วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ
การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5

ผลของการเติมสารสกัดแอนโธไซยานินส์จากรำข้าวเหนียวดำต่อการเหม็นหืนของผลิตภัณฑ์กุนเชียง

Effect on Rancidity of Chinese sausage by adding the Extracted Anthocyanin from Black Non-Glutinous Rice Bran

นภาพร ดีสนาม[1*] และ เพรชรัตน์ บัววงค์[2]

[1]อาจารย์ [2]นักศึกษา สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง 52000

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการเติมสารสกัดแอนโธไซยานินส์จากรำข้าวเหนียวดำที่เหมาะสมในการผลิตกุนเชียงหมู และผลของการยับยั้งการเหม็นหืนในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยศึกษาการเติมสารสกัดแอนโธไซยานินส์ร้อยละ 2 และ 3 ร่วมกับโซเดียมไนไตรท์ร้อยละ 0 และ 1 ในการผลิตกุนเชียงหมูในปริมาณที่ต่างกัน ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยการทดสอบความชอบแบบ 9 จุด (9 Point hedonic scale scoring) และการจัดลำดับความชอบ (Ranking test) วิเคราะห์ผลทางเคมีและกายภาพสัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 3 ผลการทดลองพบว่า ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีการเติมสารสกัดแอนโธไซยานินส์จากรำข้าวเหนียวดำร้อยละ 3 และโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 2 มีปริมาณความชื้นน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีการเติมโซเดียมไนไตรท์ร้อยละ 1 ร่วมกับสารสกัดแอนโธไซยานินส์ร้อยละ 3 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดและสามารถยับยั้งการหืนของไขมันในกุนเชียงได้ในระหว่างการเก็บรักษา โดยมีค่า TBA น้อยกว่าตัวอย่างควบคุมในทุกสัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

Abstract

The aim of this research was to studied on the optimization of adding the extracted anthocyanin from black non-glutinous rice bran for prolonging shelf-life of Chinese sausage. The study was done by adding the anthocyanin extracts of 2 and 3 % with the combination of sodium nitrite 0 and 1 % during the processing of Chinese sausage. The sensory attributes evaluated using a nine-point hedonic scale and by using ranking test. The physicochemical analysis of storage study was conducted for 4 weeks. All analysis were carried out in every weeks. The results showed that Chinese sausage with added anthocyanin extracts of 3 % with the combination of sodium chloride 2 % gave the lowest value of moisture content with significantly difference ($p \leq 0.05$). Chinese sausage with added sodium nitrite 1 % with the combination of the anthocyanin extracts of 3 % gave the highest score of overall acceptability. The product can retard oxidation with the value of TBA lower than the control sample with significantly difference ($p \leq 0.05$)

คำสำคัญ : สารแอนโธไซยานินส์ การสกัด กุนเชียง

Keywords : Anthocyanin, Extraction, Chinese Sausage

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ mamnapadee@rmutl.ac.th โทร. 0 5434 2537-8 ต่อ 186

1. บทนำ

ข้าวเหนียวดำมีสารสีโปรแอนโธไซยานิดิน และสารแอนโธไซยานินส์ในปริมาณสูงกว่าข้าวขาว 8–16 เท่า โดยให้สีตั้งแต่สีน้ำเงิน ม่วงน้ำเงิน ม่วง ม่วงแดง ไปจนถึงสีส้ม สารสีต่างๆ ของข้าวมักจะมีอยู่บริเวณเยื่อหุ้มเมล็ดหรือสีของเมล็ดข้าว สารแอนโธไซยานินส์มีประสิทธิภาพที่ดีในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และจะมีค่าสูงสุดเมื่อเมล็ดข้าวแก่เต็มที่ (ดำเนิน, 2554) ในขบวนการสีข้าวเหนียวดำ จะทำให้เกิดผลพลอยได้คือ ปลายข้าวและรำข้าวมากถึงร้อยละ 15 และ 10-12 ตามลำดับ (Matsuo *et al*., 1977) ผลพลอยได้ส่วนใหญ่ใช้เป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์ซึ่งมีมูลค่าต่ำมาก จึงมีแนวคิดในการนำสารสกัดจากรำข้าวเหนียวดำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เนื่องจากผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หลายชนิดมีปริมาณไขมันค่อนข้างสูง การออกซิเดชันของไขมันมีผลทำให้เกิดการเหม็นหืนๆ ได้ง่ายและมีผลต่อคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษา เช่น มีการเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการ การยับยั้งการออกซิเดชันของไขมันมักใช้สารเคมีสังเคราะห์เช่น BHA และ BHT หรือโซเดียมหรือโพแทสเซียมไนไตรท์ ซึ่งอาจมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งในผู้บริโภคได้ (Hathway, 1966) การใช้ประโยชน์จากสารสกัดธรรมชาติในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จึงมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคมากกว่า ปัจจุบันมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำสารสกัดธรรมชาติมาใช้ในการยับยั้งการออกซิเดชันไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หลายชนิด เช่น สารสกัดจากเครื่องเทศ สมุนไพร สารสกัดจากพืชผักและผลไม้ เป็นต้น และยังมีการศึกษาผลของการใช้สารสกัดแอนโธไซยานินในการยับยั้งการออกซิเดชันของไขมันในอาหารหลายชนิด Lambropoulos and Roussis (2007) พบว่า สารสกัดฟินอลิกในไวน์แดงสเปนจำนวน 100 mg/L มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการออกซิเดชันต่อระบบอีมัลชันน้ำมันข้าวโพด Kahkonen and Heinonen (2003) รายงานว่า สารสกัดในไวน์เป็นแหล่งของกรดฟินลอลิกและฟลาโวนอยด์มีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการออกซิเดชันได้มากกว่าตัวอย่างที่มีสาร BHA (200 mg/L) Pike *et al*., (2007) รายงานไว้ว่า สารสกัดแอนโธไซยานินส์และสารฟลาโวนอยด์ในไวน์มีสมบัติเป็น pro-oxidation ส่วน Tananuwong and Tewaruth (2010) พบว่า การใช้สารสกัดแอนโธไซยานินในข้าวเหนียวดำในผลิตภัณฑ์มายองเนสมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการออกซิเดชั่นของไขมันในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ดังนั้นจึงไม่มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำสารสกัดแอนโธไซยานินส์จากรำข้าวมาใช้เพื่อยับยั้งการออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์กุนเชียง

2. วิธีการทดลอง

2.1 ศึกษาวิธีการสกัดสารแอนโธไซยานินส์จากรำข้าวเหนียวดำ และการเติมสารสกัดแอนโธไซยานินส์จากรำข้าวเหนียวดำที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์กุนเชียง

2.1.1 ศึกษาวิธีการสกัดสารแอนโธไซยานินส์จากรำข้าวเหนียวดำ โดยนำรำข้าวเหนียวดำ 10 กรัมจากขบวนการสีข้าวจากสาขาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง มาละลายในสาร acetone ร้อยละ 70 ต่อน้ำกลั่นร้อยละ 30 เป็นตัวทำละลาย เปรียบเทียบกับน้ำกลั่นร้อยละ 100 จำนวน 100 มิลลิลิตร เขย่าในwater bath ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง 2912 rpm ที่อุณหภูมิห้อง 15 นาที แยกส่วนใสออกและเทลงในขวดรูปชมพู่ นำเข้าเครื่องระเหยแบบสุญญากาศ (Rotary Evaporater) ที่ความดัน 985 hPa ความเร็วรอบ 50 rpm และอุณหภูมิ 60 องศาเซสเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ดัดแปลงจาก Tananuwong and Tewaruth (2010) วิเคราะห์หาปริมาณสารแอนโธไซยานินส์ ดัดแปลงจาก (Giusti and Wrolstad, 2005)

2.1.2 ศึกษาปริมาณการเติมสารสกัดแอนโธไซยานินส์จากรำข้าวเหนียวดำที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์กุนเชียง โดยการล้างเนื้อหมู มันแข็ง บดเนื้อหมูและมันแข็งแบบหยาบ เติมผงพะโล้ ผงชูรส น้ำตาลทราย อิริโธเบท ฟอสเฟต และเติมสิ่งทดลองที่ใช้ในการศึกษา นวดผสมจนเหนียวและนำไปอัดลงในไส้หมูด้วยเครื่องอัดไส้ มัดให้เป็นปล้องประมาณ 7 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 ซม. นำไปอบที่อุณหภูมิ 65 ± 5 องศาเซสเซียส เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง ดัดแปลงจากสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง (2536) สิ่งทดลองที่ศึกษามีดังนี้คือ

1 เติมเกลือโซเดียมไนไตร์ทร้อยละ 0 สารสกัดแอนโธไซยานินส์ร้อยละ 2 และเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 2
2 เติมเกลือโซเดียมไนไตร์ทร้อยละ 1 สารสกัดแอนโธไซยานินส์ร้อยละ 2 และเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1
3 เติมเกลือโซเดียมไนไตร์ทร้อยละ 0 สารสกัดแอนโธไซยานินส์ร้อยละ 3 และเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 2
4 เติมเกลือโซเดียมไนไตร์ทร้อยละ 1 สารสกัดแอนโธไซยานินส์ร้อยละ 3 และเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1

จากนั้นทดสอบคุณภาพตัวอย่างโดย การหาปริมาณความชื้น (AOAC, 1995) วัดค่าสี L* a* b* โดยใช้ Colorimeter รุ่น Color Quest XB ยี่ห้อ Hunter lab หาค่า Aw (AW wert – merser) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9-Point hedonic scale ในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมโดยผู้ทดสอบชิมระดับห้องปฏิบัติการจำนวน 50 คน ทดสอบชิม 2 ซ้ำ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อคสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design: RCBD) วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้เรียงลำดับความชอบรวมของผลิตภัณฑ์แบบ Ranking Test โดยให้ลำดับคะแนนที่ 4 ชอบมากที่สุดและ 1 ชอบน้อยที่สุด จากผู้ทดสอบห้องปฏิบัติการจำนวน 50 คนทดสอบชิม 2 ซ้ำของการทดลอง วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้ Friedman test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2.2 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของกุนเชียงที่เติมสารสกัดแอนโธไซยานินส์จากรำข้าวเหนียวดำเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม

นำสูตรกุนเชียงที่เหมาะสมจากข้อ 2.1 เปรียบเทียบกับสูตรควบคุมมาศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ โดยบรรจุผลิตภัณฑ์กุนเชียงในถุงพลาสติกชนิดถุงร้อนแบบสุญญากาศ และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง 38±0.5 องศาเซลเซียส ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในสัปดาห์ที่ 0 1 2 และ 3 โดยการวัดค่าสี L* a* b* หาปริมาณความชื้น (AOAC, 1995) หาค่า Thiobarbituric Acid Number (TBA) ดัดแปลงจาก Ke PJ *et al*., (1984) และวัดปริมาณความเป็นกรด – ด่าง โดยใช้ pH – meter ยี่ห้อ MP 220

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 ผลการศึกษาวิธีการสกัดสารแอนโธไซยานินส์จากรำข้าวเหนียวดำ

สารละลาย acetone : water 70 : 30 v/v ที่ใช้สกัดสารแอนไซยานินส์จากรำข้าวเหนียวดำมีประสิทธิภาพดีกว่าการด้วยน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังตารางที่ 1 เนื่องจากสารแอนโธไซยานินส์ในรำข้าวเหนียวดำละลายได้ดีในสารละลายที่มีขั้วสูง (Tewaruth, 2007) จึงสามารถสกัดสารแอนโธไซยานินส์ได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น อะซีโตนเป็นสารที่มีขั้วและมีจุดเดือด 22 องศาเซลเซียสต่ำกว่าจุดเดือดของสารเอทธานอล (ethanol) (Lide, 2008) การสกัดภายใต้อุณหภูมิต่ำในสภาวะการเกิดไอของสารละลายเป็นการลดพลังงานและลดการเสื่อมประสิทธิภาพในการยับยั้งการออกซิเดชัน (antioxidant) สำหรับสารอะซีโตนได้รับการอนุญาตให้ใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร FAO JECFA Monographs (JECFA, 2006) และ 2009/32/EC (EC, 2009)

ตารางที่ 1 ปริมาณแอนโธไซยานินส์ในสารสกัดจากรำข้าวเหนียวดำในตัวทำละลายที่ต่างกัน

ตัวทำละลาย	ค่า pH	ปริมาณแอนโธไซยานินส์ (mg/l)
acetone : water 70 : 30 v/v	5.45^{a}±0.06	530^{a}±4.76
water 100 %	5.06^{b}±0.06	455^{b}±1.45

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่ามีความแตกต่างทางกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3.2 ผลการศึกษาการเติมสารสกัดแอนโธไซยานินส์จากรำข้าวเหนียวดำที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์กุนเชียง

ค่าสี L* และ a* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังตารางที่ 2 สิ่งทดลองที่ 4 มีค่าสี b* น้อยกว่าทุกสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในการทดลองครั้งนี้สิ่งทดลองที่เติมสารสกัดแอนโธไซยานินส์ใน

ปริมาณที่มากกว่ามีแนวโน้มของค่าสี b* น้อยลง สอดคล้องกับ shen *et al*. (2009) และ นิพัทธาและวริพัสย์ (2553) พบว่า ค่าสี b* ในข้าวชนิดต่างๆ มีความสัมพันธ์เชิงผกผันกับปริมาณสารแอนโธไซยานินส์ทั้งหมดและปริมาณฟินอลิกทั้งหมด จึงเป็นไปได้ว่าสิ่งทดลองที่เติมสารสกัดแอนโธไซยานินส์ในปริมาณที่มากมีปริมาณสารแอนโธไซยานินส์ในผลิตภัณฑ์มากกว่าเช่นกัน

สิ่งทดลองที่ 3 มีปริมาณความชื้นที่น้อยกว่าสิ่งทดลองที่ 1 2 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังตารางที่ 2 กุนเชียงทุกสิ่งทดลองมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 25.91 – 28.84 โดยอาหารที่มีความชื้นปานกลางอยู่ในช่วงร้อยละ 20 - 35 (ศิวาพร, 2546) ส่วนค่า Aw ของสิ่งทดลองที่ 3 น้อยกว่าทุกสิ่งทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การทดสอบลักษณะความชอบทางประสาทสัมผัสพบว่า สิ่งทดลองที่ 2 3 และ 4 ได้รับคะแนนด้านกลิ่นและด้านความชอบรวมจากผู้บริโภคมากกว่าสูตรที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังตารางที่ 2 ส่วนผลการทดสอบลำดับความชอบรวมทางประสาทสัมผัสแบบ Ranking Test พบว่า สิ่งทดลอง 3 ได้รับคะแนนลำดับความชอบกว่าทุกสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สิ่งทดลองที่ 3 มีปริมาณความชื้นน้อยที่สุดและเป็นที่ยอมรับด้านความชอบทางประสาทสัมผัส ส่วนสิ่งทดลองที่ 4 ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสทั้ง 2 วิธีไม่ต่างกันมากนักและมีค่าสี b* น้อยที่สุด โดยมีการเติมสารสกัดสารแอนไซยานินส์ในปริมาณมาก จึงใช้ทั้ง 2 สิ่งทดลองในการศึกษาขั้นต่อไป

3.3 ผลของการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมสารสกัดแอนโธไซยานินส์

จากการทดลองเมื่อศึกษาอายุการเก็บรักษากุนเชียงสูตรที่เติมโซเดียมไนไตรท์ร้อยละ 1 สารสกัดร้อยละ 3 และสูตรที่ไม่เติมโซเดียมไนไตรท์และสารสกัดร้อยละ 3 เปรียบเทียบกับสูตรควบคุมซึ่งเติมเฉพาะโซเดียมไนไตรท์ร้อยละ 2 ในคุณภาพด้านกายภาพและทางเคมีซึ่งได้ผลดังนี้

ตารางที่ 2 สมบัติทางเคมี-กายภาพและทางประสาทสัมผัสของกุนเชียงที่เติมสารสกัดแอนโธไซยานินส์จากรำข้าวเหนียวดำ

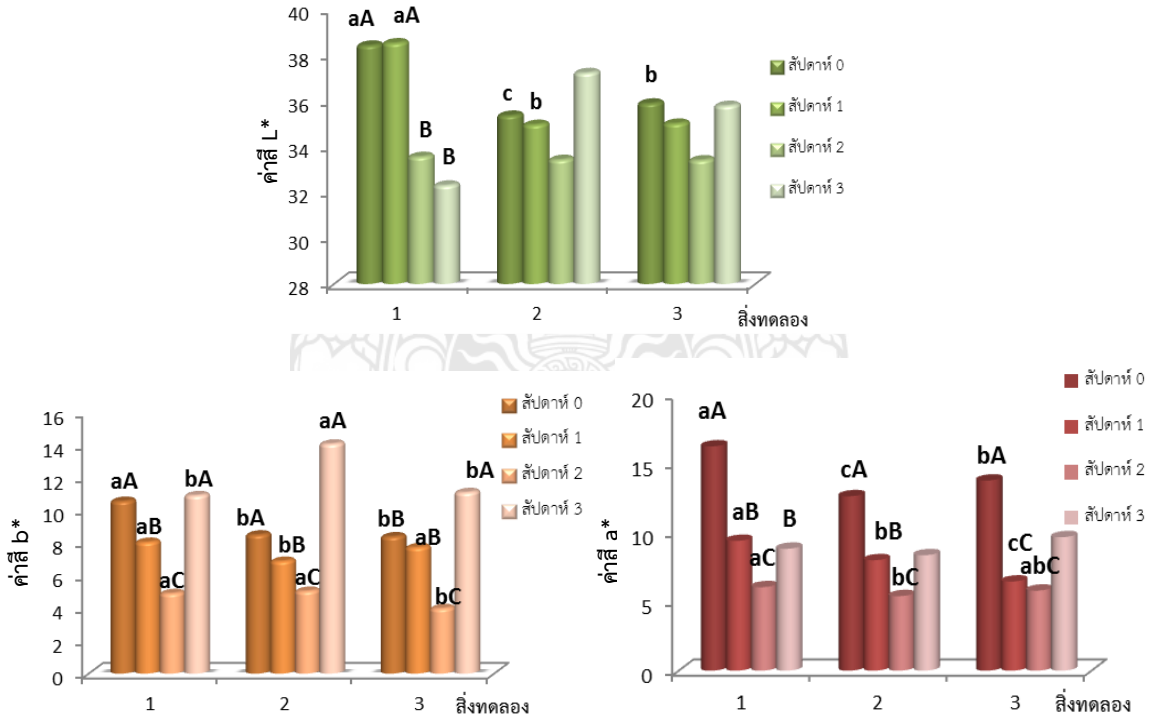
สมบัติทางเคมี-กายภาพ และทางประสาทสัมผัส	สิ่งทดลองที่			
	1	2	3	4
L*^{ns}	35.04 ± 3.7	34.98 ± 2.7	35.78 ± 0.9	34.10 ± 2.3
a*^{ns}	7.53 ± 1.6	7.70 ± 1.8	6.75 ± 1.2	7.81 ± 1.1
b*	8.59^{a} ± 0.9	7.71^{b} ± 0.5	7.50^{b} ± 0.6	6.58^{c} ± 0.7
ความชื้น (ร้อยละ)	28.53^{a}±1.1	28.65^{a}±0.4	25.91^{b}±0.7	28.84^{a}±0.5
ค่า Aw	0.8881^{b}±0.00	0.8865^{c}±0.00	0.8861^{d}±0.00	0.8883^{a}±0.00
ลักษณะความชอบทางประสาทสัมผัส				
ลักษณะปรากฏ^{ns}	6.6 ± 0.8	6.8 ± 0.9	6.7 ± 0.8	6.8 ± 0.9
กลิ่น	6.8^{b} ± 0.9	7.1^{a} ± 0.9	6.9^{ab} ± 0.8	7.0^{ab} ± 0.8
รสชาติ^{ns}	7.2 ± 0.8	7.3 ± 0.8	7.1 ± 0.7	7.3 ± 0.8
สี^{ns}	6.5 ± 1.1	6.6 ± 1.0	6.4 ± 1.0	6.7± 1.0
เนื้อสัมผัส^{ns}	6.7± 0.8	7.0 ± 0.8	6.9 ± 0.8	7.0 ± 0.9
ความชอบรวม	7.0 ^{b}± 0.6	7.3^{a} ± 0.7	7.1^{ab} ± 0.7	7.2^{a} ± 0.8
ลำดับความชอบรวม (Ranging test)	2.35^{a}±1.09	2.85^{a}±1.15	2.22^{b}±0.99	2.5^{a}±1.16

หมายเหตุ : ^{ns} หมายถึง ค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)
ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่ามีความแตกต่างทางกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
สิ่งทดลองที่ 1 หมายถึง โซเดียมไนไตรท์ร้อยละ 0 สารสกัดร้อยละ 2 โซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 2
สิ่งทดลองที่ 2 หมายถึง โซเดียมไนไตรท์ร้อยละ 1 สารสกัดร้อยละ 2 โซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1
สิ่งทดลองที่ 3 หมายถึง โซเดียมไนไตรท์ร้อยละ 0 สารสกัดร้อยละ 3 โซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 2
สิ่งทดลองที่ 4 หมายถึง โซเดียมไนไตรท์ร้อยละ 1 สารสกัดร้อยละ 3 โซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1

3.3.1 ค่าสี L* a* และ b*

ค่าสี L* พบว่า สิ่งทดลองที่ 1 หรือสูตรควบคุมมีค่าความสว่างในสัปดาห์ที่ 0 และ 1 มากกว่าสัปดาห์ที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สารประกอบโซเดียมไนไตร์ทสามารถแตกตัวให้สารไนตริกออกไซด์ เมื่อทำปฏิกิริยากับสารสีไมโอโกลบินในเนื้อสัตว์ทำให้เกิดสารที่ให้สีแดงสว่างแก่ผลิตภัณฑ์กุนเชียง เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลานาน แสง UV อาจมีผลทำให้สีของเนื้อทำให้สีจางลงจากการเกิด oxidizing ของ myoglobin (เยาวลักษณ์, 2536) ค่าความสว่างของสิ่งทดลองที่ 2 และ 3 ทุกสัปดาห์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ค่าสี a* และค่าสี b* พบว่า มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าสีใกล้เคียงกัน โดยทุกสิ่งทดลองมีค่าสีแดง a* และค่าสีเหลือง b* ในสัปดาห์ที่ 0 มากและลดลงในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนสัปดาห์ที่ 3 ทุกสิ่งทดลองมีค่าสีแดงและสีเหลืองเพิ่มขึ้น อาจเป็นผลมาจากการเจริญของจุลินทรีย์ทำให้ค่า pH ต่ำลงทำให้สารแอนโธไซยานินส์มีค่าสีแดงและสีเหลืองเพิ่มขึ้น (Ghosh and Konishi, 2007) สิ่งทดลองที่ 1 และ 3 มีค่าสีแดง a* มากกว่าสิ่งทดลองที่ 2 เนื่องจากมีโซเดียมไนไตร์ทเป็นส่วนผสม สารประกอบไนไตร์ทเมื่ออยู่ในสภาวะกรดอ่อนจะเปลี่ยนเป็นกรดไนตริคออกไซด์ และทำปฏิกิริยากับสารสีไมโอโกลบิน (myoglobin) ในเนื้อสัตว์จะเกิดสารประกอบไนโตรโซไมโอโกลบิน (nitromyoglobin) ซึ่งมีสีแดงชมพู

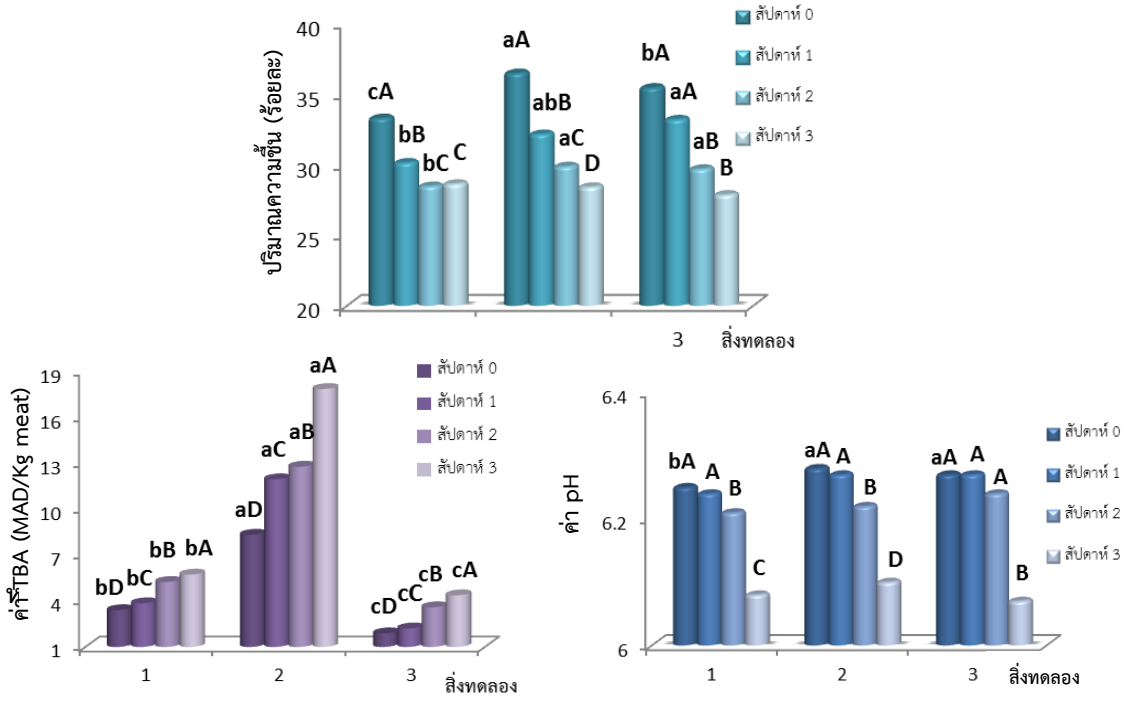


หมายเหตุ : $^{a, b,...}$ หมายถึง สิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
$^{A, B, C,...}$ หมายถึง สัปดาห์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
สิ่งทดลอง 1 โซเดียมไนไตร์ทร้อยละ 2 สารสกัดร้อยละ 0 โซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 0
สิ่งทดลอง 2 โซเดียมไนไตร์ทร้อยละ 0 สารสกัดร้อยละ 3 โซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 2
สิ่งทดลอง 3 โซเดียมไนไตร์ทร้อยละ 1 สารสกัดร้อยละ 3 โซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1

3.3.2 ปริมาณความชื้น พบว่า สิ่งทดลองที่ 2 ในสัปดาห์ที่ 0 มีปริมาณความชื้นมากกว่าสิ่งทดลองที่ 3 และ 1 ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สิ่งทดลองที่ 1 และ 2 มีปริมาณความชื้นเริ่มลดลงในสัปดาห์ที่ 1 2 และ 3 ส่วนสิ่งทดลองที่ 3 มีปริมาณความชื้นเริ่มลดลงในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3.3.3 ค่า TBA พบว่า สิ่งทดลองที่ 2 มีแนวโน้มของค่า TBA สูงสุดในสัปดาห์ที่ 0 1 2 และ 3 รองลงมาคือ สิ่งทดลองที่ 1 และ 3 ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การเติมสารสกัดแอนโธไซยานินส์และโซเดียมคลอไรด์ซึ่งไม่มีโซเดียมไนไตรท์เป็นส่วนผสม ผลิตภัณฑ์ยังคงมีปริมาณความชื้นค่อนข้างสูงและโซเดียมคลอไรด์อาจเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการเหม็นหืนไขมัน ทุกสูตรมีค่า TBA เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สิ่งทดลองที่ 3 ที่มีการเติมสารสกัดแอนโธไซยานินส์ร่วมกับโซเดียมไนไตร์ทอาจมีสมบัติเสริมฤทธิ์กันในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชั่นของไขมัน เช่นเดียวกันกับการเติมสารสกัดแอนโธไซยานินส์จาก Riselle ร่วมกับ xylitol ในผลิตภัณฑ์กุนเชียงมีผลต่อการยับยั้งการออกซิเดชันไขมันในระหว่างการเก็บรักษาช่วงระยะเวลา 28 วันที่อุณหภูมิห้อง ($31 \pm 1^{\circ}C$) ในถุงพลาสติกที่ปิดผนึกแบบสุญญากาศ (Parinyapatthanaboot and Pinsirodom 2011) และ Tabart *et al*., (2009) รายงานว่า สารแอนโธไซยานินส์ ไซยานิดิน (Anthocyanins Cyanidin) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการออกซิเดชันค่อนข้างสูงจากการทดสอบด้วยวิธี TEAC, DPPH และ ORAC มีค่าเท่ากับ 2000, 500-1000 และ 4500 (µmol TE mmol-1) ตามลำดับ

3.3.4 ค่า pH พบว่า สิ่งทดลองที่ 1 และ 2 มีแนวโน้มของค่า pH ลดลงเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่า pH ของสิ่งทดลองที่ 1 น้อยกว่าสิ่งทดลองที่ 2 และ 3 ในสัปดาห์แรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การเก็บรักษากุนเชียงที่มีปริมาณความชื้นปานกลางในสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลานานมักทำให้เกิดการเหม็นหืน ค่า pH ช่วง 6 – 7 เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์พวกแบคทีเรีย และรา



สิ่งทดลอง 2 โซเดียมไนไตร์ทร้อยละ 0 สารสกัดร้อยละ 3 โซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 2
สิ่งทดลอง 3 โซเดียมไนไตร์ทร้อยละ 1 สารสกัดร้อยละ 3 โซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 1

4. สรุป

ผลการศึกษาการเติมสารสกัดแอนโธไซยานินส์จากรำข้าวเหนียวดำ เพื่อลดการเหม็นหืนของไขมันในระ หว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่อุณหภูมิห้อง พบว่า กุนเชียงที่เติมโซเดียมไนไตรท์ร้อยละ 1 ร่วมกับสารสกัดแอนโธไซยานินส์ร้อยละ 3 ได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นและความชอบรวมมากที่สุด ($p \leq 0.05$) ตัวอย่างมีปริมาณความชื้นลดลงในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 การเติมสารสกัดแอนโธไซยานินส์ร่วมกับโซเดียมไนไตร์ทมีผลต่อการยับยั้งการเกิดออกซิเดชั่นของไขมันในระหว่างการเก็บรักษาได้ดีกว่าการเติมสารสกัดอย่างเดียวหรือการเติมโซเดียมไนไตรท์อย่างเดียว โดยมีค่า TBA ต่ำกว่าทุกสูตรในทุกสัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง ที่สนับสนุนงานวิจัยด้วยงบผลประโยชน์ประจำปี 2555

6. เอกสารอ้างอิง

ดำเนิน กาละดี. 2554. **ข้าวก่ำ ข้าวเหนียวดำ ทรัพยากรข้าวไทยที่ถูกลืม.** สถาบันวิจัยวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นิพัทธา ชาติสุวรรณ และวริพัสย์ อารีกุล. 2553. **พารามิเตอร์สี ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและปริมาณแอนโธไซยานินในข้าวสายพันธุ์ต่างๆ**. คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์.** พิมพ์ครั้งที่ 2 ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง. 2536. **เอกสารประกอบการฝึกงานนักศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร**; สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง.

ศิวาพร ศิวเวช. 2546. **วัตถุเจือปนในอาหาร เล่ม 2**. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

AOAC, 1995. **Official Method of Analysis**. 16th ed. Association Official Analytical Chemists, Virginia.

EC. 2009. Directive 2009/32/EC of the European parliament and of the council of 23 April 2009 on the approximation of the laws of the member states on extraction solvents used in the production of foodstuffs and food ingredients. **Official Journal of the European Union, L,** 141, 3–11.

Ghosh D, and Konishi T. 2007. Anthocyanins and anthocyanin-rich extracts: role in diabetes and eye function. **Asia Pac J Clin Nutr** ; 16: 200-208.

Giusti, M. M., and Wrolstad, R. E. 2005. **Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy.** In R. E. Wrolstad, T. E. Acree, E. A. Decker, M. H. Penner, D. S. Reid, S. J. Schwartz, C. F. Shoemaker, D. Smith, & P. Sporns (Eds.), Handbook of food analytical chemistry: Pigments, colorants, flavors, texture, and bioactive food components. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.

Hathway, D.E. 1996. Metabolic fats in animals of hindered phenolic antioxidants in relation to their safety evaluation and antioxidants function. **Advances in Food Res**. 15: 1-6.

JECFA. 2006. **Online edition: "Combined compendium of food additive specifications"; acetone, monograph 1**. Rome, Italy: FAO. http://www.fao.org/ag/agn/jecfaadditives/details.html?idฬ689. Accessed 06.07.09.

Tananuwong K. and Tewaruth W. 2010. Extraction and application of antioxidants from black glutinous rice. **Food Science and Technology**. Vol 43: 476-481.

Kahkonen MP and Heinonen M. 2003. Antioxidant activity of anthocyanins and their aglycones. **J Agric Food Chem**. 51: 628-633.

Ke PJ, Cervantes E and Robles – Martinez C. 1984**. Determination of official Analytical Chemists**. Washington, DC.

Lambropoulos I, and Roussis IG. 2007. Antioxidant activity of red wine phenolic extracts towards oxidation of corn oil. **Eur J Lipid Sci Technol**. 109: 623-628.

Lide, D. R. (Ed.). 2008. **CRC handbook of chemistry and physics**. Boca Raton, FL: CRC Press.

Matsuo, T., Y. Futsuhara, F. Kikuchi and H. Yamaguchi. 1977. **Science of the Rice Plant. Vol.3: Genetics.** Food and Agricultural Policy Research Center. Tokyo. 318-326.

Parinyapatthanaboot T, and Pinsirodom P. 2011. **Effect of Xylitol Concentration on Oxidative Stability and Quality Parameters of Roselle Anthocyanin Added Chinese-style Sausage**. 12 th ASEAN FOOD CONFERENCE 2011. 16 -18 June. BITEC Bangna, Bangkok, Thailand.

Pike PR, Abdel-Aal E-S M, and McElroy AR. 2007. Antioxidant activity of oat malt extracts in accelerated corn oil oxidation. **J Amer Oil Chem Soc**; 84: 663-667.

Shen Y., L. Jin, P. Xiao, Y. Lu, and J. Bao. 2009. Total phenolics, flavonoids, antioxidant capacity in rice grain and their relations to grain color, size and weight. **J. Cereal Sci**.49:106–111.

Tabart, J., C. Kevers, J. Pincemail, J.-D. Defraigne, and J. Dommes. 2009. Comparative antioxidant capacities of phenolic compounds measured by various methods. **Food Chemistry.** 113:1226-1233.

Tananuwong K. and Tewaruth W. 2010. Extraction and application 0f antioxidants from black glutinous rice. **Food Science and Technology**. 43: 476-481.

Tewaruth W. 2007. **Antioxidant activity of black glutinous rice *Oryza sativa L.* extracts**. Thesis (M.Sc.) Chulalongkorn University.