ ขับปัสสาวะ ต้านอนุมูลอิสระ และต้านเนื้องอก (Salleh et al., 2002) สารต้านอนุมูลอิสระในกระเจี๊ยบแดงส่วนใหญ่เป็นสารกลุ่มแอนโธไซยานิน (Anthocyanin) (Tsai et al., 2002) ทั้งนี้ในดอกกระเจี๊ยบแดง 100 กรัม น้ำหนักแห้งมีปริมาณแอนโธไซยานิน 361.99 มิลลิกรัม (Wu et al., 2018) สารสีแดงของกระเจี๊ยบแดงนิยมนำมาใช้เป็นสีผสมอาหารตามธรรมชาติ (Clydesdale et al., 1979) นอกจากนี้กระเจี๊ยบแดงยังเป็นแหล่งของสารสำคัญต่าง ๆ มากมาย เช่น วิตามินซี เบต้า-แคโรทีน โรบิฟลาวิน ไทอามีน ไนอาซิน และกรดมาลิก เป็นต้น (Riaz & Chopra, 2018)

ปัจจัยหลักที่สำคัญที่ทำให้เกิดการเสื่อมคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ คือการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันทั้งของไขมันและโปรตีนในเนื้อสัตว์ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของรสชาติ สี กลิ่น และเนื้อสัมผัสที่ไม่พึงประสงค์ การแก้ปัญหาดังกล่าวสามารถทำได้โดยใช้สารต้านอนุมูลอิสระจากการสังเคราะห์ เช่น BHT (Butylated hydroxytoluene) และ BHA (Butylate hydroxy anisole) เพื่อยับยั้งการก่อตัวของอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ แต่สารสังเคราะห์ดังกล่าวหากใช้ในปริมาณที่มากเกินไปจะส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภค (Branen, 1975) จึงมีความพยายามใช้สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติมากขึ้นในปัจจุบัน ทั้งนี้มีหลายการทดลองก่อนหน้านี้ที่นำสารสกัดจากธรรมชาติมาใช้เพื่อลดการเกิดออกซิเดชันและช่วยคงคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ โดยจากการทดลองของ Zahid et al. (2018) พบว่าการใช้สารสกัดจากถั่วเขียวและถั่วเหลืองมีประสิทธิภาพมากกว่าไนไตรท์ในการต้าน

*Corresponding author

E-mail address: umaporn.p@psu.ac.th (U. Pastart)

Online print: 28 May 2023 Copyright © 2023. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2023.18>

อนุมูลอิสระ โดยสามารถยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของไขมันและรักษาความคงตัวของสี ส่งผลให้ยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อโคบดอัดขึ้นรูปได้ และจากรายงาน Formanek et al. (2001) พบว่าการเสริมสารสกัดจากโรสแมรี่ สามารถลดการเกิดออกซิเดชันของไขมันในเนื้อโคบดอัดขึ้นรูปเช่นเดียวกับการใช้สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ BHA หรือ BHT นอกจากนี้ Malelak et al. (2017) รายงานว่าการเสริมสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดง 3 % และสารสกัดจากมะนาว 3 % มีผลดีต่อรสชาติ ความนุ่ม ปริมาณจุลินทรีย์และการเกิดออกซิเดชันของไขมันของเนื้อรมควัน

การทดลองนี้เป็นการทดลองต่อเนื่องจากการศึกษาผลของการใช้ผงกระเจี๊ยบแดงต่อคุณภาพและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อโคบดอัดขึ้นรูป (Beef patties) ที่ระดับ 0 %, 1 % และ 2 % เปรียบเทียบกับการเติมสารสังเคราะห์ BHT (Pastsart et al., 2019) ผลการทดลองพบว่าผงกระเจี๊ยบแดงทำให้ค่า pH ค่าการสูญเสียจากการปรุงสุก ค่าสี L^* , a^* , b^* และ *Chroma* ลดลง แต่ไม่มีผลต่อความแข็ง (Hardness) หรือแรงที่ใช้ในการเคี้ยว (Chewiness) แต่ทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อโคบดอัดขึ้นรูปมีความร่วนซุยขึ้นหรือมีความยืดหยุ่น (Springiness) ลดลง อย่างไรก็ตามข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ผงกระเจี๊ยบแดงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อโคบดอัดขึ้นรูประหว่างการเก็บรักษา (Shelf life stability) ยังมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้น การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ผงกระเจี๊ยบแดงต่อคุณภาพ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และการเกิดออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อโคบดอัดขึ้นรูปซึ่งเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของเนื้อระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการลดการใช้สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เนื้อโคบดอัดขึ้นรูปที่มีคุณภาพ ยืดอายุในการเก็บรักษา และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การทดลองนี้ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design) โดยใช้เนื้อโคขุนส่วนสันนอก (*Longissimus dorsi*) ที่ซื้อมาจากตลาดสดเทศบาลเมืองจังหวัดสุราษฎร์ธานี มาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดเนื้อที่มีขนาดรูตะแกรง 4.5 มิลลิเมตร หลังจากนั้นทำการแบ่งเนื้อบดออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้ 1) กลุ่มที่ไม่เสริมผงกระเจี๊ยบแดง (กลุ่มควบคุม) 2) กลุ่มที่เสริมผงกระเจี๊ยบแดง 1 % 3) กลุ่มที่เสริมผงกระเจี๊ยบแดง 2 % และ 4) กลุ่มที่เสริมสาร BHT (Food grade) 0.2 กรัมต่อกิโลกรัม ทำการผสมจนเข้ากันดี แล้วนำเนื้อโคบดแต่ละกลุ่มมาอัดขึ้นรูปให้มีลักษณะเป็นแผ่นกลมแบน คล้ายเบอร์เกอร์ โดยแต่ละแผ่นมีน้ำหนักประมาณ 50 กรัม จากนั้นห่อด้วย Oxygen permeable foil เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ภายใต้แสงหลอดไฟ

การเตรียมผงกระเจี๊ยบแดง ทำโดยนำเฉพาะส่วนกลีบดอกกระเจี๊ยบแดง มาล้างให้สะอาด ผึ่งให้แห้ง ชั่งน้ำหนักสดก่อนนำไปอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิประมาณ 55 - 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน แล้วนำไปชั่งน้ำหนักหลังอบ บดให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร บรรจุในถุงสุญญากาศ และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะใช้งาน

การวิเคราะห์ค่าสีของเนื้อโคบดอัดขึ้นรูป ทำการวิเคราะห์วันที่ 0, 5 และ 10 วัน หลังห่อเนื้อไว้ด้วย Oxygen permeable foil ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ภายใต้แสงหลอดไฟ โดยทำการวัดสี L^* , a^* และ b^* ด้วยเครื่องวัดสี Hunterlab Miniscan colour meter รุ่น MiniScan EZ (D65 light source, 10° standard observer, 45°/0° geometry, 1-inch light surface, white standard) สำหรับค่า *Hue* และ *Chroma* คำนวณได้จาก $[\tan^{-1}(b^*/a^*)]$ และ $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ ตามลำดับ (Hunter & Harold, 1987) และค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (Water holding capacity) ประเมินจากค่าการสูญเสียจากการปรุงสุก (Cooking loss) โดยทำการชั่งน้ำหนักเนื้อบดเริ่มต้น หลังจากนั้นนำไปต้มในอ่างควบคุมอุณหภูมิ โดยให้อุณหภูมิใจกลางเนื้อประมาณ 70 องศาเซลเซียส ชั่งและบันทึกน้ำหนักเนื้อโคบดขึ้นรูปที่เหลือหลังจากนําน้ำออก เพื่อนำค่าที่ได้มาคำนวณ %cooking loss จากสูตร (น้ำหนักเริ่มต้น - น้ำหนักสุดท้าย) / น้ำหนักเริ่มต้น $\times 100$ (Uytterhaegen et al., 1994)

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant capacity) ในเนื้อโคบดอัดขึ้นรูป ทำการวิเคราะห์ในวันที่ 0, 5 และ 10 วัน หลังห่อเนื้อไว้ด้วย Oxygen permeable foil ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ภายใต้แสงหลอดไฟ โดยวิธี DPPH assay ตามวิธีของ Wang et al. (2019) โดยอาศัยหลักการให้สาร 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) เป็นตัวสร้างอนุมูลอิสระ (DPPH[•]) ในตัวทำละลายเอทานอล จนได้สารละลายสีม่วง ที่สามารถดูดกลืนแสงได้ดีที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร เมื่อ DPPH[•] ทำปฏิกิริยากับสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สีของสารละลายสีม่วงจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง (Sharma & Bhat, 2009) ซึ่งในการวิเคราะห์ครั้งนี้ ทำโดยชั่งตัวอย่างเนื้อบด 2.5 กรัม บดให้ละเอียดในสารละลายเอทานอล 7.5 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปเขย่าบนเครื่องเขย่าประมาณ 10 นาที ที่อุณหภูมิห้อง และปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 1,800 รอบต่อนาที นาน 10 นาที แล้วนำส่วนใส 0.5 มิลลิลิตร เติมน้ำในสารละลาย DPPH 0.1 mM ในเอทานอล 3.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันและเก็บไว้ในที่มืด ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 20 นาที ก่อนนำไปประเมินค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งคำนวณได้จากสูตร DPPH Scavenging activity (%) = $(1 - A_s / A_c) \times 100$ เมื่อ A_s คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง และ A_c คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวควบคุม (Control)

การวิเคราะห์ค่าการออกซิเดชันของไขมันในเนื้อบด ทำการวิเคราะห์ในวันที่ 0, 5 และ 10 วัน หลังห่อเนื้อไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยวิธี Thiobarbituric reactive substances (TBARS) ตามวิธีการของ Tarladgis et al. (1960) โดยชั่งตัวอย่างเนื้อบดประมาณ 10 กรัม เติมน้ำกลั่น 80 มิลลิลิตร และ 1 % ของ 2, 6-Di-tert-butyl-4-methylphenol (BHT) 1 มิลลิลิตร บดให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่อง Homogenizer จากนั้นนำตัวอย่างใส่ลงในหลอดกลั่น แล้วเติมน้ำกลั่น 4N HCl 3 มิลลิลิตร และ Antifoam 3-4 หยด นำหลอดกลั่นเข้าเครื่องกลั่น (Distillation) เก็บสารละลายที่ได้จากการกลั่น ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากนั้นดูดสารละลายที่ได้ มา 5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่น 2 - Thiobarbituric acid (TBA) ในกรดอะซิติก 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วนำไปต้มในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 35 นาที รอให้เย็นลง แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโน

เมตร คำนวณหาปริมาณ Malonaldehyde (MDA) ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการออกซิเดชันของไขมัน โดยคำนวณจากสูตร $MDA (\mu g \text{ ต่อเนื้อสัตว์ } 1 g) = C \times 0.144$ เมื่อ C คือ ปริมาณ MDA ที่ได้จากกราฟมาตรฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ข้อมูลจากการทดลองถูกนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple rang test (DMRT)

โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS ผลการทดลองข้อมูลคุณภาพเนื้อมันแสดงในรูปค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย และข้อมูลความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและการเกิดออกซิเดชันของไขมันแสดงในรูปค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่า $p < 0.05$ จะพิจารณาว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

คุณภาพสีในเนื้อโคบดอัดขึ้นรูป

ผลการศึกษาการใช้ผงกระเจี๊ยบแดงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อโคบดอัดขึ้นรูป ในวันที่ 0, 5 และ 10 หลังการเก็บรักษาเนื้อในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แสดงใน Table 1 พบว่าการเสริมผงกระเจี๊ยบแดง มีผลต่อค่าความสว่าง L^* ค่าสีแดง a^* ค่าสีเหลือง b^* ค่าสี Hue ค่าสี Chroma และค่า Cooking loss ของเนื้อโคบดอัดขึ้นรูป ($p < 0.05$) โดยพบว่ากลุ่มที่เสริมผงกระเจี๊ยบแดง 2 % มีค่า L^* น้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมและกลุ่มที่เสริม BHT ส่วนค่า a^* พบว่าการเสริมผงกระเจี๊ยบแดงทั้ง 1 และ 2 % ทำให้ค่าสีแดงของเนื้อโคบดอัดขึ้นรูปลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้เสริมและกลุ่มที่เสริม BHT สำหรับค่า b^* และค่า Chroma พบว่าการเสริมผงกระเจี๊ยบแดง ทำให้ค่าสีเหลืองและค่าความอิ่มตัวของสีของเนื้อโคบดอัดขึ้นรูปลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้เสริมและกลุ่มที่เสริม BHT โดยถ้าระดับการเสริมมากขึ้นทำให้ค่าสีเหลืองและความอิ่มตัวของสีในเนื้อโคบดลดลงมากขึ้นในระหว่างการเก็บเย็น ส่วนค่า Cooking loss กลุ่มที่เสริมผงกระเจี๊ยบแดงที่ 2 %, 1 %, 0 % และกลุ่มที่เสริม BHT มีค่า Cooking loss เพิ่มขึ้นตามลำดับ ในวันที่ 10 หลังการเก็บรักษาเนื้อในอุณหภูมิเย็น

สีของเนื้อสัตว์ถือเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกำหนดคุณภาพของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเป็นปัจจัยแรกที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อเนื้อของผู้บริโภค สีของเนื้อมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ชนิดสัตว์ อายุ สายพันธุ์ ชนิดของกล้ามเนื้อ เป็นต้น กล่าวคือสีของเนื้อที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัยหลักปัจจัยแรกคือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเนื้อ ซึ่งหมายถึงค่า pH สุดท้ายหลังจากสัตว์ตายแล้ว ส่วนอีกปัจจัยก็คือ ปริมาณและสถานะทางเคมีของรงควัตถุ (Pigment) ที่อยู่ในเนื้อสัตว์ ที่เรียกว่าไมโอโกลบิน (Myoglobin) (Mancini & Hunt, 2005) สัตว์ที่มีปริมาณของไมโอโกลบินมากก็จะทำให้เนื้อมีสีเข้มมาก เช่น เนื้อโคมีสีเข้มกว่าเนื้อสุกร ส่วนอีกปัจจัยที่สำคัญที่กำหนดสีของเนื้อสัตว์ก็คือค่า pH และการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของเนื้อหลังการฆ่า โดยสีของเนื้อที่ซิดลงจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่า pH ที่ลดต่ำลงของเนื้อหลังฆ่า ถ้าหาก pH สุดท้ายของเนื้อสัตว์มีค่าสูง ทำให้เนื้อดูมีสีเข้ม (Bendall & Swatland, 1988) การวัดสีของเนื้อสามารถประเมินได้โดยการใช้

สายตา หรือใช้เครื่องมือวัดสี โดยอาศัยหลักการตกกระทบของแสง (Reflectance measurements) (AMSA, 2012) ปัจจุบันนิยมใช้วิธีการวัดสีตามระบบของ ระบบ C.I.E. ($L^*a^*b^*$) ซึ่งเป็นระบบการบรรยายสีแบบ 3 มิติ โดยแสดงค่าเป็น L^* , a^* และ b^* โดย L^* เป็นค่าความสว่าง (Lightness) มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 กรณีถ้า L^* มีค่าเป็น 100 หมายถึง สว่าง แต่ถ้ามีค่าเป็น 0 หมายถึง มืด (Darkness) ค่าสี a^* เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (Redness/Greeness) กรณีถ้า a^* มีค่าเป็นบวกหมายถึง สีแดง แต่ถ้า a^* มีค่าเป็นลบ หมายถึง สีเขียว และค่าสี b^* เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (Yellowness/Blueness) กรณีถ้า b^* มีค่าเป็นบวก หมายถึง สีเหลือง แต่ถ้า b^* มีค่าเป็นลบ หมายถึง สีน้ำเงิน ในการทดลองนี้การเสริมผงกระเจี๊ยบแดง ทำให้ค่า L^* , a^* และ b^* ในเนื้อมันลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jung & Nami (2013) ที่ศึกษาผลของกระเจี๊ยบแดงและน้ำมันถั่วเหลืองที่มีผลต่อสีของเนื้อหมูบดและเนื้อสับผสม พบว่าสารสกัดกระเจี๊ยบแดงทำให้ค่า L^* , a^* และ b^* ในเนื้อหมูบดลดลง จากการทดลองนี้การลดลงของค่าสีต่างๆในเนื้ออาจเป็นผลมาจากค่า pH ของเนื้อที่ลดลงจากการเสริมผงกระเจี๊ยบ (Pastsart et al., 2019) โดยค่า pH ที่ลดลงมีผลทำให้สีของเนื้อซิดลง (Bendall & Swatland, 1988) สำหรับค่า Chroma เป็นตัวบ่งบอกถึงความอิ่มตัวของสี (Saturation index) โดยเนื้อที่มีสีที่นำพึงพอใจต่อการเลือกซื้อ ควรมีค่า Chroma ที่สูง แสดงถึงเนื้อมีความอิ่มตัวของสีอยู่มาก ทำให้เนื้อมีสีสดโดยไม่มีสีเทาหรือสีดามาเจือปน จากการทดลองนี้พบว่าการผสมผงกระเจี๊ยบแดง ทำให้ความอิ่มตัวของสีลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการลดลงของค่า a^* และ b^* ในเนื้อโคบด ซึ่งอาจส่งผลเสียต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค อย่างไรก็ตามการเสริมผงกระเจี๊ยบแดงมีผลทำให้ค่าการสูญเสียสีน้ำเนื่องจากการปรุงสุกลดลง ทำให้เนื้อมันมีความฉ่ำน้ำ (Juiciness) อาจส่งผลดีต่อรสสัมผัสของเนื้อมัน

การต้านอนุมูลอิสระและการเกิดออกซิเดชันของไขมันในเนื้อโคบดอัดขึ้นรูป

ผลของการเสริมผงกระเจี๊ยบแดงต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์เนื้อโคบดอัดขึ้นรูป ในวันที่ 0, 5 และ 10 หลังการเก็บรักษาเนื้อในอุณหภูมิเย็น ดังแสดงใน Figure 1 พบว่าการเสริมผงกระเจี๊ยบแดงในระดับต่าง ๆ ทำให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้เสริมและกลุ่มที่เสริม BHT โดยในวันที่ 10 หลังการเก็บรักษาเนื้อในอุณหภูมิเย็นในกลุ่มที่เสริมผงกระเจี๊ยบ 0 %, 1 %, 2 % และกลุ่มเสริม BHT มีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์เนื้อโคบดเท่ากับ 43.54 %, 77.15 %, 82.25 % และ 53.64 % ตามลำดับ สำหรับค่าออกซิเดชันของไขมันของผลิตภัณฑ์เนื้อโคบดอัดขึ้นรูป ในวันที่ 0, 5 และ 10 หลังการเก็บรักษาเนื้อในอุณหภูมิเย็น แสดงใน Figure 2 พบว่าในวันที่ 0 และ 5 หลังการเก็บรักษาเนื้อในอุณหภูมิเย็น การเกิดออกซิเดชันของไขมันของเนื้อมันทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตามในวันที่ 10 พบว่าการเกิดออกซิเดชันของไขมันในเนื้อมันกลุ่มที่เสริมผงกระเจี๊ยบแดงและ BHT มีค่าน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ($p < 0.05$) โดยกลุ่มที่เสริมผงกระเจี๊ยบ 0 %, 1 %, 2 % และกลุ่มเสริม BHT มีค่าออกซิเดชันของไขมัน เท่ากับ 1.82, 1.44, 1.20 และ 1.28 (หน่วยคือ $\mu g \text{ MDA} / g \text{ meat}$) ตามลำดับ

การเกิดออกซิเดชันของไขมันในเนื้อเป็นสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เนื้อและผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์สูญเสียคุณภาพ เนื่องจากเนื้อสัตว์มีไขมันเป็นองค์ประกอบได้สูงขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ ส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์สูญเสียทั้งรสชาติและคุณค่าทางโภชนาการ (Morrissey et al., 1998) การเกิดออกซิเดชันของไขมัน เกิดจากอนุมูลอิสระที่เข้าไปกระตุ้นทำให้ไขมันในเนื้อเกิดการออกซิเดชัน อย่างไรก็ตามเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ สามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชันโดยการเข้าไปต้านอนุมูลอิสระ จากรายงานของ Song et al. (2010) และ Yao et al. (2010) พบว่าสารโพลีฟีนอลในธรรมชาติ ส่งผลให้กิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เพิ่มขึ้น ในการทดลองนี้การเสริมผงกระเจียบแดงทำให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในเนื้อบดเพิ่มขึ้น อาจเกิดจากสารโพลีฟีนอลโดยเฉพาะสารพวกแอนโทไซยานินในดอกกระเจียบแดง (Tsai et al., 2002) ที่ส่งผลให้เนื้อบดมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามในช่วงแรกที่ทำให้การเก็บรักษาเนื้อโคบด การเกิดออกซิเดชันของไขมันในแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเก็บรักษาเนื้อโคบดผ่านไป 10 วัน พบว่ากลุ่มที่มีการเสริมผงกระเจียบแดงและสาร BHT มีการเกิดออกซิเดชันของไขมันลดลง ซึ่งอาจเกิดจากความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระจากสารธรรมชาติและสารสังเคราะห์ ช่วยชะลอ

การเกิดออกซิเดชันของไขมันในเนื้อโคบดเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน

สรุปผลการวิจัย

การเสริมผงกระเจียบแดงที่ระดับไม่เกิน 2 % ในเนื้อโคบดอัดขึ้นรูป ทำให้ค่าสี L^* , a^* , b^* และ *Chroma* (การอิ่มตัวของสี) ลดลง ซึ่งอาจมีผลลบต่อสีของผลิตภัณฑ์ โดยอาจส่งผลต่อความพึงพอใจในการเลือกซื้อของผู้บริโภค แต่อย่างไรก็ตามการเสริมผงกระเจียบแดงมีผลทำให้ค่าการสูญเสียสีเนื่องจากการปรุงสุกลดลง ที่อาจส่งผลดีต่อรสสัมผัสของเนื้อบดโดยทำให้เนื้อบดมีความนุ่มนวลมากขึ้น นอกจากนี้การเสริมผงกระเจียบแดงยังทำให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในเนื้อโคบดเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บเย็น และในวันที่ 10 ของการเก็บเย็น การเสริมผงกระเจียบแดงและการเสริมสาร BHT มีผลทำให้การเกิดออกซิเดชันของไขมันในเนื้อบดลดลง มากกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม ดังนั้นการเสริมผงกระเจียบแดงในเนื้อโคบดอัดขึ้นรูปอาจช่วยยืดอายุในการเก็บรักษาให้ยาวนานขึ้น โดยเพิ่มความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและช่วยชะลอการเกิดออกซิเดชันของไขมันในเนื้อโคบดอัดขึ้นรูป

Table 1. Quality of beef patties formulated with roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) powder during cold storage

Items	Roselle level (%)			BHT (0.2 g/Kg)	SEM ^{1/}	P-value
	0	1	2			
L^* Day0	42.49 ^b	39.21 ^c	37.37 ^d	45.38 ^a	0.96	<0.01
L^* Day5	44.97 ^b	40.11 ^c	39.84 ^c	46.45 ^a	0.89	<0.01
L^* Day10	44.85 ^a	43.71 ^a	41.63 ^b	44.36 ^a	0.46	0.03
a^* Day0	13.94 ^a	6.41 ^b	5.56 ^b	12.89 ^a	1.14	<0.01
a^* Day5	10.14 ^a	5.22 ^c	4.68 ^d	9.60 ^b	0.75	<0.01
a^* Day10	10.27 ^a	3.98 ^b	4.88 ^b	11.09 ^a	0.97	<0.01
b^* Day0	16.49 ^a	8.90 ^b	4.88 ^c	16.51 ^a	1.52	<0.01
b^* Day5	15.90 ^a	8.93 ^b	4.44 ^c	15.90 ^a	1.48	<0.01
b^* Day10	14.00 ^a	6.97 ^b	4.19 ^c	13.22 ^a	1.26	<0.01
<i>Chroma</i> Day0	21.60 ^a	10.97 ^b	7.41 ^c	20.95 ^a	1.87	<0.01
<i>Chroma</i> Day5	15.90 ^a	8.93 ^b	4.44 ^c	15.90 ^a	1.48	<0.01
<i>Chroma</i> Day10	14.00 ^a	6.97 ^b	4.19 ^c	13.22 ^a	1.26	<0.01
<i>Hue</i> Day0	0.87 ^b	0.95 ^a	0.72 ^c	0.91 ^{ab}	0.03	<0.01
<i>Hue</i> Day5	1.00 ^a	1.04 ^a	0.76 ^b	1.03 ^a	0.04	<0.01
<i>Hue</i> Day10	0.94 ^b	1.05 ^a	0.71 ^c	0.87 ^b	0.04	<0.01
Cooking loss (%) Day0	32.03 ^a	27.42 ^b	23.66 ^c	31.09 ^a	1.03	<0.01
Cooking loss (%) Day5	31.35 ^a	27.36 ^b	21.52 ^c	29.90 ^a	1.16	<0.01
Cooking loss (%) Day10	30.54 ^b	26.53 ^c	23.36 ^d	34.33 ^a	1.28	<0.01

^{a-d} Within a row, mean values with different superscripts differ significantly at $p < 0.05$.

^{1/}SEM = Standard error of mean

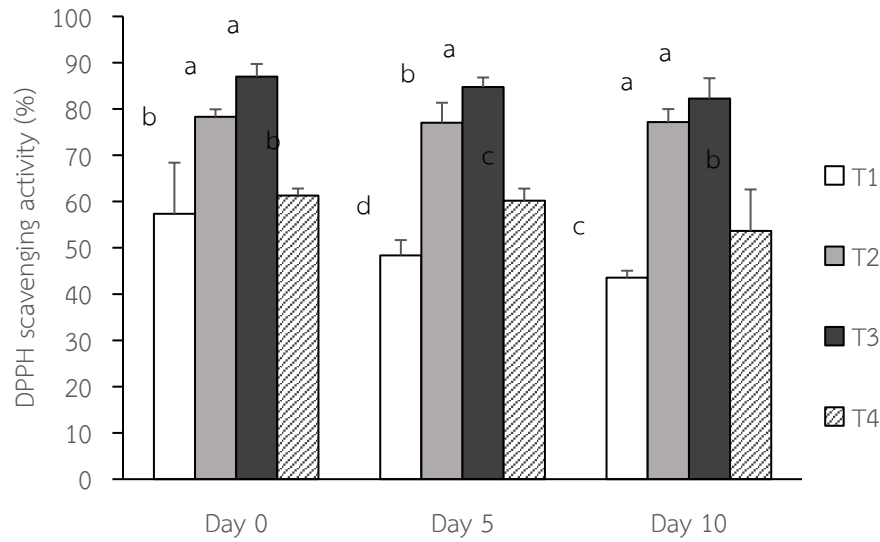


Figure 1 Mean values of antioxidant capacity (%) of beef patties by DPPH assay in respect of formulation treatment (T1: 0 % roselle powder, T2: 1 % roselle powder, T3: 2 % roselle powder and T4: BHT 0.2 g/Kg meat). Error bars represent standard deviations. ^{a-d}Mean values within same time of storage with a different superscript are significantly different at $p < 0.05$.

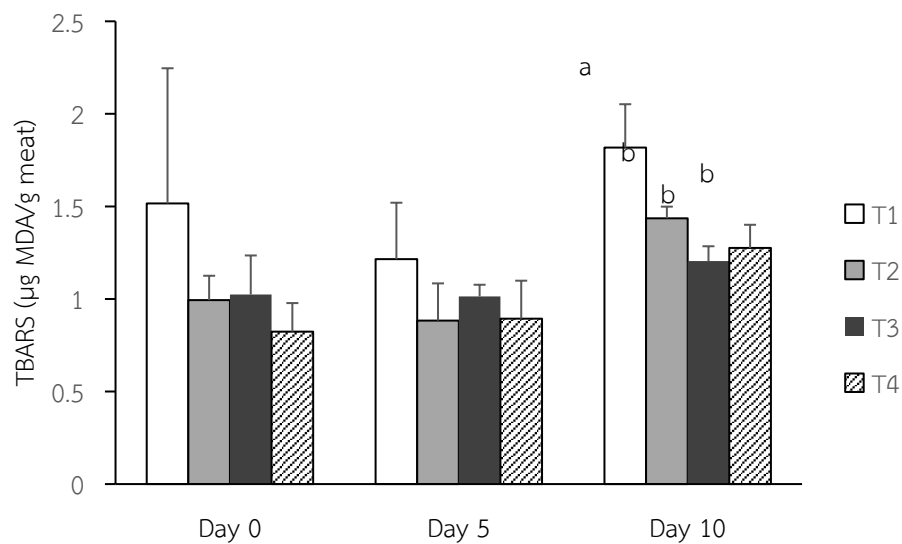


Figure 2 Mean values of lipid oxidation ($\mu\text{g MDA/g meat}$) of beef patties by formulation treatment (T1: 0 % roselle powder, T2: 1 % roselle powder, T3: 2 % roselle powder and T4: BHT 0.2 g/Kg meat). Error bars represent standard deviations. ^{a,b}Mean values within same time of storage with a different superscript are significantly different at $p < 0.05$.

References

- AMSA. (2012). *Meat colour measurement guidelines*. Illinois: American Meat Science Association.
- Bendall, J. R., & Swatland, H. J. (1988). A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality. *Meat Science*, 24, 85-126.
- Branen, A. L. (1975). Toxicology and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 52(2), 59-63.
- Clydesdale, F. M., Main, J. H., & Francis, F. J. (1979). Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) anthocyanins as colorants for beverages and gelatin desserts. *Journal of food Protection*, 42(3), 204-207.
- Formanek, Z., Kerry, J. P., Higgins, F. M., Buckley, D. J., Morrissey, P. A., & Farkas, J. (2001). Addition of synthetic and natural antioxidants to α -tocopheryl acetate supplemented beef patties: effects of antioxidants and packaging on lipid oxidation. *Meat Science*, 58(4), 37-341.
- Hunter, R. S., & Harold, R. W. (1987). *The measurement of appearance*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Jung, E. K. Y., & Nami, J. (2013). Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) and soybean oil effects on quality characteristics of pork patties studied by response surface methodology. *Meat Science*, 94, 391-401.
- Malelak, G. E. M., Lalelb, H. J. D., Kalea, P. R., & Jelantika, I. G. N. (2017). The sensory properties, color, microbial, lipid oxidation, and residual nitrite of Se'i marinated with lime and roselle calyces Extracts. *Media Peternakan*, 40(3), 194-201.
- Mancini, R. A., & Hunt, M. C. (2005). Current research in meat color. *Meat Science*, 71(1), 100-121.
- Morrissey, P. A., Sheehy, P. J. A., Galvin, K., Kerry, J. P., & Buckley, D. J. (1998). Lipid stability in meat and meat products. *Meat Science*, 49, S73-S86.
- Pastsart, U., Prompakdee, N., & Promtansud, V. (2019). Quality evaluation and texture profile analysis of beef patties formulated with Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Kaen Kaset=Khon Kaen Agriculture Journal*, 47(Suppl. 2), 1029-1034. (in Thai)
- Riaz, G., & Chopra, R. (2018). A review on phytochemistry and therapeutic uses of *Hibiscus sabdariffa* L. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 102, 575-586.
- Salleh, M. N., Runnie, I., Roach, P. D., Mohamed, S., & Abeywardena, M. Y. (2002). Inhibition of low-density lipoprotein oxidation and up-regulation of low-density lipoprotein receptor in HepG2 cells by tropical plant extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(13), 3693-3697.
- Sharma, O. P., & Bhat, T. K. (2009). DPPH antioxidant assay revisited. *Food chemistry*, 113(4), 1202-1205.
- Song, F. L., Gan, R. Y., Zhang, Y., Xiao, Q., Kuang, L., & Li, H. B. (2010). Total phenolic contents and antioxidant capacities of selected Chinese medicinal plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 11(6), 2362-2372.
- Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T., & Dugan, L. (1960). A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 37(1), 44-48.
- Tsai, P. J., McIntosh, J., Pearce, P., Camden, B., & Jordan, B. R. (2002). Anthocyanin and antioxidant capacity in Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract. *Food Research International*, 35(4), 351-356.
- Uytterhaegen, L., Claeys, E., Demeyer, D., Lippens, M., Fiems, L. O., Boucque, C. Y., Van de Voorde, G., & Bastiaens, A. (1994). Effects of double-muscling on carcass quality, beef tenderness and myofibrillar protein degradation in Belgian Blue White bulls. *Meat Science*, 38, 255-267.
- Wang, L., Guo, H., Liu, X., Jiang, G., Li, C., Li, X., & Li, Y. (2019). Roles of *Lentinula edodes* as the pork lean meat replacer in production of the sausage. *Meat Science*, 156, 44-51.
- Wu, H. Y., Yang, K. M., & Chiang, P. Y. (2018). Roselle anthocyanins: antioxidant properties and stability to heat and pH. *Molecules*, 23(6), 1-13.
- Yao, Y., Sang, W., Zhou, M., & Ren, G. (2010). Phenolic composition and antioxidant activities of 11 celery cultivars. *Journal of Food Science*, 75(1), C9-C13.
- Zahid, A., Seo, J. K., Park, J. Y., Jeong, J. Y., Jin, S. K., Park, T. S., & Yang, H. S. (2018). The effects of natural antioxidants on protein oxidation, lipid oxidation, color, and sensory attributes of beef patties during cold Storage at 4°C. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 38(5), 1029-1042.

Research article

Evaluation of quality, antioxidant capacity and lipid oxidation of beef patties formulated with Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) powder during cold storage

Umaporn Pastsart^{1*} Navawan Prompakdee² Vipavee Promtansud² Opart Pimpa¹
Jessada Rattanawut¹ and Bodee Khamseekhiew¹

¹Department of Agricultural Science and Technology, Faculty of Innovative Agriculture and Fishery Establishment Project, Prince of Songkla University Surat Thani campus, Mueang District, Surat Thani 84000

²Department of Agricultural Science and Technology, Faculty of Science and Industrial Technology, Prince of Songkla University Surat Thani campus, Mueang District, Surat Thani 84000

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 9 May 2023

Revised: 22 June 2023

Accepted: 26 June 2023

Online published: 28 June 2023

Keyword

Beef patties

Roselle

Lipid oxidation

Antioxidant capacity

Shelf life

ABSTRACT

This experiment was aimed to study the effects of roselle powder on the quality, antioxidant capacity and lipid oxidation of beef patties during cold storage. The beef *Longissimus dorsi* was ground and divided into 4 groups with 3 replicates in each group: 1) ground beef formulated with 0 % roselle powder (control) 2) ground beef formulated with 1 % roselle powder 3) ground beef formulated with 2 % roselle powder and 4) ground beef formulated with Butylated hydroxytoluene (BHT) 0.2 g/kg. Then beef patties were made, wrapped and displayed at 4°C for 0, 5 and 10 days. The results revealed that beef patties formulated with roselle powder groups had a significantly lower in L^* , a^* , b^* , *Chroma* and cooking loss, whereas antioxidant capacity was significantly higher than control and the BHT group ($p < 0.05$). In addition, it was observed that at days 0 and 5 of cold storage, lipid oxidation of beef patties was not significantly different among treatments ($p > 0.05$). However, at day 10 of cold storage, lipid oxidation of beef patties formulated with roselle powder and BHT groups were lower ($p < 0.05$) than control. From the results, it can be concluded that roselle powder supplementation may have a negative effect on the color of beef patties but helps to improve the water holding capacity and extend the shelf life of beef patties by increasing the antioxidant capacity and slowing down lipid oxidation of beef patties.

*Corresponding author

E-mail address: umaporn.p@psu.ac.th (U. Pastsart)

Online print: 28 May 2023 Copyright © 2023. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2023.18>