

**ผลของการเสริมรำข้าวดำต่อคุณลักษณะทางเคมี กายภาพ ประสาทสัมผัส และความคงตัวของ
กุนเชียง ระหว่างการเก็บรักษา**
**Effects of Purple Rice Bran Addition on the Physicochemical-Sensorial Properties
and Storage Stability of Chinese Sausage**

เกศสินี ต๊ะต่องใจ และธรรณพ เหล่ากุลดิolk^{*}
Kessinee Tatongjai and Thunnop Laokuldilok^{*}

Received: August 29, 2017

Accepted: October 27, 2017

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมรำข้าวดำ (ร้อยละ 0.25, 0.5 และ 1) ต่อคุณลักษณะและความคงตัวต่อการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์กุนเชียง ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน ผลการทดลองพบว่า การเสริมรำข้าวดำส่งผลต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ลักษณะเนื้อสัมผัส และลักษณะทางประสาทสัมผัสของกุนเชียง โดยกุนเชียงที่เสริมรำข้าวดำร้อยละ 1 มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ประกอบด้วย สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 743 µgGAE/g แอนโทไซยานินทั้งหมด 14.99 µg/g โทโคฟีรอลทั้งหมด 18.09 µg/g และแกมมาออโรซานอล 51.63 µg/g การเสริมรำข้าวดำที่ระดับต่างๆ ไม่ส่งผลต่อค่าความแข็ง (hardness) ค่าที่ทำให้อาหารแยกตัวออกจากนวมกึ๋น (gumminess) และ ค่าการเคี้ยวอาหาร (chewiness) ของกุนเชียง แต่กุนเชียงที่เสริมรำข้าวดำร้อยละ 1 จะทำให้ค่าความสามารถในการคืนตัวของอาหาร (springiness) และ ค่าการยึดเกาะกันภายในเนื้ออาหาร (cohesiveness) ลดลงเล็กน้อย การประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่า กุนเชียงที่เสริมรำข้าวดำ ได้รับคะแนนด้านสี กลิ่น กลิ่นรสและความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากกุนเชียงที่ไม่เสริมรำข้าวดำ ภายหลังจากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน กุนเชียงที่ไม่เสริมรำข้าวดำมีค่ากรดไทโอบาร์บิทริก (TBA) 2.13 µg/g ในขณะที่กุนเชียงเสริมรำข้าวดำร้อยละ 1 มีค่า TBA 0.39 µg/g แสดงให้เห็นว่าสารต้านอนุมูลอิสระจากรำข้าวดำช่วยชะลอการเกิดออกซิเดชันของไขมันในระหว่างการเก็บรักษาได้

คำสำคัญ : รำข้าวดำ กุนเชียง สารต้านอนุมูลอิสระ การเก็บรักษา

ABSTRACT

The aim of this research was to study the effect of addition of purple rice bran (0.25, 0.5 and 1%) on the properties and storage stability of Chinese sausage (at 4°C for 30 days). The results showed that Chinese sausage added with 1% purple rice bran had the highest antioxidant contents including 743 µgGAE/g of total phenolic, 14.99 µg/g of total anthocyanin, 18.09 µg/g of total tocopherols and 51.63 µg/g of gamma-oryzanol. Addition of purple rice bran did not affected the hardness, gumminess, and chewiness of the Chinese sausage; however, springiness and cohesiveness of Chinese sausage with 1% addition were slightly decreased. Sensory evaluation showed that color, odor, flavor and overall liking scores of Chinese sausage added with purple rice bran were not significantly different from the control. After 30 days of storage time at 4°C, the thiobarbituric acid (TBA) value of Chinese sausage added with 1% purple rice bran (0.39 µg/g) was lower than that of the control (2.13 µg/g). It indicated that the antioxidants in purple rice bran retarded the lipid oxidation during a period of storage.

Keywords: Purple rice bran, Chinese sausage, Antioxidants, Storage

^{*} Corresponding author e-mail: thunnop.l@cmu.ac.th

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

บทนำ

ผู้บริโภคส่วนใหญ่บริโภคข้าวที่ผ่านการขัดสี เนื่องจากข้าวที่ผ่านการขัดสีมีเนื้อสัมผัสนุ่มนวลรับประทาน ในปัจจุบันข้าวกำลังเป็นที่นิยมบริโภค ดังนั้นจึงมีการ ขัดสีข้าวเก่าเพื่อปรับปรุงคุณภาพของการบริโภคข้าว โดย ข้าวเก่าที่ผ่านการขัดสีด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ แอนโทไซยานิน (anthocyanin) แกมมาโอไรซานอล (gamma-oryzanol) พอลิฟีนอล (polyphenols) และ ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เป็นต้น โดยเฉพาะสารแอนโทไซยานิน ชนิดไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์ ที่พบมากในรำจากข้าวเก่า [1] รายงานของ Chun-Ying et al. [2] ใช้แอนโทไซยานินในการป้องกันการเกิดออกซิเดชันของอิมัลชันชนิดน้ำมันใน น้ำ เนื่องจากแอนโทไซยานินมีโครงสร้างโมเลกุล ประกอบด้วยสารประกอบเชิงซ้อนที่มีหมู่ไฮดรอกซิลที่สามารถให้ไฮโดรเจนอะตอมกับอนุมูลอิสระ และแอนโทไซยานินยังใช้เป็นสารให้สีในอาหาร [2] นอกจากรำข้าวเก่าจะอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระแล้วยังมีปริมาณ สารอาหารอยู่มาก โดยรำข้าวเก่าโดยเฉลี่ยแล้วมีปริมาณ มีปริมาณโปรตีน ไขมัน และใยอาหาร ร้อยละ 11.04-12.30 14.49-17.92 และ 13.48-16.8 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ [3] ดังนั้นการเสริมรำข้าวเก่าโดยตรงในอาหาร จึงอาจให้ทั้งสารอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระแก่ ผลิตภัณฑ์อาหารนั้น โดย Laokuldilok et al. [4] ทดลองเสริมรำข้าวเก่าในขนมปังพบว่า การเสริมรำข้าวเก่า ร้อยละ 5 แทนที่แป้งสาลี สามารถเพิ่มกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระของขนมปังได้เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม จะเห็นได้ว่า สารสำคัญในรำข้าวเก่ามีศักยภาพในการนำไป ประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารในการช่วยยืดอายุการเก็บรักษา และเพิ่มคุณค่าทางอาหาร

ผลิตภัณฑ์อาหารที่นิยมเติมสารแอนโทไซยานิน เพื่อช่วยในการต้านอนุมูลอิสระส่วนใหญ่เป็นอาหาร ประเภทที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบโดยเฉพาะไขมันชนิดไม่อิ่มตัว รวมถึงปริมาณส่วนประกอบอื่นๆ ในอาหารที่ทำหน้าที่รวมออกซิโดซมีผลต่อการเกิดออกซิเดชันในอาหาร

โดยกุ้งเชียงเป็นอาหารที่นิยมบริโภคอย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีรสชาติดี มีคุณค่าทางโภชนาการสูง แต่มีอายุ การเก็บรักษาไม่นานนักโดยสาเหตุสำคัญของการเสื่อมเสีย เนื่องจากเกิดกลิ่นหืนจากการเกิดออกซิเดชันของ ไขมัน ซึ่งกุ้งเชียงมีไขมันเป็นส่วนประกอบถึงร้อยละ 30-32 [5] การทดลองเติมสารจากธรรมชาติชนิดต่างๆ ใน กุ้งเชียงเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา โดย Zhang et al. [6] พบว่า กุ้งเชียงที่มีการเติมสมุนไพรเสจ (*Salvia officinalis*) ค่า TBARS จะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ โดยเสจจะช่วยป้องกันการเกิดออกซิเดชันในกุ้งเชียง และสามารถเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ได้ 21 วัน ส่วน Hyun-Wook et al. [7] ใช้ผงกิมจิร่วมกับการรมควันในกุ้งเชียง สามารถ ลดการเกิดออกซิเดชันของไขมัน ยับยั้งกลิ่นไม่พึงประสงค์ และลดการเสื่อมเสียที่เกิดจากจุลินทรีย์ได้ โดยสามารถ เก็บรักษากุ้งเชียงที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ได้ 28 วัน นอกจากนี้มีการเติมข้าวแดงมากกว่าร้อยละ 1.5 ใน กุ้งเชียงที่มีปริมาณไนโตรเจนต่ำ พบว่าสามารถเก็บรักษา กุ้งเชียงไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ได้ 28 วัน [8] จาก งานวิจัยดังกล่าวจึงมีความเป็นไปได้ที่จะใช้รำข้าวเก่าเป็น แหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระ เพื่อเพิ่มอายุการเก็บรักษา อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นสารให้สีตามธรรมชาติ และเพิ่ม คุณค่าทางโภชนาการแก่ผลิตภัณฑ์ งานวิจัยนี้จึงมี วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการเสริมรำข้าวเก่าในผลิตภัณฑ์ กุ้งเชียงต่อคุณลักษณะของกุ้งเชียงในด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส และศึกษาความคง ตัวของกุ้งเชียงเสริมรำข้าวเก่าในระหว่างการเก็บรักษา

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การเตรียมรำข้าวเก่า

นำรำข้าวเก่าสายพันธุ์ดอยสะเก็ดที่ได้จากโรงสี ท้องถิ่นในจังหวัดเชียงใหม่ มาร่อนด้วยตะแกรงขนาด 20-30 mesh เพื่อให้รำข้าวเก่ามีขนาดเดียวกัน นำไปปรับ ความชื้นให้ได้ร้อยละ 21 และอบด้วยไมโครเวฟที่กำลังไฟ 300 วัตต์ เป็นเวลา 4 นาที จากนั้นทำให้เย็นที่

* Corresponding author e-mail: thunnop.l@cmu.ac.th

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

อุณหภูมิห้อง บรรจุลงในถุงอูมิเนียม เก็บไว้ที่อุณหภูมิ-18 องศาเซลเซียส เพื่อใช้สำหรับการทดลองขั้นต่อไป

2. การผลิตกุนเชียงเสริมรำข้าวเก่า

เสริมรำข้าวเก่าที่ผ่านการเตรียมจากข้อ 1 โดยผันแปรระดับการเสริมร้อยละ 0.25 0.5 และ 1 ของปริมาณ

ส่วนผสม โดยกำหนดให้ตัวอย่างกุนเชียงที่ไม่เสริมรำข้าวเก่าเป็นสูตรควบคุม ซึ่งมีขั้นตอนการผลิตกุนเชียงดัง Figure 1

48.15% pork, 35.29% fat, 0.56% salt, 0.08% cinnamon powder, 10.44% sugar, 1.25% soy sauce, 4.18% water, 0.04% erythorbate and 0.01% nitrite

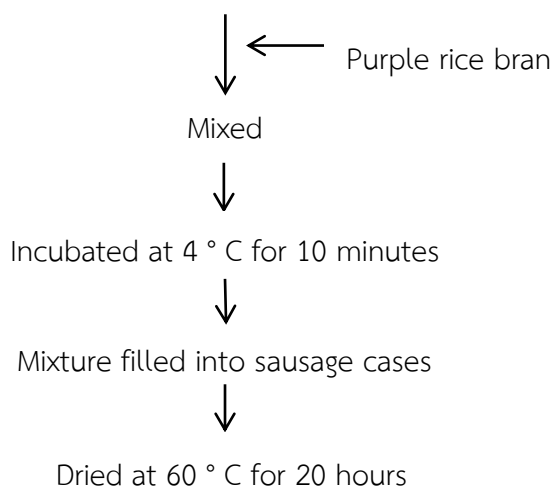


Figure 1. Processing steps for pork Chinese sausage

3. การวิเคราะห์คุณลักษณะของรำข้าวเก่าและผลิตภัณฑ์กุนเชียง

3.1 องค์ประกอบทางเคมีกายภาพของรำข้าวเก่าและกุนเชียง ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า ใยอาหาร คาร์โบไฮเดรต ค่าสี (ระบบ Hunter LAB) และค่าแอกติวิตีของน้ำ (water activity) วิเคราะห์ตาม AOAC 2000 [9]

3.2 ปริมาณสารสำคัญต่อการต้านออกซิเดชัน

3.2.1 สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เตรียมตัวอย่างโดยสกัดตัวอย่างด้วย เมทานอล ร้อยละ 80 สัดส่วน 1:10 (w/v) เขย่าด้วยเครื่องที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 60 นาที แล้วกรองเก็บส่วนใส การวิเคราะห์จะใช้สารสกัดตัวอย่าง 60 μ l เติม Folin-Ciocalteu reagent ความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาณ 2.5

ml ผสมให้เข้ากันและบ่มในที่มืด 2 นาที เติม โซเดียมคาร์บอเนต ร้อยละ 7.5 ปริมาณ 2 ml ผสมให้เข้ากันและบ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที แล้วทำให้เย็นทันที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 760 nm และเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก [10]

3.2.2 แอนโทไซยานินทั้งหมด เตรียมตัวอย่างโดยใช้ตัวอย่างที่ผ่านการสกัดไขมัน เติมน้ำทำลายเมทาโนลิก (เตรียมโดยผสมเมทานอลร้อยละ 80 ปริมาณ 85 ml และ 1 N ไฮโดรคลอริก 15 ml) สัดส่วน 1:10 (w/v) เขย่าที่ 27 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที แล้วกรองเก็บส่วนใส [11] แล้วนำไปวิเคราะห์ต่อด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography; HPLC) โดยกำหนดสภาวะดังนี้ detector: UV-vis diode array detector (530 nm) ใช้คอลัมน์ Inertsil ODS-3 4.6

* Corresponding author e-mail: thunnop.l@cmu.ac.th

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

mm x 250 mm, 5 μ m เฟสเคลื่อนที่เป็น น้ำ: เมทานอล: กรดฟอร์มิก (75:20:5 v/v) ใช้อัตราการไหล 0.8 mL/min และฉีดตัวอย่าง 5 μ L [4]

3.2.3 โทโคฟีรอลทั้งหมด และแกมมาออโรซานอล ซึ่งดัดแปลงวิธีของ Pestana-Bauer et al. [12] สกัดตัวอย่างด้วยไอโซโพรพานอล สัดส่วน 1:10 (w/v) เขย่าที่ 27 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที แล้วกรองเก็บส่วนใส แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วย HPLC กำหนดสภาวะดังนี้ detector: UV-vis diode array detector (325 nm) สำหรับวิเคราะห์ แกมมาออโรซานอล และ fluorescent detector (emission 330 nm, excited 290 nm) สำหรับวิเคราะห์โทโคฟีรอล ใช้คอลัมน์ Inertsil ODS-3 4.6 mm x 250 mm, 5 μ m สัดส่วนเฟสเคลื่อนที่ A: อะซิโตนไทรล: เมทานอล: ไอโซโพรพานอล (50: 40: 10) และ B: อะซิโตนไทรล: เมทานอล: ไอโซโพรพานอล (30: 65: 5) การทดลองจะใช้อัตราการไหล 1 mL/min โดยฉีดตัวอย่าง 10 μ L กำหนดเฟสเคลื่อนที่ดังนี้ isocratic elution ด้วยเฟสเคลื่อนที่ A ที่ 5 นาทีแรก, linear gradient จากเฟสเคลื่อนที่ A ไป B เป็นเวลา 10 นาที และ isocratic elution ด้วยเฟสเคลื่อนที่ B นาน 25 นาที

3.3 กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ความสามารถในการจับอนุมูลอิสระวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity วัดค่าดูดกลืนแสงที่ 517 nm คำนวณความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH (% free radical inhibition) และแสดงผลในรูปของค่าความเข้มข้นในการยับยั้งอนุมูลอิสระร้อยละ 50 (IC₅₀) [13]

3.4 ค่าความหืน โดยทำปฏิกิริยากับ TBA-reagent วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 538 nm ตามวิธีของ Tarladgis et al. [14]

3.5 ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis; TPA) โดยตัดตัวอย่างเป็นลูกเต๋ายาวด้านละ 2.5 cm ทดสอบการบีบอัดด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส ใช้ compression probe ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 cm ระยะทางการกด 1.25 cm ความเร็วหัวเข็ม 1 mm/s

วิเคราะห์หาค่า hardness springiness cohesiveness gumminess และ chewiness [6]

3.6 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9-point hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน โดยเตรียมชิ้นกุนเชียงที่มีความหนา 0.5 cm แล้วนำไปทอดด้วยน้ำมันรำข้าวที่ 170 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที และประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น กลิ่นรส และความชอบโดยรวม

4. การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุนเชียง

โดยคัดเลือกสูตรกุนเชียงที่มีร้อยละการเสริมรำข้าวที่ทำให้สารต้านอนุมูลอิสระสูงสุดรวมกับการประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ได้รับคะแนนความชอบสูงมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน โดยบรรจุกุนเชียงในถุงโพลีเอทิลีน และทำการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าสี ค่าแอคติวิตีของน้ำ ความหืน ปริมาณกรดไขมันอิสระ [9] และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS statistics 17.0 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete randomized design: CRD) ทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. คุณลักษณะของรำข้าวเก่า

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพ ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของรำข้าวเก่า แสดงดัง Table 1 โดยพบว่า รำข้าวเก่ามีค่าความสว่าง (L*) 42.22 ค่าสีแดง (a*)

* Corresponding author e-mail: thunnop.l@cmu.ac.th

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

3.32 และค่าสีเหลือง (b^*) 2.41 ที่ให้เฉดสีม่วงเข้ม-ดำ เนื่องจากรำข้าวกำมีสารแอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุหลัก รำข้าวกำมีความชื้นร้อยละ 10.15 โดยน้ำหนักเปียก และค่าแอกติวิตีของน้ำ 0.64 องค์ประกอบในรำข้าวกำ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้า โยอาหาร และคาร์โบไฮเดรต มีปริมาณ ร้อยละ 13.32 15.39 6.06 5.66 และ 59.58 โดย น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ นอกจากนี้รำข้าวกำเป็นแหล่งที่ ดีของสารต้านอนุมูลอิสระ มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ สำคัญ ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 12,613.96 $\mu\text{g/g}$ แอนโทไซยานินทั้งหมด 2,434.93 $\mu\text{g/g}$ โทโคฟี รอลทั้งหมด 66.23 $\mu\text{g/g}$ และแกมมาโอไรซานอล

3,431.63 $\mu\text{g/g}$ ซึ่งสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพดังกล่าว สัมพันธ์กับกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของรำข้าวกำ โดยกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระรายงานผลเป็นค่าความ เข้มข้นในยับยั้งอนุมูลอิสระลงได้ถึงร้อยละ 50 (IC_{50}) และ คำน้อยจะแสดงถึงการต้านอนุมูลอิสระได้สูงกว่า โดยรำ ข้าวกำมีค่า IC_{50} 305.10 $\mu\text{g/ml}$ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการ ต้านอนุมูลอิสระได้สูงกว่าผลไม้ตระกูลเบอร์รี่ ดังรายงาน ของ Savikin et al. [15] พบว่า บิลเบอร์รี่ (*Vaccinium myrtillus*) แบล็คราสเบอร์รี่ (*Rubus occidentalis*) และ แบล็คเคอร์แรนท์ (*Ribes nigrum*) มีค่า IC_{50} 820 1150 และ 1080 $\mu\text{g/ml}$

Table 1. Physicochemical properties, antioxidant contents and antioxidant activity of purple rice bran

Characteristics	Value
Color	
L^*	42.22 $\pm$ 0.74
a^*	3.32 $\pm$ 0.04
b^*	2.41 $\pm$ 0.01
Water activity	0.64 $\pm$ 0.02
Moisture content (% wb)	10.15 $\pm$ 0.23
Protein content (% db)	13.32 $\pm$ 0.35
Fat content (%db)	15.39 $\pm$ 0.13
Ash content (%db)	6.06 $\pm$ 0.20
Fiber content (%db)	5.66 $\pm$ 0.16
Carbohydrate content (% db)	59.58 $\pm$ 0.51
Total phenolics content (μg GAE/g)	12613.96 $\pm$ 242.80
Total anthocyanin content ($\mu\text{g/g}$)	2434.93 $\pm$ 19.34
Total tocopherol content ($\mu\text{g/g}$)	66.23 $\pm$ 5.84
Gamma oryzanol content ($\mu\text{g/g}$)	3431.63 $\pm$ 123.69
Antioxidant activity by DPPH assay (IC_{50}) ($\mu\text{g/ml}$)	305.10 $\pm$ 1.34

Values are expressed as mean $\pm$ standard deviation.

2. การเสริมรำข้าวกำในผลิตภัณฑ์กุนเชียง

ผลของการเสริมรำข้าวกำต่อคุณภาพในด้านสี แอคติวิตีของน้ำ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า โยอาหาร

คาร์โบไฮเดรต และความหืน (TBA) ของกุนเชียง แสดงดัง Table 2 จากการทดลองพบว่า กุนเชียงเสริมรำข้าวกำใน ปริมาณมากขึ้น ส่งผลให้ค่า L^* a^* และ b^* ลดลง ซึ่งการ

* Corresponding author e-mail: thunnop.l@cmu.ac.th

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

เปลี่ยนแปลงค่าสีของกุ้งเชียงเป็นผลจากสีของรำข้าวเก่าที่มีสีม่วงเข้มดำ ทำให้กุ้งเชียงที่เสริมรำข้าวเก่ามีความสว่างลดลงและบดบังสีแดงจากรงควัตถุตามธรรมชาติของกุ้งเชียง โดยตัวอย่างกุ้งเชียงมีค่าแอดคิวิตีของน้ำ 0.90-0.91 และปริมาณความชื้นร้อยละ 30.31-31.41 โดยน้ำหนักเปียก โดย Heinz and Hautzinger [16] กำหนดค่าแอดคิวิตีของน้ำของกุ้งเชียงควรน้อยกว่า 0.88 เนื่องจากค่าแอดคิวิตีของน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของกุ้งเชียง โดยจุลินทรีย์สามารถใช้ น้ำอิสระในการเจริญได้ ดังนั้นจึงต้องควบคุมบรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุและสภาวะให้การเก็บรักษาให้เหมาะสม กุ้งเชียงเสริมรำข้าวเก่ามีปริมาณโปรตีน (ร้อยละ 31.75-32.09 โดยน้ำหนักแห้ง) ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับกุ้งเชียงที่ไม่เสริมรำข้าวเก่า (ร้อยละ 36.18 โดยน้ำหนักแห้ง) ($p \leq 0.05$) และระดับการเสริมรำข้าวเก่าไม่ส่งผลต่อปริมาณโปรตีน ($p > 0.05$) ผลการทดลองสอดคล้องกับ Huang et al. [17] พบว่า ลูกชิ้นหมูเสริมรำข้าวมีปริมาณโปรตีนลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับลูกชิ้นที่ไม่เสริมรำข้าว ขณะที่ Malekian et al. [18] รายงานว่า ไส้กรอกแพะเสริมรำข้าวร้อยละ 1.5 และ 3 มีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างจากกับไส้กรอกที่ไม่เสริมรำข้าว ในขณะที่กุ้งเชียงเสริมรำข้าวเก่ามีปริมาณไขมัน (ร้อยละ 37.89-38.78 โดยน้ำหนักแห้ง) สูงกว่ากุ้งเชียงที่ไม่เสริมรำข้าวเก่า (ร้อยละ 29.94 โดยน้ำหนักแห้ง) ($p \leq 0.05$) และระดับการเสริมรำข้าวเก่าไม่ส่งผลต่อปริมาณไขมัน ($p > 0.05$) กุ้งเชียงที่เสริมรำข้าวเก่ามีปริมาณไขมันสูง เนื่องจากรำข้าวมีสมบัติในการดูดซับไขมัน [19] ทำให้กุ้งเชียงสูญเสียไขมันระหว่างอบแห้งน้อยกว่า รำข้าวเก่ายังเป็นแหล่งของใยอาหาร โดยกุ้งเชียงเสริมรำข้าวเก่ามีแนวโน้มที่จะมีปริมาณใยอาหาร (ร้อยละ 1.32-1.39 โดยน้ำหนักแห้ง) เพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างจากกุ้งเชียงควบคุม (ร้อยละ 1.28 โดยน้ำหนักแห้ง) ($p > 0.05$) ส่วนปริมาณเถ้าในกุ้งเชียงเสริมรำข้าวเก่ามีค่าไม่แตกต่างจากกุ้งเชียงควบคุม ($p > 0.05$) มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 3.39-3.55 โดยน้ำหนักแห้ง ดังนั้นปริมาณ

คาร์โบไฮเดรตที่ได้จากการคำนวณในกุ้งเชียงควบคุม (ร้อยละ 29.10 โดยน้ำหนักแห้ง) จะมีค่าสูงกว่าในกุ้งเชียงเสริมรำข้าวเก่า (ร้อยละ 24.26-25.16 โดยน้ำหนักแห้ง) กุ้งเชียงเสริมรำข้าวเก่ามีค่า TBA เพิ่มขึ้นแปรผันตามปริมาณรำข้าวเก่า โดยกุ้งเชียงเสริมรำข้าวเก่าร้อยละ 1 มีค่า TBA (0.44 mg/kg) สูงสุด ($p \leq 0.05$) ขณะที่กุ้งเชียงควบคุมมีค่า TBA เท่ากับ 0.23 mg/kg ซึ่งค่า TBA สัมพันธ์กับปริมาณไขมันในกุ้งเชียง นอกจากนี้ค่า TBA ในกุ้งเชียงไม่ควรเกิน 1.0 mg/kg [20] รายงานของ Gray and Pearson [21] พบว่า อาหารที่มีค่า TBA เท่ากับ 0.5 mg/kg สามารถเกิดกลิ่นหืนในระดับที่ตรวจพบได้

ผลของการเสริมรำข้าวเก่าต่อสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด แอนโทไซยานินทั้งหมด โทโคฟีรอลทั้งหมด และแกมมาออโรซานอลของผลิตภัณฑ์กุ้งเชียง แสดงดัง Table 3 ผลการทดลองพบว่า กุ้งเชียงเสริมรำข้าวเก่า มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด แอนโทไซยานินทั้งหมด โทโคฟีรอลทั้งหมด และแกมมาออโรซานอลเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกุ้งเชียงที่ไม่เสริมรำข้าวเก่า ($p \leq 0.05$) โดยปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระแปรผันตามปริมาณรำข้าวเก่าในกุ้งเชียงที่ถูกเติมเพิ่มขึ้น ดังนั้นปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุด จึงพบในกุ้งเชียงเสริมรำข้าวเก่าร้อยละ 1 มีปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกทั้งหมด แอนโทไซยานินทั้งหมด โทโคฟีรอลทั้งหมด และแกมมาออโรซานอลเท่ากับ 743.19 μg GAE/g, 14.99 $\mu\text{g/g}$, 18.09 $\mu\text{g/g}$ และ 51.63 $\mu\text{g/g}$ ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของกุ้งเชียง (Table 4) พบว่า รำข้าวเก่าส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของกุ้งเชียง โดยกุ้งเชียงที่มีการเสริมรำข้าวเก่าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่า springiness และ cohesiveness ลดลง ($p \leq 0.05$) แสดงถึงความยืดหยุ่นและความสามารถในการยืดเกาะกันภายในชิ้นอาหารลดลง สำหรับค่า hardness gumminess และ ค่า chewiness ของตัวอย่างกุ้งเชียงไม่แตกต่างกัน

* Corresponding author e-mail: thunnop.l@cmu.ac.th

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

ทางสถิติ ($p>0.05$) แต่การเสริมรำข้าวดำในปริมาณที่มากขึ้นจะทำให้กุนเชียงมีแนวโน้มที่จะมีค่า hardness สูงขึ้น และมีค่า chewiness ลดลง โดย Krasaechol et al. [22] รายงานว่า กุนเชียงเสริมเห็ดนางฟ้าผงปริมาณมากขึ้น มีแนวโน้มของค่า cohesiveness ลดลง เนื่องจากเห็ดนางฟ้า ซึ่งมีเส้นใยสูงจะเข้าไปแทรกอยู่ระหว่างเนื้อหมูในกุนเชียง

ทำให้โครงสร้างผลิตภัณฑ์ไม่ยึดเกาะกัน ในขณะที่ Huang et al. [17] รายงานว่า รำข้าวส่งผลต่อ hardness gumminess และ chewiness ของลูกชิ้นหมู โดยจะมีค่าเพิ่มขึ้นแปรผันตามปริมาณรำข้าวที่เติม แต่รำข้าวไม่ส่งผลต่อค่า springiness และ cohesiveness แตกต่างกัน

Table 2. Physicochemical properties of Chinese sausage with different levels of added purple rice bran

Characteristics	Purple rice bran (%)			
	0	0.25	0.5	1
Color				
L^*	42.31 ± 0.02^a	41.12 ± 0.13^b	40.19 ± 0.29^c	39.33 ± 0.40^d
a^*	9.89 ± 0.88^a	9.09 ± 0.36^{ab}	8.51 ± 0.11^{bc}	7.68 ± 0.13^c
b^*	9.00 ± 0.38^a	8.33 ± 0.16^a	6.53 ± 0.05^b	6.42 ± 0.46^b
Water activity ^{ns}	0.91 ± 0.00	0.90 ± 0.00	0.91 ± 0.00	0.91 ± 0.00
Moisture content (% wb) ^{ns}	30.77 ± 0.60	30.31 ± 0.20	30.39 ± 0.29	31.41 ± 0.38
Protein (% db)	36.18 ± 0.93^a	32.09 ± 0.14^b	31.75 ± 0.34^b	32.08 ± 0.20^b
Fat (% db)	29.94 ± 0.00^b	37.89 ± 1.01^a	38.74 ± 0.32^a	38.78 ± 0.64^a
Ash (% db) ^{ns}	3.51 ± 0.26	3.55 ± 0.02	3.39 ± 0.01	3.50 ± 0.04
Fiber (% db) ^{ns}	1.28 ± 0.11	1.32 ± 0.04	1.38 ± 0.06	1.39 ± 0.08
Carbohydrate (% db)	29.10 ± 1.30^a	25.16 ± 0.81^b	24.76 ± 0.73^b	24.26 ± 0.95^b
TBA value (mg/kg)	0.23 ± 0.01^d	0.32 ± 0.01^c	0.37 ± 0.01^b	0.44 ± 0.01^a

Values are expressed as mean $\pm$ standard deviation.

^{a-d} different letters in the same row indicate significantly differences between mean values ($p \leq 0.05$)

ns = no significant difference ($p > 0.05$)

Table 3. Effect of purple rice bran addition on antioxidant contents of Chinese sausage

Antioxidants	Purple rice bran (%)			
	0	0.25	0.5	1
Total phenolic compound ($\mu\text{g GAE/g}$)	587.31 ± 59.16^b	628.44 ± 16.28^b	630.80 ± 4.22^b	743.19 ± 11.12^a
Total anthocyanin ($\mu\text{g/g}$)	nd	6.17 ± 0.33^c	9.11 ± 0.10^b	14.99 ± 0.16^a
Total tocopherol ($\mu\text{g/g}$)	0.68 ± 0.00^d	4.94 ± 0.24^c	8.05 ± 0.25^b	18.09 ± 0.59^a
Gamma oryzanol ($\mu\text{g/g}$)	12.82 ± 1.09^c	14.95 ± 0.56^c	28.52 ± 1.11^b	51.63 ± 1.32^a

Values are expressed as mean $\pm$ standard deviation. ^{a-d} different letters in the same row indicate significantly differences between mean values ($p \leq 0.05$), nd = not detected.

* Corresponding author e-mail: thunnop.l@cmu.ac.th

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

Table 4. Texture profile analysis of Chinese sausage with different levels of added purple rice bran

Textural characteristic	Purple rice bran (%)			
	0	0.25	0.5	1
Hardness (N) ^{ns}	86.96 ± 6.40	90.75 ± 4.28	91.45 ± 2.37	95.10 ± 5.56
Springiness (cm ²)	2.42 ± 0.01 ^a	2.39 ± 0.01 ^a	2.35 ± 0.00 ^a	2.16 ± 0.12 ^b
Cohesiveness	0.62 ± 0.01 ^a	0.61 ± 0.01 ^a	0.57 ± 0.01 ^b	0.55 ± 0.01 ^b
Gumminess (N) ^{ns}	53.50 ± 4.55	55.58 ± 3.99	51.97 ± 0.28	51.58 ± 2.05
Chewiness (N.cm) ^{ns}	129.17 ± 11.30	132.71 ± 9.16	122.01 ± 0.47	111.10 ± 1.82

Values are expressed as mean ± standard deviation

^{a-b} different letters in the same row indicate significantly differences between mean values ($p \leq 0.05$)

ns = no significant difference ($p > 0.05$)

การประเมินทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9-point Hedonic scale ต่อผลิตภัณฑ์กุนเชียงเสริมรำข้าวเก่า โดยประเมินด้านสี กลิ่น กลิ่นรส และความชอบโดยรวม แสดงดัง Table 5 จากการทดลองพบว่า กุนเชียงเสริมรำข้าวเก่าร้อยละ 0.25 0.5 และ 1 มีคะแนนความชอบด้านคุณลักษณะต่างๆ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญจากกุนเชียงไม่เสริมรำข้าวเก่า ($p > 0.05$)

แต่กุนเชียงเสริมรำข้าวเก่าปริมาณมากขึ้น มีแนวโน้มต่อคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น กลิ่นรส และความชอบโดยรวมลดลง เนื่องจากสีม่วงเข้มของรำข้าวเก่าทำให้กุนเชียงมีสีคล้ำแตกต่างจากกุนเชียงควบคุมชัดเจน และรำข้าวเก่ามีกลิ่นรสเฉพาะที่ส่งผลต่อคะแนนความชอบของผู้ทดสอบ

Table 5. Sensory characteristics of Chinese sausage with different levels of added purple rice bran

Sensory characteristics	Purple rice bran (%)			
	0	0.25	0.5	1
Color ^{ns}	7.11 ± 0.47	6.50 ± 0.76	5.77 ± 0.38	5.90 ± 0.47
Odor ^{ns}	6.33 ± 0.35	6.24 ± 0.17	6.10 ± 0.52	6.09 ± 0.41
Flavor ^{ns}	6.02 ± 0.35	6.12 ± 0.11	5.64 ± 0.13	5.70 ± 0.42
Overall liking ^{ns}	6.28 ± 0.18	6.37 ± 0.01	5.87 ± 0.52	5.84 ± 0.50

Values are expressed as mean ± standard deviation

ns = no significant difference ($p > 0.05$)

3. การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุนเชียงเสริมรำข้าวเก่า

จากการทดลองดังกล่าว กุนเชียงเสริมรำข้าวเก่าร้อยละ 1 มีสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ($p \leq 0.05$) จึงนำมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะในระหว่างการเก็บรักษาเปรียบเทียบกับกุนเชียงที่ไม่เสริมรำข้าวเก่า แสดงผลดัง

Table 6 พบว่า กุนเชียงที่ไม่เสริมรำข้าวเก่าและกุนเชียงเสริมรำข้าวเก่ามีค่าแอคติวิตีของน้ำเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหลังจากเก็บรักษานาน 30 วัน การเพิ่มขึ้นของค่าแอคติวิตีของน้ำแปรผันตามความชื้นของกุนเชียงในระหว่างเก็บรักษา โดยความชื้นของอาหารที่แห้งกว่าสภาพแวดล้อม จะดูด

* Corresponding author e-mail: thunnop.l@cmu.ac.th

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

ความชื้นจากสิ่งแวดล้อมเพื่อให้อยู่ในสภาวะสมดุล ทำให้ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้น [23] การเปลี่ยนแปลงค่าสี พบว่า ในระหว่างการเก็บรักษา กุนเชียงควบคุมและกุนเชียงเสริมรำข้าวเก่า มีค่า L^* และ b^* เปลี่ยนแปลงไม่มากนักและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ขณะที่ค่า a^* ของกุนเชียงควบคุมและกุนเชียงเสริมรำข้าวเก่า มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากโปรตีนฮีม ฮีโมโกลบิน และ ไมโอโกลบิน จากเนื้อหมูซึ่งให้กุนเชียงมีสีแดงเกิดออกซิไดซ์อยู่ในรูปของสีน้ำตาล และการเกิดออกซิเดชันของไขมันเป็นสาเหตุของการสลายตัวของสีแดงเช่นกัน [6] นอกจากนี้ สีที่เปลี่ยนแปลงไปเกิดจากการ

สลายตัวของแอนโทไซยานินจากรำข้าวเก่าที่สลายตัวเมื่อเกิดออกซิเดชัน [24] กรดไขมันอิสระไวต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันอย่างมาก หากอาหารมีปริมาณกรดไขมันอิสระสูงจะหืนอย่างรวดเร็ว สำหรับกรดไขมันอิสระในตัวอย่างกุนเชียง พบว่า ภายหลังจากเก็บกุนเชียงนาน 30 วัน ที่ 4 องศาเซลเซียส กุนเชียงที่ไม่เสริมรำข้าวเก่าและกุนเชียงเสริมรำข้าวเก่า มีปริมาณกรดไขมันอิสระไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อย่างไรก็ตามตัวอย่างกุนเชียงทั้งสองยังมีปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำกว่าร้อยละ 5 จึงยังเป็นปริมาณที่เหมาะสมต่อการบริโภค [25]

Table 6. Changes of some characteristics of Chinese sausage during storage

Sample	Storage (day)	Water activity	Color parameter			Free fatty acid content ^{ns} (% Oleic acid)
			L^* ^{ns}	a^*	b^* ^{ns}	
Control	0	0.92 ± 0.01 ^b	39.70 ± 1.07	8.29 ± 0.26 ^{ab}	6.93 ± 0.11	1.37 ± 0.07
	5	0.92 ± 0.01 ^b	41.20 ± 0.28	8.23 ± 0.06 ^{ab}	7.14 ± 0.01	1.68 ± 0.09
	10	0.91 ± 0.00 ^b	37.32 ± 0.43	8.66 ± 0.76 ^{ab}	7.20 ± 0.26	1.57 ± 0.04
	15	0.90 ± 0.00 ^c	39.72 ± 0.29	8.44 ± 0.04 ^{ab}	8.46 ± 0.35	1.89 ± 0.16
	20	0.91 ± 0.00 ^b	40.20 ± 0.49	8.27 ± 0.00 ^a	7.70 ± 0.57	1.74 ± 0.05
	25	0.91 ± 0.00 ^b	40.58 ± 0.49	7.03 ± 0.00 ^{ef}	8.61 ± 0.47	1.99 ± 0.09
	30	0.93 ± 0.00 ^a	40.79 ± 1.00	8.14 ± 0.39 ^{abc}	8.06 ± 0.11	2.02 ± 0.07
Chinese sausage added with purple rice bran	0	0.92 ± 0.01 ^b	37.16 ± 0.01	7.99 ± 0.18 ^{bcd}	4.58 ± 0.25	1.43 ± 0.01
	5	0.90 ± 0.00 ^c	36.52 ± 0.10	7.02 ± 0.13 ^{ef}	4.52 ± 0.06	1.74 ± 0.12
	10	0.90 ± 0.00 ^c	34.52 ± 0.15	6.71 ± 0.07 ^f	4.19 ± 0.15	1.72 ± 0.10
	15	0.90 ± 0.00 ^c	36.62 ± 0.00	7.88 ± 0.18 ^{bcd}	5.57 ± 0.34	1.89 ± 0.08
	20	0.91 ± 0.00 ^b	36.93 ± 0.10	7.59 ± 0.12 ^{cde}	4.53 ± 0.04	1.61 ± 0.01
	25	0.91 ± 0.00 ^b	36.22 ± 0.57	7.46 ± 0.07 ^{de}	4.96 ± 0.05	1.96 ± 0.17
	30	0.93 ± 0.00 ^a	37.67 ± 0.25	7.85 ± 0.06 ^{bcd}	5.14 ± 0.04	2.04 ± 0.02

Values are expressed as mean ± standard deviation.

^{a-f} different letters in the same column indicate significantly differences between mean values ($p\leq 0.05$)

ns = no significant difference ($p>0.05$)

* Corresponding author e-mail: thunnop.l@cmu.ac.th

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

การหาค่า TBA เป็นการวิเคราะห์ความหืนของอาหารโดยการวัดปริมาณแอลดีไฮด์ (aldehyde) ในรูปมาโลนัลแอลดีไฮด์ (malonal aldehyde) ในอาหาร การเปลี่ยนแปลงของค่า TBA ของตัวอย่างกุ้งแช่แข็ง แสดงผลการทดลองดัง Figure 2 ซึ่งภายหลังจากเก็บรักษากุ้งแช่แข็งนาน 30 วัน พบว่า ค่า TBA ของกุ้งแช่แข็งเพิ่มขึ้น โดยกุ้งแช่แข็งไม่เสริมรำข้าวกล้องมีค่า TBA เพิ่มขึ้นจาก 0.25 เป็น 2.13 mg/kg ขณะที่กุ้งแช่แข็งเสริมรำข้าวกล้องมีค่า TBA เพิ่มขึ้นจาก 0.17 เป็น 0.39 mg/kg ซึ่งกุ้งแช่แข็งที่ไม่เสริมรำข้าวกล้องมีการเปลี่ยนแปลงของค่า TBA สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกุ้งแช่แข็งเสริมรำข้าวกล้อง ($p \leq 0.05$) โดยกลิ่นหืนในอาหารเริ่มตรวจสอบได้ เมื่อค่า TBA เท่ากับ 0.5 mg/kg [21] และค่า TBA ในกุ้งแช่แข็งไม่ควรเกิน 1.0 mg/kg [20] ซึ่งจากการทดลอง พบว่า กุ้งแช่แข็งไม่เสริมรำข้าวกล้อง มีค่า TBA 0.58 mg/kg หลังจากเก็บ 10 วัน และมีค่า TBA สูงถึง 1.10 mg/kg หลังจากเก็บ 20 วัน ขณะที่กุ้งแช่แข็งเสริมรำข้าวกล้องมีค่า TBA น้อยกว่า 0.5 เมื่อเก็บรักษา 30 วัน ดังนั้นกุ้งแช่แข็งไม่เสริมรำข้าวกล้องมีระยะเวลาการเก็บรักษาสั้นกว่ากุ้งแช่แข็งเสริมรำข้าวกล้อง

อาจกล่าวได้ว่ากุ้งแช่แข็งไม่เสริมรำข้าวกล้องสามารถเก็บรักษาได้ไม่เกิน 10 วัน เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดกลิ่นหืน ในขณะที่กุ้งแช่แข็งเสริมรำข้าวกล้องสามารถเก็บรักษาได้นานถึง 30 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เนื่องจากสารต้านอนุมูลอิสระจากรำข้าวกล้องช่วยชะลอการเกิดออกซิเดชันของไขมันในระหว่างการเก็บรักษาได้ ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับ Loypimai et al. [26] ที่รายงานว่าการเสริมสารให้สีธรรมชาติจากรำข้าวกล้องในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอีสาน ทำให้ไส้กรอกอีสานมีค่า TBA และค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำกว่าตัวอย่างไส้กรอกอีสานควบคุมเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน จึงเป็นการยืนยันว่าการเสริมรำข้าวกล้องช่วยเพิ่มปริมาณแอนโทไซยานินและสารประกอบฟีนอลิกให้กับผลิตภัณฑ์ และทำหน้าที่ในการต้านอนุมูลอิสระในระหว่างการเก็บรักษา นอกจากนี้ Bhanger et al. [27] ยังรายงานว่าผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยสารต้านอนุมูลอิสระความเข้มข้นสูงจะสามารถชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่มีสาเหตุจากอนุมูลอิสระได้

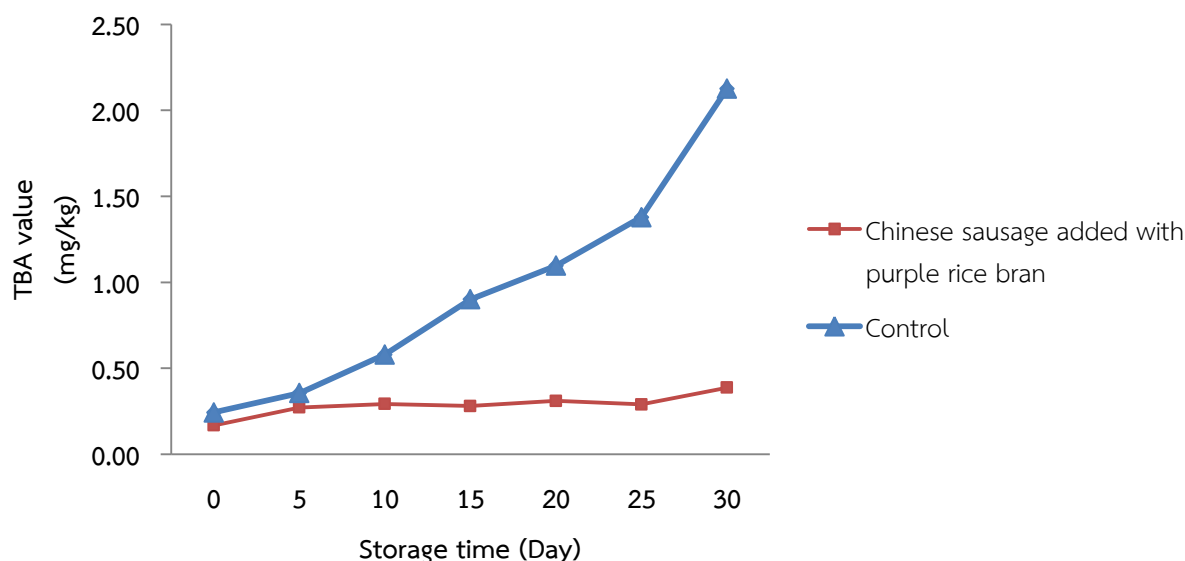


Figure 2. Changes of TBA value of Chinese sausage during storage

* Corresponding author e-mail: thunnop.l@cmu.ac.th

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

การประเมินทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์
กุนเชียงเสริมรำข้าวดำในระหว่างการเก็บรักษา แสดงดัง
Table 7 พบว่า ระยะเวลาการเก็บกุนเชียงไม่มีผลต่อ
คะแนนความชอบด้านสี กลิ่นและกลิ่นรสของกุนเชียง
($p>0.05$) ส่วนด้านความชอบโดยรวม กุนเชียงไม่เสริม
รำข้าวดำมีคะแนนลดลงเล็กน้อยหลังจากเก็บรักษา 30

วัน ขณะที่กุนเชียงเสริมรำข้าวดำมีคะแนนความชอบ
โดยรวมเพิ่มขึ้น ($p\leq 0.05$) โดยคะแนนด้านต่างๆ ของ
กุนเชียงเสริมรำข้าวดำมีค่าน้อยกว่ากุนเชียงควบคุม
เนื่องจากกุนเชียงเสริมรำข้าวดำ มีลักษณะสีคล้ำ รวมถึง
มีกลิ่นและกลิ่นรสเฉพาะของรำข้าวในกุนเชียง

Table 7. Sensory characteristics of Chinese sausage during storage

Sample	Storage (Day)	Sensory characteristics			
		Color ^{ns}	Odor ^{ns}	Flavor ^{ns}	Overall liking
Control	0	7.79 ± 0.08	6.83 ± 0.19	6.62 ± 0.05	7.06 ± 0.03 ^{ab}
	5	7.62 ± 0.33	7.04 ± 0.22	6.65 ± 0.38	6.96 ± 0.27 ^{abc}
	10	7.82 ± 0.25	7.04 ± 0.06	6.83 ± 0.08	7.34 ± 0.02 ^a
	15	7.62 ± 0.11	7.06 ± 0.03	7.00 ± 0.06	7.29 ± 0.13 ^a
	20	7.14 ± 0.52	6.02 ± 0.52	6.20 ± 0.60	6.62 ± 0.54 ^{bcd}
	25	7.46 ± 0.26	6.85 ± 0.38	6.47 ± 0.10	7.04 ± 0.06 ^{ab}
	30	7.26 ± 0.04	6.41 ± 0.13	6.25 ± 0.18	6.54 ± 0.16 ^{bcd}
Chinese sausage added with purple rice bran	0	5.44 ± 0.03	6.23 ± 0.59	6.43 ± 0.28	6.29 ± 0.19 ^{de}
	5	5.68 ± 0.25	6.66 ± 0.16	6.62 ± 0.05	6.56 ± 0.13 ^{bcd}
	10	5.96 ± 0.39	6.82 ± 0.37	6.57 ± 0.07	6.59 ± 0.37 ^{bcd}
	15	6.25 ± 0.24	6.66 ± 0.05	6.79 ± 0.08	6.71 ± 0.08 ^{bcd}
	20	4.87 ± 0.25	5.39 ± 0.33	5.54 ± 0.44	5.70 ± 0.22 ^f
	25	5.23 ± 0.21	5.82 ± 0.02	5.57 ± 0.10	5.83 ± 0.08 ^{ef}
	30	5.33 ± 0.19	6.31 ± 0.38	6.20 ± 0.01	6.48 ± 0.08 ^{cd}

Values are expressed as mean ± standard deviation.

^{a-f} different letters in the same column indicate significantly differences between mean values ($p\leq 0.05$)

ns = no significant difference ($p>0.05$)

สรุปผล

รำข้าวดำ เป็นแหล่งที่ดีของสารอาหาร ได้แก่
โปรตีน ไขมัน และใยอาหาร นอกจากนี้ยังมีสารต้าน
อนุมูลอิสระสูง ซึ่งประกอบด้วย สารประกอบฟีนอลิก
แอนโทไซยานินทั้งหมด โทโคฟีรอลทั้งหมด และแกมมา
ออโรซานอล กุนเชียงเสริมรำข้าวดำร้อยละ 1 มีสารต้าน

อนุมูลอิสระสูงสุด แต่ระดับการเสริมร้อยละ 1 ส่งผลต่อ
ลักษณะเนื้อสัมผัสของกุนเชียงด้าน springiness และ
cohesiveness ลดลงเล็กน้อย การประเมินทาง
ประสาทสัมผัสของกุนเชียงเสริมรำข้าวดำที่ร้อยละ 1 มี
คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น กลิ่นรส และความชอบ
โดยรวมสูงไม่แตกต่างจากกุนเชียงควบคุม การ

* Corresponding author e-mail: thunnop.l@cmu.ac.th

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

เปลี่ยนแปลงระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน ของกุนเชียงควบคุมมีระยะเวลาการเก็บรักษาสั้นกว่ากุนเชียงเสริมรำข้าวเก่า เนื่องจากกุนเชียงควบคุมมีค่า TBA สูงเกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม ภายหลังการเก็บรักษา 20 วัน ขณะที่กุนเชียงเสริมรำข้าวเก่าร้อยละ 1 สามารถเก็บรักษากุนเชียงได้นาน 30 วัน โดยไม่เกิดการหืน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ารำข้าวเก่าที่อุดมไปด้วยสารอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารประเภทไส้กรอกแห้งเช่นกุนเชียงได้ โดยการเสริมรำข้าวเก่านอกจากจะเป็นการเพิ่มสารอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระให้กับผลิตภัณฑ์กุนเชียงแล้ว ยังสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาโดยการชะลอการเกิดออกซิเดชันของไขมันได้อย่างไรก็ตามการเสริมรำข้าวเก่าส่งผลให้คะแนนความยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยเฉพาะด้านสีมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากการเสริมรำข้าวเก่าทำให้กุนเชียงมีสีเข้มและคล้ำขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

- [1] Alessandra, C.P., Daniel, G., and Neiva, D.R. (2016). Extraction of anthocyanins and polyphenols from black rice (*Oryza sativa* L.) by modeling and assessing their reversibility and stability. Food Chemistry. 191: 12–20.
- [2] Chun-Ying, L., Hee-Woong, K., He, L., Deug-Chan, L., and Hae-Ik, R. (2014). Antioxidative effect of purple corn extracts during storage of mayonnaise. Food Chemistry. 152: 592–596.
- [3] Laokuldilok, T. Surawang, S., and Klinhom, J. (2013). Influence of milling time on the nutritional composition and antioxidant content of Thai rice bran. Food and Applied Bioscience Journal. 1(3): 112–130.
- [4] Laokuldilok, T., Shoemaker, C.F., Jongkaewwattana, S., and Tulyathan, V. (2011). Antioxidants and antioxidant activity of several pigmented rice brans. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 59(1): 193–199.
- [5] Wirth, F. (1988). Technologies for making fat-reduce meat products. What possibilities are there? Fleischwirtsch. 68(9): 1153–1156.
- [6] Zhang, L., Lin, L.H., Leng, X.J., Huang, M., and Zhou, G.H. (2013). Effect of sage (*Salvia officinalis*) on the oxidative stability of Chinese-style sausage during refrigerated storage. Meat Science. 95(2): 145–150.
- [7] Hyun-Wook, K., Ji-Hun, C., Yun-Sang, C., Hack-Youn, K., Mi-Ai, L., Ko-Eun, H., Dong-Heon, S., Ju-Woon, L., and Cheon-Jei, K. (2013). Effects of kimchi and smoking on quality characteristics and shelf life of cooked sausages prepared with irradiated pork. Meat Science. 96(1): 548–553.
- [8] Deng-Cheng, L., Shang-Wei, W., and Fa-Jui, T. (2009). Effects of addition of anka rice on the qualities of low-nitrite

* Corresponding author e-mail: thunnop.l@cmu.ac.th

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

- Chinese sausages. *Food Chemistry*. 118: 245–250.
- [9] AOAC. (2000). *Official Methods of AOAC International*. 17th ed. The Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- [10] Aguilar-Garcia, C., Gavino, G., Baragano-Mosqueda, M., Hevia, P., and Gavino, V.C. (2007). Correlation of tocopherol, tocotrienol, gamma-oryzanol and total polyphenol content in rice bran with different antioxidation capacity assays. *Food Chemistry*. 102: 1228-1232.
- [11] Hosseinian, F.S., Li, W., and Beta, T. (2008). Measurement of anthocyanins and other phytochemicals in purple wheat. *Food Chemistry*. 109: 916-924.
- [12] Pestana-Bauer, V.R., Zambiasi, R.C., Mendonca, C.R.B., Beneito-Cambra, M., and Ramis-Ramos, G. (2012). Gamma-Oryzanol and tocopherol contents in residues of rice bran oil refining. *Food Chemistry*. 134: 1479-1483.
- [13] Mao, L.H., Pan, X., Que, F., and Fang, X.H. (2006). Antioxidant properties of water and ethanol extracts from hot air-dried and freeze-dried daylily flowers. *Journal of European Food Research and Technology*. 222: 236-241.
- [14] Tarladgis, B.T., Watts, B.M., Younathan, M.T., and Dugesh, L.R. (1960). A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 37(1). 44–48.
- [15] Šavikin, K., Zdunić, G., Janković, T., Tasić, S., Menković, N., Stević, T., and Đorđević, B. (2009). Phenolic content and radical scavenging capacity of berries and related jams from Certificated area in Serbia. *Plant Foods for Human Nutrition*. 64(3): 212–217.
- [16] Heinz, G. and Hautzinger, P. Meat drying. (2007). Food and agriculture organization of the United Nations regional office for Asia and the Pacific Bangkok, [Online] Available from: <http://www.fao.org/docrep/010/ai407e/AI407E18.htm> [Accessed August, 25, 2017].
- [17] Huang, S.C., Shiau, C.Y., Liu, T.E., Chu, C.L., and Hwang, D.F. (2005). Effects of rice bran on sensory and physico-chemical properties of emulsified pork meatballs. *Meat Science*. 70(4): 613–619.
- [18] Malekian, F., Khachatryan, M., Gebrelul, S., and Henson, J.F. (2014). Composition and fatty acid profile of goat meat sausages with added rice bran. *International Journal of Food Science*. 2014: 1-8.
- [19] Gul, K., Yousuf, B., Singh, A.K., Singh, P., and Wani, A.A. (2015). Rice bran: Nutritional values and its emerging potential for development of functional food—A review. *Bioactive*

* Corresponding author e-mail: thunnop.l@cmu.ac.th

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

- Carbohydrates and Dietary Fibre. 6(1): 24–30.
- [20] Boles, J.A., and Parrish Jr.F.C. (1990). Sensory and chemical characteristics of precooked microwave-reheatable pork roasts. *Journal of Food Science*. 55: 618–620.
- [21] Gray, J.I., and Pearson A.M. (1987). Rancidity and warmed-over flavor. *Advanced Meat Research*. 3: 221–269.
- [22] Krasaechol, N., Somjit, C., and Makasit, S. (2015). Effect of grey oyster mushroom powder content on the quality of chinese Sausage. *Agricultural Science Journal*. 46(3): 57-60.
- [23] Strelec, I., Popović, R., Ivanišić, I., Jurković, V., Jurković, Z., Ugarčić-Hardi, Ž., and Sabo, M. (2010). Influence of temperature and relative humidity on grain moisture, germination and vigour of three wheat cultivars during one year storage. *Poljoprivreda*. 16(2): 20-24.
- [24] Patras, A., Brunton, N.P., O'Donnell, C., and Tiwari, B.K. (2010). Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. *Trends in Food Science and Technology*. 21(1): 3-11.
- [25] Thanonkaew, A., Wongyai, S., McClements, D.J., and Decker, E.A. (2012). Effect of stabilization of rice bran by domestic heating on mechanical extraction yield, quality, and antioxidant properties of cold-pressed rice bran oil (*Oryza sativa* L.). *LWT-Food Science and Technology*. 48(2): 231-236.
- [26] Loypimai, P., Moongngarm, A., and Naksawat, S. (2017). Application of natural colorant from black rice bran for fermented Thai pork sausage – Sai Krok Isan. *International Food Research Journal*. 24(4): 1529-1537.
- [27] Bhangar, M., Iqbal, S., Anwar, F., Imran, M., Akhtar, M., and Zia-ul-Hag, M. (2008). Antioxidant potential of rice bran extracts and its effects on stabilization of cookies under ambient storage. *International Journal of Food Science and Technology*. 43(5): 779-786.

* Corresponding author e-mail: thunnop.l@cmu.ac.th

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand