

การเปรียบเทียบปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันปรุงอาหาร และน้ำมันผสมที่ใช้ทอดซ้ำที่ระยะเวลาต่างกัน

Comparison of Polar Compounds in Repeated Frying Cooking Oil and Oil Blends at Difference Time Periods

วิไลภรณ์ ดวงประทุม (Wilaiporn Duangpratum)^{1*}

ดร.ดารีวรรณ เศรษฐีธรรม (Dr.Dariwan Settheetham)**

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงทดลองแบบแฟคทอเรียลครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันปรุงอาหารและน้ำมันผสมที่ใช้ทอดซ้ำที่ระยะเวลาต่างกันในกลุ่มน้ำมัน 2 ประเภท 5 ชนิด ได้แก่ น้ำมันปรุงอาหาร 2 ชนิด คือ น้ำมันปาล์มและน้ำมันไก่ น้ำมันผสม 3 ชนิด คือ น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันไก่ น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันรำข้าว โดยการทอดลูกชิ้นปลาระเบิดน้ำหนัก 200 กรัม ที่อุณหภูมิ 180 ± 10 องศาเซลเซียส วันละ 3 ชั่วโมง ติดต่อกัน 5 วัน จนมีระยะเวลาการทอดรวม 15 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างน้ำมันก่อนการทอดและที่ระยะเวลาการทอดซ้ำ 3, 6, 9, 12 และ 15 ชั่วโมง ตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารโพลาร์โดยวิธี column chromatography ของ IUPAC No.2.507 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน Repeated Measure ANOVA และ Tukey's Honestly Significant Difference ผลการวิจัยพบว่าน้ำมันทุกชนิดมีปริมาณสารโพลาร์เพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาและจำนวนครั้งในการทอดซ้ำและเมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันปรุงอาหารและน้ำมันผสมที่ใช้ทอดซ้ำที่ระยะเวลาต่างกันแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p\text{-value} < 0.001$

ABSTRACT

The purpose of this factorial experimental research was to compare of polar compounds in frying cooking oil and oil blends used frequently at different time periods. Two groups of cooking oil had five kinds were studied namely palm oil, chicken oil, palm oil mixed with soybean oil, palm oil mixed with rice bran oil and palm oil mixed with chicken oil. For the experiment several batches of fish dishes weighing 200 g were fried at 180 ± 10 °C for long 3 hours per day. These oil had been repeated for a total of 5 days, resulting in frying oil used repeatedly for 15 hours. Oil samples were taken before and the end of frying at 3, 6, 9, 12 and after 15 hours and the value of total polar compounds was determined using column chromatography as described by IUPAC No. 2.507. For the statistical analysis means

¹ Correspondent author : www.tooinooi-ph-csc@hotmail.com

* นักศึกษา หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

and standard deviations were used and for the comparison of polar compounds determined in cooking oil repeatedly used the repeated Measure ANOVA and the Tukey's Honestly Significant Difference was estimated. The results shown that polar compounds increased according to the duration and the frequency used for frying and using cooking oil and oil blends repeatedly for frying significantly (p -value < 0.001) increase the occurrence of polar compounds.

คำสำคัญ : สารโพลาร์ น้ำมันผสม น้ำมันทอดซ้ำ

Key Words : Polar compounds, Oil blends, Repeated frying oil

บทนำ

น้ำมันปรุงอาหารที่ผ่านกระบวนการทอดอาหารแบบทอดท่วมที่อุณหภูมิสูง 170–180 องศาเซลเซียส ซ้ำหลาย ๆ ครั้งจะมีคุณสมบัติที่เสื่อมลง ทั้งสี กลิ่น รสชาติ จุดเกิดควันลดลงและมีความหนืดมากขึ้น รวมทั้งจะเกิดสารโพลาร์ ซึ่งสัมพันธ์กับการเกิดโรคความดันโลหิต โรคหลอดเลือดหัวใจและสมอง ตีบ โรคอัมพาต โรคหัวใจและเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งลำไส้และกระเพาะอาหาร [1] ขณะที่ผู้ประกอบการอาหารที่สูดดมไอน้ำมันทอดซ้ำจะเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งปอดจากสารกลุ่ม Polycyclic Aromatic Hydrocarbon: PAHs [2, 3] โดยเมื่อน้ำมันได้รับความร้อนจากกระบวนการทอดอาหารแบบทอดท่วมที่อุณหภูมิสูง 170–180 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานานความชื้นของอาหารและออกซิเจนจากอากาศจะเร่งการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่สำคัญ คือ ไฮโดรไลซิส ออกซิเดชันและพอลิเมอไรเซชัน และหากใช้อุณหภูมิสูงกว่า 200 องศาเซลเซียสและทอดอาหารเป็นระยะเวลานาน หรือมีการนำมาทอดซ้ำหลาย ๆ ครั้ง จะเร่งการเสื่อมสลายของน้ำมันได้เร็วขึ้นและทำให้เกิดสารโพลาร์ในน้ำมันได้มากขึ้น [4, 5] นอกจากนี้ ยังพบว่าชนิดน้ำมันก็เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่ง เนื่องจากน้ำมันแต่ละชนิดจะมีสัดส่วนของกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวแตกต่างกันทำให้การคงตัวต่อความร้อนและการเกิดสารโพลาร์ในน้ำมันแต่ละชนิดแตกต่างกัน [6] ทั้งนี้ สารโพลาร์ถือเป็นตัวบ่งชี้การเสื่อมสภาพของน้ำมันทอดอาหารที่เหมาะสม เพราะสารโพลาร์เป็นค่าความ

เข้มข้นของสารประกอบมีขั้วทั้งหมดที่เกิดขึ้นระหว่างการทอดอาหาร [7] กระทรวงสาธารณสุข [8] จึงได้ออกประกาศ เรื่องกำหนดปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันที่ใช้ทอดหรือประกอบอาหารเพื่อจำหน่ายได้ไม่เกินร้อยละ 25.00 ของน้ำหนัก เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคและผู้ผลิตชาวไทย เนื่องจากปัจจุบันผู้บริโภคชาวไทยนิยมรับประทานอาหารประเภททอดมากขึ้นเพราะสะดวกต่อ การหาซื้อมาบริโภค จึงทำให้มีผู้ประกอบการจำหน่ายอาหารทอดเพิ่มมากขึ้นและกระจายตัวไปทั่วประเทศ อย่างรวดเร็วดังนั้นหากผู้ประกอบการขาดความรู้ความเข้าใจในการเลือกใช้น้ำมันทอดอาหาร รวมถึงมีพฤติกรรมการใช้น้ำมันทอดอาหารที่ไม่ถูกต้องผู้บริโภคก็จะไม่มีหลักประกันความปลอดภัยในสุขภาพเช่นกัน [7] ซึ่งจากการสำรวจสถานการณ์การใช้น้ำมันทอดซ้ำในประเทศไทยของวิชา [9] พบว่าผู้ประกอบการส่วนใหญ่ ร้อยละ 92.47 เลือกใช้น้ำมันพืช และ ร้อยละ 54.54 ใช้น้ำมันทอดซ้ำ โดยพบน้ำมันทอดอาหารที่อาจเป็นอันตราย คือ มีปริมาณสารโพลาร์มากกว่า ร้อยละ 20.00 โดยน้ำหนักถึงร้อยละ 34.49 สอดคล้องกับการวิเคราะห์ความเสี่ยงน้ำมันทอดซ้ำของจิตรา [10] ที่พบว่าผู้ประกอบการอาหารทอดในเขตกรุงเทพมหานคร ส่วนใหญ่ ร้อยละ 62.00 ใช้น้ำมันปาล์ม ร้อยละ 9.00 ใช้น้ำมันไก่หรือน้ำมันบัว ร้อยละ 5.00 ใช้น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันมะพร้าวโดยพบผู้ประกอบการ ร้อยละ 71.00 ใช้น้ำมันทอดซ้ำ และพบมีน้ำมันทอดอาหารที่อาจเป็นอันตรายถึง ร้อยละ 56.30 และจากการสำรวจการใช้น้ำมันทอด

ซ้ำในเขตเทศบาลตำบลท่าพระ จังหวัดขอนแก่น วันที่ 1-31 กรกฎาคม 2554 โดยผู้วิจัยพบว่าผู้ประกอบการเลือกใช้น้ำมันปาล์ม ร้อยละ 56.52 ใช้น้ำมันไก่ ร้อยละ 13.04 ใช้น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันไก่ ร้อยละ 13.04 ใช้น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันถั่วเหลือง ร้อยละ 10.87 และใช้น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันรำข้าว ร้อยละ 6.52 โดยพบผู้ประกอบการ ร้อยละ 67.39 ใช้น้ำมันทอดซ้ำ และพบตัวอย่างน้ำมันทอดอาหารที่อาจเป็นอันตรายถึง ร้อยละ 50.00

จากสถานการณ์ทั้งหมดที่กล่าวถึงหากพิจารณาในประเด็นชนิดน้ำมันที่ผู้ประกอบการเลือกใช้พบข้อมูลที่น่าสนใจ คือ มีการใช้น้ำมันไก่และน้ำมันผสม ซึ่งในประเด็นการใช้น้ำมันไก่เนื่องจากปัจจุบันมีการแยกชิ้นส่วนของไก่จำหน่าย จึงทำให้มีการนำหนังไก่และไขมันไก่ ซึ่งเป็นสิ่งเหลือใช้มาสกัดเป็นน้ำมันเพื่อจำหน่ายมากขึ้น เพราะมีราคาถูกกว่าน้ำมันพืชทั่วไป ส่วนในประเด็นของน้ำมันผสมพบว่า จากการสำรวจของจิตรา [10] พบมีการใช้น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันมะพร้าวในกลุ่มผู้ประกอบการอาหารทอด สอดคล้องกับการสำรวจในห้างสรรพสินค้า ขนาดใหญ่ 3 แห่งในจังหวัดขอนแก่น โดยผู้วิจัยที่พบว่ามีน้ำมันผสมวางจำหน่ายเพียงชนิดเดียว คือ น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันมะพร้าว แต่จากผลการสำรวจในเขตพื้นที่เทศบาลตำบลท่าพระพบมีการใช้น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันรำข้าวและน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันไก่ ซึ่งเป็นชนิดน้ำมันที่ยังไม่มีการผลิตและวางจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป ทั้งนี้จากการสอบถามผู้ประกอบการที่ใช้น้ำมันไก่และน้ำมันผสม พบว่าผู้ประกอบการมีความเชื่อว่าน้ำมันไก่และน้ำมันผสมจะมีอายุการใช้งานนานกว่าการใช้น้ำมันปาล์มอย่างเดียว ซึ่งจะทำให้ใช้ทอดอาหารได้มากขึ้นและลดต้นทุนการผลิตลงได้

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันปาล์ม น้ำมันไก่ น้ำมันปาล์มผสม น้ำมันไก่ น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันรำข้าวที่ใช้ทอดซ้ำ เพราะพบมีการนำมาใช้ใน เขตเทศบาลตำบลท่าพระแต่ยัง

ไม่มีการผลิตและวางจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป จึงยังไม่มีข้อมูลเพียงพอที่จะยืนยันได้ว่าน้ำมันที่ผู้ประกอบการเลือกใช้ มีอายุการใช้งานนานกว่าการใช้น้ำมันปาล์มเพียงอย่างเดียวจริง ซึ่งข้อมูลที่ได้จากผลการวิจัยสามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับแนะนำผู้ประกอบการและประชาชนในการเลือกใช้น้ำมันทอดอาหารได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งสามารถใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนสำหรับหน่วยงานภาครัฐในการควบคุมและดูแลการใช้ น้ำมันทอดอาหาร และเป็นองค์ความรู้ในการวิจัยต่อยอดไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ต่อไป

วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ทั่วไป

เปรียบเทียบปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันปรุงอาหารและน้ำมันผสมที่ใช้ทอดซ้ำที่ระยะเวลาต่างกัน

วัตถุประสงค์เฉพาะ

1. ศึกษาปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันปรุงอาหารและน้ำมันผสมก่อนและหลังการใช้ทอดซ้ำ
2. ศึกษาระยะเวลาการทอดของน้ำมันปรุงอาหารและน้ำมันผสมที่พบปริมาณสารโพลาร์ที่ระดับร้อยละ 25.00 โดยน้ำหนัก
3. เปรียบเทียบปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันปรุงอาหารและน้ำมันผสม ก่อนการทอดและหลังการทอดซ้ำที่ระยะเวลา 3, 6, 9, 12 และ 15 ชั่วโมง

วิธีการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial Experimental research) ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยใช้รูปแบบการวัดซ้ำ ที่ช่วงระยะเวลาก่อนการทอดและหลังการทอดซ้ำที่ 3, 6, 9, 12 และ 15 ชั่วโมงและทำการทดลอง 3 ครั้ง ในแต่ละ Treatment

น้ำมันที่ใช้ในการวิจัย

น้ำมันปรุงอาหาร 2 ชนิด คือ น้ำมันปาล์มและน้ำมันไก่ น้ำมันผสม 3 ชนิด คือ น้ำมันปาล์ม

ผสมน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันรำข้าว (อัตราส่วน 2:1 โดยปริมาตร) และน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันไก่ (อัตราส่วน 1:2 โดยปริมาตร)

อาหารที่ใช้ในการวิจัย

อาหารที่ใช้ทอดในการทดลองครั้งนี้ คือ ลูกชิ้นปลาระเบิด โดยก่อนการทอดนำลูกชิ้นปลาระเบิดที่จะใช้ในการทอดแกะออกจากถุงไม่ต้องล้างทำความสะอาดจัดเตรียมเป็นชุด ชุดละ 200 กรัม ต่อการทอด 1 ครั้ง

วิธีการทดลอง

ทำการทอดในกระทะสแตนเลสบนเตาแก๊สชนิดที่มีหัวปรับความร้อนขึ้นลงได้ โดยใช้น้ำมันปริมาตรเริ่มต้น 6,000 มิลลิลิตร ให้ความร้อนน้ำมันที่อุณหภูมิ 180 ± 10 องศาเซลเซียส และทำการทอดลูกชิ้นปลาระเบิดครั้งละ 200 กรัม นาน 5 นาทีต่อครั้ง ตักลูกชิ้นที่ทอดเสร็จขึ้นจากน้ำมันโดยใช้ตะแกรงสแตนเลส ตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำมันให้อยู่ในช่วง 180 ± 10 องศาเซลเซียส ก่อนทำการทอดในครั้งต่อไปทุกครั้ง ทำการทอดต่อเนื่องจนครบ 3 ชั่วโมงต่อวัน หลังการทอดแต่ละวันทำการกรองเศษอาหารออกจากน้ำมัน และไม่มีการเติมน้ำมันใหม่ลงไป เทน้ำมันจากการทอดใส่ในหม้อสแตนเลส ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปิดฝาเก็บไว้ในตู้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อทำการทอดในวันต่อไป ทำการทอดเช่นเดิมทุกวันติดต่อกันเป็นเวลา 5 วัน หรือจนมีระยะเวลาการทอดรวม 15 ชั่วโมง ในน้ำมันทั้ง 5 ชนิด กำหนดเวลาการทอดระหว่าง 17.00–21.00 น. ของทุกวัน และทำการทดลอง 3 ครั้ง ในน้ำมันแต่ละชนิด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บตัวอย่างน้ำมันก่อนการทอดและหลังการทอดซ้ำที่ 3, 6, 9, 12, 15 ชั่วโมง โดยเก็บตัวอย่างน้ำมันที่ตักทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องก่อนการทอดครั้งต่อไป ใส่ขวดสีชา ครั้งละ 35 มิลลิลิตร จำนวน 3 ตัวอย่าง สำหรับการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้งในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารโพลาร์ โดยวิธี column chromatography ของ IUPAC No.2.507 [11]

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันปรุงอาหารและน้ำมันผสมก่อนและหลังทอดซ้ำ ใช้สถิติค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันปรุงอาหารและน้ำมันผสมที่ใช้ทอดซ้ำ ใช้สถิติ Repeated Measure ANOVA
3. ทดสอบความแตกต่างรายคู่ โดยสถิติ Tukey's Honestly Significant Difference
4. ระยะเวลาการทอดเฉลี่ยที่พบปริมาณสารโพลาร์ที่ระดับ ร้อยละ 25 ใช้ตัวแบบการทำนายเชิงเส้นตรง

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยนำเสนอตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. ปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันปรุงอาหารและน้ำมันผสมก่อนและหลังการใช้ทอดซ้ำ
น้ำมันปรุงอาหาร ก่อนการทอดพบว่า น้ำมันปาล์ม มีปริมาณสารโพลาร์เฉลี่ย ร้อยละ 6.7 ± 0.30 โดยน้ำหนักและน้ำมันไก่ มีปริมาณสารโพลาร์เฉลี่ย ร้อยละ 1.16 ± 0.19 โดยน้ำหนัก หลังการทอดซ้ำ พบว่าน้ำมันปาล์ม มีปริมาณสารโพลาร์ มากกว่าร้อยละ 25.00 โดยน้ำหนักที่ชั่วโมงการทอดที่ 12 (วันที่ 4) คือ มีปริมาณสารโพลาร์ เฉลี่ย ร้อยละ 25.44 ± 0.54 โดยน้ำหนัก ขณะที่เมื่อสิ้นสุดการทอดที่ 15 ชั่วโมง (วันที่ 5) น้ำมันไก่มีปริมาณสารโพลาร์เฉลี่ยร้อยละ 23.64 ± 0.52 (ตารางที่ 1)

น้ำมันผสม ก่อนการทอด พบว่าน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันรำข้าว น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันไก่ มีปริมาณสารโพลาร์เฉลี่ย ร้อยละ 7.49 ± 0.17 , 5.03 ± 0.76 และ 2.38 ± 0.44 โดยน้ำหนักตามลำดับ หลังการทอดซ้ำ พบว่าน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันถั่วเหลืองมีปริมาณสารโพลาร์มากกว่าร้อยละ 25.00 โดยน้ำหนักที่ชั่วโมงการทอดที่ 12 (วันที่ 4) ขณะที่น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันรำข้าวและน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันไก่ เมื่อสิ้นสุดการทอดที่ 15

ชั่วโมง (วันที่ 5) มีปริมาณสารโพลาร์เฉลี่ยร้อยละ 26.06 ± 0.49 และ 25.43 ± 0.40 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ทั้งนี้หากพิจารณาปริมาณสารโพลาร์ที่เพิ่มขึ้น เมื่อสิ้นสุดการทอดที่ 15 ชั่วโมง (วันที่ 5) พบว่า น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันถั่วเหลืองมีปริมาณสารโพลาร์เพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันไก่ น้ำมันปาล์ม น้ำมันไก่และน้อยที่สุดน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันรำข้าว โดยมีปริมาณสารโพลาร์เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 25.32 ± 0.82 , 23.04 ± 0.35 , 22.50 ± 0.47 , 22.48 ± 0.71 และ 18.57 ± 0.32 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ (ตารางที่ 1) และ (ตารางที่ 2)

2. ระยะเวลาการทอดเฉลี่ยที่พบปริมาณสารโพลาร์ที่ระดับร้อยละ 25.00 โดยน้ำหนัก โดยใช้ตัวแบบทำนายผลเชิงเส้นตรง ผลการวิจัยพบว่า น้ำมันไก่มีระยะเวลาเฉลี่ยที่พบปริมาณสารโพลาร์ร้อยละ 25.00 โดยน้ำหนักที่ 15.43 ชั่วโมง น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันรำข้าว 14.33 ชั่วโมง น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันไก่ 14.03 ชั่วโมง น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันถั่วเหลือง 11.44 ชั่วโมง และน้ำมันปาล์ม 11.02 ชั่วโมง (ตารางที่ 3) และ (ภาพที่ 1)

3. เปรียบเทียบปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันปรุงอาหารและน้ำมันผสมที่ใช้ทอดซ้ำที่ระยะเวลาต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า ปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันปรุงอาหารและน้ำมันผสมที่ใช้ทอดซ้ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p\text{-value} < 0.001$ และค่าเฉลี่ยปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันปรุงอาหารและน้ำมันผสมที่มีการทอดซ้ำ ที่ระยะเวลา 3, 6, 9, 12 และ 15 ชั่วโมง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p\text{-value} < 0.001$ รวมทั้งค่าเฉลี่ยปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันปรุงอาหารและน้ำมันผสมระดับร่วมระหว่างชนิดน้ำมันและระยะเวลาในการทอดซ้ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p\text{-value} = 0.009$ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 1 ปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันปรุงอาหารก่อนและหลังการทอดซ้ำและปริมาณสารโพลาร์ที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทอดที่ 15 ชั่วโมง

ชนิดน้ำมัน	ปริมาณสารโพลาร์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)					
	ก่อนทอด	ชั่วโมงการทอด ที่ 3 (วันที่ 1)	ชั่วโมงการทอด ที่ 6 (วันที่ 2)	ชั่วโมงการทอด ที่ 9 (วันที่ 3)	ชั่วโมงการทอด ที่ 12 (วันที่ 4)	ชั่วโมงการทอด ที่ 15 (วันที่ 5)
1. น้ำมันปาล์ม						
การทดลองครั้งที่ 1	6.40	13.83	20.30	24.07	25.17	29.26
การทดลองครั้งที่ 2	6.88	13.70	19.91	24.03	25.09	29.56
การทดลองครั้งที่ 3	6.96	14.67	19.21	24.57	26.08	28.93
Mean $\pm$ SD	6.74 $\pm$ 0.30	14.06 $\pm$ 0.52	19.80 $\pm$ 0.55	24.22 $\pm$ 0.30	25.44 $\pm$ 0.54	29.25 $\pm$ 0.31
2. น้ำมันถั่ว						
การทดลองครั้งที่ 1	1.09	6.73	11.44	15.54	20.69	23.93
การทดลองครั้งที่ 2	1.38	7.88	11.08	15.40	21.62	23.04
การทดลองครั้งที่ 3	1.02	6.13	10.10	16.47	19.59	23.98
Mean $\pm$ SD	1.16 $\pm$ 0.19	6.90 $\pm$ 0.88	10.87 $\pm$ 0.69	15.80 $\pm$ 0.58	20.63 $\pm$ 1.01	23.64 $\pm$ 0.52
						22.48 $\pm$ 0.71

ตารางที่ 2 ปริมาณสารโพลาไรในน้ำมันผสมก่อนและหลังการทอดซ้ำและปริมาณสารโพลาไรที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทอดที่ 15 ชั่วโมง

ชนิดน้ำมัน	ปริมาณสารโพลาไร (ร้อยละโดยน้ำหนัก)						
	ก่อนทอด	ชั่วโมงการทอด ที่ 3 (วันที่ 1)	ชั่วโมงการทอด ที่ 6 (วันที่ 2)	ชั่วโมงการทอด ที่ 9 (วันที่ 3)	ชั่วโมงการทอด ที่ 12 (วันที่ 4)	ชั่วโมงการทอด ที่ 15 (วันที่ 5)	ปริมาณสารโพลาไร ที่เพิ่มขึ้น
1. น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันรำข้าว							
การทดลองครั้งที่ 1	7.35	9.25	14.28	18.68	21.64	25.60	18.25
การทดลองครั้งที่ 2	7.44	15.56	16.27	16.75	20.93	26.01	18.57
การทดลองครั้งที่ 3	7.69	12.43	15.89	19.60	22.62	26.58	18.89
Mean $\pm$ SD	7.49 $\pm$ 0.17	12.41 $\pm$ 3.15	15.47 $\pm$ 1.05	18.34 $\pm$ 1.45	21.73 $\pm$ 0.85	26.06 $\pm$ 0.49	18.57 $\pm$ 0.32
2. น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันถั่วเหลือง							
การทดลองครั้งที่ 1	4.44	9.41	16.53	21.97	25.57	30.67	26.23
การทดลองครั้งที่ 2	5.90	12.12	17.83	19.71	26.15	30.53	24.63
การทดลองครั้งที่ 3	4.75	11.43	17.64	20.23	26.36	29.86	25.11
Mean $\pm$ SD	5.03 $\pm$ 0.76	10.98 $\pm$ 1.40	17.33 $\pm$ 0.70	20.63 $\pm$ 1.18	26.02 $\pm$ 0.40	30.35 $\pm$ 0.43	25.32 $\pm$ 0.82
3. น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันไก่							
การทดลองครั้งที่ 1	2.18	7.64	12.70	17.57	21.38	24.99	22.81
การทดลองครั้งที่ 2	2.90	8.21	13.21	18.20	22.35	25.78	22.88
การทดลองครั้งที่ 3	2.10	8.19	13.21	18.85	22.42	25.55	23.45
Mean $\pm$ SD	2.38 $\pm$ 0.44	8.01 $\pm$ 0.32	13.04 $\pm$ 0.29	18.20 $\pm$ 0.64	22.04 $\pm$ 0.58	25.43 $\pm$ 0.40	23.04 $\pm$ 0.35

ตารางที่ 3 ระยะเวลาการทอดเฉลี่ยของน้ำมันปรุงอาหารและน้ำมันผสมที่พบปริมาณสารโพลาร์ที่ระดับ ร้อยละ 25.00 โดยน้ำหนัก

น้ำมันปรุงอาหาร	สมการการทำนาย $Y = a + bx$	ระยะเวลา ที่คำนวณได้ (ชั่วโมง)	ค่าอำนาจ การทำนาย (R^2)	ค่าเบี่ยงเบน ของ การประมาณค่า
1. น้ำมันปาล์ม	$Y = 9.13 + 1.44x$	11.02	0.97	1.26
2. น้ำมันไก่	$Y = 1.18 + 1.50x$	15.43	0.98	0.57
1. น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันรำข้าว	$Y = 8.09 + 1.18x$	14.33	0.95	1.18
2. น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันถั่วเหลือง	$Y = 5.89 + 1.67x$	11.44	0.98	0.65
3. น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันไก่	$Y = 3.25 + 1.55x$	14.03	0.98	0.55

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันปรุงอาหารและน้ำมันผสมที่ใช้ทอดซ้ำ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ระหว่างกลุ่ม					
ชนิดน้ำมัน	471.03	4	117.76	119.14	< 0.001
ความคลาดเคลื่อน	9.88	10	0.98		
ภายในกลุ่ม					
เวลา	2506.47	1.50	1665.60	676.05	< 0.001
ปฏิสัมพันธ์ เวลา * ชนิดน้ำมัน	65.98	6.01	10.96	4.44	0.009
ความคลาดเคลื่อน	37.07	15.04	2.46		

ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัยพบว่าชนิดน้ำมันและระยะเวลาในการทอดซ้ำมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจึงทำ Simple Main Effect และเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธี Tukey,s Honestly Significant Difference โดย

1. เปรียบเทียบผลของชนิดน้ำมันที่มีต่อปริมาณสารโพลาร์ที่ระยะเวลาก่อนการทอดและหลังการทอดซ้ำที่ 3, 6, 9, 12 และ 15 ชั่วโมง

2. เปรียบเทียบผลของระยะเวลาการทอดซ้ำที่มีต่อปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันทั้ง 5 ชนิด

จากการทำ Simple Main Effect พบว่าน้ำมันปรุงอาหารและน้ำมันผสมทุกชนิดมีปริมาณสารโพลาร์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาและจำนวนครั้งในการทอดซ้ำ (ดังภาพที่ 2) โดย

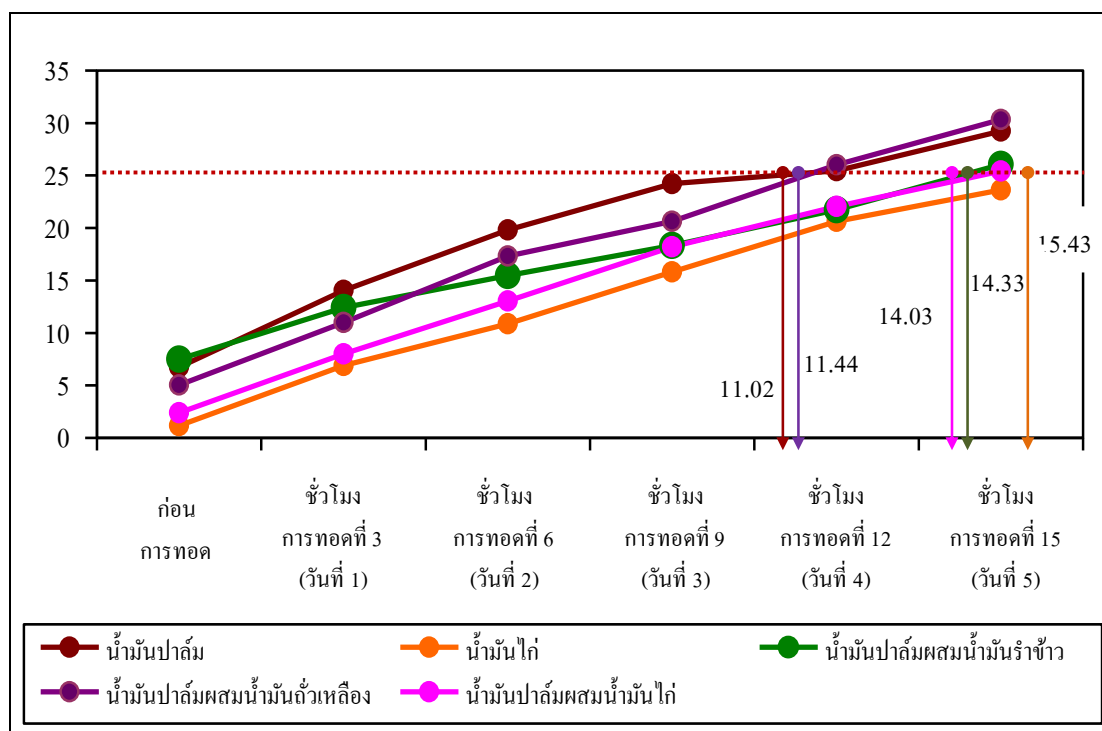
1. น้ำมันปาล์ม มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารโพลาร์อย่างรวดเร็วตั้งแต่เริ่มต้นการทอดจนถึงชั่วโมงการทอดที่ 9 และชะลอการเพิ่มขึ้น หลังจากชั่วโมงการทอดที่ 9-12 และจะมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วอีกครั้งหลังจากการทอดที่ 12 ชั่วโมงจนถึงชั่วโมงการทอดที่ 15

2. น้ำมันไก่จะมีปริมาณสารโพลาร์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่เริ่มต้นการทอดจนถึงชั่วโมงการทอดที่ 15

3. น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันรำข้าว จะมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารโพลาร์อย่างรวดเร็วตั้งแต่เริ่มต้นการทอดจนถึงชั่วโมงการทอดที่ 3 แต่หลังจากชั่วโมงการทอดที่ 3 ถึงชั่วโมงการทอดที่ 12 จะมีการเพิ่มขึ้นแบบค่อยเป็นไป และหลังจากชั่วโมงการทอดที่ 12 ถึงชั่วโมงการทอดที่ 15 มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

4. น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันถั่วเหลืองจะมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารโพลาร์อย่างรวดเร็วตั้งแต่เริ่มต้นการทอดถึงชั่วโมงการทอดที่ 6 และจะชะลอการเพิ่มขึ้นในชั่วโมงการทอดที่ 6-9 และหลังจากชั่วโมงการทอดที่ 9 จะมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อีกครั้งจนถึงชั่วโมงการทอดที่ 15

5. น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันไก่ จะมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารโพลาร์อย่างรวดเร็วตั้งแต่เริ่มต้นการทอดจนถึงชั่วโมงการทอดที่ 15



ภาพที่ 1 ระยะเวลาการทอดเฉลี่ยที่พบปริมาณสารโพลาร์ที่ระดับร้อยละ 25.00 โดยน้ำหนักและลักษณะการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันปรุงอาหารและน้ำมันผสมที่ใช้ทอดซ้ำที่ระยะเวลาต่างกัน

อภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารโพลาร์ ก่อนการทอดในน้ำมันตั้งต้นก่อนการผสม คือ น้ำมันปาล์ม น้ำมันไก่ น้ำมันรำข้าวและน้ำมันถั่วเหลืองพบว่าปริมาณสารโพลาร์เฉลี่ยร้อยละ 1.16-6.74 โดย

น้ำหนัก และเมื่อทำการผสมน้ำมัน 2 ชนิดรวมกันพบว่าปริมาณสารโพลาร์ร้อยละ 2.38-7.49 โดยน้ำหนัก ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Lumley [12], Farhoosh [13] ที่พบว่าน้ำมันปรุงอาหารที่ยังไม่ผ่านการทอดจะมีปริมาณสารโพลาร์ ร้อยละ 0.4-6.4 โดย

น้ำหนัก ทั้งนี้เนื่องจากวัตถุดิบและกระบวนการผลิตแตกต่างกัน จึงทำให้น้ำมัน แต่ละชนิดมีปริมาณสารโพลาร์แตกต่างกันด้วย หลังการทอดซ้ำ พบว่าน้ำมันทุกชนิดมีปริมาณสารโพลาร์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาและจำนวนครั้งในการทอดซ้ำ สอดคล้องกับการศึกษาของ Houhoula [4], Abdulkarim [5] ที่พบว่าปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามจำนวนครั้งและระยะเวลาในการทอดซ้ำ เนื่องจากระหว่างการทอดจะเกิดปฏิกิริยาเคมีที่สำคัญ 3 ชนิด คือไฮโดรไลซิส ออกซิเดชันและพอลิเมอไรเซชัน ซึ่งจะส่งผลต่อการเสื่อมสลายและทำให้น้ำมันเกิดสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพได้มากขึ้น [14]

ทั้งนี้ หากพิจารณาชนิดน้ำมันที่เหมาะสมกับการนำไปทอดอาหาร โดยคำนึงถึงผลต่อสุขภาพในระยะยาว ระยะเวลาการใช้งานที่เหมาะสมและต้นทุนการผลิตในการวิจัยครั้งนี้ พบว่า

ประเด็นผลต่อสุขภาพในระยะยาวน้ำมันไก่ และน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันไก่ มีระยะเวลาการใช้ทอดเฉลี่ย 15.43 และ 14.03 ชั่วโมง เนื่องจากเป็นน้ำมันที่มีส่วนผสมของไขมันจากสัตว์ จึงคงตัวต่อความร้อนได้ดี แต่ก็ไม่เหมาะกับการบริโภคเพราะจะเพิ่มระดับโคเลสเตอรอลชนิดร้าย ทำให้เสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ ก่อให้เกิดอัมพฤกษ์อัมพาตและไตวายได้ [6] ส่วนน้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันที่มีสัดส่วนของกรดไขมันอิ่มตัวและไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่งในปริมาณที่เหมาะสมทำให้ทนต่อ ความร้อนได้ดีแต่ไม่มีผลต่อการเพิ่มโคเลสเตอรอลไม่ดี ส่วนน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันรำข้าว มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงจึงช่วยเพิ่มโคเลสเตอรอลที่ดีและลดโคเลสเตอรอลไม่ดี ยิ่งกว่านั้นในเมล็ดถั่วเหลืองยังมีโปรตีนสูง ซึ่งมีประโยชน์ต่อสุขภาพส่วนน้ำมันรำข้าวเป็นน้ำมันที่องค์การอนามัยโลกและสมาคมโรคหัวใจแห่งสหรัฐอเมริกาแนะนำว่าเป็นน้ำมันที่เหมาะสมต่อการบริโภคเพราะมีวิตามินและสารอาหารที่สำคัญหลายชนิด เช่น วิตามินอี สารต้านอนุมูลอิสระ และช่วยลดโคเลสเตอรอลไม่ดีในร่างกายอีกด้วย [7]

ประเด็นระยะเวลาการใช้งานที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารโพลาร์และสีของน้ำมัน พบว่าน้ำมันปาล์มมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารโพลาร์อย่างรวดเร็วตั้งแต่เริ่มต้นการทอดถึงชั่วโมงที่ 9 และชะลอการเพิ่มขึ้นในชั่วโมงที่ 9-12 และจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วอีกครั้งหลังจากชั่วโมงที่ 12-15 ซึ่งหากพิจารณาพร้อมกับลักษณะของสีพบว่าก่อนการทอดน้ำมันปาล์มจะมีสีเหลืองใสและจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเข้มในการทอดชั่วโมงที่ 12 และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลในชั่วโมงที่ 15 และระยะเวลา การทอดเฉลี่ยที่พบปริมาณสารโพลาร์ร้อยละ 25.00 โดยน้ำหนักพบว่าน้ำมันปาล์มมีระยะเวลาการทอดเฉลี่ย 11.02 ชั่วโมง ดังนั้นจึงควรยุติการใช้น้ำมันปาล์มที่เวลาการทอดไม่เกิน 11.02 ชั่วโมง (3.5 วัน) ส่วนน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันถั่วเหลือง พบว่ามีระยะเวลาการทอดที่พบปริมาณ สารโพลาร์ ร้อยละ 25.00 โดยน้ำหนัก ที่ระยะเวลา 11.44 ชั่วโมง แต่มี การเพิ่มขึ้นของปริมาณสารโพลาร์อย่างรวดเร็วตั้งแต่เริ่มต้นการทอดจนถึงชั่วโมงที่ 6 และจะชะลอการเพิ่มขึ้นในชั่วโมงที่ 6-9 และหลังจากชั่วโมงที่ 9 จะมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วไปจนถึงชั่วโมงที่ 15 และหากพิจารณาพร้อมกับลักษณะของสี พบว่าก่อนการทอดน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันถั่วเหลืองจะมีสีเหลืองใสและจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองส้มในชั่วโมงการทอดที่ 12 และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลในชั่วโมง การทอดที่ 15 ดังนั้นจึงควรยุติการใช้น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันถั่วเหลืองที่ระยะเวลาการทอดไม่เกิน 9 ชั่วโมง (3 วัน) ส่วนน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันรำข้าว พบว่ามีระยะเวลาการทอดที่พบปริมาณสารโพลาร์ ร้อยละ 25.00 โดยน้ำหนัก ที่ระยะเวลาเฉลี่ย 14.33 ชั่วโมง และมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารโพลาร์อย่างรวดเร็วตั้งแต่เริ่มต้นการทอดจนถึงชั่วโมงที่ 3 แต่หลังจากชั่วโมงที่ 3 ถึงชั่วโมงที่ 12 จะมีการเพิ่มขึ้นแบบค่อยเป็นไปและหลังจากชั่วโมงที่ 12-15 พบว่ามีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณ สารโพลาร์อย่างรวดเร็ว ทั้งนี้หากพิจารณาพร้อมกับลักษณะสี พบว่าก่อนการทอดน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันรำข้าวจะมีสีเหลืองใสและจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลในชั่วโมงการทอดที่ 15 ดังนั้นจึงควรยุติการใช้น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันรำข้าว

ที่ระยะเวลาการทอดไม่เกิน 12 ชั่วโมง (4 วัน)

จากผลการวิจัย แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาการใช้ทอดที่เหมาะสมของน้ำมันปาล์ม น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันรำข้าว คือ ไม่เกิน 11.02 ชั่วโมง (3.5 วัน) 9 ชั่วโมง (3 วัน) และ 12 ชั่วโมง (4 วัน) ตามลำดับ แต่จากการสำรวจจากกลุ่มผู้ประกอบการจำหน่ายลูกชิ้นปลาระเบิดในเขตเทศบาลตำบลท่าพระ พบว่าจะใช้เวลาในการทอดเฉลี่ย 3 ชั่วโมงต่อวัน โดยร้อยละ 41.7 เปลี่ยนน้ำมันใหม่ทุก 4-5 วัน ร้อยละ 33.3 เปลี่ยนน้ำมันใหม่ทุก 2-3 วัน ร้อยละ 16.7 เปลี่ยนน้ำมันใหม่ทุก 1-2 วัน และร้อยละ 8.3 ไม่เปลี่ยนน้ำมันใหม่และไม่มีเพิ่มเติมน้ำมันลงไปนานมากกว่า 5 วัน จึงนับได้ว่าผู้ประกอบการและผู้บริโภคยังเสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากน้ำมันที่ทอดที่เสื่อมคุณภาพได้

ด้านต้นทุนการผลิตจากการคำนวณจากราคาน้ำมันปาล์ม ลิตรละ 45 บาท น้ำมันรำข้าว ลิตรละ 65 บาทและน้ำมันถั่วเหลืองลิตรละ 55 บาท พบว่าหากใช้น้ำมัน 6 ลิตรน้ำมันปาล์ม (6 ลิตร) น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันรำข้าว (4:2 ลิตร) และน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันถั่วเหลือง (4:2 ลิตร) จะมีต้นทุน 270, 310 และ 290 บาทตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบต้นทุนเฉลี่ยเปรียบเทียบกับระยะเวลาการทอดที่เหมาะสมของน้ำมันปาล์ม 11.02 ชั่วโมง น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันรำข้าว 12 ชั่วโมง และน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันถั่วเหลือง 9 ชั่วโมง พบว่า 1 ชั่วโมงน้ำมันปาล์ม น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันรำข้าวและน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันถั่วเหลืองมีต้นทุนเฉลี่ย 24.50, 25.83 และ 32.22 บาท ตามลำดับ

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันรำข้าวอัตราส่วน 2:1 โดยปริมาตร สามารถใช้ทดแทนน้ำมันปาล์ม น้ำมันไก่ น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันไก่และน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันถั่วเหลืองได้ เพราะมีความเหมาะสมในแง่ของผลต่อสุขภาพในระยะยาว ความคุ้มค่าของระยะเวลาการใช้งานและต้นทุนการผลิต อย่างไรก็ตามการวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองโดยใช้ลูกชิ้นปลาระเบิด เนื่องจากพบว่าผู้ประกอบการอาหารทอดในเขตเทศบาลตำบลท่าพระ ส่วนใหญ่

ร้อยละ 39.13 จำหน่ายลูกชิ้นปลาระเบิดและมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งตรวจพบมีสารโพลาร์ในน้ำมันที่ใช้ทอดลูกชิ้นปลาระเบิดมากกว่าร้อยละ 25.00 โดยน้ำหนัก ถึงร้อยละ 55.55 และอุณหภูมิที่ใช้การทอดครั้งนี้อยู่ระหว่าง 180 ± 10 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ใช้ในการทอดแบบทอดท่วมทั่วไป ดังนั้นในการนำผลการวิจัยนี้ไปใช้อ้างอิง ควรพิจารณาปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ ร่วมด้วย ได้แก่ วิธีการทอด การทดแทนน้ำมันทอดเก่า ชนิดและการดูแลรักษาภาชนะทอด และการเก็บรักษาน้ำมัน โดยเฉพาะชนิดอาหารและอุณหภูมิที่ใช้ทอด เนื่องจากอาหารที่มีความชื้นหรือมีน้ำที่ผิวหน้าอาหารก่อนทอดมากจะทำให้ไขมันเสื่อมคุณภาพเร็วมากขึ้นและอาหารประเภทแป้ง เนื้อสัตว์ และแป้งผสมเนื้อสัตว์ ก็ส่งผลต่อการเกิดสารโพลาร์ในน้ำมันทอดซ้ำที่แตกต่างกัน รวมทั้ง หากใช้อุณหภูมิในการทอดอาหารสูงกว่า 200 องศาเซลเซียส ก็จะเร่งการเสื่อมสลายของไขมันได้เร็วขึ้นเช่นกัน [6]

สรุปผลการวิจัย

ปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันปรุงอาหารและน้ำมันผสมที่ใช้ทอดซ้ำที่ระยะเวลาต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.001$) โดยน้ำมันทุกชนิดจะมีปริมาณสารโพลาร์เพิ่มมากขึ้น ตามระยะเวลาและจำนวนครั้งในการทอดซ้ำ โดยน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันถั่วเหลืองมีปริมาณสารโพลาร์เพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันไก่ น้ำมันปาล์ม น้ำมันไก่และน้อยที่สุดน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันรำข้าว ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

1. ไม่ควรใช้น้ำมันไก่และน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันไก่ ในการทอดอาหารเพราะมีผลต่อการเพิ่มระดับโคเลสเตอรอลไม่ดีในร่างกาย
2. ควรยุติการใช้น้ำมันทอดอาหารทุกชนิดเมื่อสังเกตพบว่าสีของน้ำมันเปลี่ยนจากสีเหลืองใสเป็นสีเหลืองส้มหรือสีน้ำตาลเพราะลักษณะดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าน้ำมันเสื่อมสภาพจนอาจมีสารพิษ

ปนเปื้อนในระดับที่อาจเป็นอันตรายได้

3. ควรมีการประชาสัมพันธ์และแนะนำให้กลุ่มผู้ประกอบการที่นิยมการใช้ไขมันไก่และไขมันผสมเลือกใช้น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันรำข้าว อัตราส่วน 2:1 โดยปริมาตร แทนการใช้ไขมันปาล์มผสมน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันไก่และไขมันไก่ เพราะมีความเหมาะสมในแง่ของผลต่อสุขภาพในระยะยาว ความคุ้มค่าของระยะเวลาการใช้งานและต้นทุนการผลิต

4. ศึกษาหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดสำหรับน้ำมันปาล์มผสมน้ำมันรำข้าว โดยใช้ชนิดอาหารที่แตกต่างกัน เช่น อาหารประเภทแป้ง อาหารประเภทเนื้อสัตว์ และอาหารประเภทแป้งผสมเนื้อสัตว์ เพราะจะทำให้ทราบว่า การใช้ไขมันผสมจะเหมาะสมกับการใช้ทอดอาหารประเภทใดมากที่สุด

5. ศึกษาในกลุ่มน้ำมันผสมชนิดอื่น เช่น น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันงา น้ำมันปาล์มผสมน้ำมันมะกอก น้ำมันดอกทานตะวันผสมน้ำมันมะกอก และน้ำมันรำข้าวผสมน้ำมันถั่วเหลือง เป็นต้น โดยเน้นชนิดน้ำมันที่มีวางจำหน่ายและมีการนำมาใช้ใน ประเทศไทย เพื่อหาชนิดน้ำมันผสมที่มีคุณภาพและเหมาะสมที่สุดสำหรับบริบทของสังคมไทย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ทุนอุดหนุนและส่งเสริมการทำวิทยานิพนธ์ ประจำปีภาคปลายปีการศึกษา 2554 สนับสนุนการศึกษาวิจัยนี้จนสำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

1. Soriguer F, Rojo MG, Dobarganes MC, Almeida JMG, Esteva I, Beltrán M, et al. Hypertension is related to the degradation of dietary frying oils. *Int J American Society for Clinical Nutrition*. 2003;78 (7): 1097-1092.
2. Li M, Yin Z, Guan P, Li X, Cui Z, Zhang J, et al. XRCC1 polymorphisms, cooking oil fume and lung cancer in Chinese women nonsmokers. *Lung Cancer*. 2008;(62): 151-145.
3. Wu PF, Chiang TA, Wang TN, Huang MS, Ho PS, Lee CH, et al. Birth cohort effect on lung cancer incidence in Taiwanese women 1981-1998. *European Journal of Cancer*. 2005; (41): 1177-1170.
4. Houhoula DP, Oreopoulou V, Tzia C. The effect of process time and temperature on the accumulation of polar compounds in cotton seed oil during deep-fat frying. *Journal food science Agric*. 2003;(83): 319-314.
5. Abdulkarim SM, Long K, Lai OM, Muhammad SKS, Ghazali HM. Frying quality and stability of high-oleic *Moringa oleifera* seed oil in comparison with other vegetable oils. *Food Chemistry*. 2007;(93): 1389-1382.
6. Sriwiriyanupap W, editor. Revolution of reused cooking oil by the test suite. Bangkok: Health Consumer Protection Project. Faculty of Pharmaceutical Sciences Chulalongkorn University; 2008. Thai.
7. Ariyapitipun T. cooking oil. In: Ariyapitipun T, Sukarun S, editor. *Allied Health Sciences Chula Community*. 2nded. Bangkok: Faculty of Allied Health Sciences Chulalongkorn University; 2005. p. 109 – 120. Thai.

8. Ministry of Public Health. Announce of Ministry of Public Health No. 283. Determine of polar compounds in reused cooking oil for sale. government gazette 121 (Special Section 125 d); 2004. Thai.
9. Komin W, Subsing B. Situation of reused cooking oil in Thailand : The fact that you know. Bangkok: Faculty of Allied Health Sciences Chulalongkorn University; 2010. Thai.
10. Settaudom C. Risk Analysis of reused cooking oil. FDA Journal. 2005;12(2): 64-55. Thai.
11. Union of Pure and Applied Chemistry. Determination of polar compounds in frying fats. In: Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives. Oxford: The Network; 1987.
12. Lumley I D. Polar compounds in heated oils. In: Varela G, Bender AE, Morton ID, editors. Frying of food: Principles, changes, new approaches. Chichester: Ellis Horwood; 1988. p.166-173.
13. Farhoosh R, Tavassoli KM H. Polar compounds distribution of sunflower oil as affected by unsaponifiable matters of Bene hull oil (BHO) and tertiary butylhydroquinone (TBHQ) during deep-frying. Food Chemistry. 2010;(122): 385-381.
14. Dobarganes MC, Marquez RG, Velasco J. Interactions between fat and food during deep frying. European Journal of Lipid Science and Technology. 2000; (102): 528-521.