ผลของน้ำมันทอดต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของขนมลาในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

Effect of Frying Oil on Quality Changes of Khanomla During Storage at Room Temperature

อมรรัตน์ ถนนแก้ว [1*] และ ปาจรีย์ เรืองคล้าย [2]

Amonrat Thanonkaew [1*] and Pajaree Ruangklay [2]

บทคัดย่อ

ขนมลาเป็นขนมพื้นบ้านภาคใต้ ที่สามารถเกิดกลิ่นเหม็นหืนได้ง่ายเนื่องจากเป็นอาหารทอด ในงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาผลของน้ำมันทอดต่อคุณภาพของขนมลา ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในภาชนะปิดสนิทเป็นระยะเวลา 90 วัน โดยใช้น้ำมัน 4 ชนิด คือ น้ำมันรำข้าว (RBO) น้ำมันปาล์มที่ผ่านการรับรองคุณภาพ (PO1) และน้ำมันปาล์มที่ไม่ผ่านการรับรองคุณภาพ (PO2) น้ำมันผสมระหว่าง RBO และ PO2 ในอัตราส่วน 50:50 จากการศึกษาพบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นปริมาณความชื้น ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ การเกิดออกซิเดชันของไขมันและการเกิดกลิ่นหืน มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ขนมลาที่ทอดด้วยน้ำมัน PO2 มีการเกิดออกซิเดชันของไขมันและการเกิดกลิ่นหืนสูงที่สุด ส่วน RBO มีการเกิดออกซิเดชันของไขมันและการเกิดกลิ่นหืนต่ำที่สุด ($p<0.05$) แต่อย่างไรก็ตามที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 45 วัน ผู้ทดสอบยังไม่สามารถตรวจพบกลิ่นหืนในขนมลา และไม่พบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมลาทั้ง 4 ชนิด ($p\geq0.05$) แต่เริ่มพบการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 60 วัน ซึ่งผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของขนมลาที่ผ่านการทอดด้วยน้ำมัน PO2 ต่ำที่สุดและ RBO สูงที่สุด ($p<0.05$) แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 90 วัน ขนมลาที่ผ่านการทอดด้วยน้ำมันทุกชนิดมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการใช้น้ำมันรำข้าวทอดขนมลาสามารถช่วยชะลอการเกิดกลิ่นหืนของขนมลาได้ และสามารถเก็บรักษาขนมลาที่อุณหภูมิห้องในภาชนะปิดสนิทได้อย่างน้อย 60 วัน

คำสำคัญ: ขนมลา, น้ำมันทอด, น้ำมันรำข้าว

---

[1] สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง 93210

[1] Food Science and Technology Program, Faculty of Technology and Community Development, Thaksin University, Phapayom, Phatthalung 93210, Thailand.

[2] วิทยาลัยภูมิปัญญาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง 93110

[2] The Collage of Local Wisdom, Thaksin University, Khuankhanun, Phatthalung 93210, Thailand.

[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): amonrat.thanonkaew@hotmail.com, apsara.2555@gmail.com Tel: 0 7469 3996

ABSTRACT

Khanomla is a famous Southern Thai dessert. It is a fried dessert which of deterioration by rancidity may occur rapidly. The aim of this investigation was to study the effect of frying oil on the quality of Khanomla during storage. Khanomla were stored in sealed container at room temperature for 90 days. Four types of frying oils were used in this study, namely rice bran oil (RBO), qualified palm oil (PO1), unqualified palm oil (PO2) and mixed oil of RBO and PO2 (50: 50). The results showed that when the storage time increased, moisture content, water activity, lipid oxidation and rancidity of all samples were increased ($p<0.05$). Khanomla fried with PO2 had the highest lipid oxidation and rancidity but RBO had the least lipid oxidation and rancidity. However, the sensory evaluation showed that the sensory score of all samples were not significantly different during storage for 45 days ($p\geq0.05$). But the changes of flavor, texture and overall liking were found when stored for 60 days. Khanomla fried with PO2 had the lowest sensory score but RBO had the highest one ($p<0.05$). However, all samples had unacceptable quality when the storage time was increased up to 90 days ($p<0.05$). This study showed that using RBO for frying Khanomla could improve the quality of the product by reducing the rancidity of Khanomla. It can be stored for 60 days in a sealed container at room temperature.

Key words: Khanomla, frying oil, rice bran oil

บทนำ

ขนมลามีชื่อมาจากคำว่า “ลา” ในภาษาใต้ “ลา” เป็นคำกริยาแปลว่า เช็ด ป้าย ทา หรือ ละเลงเพราะการทอดขนมลาต้องใช้แป้งไปละลายกับน้ำผึ้ง (น้ำตาลจากหรือน้ำตาลโตนดชนิดเหลว) จนได้แป้งที่มีลักษณะข้นหนืด (Paste) นำแป้งข้นหนืดดังกล่าวไปใส่ใน “พรกลา” คือกะลาเจาะรูเล็กๆ หลายรู (บางที่ใช้กระป๋องเจาะรู) เพื่อใช้โรยน้ำแป้งข้นหนืดให้เป็นเส้นเล็กๆ ลงบนกระทะที่ตั้งไฟร้อนปานกลางแต่เพื่อไม่ให้แป้งติดกระทะก่อนจะโรยแป้งข้นหนืดจะต้องเอาไข่แดงต้มสุกห่อผ้าขาวบางนำไปชุบน้ำมันแล้วทาที่กระทะ เมื่อแป้งสุกแล้วจะไม่ติดกระทะ ได้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นร่างแหหรือตาข่าย

ในงานประเพณีบุญสารทเดือนสิบ ขนมลาถูกนำมาใช้เพื่ออุทิศส่วนกุศล ให้แก่บรรพชนที่เชื่อว่าอาจไปเกิดเป็นเปรตในยมโลก เพื่อให้เปรตบรรพชนได้นำไปใช้แทนเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มตามลักษณะของขนมลาที่เป็นเส้นๆ ซึ่งแผ่ออกได้เหมือนเสื้อผ้าบางกระแสเชื่อว่าขนมลาใช้เป็นอาหารสำหรับเปรตที่ทำบาปด้วยการขโมยของวัดตายไปจึงเกิดมาเป็นเปรตปากเท่ารูเข็มอาหารที่เปรตจำพวกนี้จะกินได้ก็เห็นจะใช้ขนมลาเส้นเล็กๆ ทีละเส้น (สมปราชญ์, 2552) เช่นเดียวกับที่สุมาลัย (2554) ได้กล่าวว่า ขนมลา เป็นสัญลักษณ์แทนแพรพรรณเครื่องนุ่งห่ม บาง

ท้องถิ่นเชื่อว่าขนมลาทำขึ้นสำหรับเปรตจำพวกที่มีปากเล็กเท่ารูเข็ม เพื่อจะได้ดึงรับประทานทีละเส้นเพราะปากเล็กรับประทานอาหารชิ้นใหญ่ๆ เป็นคำๆ ไม่ได้ในการผลิตขนมลาเพื่อทางการค้า สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2547) ได้ให้ความหมายของขนมลาไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมลา (มผช. 712/2547) ไว้ดังนี้ขนมลา หมายถึงขนมที่ได้จากการนำแป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง หรือแป้งชนิดอื่นๆ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือผสมกัน มาผสมกับน้ำตาล อาจเติมเกลือ สี และส่วนประกอบอื่นๆ เช่น ชาเขียว ผสมให้เข้ากันจนได้ลักษณะตามต้องการ นำไปโรยในกระทะที่ทาน้ำมันบางๆ หรือทอดในน้ำมันที่อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม ทำให้เป็นแผ่น เป็นพับ หรือเป็นม้วน ให้ได้รูปทรงตามต้องการ อาจนำไปผึ่งแดดหรืออบจนกรอบด้วยก็ได้

ขนมลาเป็นขนมสำคัญหนึ่งในห้าชนิดที่ใช้เพื่อนำไปถวายพระสงฆ์ในงานประเพณีบุญสารทเดือนสิบ (งานทำบุญเดือนสิบ) ซึ่งเป็นงานบุญประเพณีที่สำคัญของชาวภาคใต้โดยมีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อเป็นการอุทิศส่วนกุศลให้แก่ดวงวิญญาณของบรรพชนและญาติที่ล่วงลับ เชื่อกันว่าผู้ที่ล่วงลับไปแล้วจะเริ่มปล่อยตัวจากนรกในทุกวันแรม 1 ค่ำ เดือน 10 มายังโลกมนุษย์ เพื่อมาขอส่วนบุญจากลูกหลานญาติพี่น้องที่ได้เตรียมการอุทิศไว้ให้ ถือเป็นการแสดงความกตัญญูกตเวทีต่อผู้ลวงลับ หลังจากนั้นก็จะกลับนรกในวันแรม 15 ค่ำ เดือน 10 ดังนั้นช่วงระยะเวลาในการประกอบพิธีกรรมของประเพณีสารทเดือนสิบจะมีขึ้นในวันแรม 1 ค่ำ ถึง วันแรม 15 ค่ำ เดือนสิบของทุกปี ในทางปฏิบัติหัวใจสำคัญของประเพณีสารทเดือนสิบ คือการแสดงออกถึงความกตัญญูของลูกหลานต่อบรรพชนที่สิ้นชีวิตไปแล้วและยังมีชีวิตอยู่ การแสดงความกตัญญูที่เด่นชัดที่สุดคือการนำอาหารต่างๆไปทำบุญถวายพระในวันทำบุญ เพื่อให้ส่งถึงบรรพชนที่ล่วงลับไปแล้ว รวมทั้งในช่วงของประเพณีสารทเดือนสิบ คนใต้นิยมนำอาหารไปให้กับญาติผู้ใหญ่และผู้ที่เคารพนับถือ ดังนั้นอาหารจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งในประเพณีสารทเดือนสิบ โดยเฉพาะขนมที่เป็นสัญลักษณ์ของประเพณีสารทเดือนสิบมี 5 ชนิด คือ ขนมลา ขนมพอง ขนมไข่ปลา ขนมบ้า และขนมดีซัม ขนมทั้ง 5 ชนิดนี้เป็นขนมที่มีการทำสืบทอดกันมาแต่โบราณ ซึ่งก็มีสูตรในการทำขนมโดยใช้ส่วนประกอบที่มีในท้องถิ่น (สุภาวดี, 2557) ขนมแต่ละชนิดถูกใช้เป็นสัญลักษณ์แทนสิ่งของต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในชีวิตประจำวันของบรรพบุรุษดังนี้ 1) ขนมลาเป็นสัญลักษณ์แทนแพรพรรณเครื่องนุ่งห่ม สำหรับผู้ล่วงลับไว้ใช้ในยามอยู่ในนรก 2) ขนมพองเป็นสัญลักษณ์แทนเรือแพที่บรรพบุรุษใช้ล่องข้ามห้วงมหรรณพตามคติทางพระพุทธศาสนา 3) ขนมบ้าเป็นสัญลักษณ์แทนลูกสะบ้าสำหรับบรรพบุรุษใช้เล่นในวันสงกรานต์ 4) ขนมไข่ปลา (กง หรือขนมเจาะหู) เป็นสัญลักษณ์แทนเครื่องประดับและ 5) ขนมดีซ่าเป็นสัญลักษณ์แทนเงินเบี้ยสำหรับใช้สอย (สุภาวดี, 2557)

ในปัจจุบันได้มีการผลิตขนมลาเพื่อการจำหน่ายซึ่งสามารถหาซื้อได้ตลอดทั้งปี แหล่งที่มีการผลิตขนมลาเพื่อการจำหน่ายมากที่สุดคือพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง ขนมลาเป็นผลิตภัณฑ์สินค้า OTOP ที่ขึ้นชื่อของจังหวัดนครศรีธรรมราช สามารถสร้างรายได้ให้กับชุมชนในจังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นจำนวนมาก เช่น ชุมชนหอยราก (ศรีสมบูรณ์) และชุมชนท่าเรือ ผลิตภัณฑ์ขนมลาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง (Dried food) ซึ่งสามารถผลิตและหาวัตถุดิบผลิตได้ง่ายใน

ท้องถิ่น สามารถเก็บรักษาได้นาน สะดวกในการขนส่ง มีลักษณะและมีวิธีการผลิตที่เฉพาะตัว มีความน่าสนใจ พร้อมทั้งมีประวัติที่เกี่ยวเนื่องกับประเพณีและวัฒนธรรมของคนใต้ จึงทำให้มีศักยภาพในการพัฒนาต่อยอด เพื่อการจำหน่ายในประเทศและต่างประเทศ แต่อย่างไรก็ตามจากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นในด้านการผลิต และการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ขนมลา พบว่าขนมลามีปัญหาที่สำคัญคืออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สั้นกว่าอาหารแห้งชนิดอื่นๆ โดยทั่วไปขนมลาชนิดแผ่นจะเก็บรักษาได้ประมาณ 1 เดือน เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหืน ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และส่งผลกระทบต่อแผนการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ขนมลา

ขนมลาเป็นอาหารทอด (Fried food) ซึ่งมีการทอดทั้ง 2 แบบ คือ 1) การทอดแบบน้ำมันตื้น (Shallow frying) เรียกว่า ขนมลาเช็ด (ภาพที่ 1) ซึ่งผลิตโดยการนำน้ำมันไปเช็ดบนกระทะแล้วโรยเส้นแป้งลงไปในกระทะ รอให้แป้งสุกเป็นสีเหลืองทองแล้วใช้ไม้พับ หรือเขี่ยออกมาแล้วไปวางในภาชนะ ได้ขนมลาที่มีเส้นเล็กแผ่นใหญ่และบาง มีทั้งแบบกรอบและไม่กรอบ 2) การทอดแบบน้ำมันท่วม (Deep-fat frying) เรียกว่า ขนมลาลอย (ภาพที่ 1) ผลิตโดยการทอดแป้งขนมลาในน้ำมันที่อยู่ในกระทะในปริมาณมาก เมื่อโรยเส้นแป้งลงไปในกระทะแป้งจะจมลงในน้ำมันเมื่อแป้งเริ่มสุกเส้นแป้งจะค่อยๆ ลอยขึ้นมา เมื่อแป้งทอดทั้งแผ่นแล้ว ใช้ไม้เขี่ยขนมลาออกจากกระทะมาตั้งทิ้งให้สะเด็ดน้ำมัน ผลิตภัณฑ์ขนมลาชนิดนี้มีเส้นใหญ่ สีทองหรือสีน้ำตาล และมีความกรอบ นิยมรับประทานขนมลาชนิดนี้เฉพาะตอนที่ผลิตภัณฑ์ยังกรอบอยู่เท่านั้น

ภาพที่ 1 ขนมลาเช็ดเป็นการทอดแบบน้ำมันตื้น (Shallow frying) และขนมลาลอยเป็นการทอดแบบน้ำมันท่วม (Deep-fat frying)

น้ำมันทอดเป็นปัจจัยการผลิตสำคัญที่ส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาของอาหารทอด เมื่อศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของการผลิตขนมลาพบว่าน้ำมันที่ใช้ทอดผลิตภัณฑ์ขนมลาส่วนใหญ่เป็นน้ำมันปาล์ม นอกจากนี้บางสถานประกอบการได้ใช้น้ำปาล์มที่ไม่ได้ผ่านการรับรองคุณภาพมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) และมาตรฐานอาหารและยา (อย.) เนื่องจากน้ำมันดังกล่าวมีราคาถูกสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ ส่งผลให้มีการนำน้ำมันดังกล่าวไปใช้สำหรับการผลิตขนมลากันอย่างแพร่หลาย ในระบบอาหารทอดน้ำมันทอดทำหน้าที่เป็นตัวนำความร้อน ทำให้อาหารสุกและช่วยหล่อลื่นไม่ให้อาหารติดกับภาชนะขณะทอด ทำให้อาหารมีสีและเพิ่มรสชาติ สมบัติของน้ำมันทอดอาหารที่ดีต้องมีความคงตัวมีจุดหลอมเหลวต่ำทนทานต่อความร้อนได้ถึงอุณหภูมิประมาณ 162-190 องศาเซลเซียสและต้องมีสมบัติสัมพันธ์กับอาหารที่ใช้ทอดเพราะกลิ่นและรสชาติของไขมันหรือน้ำมันจะติดไปกับอาหารที่ทอดแล้ว (ทิพยเนตร, 2548) ในระหว่างการทอดน้ำมันเกิดการถ่ายเทมวลและความร้อนไปพร้อมกับอุณหภูมิที่เพิ่มสูงเป็นระยะเวลานาน โดยน้ำมันจะส่งผ่านความร้อนไปยังอาหารพร้อมทำปฏิกิริยากับน้ำภายในอาหารและออกซิเจน จึงมีผลให้ปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ เกิดขึ้นในน้ำมันเป็นจำนวนมาก เช่น ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) และพอลิเมอไรเซชัน (Polymerization) ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ทำให้เกิดผลผลิตจากการออกซิเดชันที่ระเหยได้ (Volatile compounds) อนุพันธ์ของตัวถูกออกซิไดส์ที่ระเหยไม่ได้ (Non-volatile compounds) สารกลุ่มไดเมอร์ริก (Dimeric compounds) สารพอลีเมอร์ริก (Polymeric compounds) และสารไซคลิก (Cyclic compounds) ซึ่งสารต่างๆ เหล่านี้ส่งผลต่อคุณภาพของอาหารทอด และเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค (Farhoosh and Kenari, 2009) จากการที่ผู้ประกอบการใช้น้ำมันปาล์มที่มีคุณภาพต่ำในการผลิตขนมลาส่งผลให้ขนมลาเกิดการปฏิกิริยาต่างๆ ที่กล่าวข้างต้นได้ง่าย ส่งผลให้เกิดกลิ่นเหม็นหืนและกลิ่นสาบในผลิตภัณฑ์ขนมลา ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการยอมรับของผู้บริโภคเนื่องจากความไม่มั่นใจทั้งในด้านคุณภาพและความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

น้ำมันรำข้าวนอกจากเป็นแหล่งของไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายแล้วยังประกอบด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์หลายชนิดได้แก่กลุ่มไฟโตสเตอรอล (Phytosterol) กลุ่มพอลิฟีนอล (Polyphenol) และวิตามินอีทั้งชนิดโทโคเฟอรอล (Tocopherol) และโทโคไตรอินอล (Tocotrienol) รวมทั้งแกมมาโอไรซานอล (Gamma oryzanol) (Orthoefer, and Eastman, 2004) ซึ่งสารต่างๆ เหล่านี้มีคุณค่าต่อสุขภาพจากการมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันช่วยลดอนุมูลอิสระในร่างกายได้จึงช่วยลดภาวะเครียดเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เป็นสาเหตุของโรคเรื้อรังหลายชนิดเช่นโรคหลอดเลือดโรคมะเร็งโรคเบาหวานเป็นต้น (Gunstone *et al.*, 1994; Moreau *et al.*, 2002; Sen *et al.*, 2007) น้ำมันรำข้าวเหมาะสำหรับการทอดอาหาร เนื่องจากน้ำมันรำข้าวเป็นน้ำมันที่คุณสมบัติในการทนต่อความร้อนได้สูง (Ghosh, 2007) และมีสารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติ (Piironen *et al.*, 2000; Juliano *et al.*, 2005; Van Hoed *et al.*, 2006) ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารทอดที่ใช้น้ำมันรำข้าว สามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้ช้ากว่าการใช้น้ำมันพืชชนิดอื่นๆ นอกจากนั้นการใช้วิธีการผสมระหว่างน้ำมันพืชแบบดั้งเดิมกับน้ำมันรำข้าว ยังทำให้ผู้บริโภคได้รับผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดียิ่งขึ้นทั้งในด้าน

คุณภาพในการทอดรสชาติและปริมาณสารอาหาร (Choudhary *et al.*, 2015) จริยาและกามีละห์ (2551) รายงานว่าการใช้น้ำมันรำข้าวในการทอดกล้วยหินเพื่อผลิตกล้วยหิบฉาบสามารถลดการเกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าการใช้น้ำมันปาล์ม แต่อย่างไรก็ตามกล้วยหินฉาบที่ทอดด้วยน้ำมันรำข้าวมีค่าการดูดซับน้ำมันสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์ม Choudhary *et al.* (2015) พบว่าการผสมน้ำมันรำข้าวกับน้ำมันพืชชนิดต่างๆ สามารถช่วยเพิ่มความคงตัวของน้ำมันทอดอาหารได้ นอกจากนี้ยังพบว่าการผสมน้ำมันรำข้าวกับน้ำมันปาล์มทำให้น้ำมันทอดมีค่าความคงตัวมากที่สุดนอกจากนั้นยังมีรายงานการใช้น้ำมันผสมที่มีส่วนผสมของน้ำมันคาโนลา : น้ำมันงา : น้ำมันรำข้าว ในสัดส่วน 94 : 3 : 3 ทอดอาหารแบบน้ำมันท่วมที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียสสามารถช่วยลดการเกิดกรดไขมันอิสระของน้ำมันทอดได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Farhoosh and Kenari, 2009) ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงได้ศึกษาการประยุกต์ใช้น้ำมันรำข้าวเพื่อการพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมลา โดยการทอดขนมลาด้วยน้ำมันรำข้าว น้ำมันรำข้าวผสมกับน้ำมันปาล์ม และเปรียบเทียบกับขนมลาที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์ม ซึ่งทดสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ของขนมลาในระหว่างการเก็บรักษาในภาชนะปิดสนิท โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 90 วัน

วิธีดำเนินการวิจัย

ดำเนินการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ของขนมลาในระหว่างการเก็บรักษาโดยการผลิตขนมลาเช็ดชนิดแผ่น (ไม่กรอบ) ผลิตจากแป้งสำเร็จรูป เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ขนมลาที่นิยมทำเก็บไว้สำหรับใช้ในการทำบุญในงานประเพณีสารทเดือนสิบมากที่สุด นอกจากนี้ยังผลิตได้ง่ายเพราะไม่ต้องดำเนินการเตรียมหมักแป้งที่มีความยุ่งยากและซับซ้อน หากเตรียมแป้งไม่เหมาะสมจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ขนมลามีกลิ่นหมัก ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ในการศึกษานี้ใช้สูตรและวิธีการผลิตขนมลาของกลุ่มผลิตขนมลาบ้านท้ายทะเล ตำบลการะเกด อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งมีส่วนผสมและวิธีการผลิตดังอธิบายข้างล่าง ดำเนินการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาขนมลาโดยนำขนมลาที่ทอดด้วยน้ำมันรำข้าว (RBO) น้ำมันปาล์มที่ผ่านการรับรองคุณภาพ (PO1) น้ำมันปาล์มที่ไม่ผ่านการรับรองคุณภาพ (PO2) และน้ำมันผสมระหว่างน้ำมันรำข้าว (RBO) ต่อน้ำมันที่ไม่ผ่านการรับรองคุณภาพ (PO2) ในอัตราส่วน 50:50 เก็บรักษาขนมลาที่อุณหภูมิห้อง (28±2 องศาเซลเซียส) ในกล่องพลาสติกสำหรับเก็บอาหารที่ปิดสนิทและทึบแสงเป็นระยะเวลา 90 วันและเก็บตัวอย่างที่เก็บรักษาในระยะเวลาวันที่ 0 15 30 45 60 และ 90 วัน แล้วนำตัวอย่างไปวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพในด้านต่างๆ ดังอธิบายข้างล่าง

ส่วนผสมในการผลิตขนมลาเช็ดชนิดแผ่น

1) แป้งข้าวเจ้า	1	กิโลกรัม
2) แป้งมัน	3	กิโลกรัม
3) น้ำมัน	1	กิโลกรัม
4) ไข่ไก่ (ไข่แดง)	2	ฟอง
5) น้ำตาลทราย	½	กิโลกรัม
6) น้ำตาลปี๊บ (น้ำตาลจาก)	3	กิโลกรัม
7) น้ำสะอาด	6	กิโลกรัม

วิธีการผลิตขนมลาเช็ดชนิดแผ่น

1) การเตรียมน้ำเชื่อม (น้ำผึ้ง) นำน้ำ

สะอาดไปให้ความร้อนจนเดือดแล้วตักน้ำตาลปี๊บใส่ในน้ำเดือดแล้วคนให้ละลาย แล้วใส่น้ำตาลทราย เคี่ยวให้น้ำตาลละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็น จะได้เป็นน้ำเชื่อมซึ่งในท้องถิ่นเรียกว่าน้ำผึ้ง

2) การผสมแป้ง นำแป้งข้าวเจ้าและแป้งมันผสมให้เข้ากัน แล้วเติมน้ำเชื่อม ผสมจนแป้งกับน้ำเชื่อมผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

3) การทอดลา เช็ดกระทะด้วยน้ำมันพืชที่ผสมไข่แดงต้มสุก และต้องระวังอย่าให้น้ำมันเยิ้มมากเกินไปแล้วนำส่วนผสมที่เตรียมไว้ไปใส่ในพรกลา (กระป๋องลา) แล้วนำไปทอด (โรย) ในกระทะ รอให้แป้งสุกเป็นแผ่นขนมลามีสีเหลืองทอง

4) การพับลา ทำการพับขนมลาในกระทะโดยใช้ไม้ไผ่บางๆ พับเป็นแผ่นๆ แล้วยกขึ้นจากกระทะ นำไปใส่ในภาชนะที่มีกระดาษซับมันรองไว้

5) การพักลา วางขนมลาทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนขนมลานิ่มลง (ประมาณ 12 ชั่วโมง)

6) การบรรจุ นำขนมลาที่นิ่มแล้วไปบรรจุไว้ในถุงไปพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน (Polypropylene: PP) ขนาดถุงละ 200 กรัม

7) นำไปเก็บในกล่องพลาสติกที่ปิดสนิทและทึบแสงเพื่อใช้ไปศึกษาในขั้นถัดไป

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ของขนมลาในระหว่างการเก็บรักษา

1) ความชื้นโดยวิธี AOAC (2000)

2) ปริมาณน้ำอิสระโดยใช้เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี

3) ค่าเพอร์ออกไซด์ (Peroxide value) โดยวิธี AOAC (1999)

4) การเกิดกลิ่นหืน (Thiobarbituric acid: TBA) โดยวิธีAOAC (2000)

5) การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยการทดสอบทดสอบการเกิดกลิ่นหืนทางประสาทสัมผัส แบบ Multi-sample Difference Test โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 12 คน บอกระดับการเกิดกลิ่นหืน 4 ระดับคือ 0 คะแนน หมายถึงปกติ 1 คะแนน หมายถึงไม่แน่ใจ 2 คะแนนหมายถึงหืนเล็กน้อย 3 คะแนน หมายถึงหืนมาก

6) ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยทดสอบความชอบ ตามวิธี 9 point hedonic scale โดยการประเมินความชอบต่อคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ (Appearance) สี (Color) กลิ่นรส (Flavor)ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture) และความชอบรวม (Overall liking) ให้คะแนนระดับ 1-9 โดยใช้ผู้ประเมินที่เป็นนิสิตมหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง ทั้งเพศชายและหญิง ที่มีอายุระหว่าง 19-25 ปี จำนวน 30 คน

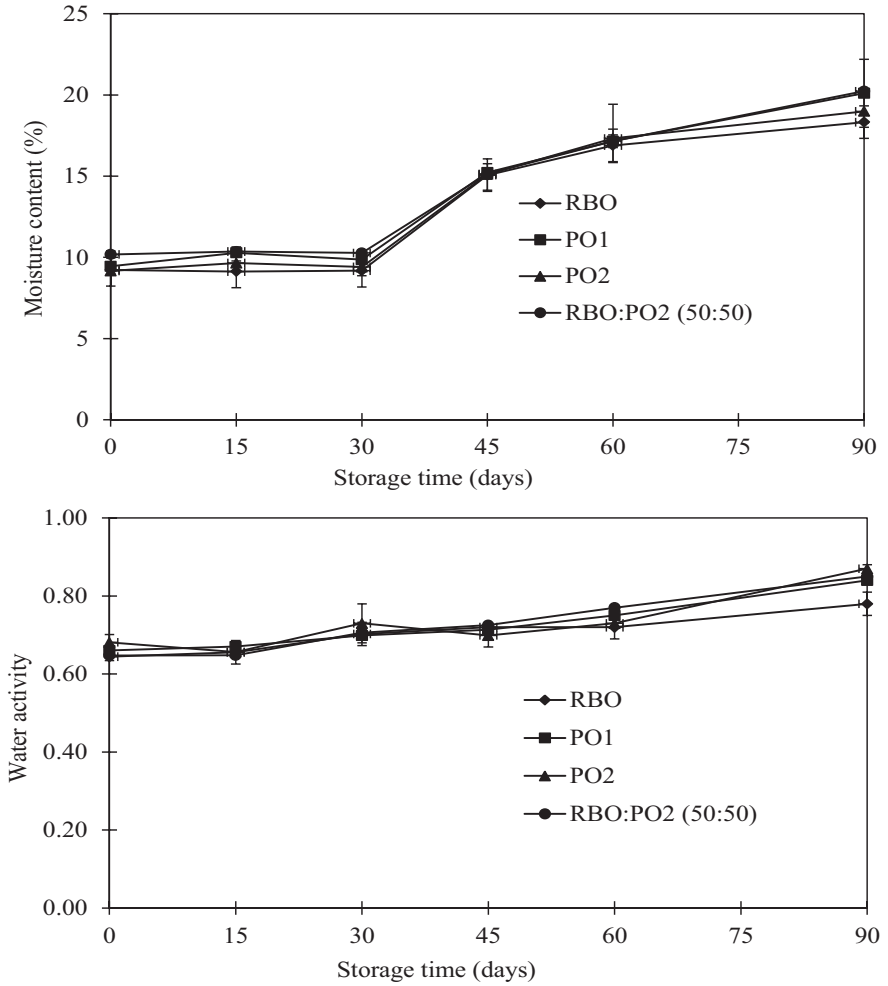
การศึกษานี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design : CRD) และใช้แผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design : RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลองโดยใช้ DMRT ซึ่งกำหนดระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

การศึกษาผลของน้ำมันที่ใช้ทอดขนมลาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาขนมลา โดยศึกษาเปรียบเทียบระหว่างน้ำมันที่ใช้ทอดขนมลา 4 ชนิด คือ 1) น้ำมันรำข้าว (RBO) 2) น้ำมันปาล์ม (PO1) เป็นชนิดที่ผู้

ประกอบการใช้ในการผลิตจริง และได้ผ่านการตรวจสอบหรือรับรองคุณภาพ 3) น้ำมันปาล์ม (PO2) ซึ่งเป็นชนิดที่ผู้ประกอบการใช้ในการผลิตจริงและไม่ได้ผ่านการรับรองคุณภาพและ 4) น้ำมันผสมระหว่างน้ำมันรำข้าว กับน้ำมันปาล์มที่ไม่ผ่านการรับรองคุณภาพ (RBO:PO2=1:1) รวมทั้งสิ้น 4 ตัวอย่าง นำขนมลาที่ผ่านการทอดโดยน้ำมันต่างๆ ข้างต้นไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28±2 องศาเซลเซียส) ในกล่องพลาสติกสำหรับเก็บอาหารที่ปิดสนิท แล้วเก็บในตู้ทึบแสง เป็นระยะเวลา 90 วัน โดยวิเคราะห์ในวันที่ 0 15 30 45 60 และ 90 วันมีผลการทดลองดังแสดงในภาพที่ 2-4

ปริมาณน้ำในอาหารมีอิทธิพลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาอาหาร (Water activity: a_w) หรือน้ำอิสระ (Free water) เป็นน้ำที่แทรกตัวอยู่ในช่องว่างของอาหาร อาจมีการเกาะตัวกับองค์ประกอบของอาหารบ้างแต่แรงเกาะไม่แข็งแรงมากนัก มีคุณสมบัติเหมือนน้ำปกติ สามารถเป็นตัวทำละลายได้ มีส่วนเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยา



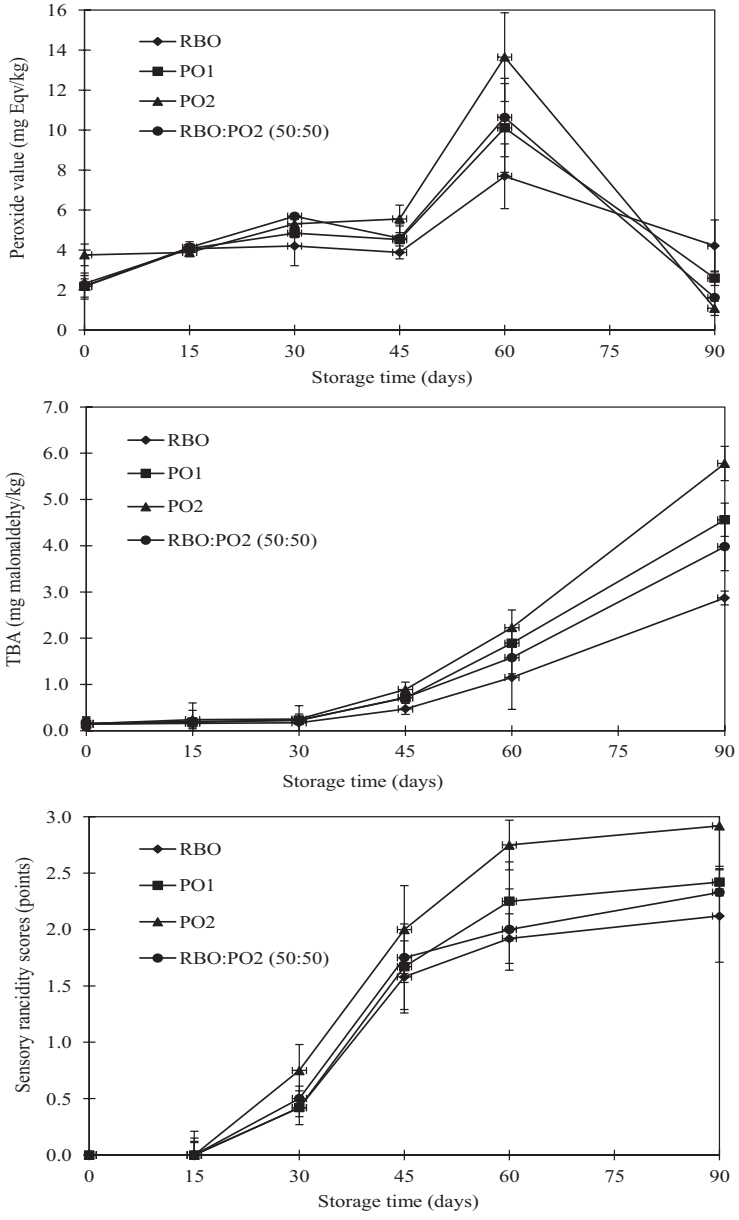
ภาพที่ 2 ผลของน้ำมันทอดต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นและน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์ขนมลาในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28±2 องศาเซลเซียส) ในภาชนะปิดสนิทเป็นเวลา 90 วัน

เคมีและจุลินทรีย์สามารถนำน้ำส่วนนี้ไปใช้ได้ อาหารต่างชนิดกันมีความชื้นเท่ากันไม่จำเป็นว่าจะต้องมีน้ำอิสระเท่ากัน ถ้าอาหารมีน้ำอิสระมากจะเสียได้ง่าย เนื่องจากจุลินทรีย์สามารถเจริญได้ การทราบปริมาณน้ำอิสระในอาหารจึงมีความจำเป็นมากในการที่จะคาดเดาได้ว่าจุลินทรีย์สามารถเจริญได้หรือไม่ ในผลิตภัณฑ์อาหารค่า a_w จะแตกต่างจากปริมาณความชื้น ปริมาณความชื้นเป็นความชื้นรวม (Total moisture) ได้แก่ปริมาณน้ำที่ถูกยึดติด (Bound water) บวกกับปริมาณน้ำอิสระที่มีอยู่ในอาหารส่วนค่า a_w เป็นค่าเฉพาะบ่งบอกถึงความชื้นอิสระที่วัดได้ อาหารที่ชื้นมีแนวโน้มที่จะมีค่า a_w สูงกว่าอาหารแห้งแต่ไม่ได้จริงเสมอไปบางครั้งอาหารหลากชนิดมีปริมาณความชื้นเท่ากันทั้งหมดทุกตัวอย่าง แต่ค่า a_w ของอาหารเหล่านั้นกลับแตกต่างกัน ในการศึกษานี้ได้ดำเนินการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นและน้ำอิสระในระหว่างการเก็บรักษาขนมลา โดยการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Moisture content) และค่า a_w จากการศึกษาพบว่าผลิตภัณฑ์ขนมลาทั้ง 4 ตัวอย่าง มีปริมาณความชื้นและค่า a_w เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ($p<0.05$) โดยมีความชื้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน ค่าความชื้นเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ขนมลาที่ทอดด้วยน้ำมันรำข้าว ร้อยละ 9.23 น้ำมันปาล์ม PO1 ร้อยละ 9.45 น้ำมันปาล์ม PO2 ร้อยละ 9.17 และน้ำมันผสมระหว่างน้ำมันรำข้าวและน้ำมันปาล์ม ร้อยละ 10.18 ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p\geq0.05$) แต่อย่างไรก็ตามขนมลาทุกตัวอย่างมีปริมาณความชื้นเกินค่ามาตรฐานคุณภาพของขนมลาตามสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2547) ที่กำหนดไว้ว่าขนมลาควรมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 7 เมื่อเก็บรักษาขนมลาเป็นเวลา 90 วัน พบว่าความชื้นเพิ่มขึ้นเป็น 18.32, 20.10, 18.99 และ 20.23 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าa_w พบว่าค่าเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ขนมลาที่ทอดด้วยน้ำมันรำข้าวเท่ากับ 0.64 น้ำมันปาล์ม PO1 เท่ากับ 0.66 น้ำมันปาล์ม PO2 เท่ากับ 0.68 และน้ำมันผสมระหว่างน้ำมันรำข้าวและน้ำมันปาล์ม เท่ากับ 0.65 เพิ่มขึ้นเป็น 0.78, 0.84, 0.87 และ 0.85 หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 90 วัน ตามลำดับ อาหารแห้งหรืออาหารความชื้นต่ำที่มีอยู่ทั่วไป มีความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 25 และมีค่า a_w ระหว่าง 0.0-0.60 ผลิตภัณฑ์พวกนี้เก็บไว้ได้นานและไม่เสียตราบใดที่รักษาความชื้นให้ต่ำไว้อาหารที่ควบคุมค่า a_w อีกประเภทหนึ่งคือพวกที่มีความชื้นระหว่างร้อยละ 15-50 และมีค่า a_w ระหว่าง 0.60-0.85 ค่า a_w เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อคุณภาพและการเน่าเสียของอาหาร เพราะปริมาณน้ำอิสระในอาหารจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาทางเคมีหรือปฏิกิริยาที่เร่งด้วยเอนไซม์อย่างช้าๆ และมีการเจริญของจุลินทรีย์เกิดขึ้นซึ่งเป็นต้นเหตุให้เกิดการเน่าเสีย ดังนั้นการลดปริมาณน้ำในอาหารให้น้อยลงเพื่อลดค่า a_w จึงเป็นการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์และการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี จุลินทรีย์ทุกชนิดจะหยุดการเจริญเมื่อผลิตภัณฑ์มีค่า a_w เท่ากับ 0.6 หรือต่ำกว่า จุลินทรีย์ประเภทราจะหยุดการเจริญเมื่อมีค่า a_w เท่ากับ 0.7 หรือต่ำกว่า และยีสต์จะเริ่มเจริญได้เมื่อผลิตภัณฑ์มีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.7-0.8 ส่วนแบคทีเรียจะเริ่มเจริญเมื่อ a_w มีค่ามากกว่า 0.8 (Rahman and Labuza, 1999) จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ขนมลาชนิดแผ่นเป็นผลิตภัณฑ์อาหารแห้งที่ยังมีความชื้นในระดับต่ำ แต่มีค่า a_w อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับอาหารกึ่งแห้ง จึงส่งผลให้อาหารประเภทนี้

สามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากปฏิกิริยาเคมีได้ เช่น ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล และอาจจะทำให้มีการเจริญของเชื้อยีสต์และราได้ ดังนั้นควรมีการพัฒนาขนมลาให้มีค่า a_w ที่ต่ำกว่า 0.6 เพื่อทำให้สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น เนื่องจากสามารถช่วยลดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากปฏิกิริยาเคมีและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ ผลิตภัณฑ์ขนมลาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีปริมาณน้ำน้อย เมื่อได้รับความชื้นเพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดการละลายของตัวถูกละลายได้น้ำจะถูกจับอยู่ในผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า a_w เพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า a_w ต่ำนั้น จะดูดซับความชื้นจากอากาศได้มากจึงทำให้ความชื้นในอากาศเข้าไปในตัวผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น มีเชื้อรา เกิดการเหม็นหืน และเนื้อสัมผัสเหนียว

การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญอย่างหนึ่งต่อคุณภาพของอาหารทอดคือ การเกิดกลิ่นหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการติดตามการเปลี่ยนแปลงจากปฏิกิริยาดังกล่าวสามารถประเมินได้จากหลายๆ วิธีการ เช่น การวัดค่าเพอร์ออกไซด์ (Peroxide value: PV) การวัดค่ากรดไทโอบาร์บิทิวริก (Thiobarbituric acid value: TBA) ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันไม่เพียงส่งผลต่อคุณภาพและความปลอดภัยของอาหารทอดเท่านั้น แต่ยังมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารทอดด้วย (Jaswir *et al.*, 2000) การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเดชันของไขมัน TBA เป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์คำนวณหาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบ และใช้เป็นดัชนีชี้วัดความเหม็นหืนของผลิตภัณฑ์อาหาร ส่วนการวิเคราะห์ค่า PV เป็นการวิเคราะห์ปริมาณออกซิเดชันของไขมันอีกวิธีหนึ่ง ซึ่งเพอร์ออกไซด์เป็นผลิตภัณฑ์ตัวแรกของการเกิดปฏิกิริยาออโต้ออกซิเดชัน (Auto-oxidation) (นิธิยา, 2553) ดังนั้นปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันจึงเป็นปฏิกิริยาหนึ่งที่สำคัญต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมลา ในการศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการศึกษาการเกิดกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ขนมลาในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ในภาชนะปิดสนิทเป็นเวลา 90 วัน วิเคราะห์การเกิดกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์โดยการวิเคราะห์ค่า PV และ TBA รวมทั้งการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบการดมกลิ่น (ภาพที่ 3) ใช้วิธีการทดสอบแบบ Multi-sample Difference Test จากการศึกษาพบว่า PV TBA และคะแนนการเกิดกลิ่นหืนของขนมลาที่ทอดด้วยน้ำมันทั้ง 4 ตัวอย่าง มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ขนมลาที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์ม PO2 มีค่า PV และ TBA สูงกว่าผลิตภัณฑ์ขนมลาที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์ม PO1 และน้ำมันรำข้าว ตามลำดับ ค่า PV ของขนมลาทั้ง 4 ตัวอย่าง มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษาจนถึง 60 วัน ($p<0.05$) หลังจากนั้นค่า PV ของทุกๆ ตัวอย่างมีค่าลดลงที่ระยะเวลา 90 วัน ค่า PV ลดลงอาจจะเกิดจากการที่สารเพอร์ออกไซด์ ซึ่งเป็นสารที่เกิดจากการออกซิเดชันของไขมันในขั้นต้น (Primary oxidized product) ซึ่งไม่มีความเสถียรสามารถแตกตัวเป็นสารอื่นๆ ได้ เช่น แอลดีไฮด์คีโตน เป็นต้น จึงทำให้เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานถึง 90 วัน ทำให้วิเคราะห์ค่า PV ได้ในระดับต่ำ ค่า PV ของขนมลาที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์ม PO2 มีอัตราเพิ่มขึ้นสูงสุดจาก 3.76 meq/Kg เป็น 13.65 (meq/Kg) น้ำมันปาล์ม PO1 เพิ่มขึ้นจาก 2.18 meq/Kg เป็น 10.11 meq/Kg และน้ำมันรำข้าว เพิ่มขึ้นจาก 2.33 meq/Kg เป็น 7.69 meq/Kg โดยค่า PV เพิ่มขึ้นสูงระหว่างวันที่ 60 ในทุก

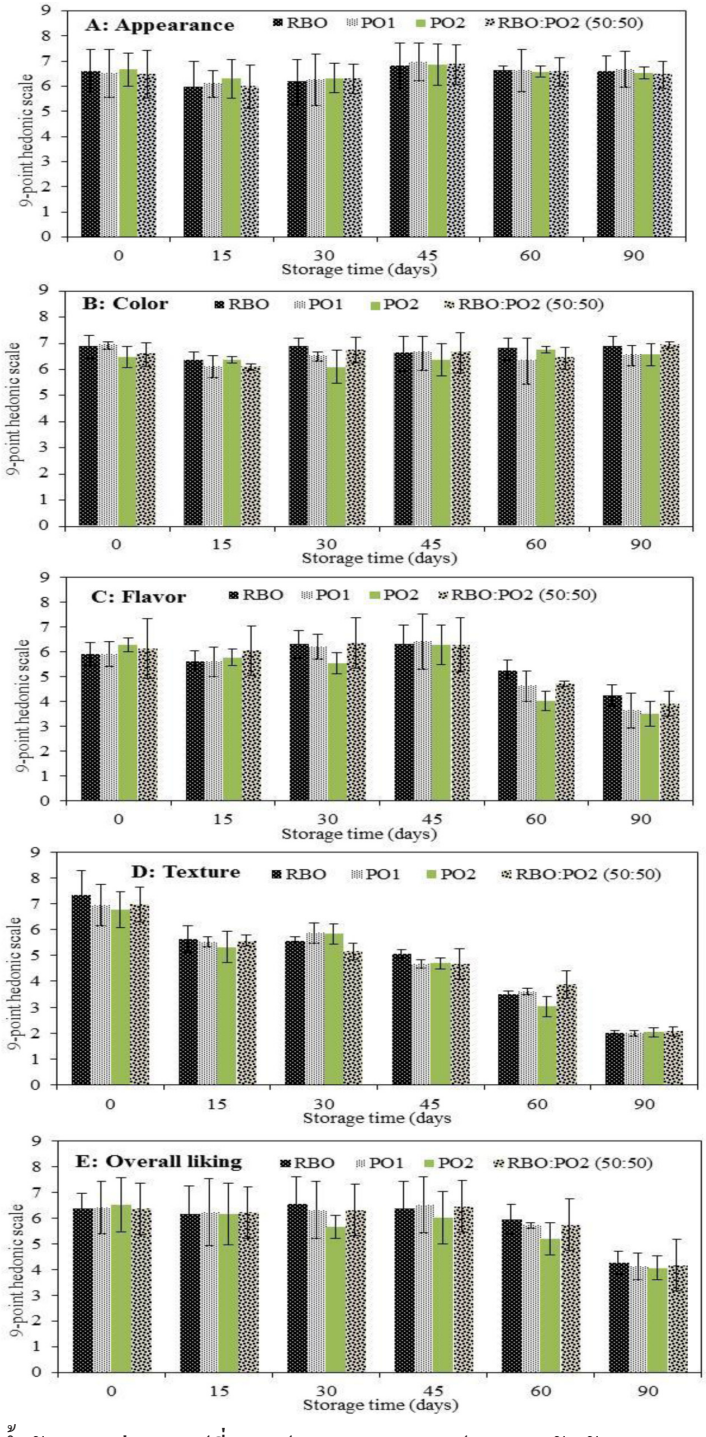
ตัวอย่าง ขนมลาที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์ม PO2 มีค่า PV สูงสุดตลอดช่วงการเก็บรักษา ในการทดลองนี้แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของสารเพอร์ออกไซด์ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ระหว่างการเก็บรักษาโดยมีปัจจัยเร่ง คือความชื้นและออกซิเจน ปฏิกิริยานี้จะเกิดได้เร็วขึ้นหากกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของอาหารเป็นชนิดไม่อิ่มตัว ค่า TBA ของขนมลาในทุกตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ในช่วงแรกของการเก็บรักษามีการเพิ่มขึ้นของ TBA เพียง



ภาพที่ 3 ผลของน้ำมันทอดต่อการเกิดกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ขนมลาในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28±2 องศาเซลเซียส) ในภาชนะปิดสนิทเป็นเวลา 90 วัน

เล็กน้อย แต่หลังจากการเก็บรักษา 45 วันแล้วพบว่าค่า TBA ของทุกตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ขนมลาที่ผ่านการทอดด้วยน้ำมันปาล์ม PO2 มีการเพิ่มขึ้นของค่า TBA สูงที่สุด โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.14 mg maloaldehye/kg เป็น 5.78 mg maloaldehye/kg ขนมลาที่ผ่านการทอดด้วยน้ำมันรำข้าวมีการเพิ่มขึ้นของค่า TBA ต่ำที่สุด โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.14 mg maloaldehye/kg เป็น 2.87 mg maloaldehye/kg ส่วนขนมลาที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์ม PO1 และน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันรำข้าว (RBO:PO2=1:1) มีค่า PV และ TBA ใกล้เคียงกัน จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการเกิดกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ขนมลา พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนการเกิดกลิ่นหืนเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นในทุกตัวอย่าง ($p<0.05$) ทั้งนี้ผู้ทดสอบให้คะแนนบอกระดับการเกิดกลิ่นหืนเล็กน้อยในผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์ม PO2 ที่ผ่านการเก็บรักษาในวันที่ 45 เท่ากับ 2.0 คะแนน ส่วนขนมลาที่ทอดด้วยน้ำมันอื่นๆ ยังคงมีคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นหืนอยู่ในระดับไม่แน่ใจคือค่าคะแนนไม่เกิน 2.0 เมื่อเพิ่มระยะเวลาการเก็บรักษาไปเป็น 90 วัน พบว่าขนมลาที่ทอดด้วยน้ำมันทุกชนิดมีการเกิดกลิ่นหืน แต่ขนมลาที่ทอดด้วยน้ำมันรำข้าวมีการเกิดกลิ่นหืนน้อยที่สุด ($p<0.05$) และขนมลาที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์ม PO2 มีการเกิดกลิ่นหืนสูงที่สุด ($p<0.05$) นอกจากนี้ในการทดลองนี้ได้พบว่า ขนมลาที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์ม PO1 และน้ำมันรำข้าวผสมน้ำมันปาล์ม มีคะแนนการเกิดกลิ่นหืนไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 90 วัน ซึ่งผลการทดลองข้างต้นเป็นไปแนวทางเดียวกันกับผลการวิเคราะห์ค่า PV และ ค่า TBA ผู้ทดสอบรับรู้การเกิดกลิ่นหืนได้จากสารประกอบให้กลิ่นที่ระเหยได้คือ แอลดีไฮด์ คีโตน ไฮโดรคาร์บอน กรดคาร์บอกซิลิก และแอลกอฮอล์ (นิธิยา, 2553) ดังนั้นขนมลามีกลิ่นที่ผิดปกติ ซึ่งอาจจะเกิดจากกรดไขมันอิสระที่เป็นกรดไขมันที่มีสายสั้น (Short chain fatty acid) เป็นสารมีกลิ่นและเมื่อหลุดออกมาเป็นโมเลกุลอิสระทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติในอาหาร และกรดไขมันอิสระชนิดไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acid) สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันซึ่งเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ที่ทำให้การเหม็นหืนเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว (Reische *et al.*, 1998) เนื่องจากน้ำมันรำข้าวมีคุณลักษณะเด่นคือมีสารต้านการเกิดออกซิเดชันในปริมาณสูง เช่น แกมมา โอไรซานอล (Gamma oryzanol) สารประกอบฟีนอลิค (Phenolic compounds) ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำมันรำข้าวยังมีวิตามินอีสูง (Vitamin E) (Thanonkaew *et al.*, 2012) ซึ่งสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเหล่านี้สามารถทำหน้าที่เป็นสารต้านการเกิดออกซิเดชันของไขมันในอาหารได้ดี ส่งผลให้ขนมลาที่ทอดด้วยน้ำมันรำข้าวเกิดกลิ่นหืนได้ช้ากว่าขนมลาที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์ม

การศึกษาผลของน้ำมันทอดต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสในระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ลา ดังแสดงในภาพที่ 4 โดยทดสอบความชอบ ตามวิธี 9-point hedonic scale ในด้านลักษณะปรากฏ (Appearance) สี (Color) กลิ่นรส (Flavor) ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture) และความชอบรวม (Overall liking) การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาขนมลาวัน 90 วัน เมื่อนำมาให้ผู้ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านต่างๆ นั้น ในระยะ 45 วันแรกขนมลาทุกตัวอย่างยังมีคุณภาพไม่แตกต่างจากขนมลาที่ไม่ผ่านการเก็บรักษา ($p\geq0.05$) และ



ภาพที่ 4 ผลของน้ำมันทอดต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมลา ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28±2 องศาเซลเซียส) ในภาชนะปิดสนิทเป็นเวลา 90 วัน โดยทดสอบความชอบ ตามวิธี 9-point hedonic scaleในด้านลักษณะปรากฏ (Appearance) สี (Color) กลิ่นรส (Flavor) ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture) และความชอบรวม (Overall liking)

พบว่าขนมลาที่ผ่านการทอดด้วยน้ำมันต่างๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏและสี ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 90 วัน แต่พบการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 60 วัน ผู้ทดสอบให้คะแนนทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของขนมลาที่ผ่านการทอดด้วยน้ำมัน PO2 ต่ำที่สุดและให้คะแนนขนมลาที่ผ่านการทอดด้วยน้ำมันรำข้าวสูงที่สุด ($p<0.05$) แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 90 วัน ขนมลาที่ผ่านการทอดด้วยน้ำมันทุกชนิดมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) การศึกษานี้พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นความชื้นและน้ำอิสระ มีค่าเพิ่มขึ้น แสดงว่าการเก็บรักษาในภาชนะปิดสนิทก็ยังคงมีการซึมผ่านของไอน้ำ และความชื้นในอากาศได้ ส่งผลให้ขนมลามีลักษณะเนื้อสัมผัสเปลี่ยนแปลงคือมีความเหนียวเพิ่มขึ้นและมีกลิ่นหืนเกิดขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมลาทุกตัวอย่างไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 90 วัน

สรุป

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการใช้น้ำปาล์มที่มีราคาถูกและไม่ผ่านการรับรองคุณภาพ ส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมลาเช็ดชนิดแผ่น ซึ่งส่งผลให้ขนมลาสามารถเก็บรักษาได้ไม่เกิน 60 วัน แต่หากใช้น้ำมันปาล์มที่ผ่านการรับรองคุณภาพจะทำให้สามารถเก็บขนมได้อย่างน้อย 60 วัน นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้น้ำมันรำข้าวสำหรับการทอดขนมลาเป็นแนวทางหนึ่งในการยืดอายุการเก็บรักษาขนมลาได้ เนื่องจากสามารถช่วยลดการเกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ แต่อย่างไรก็ตามในปัจจุบันน้ำมันรำข้าวยังมีราคาแพงกว่าน้ำมันปาล์ม ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตขนมลาสูงขึ้น ดังนั้นหากผู้ประกอบการต้องการใช้น้ำมันรำข้าวในการทอดขนมลา ควรใช้สำหรับการทอดผลิตภัณฑ์ขนมลาที่มีคุณภาพสูง และจำหน่ายในตลาดที่เป็นสินค้าพรีเมี่ยม ซึ่งสามารถจำหน่ายขนมลาได้ในราคาสูง แล้วจะทำให้เกิดกำไรจากการประกอบการได้ ส่วนการผลิตขนมลาที่มีคุณภาพต่ำราคาถูก สามารถใช้น้ำมันปาล์มที่ไม่ผ่านการรับรองคุณภาพได้ แต่ต้องจำหน่ายอย่างรวดเร็ว และบริโภคภายใน 45 หลังจากการผลิต แต่อย่างไรก็ตามผู้ผลิตขนมลาควรคำนึงถึงคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เป็นปัจจัยหลักแม้ว่าอาจจะต้องใช้ต้นทุนที่สูงขึ้นแต่ทำให้มั่นใจได้ในเรื่องความปลอดภัยและรวมทั้งสามารถสนับสนุนการใช้สินค้าที่ผลิตในประเทศอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยทักษิณ ประจำปี 2557 ขอขอบคุณนิสิตและบุคลากรคณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ ที่ช่วยดำเนินการให้งานวิจัยนี้สำเร็จลงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

จริยา สุขจันทรา และ กามีละห์ หะมะ. 2551. ผลของน้ำมันที่ใช้ทอดต่อคุณภาพของกล้วยหินฉาบ. **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา** 3(1): 11-18.

ทิพยเนตร อิริยปิติพันธ์. 2548. น้ำมันทอด, น. 131-139. *ใน* ทิพยเนตร อริยปิติพันธ์ และ

สุพรรณ สุขอรุณ, บรรณาธิการ. **สหเวชศาสตร์จุฬาฯเพื่อประชาชนเล่ม 2.** พิมพ์ครั้งที่ 1. คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2553. **เคมีอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

สมปราชญ์ อัมมะพันธ์. 2552. แหลงใต้. **วารสารรูสมิแล** 30(3): 82-86.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมลา (มผช. 712/2557).** สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

สุภาวดี พรหมมา. 2557. รูปแบบการสื่อสารการถ่ายทอดภูมิปัญญาของท้องถิ่นเพื่อสืบสานประเพณีสารทเดือนสิบ ในฐานะทุนทางวัฒนธรรมของจังหวัดนครศรีธรรมราช. **วารสารวิทยาการจัดการ** 1(2): 91-111.

สุมาลัย กาลวิบูลย์. 2554. การศึกษาเปรียบเทียบประเพณีสารทเดือนสิบกับแนวคิดเรื่องกรรมและการอุทิศส่วนกุศลในพุทธศาสนานิกายเถรวาท. **วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์** 3(2): 93-128.

AOAC. 1999. **Official Methods of Analysis of AOAC International, (16thed).** AOAC International, Washington, DC.

AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis of AOAC International, (17thed).** AOAC International, Washington, DC.

Choudhary, M., Grover, K. and Javed, M. 2015. Effect of deep-fat frying on fatty acid composition and iodine value of rice bran oil blends. **Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences** 85(1): 211-218.

Farhoosh, R. and Kenari, R.E. 2009. Anti-rancidity effect of sesame and rice bran oils on canola oil during deep frying. **Journal of the American Oil Chemist's Society** 86: 539-544.

Ghosh, M. 2007. Review on recent trends in rice bran oil processing. **Journal of the American Oil Chemists' Society** 84(4): 315–324.

Gunstone, F.D., Harwood, J.L. and Padley, F.B. 1994. **The Lipid Handbook, Second Edition.** Chapman & Hall, London.

Jaswir, I., Che Man, Y.B., and Kitts, D.D. 2000. Use of natural antioxidants in refined palm olein during repeated deep-fat frying. **Food Research International** 33(6): 501-508.

Juliano, C., Cossu, M., Alamanni, M.C. and Piu, L. 2005. Antioxidant activity of gamma-oryzanol: mechanism of action and its effect on oxidative stability of pharmaceutical oils. **International Journal of Pharmaceutics** 299(1–2): 146–154.

Moreau, R.A., Whitaker, B.D. and Hicks, K.B. 2002. Phytosterols, phytostanols, and their conjugates in foods: structural diversity, quantitative analysis, and health-promoting uses. **Progress in Lipid Research** 41(6): 457–500.

Orthoefer, F.T. and Eastman, J. 2004. Rice bran oil, pp. 569–585. *In* Champagne, E. T., eds. **Rice: chemistry and technology.**

2nd ed. American Assn, of Cereal Chemists, Inc., Minnesota.

Piironen, V., Lindsay, D.G., Miettinen, T.A., Toivo, J. and Lamp, A.M. 2000. Plant sterols: biosynthesis, biological function and their importance to human nutrition. **Journal of the Science of Food and Agriculture** 80(7): 939–966.

Rahman, M.S., and Labuza, T.P. 1999. Water activity and Food Preservation, pp. 339-398. *In* Rahman, M.S. eds. **Handbook of Food Preservation.** Marcel Dekker, Inc., New York.

Reische, D.W., Lillard, D.A. and Eitenmiller, R.R. 1998. **Food Lipids**. Marcel Dekker, Inc., New York.

Sen, C.K., Khanna, S. and Roy, S. 2007. Tocotrienols in health and disease: the other half of the natural vitamin E family. **Molecular Aspects of Medicine** 28(5–6): 692–728.

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 saltiva* L.). **LWT - Food Science and Technology** 48: 231-236.

Van Hoed, V., Depaemelaere, G., Ayala, J., Santiwattana, P., Verhe, R. and DeGreyt, W. 2006. Influence of chemical refining on the major and minor components of rice brain oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society** 83(4): 315–321.