วารสารวิจัย UTK ราชมงคลกรุงเทพ

ผลของภาชนะบรรจุต่อคุณภาพของขนมขบเคี้ยวจากข้าวหอมนิล

Effect of package on Hom Nil rice snack qualities

อาภัสรา แสงนาค[1*], กุลยา ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์[2], วิชมณี ยืนยงพุทธกาล[2],
อัญชลี เรืองเดช[3], อุบลรัตน์ สิริภัทราวรรณ[3]

Arpathsra Sangnark[1*], Kullaya Limroongreungrat[2], Wichamanee Yuenyongputtakal[2],
Anchalee Ruengdech[3,] Ubonrat Siripatrawan[3]

[1] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
[2] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
[3] สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[1]Food Science and Technology Division, Faculty of Home Economics Technology,
Rajamangala University of Technology Krungthep
[2] Food Science Department, Faculty of Science, Burapha University
[3]Food Technology Department, Faculty of Science, Chulalongkorn University
*Corresponding author Tel: 09 7048 5002, E-mail: arpathsra.s@mail.rmutk.ac.th

บทคัดย่อ

แป้งข้าวหอมนิลที่มีความชื้น 15% มาผลิตเป็นขนมขบเคี้ยวชนิดพองกรอบโดยใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ชนิดสกรูเดี่ยว โดยควบคุมอุณหภูมิของบาร์เรลส่วนทำให้แป้งสุกและบาเรลส่วนที่เป็นทางออกของผลิตภัณฑ์เป็น 80 และ 120°C ตามลำดับ และความเร็วรอบของสกรูที่ส่งผ่านวัตถุดิบเป็น 250 รอบต่อนาที จากนั้นศึกษาเปรียบเทียบชนิดของภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ 2 ชนิด คือ ภาชนะบรรจุที่ทำจากถุงพอลิโพรไพลีน (Oriented polypropylene, OPP) และถุงพอลิโพรไพลีนที่เคลือบด้วยแผ่นเปลวอะลูมิเนียม Oriented polypropylene/metalized aluminium/polypropylene (oriented PP/metalized/PP), metalized OPP (Met OPP)) ต่อคุณภาพของขนมขบเคี้ยว ซึ่งถูกเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 27°C เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าขนมขบเคี้ยวมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) และความชื้นเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความแข็งของขนมขบเคี้ยวลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ($p<0.05$) อย่างไรก็ตามขนมขบเคี้ยวที่เก็บรักษาในภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิดยังคงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ตลอดอายุการเก็บรักษา 12 สัปดาห์

คำสำคัญ: แป้งข้าวหอมนิล ขนมขบเคี้ยว เอ็กซ์ทรูชัน พอลิโพรไพลีน

ABSTRACT

Hom Nil rice flour, moisture contents of 15%, was extruded by a single screw extruder to produce an expanded snack. Barrel temperature of transition and die zones were control at 80

Received 08-02-2019
Revised 01-07-2019
Accepted 04-07-2019

and 120°C, respectively using feed rate of screw was operated at 250 rpm. Two types of the snack packages, oriented polypropylene (OPP) and metallized oriented polypropylene (oriented polypropylene/ metalized aluminium/polypropylene (oriented PP/metalized/PP), metalized OPP (Met OPP)) packages, were used to compare the snack qualities for 12 weeks at control temperature of 27°C. As a results, water activity (a_w), and moisture content of snack were increased with preservation time, while hardness of snack was decreased ($p<0.05$). However, snacks of the both packages were still accepted by consumer for shelf life period of 12 weeks.

Keyword: Hom Nil rice flour, Snack, extrusion, Oriented polypropylene (OPP), Metallized oriented polypropylene (Met OPP)

1. บทนำ

ขนมขบเคี้ยว (Snack) เป็นอาหารขบเคี้ยวที่มีความต้องการในการบริโภคสูงและมีแนวโน้มที่จะมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์หลากหลายขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากลักษณะของขนมขบเคี้ยวที่สามารถพกพาไปรับประทานได้สะดวก ขนมขบเคี้ยวผลิตมาจากวัตถุดิบจำพวกธัญชาติ ดังนั้นการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ได้นานควรควบคุมให้ผลิตภัณฑ์มีค่าa_w ต่ำกว่า 0.60 [1] นอกจากนี้ ขนมขบเคี้ยวเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทพร้อมรับประทานที่มีความชื้นต่ำ จึงมีความกรอบเป็นลักษณะเด่น และสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ประมาณ 2-16 สัปดาห์ ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ได้แก่ ความชื้น แก๊สออกซิเจน และแสง โดยปกติผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวมีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 9-13% [2] แต่เมื่อผลิตภัณฑ์มีความชื้นเพิ่มขึ้นผลิตภัณฑ์จะเริ่มไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจากมีความกรอบลดลง ส่วนแก๊สออกซิเจนเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและการเหม็นหืนของไขมัน โดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทอดหรือมีไขมันสูง จึงนิยมเติมแก๊สไนโตรเจนแทนที่แก๊สออกซิเจนในการบรรจุเพื่อช่วยลดการเหม็นหืน นอกจากนี้ แสงยังช่วยเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันอีกด้วย [3, 4] ดังนั้น บรรจุภัณฑ์ที่นำมาใช้ควรมีสมบัติที่ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำและแก๊สออกซิเจนได้ดี และควรเป็นบรรจุภัณฑ์ทึบแสง เนื่องจากสามารถป้องกันการซึมของไขมัน (Grease proof) มีความแข็งแรง สามารถทนต่อกระบวนการเติมแก๊สไนโตรเจนได้ รวมทั้งสามารถปิดผนึกได้สนิทและไม่รั่วซึมง่าย พลาสติกโพลิโพรพิลีน (Polypropylene, PP) เป็นพลาสติกที่มีค่าความหนาแน่นประมาณ 0.900 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีค่าอัตราการซึมผ่านของไอน้ำต่ำ (Water vapor transmission rate, WVTR = 0.25 กรัมต่อตารางเซ็นติเมตรต่อวัน ($g.cm^{-2}.day^{-1}$) ที่อุณหภูมิ 37.8 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 90%) แต่มีค่าการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนสูง (ค่า O_2 transmission = 2300-3100 ลูกบาศก์เซ็นติเมตรต่อตารางเมตรต่อวัน ($cm^3. m^{-2}.day^{-1}$) ที่อุณหภูมิ 23°C) สามารถป้องกันแสงได้ปานกลาง มีความทนทานต่อผลิตภัณฑ์ที่มีกรดและด่างเจือจาง แต่ไม่มีความทนทานต่อสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีโครงสร้างเป็นวง [5 – 10] สำหรับ OPP เป็นพลาสติกที่ถูกทำให้มีการจัดเรียงตัวของโมเลกุลของโพลิโพรพิลีนมอนอเมอร์ใหม่และเคลือบด้วย

โพลีเมอร์ของไวนิลลิดีนคลอไรด์ (Vinylidene chloride polymer) ส่งผลให้สามารถลดอัตราการซึมผ่านของไอน้ำและแก๊สต่าง ๆ ได้ดีขึ้น และมีค่า O_2 transmission = 1550-2500 $cm^3.m^{-2}.day^{-1}$ [10] ส่วน Met OPP เป็นพลาสติกประเภท OPP ที่เคลือบด้วยเปลวอะลูมิเนียมอีกชั้นหนึ่ง เพื่อทำให้มีสมบัติป้องกันแสงได้ และมีค่า WVTR = 1.5 $g.m^{-2}.day^{-1}$แต่มีค่า O_2 transmission = 19-160 $cm^3.m^{-2}.day^{-1}$ ที่อุณหภูมิ 38°C และความชื้นสัมพัทธ์ 90% [7, 10] ในการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารเช้าที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง พบว่า ผู้บริโภคไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์หลังการเก็บรักษา 8 สัปดาห์ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ เริ่มมีกลิ่นหืน [11] อย่างไรก็ตาม ชนิดของบรรจุภัณฑ์ ซึ่งประกอบด้วยฟิล์ม 3 ชั้น โดยบรรจุภัณฑ์ชนิดที่ 1 ประกอบด้วย OPP/metalized/PP และ บรรจุภัณฑ์ชนิดที่ 2 OPP/metalized/PE สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารเช้าพร้อมบริโภคอัดแท่งจากธัญชาติที่อุณหภูมิ 30°C ได้เป็นระยะเวลา 30 และ 60 วัน ตามลำดับ [12] เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพ งานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของภาชนะบรรจุ 2 ชนิด คือ OPP และ Met OPP ต่อคุณภาพของขนมขบเคี้ยวจากข้าวหอมนิลที่เก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

ข้าวหอมนิลมาบดให้ละเอียดและร่อนผ่านตระแกรงขนาด 80 เมช จากนั้นปรับความชื้นของแป้งข้าวหอมนิลให้มีความชื้น 15% (ทำโดยใช้หลักการของสมดุลมวล คำนวณปริมาณน้ำที่ต้องเติมลงในแป้งข้าวหอมนิลเพื่อให้ได้ความชื้นตามต้องการ จากนั้นเติมน้ำที่คำนวณได้โดยใช้ฟือกกี้ และผสมน้ำกับแป้งข้าวหอมนิล เพื่อให้น้ำกระจายในแป้งข้าวหอมนิลได้อย่างทั่วถึง โดยใช้เครื่องผสม KitchenAid เป็นเวลา 5 นาที) เพื่อนำมาผลิตขนมขบเคี้ยวชนิดพองกรอบโดยใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ชนิดสกรูเดี่ยว โดยควบคุมอุณหภูมิของบาร์เรลส่วนทำให้แป้งสุก (Transition zone) และบาเรลส่วนที่เป็นทางออก (Die zone) ของผลิตภัณฑ์เป็น 80 และ 120°C ตามลำดับ และความเร็วรอบของสกรูที่ส่งผ่านวัตถุดิบเป็น 250 รอบต่อนาที และตัดขนมขบเคี้ยวให้มีความยาว 10 เซนติเมตร [13] โดยใช้ใบมีดที่ประกอบอยู่ด้านหน้ารูเปิดของเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ จากนั้นนำขนมขบเคี้ยวที่ได้มาบรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือ ถุงพลาสติกชนิด OPP และ Met OPP และปิดผนึกบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศ เก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง (27±2°C) เป็นเวลาประมาณ 12 สัปดาห์ สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาประเมินคุณภาพทุกสองสัปดาห์ดังนี้

2.1 ปริมาณความชื้น [14]

นำขนมขบเคี้ยวมาหักออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ชั่งให้ได้น้ำหนักประมาณ 2 กรัม (m) บรรจุในภาชนะอะลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น และอบที่อุณหภูมิ 105°C นาน 3 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น อบซ้ำจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม จะได้น้ำหนักที่เหลือจากการอบ (m_2) คำนวณปริมาณความชื้นโดยใช้น้ำหนักเปียก ปริมาณความชื้น (%) = $(m-m_2)/m \times 100$

2.2 ลักษณะเนื้อสัมผัส

วัดค่าความแข็ง (Hardness) ของขนมขบเคี้ยว ที่มีความยาว 10 เซนติเมตร โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Stable micro system รุ่น TA-XT2) ใช้หัว 3PB/HDP อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของหัววัดก่อนการทดสอบ 2 มิลลิเมตรต่อวินาที ขณะทำ

การทดสอบเท่ากับ 3 มิลลิเมตรต่อวินาที และอัตราเร็วหลังการทดสอบเท่ากับ 10 มิลลิเมตรต่อวินาที

2.3 ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w)

วิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ โดยใช้ Water activity meter (Novasina รุ่น MS1)

2.4 ปริมาณกรดไทโอบาร์บิทูริก (Thiobarbituric Acid, TBA)

วิเคราะห์การเกิดออกซิเดชันของขนมขบเคี้ยว โดยใช้ปริมาณ TBA [15] ซึ่งทำโดยชั่งตัวอย่างจำนวน 10 กรัม เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร นำไปผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่น แล้วเทตัวอย่างใส่หลอดกลั่น ล้างตัวอย่างที่เหลือในเครื่องปั่นด้วยน้ำกลั่นจำนวน 47.5 มิลลิลิตร แล้วนำมาเทรวมกันในหลอดกลั่น เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 4 โมลาร์ จำนวน 2.5 มิลลิลิตร เพื่อให้ได้ความเป็นกรด-เบส 1.5 จากนั้นเติมสารป้องกันการเกิดฟองเล็กน้อย แล้วต่อหลอดกลั่นเข้ากับชุดกลั่น ให้ความร้อนแก่ตัวอย่างด้วยการต้มโดยใช้เตาไฟฟ้า กลั่นจนได้ของเหลว 50 มิลลิลิตร (ภายใน 10 นาทีหลังเดือด) ปิเปตของเหลวที่ได้มา 5.0 มิลลิลิตร ใส่หลอดที่มีฝาปิด เติมสารละลายกรดไทโอบาร์บิทูริกจำนวน 5.0 มิลลิลิตร ปิดฝา เขย่า แล้วนำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 35 นาที เทน้ำกลั่น 5.0 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลองแทนตัวอย่าง (Blank) นำไปต้มพร้อมกัน หลังจากครบ 35 นาที แล้วนำไปทำให้เย็นจนมีอุณหภูมิห้อง (ภายในระยะเวลา 10 นาที) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสง 538 นาโนเมตร คำนวณปริมาณกรดไทโอบาร์บิทูริกตามสมการปริมาณกรดไทโอบาร์บิทูริก = 7.8 x ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นแสง 538 นาโนเมตร (มิลลิกรัมมาโลนาดีไฮด์/กิโลกรัม)

2.5 การวัดค่าสี

นำผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวมาวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Hunter lab รุ่น Miniscan XE Plus เตรียมตัวอย่าง โดยนำขนมขบเคี้ยวที่มีความยาว 5 เซนติเมตร วางลงในถ้วยสำหรับวัดค่าสี โดยวางตัวอย่างชิดกันไม่ให้มีช่องว่างแล้วนำมาวัดค่าสี รายงานเป็นค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง-เขียว (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b*)

2.6 การยอมรับประสาทสัมผัส

ประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมขบคี้ยวที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด OPP และ Met OPP ทุก ๆ 4 สัปดาห์เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยวิธี 9-Point hedonic scale โดย 1 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 คะแนน หมายถึง ชอบมากที่สุด โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้รับการฝึกฝน 30 คน

วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) ทดลอง 3 ซ้ำ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ส่วนการยอมรับทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized complete block design) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

การศึกษาชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากข้าวหอมนิล ทำโดยแปรชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว 2 ชนิด คือ ถุงพลาสติกชนิด OPP และ Met OPP บรรจุขนมขบเคี้ยวในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด และปิดผนึกบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศ

เก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง (27±2°C) เป็นเวลา 12 สัปดาห์ สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาประเมินคุณภาพทุก 2 สัปดาห์ ซึ่งบรรจุภัณฑ์ OPP สมบัติใส ทนความร้อนสูง เหมาะสมหรับใช้บรรจุอาหารร้อน และป้องกันการซึมผ่านของแก๊สและไอน้ำได้ดี สำหรับบรรจุภัณฑ์ Met OPP นั้นผลิตจากการเคลือบ OPP ด้วยไอของอะลูมิเนียม จึงทำให้มีความมันวาว มีสมบัติคล้ายกับ OPP และสามารถป้องกันแสงได้เนื่องจากมีอะลูมิเนียมเคลือบอยู่ จึงเหมาะสำหรับอาหารที่มีความไวต่อแสง เช่น อาหารทอด ขนมขบเคี้ยว ฯลฯ จากผลการทดลองพบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด มีค่า a_w และปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แสดงดังตารางที่ 1 โดยผลิตภัณฑ์ที่บรรจุใน OPP มีค่า a_w เพิ่มขึ้นจาก 0.46 เป็น 0.62 และมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นจาก 9.27% เป็น 9.80% ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุใน Met OPP มีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.475-0.630 และมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 9.17-9.44% การเพิ่มขึ้นของค่า a_w และปริมาณความชื้นนั้นเกิดขึ้นเนื่องจากสภาพบรรยากาศในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 80% ซึ่งสูงกว่าปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ในชิ้นอาหาร ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของไอน้ำในบรรยากาศสู่ชิ้นอาหาร ถึงแม้ว่าถุงพลาสติกชนิด OPP และ Met OPP จะมีสมบัติป้องกันการซึมผ่านของแก๊สและไอน้ำได้ดี แต่ก็ไม่สามารถป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ทั้งหมด ดังนั้นจึงมีไอน้ำในบรรยากาศบางส่วนสามารถซึมผ่านไปยังชิ้นอาหารได้ ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่าการดูดซับความชื้นของอาหาร จากผลการทดลองพบว่าค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากข้าวหอมนิลที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด OPP และ Met OPP มีค่าเพิ่มขึ้น 33.34 และ 32.63% ตามลำดับ นอกจากนี้ ปริมาณความชื้นของขนมขบเคี้ยวจากข้าวหอมนิลที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด OPP และ Met OPP เพิ่มขึ้น 5.72 และ 2.94% ตามลำดับเช่นกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจาก การดูดซับความชื้นของอาหารนั้นจะรับความชื้นในบรรยากาศเข้าไปอยู่เฉพาะบริเวณผิวนอกของอาหาร โดยน้ำที่เพิ่มเข้าไปจะไม่เกิดการสร้างพันธะกับสารในอาหารหรือเกิดขึ้นเล็กน้อย จึงจัดเป็นปริมาณน้ำอิสระในชิ้นอาหาร (Free water) ซึ่งส่งผลให้อาหารมี a_w และความชื้นเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ขนมขบเคี้ยวที่บรรจุในพลาสติกชนิด Met OPP มีการเพิ่มขึ้นของค่า a_w และความชื้น ต่ำกว่าขนมขบเคี้ยวที่บรรจุในพลาสติกชนิด OPP ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก พลาสติกชนิด Met OPP มีค่า WVTR น้อยกว่า พลาสติกชนิด OPP [5-10]

การวิเคราะห์ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติกทั้ง 2 ชนิด มีค่าความแข็งลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์มีค่าแปรผกผันกับค่า a_w และปริมาณความชื้นของอาหาร ทั้งนี้น้ำมีสมบัติเป็นสารที่สามารถลดค่าอุณหภูมิทรานซิชัน (T_g) ของอาหารได้ (Plasticizer) เมื่ออาหารมีปริมาณความชื้นเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้อุณหภูมิทรานซิชันของอาหารลดต่ำลง ทำให้อาหารมีลักษณะนิ่มขึ้นหรือเรียกว่าสภาวะเหนียวคล้ายยาง (Rubbery) ทำให้ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างลดลง ซึ่งถ้าอาหารมีความชื้นสูงมากขึ้นเรื่อย ๆ จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะนิ่ม [16, 17] และอาจไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค อย่างไรก็ตาม ขนมขบเคี้ยวที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด Met OPP มีค่าความแข็งลดลงเพียง 16.91% ในขณะที่ ขนมขบเคี้ยวที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด OPP มีค่าความแข็งลดลงถึง

27.95% ทั้งนี้เนื่องมาจากพลาสติกชนิด OPP มีค่า WVTR เป็น 16.67 เท่า ของ Met OPP

ตารางที่ 2 แสดงค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยค่า TBA แสดงถึงการเกิดกลิ่นหืนของอาหาร โดยวิเคราะห์ปริมาณของสาร Malonaldehyde ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์อันดับ 2 (Secondary product) ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของอาหาร ซึ่งเป็นสารสำคัญทำให้เกิดกลิ่นหืนของอาหาร ทำให้อาหารไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งการเกิดกลิ่นหืนนั้นจะเกิดขึ้นเมื่อมีน้ำมันหรือไขมันเป็นองค์ประกอบของอาหาร โดยน้ำมันจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับแก๊สออกซิเจนในอากาศ ทำให้เกิดสารอนุมูลอิสระแบบปฏิกิริยาลูกโซ่ และเมื่อมีอนุมูลอิสระมากขึ้นก็ทำให้เกิดกลิ่นหืนขึ้น แต่จากผลการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก OPP และ Met OPP และเก็บไว้เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์นั้น มีค่า TBA ไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์เริ่มต้นการทดลอง นั่นแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงพลาสติกทั้ง 2 ชนิด ไม่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันตลอดระยะการเก็บรักษา 12 สัปดาห์ นอกจากนี้ การเพิ่มขึ้นของ TBA ของขนมขบเคี้ยวที่บรรจุในภาชนะบรรจุทั้งสองชนิดมีค่าใกล้เคียงกันหลังจากเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ คือ TBA เพิ่มขึ้นประมาณ 0.01-0.02 mg Malonaldehyde/kg ทั้งนี้อาจเนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเครื่องเอกซ์ทรูเดอร์นั้นผลิตจากข้าวหอมนิลเพียงชนิดเดียว ซึ่งข้าวหอมนิลนั้นมีไขมันเป็นองค์ประกอบเพียงเล็กน้อย จึงทำให้ไม่มีสารตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่า TBA ของผลิตภัณฑ์

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในถุงพลาสติกทั้ง 2 ชนิด เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ส่งผลให้ค่าความสว่าง (L*) ของผลิตภัณฑ์ลดลงเล็กน้อย เนื่องจากผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งผลของปฏิกิริยาเมลลาร์ดทำให้เกิดสารประกอบที่ให้สีน้ำตาล ส่งผลให้ค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวลดลง [18] แต่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ดังตารางที่ 3 จากผลการยอมรับทางประสาทผัสของผู้บริโภคที่ทดสอบชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ในถุงพลาสติกชนิด OPP และ Met OPP พบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 12 สัปดาห์ ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับในผลิตภัณฑ์ที่เก็บในถุงพลาสติกชนิด Met OPP ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมไม่แตกต่างกับผลิตภัณฑ์ที่เริ่มต้นทดลอง ในขณะที่คะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสและความชอบรวมของตัวอย่างที่เก็บในถุงพลาสติกชนิด OPP มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แต่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ การใช้ถุงพลาสติกชนิด OPP และ Met OPP เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวให้ผลการทดลองด้านต่าง ๆ ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4)

4. สรุปผลการทดลอง

การบรรจุผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากข้าวหอมนิลในถุงพลาสติกชนิด Met OPP และปิดผนึกแบบสุญญากาศ ทำให้ขนมขบเคี้ยวดังกล่าวมีค่าความแข็งและค่าความสว่างลดลงเพียงเล็กน้อย ในขณะที่ค่าความชื้น และ TBA ของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น นอกจากนี้ ผลิตภัณฑ์ยังคงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคหลังจากเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ส่วนถุงพลาสติกชนิด OPP สามารถป้องกันการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจน

ได้ค่อนข้างต่ำ จึงอาจไม่เหมาะกับการบรรจุแบบสุญญากาศ

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินสนับสนุนการดำเนินการวิจัยจากโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษา งบประมาณปี พ.ศ. 2554 สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) กลุ่มเรื่องการเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออกและลดการนำเข้า

6. อ้างอิง

[1] ธีรพร คงบังเกิด. การปนเปื้อนของอาหารจากจุลินทรีย์และการเจริญในอาหาร การเสื่อมเสียและการถนอมอาหารชนิดต่างๆ. เอกสารประกอบการสอน: จุลชีววิทยาอุตสาหกรรมอาหาร (103311). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร; 2545.

[2] Han YJ, Tran TTT, Le VVM. Corn snack with high fiber content: Effects of different fiber types on the product quality. LWT- Food Sci Tech. 2018;96:1-6.

[3] ศศิเกษม ทองยงค์, พรรณี เดชกำแหง. เคมีอาหารเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์; 2530.

[4] ปุ่น คงเจริญเกียรติ, สมพร คงเจริญเกียรติ. บรรจุภัณฑ์อาหาร. กรุงเทพมหานคร: แพคเมทส์; 2541.

[5] Hernendez RJ, Selke SEM, Culter JD. Plastics Packaging: Properties, Processing, Applications and Regulations. Cincinnati: Hanser Gardner Publications, Inc; 2000.

[6] Robertson GL. Structure and related properties of plastic polymers. In Robertson GL, editor. Food Packaging: Principles and Practice. 2nd ed. Florida: Taylor & Francis Group, LLC; 2006.

[7] Biron M. Thermoplastics and thermoplastic composites. Burlington: Elsevier, Ltd; 2007.

[8] Odian G. Principles of polymerization. 4th ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.; 2004.

[9] Keller LE. 1991. Oriented polypropylene film structure. United states Patent US 5019447. 1991 May 28.

[10] Oxygen transmission rate Online Resources [Internet]. Tucson: Poly Print Inc. [updated 2008; cited 2019 June 13] Available from: http://www.polyprint.com/flexographic-otr.htm.

[11] เยาวดี คุปตะพันธ์, ดวงจันทร์ เฮงสวัสดิ์, วันเพ็ญ มีสมญา และคณะ. การประเมินคุณภาพทางโภชนาการและศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารเช้าที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง: รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2546.

[12] รัชดา สาดตระกูลวัฒนา. การพัฒนาอาหารเช้าพร้อมบริโภคอัดแท่งจากธัญพืช [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2542.

[13] Sangnark A, Limroongreungrat K, Yuenyongputtakal W, et al. Effect of Hom Nil rice flour moisture content, barrel temperature, and screw speed of a single screw extruder on snack properties. International Food Research Journal. 2015; 22(5):2155-61.

[14] AOAC. Official Method of Analysis. 17th ed. Arillington, Virginia: The Association of Official Analytical Chemists; 2000.

[15] Pearson D. Laboratory Techniques in Food Analysis. New York: Wiley; 1976.

[16] Rowland SP. Water in Polymers, ACS Symposium. Series 127. Washington, D.C.: American Chemical Society; 1980.

[17] Labuza T, Roe K, Payne C, et al. Storage stability of dry food systems: Influence of state changes during drying and storage. In: Drying 2004 - Proceedings of the 14th International Drying Symposium (IDS 2004); 2004 August 22-25; São Paulo, Brazil. Campinas: State Univ., Chemical Engineering School; 2004. p. 48-68.

[18] Bastos DM, Monaro É, Siguemoto É, et al. Maillard reaction products in processed food: pros and cons. In Valdez B., editor. Food industrial processes-methods and equipment. Rijeka: IntechOpen; 2012. p. 281- 300.