การพัฒนาคุณภาพน้ำมันปาล์มสำหรับการทอดอาหารโดยใช้สารสกัดจากสมุนไพร

Developing the quality of palm oil with herbal extracts

11

ปฏิญญา จิยิพงศ์[1*], จันทร์ฉาย ยศศักดิ์ศรี[1]
Patinya Jiyipong[1*], Janchay Yossaksri[1]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือการทดลองผลิตน้ำมันปาล์มผสมสารต้านออกซิเดชันเพื่อลดการเกิดกลิ่นหืน โดยใช้สมุนไพร 3 ชนิด คือ ขิง ขมิ้น และกระชาย การศึกษาปริมาณสารฟีนอลิกรวมของสมุนไพรทั้ง ขิง ขมิ้น และกระชาย เมื่อความเข้มข้นของสมุนไพรมากขึ้นส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้น และเมื่อทดลองผลิตน้ำมันปาล์มผสมสมุนไพรผงโดยใช้สมุนไพรผง 2% 4% และ 6% และน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากสมุนไพรที่สกัดด้วยเอทานอล โดยใช้ความเข้มข้นของสารสกัดที่ 3 ระดับ คือ 200 400 และ 600 mg/kg วิเคราะห์คุณภาพที่สำคัญของน้ำมันผสมสารสกัด ได้แก่ ค่า Peroxide value (P.V.) และ ค่า Acid value (A.V) ซึ่งสูตรที่คัดเลือกคือ น้ำมันปาล์มผสมขิงผง 2% ขมิ้นผง 4% และกระชายผง 2% มีค่า P.V. คือ 5.50±0.22 6.20±0.04 และ6.18±0.08 meq/kg ส่วนน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากสมุนไพรด้วยวิธีการสกัดด้วยเอทานอล ได้สูตรที่คัดเลือก คือ น้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขิง 200 ขมิ้น 400 และกระชาย 400 mg/kg มีค่า P.V. คือ 4.48±0.03 5.60±0.02 และ5.82±0.01 meq/kg ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันที่ผ่านการทอด พบว่าน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขิงที่ระดับ 200 mg/kg มีค่า P.V. คือ 6.56±0.06 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าน้ำมันทุกสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบ จำนวน 30 คน ให้การยอมรับในด้านกลิ่นหืน คือ ข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขิง ข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากกระชาย ข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขมิ้น และข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มที่ไม่ผสมสารสกัด ตามลำดับ การศึกษาอายุการเก็บน้ำมันผสมสารสกัดสูตรทดลองมีอายุการเก็บอย่างน้อย 1 ปี

Abstract

The purpose of this study was to produce palm oil with antioxidants for reduced rancidity in fried food products. The three types of herbal; ginger, turmeric and finger root were used in this experiment. The higher concentration of herbal extracts, the higher of total phenolic contents (TPC). The palm oil samples were mixed with 2%, 4%, and 6% of herbal powder and were mixed with 200, 400 and 600 mg./kg. of herbal extracts by ethanol. The quality determination of palm oil by using Peroxide value (P.V.) and Acid value (A.V.). The selected formulations of palm oil with herbal powder were 2% ginger, 4% turmeric and 2% finger root, their P.V. were 5.50±0.22 6.20±0.04 6.18±0.08 meq/kg, respectively. While the palm oil with herbal extracts were ginger 200, turmeric 400 and finger root 400 mg./kg, their P.V. were 4.48±0.03 5.60±0.02 5.82±0.01 meq/kg., respectively. All samples also had A.V. lower than 0.6 in mg./g. The quality determination of fried palm oil, the P.V. of palm oil with ginger extract was lower than that of turmeric and finger root extract. For fried chips sensory testing by 30 panelists, they accepted chips that fried in palm oil with ginger extract, finger root extract, turmeric extract and control, respectively. The palm oil with herbal extracts had stored at least one year shelf life.

คำสำคัญ: น้ำมันปาล์ม สารสกัดจากสมุนไพร ค่าเปอร์ออกไซด์
Keywords: Palm oil, Herbal extract, Peroxide value

[1]กรมวิทยาศาสตร์บริการ
*Corresponding author. E-mail address: patinya@dss.go.th

1. บทนำ (Introduction)

ผลิตภัณฑ์อาหารทอดเป็นผลิตภัณฑ์กลุ่มใหญ่ที่วางจำหน่ายในท้องตลาด มีทั้งผู้ผลิตในระดับชุมชนหรืออุตสาหกรรมในครัวเรือนขนาดเล็กจนถึงผู้ผลิตในระดับอุตสาหกรรม แต่มักประสบกับปัญหาผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหืน (rancidity) ซึ่งมีสาเหตุสำคัญจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บสั้น เพราะเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ต่อการบริโภค ผู้ผลิตต้องประสบกับปัญหาขาดทุนหากจำหน่ายสินค้าไม่หมดก่อนสินค้าจะเสื่อมสภาพ ถึงแม้ในน้ำมันพืชมีโทโคฟีรอลเป็นสารต้านออกซิเดชันโดยธรรมชาติอยู่แล้ว แต่ยังไม่สามารถกันหืนได้เพียงพอ ผู้ผลิตน้ำมันจึงเติมสารกันหืนสังเคราะห์ เช่น tert-butyl-4-hydroxyanisole (BHA), butylated hydroxytoluene (BHT) ขณะที่ผู้ผลิตอาหารทอดที่ต้องการยืดอายุการเก็บให้นานขึ้นก็ได้เติมสารเคมีสังเคราะห์อีกส่วนหนึ่งลงไปอีก การใช้สารเคมีกันหืนในปริมาณที่เกินกว่ากฎหมายกำหนดอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ เนื่องจากมีรายงานความเป็นพิษของสารสังเคราะห์ว่าทำให้เซลล์ทำงานผิดปกติและกลายเป็นมะเร็งเมื่อได้รับสารสังเคราะห์อย่างต่อเนื่องในปริมาณที่มากเกินไป

การหืนเป็นปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของไขมันและน้ำมัน ทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติ มีสมบัติทางกายภาพและทางเคมีเปลี่ยนไป สาเหตุหลักคือการเกิดกลิ่นหืนจากการเกิดออกซิเดชัน (oxidative rancidity) (Allen and Hamilton, 1994) ปฏิกิริยาออโตออกซิเดชันจะเกิดที่พันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวกับออกซิเจนในอากาศ เป็น peroxide linkage ขึ้นระหว่างพันธะคู่ ซึ่งปฏิกิริยานี้จะเกิดเองแบบต่อเนื่องตลอดเวลาเมื่อน้ำมันสัมผัสกับอากาศ การป้องกันกลิ่นหืนจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญมากในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อไม่ให้อาหารเกิดการเสื่อมเสียคุณภาพ การเติมสารต้านออกซิเดชันสามารถยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ของปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยสารนี้จะจับกับอนุมูลอิสระต่างๆทำให้อนุมูลอิสระเหล่านั้นไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ ปฏิกิริยาจึงหยุดชะงัก เกิดเป็นสารที่มีความคงตัว (Branen et al., 1990)

การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันพืชที่ใช้ทอดอาหารให้มีสมบัติป้องกันหรือชะลอการเกิดอนุมูลอิสระจากปฏิกิริยาออกซิเดชันซึ่งเป็นต้นเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดกลิ่นหืน อาจแก้ปัญหานี้ได้โดยใช้สารสกัดจากธรรมชาติผสมในน้ำมันพืชในอัตราส่วนต่างๆที่เหมาะสมก่อนนำมาใช้ทอดอาหาร พืชสมุนไพรพื้นบ้านของไทยที่นิยมใช้เป็นส่วนประกอบในอาหาร โดยเฉพาะ ขิง ขมิ้น และกระชาย มีสารกลุ่มฟีนอลิกซึ่งเป็นสารที่มีสมบัติในการต้านออกซิเดชัน เช่น gingerol, shogaol, zingerone, pinostrobin, pinocembrin, alpinetin เป็นต้น คณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาคุณภาพน้ำมันปาล์มสำหรับการทอดอาหารโดยใช้สมุนไพร เพื่อให้ได้องค์ความรู้ที่สามารถใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาการเกิดกลิ่นหืนในอาหารทอด ช่วยยืดอายุการเก็บรักษา ลดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ ซึ่งน้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันที่นิยมใช้ทอดอาหารเนื่องจากสามารถทนความร้อน และทนต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีได้ดี และเป็นน้ำมันที่มีราคาต่ำกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่น และยังเป็นน้ำมันพืชที่ปลอดจากสารตัดแต่งพันธุกรรม

2. วิธีการวิจัย (Experimental)

2.1. การคัดเลือกพืชสมุนไพรเพื่อใช้เป็นสารต้านออกซิเดชัน

2.1.1 ศึกษาข้อมูลเอกสารสิทธิบัตรและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อคัดเลือกสมุนไพรที่ใช้ในการทดลองนี้ ซึ่งต้องประกอบด้วยสารกลุ่มฟีนอลิก นำมาศึกษาสมบัติในการป้องกันหรือชะลอการเกิดอนุมูลอิสระจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน เช่น gingerol, shogaol, zingerone, pinostrobin, pinocembrin, alpinetin เป็นต้น นำมาศึกษาสมบัติในการป้องกันหรือชะลอการเกิดอนุมูลอิสระจากปฏิกิริยาออกซิเดชันซึ่งเป็นต้นเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดกลิ่นหืน โดยคัดเลือกขิงที่มีอายุการเก็บเกี่ยวที่ 11 เดือน ขมิ้นอายุการเก็บ 10 เดือน และกระชายอายุการเก็บ 11 เดือน

2.1.2 ศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (ดัดแปลงจาก Miliauskas et al. ,2004) โดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu colorimetric วัดปริมาณสารฟีนอลิกด้วยเครื่อง spectrophotometer (PERKIN-ELMER รุ่น Lambda 2) ใช้สารมาตรฐานกรดแกลลิกที่ความเข้มข้น 25, 50, 75, 100 และ 125 µg/ml ในน้ำกลั่น และใช้สารสกัดจากสมุนไพรคือ ขิง ขมิ้น และกระชาย นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 nm

2.1.3 ศึกษาประสิทธิภาพของการยับยั้งอนุมูลอิสระ (DPPH free radical scavenging activity) (ดัดแปลงจาก Shimada et.al.,1992 และ Masuda et.al.,1999) ใช้เครื่อง spectrophotometer (PERKIN-ELMER รุ่น Lambda 2) โดยใช้สารละลาย DPPH (1,1-diphenyl-2-picryhydral) ที่ระดับความเข้มข้น 5 mM ใน absolute ethanol และใช้สารสกัดจากสมุนไพร คือ ขิง ขมิ้น และกระชาย วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 518 nm จากนั้นคำนวณหา% inhibition ตามสูตร เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการยับยั้งอนุมูลอิสระ

$$\% \text{ inhibition} = (A \text{ control} - A \text{ sample})/(A \text{ control}) * 100$$

A control = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวควบคุม

A sample= ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

2.1.4 ศึกษาสารสำคัญในสารสกัดจากสมุนไพร คือ ขิง ขมิ้น และกระชาย โดยเตรียมตัวอย่างสารสกัด ขิง ขมิ้น และกระชายในเอทานอล 95% และเตรียมสารมาตรฐาน Curcumin, 5,7-dimethoxyflavone, [6]-Gingerol ในเอทานอล จากนั้นกรองด้วย syringe membrane filter ใส่ในขวด vial นำมาวิเคราะห์สารสำคัญด้วยเครื่อง Gas chromatography (GC) โดยใช้คอลัมน์ DB-5ms และ FID Detector ที่อุณหภูมิ 270 องศาเซลเซียส ที่อัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที

2.2 การผลิตน้ำมันปาล์มผสมสารต้านออกซิเดชันจากสมุนไพร

2.2.1 การผสมสมุนไพรผงในน้ำมันปาล์ม โดยการเตรียมสมุนไพรผงก่อนเข้าสู่กระบวนการสกัด ด้วยการล้างทำความสะอาด หั่น และอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และบดเป็นผง นำมาผสมในน้ำมันปาล์ม โดยใช้สมุนไพรผง ร้อยละ 2 4 และ 6 ในน้ำมันปาล์มปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ผสมในขวดแก้วที่ปิดฝาสนิท เขย่าน้ำมันวันละ 2 ครั้ง ทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง ทำในช่วงเวลาเดียวกันจนครบกำหนด 5 วัน จากนั้นกรองน้ำมันด้วยผ้าขาวบางและกระดาษกรอง เบอร์113

2.2.2 การผสมสารสกัดจากสมุนไพรในน้ำมันปาล์ม โดยการสกัดด้วยเอทานอล ดัดแปลงจาก [5] ด้วยการนำสมุนไพรผงจากข้อ 2.2.1 ไปสกัดด้วย เอทานอล 95% ปริมาตร 600 มิลลิลิตร (3:1) ลงในขวดแก้วปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร แช่ทิ้งไว้ 5 วัน เขย่าทุกวันๆ ละ 2 ครั้ง จากนั้นนำสมุนไพรที่ใส่ตัวทำละลายมากรองและระเหยด้วยเครื่อง Vacuum rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และนำสารสกัดที่ได้ในปริมาณ 200 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผสมในน้ำมันปาล์มปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร และผสมในขวดแก้วที่ปิดฝาสนิท เขย่าน้ำมันปาล์มผสมสมุนไพรวันละ 2 ครั้ง ทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง ทำในช่วงเวลาเดียวกันจนครบกำหนด 5 วัน จากนั้นกรองน้ำมันปาล์มผสมสมุนไพรด้วยผ้าขาวบางและกระดาษกรอง เบอร์113

2.3 การศึกษาผลของสารต้านออกซิเดชันต่อคุณภาพน้ำมันที่ยังไม่ผ่านการทอด

ศึกษาผลของสารต้านออกซิเดชันจากสมุนไพรต่อคุณภาพน้ำมันปาล์มเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำมันปาล์มที่ไม่ผสมสารต้านออกซิเดชันจากสมุนไพร วิเคราะห์คุณภาพที่สำคัญของน้ำมันผสมสารสกัด ได้แก่ ค่า Peroxide value (P.V.) และ ค่า Acid value (A.V.) ผลที่ได้จากการทดลองในการทดลองนี้ใช้คัดเลือกสูตรของน้ำมันปาล์มผสมสมุนไพรเพื่อนำไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

2.3.1 วิเคราะห์ค่า Peroxide value (P.V.) ตามวิธี AOCS official method Cd 8b-90 (2011) โดยนำตัวอย่างน้ำมันที่ผสมสมุนไพรที่ความเข้มข้นทั้ง 3 ระดับ ชั่งน้ำหนักให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน เติมตัวทำละลายผสมของสารละลายไอโซออกเทนและกรดอะซีติก (4/6 V/V) ลงไป จากนั้นเติมสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์และน้ำกลั่น แล้วไตเตรตสารละลายด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารละลายจากสีเหลืองเป็นสีน้ำเงินอมเทาหรือเห็นเป็นไม่มีสีหรือสีธรรมชาติของน้ำมัน บันทึกผลการทดลอง

2.3.2 วิเคราะห์ค่า Acid value (A.V.) ตามวิธี AOCS official method Cd 3d-63 (2009) โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างน้ำมันที่ผสมสารสกัดจากสมุนไพรให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน เติมสารละลาย 95% เอทานอล 50 มิลลิลิตร เขย่าให้สารตัวอย่างผสมเข้าด้วยกัน แล้วไตเตรตสารละลายด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.25 M โดยใช้สารละลาย 0.1% ฟีนอลทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารละลายจากสีเหลืองเป็นสีชมพู บันทึกผลการทดลอง

2.4 การศึกษาผลของสารต้านออกซิเดชันต่อคุณภาพน้ำมันที่ผ่านการทอด

ศึกษาคุณภาพน้ำมันผสมสมุนไพรเปรียบเทียบกับน้ำมันไม่ผสมสมุนไพร (ตัวอย่างควบคุม) โดยใช้น้ำมันสูตรทดลองที่ผ่านการคัดเลือกจากวิธีผสมสมุนไพรผงในน้ำมัน และวิธีผสมสารสกัดจากสมุนไพรน้ำมัน ศึกษาคุณภาพน้ำมันที่ยังไม่ผ่านการทอดเปรียบเทียบกับน้ำมันที่ผ่านการทอด โดยใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นตัวแทนของอาหารทอดคือ ข้าวเกรียบ ควบคุมสภาวะการทอดที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 20 วินาที (ข้าวเกรียบ 200 กรัมต่อน้ำมันปาล์มผสมสารสกัด 1,000 มิลลิลิตร) และนำน้ำมันที่ผ่านการทอดมาวิเคราะห์คุณลักษณะทั่วไป ค่า P.V. และ ค่า A.V. เปรียบเทียบกับน้ำมันที่ยังไม่ผ่านการทอด

2.5 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่ผ่านการทอดในน้ำมันปาล์มจากสมุนไพร ทดสอบการยอมรับ โดยใช้ผู้ทดสอบ จำนวน 30 คน ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ด้านสี กลิ่นหืน ลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม โดยการให้คะแนนความชอบ 1-9 (9-Point hedonic scale) และนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's multiple range test

2.6. การศึกษาอายุการเก็บของน้ำมันผสมสมุนไพร

ศึกษาอายุการเก็บของน้ำมันผสมสมุนไพรจากสูตรที่คัดเลือก โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงของ ค่า P.V. และ ค่า A.V. ในน้ำมันทุก 15 วัน (รวม 360 วัน) เปรียบเทียบกับน้ำมันที่ไม่ผสมสารสกัด

2.7 การถ่ายทอดเทคโนโลยี

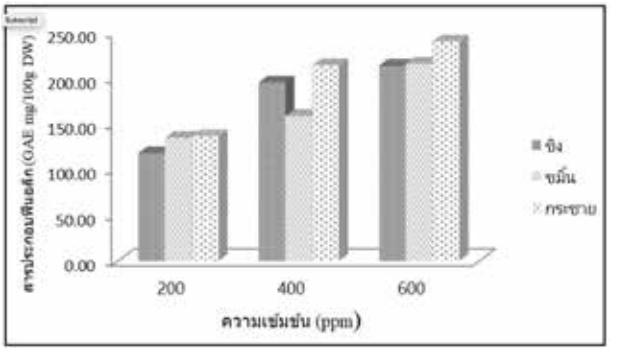
ทดลองนำน้ำมันปาล์มผสมสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ถ่ายทอดสู่กลุ่มผู้ผลิตอาหารทอด 2 กลุ่ม คือกลุ่มขนมไทยบ้านนาโพธิ์ อำเภอกุดรัง จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งเป็นกลุ่มผู้ผลิตอาหารทอด เช่น กล้วยทอด กะหรี่ปั๊บ ดอกจอก ระหว่างวันที่ 25-26 กุมภาพันธ์ 2558 และกลุ่มแปรรูปอาหารบ้านหอยบ้านดอน อำเภอซุมแพ จังหวัดขอนแก่น ซึ่งเป็นกลุ่มผู้ผลิตอาหารทอด เช่น ข้าวเกรียบข้าวแต๋น ระหว่างวันที่ 13-15 กรกฎาคม 2558 โดยนำน้ำมันสูตรทดลองทอดผลิตภัณฑ์อาหารทอดของแต่ละกลุ่ม

3. ผลและวิจารณ์ (Results and discussion)

3.1 การคัดเลือกพืชสมุนไพรเพื่อใช้เป็นสารต้านออกซิเดชัน

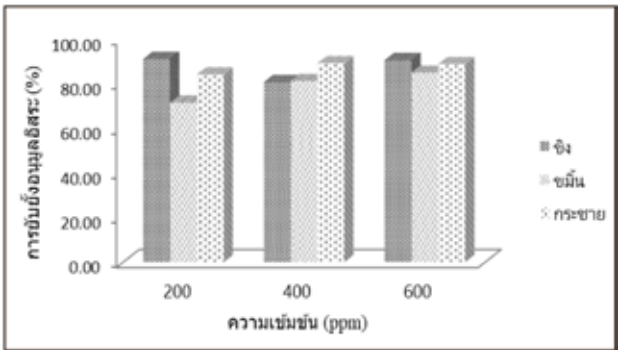
การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสมุนไพรที่เลือกใช้ในการทดลองนี้ คือ ขิง ขมิ้น และกระชาย โดยการสกัดด้วยเอทานอล 95% จำนวน 3 ความเข้มข้นที่ 200, 400 และ 600 mg/kg นำมาวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมด้วยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric วัดปริมาณสารฟีนอลิกด้วยเครื่อง

Spectrophotometer โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 nm ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ผลการศึกษาสมุนไพร 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 200, 400 และ 600 mg/kg พบว่าปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกของขิง คือ 117.27±0.58, 194.71 ±0.63 และ 213.78±0.63 GAE mg/100g DW ส่วนปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกของขมิ้น คือ 134.53±0.68, 157.95±0.58 และ 215.07±0.34 GAE mg/100g DW และปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกของกระชาย คือ 136.25±0.68, 214.01±0.50 และ 239.78±0.21 GAE mg/100g DW ดังรูปที่ 1 แสดงให้เห็นว่าเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดมากขึ้นส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้น



รูปที่ 1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัดจากสมุนไพร

ส่วนการศึกษาประสิทธิภาพของการยับยั้งอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH free radical scavenging activity ซึ่งใช้ DPPH (2,2-diphenyl-1-picryhydral) เป็นอนุมูลอิสระ ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ผลการศึกษาสารสกัดจากสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ที่ความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 200, 400 และ 600 mg/kg พบว่าประสิทธิภาพของการยับยั้งอนุมูลอิสระของขิง คือ 91.21±0.17, 80.85±0.26 และ 90.66±0.26% ส่วนประสิทธิภาพของการยับยั้งอนุมูลอิสระของขมิ้น คือ 71.60±0.08, 81.22±0.43 และ 85.01±0.10% และประสิทธิภาพของการยับยั้งอนุมูลอิสระของกระชาย คือ 84.52±0.41, 89.27±0.11 และ 88.90±0.67% ดังรูปที่ 2 ซึ่งสารสกัดจากขิงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้ดี ที่ความเข้มข้น 200 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับสารสกัดจากขมิ้นและกระชายเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นทำให้ประสิทธิภาพของการยับยั้งอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น



รูปที่ 2 การยับยั้งอนุมูลอิสระของสารสกัดจากสมุนไพร

ผลการวิเคราะห์สารสำคัญด้วยเครื่อง GC พบว่าสารสกัดจากขิงประกอบด้วย 6-Gingerol และ 6-Shogaol สารสกัดจากขมิ้น ประกอบด้วย Curcumin สารสกัดจากกระชายประกอบด้วย Dimethoxyflavone ซึ่งเป็นสารฟีนอลิกสำคัญที่มีในสมุนไพรแต่ละชนิด และส่งผลให้สมุนไพรมีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสารสกัดจากขิงมีน้อยกว่าขมิ้นและกระชาย แต่การยับยั้งอนุมูลอิสระหรือความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากขิงมีประสิทธิภาพสูงกว่าขมิ้นและกระชาย และความสามารถในการทำหน้าที่เป็นสารต้านออกซิเดชันของสมุนไพรไม่ได้เพิ่มขึ้นตามปริมาณของสารเสมอไปโดยเฉพาะขิง แต่สำหรับขมิ้นและกระชายมีความสามารถในการต้านออกซิเดชันเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณสารเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ [3] ที่ระบุว่าความสามารถในการทำหน้าที่ของสารต้านออกซิเดชันมีความแปรผันมาก สารบางชนิดทำหน้าที่ได้ดีเมื่อมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น หรือบางชนิดใช้ได้ที่บางความเข้มข้นเท่านั้น

3.2 การศึกษาผลของสารต้านออกซิเดชันต่อคุณภาพน้ำมันที่ยังไม่ผ่านการทอด

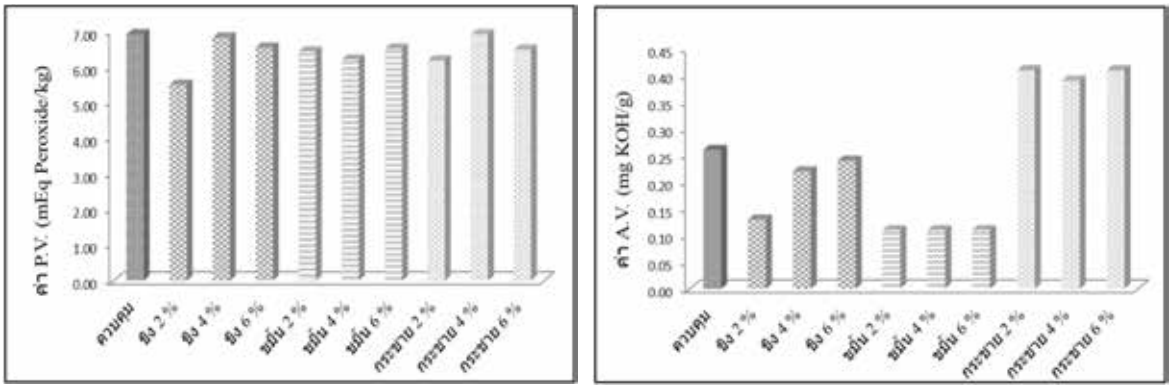
จากการศึกษาผลของสารต้านออกซิเดชันจากสมุนไพรต่อคุณภาพน้ำมันปาล์มเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำมันปาล์มที่ไม่ผสมสารต้านออกซิเดชันจากสมุนไพร วิเคราะห์คุณภาพที่สำคัญของน้ำมันผสมสารสกัด ได้แก่ ค่า Peroxide value (P.V.) และ ค่า Acid value (A.V.) ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง และนำผลทดลองมาวิเคราะห์สถิติเปรียบเทียบผลในการผลิตน้ำมันปาล์มผสมสมุนไพรผง และน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากสมุนไพร เพื่อคัดเลือกสูตรทดลองที่มีค่า P.V. และ A.V. ต่ำที่สุด นำสูตรที่ได้ไปศึกษาผลของสารต้านออกซิเดชันต่อคุณภาพน้ำมันที่ผ่านการทอดต่อไป ซึ่งผลที่ได้ตามตารางที่ 1 และรูปที่ 3-6

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่า P.V. และ A.V. ในน้ำมันปาล์มที่ผสมสมุนไพร

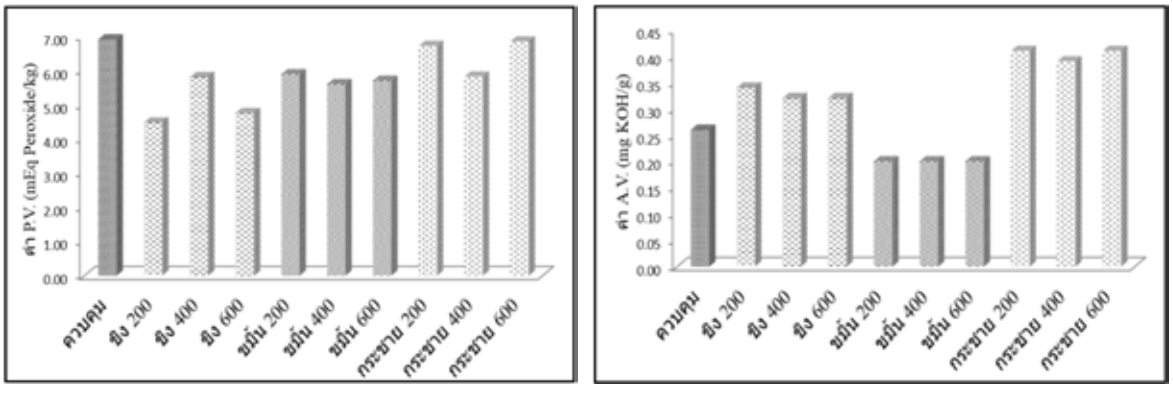
ชนิดของสมุนไพร		สมุนไพรผง (%)			สารสกัดจากสมุนไพร (mg/kg)		
		2	4	6	200	400	600
ขิง	P.V.	5.50±0.22	6.82±0.05	6.54±0.22	4.48±0.03	5.80±0.03	4.76±0.22
	A.V.	0.13±0.02	0.22±0.03	0.24±0.03	0.34±0.03	0.32±0.03	0.32±0.22
ขมิ้น	P.V.	6.43±0.05	6.20±0.04	6.51±0.33	5.89±0.05	5.60±0.02	5.70±0.01
	A.V.	0.11±0.03	0.11±0.01	0.11±0.01	0.20±0.01	0.02±0.03	0.02±0.02
กระชาย	P.V.	6.18±0.08	6.91±0.06	6.48±0.07	6.72±0.01	5.82±0.01	6.85±0.01
	A.V.	0.41±0.01	0.39±0.02	0.41±0.01	0.41±0.04	0.39±0.05	0.41±0.01

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่า P.V. ของตัวอย่างควบคุม (น้ำมันปาล์มที่ไม่ผสมสารสกัดสมุนไพร) มีค่าเท่ากับ 6.91±0.04 meq/kg จากรูปที่ 3 การต้านออกซิเดชันวิธีผสมสมุนไพรผงในน้ำมัน พบว่าสมุนไพรผงสามารถลดค่า P.V. ของน้ำมันลงได้ต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม ยกเว้นกระชายผง 4% ที่มีค่า P.V. เท่ากับตัวอย่างควบคุม โดยน้ำมันปาล์มผสมขิงมีค่าต่ำกว่าขมิ้นและกระชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับค่า A.V. จากรูปที่ 4 พบว่าน้ำมันปาล์มผสมขมิ้นมีค่าต่ำกว่าขิงและกระชายในทุกระดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลของสารต้านออกซิเดชันต่อคุณภาพน้ำมันปาล์มโดยใช้วิธีผสมสารสกัดสมุนไพรในน้ำมัน ในรูปที่ 5 พบว่าค่า P.V. ของน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขิงมีค่าต่ำกว่าขมิ้นและกระชาย ยกเว้นขิงที่ 400 mg/kg มีค่า P.V. สูงกว่าขมิ้นและกระชายบางระดับความเข้มข้น ส่วนค่า A.V. ในรูปที่ 6 น้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขมิ้นมีค่าต่ำกว่าขิงและกระชายในทุกระดับความเข้มข้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



รูปที่ 3-4 ค่า P.V. และ A.V. ของน้ำมันปาล์มผสมสมุนไพรผง



รูปที่ 5-6 ค่า P.V. และ A.V. ของน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากสมุนไพร

ผลการทดลองผลิตน้ำมันปาล์มผสมสมุนไพร ทั้ง 2 วิธี จะคัดเลือกสูตรสมุนไพรแต่ละชนิดที่สามารถลดค่า P.V. ของน้ำมันได้มากที่สุดและให้ค่า A.V. ไม่เกินตามที่กำหนดในมาตรฐาน โดยการผลิตด้วยวิธีผสมสมุนไพรผงในน้ำมัน ได้สูตรที่คัดเลือกคือ น้ำมันปาล์มผสมขิงผง 2% ขมิ้นผง 4% และกระชาย 2% ตามลำดับ ส่วนการผลิตด้วยวิธีผสมสารสกัดจากสมุนไพรในน้ำมัน ได้สูตรที่คัดเลือกคือ น้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขิง 200 mg/kg ขมิ้น 400 mg/kg และกระชาย 400 mg/kg ซึ่งน้ำมันปาล์มผสมสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด สามารถลดค่า P.V. ของน้ำมันปาล์มลงได้ต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม (น้ำมันที่ไม่ผสมสมุนไพร) และมีค่า P.V. ต่ำกว่า 10 meq/kg และมีค่า A.V. ต่ำกว่า 0.6 mg/g ซึ่งเป็นค่าสูงสุดของน้ำมันปาล์มบริโภคตามมาตรฐานของน้ำมันปาล์มตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.2543 และ มอก.288-2521

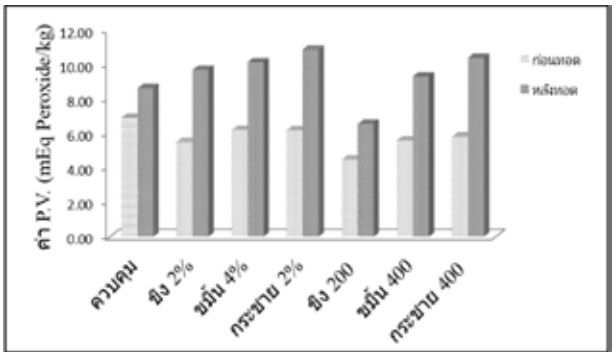
3.3 การศึกษาผลของสารต้านออกซิเดชันต่อคุณภาพน้ำมันที่ผ่านการทอด

จากการทดลองผลิตน้ำมันปาล์มผสมสมุนไพรและคัดเลือกสูตรที่ได้ในข้อ 3.2 นำน้ำมันดังกล่าวมาทดลองใช้ทอดอาหารและวิเคราะห์ค่า P.V. และ A.V. ของน้ำมันหลังผ่านการทอดเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (น้ำมันที่ไม่ผสมสมุนไพร) โดยใช้ข้าวเกรียบเป็นตัวแทนของอาหารทอด ใช้สภาวะการทอดที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียสนาน 20 วินาที (ข้าวเกรียบ 200 กรัมต่อน้ำมันปาล์ม 1,000 มิลลิลิตร) และนำน้ำมันที่ผ่านการทอดมาวิเคราะห์คุณภาพเปรียบเทียบกับน้ำมันที่ยังไม่ผ่านการทอด โดยวิเคราะห์คุณลักษณะทั่วไป ค่า P.V. และ ค่า A.V. ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ผลวิเคราะห์ที่ได้ตามตารางที่ 2 พบว่าน้ำมันปาล์มที่ผ่านการทอดมีค่า P.V. และ ค่า A.V. ทุกสูตรการทดลอง

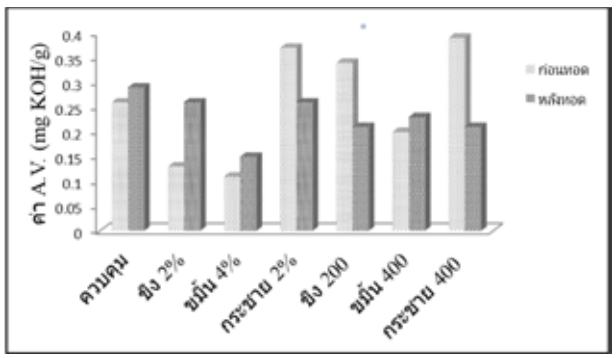
ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่า P.V. และ A.V. ในน้ำมันปาล์มที่ผ่านการทอด

ตัวอย่าง	P.V. (meq/kg)		A.V. (mg/g)	
	ก่อนทอด	หลังทอด	ก่อนทอด	หลังทอด
น้ำมันปาล์มที่ไม่ผสมสารสกัด (ชุดควบคุม)	6.91±0.01	8.63±0.09	0.26±0.02	0.29±0.02
น้ำมันปาล์มผสมสารสกัดขิง 2%	5.50±0.22	9.69±0.07	0.13±0.02	0.26±0.02
น้ำมันปาล์มผสมสารสกัดขมิ้น 4%	6.20±0.04	10.13±0.05	0.11±0.01	0.15±0.01
น้ำมันปาล์มผสมสารสกัดกระชาย 2%	6.18±0.08	10.86±0.03	0.37±0.01	0.26±0.02
น้ำมันปาล์มผสมสารสกัดขิง 200 mg/kg	4.48±0.03	6.56±0.06	0.34±0.03	0.21±0.02
น้ำมันปาล์มผสมสารสกัดขมิ้น 400 mg/kg	5.60±0.02	9.30±0.03	0.20±0.05	0.23±0.01
น้ำมันปาล์มผสมสารสกัดกระชาย 400 mg/kg	5.82±0.01	10.38±0.02	0.39±0.01	0.21±0.02

เมื่อเปรียบเทียบน้ำมันที่ยังไม่ผ่านการทอดและที่ผ่านการทอด ดังรูปที่ 7-8 น้ำมันก่อนทอดทุกสูตรที่ผสมสารต้านออกซิเดชันมีค่า P.V. และค่า A.V. ต่ำกว่าน้ำมันที่ไม่ผสมสารสกัด แต่หลังจากผ่านการทอดแล้ว น้ำมันปาล์มผสมสารสกัดขิงที่ระดับ 200 mg/kg มีค่า P.V. ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



รูปที่ 7 ค่า P.V.ของน้ำมันปาล์มผสมสมุนไพรผงและน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากสมุนไพรก่อนทอดและหลังทอด และวิธีการสกัดสมุนไพรด้วยเอทานอล ก่อนและหลังทอด



รูปที่ 8 ค่า A.V.ของน้ำมันปาล์มผสมสมุนไพรผงและน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากสมุนไพรก่อนทอดและหลังทอด

จากการทดลองน้ำมันผ่านการทอดข้าวเกรียบแล้ว ส่งผลให้ค่า P.V. ของน้ำมันปาล์มผสมสมุนไพรเพิ่มขึ้นโดยน้ำมันที่ผสมสารสกัดจากสมุนไพร พบว่าขิงสามารถลดค่า P.V. ได้ดีกว่าขมิ้นและกระชาย และมีค่า P.V. ต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่มีค่าไม่เกิน 10 meq/kg ตาม มอก.288-2521 และค่า A.V. ต่ำกว่า 0.6 mg/g ตามที่กำหนดไว้ใน มอก.288-2535 และตามคุณลักษณะของน้ำมันปาล์มสำหรับบริโภคตามมาตรฐานของน้ำมันปาล์มในประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 205 พ.ศ. 2543

3.4 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารทอด โดยใช้ข้าวเกรียบทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขิง 200 ขมิ้น 200 และกระชาย 400 ทดสอบการยอมรับของผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบในด้านสี กลิ่นหืน ลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม โดยการให้คะแนนความชอบ 1-9 (9-Point hedonic scale) และนำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ผลเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's multiple range test การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสมีผลิตภัณฑ์ทดสอบจำนวน 4 ตัวอย่าง ดังตารางที่ 3 พบว่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี ผู้ทดสอบให้คะแนนเฉลี่ยเรียงจากมากไปน้อยคือ ข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขิง ข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขมิ้น ข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากกระชาย และข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มที่ไม่ผสมสารสกัด (ตัวอย่างควบคุม) ตามลำดับ

การยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นหืน ผู้ทดสอบให้คะแนนเฉลี่ยเรียงจากมากไปน้อยคือ ข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขิง ข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากกระชาย ข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขมิ้น ข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มที่ไม่ผสมสารสกัด (ตัวอย่างควบคุม) ตามลำดับ

การยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ ผู้ทดสอบให้คะแนนเฉลี่ยเรียงจากมากไปน้อยคือ ข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขิง ข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากกระชาย ข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขมิ้น และข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มที่ไม่ผสมสารสกัด (ตัวอย่างควบคุม) ตามลำดับ

การยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ผู้ทดสอบให้คะแนนเฉลี่ยเรียงจากมากไปน้อยคือ ข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขิง ข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากกระชาย ข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขมิ้น และข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มที่ไม่ผสมสารสกัด (ตัวอย่างควบคุม) ตามลำดับ

การยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับโดยรวม ผู้ทดสอบให้คะแนนเฉลี่ยเรียงจากมากไปน้อยคือ ข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขิง ข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขมิ้น ข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มที่ไม่ผสมสารสกัด (ตัวอย่างควบคุม) และข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากกระชาย ตามลำดับ

ตารางที่ 3 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ (n=30)

ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ	สี	กลิ่นหืน	ลักษณะปรากฏ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
น้ำมันปาล์มที่ไม่ผสมสารสกัด (ชุดควบคุม)	5.93±2.00^{a}	5.68±1.79^{a}	5.96±1.77^{ab}	6.36±1.70^{abc}	6.29±1.46^{ab}
น้ำมันปาล์มผสมสารสกัดขิง 200 mg/kg	6.82±1.36^{b}	6.43±1.50^{a}	6.79±1.23^{d}	7.43±1.00^{abc}	7.00±1.25^{b}
น้ำมันปาล์มผสมสารสกัดขมิ้น 400 mg/kg	6.43±1.97^{ab}	6.21±1.57^{a}	6.29±1.58^{abcd}	6.68±1.31^{abcd}	6.46±1.55^{ab}
น้ำมันปาล์มผสมสารสกัดกระชาย 400 mg/kg	6.11±1.97^{ab}	6.25±1.71^{a}	6.00±2.00^{abcd}	6.29±1.96^{ab}	6.25±1.73^{ab}

หมายเหตุ (a-c) คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p<0.05$)

3.5 การศึกษาอายุการเก็บของน้ำมันผสมสมุนไพร

ผลการศึกษาอายุการเก็บของน้ำมันผสมสมุนไพรโดยวิธีผสมสมุนไพรผงในน้ำมัน สามารถเรียงลำดับค่า P.V. จากน้อยไปมากดังนี้ น้ำมันผสมขมิ้นผง น้ำมันผสมขิงผง น้ำมันผสมกระชายผง และน้ำมันที่ไม่ผสมสมุนไพร สำหรับน้ำมันผสมสารสกัดจากสมุนไพร มีค่า P.V. จากน้อยไปมากดังนี้ น้ำมันผสมสารสกัดจากขิง น้ำมันผสมสารสกัดจากขมิ้น น้ำมันผสมสารสกัดจากกระชาย และน้ำมันที่ไม่ผสมสารสกัด น้ำมันสูตรทดลองมีอายุการเก็บได้นานอย่างน้อย 1 ปี เนื่องจากยังคงมีค่า P.V. ต่ำกว่า 10 meq/kg ซึ่งเป็นค่าสูงสุดของน้ำมันปาล์มบริโภคตาม มอก.288/2546

3.6 การถ่ายทอดเทคโนโลยี

จากการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทอดด้วยน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดสมุนไพร ซึ่งเป็นสมาชิกของกลุ่มจำนวน 15 คน พบว่าในกลุ่มแรกซึ่งใช้น้ำมันผสมสารสกัดทอดกล้วยน้ำว้า ให้การยอมรับกล้วยทอดที่ใช้น้ำมันผสมสารสกัดจากขมิ้น ขิง และกระชาย ตามลำดับ กลุ่มที่สอง ใช้น้ำมันผสมสารสกัดทอดข้าวเกรียบ ให้การยอมรับข้าวเกรียบทอดที่ใช้น้ำมันผสมสารสกัดจากขมิ้น ขิง และกระชาย ตามลำดับเช่นเดียวกัน และนำน้ำมันที่ผ่านการทอดวิเคราะห์ค่า P.V. ผลคือน้ำมันมีค่า P.V. ต่ำกว่า 10 meq/kg ทุกตัวอย่าง และมีค่า A.V. ต่ำกว่า 0.6 mg/g

การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ภาคการผลิตแก่กลุ่มเป้าหมายเป็นผู้ผลิตอาหารทอด ซึ่งผู้ผลิตกลุ่มนี้เป็นกลุ่ม OTOP ที่ไม่ผ่านการยื่นขอมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) เนื่องจากมีค่า P.V. เกินเกณฑ์ที่กำหนด การใช้น้ำมันผสมสารสกัดจากสมุนไพรสามารถเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดค่า P.V. ของอาหารทอดและยังช่วยเพิ่มมูลค่าให้ผลิตภัณฑ์อาหารทอดได้เนื่องจากอาหารที่ทอดด้วยน้ำมันผสมสารสกัดยังให้สี กลิ่น กลิ่นรส ของสมุนไพรที่แตกต่างจากการใช้น้ำมันทั่วไป

4. สรุป (Conclusion)

จากการทดลองผลิตน้ำมันปาล์มโดยผสมสารต้านการเกิดออกซิเดชันที่มีในสมุนไพรผงและสารสกัดจากสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด คือ ขิง ขมิ้น และกระชาย ได้สูตรที่คัดเลือกคือ น้ำมันปาล์มผสมขิงผง 2% ขมิ้นผง 4% และกระชายผง 2% ตามลำดับ ส่วนน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากสมุนไพร ได้สูตรที่คัดเลือกคือ น้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขิง 200 ขมิ้น 400 และกระชาย 400 mg/kg ซึ่งสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด มีความสามารถในการทำหน้าที่เป็นสารต้านออกซิเดชันได้ทั้ง 3 ชนิด เนื่องจากสามารถลดค่า P.V. ของน้ำมันปาล์มลงได้ต่ำกว่าตัวอย่างน้ำมันควบคุม และมีค่า P.V. ต่ำกว่า 10 meq/kg และมีค่า A.V. ต่ำกว่า 0.6 mg/g ซึ่งเป็นค่าสูงสุดของน้ำมันปาล์มบริโภคตามมาตรฐานของน้ำมันปาล์มตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 205 พ.ศ. 2543 และ มอก.288-2535 เมื่อทดสอบคุณภาพของน้ำมันที่ผ่านการทอด พบว่าน้ำมันผสมสารสกัดจากขิงสามารถลดค่า P.V. ได้ดีกว่าขิงและกระชาย สำหรับการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบ จำนวน 30 คน ให้การยอมรับในด้านกลิ่นหืน คือ ข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขิง ข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากกระชาย ข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มผสมสารสกัดจากขมิ้น ข้าวเกรียบที่ทอดในน้ำมันปาล์มที่ไม่ผสมสารสกัด ตามลำดับ การศึกษาอายุการเก็บน้ำมันผสมสารสกัดสูตรทดลองมีอายุการเก็บอย่างน้อย 1 ปี เนื่องจากยังไม่เกิดกลิ่นหืนและยังมีค่า P.V. ต่ำกว่า 10 meq/kg

องค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยนี้ผู้ประกอบการอาหาร สามารถนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อลดการเกิดกลิ่นหืนในอาหารทอด และเป็นองค์ความรู้ที่ใช้ในการพัฒนาคุณภาพน้ำมันสำหรับการทอดอาหารต่อไป

5. **กิตติกรรมประกาศ** (Acknowledgement)

ขอขอบคุณผู้อำนวยการสำนักเทคโนโลยีชุมชน หัวหน้ากลุ่มผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่ม และเจ้าหน้าที่ของสำนักเทคโนโลยีชุมชนทุกท่านที่สนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ ขอบคุณ คุณสุเมธ เที่ยงธรรม กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ให้ความอนุเคราะห์วิเคราะห์สารฟินอลิก คุณวรินทิพย์ สิทธิชัย ที่ร่วมศึกษาทดลองและรวบรวมข้อมูลตลอดการวิจัย

6. **เอกสารอ้างอิง** (References)

[1] กฤติกา นรจิตร. *คุณสมบัติของสารสกัดจากพืชวงศ์ขิง: อิทธิพลของวิธีการสกัดต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียและการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ.* กรงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2548.

[2] ธนศักดิ์ แซ่เลียว ศศิธร จันทนวรางกูร และวรรณี จิรภาคย์กุล. *ผลของตัวทำละลายต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถต้านออกซิเดชันของกระชายเหลือง (Boes enbergia pandurata).* กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2552.

[3] นิธิยา รัตนาปนนท์. *วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน.* กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์. 2548.

[4] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มอก.288-2521. *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม.*

[5] ศิรินุช ทองฤทธิ์. *การคัดเลือกและการใช้สมุนไพร/เครื่องเทศเป็นสารต้านออกซิชันในน้ำมันทอด.* สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2552.

[6] ARUOMA, O.I., J.P.E. SPENCER, D. WARREN, P. JENNER, J. BUTLER and B. HALLIWELL. Characterization of food antioxidants, illustrate using commercial garlic and ginger preparation. *Food Chem.* 1997, 60,149-156.

[7] DEPARTMENT OF MEDICAL SCIENCES, MINISTRY OF PUBLIC HEALTH. *Thai herbal pharmacopoeia*. 1998, 1, 38-44.

[8] JASWIR, IRWANDI and YAAKOB B.CHE MAN. Use optimization of natural antioxidants in refined, bleached, and deodorized palm olein during repeated deep-fat frying using response surface methodology. *JAOCS.*1999, 76(3), 341-348.

[9] ALLEN J.C. and R.J. HAMILTON. *Rancidity in foods.* 3 rd ed. New York : Blackie academic & professional. 1994.

[10] MENDES, L. Method and formulation for enhancing life of edible oil. 2008. *U.S. Patent 0311268 A1.*

[11] CHE MAN Y.B. and C.P. TAN. Effects of natural and synthetic antioxidants on changes in refined, bleached, and deodorized palm olein during deep-fat frying of potato chips. *JAOCS.* 1999, 76(3), 331-339.