วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ
การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5

ผลของไลโคปีนจากมะเขือเทศที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและประสาทสัมผัสของมายองเนส

Effects of tomato lycopene on physicochemical and sensory properties of mayonnaise

ศิริขวัญ กองอำไพ[1] ณัฐธญาณ์ ศรีสุวอ[2*] และ จิรภา พงษ์จันตา[3]

[1]นักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44000
[2]อาจารย์ [3]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง 52000

บทคัดย่อ

พัฒนาสูตรมายองเนสที่เหมาะสมโดยใช้ส่วนประกอบหลักที่ต่างกัน 3 ชนิด คือ 1) นมข้นหวานดัดแปลงและนมสดชนิดจืด 2) ไข่แดง และ 3) ไข่ขาว และศึกษาผลไลโคปีนจากมะเขือเทศที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ และประสาทสัมผัสของมายองเนส จากผลการศึกษาพบว่า มายองเนสสูตรที่ 1 มีค่า TBA และค่าความข้นหนืดสูงที่สุด สูตรที่ 2 มีปริมาณกรดทั้งหมด ค่าความเข้มของสีแดงและสีเหลืองสูงที่สุด แต่มีความข้นหนืดน้อยที่สุด สูตรที่ 3 มีค่า TBA ค่าความเข้มของสีแดงและสีเหลืองน้อยที่สุด และมีค่าความสว่างมากที่สุด โดยพบว่ามายองเนสทั้ง 3 สูตร มีสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) จึงคัดเลือกมายองเนสสูตรที่ 1 เพื่อศึกษาผลของการเสริมไลโคปีนจากมะเขือเทศที่ระดับร้อยละ 0 3 6 และ 9 โดยน้ำหนัก ที่มีต่อคุณสมบัติทางด้านต่าง ๆ พบว่า การเติมไลโคปีนจากมะเขือเทศในปริมาณมากขึ้น ทำให้ปริมาณไลโคปีน ค่าความเข้มของสีแดงและสีเหลืองเพิ่มขึ้น แต่มีค่าความข้นหนืดลดลง การเติมไลโคปีนไม่มีผลต่อค่า pH ปริมาณกรดทั้งหมด ค่า TBA และค่าความสว่าง รวมทั้งสมบัติทางประสาทสัมผัสในด้านต่าง ๆ ยกเว้น มายองเนสที่เติมไลโคปีนร้อยละ 6 และ 9 ได้รับคะแนนความชอบทางด้านกลิ่นรสสูงที่สุด การศึกษาอายุการเก็บรักษาของมายองเนสเสริมไลโคปีนที่ระดับร้อยละ 6 ที่อุณหภูมิห้อง นาน 9 สัปดาห์ พบว่า ปริมาณกรดทั้งหมดและความข้นหนืดของมายองเนสไม่เปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แต่ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าTBA ค่าความสว่าง และค่าความเข้มของสีแดงและสีเหลืองของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น

Abstract

The optimum formula for production of mayonnaise was developed with different on main ingredients (Formula 1; sweetened condensed milk and UHT milk, formula 2; egg yolk, formula 3; white egg). The effect of tomato lycopene added on physicochemical and sensory properties of mayonnaise was investigated. Physicochemical properties results on formula development were found that the formula 1 had the highest in TBA value and consistency. While, formula 2 had the highest in total acidity, a^* and b^* and formula 3 had the lowest in TBA, a^* and b^* but the highest in L^*. In addition, sensory evaluations were not significant different ($p > 0.05$) between the 3 developed formulas. Thus, the mayonnaise formula 1 was selected to investigate the effect of tomato lycopene levels (0 3 6 and 9%) on physicochemical properties. The results were found that lycopene content, a^* and b^* increased with high level of tomato lycopene, while the consistency value was decrease. Furthermore, the levels of tomato lycopene were not effect on pH, total acidity, TBA and L^*. Sensory evaluation revealed that the 6 and 9 % of tomato lycopene added had the highest on flavor. Thus, mayonnaise supplemented with 6% of tomato lycopene was selected to study the storage at ambient temperature for 9 weeks.

The results were found that total acidity, TBA and consistency were not significant on during storage. However, the pH, TBA, *L**, *a** and *b** was increase.

คำสำคัญ : มายองเนส ไลโคปีน มะเขือเทศ และการเก็บรักษา

Keywords : mayonnaise, lycopene, tomato and storage

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ srisuvor@gmail.com โทร. 08 1642-3030, 0 5434 2553

1. บทนำ

ไลโคปีน (Lycopene) จัดเป็นสารในกลุ่มของแคโรทีนอยด์ (carotenoid) ที่พบกระจายอยู่ทั่วไปในร่างกาย สังเคราะห์ได้โดยพืชและจุลินทรีย์ ร่างกายมนุษย์ไม่สามารถสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ขึ้นเองได้ จำเป็นต้องได้รับจากการบริโภคเข้าไป (Bramley, 2000) มีรายงานว่ามะเขือเทศสดมีปริมาณไลโคปีน 12 มิลลิกรัม ใน 100 กรัม (Alda และคณะ, 2009) ส่วนมะเขือเทศผงมีปริมาณไลโคปีน 1.13-1.26 มิลลิกรัมต่อกรัม (Xianquan, 2005) และไลโคปีนส่วนใหญ่อยู่ในเปลือกและส่วนของเนื้อมะเขือเทศที่ไม่สามารถละลายในน้ำได้ (Sharma และ Le Maguer, 1996) นอกจากนี้ยังพบได้จากผลไม้อื่นๆ อีกหลายชนิด ได้แก่ แตงโม ฝรั่ง มะละกอ และพืชตระกูลส้ม เป็นต้น (Clinton, 1998) ไลโคปีนเป็นสารที่สามารถป้องกันการเกิดโรคเรื้อรังได้หลายชนิดโดยเฉพาะโรคมะเร็งต่าง ๆ เนื่องจากไลโคปีนมีคุณสมบัติในการจับอนุมูลอิสระ (free radical) ในร่างกาย ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคมะเร็ง หรือที่เรียกกันว่าเป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) ช่วยยั้บยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันชนิด low density lipoprotein (LDL) จึงสามารถป้องกันการเกิดโรคหัวใจและโรคหลอดเลือดแข็งตัว (atherosclerosis) ได้ (Kris-Etherton, และคณะ, 2002; Xianquan, 2005: Kong และคณะ, 2010)

สารให้สีหลักของมะเขือเทศ คือ all-*trans*-lycopene และรองลงมาคือ *cis*-isomers และ แคโรทีนอยด์อื่นๆ รวมทั้ง เบตา-แคโรทีน (β-carotene) ไฟโทฟลูอีน (phytofluene) ไฟโทอีน (phytoene) และโทโคฟีรอล (tocopherol) มีการใช้ไลโคปีนสกัดจากมะเขือเทศเพื่อเป็นสารให้สีในผลิตภัณฑ์นม เครื่องดื่มไม่มีแอลกอฮอล์ ผลิตภัณฑ์ธัญพืช ขนมปัง และขนมอบ ซึ่งจะให้สีเหลืองและสีแดงของไลโคปีนสกัดจากมะเขือเทศ (Rath, Olempska-Beer และ Kuznesof, 2009) เมื่อนำมาแปรรูปด้วย ความร้อนเป็นน้ำผลไม้และซอสมะเขือเทศแล้ว ยังสามารถดูดซึมเข้าไปในร่างกายได้ ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการแปรรูปและเก็บรักษาไลโคปีน คือ ความร้อน แสงสว่าง และออกซิเจน (Xianquan และคณะ, 2005) มีหลายงานวิจัยได้ศึกษาการเติมผลิตภัณฑ์จากมะเขือเทศหรือไลโคปีนจากมะเขือเทศลงในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เช่น แพตตี้ (patty) แฟรงค์เฟอร์เตอร์ (frankfurter) หรือเนื้อบด (miced meat) (Candogan, 2002; Sa´nchez-Escalante และคณะ, 2003; Østerlie และ Lerfall, 2005) และมีงานวิจัยของ Rath และคณะ (2009) ได้ศึกษาความคงตัวของไลโคปีนในเจลาติน เค้ก เครื่องดื่ม ลูกกวาด ไอศกรีม น้ำสลัด และมาการีน แต่ยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาการใช้ไลโคปีนที่สกัดจากมะเขือเทศในมายองเนส ซึ่งมีส่วนประกอบของน้ำมันพืชเป็นองค์ประกอบหลัก เพื่อใช้เป็นสารให้สีและป้องกันการเกิดกลิ่นหืน (rancidity) จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน (lipid oxidation) มีรายงานว่า ไลโคปีนสามารถละลายได้ในไขมัน คลอโรฟอร์ม เบนซิน และสารละลายอินทรีย์ได้มากกว่าน้ำ โดยสามารถละลายในน้ำมันพืชได้ 0.2 กรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิห้อง (Xianquan และคณะ, 2005) ดังนั้นการเติมไลโคปีนจากมะเขือเทศลงในมายองเนส น่าจะทำให้ผลิตภัณฑ์เป็นอิมัลชันที่มีลักษณะเนื้อเนียนละเอียด มีความคงตัว ไม่แยกชั้น และมีสารสีแดงที่สกัดจากธรรมชาติ ให้สีสันสวยงามดึงดูดใจผู้บริโภค และการเสริมไลโคปีนนอกจากจะได้รับประโยชน์จากไลโคปีนในมายองเนสเพิ่มขึ้นแล้ว คุณสมบัติการเป็นสารต้านออกซิเดชัน น่าจะช่วยป้องกันการเกิดกลิ่นหืนของไขมันในมายองเนสในระหว่างการเก็บรักษาได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงขอบเขตการศึกษาเพื่อคัดเลือกสูตรมายองเนสที่เหมาะสมสำหรับศึกษาปริมาณไลโคปีนจากมะเขือเทศที่ใช้เสริมในการผลิตมายองเนส และศึกษาการเกิดกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของไลโคปีนที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและประสาทสัมผัสของมายองเนส

2. วิธีการทดลอง

2.1 วัตถุดิบ

มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* L.) พันธุ์อีเป้อ ได้รับความอนุเคราะห์จากสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

2.2 การสกัดไลโคปีนจากมะเขือเทศ

การสกัดไลโคปีนจากมะเขือเทศ ดัดแปลงตามวิธีของ Choudhari และ Ananthanarayan (2007) ล้างและลวกมะเขือเทศสุกที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แยกเปลือกและเมล็ดออกจากเนื้อและน้ำด้วยเครื่องบีบอัด (screw press) นำส่วนที่เป็นเนื้อและน้ำของมะเขือเทศบดละเอียดมาเติมเอนไซม์เซลลูเลส ร้อยละ 0.2 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง หยุดการทำงานของเอนไซม์โดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที นำมาปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง (Hettich รุ่น Universal 16) ที่ความเร็ว 500 รอบต่อนาที เป็นระยะเวลานาน 10 นาที เก็บแช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส สำหรับนำมาใช้ในการเตรียมมายองเนสเสริมไลโคปีนต่อไป

2.3 การเตรียมมายองเนส

2.3.1 การเลือกสูตรมายองเนส

ชั่งส่วนผสมมายองเนสที่มีชนิดและปริมาณของส่วนประกอบที่ต่างกัน ได้แก่ สูตรที่ 1 นมข้นหวานดัดแปลงและนมสดชนิดจืด สูตรที่ 2 ไข่แดง และสูตรที่ 3 ไข่ขาว เป็นส่วนประกอบหลัก โดยมีส่วนประกอบอื่น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรมายองเนสที่มีส่วนประกอบและปริมาณที่ต่างกัน

ส่วนประกอบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
น้ำส้มสายชู	6.48	9	8.80
น้ำมันถั่วเหลือง	47.47	74	70.38
มัสตาร์ดชนิดครีม	1.72	0.36	0.73
น้ำตาลทราย	6.47	1	-
เกลือ	1.72	1	0.73
นมข้นหวานดัดแปลง	32.36	-	-
นมสดชนิดจืด	3.24	-	-
พริกไทยดำ	0.54	-	-
พริกไทยขาว	-	0.36	-
ไข่แดง	-	14	
ไข่ขาว	-	-	19.35

ผสมส่วนประกอบในแต่ละสูตรตามลำดับขั้นตอนดังนี้ สูตรที่ 1 ผสมน้ำส้มสายชู มัสตาร์ด น้ำตาลทราย เกลือ และพริกไทยดำ ให้เข้ากันด้วยตะกร้อจนส่วนผสมละลายหมด ใส่นมข้นหวานดัดแปลงและนมสดชนิดจืด คนให้เข้ากัน แล้วค่อย ๆ รินน้ำมันใส่ส่วนผสมทั้งหมด พร้อมปั่นด้วยเครื่องปั่น (blender) (Philips, 600 W, 2 L) จนเป็นเนื้อเดียวกัน สูตรที่ 2 ตีไข่แดง ด้วยตระกร้อให้เป็นเนื้อเดียวกัน ผสมเกลือ มัสตาร์ด น้ำตาล พริกไทยขาว คนให้เข้ากัน ใส่น้ำส้มสายชู คนจนส่วนผสมที่เป็นของแข็งละลายหมด ค่อยๆ รินน้ำมันพร้อมกันตีให้เข้ากัน เข้าเครื่อง

ปั่นให้เนื้อเนียนละเอียด และสูตรที่ 3 ตีไข่ขาวให้ละเอียดจนเป็นเนื้อเดียวกัน ใส่น้ำส้มสายชู เกลือ มัสตาร์ด ผสมให้เข้ากัน ค่อย ๆ รินน้ำมันพร้อมตีให้เข้ากัน เข้าเครื่องปั่นให้เข้ากันจนเนื้อเนียนละเอียด ตรวจสอบคุณสมบัติทางด้านเคมีกายภาพ และประสารทสัมผัสในข้อ 2.4-2.6

2.3.2 การเตรียมมายองเนสเสริมไลโคปีนจากมะเขือเทศ

คัดเลือกสูตรที่เหมาะสมสำหรับการผลิตมายองเนสเสริมไลโคปีนจากมะเขือเทศ และแปรปริมาณไลโคปีนที่ระดับร้อยละ 0 3 6 และ 9 ของน้ำหนักทั้งหมด ชั่งส่วนผสมของสูตรที่คัดเลือกได้ในข้อ 2.3.1 และผสมตามขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง ตรวจสอบคุณสมบัติทางด้านเคมีกายภาพ และประสาทสัมผัส รวมทั้งวิเคราะห์หาปริมาณไลโคปีน และคัดเลือกปริมาณไลโคปีนจากมะเขือเทศที่เหมาะสม เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางด้านเคมีกายภาพของมายองเนสเสริมไลโคปีนในระหว่างการเก็บรักษาต่อไป

2.4 การทดสอบคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ

ทดสอบคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของมายองเนสหลังการผลิต 3 วัน ได้แก่ ค่าสี โดยใช้เครื่องวัดสี (colorimeter) (Hunter Lab, Color Quest XE, USA) ค่าความข้นหนืด (consistency) ด้วยเครื่องวัดความข้นหนืด (Bostwick consistometer) (CSC Scientific co., INC) ค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) (Consort, C381, Switzerland) และปริมาณกรดทั้งหมด (total acidity) ด้วยวิธีการไตเตรท (titration) (AOAC, 2005)

2.5 การวิเคราะห์กลิ่นหืน

การวิเคราะห์หา Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) โดยชั่งตัวอย่าง 2.0 กรัม ใส่ในหลอดทดลอง เติมสารละลายผสม (กรดไทโอบาร์บิทูริก ความเข้มข้นร้อยละ 0.375 และกรดไตรคลอโรอะซิติก ความเข้มข้นร้อยละ 15 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ละลายในสารละลายไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.25 นอร์มัล) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ให้ความร้อนในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ทำให้เย็น แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 8,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที นำของเหลวส่วนบน (supernatant) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (UV-visible spectrophotometer, Genesys รุ่น 10uv) และใช้สารละลายผสมที่ไม่มีการเติมตัวอย่างเป็น blank คำนวณหาค่าความเข้มข้นของมาโลนอลดีไฮด์ (MDA) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ 1.56×10^5 $M^{-1}cm^{-1}$ และเปลี่ยนความเข้มข้นของ MDA เป็นค่า Thiobarbituric acid (TBA) ซึ่งมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อตัวอย่าง 1 กิโลกรัม (mg MDA/kg) โดยคำนวณตามวิธีของ Jayasingh และ Cornforth (2003)

2.6 การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยวิธีทดสอบความชอบ (liking test) ของผู้บริโภค โดยใช้สเกลความชอบ 9 ระดับ (9 - point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝน อายุระหว่าง 19 - 45 ปี จำนวน 45 คน

2.7 การวิเคราะห์หาปริมาณไลโคปีน

ชั่งตัวอย่างหนัก 0.5 กรัม เติมสารละลายผสม (สารละลายเอทานอล ร้อยละ 25 เฮกเซน ร้อยละ 50 อะซิโตน ร้อยละ 25 และสารละลาย BHT ร้อยละ 0.05) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ที่เก็บไว้ในขวดสีชา ผสมให้เข้ากัน และเติมน้ำกลั่น ปริมาตร 3 มิลลิลิตร แยกสารละลายเฮกเซน (สีแดงส้ม) ที่อยู่ส่วนบนออก โดยตั้งทิ้งไว้ในที่มืดนาน 5 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 503 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณไลโคปีน โดยใช้สูตร ปริมาณไลโคปีน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) = $(A_{503} \times 31.2) /$ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม) (Fish, Perkins-Veazie และ Collins, 2002)

2.8 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) สำหรับการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ และวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) สำหรับการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของมายองเนส ทดสอบความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance, ANOVA) หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทรีทเมนท์ (treatment) โดยวิธี Duncan' s New Multiple Range Test (DMRT) ($p \leq 0.05$)

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 ผลของชนิดและปริมาณองค์ประกอบที่แตกต่างกันที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและประสาทสัมผัสของมายองเนส

คัดเลือกชนิดและปริมาณองค์ประกอบที่แตกต่างกันของมายองเนสแต่ละสูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 มีส่วนประกอบของนมข้นหวานดัดแปลง นมสดชนิดจืด และพริกไทยดำ สูตรที่ 2 มีส่วนผสมของไข่แดง และพริกไทยขาว และสูตรที่ 3 มีส่วนผสมของไข่ขาว เป็นส่วนประกอบหลัก ตารางที่ 2 แสดงผลของชนิดและปริมาณองค์ประกอบ หรือสูตรที่แตกต่างกันที่มีต่อคุณสมบัติทางด้านเคมีกายภาพ และประสาทสัมผัสของมายองเนส

ตารางที่ 2 ผลของคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของมายองเนส 3 สูตร

คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
pH [ns]	4.20 ± 0.09	4.07 ± 0.06	4.13 ± 0.04
Total acidity (% acetic acid)	0.29 ± 0.01 [c]	0.42 ± 0.03 [a]	0.38 ± 0.02 [b]
TBA (mg MDA/kg)	4.15 ± 0.19 [a]	0.78 ± 0.03 [b]	0.43 ± 0.01 [c]
Consistency (cm)	0 ± 0.00 [c]	4.77 ± 1.42 [a]	0.13 ± 0.15 [b]
*L**	40.65 ± 1.50 [c]	78.46 ± 2.72 [b]	89.18 ± 1.51 [a]
*a**	-1.43 ± 0.37 [b]	0.20 ± 0.24 [a]	-3.74 ± 0.26 [c]
*b**	17.67 ± 0.18 [b]	36.10 ± 1.61 [a]	14.39 ± 0.75 [c]

[ns] ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

[a, b, c] ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลองพบว่า ตัวอย่างสูตรที่ 2 มีปริมาณกรดทั้งหมด (กรดอะซิติก) สูงที่สุด เนื่องจากมีปริมาณน้ำส้มสายชู (ร้อยละ 9) มากที่สุด สูตรที่ 1 มีค่า TBA สูงที่สุด อาจเนื่องจากในส่วนผสมมีนมข้นหวานดัดแปลง ร้อยละ 32.36 และน้ำมันถั่วเหลืองเพียงร้อยละ 47.47 ในขณะที่สูตรที่ 2 และ 3 มีปริมาณน้ำมันถั่วเหลืองสูงถึงร้อยละ 74.0 และ 70.38 ตามลำดับ การเติมนมข้นหวานดัดแปลงซึ่งมีส่วนประกอบของน้ำมันปาล์ม อาจทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในระหว่างการเก็บรักษานมข้นหวานมาก่อนที่จะนำมาเป็นส่วนผสมในการผลิตมายองเนส

ตัวอย่างสูตรที่ 1 มีค่าความข้นหนืดสูงที่สุด รองลงมาคือ ตัวอย่างสูตรที่ 3 และ 2 ตามลำดับ เนื่องจากสูตรที่ 1 มีส่วนประกอบที่เป็นของเหลว ได้แก่ น้ำส้มสายชูและน้ำมันถั่วเหลืองน้อยกว่าสูตรที่ 3 และ 2 ตามลำดับ สำหรับค่าความสว่างของตัวอย่างเรียงลำดับจากค่ามากไปหาน้อย ได้แก่ สูตรที่ 3, 2 และ 1 ตามลำดับ เนื่องจากความสว่างของผลิตภัณฑ์จะสัมพันธ์กับชนิดหรือสีของวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสม ได้แก่ ไข่ขาว ไข่แดง และนมข้นหวานดัดแปลงซึ่งมีพริกไทยดำเป็นส่วนผสม ตามลำดับ ส่วนค่าความเข้มของสีแดงและสีเหลือง พบว่า มายองเนสสูตรที่ 2 มีค่าสูงที่สุด เนื่องจากมีไข่แดงเป็นส่วนประกอบ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองอมส้มแดง รองลงมาคือสูตรที่ 1 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งค่าความเข้มของสีแดงและสีเหลืองให้ผลสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ชนิดและปริมาณของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตมายองเนสแต่ละสูตร มีผลทำให้ปริมาณกรดทั้งหมด ค่า TBA ค่าความสว่าง ค่าความเข้มของสีแดงและสีเหลืองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ยกเว้นความเป็นกรด-ด่าง

ผลของสูตรมายองเนสที่แตกต่างกันที่มีต่อการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการทดสอบความชอบของผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 42 คน แสดงในตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของมายองเนส 3 สูตร พบว่า คะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทุกตัวอย่างได้รับคะแนนความชอบอยู่ในช่วง 4-6 คือ รู้สึกเฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย

ตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของมายองเนส 3 สูตร

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	5.44 ± 1.40	5.07 ± 1.52	5.16 ± 1.43
สี ^{ns}	5.44 ± 1.40	5.07 ± 1.52	5.16 ± 1.43
กลิ่นรส ^{ns}	4.79 ± 1.44	4.90 ± 1.46	4.74 ± 1.48
รสชาติ ^{ns}	4.58 ± 1.55	4.81 ± 1.76	4.55 ± 1.66
ลักษณะเนื้อสัมผัส ^{ns}	4.99 ± 1.62	4.95 ± 1.58	4.95 ± 1.56
ความชอบโดยรวม ^{ns}	4.96 ± 1.32	5.01 ± 1.45	4.90 ± 1.48

^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากผลการทดลองข้างต้นสรุปได้ว่า มายองเนสสูตรที่ 1 มีค่าความข้นหนืดสูงที่สุด น่าจะส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวในระหว่างการเก็บรักษาได้ดี และมีคะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี และลักษณะเนื้อสัมผัสสูงที่สุด (แม้จะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) แต่เนื่องจากสูตรที่ 1 มีค่า TBA มากกว่าตัวอย่างสูตรอื่น ๆ แสดงให้เห็นว่าเกิดกลิ่นหืนได้ง่าย จึงควรจะนำมายองเนส สูตรที่ 1 ซึ่งมีนมข้นหวานดัดแปลงและนมสดชนิดจืดเป็นส่วนประกอบหลักมาปรับปรุงคุณภาพด้านการหืนให้มีค่า TBA ลดน้อยลง โดยการเติมไลโคปีนจากมะเขือเทศ ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชัน และศึกษาผลของการเติมไลโคปีนในระดับต่าง ๆ ที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและประสาทสัมผัสของมายองเนส

3.2 ผลของไลโคปีนจากมะเขือเทศที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและประสาทสัมผัสของมายองเนส

ผลของการเติมไลโคปีนจากมะเขือเทศที่ระดับร้อยละ 0, 3, 6 และ 9 ในมายองเนส สูตรที่ 1 ที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ แสดงในตารางที่ 4 จากผลการทดลองพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) อาจเนื่องจากส่วนประกอบที่เป็นนม ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นบัฟเฟอร์ การเติมไลโคปีนเพิ่มมากขึ้น ไม่ทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดแตกต่างกัน ($p > 0.05$) และการเติมไลโคปีนที่สกัดจากมะเขือเทศในมายองเนสไม่ทำให้ค่า TBA แตกต่างกัน อาจเนื่องจากการเพิ่มสารสกัดไลโคปีนจากมะเขือเทศในปริมาณดังกล่าว ไม่เพียงพอต่อการยับยั้งการเกิดกลิ่นหืนของน้ำมันในมายองเนสที่ทำปฏิกิริยากับอากาศ ซึ่งสามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่ายมากสำหรับผลิตภัณฑ์น้ำมันพืชที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง ดังนั้นอาจต้องใช้สารสกัดจากธรรมชาติที่มีความเข้มข้นสูงหรืออยู่ในรูปแบบผง หรือใช้ร่วมกับการใช้สารเคมีชนิดอื่น เพื่อป้องกันการเกิดกลิ่นหืน การเติมปริมาณไลโคปีนที่ระดับร้อยละ 9 ทำให้มีปริมาณไลโคปีนสูงที่สุด คือ 21.50 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม รองลงมาคือ ที่ระดับร้อยละ 6 3 และ 0 ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า ค่าความข้นหนืดของผลิตภัณฑ์น้อยลง เมื่อเติมไลโคปีนจากมะเขือเทศปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากไลโคปีนที่สกัดได้ มีปริมาณน้ำสูง จึงทำให้ค่าความข้นหนืดของผลิตภัณฑ์ลดน้อยลง และพบว่าการเติมไลโคปีนมีผลทำให้ค่าความเข้มของสีแดงและสีเหลืองสูงขึ้น เนื่องจากไลโคปีนเป็นสารสีแดง และมีเบตา-แคโรทีนที่เป็นสารสีส้มเหลือง ส่งผลให้ค่าความเข้มของสีแดงและสีเหลืองมีค่าสูงขึ้นและสอดคล้องกัน

ตารางที่ 4 ผลของปริมาณไลโคปีนจากมะเขือเทศที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของมายองเนส

คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ	ปริมาณไลโคปีน (ร้อยละ)			
	0	3	6	9
pH [ns]	4.26 ± 0.07	4.19 ± 0.08	4.11 ± 0.07	4.08 ± 0.05
Total acidity [ns] (% acetic acid)	0.36 ± 0.07	0.45 ± 0.08	0.46 ± 0.08	0.51 ± 0.09
TBA [ns] (mg MDA/kg)	3.59 ± 0.30	3.56 ± 0.10	3.49 ± 0.03	3.71 ± 0.07
Lycopene (mg/kg)	5.90 ± 0.04 [d]	9.40 ± 0.16 [c]	15.80 ± 0.04 [b]	21.50 ± 0.07 [a]
Consistency (cm)	0 ± 0.00 [d]	0.23 ± 0.06 [c]	0.63 ± 0.06 [b]	0.90 ± 0.00 [a]
L^* [ns]	47.86 ± 0.61	47.99 ± 2.10	48.62 ± 0.85	48.06 ± 0.68
a^*	-0.486 ± 0.36 [d]	10.62 ± 1.12 [c]	15.67 ± 0.34 [b]	18.76 ± 0.75 [a]
b^*	19.97 ± 0.34 [d]	35.04 ± 0.73 [c]	43.35 ± 0.79 [b]	47.87 ± 2.71 [a]

[ns] ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

[a, b, c, d] ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สำหรับผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของมายองเนสที่เติมไลโคปีนจากมะเขือเทศต่างระดับ (ตารางที่ 5) พบว่า ลักษณะปรากฏ สี รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย ตัวอย่างที่เติมไลโคปีนที่ระดับ ร้อยละ 9 และ 6 ได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสสูงที่สุด อาจเนื่องมาจากการเติมไลโคปีนปริมาณสูง จะทำให้ตัวอย่างมีกลิ่นและรสเปรี้ยวของมะเขือเทศมากขึ้น

ตารางที่ 5 ผลการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของมายองเนสที่เติมไลโคปีนจากมะเขือเทศในปริมาณที่แตกต่างกัน

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ปริมาณไลโคปีน (ร้อยละ)			
	0	3	6	9
ลักษณะปรากฏ [ns]	5.20 ± 1.32	5.38 ± 1.27	5.50 ± 1.22	5.60 ± 1.32
สี [ns]	5.00 ± 1.55	5.20 ± 1.36	5.62 ± 1.21	5.45 ± 1.47
กลิ่นรส	4.90 ± 1.52 [c]	5.15 ± 1.37 [b]	5.40 ± 1.34 [a]	5.45 ± 1.43 [a]
รสชาติ [ns]	5.33 ± 1.56	5.65 ± 1.35	5.83 ± 1.22	5.57 ± 1.39
ลักษณะเนื้อสัมผัส [ns]	5.33 ± 1.35	5.53 ± 1.30	5.58 ± 1.36	5.53 ± 1.34
ความชอบโดยรวม [ns]	5.25 ± 1.32	5.50 ± 1.26	5.75 ± 1.26	5.59 ± 1.47

[ns] ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

[a, b, c] ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีกายภาพ และประสาทสัมผัสของมายองเนสที่เติมไลโคปีนจาก มะเขือเทศที่ระดับต่าง ๆ พอจะสรุปได้ว่า การเติมไลโคปีนที่ระดับ ร้อยละ 9 จะทำให้ปริมาณไลโคปีน ค่าความเข้มของสีแดงและสีเหลืองสูงที่สุด และได้รับคะแนนทางด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างที่ระดับอื่น ๆ และการเติมไลโคปีนที่ระดับร้อยละ 6 และ 9 ได้รับคะแนนความชอบทางด้านกลิ่นรสสูงที่สุด และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่การเติมปริมาณไลโคปีนที่ระดับร้อยละ 9 ทำให้มายองเนสมีความข้นหนืดน้อยกว่าที่ระดับร้อยละ 6 ดังนั้นจึงเลือกเติมไลโคปีนจากมะเขือเทศที่ระดับร้อยละ 6 เนื่องจากได้รับคะแนนทางด้านประสาทสัมผัสไม่แตกต่างจากระดับ ร้อยละ 9 แต่มีความข้นหนืดสูงกว่า ซึ่งเป็นคุณลักษณะสำคัญของมายองเนสในระหว่างการเก็บรักษา

3.3 ผลของอายุการเก็บรักษาที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของมายองเนสเสริมไลโคปีนจากมะเขือเทศ

ตารางที่ 6 แสดงผลของการเติมไลโคปีนจากมะเขือเทศที่ระดับร้อยละ 6 ที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของมายองเนสในระหว่างการเก็บรักษา จากผลการทดลองพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความเข้มของสีเหลืองเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บ 3 สัปดาห์แรก และพบว่าค่า TBA ค่าความสว่าง และค่าความเข้มของสีแดงเพิ่มขึ้นเมื่อสัปดาห์ที่ 6 หลังจากนั้นไม่เปลี่ยนแปลงตลอดการเก็บรักษานาน 9 สัปดาห์ ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดและค่าความข้นหนืดของมายองเนสไม่เปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

ตารางที่ 6 ผลของการเติมไลโคปีนจากมะเขือเทศที่ระดับร้อยละ 6 ที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของมายองเนสในระหว่างการเก็บรักษา

คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)			
	0	3	6	9
pH	3.74 ± 0.03 [b]	4.11 ± 0.07 [a]	4.06 ± 0.01 [a]	4.10 ± 0.06 [a]
Total acidity [ns] (% acetic acid)	0.44 ± 2.21	0.47 ± 1.89	0.47 ± 2.02	0.41 ± 1.32
TBA (mg MDA/kg)	3.39 ± 0.04 [b]	3.73 ± 0.04 [b]	4.11 ± 0.13 [a]	4.17 ± 0.37 [a]
Consistency [ns] (cm)	0.55 ± 0.18	0.23 ± 0.06	0.33 ± 0.15	0.30 ± 0.00
*L**	41.36 ± 0.92 [b]	42.03 ± 1.10 [b]	48.43 ± 1.10 [a]	48.12 ± 0.78 [a]
*a**	9.89 ± 0.50 [b]	10.77 ± 0.75 [ab]	11.40 ± 0.74 [a]	11.54 ± 0.25 [a]
*b**	31.52 ± 0.69 [b]	36.71 ± 2.04 [a]	37.75 ± 1.90 [a]	38.28 ± 0.88 [a]

[ns] ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

[a, b] ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4. สรุป

การผลิตมายองเนสเสริมไลโคปีนจากมะเขือเทศ เลือกใช้มายองเนส สูตรที่ 1 ซึ่งมีนมข้นหวานดัดแปลงและนมสดชนิดจืดเป็นวัตถุดิบ เนื่องจากมีความข้นหนืดสูงที่สุด และการเติมไลโคปีนจากมะเขือเทศในปริมาณต่าง ๆ ลงในมายองเนสสูตรที่ 1 ไม่มีผลต่อค่า TBA แต่การเติมไลโคปีนจากมะเขือเทศที่ระดับร้อยละ 9 มีผลทำให้ปริมาณไลโคปีน ค่าความเข้มของสีแดงและสีเหลืองสูงที่สุด แต่มีความข้นหนืดต่ำที่สุด ดังนั้นจึงเลือกเติมไลโคปีนจากมะเขือเทศที่ระดับร้อยละ 6 และศึกษาอายุการเก็บรักษาในขวดแก้วที่อุณหภูมิห้อง พบว่า สามารถเก็บได้นาน 3 สัปดาห์ โดยปริมาณกรดทั้งหมด ค่า TBA ค่าความข้นหนืด ค่าความสว่าง และค่าความเข้มของสีแดงไม่เปลี่ยนแปลงตลอดการเก็บรักษา

5. เอกสารอ้างอิง

Alda, L. M., Gogoasa, I., Bordean, D., Gergen, I. Alda, S., Moldovan, C. and Nita, L. 2009. Lycopene content of tomatoes and tomato products. **Journal of Agroalimentary Process and Technologies** 15(4): 540-542.

AOAC. 2005. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18th ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC International.

Bramley, P. M. 2000. Is lycopene beneficial to human health? **Phytochem** 54(3): 233-236.

Candogan, K. 2002. The effect of tomato paste on some quality characteristics of beef patties during refrigerated storage. **European Food Research and Technology** 215(4): 305–309.

Choudhari, S. M. and Ananthanarayan, L. 2007. Enzyme aided extraction of lycopene from tomato tissues. **Food Chemistry** 102: 77–81.

Clinton, S. K. 1998. Lycopene: Chemistry, biology, and implications for human health and disease. **Nutrition Reviews** 56(2Pt1): 35-51.

Fish, W. W., Perkins-Veazie, P. and Collins, J. K. 2002. A quantitative assay for lycopene that utilizes reduced volumes of organic solvents. **Journal of food composition and analysis** 15(3): 309-317.

Jayasingh, P. and Cornforth, D. P. 2003. Comparison of antioxidant effects of milk mineral, butylated hydroxytoluene and sodium tripolyphosphate in raw and cooked ground pork. **Meat Science** 66(1): 83-89.

Kong, K., Khoo, H., Prasad, K. N., Ismail, A., Tan, C. and Rajab, N. F. 2010. Revealing the power of the natural red pigment lycopene. **Molecules** 15(2): 959-987.

Kris-Etherton, P. M., Hecher, K. D., Bonanome, A., Coval, S. M., Binkoski, A. E., Hilpert, K. F., Griel, A. E., Etherton, T. D. 2002. Bioactive compounds in foods: Their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. **The American Journal of Medicine** 113(9B): 71S-80S.

Østerlie, M. and Lerfall, J. 2005. Lycopene from tomato products added minced meat: Effect on storage quality and colour. **Food Research International** 38(8-9): 925–929.

Rath, S., Olempska-Beer, Z. and Kuznesof, P. M. 2009. Lycopene extract from tomato: Chemical and technical assessment (CTA). U.S: Center for Food Safety and Applied Nutrition, FDA.

Sa´nchez-Escalante, A., Torrescano, G., Djenane, D., Beltra´n, J. A. and Roncale´s, P. 2003. Stabilization of colour and odour of beef patties using lycopene-rich tomato and peppers as a source of antioxidants. **Journal of the Science of Food and Agriculture** 83(3): 187–194.

Sharma, S.K. and Le Maguer, M. 1996. Lycopene in tomatoes and tomato pulp fractions. **Italian Journal of Food Science** 8(N°2): 107–113.

Xianquan, S., Shi, J., Kakuda, Y., Yueming, J. 2005. Stability of lycopene during food processing and storage. **Journal of Medicinal Food** 8(4): 413-422.