



รายงานการวิจัย

ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพและสารสำคัญในข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว

Effect of packaging materials on the quality and active ingredients of
Leum Pua Glutinous Rice (*Oryza sativa* L, Variety Leum Pua)

ชชุรัตน์ ศรีจันทวงศ์

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2564

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพและสารสำคัญในข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว

Effect of packaging materials on the quality and active ingredients of
Leum Pua Glutinous Rice (*Oryza sativa* L, Variety Leum Pua)

ชชุรัตน์ ศรีจันทวงศ์

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ทุนอุดหนุนโดยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ งบประมาณแผ่นดิน
พิจารณาโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
โครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อสร้างองค์ความรู้พื้นฐานของประเทศ
ประจำปีงบประมาณ 2564

ชื่องานวิจัย ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพและสารสำคัญในข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว
 Effect of packaging materials on the quality and active ingredients of
 Leum Pua Glutinous Rice (*Oryza sativa* L, Variety Leum Pua)

ผู้วิจัย ชุติรัตน์ ศรีจันทร์วงศ์

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2564

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ที่มีผลต่อสารสำคัญในข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว ได้แก่ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ Kraft paper bags เก็บตัวอย่างนำไปวิเคราะห์ทุกๆ 15 วัน เป็นระยะเวลา 75 วัน พบว่า ค่า water activity (a_w) อยู่ในช่วง 0.64-0.73 ค่า L^* อยู่ในช่วง 27.42-35.52 ค่า a^* อยู่ในช่วง 7.24-10.05 และค่า b^* อยู่ในช่วง -1.07-1.56 การวิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระของข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE ในวันที่ 75 มีค่าเท่ากับ 272.95 mg eq ascorbic /100g ซึ่งมีสารต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุด และ ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ retort pouch ในวันที่ 75 มีค่าเท่ากับ 296.28 mg eq ascorbic /100g ซึ่งมีสารต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด การวิเคราะห์ปริมาณกรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี) พบว่า มีปริมาณกรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี) อยู่ในช่วง 1.95-2.06 mg /100g และ วันที่ 45 วันที่ 60 และวันที่ 75 ตรวจไม่พบกรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี) ในทุกบรรจุภัณฑ์ที่ใช้เก็บรักษา การวิเคราะห์ปริมาณอัลฟา-โทโคฟีรอล (วิตามินอี) พบว่า มีปริมาณอัลฟา-โทโคฟีรอล (วิตามินอี) อยู่ในช่วง 0.04-1.28 mg /100g การวิเคราะห์ปริมาณปริมาณแอนโทไซยานิน พบว่า บรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE ในวันที่ 75 มีค่าเท่ากับ 1,121 mg /kg ซึ่งมีปริมาณแอนโทไซยานินน้อยที่สุด และ ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ retort pouch ในวันที่ 75 มีค่าเท่ากับ 1,414 mg /kg ซึ่งมีปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุด ผลจากการศึกษาพบว่า บรรจุภัณฑ์ retort pouch มีค่า a_w อยู่ในระดับต่ำ กิจกรรมการ

ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณแอนโทไซยานิน ของข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มด้วมีปริมาณสูงที่สุดตลอด
ระยะเวลาในการเก็บรักษา 75 วัน

คำสำคัญ : บรรจุภัณฑ์ ต้านอนุมูลอิสระ แอนโทไซยานิน ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มด้ว

Research Title	Effect of packaging materials on the quality and active ingredients of Leum Pua Glutinous Rice (<i>Oryza sativa</i> L, Variety Leum Pua)
Researcher	Chachurat Srichantawong
Department	Food Science and Technology Phetchabun Rajabhat University 2021

Abstract

This study aims to effect of packaging on chemical, physical and antioxidant properties that affect important substances in Leum Pua glutinous rice, including laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch and Kraft paper bags. Water activity (a_w) range 0.64-0.73, L^* values in the range of 27.42-35.52, a^* values in the range of 7.24-10.05, and b^* in the range -1.07-1.56. Antioxidant Analysis of Leum Pua glutinous rice contained in laminated NY+PE packaging on the 75th was 272.95 mg eq ascorbic /100 g, which contains the least antioxidant, and Leum Pua glutinous rice packaged in the retort pouch packaging on the 75th was 296.28 mg eq ascorbic /100g contains the most antioxidants, Ascorbic acid (vitamin C) in the range of 1.95-2.06 mg /100g and the 45th, the 60th and 75th days, ascorbic acid (vitamin C) was not detected. Alpha-tocopherol (vitamin E) in the range ranged from 0.04-1.28 mg /100g. Laminated NY+PE on the 75th was 1,121 mg /kg, which has the least anthocyanin content, and Leum Pua glutinous rice contained in the retort pouch packaging on the 75th was 1,414 mg /kg. The results of studies showed that retort pouch packaging had a low a_w value. Antioxidant activity and anthocyanin content of Leum Pua glutinous rice varieties are the highest throughout the 75-day storage period.

Keywords : Antioxidant, Packaging, Anthocyanin, Leum Pua glutinous rice

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารทุกท่าน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำคำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ความกรุณา ให้คำปรึกษาแนะนำ ให้แก่ผู้วิจัย จึงขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

ชชุรัตน์ ศรีจันทร์วงศ์

29 พฤศจิกายน 2564

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย.....	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทฤษฎีและกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	3
2.2 สารต้านอนุมูลอิสระหรือสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant).....	6
2.3 บรรจุภัณฑ์.....	8
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	13
3.1 วัตถุประสงค์.....	13
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์วิธีการดำเนินการวิจัย.....	13
3.3 สารเคมี.....	13
3.4 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	14
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	16
4.1 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วโดยบรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ Kraft paper bag	16
4.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag	18

สารบัญ

หน้า

4.3 ผลการวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ	22
4.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี).....	23
4.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณอัลฟา-โทโคฟีรอล (วิตามินอี).....	25
4.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน.....	26
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	29
บรรณานุกรม	31
ภาคผนวก.....	32
ประวัติผู้วิจัย.....	35

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4-1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมี ค่า water activity (aw) ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag17	
4-2 ผลการวิเคราะห์ค่าสี $L^*a^*b^*$ ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag19	
4-3 ผลการวิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH22	
4-4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี).....24	
4-5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณอัลฟา-โทโคฟีรอล (วิตามินอี).....25	
4-6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน).....27	

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้าวเหนียวดำพันธุ์ลิ้มผัวเป็นข้าวพื้นเมืองชนิดหนึ่งที่ “ชาวเผ่าม้ง” ปลูกสำหรับบริโภคเป็นอาหารหลักกันมายาวนาน พบครั้งแรกที่อำเภอพบพระ จังหวัดตาก ที่อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ก็มีการปลูกมาช้านาน ซึ่งเป็นพื้นที่ดอนไม่มีน้ำขัง ตามเชิงเขาในพื้นที่สูงที่ระดับความสูง 400 – 800 เมตร มีสีม่วง รูปร่างค่อนข้างป้อมจากการศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหาร พบว่า มีสารต้านอนุมูลอิสระในปริมาณสูง ได้แก่ กรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี) อัลฟา-โทโคฟีรอล (วิตามินอี) แอนโทไซยานิน เป็นต้น และสารสำคัญคือ แกมมาโอไรซานอล ที่ช่วยลดคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ และกรดไขมันจำเป็นซึ่งร่างกายไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ ได้แก่ โอเมก้า 3 โอเมก้า 6 โอเมก้า 9 เป็นต้น เมื่อเหลือจากการบริโภคเป็นอาหารหลักแล้วชาวเผ่าม้งและชาวบ้านในชุมชน จะนำข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวมาขายตามตลาด จุดขายของฝาก เพื่อเป็นของฝากกับนักท่องเที่ยว นิยมใช้ถุงพลาสติกธรรมดาเป็นบรรจุภัณฑ์ห่อหุ้มข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวพลาสติกที่นำมาเป็นบรรจุภัณฑ์หลายชนิดมีคุณภาพต่ำ ไม่สามารถป้องกันแสงแดด อากาศ และไอน้ำได้ ทำให้คุณภาพและสารสำคัญในข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวลดต่ำลง และทำให้ไม่สามารถดึงดูดนักท่องเที่ยวในการเลือกซื้อข้าวลิ้มเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวเป็นของฝาก

จากปัญหาดังกล่าวจากการที่ชาวบ้านในชุมชนนำพลาสติกคุณภาพต่ำมาเป็นบรรจุภัณฑ์ในการห่อหุ้มข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัว ซึ่งไม่สามารถป้องกันแสงแดด อากาศและไอน้ำได้ดี เนื่องจากบรรจุภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี จะสามารถปกป้องข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัว ให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ สวยงาม ชะลอการสลายตัวของสารสำคัญและคุณภาพในข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารแอนโทไซยานินในข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระซึ่งมีสีม่วง และจะถูกออกซิเดชันได้ง่ายเมื่อโดนแสงแดด ทำให้ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวมีสีซีดจางลง ทำให้คุณภาพและสารสำคัญในข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวลดต่ำลง งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะปรับปรุงบรรจุภัณฑ์ที่นำมาห่อหุ้มข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัว ให้คุณภาพและสารสำคัญในข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวสลายตัวในปริมาณที่ต่ำลง ยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น และยังเป็นทางเลือกให้ผู้บริโภคและเพิ่มมูลค่าของสินค้าได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาประเภทของบรรจุภัณฑ์ต่อสารสำคัญในข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว
- 1.2.2 เพื่อศึกษาคูณสมบัติทางเคมี ชีวเคมี และกายภาพ ของบรรจุภัณฑ์แต่ละประเภท ที่มีผลต่อสารสำคัญ ในข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว
- 1.2.3. เพื่อศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ของบรรจุภัณฑ์แต่ละประเภทที่มีผลต่อสารสำคัญในข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

กรอบการวิจัยนี้ เพื่อศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ประเภทต่างๆ ต่อคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ที่มีผลต่อสารสำคัญในข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา ทำให้มีความหลากหลาย เพิ่มทางเลือก เพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบ เพื่อการยกระดับและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ชุมชน ในเขตพื้นที่ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีและกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ข้าวเหนียวดำพันธุ์ลิ้มผัวเป็นข้าวพื้นเมืองชนิดหนึ่งที่ “ชาวเผ่าม้ง” ปลูกสำหรับบริโภคเป็นอาหารหลักกันมายาวนาน พบครั้งแรกที่อำเภอพบพระ จังหวัดตาก ที่อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ก็มีการปลูกมาช้านาน ซึ่งเป็นพื้นที่ดอนไม่มีน้ำขัง ตามเชิงเขาในพื้นที่สูงที่ระดับความสูง 400 – 800 เมตร มีสีม่วง รูปร่างค่อนข้างป้อมจากการศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหาร พบว่า มีสารต้านอนุมูลอิสระในปริมาณสูง ได้แก่ กรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี) อัลฟา-โทโคฟีรอล (วิตามินอี) แอนโทไซยานิน เป็นต้น และสารสำคัญคือ แกมมาโอไรซานอล ที่ช่วยลดคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ และกรดไขมันจำเป็นซึ่งร่างกายไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ ได้แก่ โอเมก้า 3 โอเมก้า 6 โอเมก้า 9 เป็นต้น เมื่อเหลือจากการบริโภคเป็นอาหารหลักแล้วชาวเผ่าม้งและชาวบ้านในชุมชน จะนำข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวมาขายตามตลาด จุดขายของฝาก เพื่อเป็นของฝากกับนักท่องเที่ยว นิยมใช้ถุงพลาสติกธรรมดาเป็นบรรจุภัณฑ์ห่อหุ้มข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัว พลาสติกที่นำมาเป็นบรรจุภัณฑ์หลายชนิดมีคุณภาพต่ำ ไม่สามารถป้องกันแสงแดด อากาศ และไอน้ำได้ ทำให้คุณภาพและสารสำคัญในข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวลดต่ำลง และทำให้ไม่สามารถดึงดูดนักท่องเที่ยวในการเลือกซื้อข้าวลิ้มเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวเป็นของฝาก

2.1.1 ข้าวเหนียวดำลิ้มผัว

เป็นที่รู้จักกันในชื่อ ข้าวลิ้มผัว จัดเป็นข้าวเหนียวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวกลี้ยงสีม่วงดำ ใบเขียวม่วง ใบต่อช่วงแสง อายุสั้น เก็บเกี่ยวประมาณกลางเดือนตุลาคม ลักษณะทรงกอตั้ง ต้นแข็ง ไม่ล้มง่าย ปล้องสีเหลืองอ่อน กาบใบสีเขียว ลิ้นใบสีน้ำตาลอ่อน หูใบสีเหลืองน้ำตาล ใบธงหักลง คอรวงยาวรวงค่อนข้างแน่น กลีบดอกกระยะออกรวงร้อยละ 50 มีสีเขียวอ่อนเมื่อถึงระยะนํ้านม กลีบดอกจะเปลี่ยนสีเป็นแถบสีม่วงบนพื้นสีเขียวอ่อน เป็นข้าวนาปีพื้นเมืองเดิมของชาวเขาเผ่าม้งในภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งเดิมปลูกในสภาพไร่บนภูเขาที่อำเภอพบพระ จังหวัดตาก ดังนั้นถ้าพูดถึงข้าวลิ้มผัวแล้วชาวเขาและคนไทยภาคเหนือจะรู้จักกันดี จากที่ทราบกันว่าข้าวดำลิ้มผัวเป็นสายพันธุ์ที่มาจากข้าวไร่ จึงเหมาะสมมากหากนำไปปลูกในพื้นที่นาดอน เพราะเป็นพันธุ์ข้าวทนแล้ง ไม่ต้องการน้ำมาก ปัจจุบันนับว่าเป็นที่นิยมมากอันเนื่องมาจากคุณค่าทางโภชนาการทางอาหารที่โดดเด่น ซึ่งมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงถึง 833.77 มิลลิกรัม ต่อ

100กรัม อีกทั้งชื่อที่สะกดหยาบและรสชาติเฉพาะตัวที่อร่อยน่าลองน่าค้นหา ทำให้ข้าวกำลังมีผู้โด่งดังและแพร่หลาย (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว, 2562)

คุณค่าทางโภชนาการ

ข้าวเหนียวดำพันธุ์ลิ้มผั่วที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดสีแดงและสีม่วงเข้ม มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดสีปกติ (Suttajit et al., 2006) โดยการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของ ข้าวเหนียวดำพันธุ์ที่โดดเด่น คือ มีสารต้านอนุมูลอิสระรวมอยู่ในปริมาณสูงถึง 833.77 มิลลิกรัมต่อ ข้าว 100 กรัม โดยประกอบด้วยสารอาหารต่างๆ ดังนี้ (อภิชาติ และ คณะ, 2553)

- วิตามินอี (อัลฟา-โทโคฟีรอล) 16.83 มิลลิกรัมต่อข้าว 1 กิโลกรัม (อภิชาติ และ คณะ, 2553) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และช่วยลดโคเลสเตอรอลชะลอการแก่ของเซลล์ ช่วยกระจายออกซิเจนใน เลือดดีขึ้น ป้องกันการเกาะของแคลเซียมในเลือด ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคระบบหลอดเลือดหัวใจ

- วิตามินเอ ช่วยในการเจริญเติบโต บำรุงสายตา และซ่อมแซมเนื้อเยื่อ ป้องกันโรคตาฟางในเวลา กลางคืน

- วิตามินบี 1 มีบทบาทในการย่อยคาร์โบไฮเดรตให้ดีขึ้น สนับสนุนการทำงานของระบบประสาท หัวใจและกล้ามเนื้อ ป้องกันโรคเหน็บชา

- วิตามินบี 2 เป็นส่วนประกอบของโคเอนไซม์หลายชนิด จำเป็นสำหรับผิวหนัง ระบบประสาท บำรุงสายตา ป้องกันโรคปากนกกระชอก - แกมมาโอไรซานอล ปริมาณ 508.09 มิลลิกรัมต่อข้าว 1 กิโลกรัม (อภิชาติ และ คณะ, 2553) ซึ่งช่วยลดคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ ตลอดจนช่วยลดการหย่อนสมรรถภาพทางเพศ

- โสมก้า-3 ปริมาณ 33.94 มิลลิกรัมต่อข้าว 100 กรัม (อภิชาติ และ คณะ, 2553) ซึ่งจะช่วยบำรุง สมอง ป้องกันภาวะเสื่อมและช่วยความจำ (สายพิน, 2552)

- โสมก้า-6 ปริมาณ 1,160.08 มิลลิกรัมต่อข้าว 100 กรัม (อภิชาติ และ คณะ, 2553) ซึ่งช่วยบรรเทาอาการขาดภาวะเอสโตรเจนของวัยทอง และช่วยให้ผิวพรรณเปล่งปลั่ง (สายพิน, 2552)

- โอเมก้า-9 ปริมาณ 1,146.41 มิลลิกรัมต่อข้าว 100 กรัม (อภิชาติ และ คณะ, 2553) ซึ่งช่วยลดคอเลสเตอรอลในเส้นเลือด ทำให้เส้นเลือดไม่อุดตันไม่เป็นโรคหัวใจ โรคพากินสันส์ โรคสมองขาดเลือด ซึ่งเป็นสาเหตุของอัมพาตและช่วยลดความอ้วน (สายพิน, 2552)

- แอนโทไซยานิน 46.56 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (อภิชาติ และ คณะ, 2553) ซึ่งมาจาก สาร สีแดง สีม่วงที่ทำให้เมล็ดมีสีอยู่บริเวณเปลือกหุ้มเมล็ดและจมูกข้าวมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (สายพิน, 2552)

- ธาตุเหล็กสูงมากถึงปริมาณ 84.18 มิลลิกรัมต่อข้าว 1 กิโลกรัม (อภิชาติ และ คณะ, 2553) ซึ่งธาตุเหล็กเป็นส่วนประกอบของเม็ดเลือดแดง เป็นตัวนำออกซิเจนจากปอดไปสู่เซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย ช่วยสร้างภูมิคุ้มกันต้านโรค ช่วยการเจริญเติบโตของเซลล์สมองในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจและ ความจำช่วยการทำงานของกล้ามเนื้อต่าง ๆ และเป็นส่วนประกอบของ เอนไซม์ต่าง ๆ ในการสันดาปพลังงานหรือนำพลังงานต่าง ๆ ไปใช้

- ธาตุแคลเซียมปริมาณ 169.75 มิลลิกรัมต่อข้าว 1 กิโลกรัม (อภิชาติ และ คณะ, 2553) ซึ่งช่วย ในการสร้างกระดูกและฟัน ลดความดันโลหิต ควบคุมการเต้นของหัวใจ การทำงานของไต รักษากระบวนการทำงานของกล้ามเนื้อ และระบบประสาท

- ธาตุสังกะสี ปริมาณ 23.60 มิลลิกรัมต่อข้าว 1 กิโลกรัม (อภิชาติ และ คณะ, 2553) ซึ่งเป็นธาตุอาหารรองมีส่วนช่วยในการสังเคราะห์ DNA การพัฒนาระบบสืบพันธุ์ และมีบทบาทในการทำปฏิกิริยาของเอนไซม์ต่าง ๆ ในร่างกาย

- ธาตุแมงกานีส ปริมาณ 35.38 มิลลิกรัมต่อข้าว 1 กิโลกรัม (อภิชาติ และ คณะ, 2553) ซึ่งเป็น ส่วนประกอบที่สำคัญของเอนไซม์ที่ทำงานอนุมูลอิสระ

- ธาตุแมกนีเซียม ช่วยลดอาการหอบหืด ความดันโลหิตสูง ไมเกรน โรคหัวใจเฉียบพลัน

- ธาตุสังกะสี เป็นธาตุอาหารรองมีส่วนช่วยในการสังเคราะห์ DNA การพัฒนาระบบสืบพันธุ์ และมีบทบาทในการทำปฏิกิริยาของเอนไซม์ต่าง ๆ ในร่างกาย

- กรดแอสคอร์บิก ซึ่งช่วยป้องกันมะเร็ง - สารประกอบฟีนอลิกซึ่งมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระลดการเกิดมะเร็ง (ศรีวัฒนา และ คณะ, 2548) ช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ร่างกาย ช่วยสร้างเม็ดเลือดแดงช่วยดูดซึมอาหารในลำไส้เล็ก (พันทิพา, 2551)

- เส้นใยอาหาร ช่วยบรรเทาท้องผูกลดการหมักของของเสียในลำไส้ ลดโอกาสการดูดซับสารพิษ จากของเสียกลับเข้าสู่ร่างกาย (วรวิทย์, 2558)

2.2 สารต้านอนุมูลอิสระหรือสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant)

คือสารที่ทาหน้าที่ยับยั้งหรือต่อต้าน ปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือสารที่สามารถกำจัดอนุมูลอิสระออกจากร่างกาย ร่างกายมีระบบต้านออกซิเดชัน แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ ประเภทแรกป้องกันการเกิดสารอนุมูลอิสระ ได้แก่ เอนไซม์superoxide dismutase, glutathione peroxidase, catalase, peroxidase, cytochrome C peroxidase ทองแดง สังกะสีซีเลเนียม โปรตีนซึ่งมีทองแดงอยู่ในโมเลกุล (ceruloplasmin) ส่วนอีกประเภทหนึ่งคือ สารต้านออกซิเดชัน ในกลุ่มที่ทาลายปฏิกิริยาอนุมูลอิสระ ได้แก่ วิตามินอีเบต้า-แคโรทีน วิตามินซี ubiquinone, uric acid, bilirubin, albumin, sulfhydryl groups ในกรดอะมิโน cysteine ซึ่งอยู่ในโปรตีน เช่น เนื้อสัตว์ นอกจากนี้ยังมีสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) และสารกลุ่ม flavanoidsที่เป็นสารต้าน ออกซิเดชันที่น่าสนใจอีกด้วย

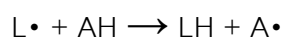
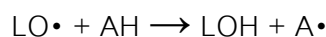
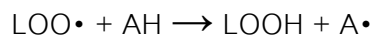
กลไกของสารต้านอนุมูลอิสระ

กลไกการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระจากรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของสารต้าน อนุมูลอิสระพบว่ามีหลายกลไกดังนี้คือการจับอนุมูลอิสระ (radical scavenging) เป็นที่ทราบดีว่า สารต้าน อนุมูลอิสระสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้โดยการทำให้โมเลกุลของอนุมูลอิสระมีความเสถียรขึ้นซึ่งกลไกของ ปฏิกิริยาเกิดโดยการให้ไฮโดรเจนหรืออิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระ

ประเภทของสารต้านอนุมูลอิสระ

กลไกการทำงานของ สารต้านอนุมูลอิสระ มีหลายแบบ เช่น การขนย้ายออกซิเจนออกไป การ ยับยั้งการสร้างอนุมูลอิสระ เป็นต้น สารต้านออกซิเดชันมีทั้งสารธรรมชาติและเป็นสารสังเคราะห์ เช่น วิตามินอี บิวทิลไฮดรอกซีโทลีน (BHA) วิตามินเหล่านี้จะพบมากในผัก และผลไม้หลายชนิด ผู้ที่ บริโภคผักและผลไม้ที่มีวิตามินเหล่านี้ก็จะทำให้มีปริมาณของสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่ง จะช่วยในการยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระ (free radicals) สารต้านอนุมูลอิสระทาหน้าที่สังการ และควบคุม ระบบภูมิคุ้มกันทางชีววิทยาที่สำคัญที่สุดของร่างกาย อีกทั้งช่วยเสริมประสิทธิภาพการทำงานของเซลล์ทุก เซลล์ในร่างกาย มักพบสารแอนติออกซิแดนท์ ในอาหารจากผักและผลไม้ ได้แก่ วิตามินอี (vitamin E) ได้จากเมล็ดทานตะวัน วิตามินซี (vitamin C) ได้จากผักใบเขียวทั่วไป แคโรทีนอยด์ (carotenoids) พบใน มะเขือเทศ สารประกอบฟีนอล (phenolic) พบในองุ่น และผักพื้นบ้าน สารต้านอนุมูล

อิสระจะไปหยุดยั้ง ปฏิกิริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระทำให้คงตัว และหยุดการก่อตัวใหม่ (จิราวรรณ, 2554) มีกลไกการทำงานดังนี้



สารต้านอนุมูลอิสระ (AH) จะแตกตัวให้อนุมูลอิสระไฮโดรเจนแก้อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยา ออกซิเดชัน เกิดเป็นสารที่ไม่เป็นอนุมูลอิสระ และอนุมูลสารต้านอนุมูลอิสระที่เสถียร ($\text{A}\cdot$) ซึ่งไม่ก่อให้เกิด ปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระหรือปฏิกิริยาต่อเนื่องของอนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระ มีทั้งสารที่มาจาก ธรรมชาติ (natural antioxidants) และสารสังเคราะห์ (synthetic antioxidants) สารต้านอนุมูลอิสระ ที่มาจากธรรมชาติ ได้แก่ กรดอะมิโน (amino acid) วิตามินซี (ascorbic acid) แคโรทีนอยด์ (carotenoids) ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เมลานอยดิน (melanoidin) โทโคฟีรอล (tocopherol) แทนนิน (tannins) เปปไทด์ (peptides) และกรดอินทรีย์อื่นๆ ส่วนสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นสารสังเคราะห์นั้น มีมากมายหลายชนิด ตัวอย่างเช่น Tert-butyl-4-hydroxytoluene (BHT) และ Tert-butylthioquinone (TBHQ) เป็นต้น โดยทั่วไปสารต้านอนุมูลอิสระ สามารถแบ่งได้เป็น 5 ประเภท

1. Primary antioxidant ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compound) และ โทโคฟีรอล (tocopherol) รวมถึงสารโทโคฟีรอลสังเคราะห์บางชนิด เช่น alkyl gallate, BHA, BHT และ TBHQ เป็นต้น สารต้านอนุมูลอิสระในกลุ่มนี้ทำหน้าที่หยุด ปฏิกิริยาลูกโซ่ของการเกิดอนุมูลอิสระจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันโดยการให้อิเล็กตรอนแก่โมเลกุลของอนุมูลอิสระให้เป็นสารที่มีความเสถียร สารประกอบฟีนอล (phenolic compounds) เป็นสารที่พบได้ในผักและผลไม้ทั่วไปมีโครงสร้างทางเคมี เป็นวงแหวนอะโรมาติก (aromatic ring) ที่มีจำนวน hydroxyl group อย่างน้อย หนึ่ง หรือมากกว่าหนึ่งหมู่ในโมเลกุล ส่วนมากสารประกอบฟีนอลมักเชื่อมอยู่กับ mono- และ polysaccharides เกิดเป็นโครงสร้างที่หลากหลาย สารประกอบฟีนอล ในธรรมชาติจึงมีอยู่หลายชนิด สามารถละลายได้ในน้ำ ส่วนใหญ่สารประกอบฟีนอล มักพบอยู่ร่วมกับน้ำตาลในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ (glycoside) นอกจากนี้ สารประกอบฟีนอลยังอาจรวมกับสารประกอบอื่นอีกหลายชนิด เช่น hydroxycinnamic acid อาจพบรวมกับ organic acids, aminogroups, lipids, terpenoids, phenolics และกลุ่มอื่น ๆ นอกเหนือจากน้ำตาล สารประกอบฟีนอล หลายชนิดมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น ฟลาโวนอยด์ กรดฟีนอลิก และลิกนิน เป็นต้นนอกจากนี้ปริมาณ

สารประกอบฟีนอลของพืชยังขึ้นอยู่กับปัจจัยภายใน เช่น สกูล ชนิด และพันธุ์ และปัจจัยภายนอก เช่น สภาพแวดล้อม วิธีการเก็บเกี่ยว และการเก็บรักษา ประโยชน์ของสารประกอบฟีนอลในการรักษาโรค เช่น มีฤทธิ์ต่อต้าน อากาเร็กซ์ และอาการเส้นเลือดโป่งพอง ช่วยยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียและ ไวรัส

2. Oxygen scavenger ได้แก่ วิตามินซี (ascorbic acid) และอนุพันธ์ เช่น ascorbyl palmitate, erythorbic acid (isoascorbic acid) และ sodium erythorbate เป็นต้น สารในกลุ่มนี้เข้าทำปฏิกิริยากับออกซิเจน ซึ่งจะเป็นการกำจัดโมเลกุลของ ออกซิเจนส่วนเกินในระบบปิด

3. Secondary antioxidant ได้แก่ dilauryl thiopropionate และ thiopropionic acid เป็นต้น สารในกลุ่มนี้ทำหน้าที่สลาย lipid hydroperoxide ให้กลายเป็นสารที่มีความเสถียร

4. Enzymic antioxidant ได้แก่ เอนไซม์ต่างๆ ที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งปฏิกิริยาของ อนุมูลอิสระ เอนไซม์เหล่านี้แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ primary antioxidant enzyme และ ancillary antioxidant enzyme ซึ่งสารเหล่านี้ทำหน้าที่กำจัดออกซิเจนและ อนุพันธ์ โดยเฉพาะไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

5. Chelating agent หรือ Sequestant ได้แก่ กรดซิตริก (citric acid) กรดอะมิโน (amino acid) และ ethylenediaminetetra-acetic acid (EDTA) เป็นต้น สารกลุ่มนี้ทำหน้าที่จับกับไอออนของโลหะเช่น เหล็กและทองแดง ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการเกิด อนุมูลอิสระ ให้กลายเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีความเสถียร

สารต้านอนุมูลอิสระในผักผลไม้โดยทั่วไปจะลดลงในระหว่างกระบวนการให้ความร้อนและการเก็บรักษา เนื่องจากความไม่คงตัวของสารต้านอนุมูลอิสระ

2.3 บรรจุภัณฑ์

ได้กำเนิดขึ้นพร้อมกับการเกิดของมนุษย์ ตอนเริ่มต้นบรรจุภัณฑ์จะทำหน้าที่เฉพาะเป็นภาชนะรองรับอาหารและน้ำดื่ม และค่อยๆ วิวัฒนาการขึ้นเป็นบรรจุภัณฑ์เต็มรูปแบบ ด้วยเหตุนี้บรรจุภัณฑ์จึงมีความสัมพันธ์กับประเพณีนิยมของแต่ละชนชาติอย่างใกล้ชิด บรรจุภัณฑ์ใหม่ๆ ที่เกิดจากความคิดริเริ่มของมนุษย์ได้มีการพัฒนาสอดคล้องกับบรรจุภัณฑ์ธรรมชาติ ยกตัวอย่างเช่น ไข่ ถั่ว และกล้วย เป็นต้น บรรจุภัณฑ์ที่ถือว่ามีความสำคัญต่อการการเลือกซื้อสินค้าของผู้บริโภค อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้า และเป็นการดึงดูดความสนใจกับสินค้านั้น ๆ อีกทางหนึ่ง

ถึงแม้ว่าบรรจุภัณฑ์จะสามารถป้องกันอันตรายจากภายนอก เช่น แสงแดด ฝน หรือทนต่อการโยน การกระแทกกันระหว่างการขนส่งได้ แต่ถ้าบรรจุภัณฑ์ไม่สามารถรักษาคุณภาพของอาหารได้โดยปล่อยให้สินค้าที่อยู่ภายในเน่าเสีย บรรจุภัณฑ์นั้นย่อมใช้งานไม่ได้ ด้วยเหตุผลนี้หัวใจสำคัญของการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ คือ การป้องกันและรักษาคุณภาพอาหารด้วยต้นทุนที่เหมาะสม

หน้าที่ของบรรจุภัณฑ์สามารถให้คำอธิบายเพิ่มเติมได้ดังนี้

- การทำหน้าที่บรรจุใส่ ได้แก่ ใส่-ห่อสินค้า ด้วยการชั่ง ตวง วัด นับ
- การทำหน้าที่ปกป้องคุ้มครอง ได้แก่ ป้องกันไม่ให้สินค้าเสียรูป แตกหัก ไหลซึม
- การทำหน้าที่รักษาคุณภาพอาหาร ได้แก่ การใช้วัสดุที่ป้องกันอากาศซึมผ่าน ป้องกันแสง ป้องกันก๊าซเฉื่อยที่ฉีดเข้าไปชะลอปฏิกิริยาชีวภาพ ป้องกันความชื้นจากภายนอก
- การทำหน้าที่ขนส่ง ได้แก่ กล่องลูกฟูก ลังพลาสติก ซึ่งบรรจุสินค้าหลายห่อหรือหน่วย เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและขนส่งสินค้าไปยังแหล่งผลิตหรือแหล่งขาย
- การวางจำหน่าย คือ การนำบรรจุภัณฑ์ที่มีสินค้าอาหารแปรรูปอยู่ภายในวางจำหน่ายได้โดยไม่ต้องเห็นสินค้าเลย สามารถวางนอนหรือวางตั้งได้โดยสินค้าไม่ได้รับความเสียหาย ซึ่งควรคำนึงถึงขนาดที่เหมาะสมกับชั้นวางสินค้าด้วย
- การรักษาสิ่งแวดล้อม ได้แก่
 1. ใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์ที่ให้ปริมาณขยะน้อย เป็นวัสดุที่ย่อยสลายได้ง่าย ในกระบวนการผลิตจะไม่ใช้สารที่ทำลายชั้นบรรยากาศ เป็นต้น
 2. นำบรรจุภัณฑ์เวียนใช้ใหม่หรือใช้ประโยชน์อื่นได้ เช่น ขวดเหล้า แก้วใส่แย้ม เป็นต้น
 3. หมุนเวียนนำกลับมาผลิตใหม่ คือ นำบรรจุภัณฑ์ที่ใช้แล้วไปหลอมหรือย่อยสลายเป็นวัตถุดิบสำหรับใช้ผลิตบรรจุภัณฑ์หรือสินค้าอื่นได้
- ทำหน้าที่ส่งเสริมการขายเพราะบรรจุภัณฑ์ที่ออกแบบสวยงามสามารถใช้เป็นสื่อโฆษณาได้ด้วยตัวเอง รวมถึงการออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อใช้เฉพาะกาล เช่น มีการเนบของแถมไปกับบรรจุภัณฑ์ การนำรูปภาพตรา เครื่องหมายก๊อฟที่ได้รับความนิยมมาพิมพ์บนบรรจุภัณฑ์ จะเป็นแนวทางหนึ่งในการเรียกความนิยมของสินค้า
- ทำหน้าที่เป็นฉลากแสดงข้อมูลของอาหารแปรรูป ได้แก่ ข้อมูลทางด้านโภชนาการ ส่วนประกอบของอาหาร วันที่ผลิต วันที่หมดอายุ คำแนะนำ และเครื่องหมายเลขทะเบียนหรือเลขอนุญาตจากคณะกรรมการอาหารและยา (อย.)

- ทำให้ตั้งราคาขายได้สูงขึ้นเนื่องจากบรรจุภัณฑ์ที่สวยงามจะสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่สินค้า สร้างความนิยมในสินค้า จากตราและเครื่องหมายการค้าทำให้เกิดความภักดี (Loyalty) ในตัวสินค้าส่งผลให้ขายราคาที่สูงขึ้นได้ หรือ ที่เรียกว่าสินค้าแบรนด์เนม (Brandname)
- การเพิ่มปริมาณขาย ด้วยการรวมหน่วยขายปลีกในบรรจุภัณฑ์อีกชั้นหนึ่ง เช่น นมกล่อง 1 โหลในกล่องกระดาษลูกฟูกที่มีหูหิ้ว หรือการขายขวดน้ำยาทำความสะอาดพร้อมกับซองน้ำยาทำความสะอาดเพื่อใช้เติมใส่ในขวดเมื่อใช้น้ำยาในขวดหมดแล้ว เป็นต้น
- ให้ความถูกต้องรวดเร็วในการขาย โดยการพิมพ์บาร์โค้ดบนบรรจุภัณฑ์ทำให้คนคิดเงินไม่จำเป็นต้องอ่านป้ายราคาบนบรรจุภัณฑ์แล้วกดเงินที่ต้องจ่าย แต่ให้เครื่องอ่านบาร์โค้ดทำหน้าที่แทน ทำให้รวดเร็วขึ้นและถูกต้อง
- ร่วมมีบทบาทในการรณรงค์เรื่องต่างๆ เช่น สัญลักษณ์รีไซเคิล ฉลาดเขียว กีฬาท่องเที่ยว กินของไทยใช้ของไทย เป็นต้น

2.3.1 ประเภทของบรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์ทำหน้าที่เป็นพาหนะนำผลผลิตจากกระบวนการผลิตผ่านการขนย้าย เก็บในคลังสินค้า ระบบการขนส่ง ระบบการจัดจำหน่าย เปิดโอกาสให้เลือกซื้อ เอื้ออำนวยความสะดวกในการบริโภคพร้อมทั้งกำจัดซากบรรจุภัณฑ์ได้ง่าย จากขั้นตอนต่างๆ เหล่านี้ การแยกประเภทของบรรจุภัณฑ์อาจแยกได้หลายลักษณะแล้วแต่จุดมุ่งหมายการแยกประเภท สามารถจำแนกประเภทของบรรจุภัณฑ์ได้ 3 จำพวก คือ

2.1.3.1 บรรจุภัณฑ์ชั้นในหรือปฐมภูมิ (Primary Packaging) เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ผู้ซื้อจะได้สัมผัสเวลาที่บริโภค บรรจุภัณฑ์นี้จะได้รับการโยนทิ้งเมื่อมีการเปิดและบริโภคสินค้าภายในจนหมด เช่น ซองบรรจุน้ำตาล เป็นต้น บรรจุภัณฑ์นี้เป็นบรรจุภัณฑ์ที่อยู่ชั้นในสุดติดกับตัวสินค้า ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ชั้นในมีปัจจัยที่ต้องพิจารณา 2 ประการคือ อันดับแรกจะต้องมีการทดสอบจนมั่นใจว่าอาหารที่ผลิตและบรรจุภัณฑ์ที่เลือกใช้จำเป็นต้องเข้ากันได้ (Compatibility) หมายความว่าตัวอาหารจะไม่ทำปฏิกิริยาต่อผลิตภัณฑ์ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนี้อาจจะเกิดจากการแยกตัวของเนื้อวัสดุบรรจุภัณฑ์เข้าสู่อาหาร (Migration) หรือการทำให้บรรจุภัณฑ์เปลี่ยนแปลงรูปทรงไปเช่นในกรณีการบรรจุอาหารใส่เข้าไปในบรรจุภัณฑ์ขณะที่อาหารยังร้อนอยู่ (Hot Filling) เมื่อเย็นตัวลงในสภาวะบรรยากาศห้อง จะทำให้รูปทรงของบรรจุภัณฑ์บิดเบี้ยวได้ เหตุการณ์นี้จะพบบ่อยมากในขวดพลาสติกทรงกระบอก ซึ่งแก้ไขได้โดยการเพิ่มร่องบนผิวทรงกระบอกหรือเปลี่ยนรูปทรงเป็นสี่เหลี่ยมมุมมน

2.1.3.2 บรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองหรือทุติยภูมิ (Secondary Packaging)

เป็นบรรจุภัณฑ์ที่รวบรวมบรรจุภัณฑ์ชั้นแรกเข้าด้วยกัน เพื่อเหตุผลในการป้องกันหรือจัดจำหน่ายสินค้าได้มากขึ้น หรือด้วยเหตุผลในการขนส่ง บรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองที่เห็นได้ทั่วไป เช่น กล่องกระดาษแข็งของหลอดยาสีฟัน ถุงพลาสติกใส่ซองน้ำตาล 50 ซอง เป็นต้น ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองนี้มักจะเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ต้องวางแสดงบนห้าง ณ จุดขาย ดังนั้น การเน้นความสวยงามและภาพพจน์ของบรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ตัวอย่างเช่น กล่องยาสีฟัน การออกแบบของหลอดยาสีฟันที่อยู่ภายในก็ไม่จำเป็นต้องออกแบบให้สอดคล้องหลายสี ในทางกลับกันถ้าบรรจุภัณฑ์ชั้นในได้รับการออกแบบอย่างสวยงาม ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองนี้อาจจะทำการเปิดเป็นหน้าต่างเพื่อให้เห็นถึงความสวยงามของบรรจุภัณฑ์ชั้นในที่ออกแบบมาอย่างดีแล้ว ในกรณีของตัวอย่างถุงพลาสติกใส่ซองน้ำตาล 50 ซองนั้น ถุงพลาสติกที่เลือกใช้ไม่จำเป็นต้องช่วยรักษาคุณภาพของน้ำตาลมากเท่าของชั้นใน เนื่องจากทำหน้าที่รวมซองน้ำตาล 50 ซองเข้าด้วยกันเพื่อการจัดจำหน่ายแต่ตัวถุงเองต้องพิมพ์สอดคล้องอย่างสวยงามเพราะเป็นถุงที่วางขายบนห้าง ณ จุดขายบรรจุภัณฑ์ชั้นในหรือปฐมภูมิ (Primary Packaging) และบรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองหรือทุติยภูมิ (Secondary Packaging) มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า บรรจุภัณฑ์เพื่อการจำหน่ายปลีก (Commercial Packaging)

2.1.3.3 บรรจุภัณฑ์ชั้นที่สามหรือตติยภูมิ (Tertiary Packaging)

หน้าที่หลักของบรรจุภัณฑ์ชั้นที่สามคือการป้องกันระหว่างการขนส่ง บรรจุภัณฑ์ชั้นที่สามนี้อาจแบ่งย่อยเป็น 3 ประเภท คือ

1. บรรจุภัณฑ์ที่ใช้จากแหล่งผลิตถึงแหล่งขายปลีกเมื่อสินค้าได้รับการจัดเรียงวางบนห้างหรือคลังสินค้าของแหล่งขายปลีกแล้ว บรรจุภัณฑ์ขนส่งทั้งหมดหน้าที่การใช้งาน บรรจุภัณฑ์เหล่านี้ เช่น แคร่และกะบะ (Pallet) เป็นต้น
2. บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ระหว่างโรงงาน เป็นบรรจุภัณฑ์ที่จัดส่งสินค้าระหว่างโรงงาน ตัวอย่างเช่น ลังใส่ซองพริกป่น ถุงน้ำจิ้ม เป็นผลผลิตจากโรงงานหนึ่งส่งไปยังโรงงานอาหารสำเร็จรูปเพื่อทำการบรรจุไปพร้อมกับอาหารหลัก เป็นต้น
3. บรรจุภัณฑ์ที่ใช้จากแหล่งขายปลีกไปยังมือผู้อุปโภคบริโภค เช่น ถุงต่างๆ ที่ร้านค้าใส่สินค้าให้ผู้ซื้อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ชั้นที่สามนี้ จึงต้องคำนึงถึงความสามารถในการป้องกันสินค้าระหว่างการขนส่ง ส่วนข้อมูลรายละเอียดบนบรรจุภัณฑ์ขนส่งจะช่วยให้การจัดส่งเป็นไปอย่างสะดวกและถูกต้อง บรรจุภัณฑ์ชั้นที่สามนี้จึงเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า บรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง (Distribution Packaging)

บรรจุภัณฑ์แยกตามวัสดุหลักที่ใช้ในการผลิต ได้ 4 ประเภท คือ

1. เยื่อและกระดาษ นับได้ว่าเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ใช้มากที่สุดและมีแนวโน้มใช้มากยิ่งขึ้น เนื่องจากการรีไซเคิลได้ง่าย อันเป็นผลจากการรณรงค์สิ่งแวดล้อม กระดาษนับเป็นวัสดุบรรจุภัณฑ์ประเภทเดียวที่สามารถสร้างชิ้นใหม่ได้จากการปลูกป่าทดแทน กระดาษที่ใช้ในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์มีหลายประเภท และสามารถพิมพ์ตกแต่งได้ง่ายและสวยงาม นอกจากนี้ยังสะดวกต่อการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังผู้ใช้เนื่องจากสามารถพับได้ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

2. พลาสติก เป็นวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่อัตราการเจริญเติบโตสูงมาก คุณสมบัติของพลาสติกคือ มีน้ำหนักเบา ป้องกันการซึมผ่านของอากาศและก๊าซได้ระดับหนึ่ง สามารถต่อต้านการทำลายของแบคทีเรียและเชื้อรา มีคุณสมบัติหลายอย่างที่สามารถเลือกใช้ในงานที่เหมาะสม พลาสติกบางชนิดยังเป็นฉนวนกันความร้อนอีกด้วย พลาสติกที่ใช้ในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์มีอยู่หลากหลายประเภท การศึกษาคุณสมบัติของพลาสติกแต่ละประเภทมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะทำให้บรรจุภัณฑ์พลาสติกที่เลือกใช้สามารถทำหน้าที่ได้อย่างสมบูรณ์

3. แก้ว นับเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีความเฉื่อยต่อการทำปฏิกิริยากับสารเคมีชีวภาพต่างๆ เมื่อเทียบกับวัสดุบรรจุภัณฑ์อื่นๆ และรักษาคุณภาพสินค้าได้ดีมาก ข้อดีของแก้วคือมีความใสและทำเป็นสีต่างๆ ได้ สามารถทนต่อแรงกดได้สูงแต่เปราะแตกง่าย ในด้านสิ่งแวดล้อม แก้วสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ สิ่งที่ต้องระวังในเรื่องการบรรจุ คือ ฝาขวดแก้วจะต้องเลือกใช้ฝาที่ได้ขนาด และต้องสามารถปิดได้สนิทแน่น เพื่อช่วยรักษาคุณภาพและยืดอายุของสินค้า

4. โลหะ ในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์อาหาร วัสดุโลหะที่ใช้มี 2 ชนิด คือ

- เหล็กเคลือบดีบุก เป็นบรรจุภัณฑ์ที่แข็งแรงป้องกันอันตรายจากสิ่งแวดล้อมและสภาวะอากาศ การลงทุนในการผลิตไม่สูงนักและไม่สลับซับซ้อน สามารถใช้บรรจุอาหารได้ดี เนื่องจากสามารถปิดผนึกได้สนิทและฆ่าเชื้อได้ด้วยความร้อน ในแง่ของสิ่งแวดล้อมสามารถแยกออกจากขยะได้ง่ายด้วยการใช้แม่เหล็ก

- อะลูมิเนียม มักจะใช้ในรูปเปลวอะลูมิเนียมหรือกระป๋อง มีน้ำหนักเบา อีกทั้งมีความแข็งแรงทนต่อการซึมผ่านของอากาศ ก๊าซ แสง และกลิ่นรสได้ดี ในรูปของเปลวอะลูมิเนียมมักใช้เคลือบกับวัสดุอื่นซึ่งให้ภาพลักษณ์ที่ดีเนื่องจากความเงาของอะลูมิเนียมและเป็นตัวเหนียวนำความเย็นได้ดี (บรรจุภัณฑ์อาหาร, 2554)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุดิบ

ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัว (*Oryza sativa* L, Variety Leum Pua) อำเภอเขาค้อ
จังหวัดเพชรบูรณ์

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

- 3.2.1 เครื่องวัดสี (COLOR READER CD-10) บริษัท Konica Minolta
- 3.2.2 เครื่องวัด a_w ชนิดพกพา รุ่น Pawkit บริษัท Decagon
- 3.2.3 โถดูดความชื้น
- 3.2.4 เครื่องแก้วต่างๆ
- 3.2.5 อุปกรณ์เครื่องครัว
- 3.2.6 บรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE
- 3.2.7 บรรจุภัณฑ์ polyethylene terephthalate (PET)
- 3.2.8 บรรจุภัณฑ์ retort pouch
- 3.2.9 บรรจุภัณฑ์ kraft paper bag

3.3 สารเคมี

- 3.3.1 Hydrochloric acid
- 3.3.2 Sodium Hydroxide
- 3.3.3 Methanol, AR
- 3.3.4 Potassium sulfate
- 3.3.5 '2,2'-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical DPPH
- 3.3.6 '2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)
- 3.3.7 Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) Assay Kit (Colorimetric)

3.3.8 L(+)-Ascorbic Acid, AR (Vitamin C)

3.3.9 alpha tocopherol 95.5%

3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.4.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น

3.4.2 สํารวจและลงพื้นที่ เพื่อรวบรวมข้อมูลของวัตถุดิบ

3.4.3 ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และกายภาพ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของข้าวเหนียว

พันธุ์ลิ้มผิว โดยบรรจุในบรรจุภัณฑ์ต่อไปนี้ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate

(PET), retort pouch และ kraft paper bag เก็บตัวอย่างนำไปวิเคราะห์ทุกๆ 15 วัน เป็น

ระยะเวลา 75 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) ดังนี้

3.4.3.1 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี

- ค่า water activity (a_w) โดยเครื่องวัด a_w ชนิดพกพา รุ่น Pawkit

3.4.3.2 ทางด้านกายภาพ

- ค่าสี L^* , a^* และ b^* โดยเครื่องวัดสี (COLOR READER CD-10)

บริษัท Konica Minolta

3.4.3.4 กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ

- กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระโดยการวิเคราะห์ความสามารถในการ
จับสารอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

เตรียมสารละลาย DPPH radical ในเมทานอลความเข้มข้น 0.2 มิลลิ
โมลาร์ และเตรียมสารตัวอย่างที่ความเข้มข้น 10,000 ppm ในเมทานอล จากนั้นเจือจาง
สารละลายตัวอย่างให้มีความเข้มข้นในช่วง 10-1,000 ppm และเติม DPPH ลงไปใน
สารละลายแต่ละความเข้มข้นที่ได้เตรียมไว้ เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ในที่มืดประมาณ 30
นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ($n=3$) โดยเปรียบเทียบกับ
สารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) และแอลฟา-โทโคฟีรอล (α -tocopherol)

จากนั้นทำการคำนวณร้อยละ radical scavenging และคำนวณหาค่า IC50 จากผลการทดลองที่ได้โดยคำนวณหาร้อยละ radical scavenging

$$\% \text{ radical scavenging} = [1 - (A_{\text{sample}}/A_{\text{control}})] \times 100$$

เมื่อ A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง

และ A_{control} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH

- ปริมาณ กรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี) โดยวิธี Compendium of method for food analysis. 2003. p2-112 ถึง 2-114.

- ปริมาณ อัลฟา-โทโคฟีรอล (วิตามินอี) โดยวิธี KHON KAEN AGR. J. 42 SUPPL. 1 : 2014.

- ปริมาณ แอนโทไซยานิน โดยวิธี In house method base on AOAC Official method. 2005.02.

การเตรียมตัวอย่าง ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัว โดยบรรจุในบรรจุภัณฑ์ต่อไปนี้ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag เก็บตัวอย่างนำไปวิเคราะห์ทุกๆ 15 วัน เป็นระยะเวลา 75 วัน

3.4.4 นำผลการทดสอบจำนวน 3 ซ้ำ มาวิเคราะห์ทางสถิติ ตามแผนการทดลองแบบ CRD และหาความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's multiple range test ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (SPSS)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพและสารสำคัญในข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และกายภาพ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว โดยบรรจุในบรรจุภัณฑ์ต่อไปนี้ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag เก็บตัวอย่างนำไปวิเคราะห์ทุกๆ 15 วัน เป็นระยะเวลา 75 วัน จากพื้นที่อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์มาทำการศึกษา ดังนี้

4.1 ผลการศึกษาค่าประกอบทางเคมีของข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วโดยบรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag

ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag เก็บตัวอย่างนำไปวิเคราะห์ทุกๆ 15 วัน เป็นระยะเวลา 75 วัน มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ค่า water activity (a_w) ดังแสดงในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมี ค่า water activity (a_w) ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag

วันที่	บรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE	บรรจุภัณฑ์ polyethylene terephthalate (PET)	บรรจุภัณฑ์ retort pouch	บรรจุภัณฑ์ Kraft paper bag
0	0.68±0.00			
15	0.69±0.00	0.69±0.00	0.70±0.00	0.70±0.00
30	0.64±0.01	0.64±0.01	0.65±0.01	0.67±0.02
45	0.66±0.01	0.68±0.01	0.70±0.01	0.69±0.01
60	0.66±0.01	0.67±0.01	0.68±0.01	0.67±0.01
75	0.67±0.00	0.68±0.01	0.67±0.00	0.73±0.01

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมี ค่า water activity (a_w) ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ Kraft paper bag จากตารางที่ 4-1 พบว่า ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว วันที่ 0 มีค่า a_w เท่ากับ 0.68±0.00 ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE วันที่ 15 มีค่า a_w เท่ากับ 0.69±0.00 วันที่ 30 มีค่า a_w เท่ากับ 0.64±0.01 วันที่ 45 มีค่า a_w เท่ากับ 0.66±0.01 วันที่ 60 มีค่า a_w เท่ากับ 0.66±0.01 วันที่ 75 มีค่า a_w เท่ากับ 0.67±0.00 ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ polyethylene terephthalate (PET) วันที่ 15 มีค่า a_w เท่ากับ 0.69±0.00 วันที่ 30 มีค่า a_w เท่ากับ 0.64±0.01 วันที่ 45 มีค่า a_w เท่ากับ 0.68±0.01 วันที่ 60 มีค่า a_w เท่ากับ 0.67±0.01 วันที่ 75 มีค่า a_w เท่ากับ 0.68±0.01 ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ retort pouch วันที่ 15 มีค่า a_w เท่ากับ 0.70±0.00 วันที่ 30 มีค่า a_w เท่ากับ 0.65±0.01 วันที่ 45 มีค่า a_w เท่ากับ 0.70±0.01 วันที่ 60 มีค่า a_w เท่ากับ 0.68±0.01 วันที่ 75 มีค่า a_w เท่ากับ 0.67±0.00 ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ Kraft paper bags วันที่ 15 มีค่า a_w เท่ากับ 0.70±0.00 วันที่ 30 มีค่า a_w

เท่ากับ 0.67 ± 0.02 วันที่ 45 มีค่า a_w เท่ากับ 0.69 ± 0.01 วันที่ 60 มีค่า a_w เท่ากับ 0.67 ± 0.01 วันที่ 75 มีค่า a_w เท่ากับ 0.73 ± 0.01

ค่า water activity (a_w) ของข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 75 วัน พบว่าค่า a_w อยู่ในช่วง 0.64-0.73 ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ Kraft paper bags ในวันที่ 75 มีค่า a_w เท่ากับ 0.73 ซึ่งมีค่าสูงกว่าบรรจุภัณฑ์อื่นๆ

4.2 ผลการศึกษาคูณสมบัติทางกายภาพ ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag

การศึกษาคูณสมบัติทางกายภาพของ ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag เป็นระยะเวลา 75 วัน โดยนำมาวิเคราะห์ ค่าสี L^* , a^* และ b^* ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4-

ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์ค่าสี $L^*a^*b^*$ ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag

บรรจุภัณฑ์	วันที่	ค่าสี		
		L^*	a^*	b^*
-	0	32.66±0.20	8.29±0.25	0.77±0.39
Laminated NY+PE	15	27.42±0.65	7.53±0.25	-0.65±0.61
	30	29.20±0.85	7.24±0.10	-1.07±0.21
	45	31.76±0.79	7.37±0.22	-0.08±0.23
	60	32.86±1.21	9.47±0.44	0.82±0.18
	75	32.64±0.94	8.59±0.48	0.02±0.16
Polyethylene terephthalate (PET)	15	32.19±1.67	8.38±0.57	1.03±0.99
	30	29.31±1.09	7.36±0.19	-0.32±0.20
	45	29.45±1.03	8.87±0.53	0.54±1.11
	60	32.65±1.31	9.33±0.25	0.66±0.73
	75	33.69±1.08	9.73±0.79	1.02±0.53
Retort pouch	15	33.06±2.68	8.15±1.24	1.55±0.47
	30	31.46±0.47	7.37±0.32	-0.07±0.35
	45	30.43±0.62	8.79±1.31	0.50±1.43
	60	29.63±0.62	9.47±1.14	0.57±1.16
	75	30.50±0.78	8.43±0.07	-0.17±0.51
Kraft paper bag	15	32.15±0.47	8.51±0.05	1.26±1.01
	30	32.45±0.61	8.04±0.44	0.52±0.40
	45	32.44±0.33	8.46±0.14	0.16±0.11
	60	32.67±0.63	9.56±0.55	0.52±0.36
	75	35.52±0.50	10.05±0.12	1.56±0.11

L^* คือ ความสว่าง (มีค่าระหว่าง 0-100 โดย 0 แสดงถึงสีดำ 100 แสดงถึงสีขาว) a^* คือ สีแดง-เขียว ($-a^*$ แสดงถึงสีเขียว $+a^*$ แสดงถึงสีแดง) b^* คือ สีเหลือง-น้ำเงิน ($-b^*$ แสดงถึงสีน้ำเงิน $+b^*$ แสดงถึงสีเหลือง)

ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ ค่าสี L^* ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag จากตารางที่ 4-2 พบว่า ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว วันที่ 0 มีค่า L^* เท่ากับ 32.66 ± 0.20 ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE วันที่ 15 มีค่า L^* เท่ากับ 27.42 ± 0.65 วันที่ 30 มีค่า L^* เท่ากับ 29.20 ± 0.85 วันที่ 45 มีค่า L^* เท่ากับ 31.76 ± 0.79 วันที่ 60 มีค่า L^* เท่ากับ 32.86 ± 1.21 วันที่ 75 มีค่า L^* เท่ากับ 32.64 ± 0.94 ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ polyethylene terephthalate (PET) วันที่ 15 มีค่า L^* เท่ากับ 32.19 ± 1.67 วันที่ 30 มีค่า L^* เท่ากับ 29.31 ± 1.09 วันที่ 45 มีค่า L^* เท่ากับ 29.45 ± 1.03 วันที่ 60 มีค่า L^* เท่ากับ 32.65 ± 1.31 วันที่ 75 มีค่า L^* เท่ากับ 33.69 ± 1.08 ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ retort pouch วันที่ 15 มีค่า L^* เท่ากับ 33.06 ± 2.68 วันที่ 30 มีค่า L^* เท่ากับ 31.46 ± 0.47 วันที่ 45 มีค่า L^* เท่ากับ 30.43 ± 0.62 วันที่ 60 มีค่า L^* เท่ากับ 29.63 ± 0.62 วันที่ 75 มีค่า L^* เท่ากับ 30.50 ± 0.78 ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ Kraft paper bags วันที่ 15 มีค่า L^* เท่ากับ 32.15 ± 0.47 วันที่ 30 มีค่า L^* เท่ากับ 32.45 ± 0.61 วันที่ 45 มีค่า L^* เท่ากับ 32.44 ± 0.33 วันที่ 60 มีค่า L^* เท่ากับ 32.67 ± 0.63 วันที่ 75 มีค่า L^* เท่ากับ 35.52 ± 0.50

ค่า L^* ของข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag ที่เก็บรักษา เป็นระยะเวลา 75 วัน พบว่าค่า L^* อยู่ในช่วง 27.42-35.52 ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ Kraft paper bags ในวันที่ 75 มีค่า L^* เท่ากับ 35.52 ซึ่งมีความมากที่สุด และ ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ retort pouch ในวันที่ 75 มีค่า L^* เท่ากับ 30.50 ซึ่งมีความน้อยที่สุด

ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ ค่าสี a^* ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag จากตารางที่ 4-2 พบว่า ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว วันที่ 0 มีค่า a^* เท่ากับ 8.29 ± 0.25 ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE วันที่ 15 มีค่า a^* เท่ากับ 7.53 ± 0.25 วันที่ 30 มีค่า a^* เท่ากับ 7.24 ± 0.10 วันที่ 45 มีค่า a^* เท่ากับ 7.37 ± 0.22 วันที่ 60 มีค่า a^* เท่ากับ 9.47 ± 0.44 วันที่ 75 มีค่า a^* เท่ากับ 8.59 ± 0.48 ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ polyethylene terephthalate (PET) วันที่ 15 มีค่า a^* เท่ากับ 8.38 ± 0.57 วันที่ 30 มีค่า a^* เท่ากับ 7.36 ± 0.19 วันที่ 45 มีค่า a^* เท่ากับ 8.87 ± 0.53 วันที่ 60 มีค่า a^* เท่ากับ 9.33 ± 0.25 วันที่

75 มีค่า a^* เท่ากับ 9.73 ± 0.79 ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ retort pouch วันที่ 15 มีค่า a^* เท่ากับ 8.15 ± 1.24 วันที่ 30 มีค่า a^* เท่ากับ 7.37 ± 0.32 วันที่ 45 มีค่า a^* เท่ากับ 8.79 ± 1.31 วันที่ 60 มีค่า a^* เท่ากับ 9.47 ± 1.14 วันที่ 75 มีค่า a^* เท่ากับ 8.43 ± 0.07 ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ Kraft paper bags วันที่ 15 มีค่า a^* เท่ากับ 8.51 ± 0.05 วันที่ 30 มีค่า a^* เท่ากับ 8.04 ± 0.44 วันที่ 45 มีค่า a^* เท่ากับ 8.46 ± 0.14 วันที่ 60 มีค่า a^* เท่ากับ 9.56 ± 0.55 วันที่ 75 มีค่า a^* เท่ากับ 10.05 ± 0.12

ค่า a^* ของข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag ที่เก็บรักษา เป็นระยะเวลา 75 วัน พบว่าค่า a^* อยู่ในช่วง 7.24-10.05 ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ Kraft paper bags ในวันที่ 75 มีค่า a^* เท่ากับ 10.05 ซึ่งมีค่ามากที่สุด และ ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ retort pouch ในวันที่ 75 มีค่า a^* เท่ากับ 8.43 ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด

ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ ค่าสี b^* ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag จากตารางที่ 4-2 พบว่า ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัว วันที่ 0 มีค่า b^* เท่ากับ 0.77 ± 0.39 ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE วันที่ 15 มีค่า b^* เท่ากับ -0.65 ± 0.61 วันที่ 30 มีค่า b^* เท่ากับ -1.07 ± 0.21 วันที่ 45 มีค่า b^* เท่ากับ -0.08 ± 0.23 วันที่ 60 มีค่า b^* เท่ากับ 0.82 ± 0.18 วันที่ 75 มีค่า b^* เท่ากับ 0.02 ± 0.16 ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ polyethylene terephthalate (PET) วันที่ 15 มีค่า b^* เท่ากับ 1.03 ± 0.99 วันที่ 30 มีค่า b^* เท่ากับ -0.32 ± 0.20 วันที่ 45 มีค่า b^* เท่ากับ 0.54 ± 1.11 วันที่ 60 มีค่า b^* เท่ากับ 0.66 ± 0.73 วันที่ 75 มีค่า b^* เท่ากับ 1.02 ± 0.53 ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ retort pouch วันที่ 15 มีค่า b^* เท่ากับ 1.55 ± 0.47 วันที่ 30 มีค่า b^* เท่ากับ -0.07 ± 0.35 วันที่ 45 มีค่า b^* เท่ากับ 0.50 ± 1.43 วันที่ 60 มีค่า b^* เท่ากับ 0.57 ± 1.16 วันที่ 75 มีค่า b^* เท่ากับ -0.17 ± 0.51 ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ kraft paper bag วันที่ 15 มีค่า b^* เท่ากับ 1.26 ± 1.01 วันที่ 30 มีค่า b^* เท่ากับ 0.52 ± 0.40 วันที่ 45 มีค่า b^* เท่ากับ 0.16 ± 0.11 วันที่ 60 มีค่า b^* เท่ากับ 0.52 ± 0.36 วันที่ 75 มีค่า b^* เท่ากับ 1.56 ± 0.11

ค่า b^* ของข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag ที่เก็บรักษา เป็นระยะเวลา 75 วัน พบว่าค่า b^* อยู่ในช่วง -1.07-1.56

4.3 ผลการวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ

การวิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระของข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว โดยการวิเคราะห์กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระโดยการวิเคราะห์ความสามารถในการจับสารอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH ปริมาณกรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี) ปริมาณ อัลฟา-โทโคฟีรอล (วิตามินอี) ปริมาณ แอนโทไซยานิน ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag เก็บตัวอย่างนำไปวิเคราะห์ทุกๆ 15 วัน เป็นระยะเวลา 75 วันการวิเคราะห์กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระโดยการวิเคราะห์ความสามารถในการจับสารอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH ดังแสดงในตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH

วันที่	บรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE	บรรจุภัณฑ์ polyethylene terephthalate (PET)	บรรจุภัณฑ์ retort pouch	บรรจุภัณฑ์ kraft paper bag
Total Antioxidant (as ascorbic acid) mg eq ascorbic /100g (หน่วย)				
0	342.02±9.38			
15	338.10±14.19	362.12±1.21	343.94±0.05	336.11±0.53
30	408.52±5.56	465.46±4.32	491.94±4.22	394.58±3.06
45	301.84±4.82	335.60±0.36	291.21±1.53	218.72±1.12
60	275.80±0.91	340.36±0.05	286.92±0.20	284.82±1.00
75	272.95±3.60	274.17±2.40	296.28±0.94	293.87±0.39

จากตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์ Total Antioxidant พบว่า ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว วันที่ 0 มีค่าเท่ากับ 342.02±9.38 mg eq ascorbic /100g ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE วันที่ 15 มีค่าเท่ากับ 338.10±14.19 mg eq ascorbic /100g วันที่ 30 มีค่าเท่ากับ 408.52±5.56 mg eq ascorbic /100g วันที่ 45 มีค่าเท่ากับ 301.84±4.82 mg eq ascorbic /100g วันที่ 60 มีค่าเท่ากับ 275.80±0.91 mg eq

ascorbic /100g วันที่ 75 มีค่าเท่ากับ 272.95 ± 3.60 mg eq ascorbic /100g ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้ม
 ผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ polyethylene terephthalate (PET) วันที่ 15 มีค่าเท่ากับ 362.12 ± 1.21
 mg eq ascorbic /100g วันที่ 30 มีค่าเท่ากับ 465.46 ± 4.32 mg eq ascorbic /100g วันที่ 45 มี
 ค่าเท่ากับ 335.60 ± 0.36 mg eq ascorbic /100g วันที่ 60 มีค่าเท่ากับ 340.36 ± 0.05 mg eq
 ascorbic /100g วันที่ 75 มีค่าเท่ากับ 274.17 ± 2.40 mg eq ascorbic /100g ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้ม
 ผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ retort pouch วันที่ 15 มีค่าเท่ากับ 343.94 ± 0.05 mg eq ascorbic /100g
 วันที่ 30 มีค่าเท่ากับ 491.94 ± 4.22 mg eq ascorbic /100g วันที่ 45 มีค่าเท่ากับ 291.21 ± 1.53
 mg eq ascorbic /100g วันที่ 60 มีค่าเท่ากับ 286.92 ± 0.20 mg eq ascorbic /100g วันที่ 75 มี
 ค่าเท่ากับ 296.28 ± 0.94 mg eq ascorbic /100g ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์
 Kraft paper bags วันที่ 15 มีค่าเท่ากับ 336.11 ± 0.53 mg eq ascorbic /100g วันที่ 30 มีค่า
 เท่ากับ 394.58 ± 3.06 mg eq ascorbic /100g วันที่ 45 มีค่าเท่ากับ 218.72 ± 1.12 mg eq
 ascorbic /100g วันที่ 60 มีค่าเท่ากับ 284.82 ± 1.00 mg eq ascorbic /100g วันที่ 75 มีค่าเท่ากับ
 293.87 ± 0.39 mg eq ascorbic /100g

การวิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระของข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว โดยการวิเคราะห์กิจกรรม
 สารต้านอนุมูลอิสระโดยการวิเคราะห์ความสามารถในการจับสารอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH ของ
 ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate
 (PET), retort pouch และ kraft paper bag ที่เก็บรักษา เป็นระยะเวลา 75 วัน พบว่า เมื่อ
 ระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณการต้านอนุมูลอิสระของข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วในทุก
 บรรจุภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE ใน
 วันที่ 75 มีค่าเท่ากับ 272.95 mg eq ascorbic /100g ซึ่งมีสารต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุด และ
 ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ retort pouch ในวันที่ 75 มีค่าเท่ากับ 296.28 mg
 eq ascorbic /100g ซึ่งมีสารต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด

การวิเคราะห์ปริมาณกรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี) ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated
 NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag เก็บตัวอย่าง
 นำไปวิเคราะห์ทุกๆ 15 วัน เป็นระยะเวลา 75 วัน การวิเคราะห์ปริมาณกรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี)
 ดังแสดงในตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี)

วันที่	บรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE	บรรจุภัณฑ์ polyethylene terephthalate (PET)	บรรจุภัณฑ์ retort pouch	บรรจุภัณฑ์ kraft paper bag
mg /100g (หน่วย)				
0	2.01±0.01			
15	1.95±0.01	2.06±0.01	2.05±0.01	2.02±0.01
30	2.00±0.01	2.04±0.01	2.01±0.00	2.04±0.01
45	ND	ND	ND	ND
60	ND	ND	ND	ND
75	ND	ND	ND	ND

*หมายเหตุ ND คือ Not Detected = ตรวจไม่พบ

จากตารางที่ 4-4 ผลการวิเคราะห์ กรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี) พบว่า ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้ม
 ผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch
 และ kraft paper bag ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว วันที่ 0 มีค่าเท่ากับ 2.01±0.01 mg /100g
 ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE วันที่ 15 มีค่าเท่ากับ 1.95±0.01
 mg /100g วันที่ 30 มีค่าเท่ากับ 2.00±0.01 mg /100g วันที่ 45 วันที่ 60 และวันที่ 75 ตรวจไม่พบ
 กรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี) พันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ polyethylene terephthalate (PET)
 วันที่ 15 มีค่าเท่ากับ 2.06±0.01 mg /100g วันที่ 30 มีค่าเท่ากับ 2.04±0.01 mg /100g วันที่ 45
 วันที่ 60 และวันที่ 75 ตรวจไม่พบกรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี) ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุ
 ภัณฑ์ retort pouch วันที่ 15 มีค่าเท่ากับ 2.05±0.01 mg /100g วันที่ 30 มีค่าเท่ากับ 2.01±0.00
 mg /100g วันที่ 45 วันที่ 60 และวันที่ 75 ตรวจไม่พบกรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี) ข้าวเหนียวพันธุ์
 ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ Kraft paper bags วันที่ 15 มีค่าเท่ากับ 2.02±0.01 mg /100g วันที่
 30 มีค่าเท่ากับ 2.04±0.01 mg /100g วันที่ 45 วันที่ 60 และวันที่ 75 ตรวจไม่พบกรดแอสคอร์บิก
 (วิตามินซี)

การวิเคราะห์ปริมาณกรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี) ของข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว ของข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag ที่เก็บรักษา เป็นระยะเวลา 75 วัน พบว่า มีปริมาณกรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี) อยู่ในช่วง 1.95-2.06 mg /100g และ วันที่ 45 วันที่ 60 และวันที่ 75 ตรวจไม่พบกรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี) ในทุกบรรจุภัณฑ์ที่ใช้เก็บรักษา

การวิเคราะห์ปริมาณอัลฟา-โทโคฟีรอล (วิตามินอี) ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag เก็บตัวอย่างนำไปวิเคราะห์ทุกๆ 15 วัน เป็นระยะเวลา 75 วัน การวิเคราะห์ปริมาณอัลฟา-โทโคฟีรอล (วิตามินอี) ดังแสดงในตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณอัลฟา-โทโคฟีรอล (วิตามินอี)

วันที่	บรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE	บรรจุภัณฑ์ polyethylene terephthalate (PET)	บรรจุภัณฑ์ retort pouch	บรรจุภัณฑ์ kraft paper bag
mg /100g (หน่วย)				
0	1.05±0.06			
15	0.08±0.00	0.08±0.01	0.06±0.01	0.04±0.01
30	0.08±0.00	0.15±0.00	0.16±0.00	0.14±0.00
45	1.28±0.00	1.08±0.00	0.63±0.00	0.62±0.01
60	0.07±0.00	0.11±0.01	0.14±0.00	0.08±0.00
75	0.09±0.00	0.13±0.00	0.13±0.01	0.11±0.00

จากตารางที่ 4-5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณอัลฟา-โทโคฟีรอล (วิตามินอี) พบว่า ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว วันที่ 0 มีค่าเท่ากับ 1.05±0.06 mg /100g ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE วันที่ 15 มีค่าเท่ากับ 0.08±0.00

mg /100g วันที่ 30 มีค่าเท่ากับ 0.08 ± 0.00 mg /100g วันที่ 45 ค่าเท่ากับ 1.28 ± 0.00 mg /100g วันที่ 60 ค่าเท่ากับ 0.07 ± 0.00 mg /100g และวันที่ 75 ค่าเท่ากับ 0.09 ± 0.00 mg /100g พันธุ์ลิ้มผิวที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ polyethylene terephthalate (PET) วันที่ 15 มีค่าเท่ากับ 0.08 ± 0.01 mg /100g วันที่ 30 มีค่าเท่ากับ 0.15 ± 0.00 mg /100g วันที่ 45 ค่าเท่ากับ 1.08 ± 0.00 mg /100g วันที่ 60 ค่าเท่ากับ 0.11 ± 0.01 mg /100g และวันที่ 75 ค่าเท่ากับ 0.13 ± 0.00 mg /100g ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผิวที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ retort pouch วันที่ 15 มีค่าเท่ากับ 0.06 ± 0.01 mg /100g วันที่ 30 มีค่าเท่ากับ 0.16 ± 0.00 mg /100g วันที่ 45 ค่าเท่ากับ 0.63 ± 0.00 mg /100g วันที่ 60 ค่าเท่ากับ 0.14 ± 0.00 mg /100g และวันที่ 75 ค่าเท่ากับ 0.13 ± 0.01 mg /100g ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผิวที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ Kraft paper bags วันที่ 15 มีค่าเท่ากับ 0.04 ± 0.01 mg /100g วันที่ 30 มีค่าเท่ากับ 0.14 ± 0.00 mg /100g วันที่ 45 ค่าเท่ากับ 0.62 ± 0.01 mg /100g วันที่ 60 ค่าเท่ากับ 0.08 ± 0.00 mg /100g และวันที่ 75 ค่าเท่ากับ 0.11 ± 0.00 mg /100g

การวิเคราะห์ปริมาณอัลฟา-โทโคฟีรอล (วิตามินอี) ของข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผิวที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag ที่เก็บรักษา เป็นระยะเวลา 75 วัน พบว่า มีปริมาณอัลฟา-โทโคฟีรอล (วิตามินอี) อยู่ในช่วง $0.04-1.28$ mg /100g

การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag เก็บตัวอย่างนำไปวิเคราะห์ทุกๆ 15 วัน เป็นระยะเวลา 75 วัน การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน ดังแสดงในตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน

วันที่	บรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE	บรรจุภัณฑ์ polyethylene terephthalate (PET)	บรรจุภัณฑ์ retort pouch	บรรจุภัณฑ์ kraft paper bag
mg/kg (หน่วย)				
0	1,423			
15	1,460	1,401	1,511	1,492
30	1,533	1,220	1,717	1,406
45	1,383	1,593	1,201	1,269
60	1,133	1,312	1,442	1,197
75	1,121	1,233	1,414	1,326

จากตารางที่ 4-6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน พบว่า ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว วันที่ 0 มีค่าเท่ากับ 1,423 mg /kg ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE วันที่ 15 มีค่าเท่ากับ 1,460 mg /kg วันที่ 30 มีค่าเท่ากับ 1,533 mg /kg วันที่ 45 ค่าเท่ากับ 1,383 mg /kg วันที่ 60 ค่าเท่ากับ 1,133 mg /kg และวันที่ 75 ค่าเท่ากับ 1,121 mg /kg พันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ polyethylene terephthalate (PET) วันที่ 15 มีค่าเท่ากับ 1,401 mg /kg วันที่ 30 มีค่าเท่ากับ 1,220 mg /kg วันที่ 45 ค่าเท่ากับ 1,593 mg /kg วันที่ 60 ค่าเท่ากับ 1,312 mg /kg และวันที่ 75 ค่าเท่ากับ 1,233 mg /kg ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ retort pouch วันที่ 15 มีค่าเท่ากับ 1,511 mg /kg วันที่ 30 มีค่าเท่ากับ 1,717 mg /kg วันที่ 45 ค่าเท่ากับ 1,201 mg /kg วันที่ 60 ค่าเท่ากับ 1,442 mg /kg และวันที่ 75 ค่าเท่ากับ 1,414 mg /kg ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ Kraft paper bags วันที่ 15 มีค่าเท่ากับ 1,492 mg /kg วันที่ 30 มีค่าเท่ากับ 1,406 mg /kg วันที่ 45 ค่าเท่ากับ 1,269 mg /kg วันที่ 60 ค่าเท่ากับ 1,197 mg /kg และวันที่ 75 ค่าเท่ากับ 1,326 mg /kg

การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน ของข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag ที่เก็บรักษา เป็นระยะเวลา 75 วัน พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณแอนโท

ไซยานิน ของข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วในทุกบรรจุภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE ในวันที่ 75 มีค่าเท่ากับ 1,121 mg /kg ซึ่งมีปริมาณแอนโทไซยานินน้อยที่สุด และ ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ retort pouch ในวันที่ 75 มีค่าเท่ากับ 1,414 mg /kg ซึ่งมีปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุด

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ผลจากการศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพและสารสำคัญในข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และกายภาพ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว โดยบรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE, polyethylene terephthalate (PET), retort pouch และ kraft paper bag เก็บตัวอย่างนำไปวิเคราะห์ทุกๆ 15 วัน เป็นระยะเวลา 75 วัน

1. ค่า water activity (a_w) อยู่ในช่วง 0.64-0.73 ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ kraft paper bag ในวันที่ 75 มีค่า a_w เท่ากับ 0.73 ซึ่งมีค่าสูงกว่าบรรจุภัณฑ์อื่นๆ ทำให้เสื่อมเสียทั้งทางเคมี กายภาพ จุลินทรีย์ ได้ดีกว่าค่า a_w ที่ต่ำกว่า

2. ค่าสี L^* , a^* และ b^* พบว่า ค่า L^* อยู่ในช่วง 27.42-35.52 ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ Kraft paper bags ในวันที่ 75 มีค่า L^* เท่ากับ 35.52 ซึ่งมีค่ามากที่สุด และข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ retort pouch ในวันที่ 75 มีค่า L^* เท่ากับ 30.50 ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด ค่า a^* อยู่ในช่วง 7.24-10.05 ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ kraft paper bag ในวันที่ 75 มีค่า a^* เท่ากับ 10.05 ซึ่งมีค่ามากที่สุด และ ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ retort pouch ในวันที่ 75 มีค่า a^* เท่ากับ 8.43 ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด และค่า b^* อยู่ในช่วง -1.07-1.56

3. การวิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระของข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว โดยการวิเคราะห์กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระโดยการวิเคราะห์ความสามารถในการจับสารอนุมูลอิสระ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณการต้านอนุมูลอิสระของข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วในทุกบรรจุภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE ในวันที่ 75 มีค่าเท่ากับ 272.95 mg eq ascorbic /100g ซึ่งมีสารต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุด และ ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ retort pouch ในวันที่ 75 มีค่าเท่ากับ 296.28 mg eq ascorbic /100g ซึ่งมีสารต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด

4. การวิเคราะห์ปริมาณกรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี) พบว่า มีปริมาณกรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี) อยู่ในช่วง 1.95-2.06 mg /100g และ วันที่ 45 วันที่ 60 และวันที่ 75 ตรวจไม่พบกรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี) ในทุกบรรจุภัณฑ์ที่ใช้เก็บรักษา

5. การวิเคราะห์ปริมาณอัลฟา-โทโคฟีรอล (วิตามินอี) พบว่า มีปริมาณอัลฟา-โทโคฟีรอล (วิตามินอี) อยู่ในช่วง 0.04-1.28 mg /100g

6. การวิเคราะห์ปริมาณปริมาณแอนโทไซยานิน พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณแอนโทไซยานิน ของข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วในทุกบรรจุภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated NY+PE ในวันที่ 75 มีค่าเท่ากับ 1,121 mg /kg ซึ่งมีปริมาณแอนโทไซยานินน้อยที่สุด และ ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ retort pouch ในวันที่ 75 มีค่าเท่ากับ 1,414 mg /kg ซึ่งมีปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุด

7. ผลจากการศึกษาบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพและสารสำคัญในข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว พบว่า บรรจุภัณฑ์ retort pouch มีค่า a_w อยู่ในระดับต่ำ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณแอนโทไซยานิน ของข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผั่ว มีปริมาณสูงที่สุดตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา 75 วัน

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. 2560. อะโวคาโด. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก

<http://www.doa.go.th/oard2/images/stories/km.pdf>. [14 กันยายน 2560].

จันทนา ไพโรจน์และอนงค์ จีระภัทร์. 2555. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากสาหร่ายทะเลบางชนิดในประเทศไทย. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. จิตตาวรรณ สุประพาส ศุภานันธุ์ สุนทรพงศ์ และ ณัฐกร สงคราม. 2561. การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ข้าวสาลีเหล็กอินทรีย์กรณีศึกษาภายใต้ยี่ห้อใหม่หอมกรุ่นออร์แกนิกไรซ์. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 36 (1) : 30-39.

บัณฑิตวรารณ ฐระพระ จันทนา บุญยะรัตน์ เยาวเรศ ชูลิขิต และสุภาวดี ดาวดี. 2559. การวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันในส้มโอ. วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน. 11(ฉบับพิเศษ) 80-91.

วรวิทย์ วิทยา. 2561. ข้าวลิ้มผิว. วารสารข่าวสารเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ปีที่ 60 ฉบับที่ 2. 1-15.

วิจิตรา เหลียวตระกูล. 2559. การศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของดอกแคและการใช้ประโยชน์เชิงอาหารเพื่อสุขภาพ. รายงานการวิจัย. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การอาหารคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

ภาคผนวก



ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวบรรจุใน laminated NY+PE



ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวบรรจุใน polyethylene terephthalate (PET)



ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวบรรจุใน retort pouch



ข้าวเหนียวพันธุ์ลิ้มผัวบรรจุในถุง kraft paper bag

ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าแผนงานวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล นางสาวชชุรรัตน์ ศรีจันทวงศ์
Miss Chachurat Srichantawong
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 3207 00933 70 2
3. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย สายวิชาการ
4. ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์
5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก
โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ. เพชรบูรณ์ 67000
โทรศัพท์ 056-717100 ต่อ 1411, 086-5722263
E-mail: chachurat.orn@gmail.com
6. ประวัติการศึกษา
ปีการศึกษา 2553 วท.ม. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ปีการศึกษา 2545 วท.บ. (เทคโนโลยีการอาหาร) มหาวิทยาลัย
รามคำแหง
7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย
 1. ปี 2562 ทุนอุดหนุนโดยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ งบประมาณ
แผ่นดิน เรื่อง การศึกษาผลของกระบวนการห่อหุ้มต่อความคงตัวของ
สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรพื้นที่
เขาค้อ
 2. ปี 2559 ทุนอุดหนุนงานวิจัยงบประมาณแผ่นดิน เรื่อง การพัฒนา
ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากสตรอว์เบอร์รี่ (การเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ
ของเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รี่ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์)

3. ปี 2553 งานวิจัย เรื่อง “การยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อลิ้นจี่โดยวิธีทางเคมี”
4. ปี 2553 วิทยานิพนธ์ เรื่อง “การคัดเลือกสารเพื่อยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อลิ้นจี่อบแห้งพันธุ์สงฮวย”
5. ปี 2545 งานวิจัย เรื่อง “การปรับปรุงคุณภาพไอศกรีมถั่วเหลือง”