

การศึกษาวิธีการทอดอาหารของร้านขายกล้วยทอดและการเกิดสารโพลาร์

สุชาสินี พานทอง¹, อัสฎางค์ พลนอก^{2*}

¹ นักศึกษา หลักสูตรเภสัชศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเภสัชกรรมชุมชน คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

² Ph.D. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

* ติดต่อผู้พิมพ์: อัสฎางค์ พลนอก คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

โทร. 055 963730 โทรสาร 055 963731 E-mail: assadangp@yahoo.com

บทคัดย่อ

การศึกษาวิธีการทอดอาหารของร้านขายกล้วยทอดและการเกิดสารโพลาร์

สุชาสินี พานทอง¹, อัสฎางค์ พลนอก^{2*}

ว. เภสัชศาสตร์อีสาน 2561; 14(3) : 130-139

รับบทความ : 3 พฤศจิกายน 2560

ตอบรับ : 14 พฤษภาคม 2561

สารโพลาร์เป็นสารที่เกิดมากในน้ำมันทอดซ้ำ โดยมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำมันทอดซ้ำ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 347) พ.ศ. 2555 กำหนดให้ผู้ประกอบการที่ใช้น้ำมันในการทอด ทา ผัด ผสมหรือใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร ต้องใช้น้ำมันที่มีสารโพลาร์ไม่เกินร้อยละ 25 การศึกษานี้เป็นการศึกษาระดับของสารโพลาร์ในน้ำมันทอดอาหารและกระบวนการทอดอาหารที่ส่งผลต่อระดับของสารโพลาร์ในร้านขายกล้วยทอดจำนวน 8 ร้าน การวิจัยประกอบด้วย การวิจัยเชิงสังเกต (Observational Research) สังเกตกระบวนการประกอบอาหารของผู้ประกอบการร้านขายกล้วยทอด และการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) ทดสอบระดับของสารโพลาร์ในน้ำมันทอดอาหาร เป็นระยะเวลา 23 วัน ด้วยชุดทดสอบอย่างง่าย น้ำมันที่ผ่านการทดสอบนำมาจัดหมวดหมู่ของระดับการเกิดสารโพลาร์เป็น 'เสี่ยงมาก' และ 'เสี่ยงน้อย' จากผลการศึกษาระบบการประกอบอาหารพบว่า ร้านขายกล้วยทอด ทอดอาหารนาน 2-4 ชั่วโมงต่อวัน ส่วนใหญ่ใช้น้ำมันเดิมทอดซ้ำแล้วเติมน้ำมันใหม่ลงในน้ำมันเดิมอย่างน้อย 1 ครั้งต่อวัน ทอดอาหาร 4 ชนิดในกระทะเดียวกัน คือ กล้วยทอด มันทอด ข้าวเม้าทอด และเผือกทอด โดยใช้น้ำมันเมล็ดปาล์ม ทอดในกระทะอลูมิเนียมและใช้ตะแกรงกรองเศษอาหาร ใช้อุณหภูมิทอดอาหารระหว่าง 120-170 องศาเซลเซียส ผลการทดสอบระดับสารโพลาร์ พบน้ำมันทอดซ้ำที่เสี่ยงมากจำนวน 3 ร้าน นำมาวิเคราะห์กับวิธีการทอดอาหารสรุปให้เห็นว่าวิธีการทอดอาหารที่มีผลต่อการเกิดสารโพลาร์ คือ 1) การเปลี่ยนน้ำมันทุก 3 วัน ทำให้ระดับสารโพลาร์อยู่ในระดับมาตรฐานที่ยอมรับได้ 2) การเติมน้ำมันใหม่ลงในน้ำมันเดิม ในอัตราส่วนอย่างน้อย 1:1 อย่างน้อยวันละ 3 ครั้ง ทำให้ระดับสารโพลาร์อยู่ในระดับมาตรฐาน กระบวนการนี้ช่วยเจือจางความเข้มข้นของสารโพลาร์ในน้ำมันได้

คำสำคัญ: วิธีการทอดอาหาร, ร้านขายกล้วยทอด, สารโพลาร์

Study of Deep Fried Banana Procedure of Food Stalls and Polar Compounds

Suchasinee Panthong¹, Assadang Polnok^{2*}

¹ Master degree student, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Naresuan University, Phitsanulok 65000

² Ph.D., Assistant Professor, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Naresuan University, Phitsanulok 65000

* **Corresponding author:** Assadang Polnok, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Naresuan University, Phitsanulok 65000

Tel. +66 5596 3730 Fax. +66 5596 3731 E-mail: assadangp@yahoo.com

Abstract

Study of Deep Fried Banana Procedure of Food Stalls and Polar Compounds

Suchasinee Panthong¹, Assadang Polnok^{2*}

IJPS, 2018; 14(3) : 130-139

Received : 3 November 2018

Accepted : 14 May 2018

Total polar compounds (TPCs) are the substance frequently found in repeatedly used frying oil and related to change of oil's quality. Notification of the Ministry of Public Health (No. 347), B.E. 2555 (2012) requires the TPCs of cooking oils used for frying, mixing or as food ingredients should not exceed 25%. The objective of this research is, therefore, to study the levels of TPCs in frying oils and frying practices that affect levels of TPCs in eight fried banana stalls. The study consisted of an observational research to observe the practice of the fried banana cookers and the survey research to determine TPCs levels in the oils used. TPCs test kits were used to measure TPCs in the repeatedly used frying oil for 23 days. Tested oils were classified into 'high risk' and 'low risk' based on TPCs levels. Results on frying procedure showed that all fried banana stalls spent 2-4 hours a day. Most of them repeated the use of cooking oils and refilled with new oils at least once a day. Four kinds of food were fried in the same pan; deep fried banana, deep fried sweet potato, deep fried rice with grated coconut banana rolls recipe and deep fried taro by using palm kernel oil. Aluminum pan and sieve to filter the scrap were used. Frying temperature was between 120-170°C. Results on the determination of TPCs indicated high risk repeatedly used cooking oils in three banana stalls. The analysis on frying procedure concluded that frying procedure that affected the polar compounds were: 1) changing of frying oils every three days kept the TPCs levels within the acceptable standard levels 2) adding new oil to the repeated heated oil at 1:1 ratio at least three times a day also maintained the TPCs in the standard levels due to the dilution of TPCs.

Keywords: Deep Fried Banana Procedure, Food Stalls, Polar Compounds

บทนำ

ในวิถีชีวิตปัจจุบัน ประชาชนนิยมบริโภคอาหารที่ใช้วิธีการทอดมากขึ้น โดยพบว่าน้ำมันที่ใช้ทอดเป็นน้ำมันที่ใช้ซ้ำจนเสื่อมคุณภาพ ส่งผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค (Sriviriyapab, 2008) จากการศึกษาพบว่าในการทอดอาหารนั้น มีสารพิษ

เกิดขึ้นในน้ำมันทอดซ้ำที่เสื่อมสภาพ ได้แก่ สารโพลาร์ (Polar compounds) และสารโพลีไซคลิกอะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic aromatic hydrocarbons; PAHs) ซึ่งเป็นสารที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง โดยปริมาณสารก่อมะเร็งกลุ่ม PAHs พบ

สูงขึ้นเมื่อค่าปริมาณร้อยละของค่าโพลาร์รวมเพิ่มขึ้น (Weerakul *et al.*, 2009) จากงานวิจัยในหลายประเทศ ทำให้เกิดการบริหารจัดการความเสี่ยง กระทรวงสาธารณสุขโดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาได้ออกประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 347) พ.ศ. 2555 เรื่อง วิธีการผลิตอาหารที่ใช้ไขมันทอดซ้ำ กำหนดให้พ่อค้า แม่ค้า ผู้ประกอบการที่ใช้ไขมันในการทอด ทา ผัด ผสมหรือใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร ต้องใช้ไขมันที่มีสารโพลาร์ไม่เกินร้อยละ 25 (Notification of the ministry of public health No. 347, 2012) ซึ่งสารโพลาร์ทั้งหมด (%TPC) ในน้ำมันทอดอาหาร เป็นตัวบ่งชี้การเสื่อมสภาพของน้ำมัน จากการสำรวจร้านขายอาหารทอดในเขตอำเภอลาดบัวหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่าร้านขายกล้วยทอดส่วนใหญ่ไม่มีการเปลี่ยนน้ำมัน แต่จะเติมน้ำมันใหม่ลงในน้ำมันที่ใช้ทอดแล้ว น้ำมันยังคงมีลักษณะใสและพบตะกอนน้อย จึงทำให้ผู้ประกอบการยังใช้น้ำมันเดิมอยู่ ดังนั้นการดำเนินงานคุ้มครองผู้บริโภคในพื้นที่ จึงมีการเฝ้าระวังความเสี่ยงของการเกิดสารโพลาร์ในน้ำมันทอดอาหารดังกล่าว โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อทราบวิธีการทอดอาหารของร้านขายกล้วยทอด ที่ส่งผลต่อระดับของสารโพลาร์ 2) เพื่อทราบการเกิดสารโพลาร์ในน้ำมันทอดกล้วย ซึ่งนำมาจัดระดับความเสี่ยงของการเกิดสารโพลาร์ โดยความเสี่ยงในการศึกษานี้หมายถึงจำนวนผู้บริโภคมีโอกาสสูงเกินร้อยละ 50 ที่จะได้รับสารโพลาร์เกินมาตรฐานจากการบริโภคอาหารร้านขายกล้วยทอดวิเคราะห์ร่วมกับวิธีการทอดอาหารที่ได้จากการศึกษา เพื่อเป็นข้อมูลในการเฝ้าระวังความเสี่ยงการใช้น้ำมันทอดซ้ำในร้านขายกล้วยทอดต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

มีการดำเนินงาน 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ศึกษาวิธีการทอดอาหาร และส่วนที่ 2 ทดสอบหาระดับของสารโพลาร์ในน้ำมันที่ใช้ทอดอาหาร โดยขอการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ทำการวิจัย เลขที่ 283/2558

ส่วนที่ 1 ศึกษาวิธีการทอดอาหาร

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ผู้ประกอบการร้านขายกล้วยทอด ในเขตอำเภอลาดบัวหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 8 ร้าน (มีจำนวนร้านอยู่ทั้งหมด 8 ร้าน)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลวิธีการทอดอาหาร ได้แก่ แบบบันทึกวิธีการทอดอาหารร้านขายกล้วยทอดและระดับของสารโพลาร์ในน้ำมัน บันทึกข้อมูลโดยผู้ศึกษา โดยออกแบบตามข้อคำแนะนำการใช้ไขมันทอดอาหาร (Ariyapitipan, 2005) ประกอบกับการทดลองเก็บข้อมูลวิธีการทอดอาหารก่อนการศึกษา แล้วนำมาปรับให้สะดวกในการบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูล

วัสดุ/อุปกรณ์

วัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาส่วนนี้ ได้แก่ 1) เทอร์โมมิเตอร์ แบบปรอท วัดได้สูงสุด 200 องศาเซลเซียส 2) เครื่องชั่งน้ำหนัก 3) นาฬิกาจับเวลา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บข้อมูลโดยสังเกตวิธีการทอดอาหารของผู้ประกอบการร้านขายกล้วยทอดอย่างน้อยจำนวน 1 วัน ในช่วงวันที่ 10 มีนาคม 2558 – 31 มีนาคม 2558 ตั้งแต่เวลาร้านเริ่มตั้งแผงขาย จนกระทั่งทอดอาหารเสร็จและเก็บน้ำมันสำหรับใช้วันต่อไป โดยบันทึกข้อมูลด้วยผู้ศึกษาเองลงแบบบันทึกวิธีการทอดอาหารร้านขายกล้วยทอดและระดับของสารโพลาร์ในน้ำมัน โดยวิธีการทอดอาหารที่สังเกตประกอบด้วย ระยะเวลาการใช้น้ำมันทอดอาหารต่อวัน รอบระยะเวลาการใช้น้ำมันทอดซ้ำ จำนวนชนิดอาหารที่ใช้ทอดต่อ 1 กระทะ การเลือกชนิดของน้ำมันที่ใช้ทอดอาหาร วิธีการทำให้น้ำมันใสระหว่างการทอด ชนิดวัสดุของภาชนะที่ใช้ทอด การใช้อุณหภูมิระหว่างการทอดอาหาร จำนวนครั้งของการทอดอาหาร ปริมาณการลงทอดในแต่ละครั้ง ระยะเวลาที่ใช้ทอดอาหารต่อครั้ง และข้อมูลการเติมน้ำมัน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาส่วนนี้เป็นการวิจัยเชิงสังเกต (Observational Research) เก็บข้อมูลกระบวนการทอดอาหารของผู้ประกอบการร้านขายกล้วยทอด โดยการใช้สังเกตเป็นหลัก

ส่วนที่ 2 ทดสอบหาระดับของสารโพลาร์ในน้ำมันที่ใช้ทอดอาหาร

ประชากร

ได้แก่ น้ำมันทอดอาหารร้านขายกล้วยทอด ในเขตอำเภอลาดบัวหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 8 ร้าน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลผลการทดสอบสารโพลาร์ ได้แก่ แบบบันทึกวิธีการทอดอาหารร้านขายกล้วยทอด

และระดับของสารโพลาร์ในน้ำมัน บันทึกข้อมูลโดยผู้ศึกษา โดย
ออกแบบตามข้อคำแนะนำการใช้ไขมันทอดอาหาร
(Ariyapitipan, 2005) ประกอบกับการทดลองเก็บข้อมูลวิธีการ
ทอดอาหารก่อนการศึกษา แล้วนำมาปรับให้สะดวกในการ
บันทึกและวิเคราะห์ข้อมูล

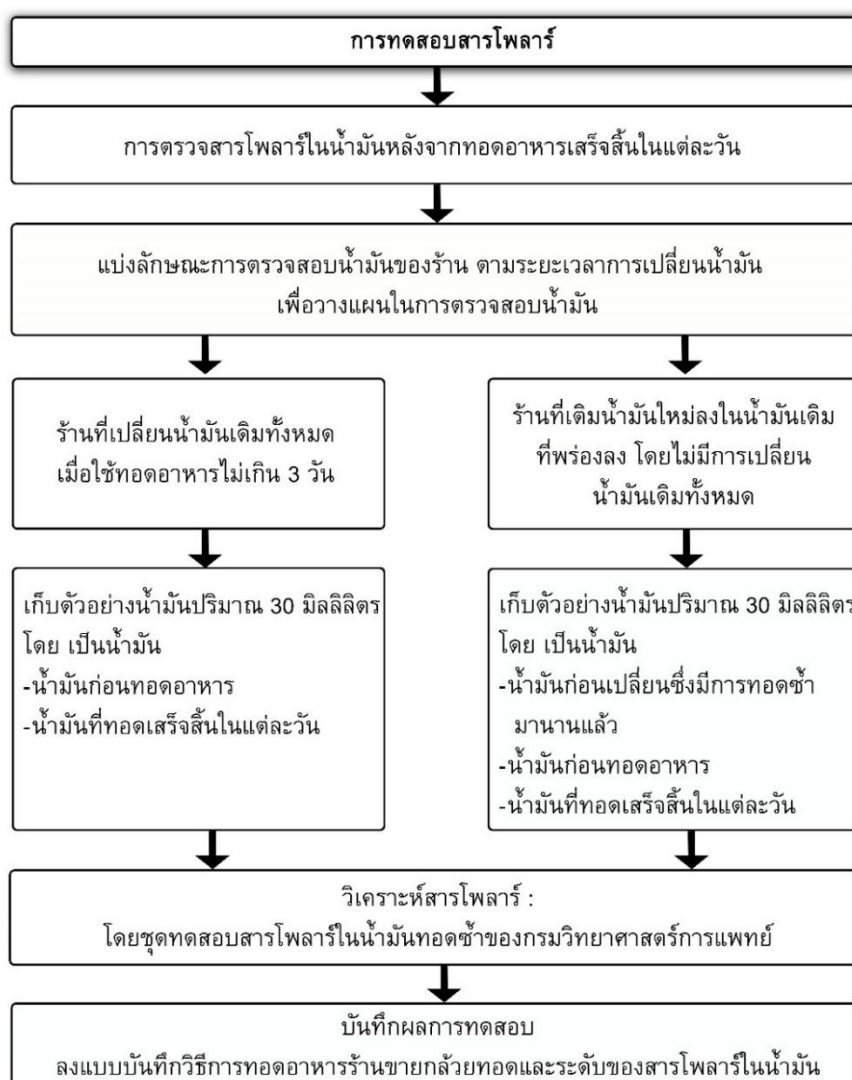
วัสดุ/อุปกรณ์

วัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาส่วนนี้ ได้แก่ 1) ชุด
ทดสอบสารโพลาร์ในน้ำมันทอดซ้ำของกรมวิทยาศาสตร์
การแพทย์ 25 ชุด/กล่อง จำนวน 14 กล่อง คือ Lot No. 0009
จำนวน 12 กล่อง และ Lot No. 0017 จำนวน 2 กล่อง 2) ขวด

แก้วสีชา มีฝาปิด ปริมาตร 30 มิลลิลิตร จำนวน 200 ขวด
3) ถังมือยาง 4) กระดาษสติ๊กเกอร์ สีขาว 5) ปากกาเมจิก
6) กระดาษชำระ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บตัวอย่างน้ำมันเพื่อทดสอบหาระดับของสารโพลาร์
หลังจากทอดอาหารเสร็จสิ้นในแต่ละวันของทุกร้าน โดยทดสอบ
ด้วยชุดทดสอบโพลาร์ในน้ำมันทอดซ้ำของกรมวิทยาศาสตร์
การแพทย์ ระหว่างวันที่ 10 มีนาคม 2558 – 30 เมษายน 2558
(รูปที่ 1)



รูปที่ 1 การทดสอบหาค่าโพลาร์ในน้ำมันทอดอาหาร

หมายเหตุ : น้ำมันก่อนทอดอาหารเป็นน้ำมันที่ไม่เคยผ่านการทอดอาหารมาก่อน ผู้ศึกษาสนับสนุนน้ำมันใหม่ให้กับร้านขายกล้วยทอด
ทั้ง 8 ร้าน เพื่อเริ่มต้นศึกษาการเกิดสารโพลาร์จากน้ำมันใหม่ทั้งหมดทุกร้าน สำหรับน้ำมันที่ทอดเสร็จสิ้นในแต่ละวัน ผู้ศึกษานำมาทดสอบ
โพลาร์เพื่อสุ่มหาน้ำมันที่มีความเสี่ยง ซึ่งสามารถเก็บตัวอย่างน้ำมันได้ในทุกวันที่ร้านขายกล้วยทอดเปิด

ตารางที่ 1 วิธีการอ่านผลการทดสอบสารโพลาร์ในน้ำมันทอดซ้ำ ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

สีของหย้าทดสอบผสมกับตัวอย่างน้ำมัน	การเกิดสารโพลาร์
เกิดสีชมพู	ไม่เกิน 25%
ไม่มีสีชมพู	เกิน 25%

การแปลผลการวิเคราะห์ระดับของสารโพลาร์ตามวิธีการอ่านผลการทดสอบของชุดทดสอบสารโพลาร์ในน้ำมันทอดซ้ำของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ การศึกษานี้ได้แปลผลเป็น 2 ระดับคือ เกิน 25% และ ไม่เกิน 25% (ตารางที่ 1)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาส่วนนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) เพื่อเก็บข้อมูลระดับของสารโพลาร์ในน้ำมันทอดอาหารของร้านขายกล้วยทอด โดยแปลผลการวิเคราะห์ระดับของสารโพลาร์ตามวิธีการอ่านผลการทดสอบของชุดทดสอบสารโพลาร์ในน้ำมันทอดซ้ำของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

ผลการวิจัย

จากการศึกษาวิธีการทอดอาหาร พบรอบระยะเวลาการใช้น้ำมันทอดซ้ำ 2 แบบ คือ มีการเปลี่ยนน้ำมันใหม่ทั้งหมดหลังจากใช้ทอดอาหารไป 3 วัน และ ไม่มีการเปลี่ยนน้ำมันใหม่ แต่เป็นการเติมน้ำมันใหม่ลงในน้ำมันที่ทอดแล้ว โดยเป็นพฤติกรรมของผู้ประกอบการร้านขายกล้วยทอดส่วนใหญ่ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงรอบระยะเวลาการใช้น้ำมันทอดซ้ำ อัตราส่วนการเติมน้ำมันใหม่ และจำนวนครั้งการเติมน้ำมันใหม่

ร้าน	รอบระยะเวลาการใช้น้ำมันทอดซ้ำ			จำนวนครั้งที่เติมน้ำมันใหม่ (ครั้ง)
	มีการเปลี่ยนน้ำมันใหม่ทั้งหมด หลังจากใช้ทอด 3 วัน	ไม่มีการเปลี่ยนน้ำมันใหม่ทั้งหมด		
		น้ำมันเดิม (ส่วน)	น้ำมันใหม่ (ส่วน)	
1	-	3	1	3
2	-	1	1	1
3	-	1	1	1
4	-	2	1	2
5	-	2	1	1
6	-	1	1	1
7	ทอดซ้ำ 2-3 วัน ระหว่างวันเติมน้ำมัน โดยน้ำมันเดิม 5 ส่วน และน้ำมันใหม่ 1 ส่วน	-	-	1
8	-	1.5	1	1

ร้านขายกล้วยทอดทั้งหมด 8 ร้าน มีจำนวนอาหารทอดจำหน่ายรวมทั้งสิ้น 10 ชนิด โดยมีร้าน 6 ทอดอาหารจำหน่ายมากที่สุด คือ 7 ชนิด ที่เหลือ จำหน่าย 4 ชนิด จำนวน 6 ร้าน

และ จำหน่ายน้อยชนิดที่สุด คือ 2 ชนิด จำนวน 1 ร้าน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนชนิดอาหารที่ใช้ทอดต่อ 1 กระทะ หรือน้ำมันเดียวกัน

ร้าน	จำนวนชนิด อาหารที่ใช้ ทอดต่อ 1 กระทะ (ชนิด)	ชนิดของอาหาร									
		กล้วย ทอด	มัน ทอด	ข้าวเม่า ทอด	เผือกทอด (ชุบแป้ง)	ไข่ หงส์	เผือก เส้น ทอด	มัน เส้น ทอด	เต้าหู้ ทอด	ซาลาเปา ไส้ถั่วดำ	กำไร ทอง
1	4	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-
2	4	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-
3	4	✓	✓	✓	-	✓	-	-	-	-	-
4	4	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-
5	4	✓	✓	-	✓	-	✓	-	-	-	-
6	7	✓	✓	✓	-	✓	-	-	✓	✓	✓
7	2	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
8	4	✓	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	-

น้ำมันที่ผู้ประกอบการนำมาใช้ทอดอาหารคือ น้ำมัน
เมล็ดปาล์ม 5 ร้าน, น้ำมันปาล์มโอเลอิน 2 ร้าน และน้ำมันบัว
ร้าน (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 แสดงชนิดของน้ำมันที่ร้านกล้วยทอดเลือกใช้

ร้าน	ชนิดของน้ำมันที่ใช้ทอดอาหาร		
	น้ำมันปาล์มโอเลอิน (เนื้อปาล์ม)	น้ำมันเมล็ดปาล์ม	น้ำมันบัว (น้ำมันเมล็ดปาล์มผสมน้ำมันมะพร้าว 1:1)
1	-	✓	-
2	-	✓	-
3	✓	-	-
4	✓	-	-
5	-	✓	-
6	-	✓	✓
7	-	-	✓
8	-	✓	-

ผลการตรวจสอบสารโพลาร์ในน้ำมันหลังจากทอดอาหารเสร็จสิ้นในแต่ละวัน พบว่า ร้าน 3, 4 และ 5 มีจำนวนครั้งที่ตรวจพบสารโพลาร์เกินมาตรฐาน คือ เกิน 25% มากกว่าร้อยละ 50 จากการทดสอบทั้งหมด 25 ครั้ง คือ 20 ครั้ง 14 ครั้ง และ 19 ครั้ง ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

หมายเหตุ : เนื่องจากแต่ละร้านมีการเก็บตัวอย่างน้ำมัน 25 ครั้ง มาทดสอบสารโพลาร์ (ยกเว้นร้าน 7 ที่เก็บตัวอย่างน้ำมัน 4 ครั้ง เพราะใช้น้ำมันเดิมทอดซ้ำเพียง 3 วันแล้วเปลี่ยนน้ำมันใหม่ทั้งหมด)

ตารางที่ 5 แสดงผลการทดสอบสารโพลาร์ร้าน 1 – 8

ร้าน	จำนวนครั้งของผลการทดสอบระดับสารโพลาร์ (ครั้ง)		
	ไม่เกิน 25%	เกิน 25%	ร้อยละของความเสี่ยงการบริโภคน้ำมันที่มีสารโพลาร์เกินมาตรฐาน (เกิน 25%)
1	25	0	0
2	24	1	4
3	5	20	80
4	11	14	56
5	6	19	76
6	24	1	4
7	4	0	0
8	22	3	12

ผลการศึกษากระบวนการทอดอาหารต่อความเสี่ยงของจำนวนครั้งการตรวจพบสารโพลาร์เกินมาตรฐาน (เกิน 25%) มากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนครั้งที่ตรวจทั้งหมด (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 สรุปกระบวนการทอดอาหารและการจัดระดับความเสี่ยงที่ได้จากการศึกษา

กระบวนการทอดอาหาร	จัดกลุ่มกระบวนการที่ได้จากผลการศึกษา	ระดับความเสี่ยง
ระยะเวลาทอดอาหารต่อวัน	1. 1-2.5 ชั่วโมง ต่อวัน 2. มากกว่า 2.5 ชั่วโมงต่อวัน	จำนวนชั่วโมงการทอดไม่แตกต่างกันมาก ในการศึกษาครั้งนี้จึงไม่มีผลต่อระดับความเสี่ยง
รอบระยะเวลาการใช้น้ำมันทอดซ้ำ	1. เปลี่ยนน้ำมันใหม่ทั้งหมดทุก 3 วัน 2. เติมน้ำมันใหม่ลงในน้ำมันเดิม	เสี่ยงน้อย ขึ้นกับจำนวนครั้งการเติมน้ำมันและอัตราส่วน
จำนวนชนิดอาหารที่ทอด	1. 2 ชนิด 2. 4 ชนิด (ส่วนใหญ่) 3. 7 ชนิด	จำนวนชนิดอาหารไม่มีผลต่อระดับความเสี่ยง

ตารางที่ 6 สรุปกระบวนการทอดอาหารและการจัดระดับความเสี่ยงที่ได้จากการศึกษา (ต่อ)

กระบวนการทอดอาหาร	จัดกลุ่มกระบวนการที่ได้จากผลการศึกษา	ระดับความเสี่ยง
การเลือกชนิดของน้ำมันที่ใช้ทอดอาหาร	1. น้ำมันเมล็ดปาล์ม / น้ำมันเมล็ดปาล์มผสมน้ำมันมะพร้าว 2. น้ำมันปาล์มโอเลอิน	ในการวิจัยนี้มีจำนวนร้านที่ใช้ น้ำมันปาล์มโอเลอินเพียง 2 ร้าน และมีการเติมน้ำมัน ไม่เกิน 2 ครั้ง ถือเป็นกระบวนการที่เสี่ยงมาก ดังนั้นกระบวนการนี้ไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกับร้านที่ใช้ น้ำมันเมล็ดปาล์มได้
วิธีการทำให้น้ำมันใส	ใช้ตะแกรงกรองเศษอาหารทุกร้าน	เป็นกระบวนการที่ทุกร้านมีเหมือนกันซึ่งทำให้ลดการไหม้ของตะกอนอาหารได้
ชนิดวัสดุของภาชนะ	1. อลูมิเนียม (กระทะใบบัว) 2. อลูมิเนียม (กระทะแขก)	ไม่มีผลต่อระดับความเสี่ยง
การใช้อุณหภูมิระหว่างการทอดอาหาร (องศาเซลเซียส)	1. พักปิดเตา 1.1 ระหว่างทอด 120-200 1.2 ระหว่างทอด 100-174 1.3 ระหว่างทอด 100-150 2. พักเบาไฟ 2.1 ระหว่างทอด 100-150 2.2 ระหว่างทอด 100-170 3. พักไม่เบาไฟ ระหว่างทอด 110-200	พฤติกรรมนี้อาจจะส่งผลต่อการเกิดสารโพลาร์ แต่มีพฤติกรรมอื่นที่ช่วยลดการเกิดสารโพลาร์ได้ เนื่องจากเป็นการศึกษาในพื้นที่จริง ไม่สามารถควบคุมพฤติกรรมอื่นๆ ให้เหมือนกันได้ จึงยังไม่สามารถสรุปได้ใน การศึกษา
จำนวนครั้งของการทอดอาหาร และระยะเวลาที่ใช้ทอดอาหาร	1. 5-10 ครั้ง 1.1 ไม่ทอดซ้ำ 1.2 ซ้ำ 6-20 ครั้ง 1.3 ซ้ำมากกว่า 20 ครั้ง 2. มากกว่า 10 ครั้ง 2.1 ไม่ทอดซ้ำ 2.2 ซ้ำ 6-20 ครั้ง 2.3 ซ้ำมากกว่า 20 ครั้ง	ไม่มีผลต่อการเกิดสารโพลาร์
การเติมน้ำมัน ใน 1 วัน	1. เติม 1 ครั้ง 2. เติม 2 ครั้ง 3. เติม 3 ครั้ง	เสี่ยงมาก เสี่ยงมาก เสี่ยงน้อย

** Significant at $p < 0.05$, ^a Chi-square, N/A ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ด้วย Chi-square, (%) ร้อยละของการเกิดความปลอดภัยเคลื่อนทางยา หรือ จำนวนความปลอดภัยเคลื่อนทางยาที่เกิดขึ้นต่อ 100 ใบสั่งยา

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาพบว่ากระบวนการทอดอาหารที่มีผลต่อระดับของสารโพลาร์ ที่สามารถสรุปได้จากการศึกษาครั้งนี้คือรอบระยะเวลาการใช้น้ำมันทอดซ้ำ และการเติมน้ำมัน ใน 1 วัน

รอบระยะเวลาการใช้น้ำมันทอดซ้ำ โดยการเปลี่ยนน้ำมันทั้งหมดเป็นวิธีการทอดอาหารที่ลดความเสี่ยงต่อระดับของสารโพลาร์เกินร้อยละ 25% ได้ เนื่องจากน้ำมันเดิมที่ทอดซ้ำผ่านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันมาแล้ว เมื่อเปลี่ยนน้ำมันใหม่ทั้งหมดน้ำมันที่เริ่มทอดจึงมีคุณภาพสูงกว่าน้ำมันเดิมที่ถูกทอดมาแล้ว แต่ต้นทุนการผลิตอาหารจะสูงกว่าการใช้น้ำมันเดิมทอดซ้ำแล้วเติมน้ำมันใหม่ลงในน้ำมันเดิม ดังนั้นถ้าอาหารมีต้นทุนการผลิตสูงราคาอาหารจึงสูงขึ้น ส่งผลต่อจำนวนผู้ซื้ออาหารน้อยลง จึงทำให้ผู้ประกอบการส่วนใหญ่เลือกวิธีการเติมน้ำมันใหม่ลงในน้ำมันเดิมเพื่อลดต้นทุนการผลิต ซึ่งจำนวนครั้งของการเติมน้ำมันเป็นวิธีที่ส่งผลต่อระดับสารโพลาร์ คือ เติมน้ำมัน 1 ครั้ง และ 2 ครั้ง เกิดความเสี่ยงมาก ส่วนการเติม 3 ครั้ง เกิดความเสี่ยงน้อย

การเติมน้ำมัน ใน 1 วัน เป็นการเติมน้ำมันใหม่ลงในน้ำมันทอดซ้ำ พบว่าการเติมอย่างน้อยวันละ 3 ครั้ง ในอัตราส่วนน้ำมันใหม่ต่อน้ำมันเดิม คือ 1 ต่อ 1 ใน 1 วัน มีผลเชิงจากการเกิดสารโพลาร์ได้ อีกทั้งยังคงรักษาคุณภาพของน้ำมันไว้ได้นานขึ้น เนื่องจากคุณภาพของน้ำมันขึ้นอยู่กับความถี่ในการเติม ดังนั้นการเติมบ่อยครั้งช่วยเพิ่มความคงตัว และเจือจางส่วนผสมต่างๆ ที่เร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ส่งผลให้น้ำมันทอดซ้ำนั้น ชะลอการเสื่อมสภาพได้ (Siasakul, 2005)

สำหรับวิธีการทอดอาหารอื่นๆ จากศึกษาครั้งนี้พบว่าการใช้อุณหภูมิระหว่างการทอดอาหารส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 120-170 องศาเซลเซียส ถ้าช่วงพักผู้ประกอบการเผาไฟอุณหภูมิจะอยู่ที่ประมาณ 120-170 องศาเซลเซียสเช่นกัน แต่ถ้ายังคงให้ความร้อนตามเดิมอุณหภูมิจะอยู่ที่ 170-200 องศาเซลเซียส จึงพบว่าร้านที่ปิดไฟในช่วงพักการทอดจะเกิดสารโพลาร์ได้ต่ำสอดคล้องกับผลการวิจัยศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการทอดพบว่าการทอดที่อุณหภูมิ 170 และ 180 องศาเซลเซียส ปริมาณกรดไขมันอิสระไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่พบว่าที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส มีปริมาณกรดไขมันอิสระสูงกว่าที่อุณหภูมิอื่นๆ ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสจากการที่วัตถุดิบประกอบอาหารมีน้ำในตัวเอง เช่น กล้วยที่สุกมากจะมีน้ำในเนื้อกล้วยมากกว่ากล้วยดิบ ทำให้คุณภาพน้ำมันต่ำลง (Jitbunjerdkul *et al.*, 2009) แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ยัง

ไม่สามารถสรุปได้ชัดเจน เพราะต้องมีการควบคุมปัจจัยอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น การควบคุมทั้งชนิดน้ำมัน จำนวนครั้งการทอด และระยะเวลาการทอดให้เหมือนกัน ส่วนการศึกษาเรื่องระยะเวลาในการทอด ซึ่งมีงานวิจัยศึกษาระยะเวลาการทอดต่อคุณภาพของน้ำมันทอด พบว่าปริมาณกรดไขมันอิสระของน้ำมันที่ทุกอุณหภูมิการทอดมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาการทอดนานขึ้น (Jitbunjerdkul *et al.*, 2009) ดังนั้นการศึกษาเรื่องระยะเวลาในการทอดจำเป็นต้องมีการควบคุมทั้งอุณหภูมิ เวลาการทอด จำนวนครั้งการทอด และชนิดของน้ำมันเช่นกัน

สำหรับการเลือกชนิดของน้ำมันที่ใช้ทอดอาหาร จากเอกสารอ้างอิงมีการกล่าวถึงการศึกษาไว้ พบว่าน้ำมันเมล็ดปาล์มเกิดสารโพลาร์ได้เร็วกว่าน้ำมันปาล์มโอเลอิน (Ariyapitipan, 2008) แต่ในการศึกษานี้ ไม่มีการจับเวลาการเกิดสารโพลาร์ เป็นการสุ่มทดสอบสารโพลาร์ในน้ำมันแต่ละวัน พบว่าร้านที่ใช้น้ำมันปาล์มโอเลอินทั้งหมดจำนวน 2 ร้าน คือ ร้าน 3 และ 4 มีจำนวนครั้งที่ทดสอบพบสารโพลาร์เกินมาตรฐานมากกว่าร้อยละ 50 ทั้ง 2 ร้าน โดยมีความเสี่ยงการบริโภคน้ำมันที่มีสารโพลาร์เกินมาตรฐาน คือ ร้อยละ 80 และ 56 ตามลำดับ ส่วนร้านที่ใช้น้ำมันเมล็ดปาล์ม จำนวน 6 ร้าน พบเพียง 1 ร้าน คือ ร้าน 5 ที่มีความเสี่ยงการบริโภคน้ำมันที่มีสารโพลาร์เกินมาตรฐาน คือ ร้อยละ 76 อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่ามีจำนวนร้านที่ใช้น้ำมันปาล์มโอเลอิน 2 ร้าน คือ ร้าน 3 และ 4 ที่มีการเติมน้ำมัน ไม่เกิน 2 ครั้งต่อวัน ทำให้มีความเสี่ยงการบริโภคน้ำมันที่มีสารโพลาร์เกินมาตรฐาน คือ ร้อยละ 80 และ 56 ตามลำดับ

ในการศึกษานี้ เนื่องจากกระบวนการทอดของแต่ละร้านต่างกัน จึงไม่สามารถเปรียบเทียบระหว่างร้านที่ใช้น้ำมันเมล็ดปาล์มกับน้ำมันปาล์มโอเลอินได้ ข้อจำกัดของการศึกษานี้คือ เป็นการศึกษาในสถานที่ปฏิบัติงานจริง จึงไม่สามารถควบคุมปัจจัยบางอย่าง เพื่อศึกษากระบวนการทอดอาหารบางกระบวนการได้

จากการศึกษานี้สรุปได้ว่า วิธีการทอดอาหารที่มีการใช้น้ำมันทอดซ้ำและเติมน้ำมันใหม่ลงในน้ำมันเดิม น้อยกว่า 3 ครั้งต่อวัน ทำให้ผู้บริโภคมีความเสี่ยงมาก ซึ่งหมายถึงจำนวนผู้บริโภคมีโอกาสสูงเกินร้อยละ 50 ที่จะได้รับสารโพลาร์เกินมาตรฐานจากการบริโภคอาหารร้านขายกล้วยทอด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ศึกษาขอขอบคุณศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 10
อุบลราชธานี ที่ให้คำปรึกษาระหว่างการศึกษ และรับตัวอย่าง
น้ำมันตรวจวิเคราะห์สารโพลาร์ด้วยวิธีมาตรฐาน

References

- Ariyapitipan T. Frying oil. AHS community volume 2 2005.
Bangkok: Faculty of allied health sciences,
Chulalongkorn University.
- Ariyapitipan T. Selection and use of cooking oil for health.
JNAT 2008 Jan-Mar; 43 (1), 35-41.
- Jitbunjerdkul S, *et al.* The full report. The results of used
repeated cooking oil into the quality of oil products
and fried foods. Case study on fried chicken and
eggs. Songkla: Prince of Songkla University;
2009.
- Notification of the ministry of public health (No. 347), B.E.
2555 (2012) Re: food production procedure used
repeated heating oil.
- Siasakul C. Incremental frying oil life using adsorbent
combinations [Master of Science]. Nakhon
Pathom: Silpakorn University; 2005.
- Sriviriyapab W, editors. Revolutionary repeated frying oil
by the test kit to consumer safety vendors can
help Thailand 2008. Bangkok: Faculty of
pharmaceutical sciences, Chulalongkorn
University.
- Weerakul J, Tassaneeyakul W, Mahakunakorn P,
Porasuphatana S. Study on cytotoxicity and
genotoxicity of repeatedly fried cooking oils by cell
culture. *IJPS* 2009 Sep-Dec; 5(3): 235-242.