

Research Article

# การเปรียบเทียบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของ น้ำมันรำข้าว น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันปาล์ม มะเขือเทศ และงาดำ

## Antioxidant activity comparison of rice bran oil, soybean oil, palm oil, tomatoes and black sesame seeds

ประวิทย์ สันติวัฒนา<sup>1</sup> และจิตตินันท์ ปานประไพ<sup>1\*</sup>

Pravit Santiwattana<sup>1</sup> and Jittinan Panprapai<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>บริษัท น้ำมันบริโภคไทย จำกัด

<sup>1</sup>Thai Edible Oil Co., Ltd

\*E-mail: Jittinan.pan@kingriceoilgroup.com

### บทคัดย่อ

สารต้านอนุมูลอิสระคือสารที่ช่วยยับยั้งหรือชะลอปฏิกิริยาออกซิเดชันซึ่งเป็นปฏิกิริยาเคมีที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระในร่างกาย ทำให้เกิดการทำลายเซลล์หรือเกิดการเปลี่ยนเซลล์ปกติเป็นเซลล์มะเร็ง สารต้านอนุมูลอิสระสามารถช่วยลดความเป็นพิษของสารพิษที่ร่างกายได้รับจากสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัวและช่วยลดการทำลายเซลล์โดยอนุมูลอิสระ จึงช่วยชะลอความทรุดโทรมของร่างกายและป้องกันการเปลี่ยนเซลล์ปกติไปเป็นเซลล์มะเร็ง งานวิจัยนี้ศึกษาเปรียบเทียบค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging ของตัวอย่างอาหาร 8 ตัวอย่าง ได้แก่ น้ำมันรำข้าวที่มีสารแกมมา-โอริซานอลต่าง ๆ 3 ระดับ (น้ำมันรำข้าว โอริซานอล 9200, 5400 และ 2000 ppm) น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลือง มะเขือเทศราชินี มะเขือเทศตรอบเอร์ และงาดำ เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มของน้ำมันพืช พบว่าน้ำมันรำข้าวมีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด พบว่างาดำมีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด รองลงมาเป็นมะเขือเทศราชินี มะเขือเทศตรอบเอร์ น้ำมันรำข้าว น้ำมันปาล์ม และน้ำมันถั่วเหลือง เมื่อเปรียบเทียบที่ระดับ IC<sub>50</sub> เท่ากัน พบว่าน้ำมันรำข้าวที่มีแกมมา-โอริซานอล 9,200 ppm ปริมาณ 1 ช้อนโต๊ะ เทียบเท่ากับมะเขือเทศตรอบเอร์ 1 ลูก (6.98 g) มะเขือเทศราชินี 2 ลูก (5.28 g) และงาดำ 5.87 g

คำสำคัญ: ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ, DPPH, น้ำมันรำข้าว, มะเขือเทศ, งาดำ

## Abstract

Antioxidants are substance that inactivate or slow down oxidation reaction. This reaction is chemical reaction which creates free radical in human body and causes damages to cells or turned normal cells to be cancer cells. Antioxidants have ability in reducing toxicity of pollution that surrounding human body; as well as reduce cell damage that caused by free radicals. This may result in preventing occurrence of cancer cells and enhanced in maintain good health. The purpose of this study was to compare antioxidant activities of 8 food samples including rice bran oil with 3 different levels of gamma-oryzanol (9,200 ppm, 5,400ppm and 2,000 ppm), palm oil, soybean oil, cherry tomato, table tomato and black sesame .These antioxidant activities were determined by DPPH radical scavenging assay, which was classified into 3 categories of lipophilic, hydrophilic, and total antioxidant activity. It was found that rice bran oil has the highest antioxidant activity among Lipophilic category. Black sesame seed was found to rank the first in hydrophilic category. In comparison at the same  $IC_{50}$  level the result showed that 1 tablespoon of rice bran oil (at oryzanol content 9,200 ppm) can be equivalent to 1 table tomato (6.98g), 2 cherry tomatoes (5.28g), or 5.87g of black sesame seeds.

**Keywords:** : antioxidant activity, DPPH, rice bran oil, tomato, black sesame seeds

## บทนำ

สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของเซลล์ในร่างกายและปัญหาสุขภาพต่าง ๆ เช่น โรคกระเพาะ โรคหัวใจ และโรคที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบ เป็นต้น (ValantinaและNeelamegam, 2012) แหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระในธรรมชาติมาจากพืช ผักและผลไม้ เป็นต้น ในพืชมีสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ วิตามินซี วิตามินอี เบต้าแคโรทีน แกมมา-โอริซานอล สารประกอบฟีนอล (phenolic compound) ฟอสเฟต ไฟโตเอสโตรเจน มีประสิทธิภาพในการลดความเสี่ยงการเกิดโรคต่าง ๆ สารต้านอนุมูลอิสระมีประสิทธิภาพในการจับกับอนุมูลอิสระ (free radicals) ซึ่งอนุมูลอิสระเป็นสารที่ไม่เสถียรทำปฏิกิริยาได้ว่องไวกับโมเลกุลต่างๆ ในร่างกาย เช่น โปรตีน ไขมัน และสารพันธุกรรม ทำให้โมเลกุลของร่างกายเปลี่ยนแปลงรูปร่างไป อนุมูลอิสระที่มีมากเกินไปก่อให้เกิดสภาวะที่ผิดปกติขึ้นกับเนื้อเยื่อที่ถูกทำลายเหล่านั้น ถ้าอนุมูลอิสระทำลายที่ DNA ของเซลล์ชนิดใด จะทำให้เกิดโรคกระเพาะในวัยชรา นั้น ๆ สารต้านอนุมูลอิสระแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ hydrophilic antioxidant เช่น วิตามินซี และสารประกอบพอลิฟีนอล สารเหล่านี้ไม่ถูกสะสมในร่างกายจะถูกขับออกทางปัสสาวะ สารต้านอนุมูลอิสระอีกกลุ่ม คือ lipophilic antioxidants ได้แก่ วิตามินอี ไลโคปีน (lycopene) และแคโรทีนอยด์ เป็นต้น ส่วนนี้จะแทรกซึมเข้าไปใน lipoprotein cell ได้ง่ายกว่า และมีระดับของ bioavailability ที่สูงกว่า hydrophilic antioxidant (BurtonและIngold, 1986; HuangและWoodill, 2002)

สารต้านอนุมูลอิสระที่ควรรับประทานคือ วิตามินอี วิตามินซี และบีตาแคโรทีน เป็นต้น เพราะวิตามินอี เป็นตัวสำคัญในการระงับการเกิดอนุมูลอิสระ วิตามินซีจะเป็นตัวระงับการเกิดอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์ ส่วน สารบีตาแคโรทีนจะช่วยระงับการเกิดอนุมูลอิสระในภาวะที่มีออกซิเจนต่ำ (ประสงค์, 2553) สำหรับประเภทน้ำมัน พืชที่นำมาประกอบอาหาร เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันปาล์ม น้ำมันทานตะวัน น้ำมันข้าวโพด น้ำมันรำข้าว น้ำมัน มะกอก เป็นต้น น้ำมันแต่ละชนิดมีลักษณะเด่นแตกต่างกันไป เช่น น้ำมันถั่วเหลืองมีวิตามินอี กลุ่มโทโคฟีรอลสูง ส่วนน้ำมันปาล์มมีวิตามินอีกลุ่มโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอล บีตาแคโรทีน น้ำมันมะกอกมีวิตามินอีกลุ่มโทโคฟีรอลและสารประกอบพอลิฟีนอล น้ำมันรำข้าวมีวิตามินอีกลุ่มโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอล ไฟโตสเตอรอลและ สารแกมมา-โอริซานอล ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีในธรรมชาติ (Hoedและคณะ, 2006)

มะเขือเทศ (tomato) (*Lycopersicon esculentum* Mill.) เป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ แคโรทีนอยด์ โดยเฉพาะไลโคปีน ฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ วิตามินซี และวิตามินอี เป็นต้น (RiahiและHdider, 2013) สารแคโรทีนอยด์เป็นสารสีส้มแดงมี 2 ชนิดคือ บีตาแคโรทีน (beta-carotene) และไลโคปีน (lycopene) มีสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ในน้ำมันและตัวทำละลายอินทรีย์ ไลโคปีนพบในผลมะเขือเทศมากกว่าร้อยละ 85 ของสารสีทั้งหมด (Riadและคณะ, 2011) ไลโคปีนเป็นไฮโดรคาร์บอนที่ไม่มีวงแหวนอยู่ในโมเลกุล จัดอยู่ในกลุ่มย่อยของแคโรทีนอยด์ที่มีโครงสร้างหลักประกอบด้วยไฮโซพรีนซึ่งเป็นไดอีน (diene) มีสูตรเป็น  $C_{40}H_{56}$  ไลโคปีนมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้อย่างมีประสิทธิภาพและป้องกันการก่อตัวของเซลล์มะเร็งในต่อมลูกหมาก ปอดและกระเพาะอาหาร (StahlและSies, 1996) มะเขือเทศมีไลโคปีนเป็นสารต้านอนุมูลอิสระช่วยลดการเกิดมะเร็งลำไส้ และมะเร็งต่อมลูกหมากได้ มีงานวิจัยพบว่า หากรับประทานมะเขือเทศ 10 ครั้ง/สัปดาห์ จะช่วยลดอัตราการเกิดมะเร็งต่อมลูกหมากในเพศชายได้ถึง 45% มะเขือเทศยังมีบีตาแคโรทีน และ ฟอสฟอรัสสูง ในมะเขือเทศมีวิตามินหลายชนิด เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินเค โดยเฉพาะวิตามินเอ และ วิตามินซี มีในปริมาณสูง (OmodamiroและAmechi, 2013)

งาดำ (black sesame seeds) (*Sesamum orientale* L.) มีสารต้านอนุมูลอิสระประกอบด้วยลิกันแน (lignan) และลิกันแนไกล์โคไซด์ (lignan glycoside) โดยลิกันแน มีสารสำคัญ 2 ชนิดคือ เซซามิน (sesamin) และเซซาโมลิน (sesamolin) สารทั้ง 2 ชนิดนี้สามารถเปลี่ยนเป็น เซซามอล (sesamol) เซซามอลไดเมอร์ (sesamol dimmer) และเซซามินอล (sesaminol) ส่วนลิกันแนไกล์โคไซด์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ละลายน้ำได้ (hydrophilic antioxidant) ซึ่งมีในงาดำ (ShyuและHwang, 2002) มีรายงานว่าหากรับประทานงาดำเป็นประจำ จะช่วยเสริมสร้างสุขภาพให้แข็งแรง งาดำมีวิตามินอีในกลุ่มของแกมมาโทโคฟีรอลสูง ในขณะที่มีวิตามินอีกลุ่มแอลฟาโทโคฟีรอลน้อยมาก (ShyuและHwang, 2002) สารสำคัญที่มีประโยชน์ในงาดำ คือ สารเซซามิน มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระช่วยยับยั้งการดูดซึมคอเลสเตอรอลในตับ เพิ่มอัตราการกำจัดสารพิษ ด้านแบคทีเรีย ยาล้างแมลง งานวิจัยทดลองในสัตว์ พบว่าการรับประทานสารเซซามินช่วยให้ระดับคอเลสเตอรอลและไขมันในเลือดอยู่ในระดับปกติ โดยควบคุมตัวในการปลดปล่อยไขมัน ยับยั้งการดูดซึมและการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล (ศัลยา, 2547)

น้ำมันพืช เป็นไตรกลีเซอไรด์ที่สกัดจากพืช เป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง น้ำมันพืชมีหลายชนิด เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันปาล์ม น้ำมันรำข้าว น้ำมันเมล็ดทานตะวัน น้ำมันมะกอก เป็นต้น น้ำมันแต่ละชนิดมีสารต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกัน เช่น น้ำมันถั่วเหลืองมีสารต้านอนุมูลอิสระคือ วิตามินอีกลุ่มโทโคฟีรอลสูง (Valantinaและ Neelamegam, 2012) น้ำมันมะกอกมีสารต้านอนุมูลอิสระคือ วิตามินอีและพอลิฟีนอล น้ำมันรำข้าวมีสารต้านอนุมูลอิสระคือ วิตามินอี กลุ่มโทโคฟีรอล โทโคไตรอีนอล สารแกมมา-โอริซานอล และไฟโตสเตอรอล และน้ำมันปาล์มมีสารต้านอนุมูลอิสระเช่น วิตามินอีกลุ่มโทโคไตรอีนอล บีตาแคโรทีน (ValantinaและNeelamegam, 2012) เป็นต้น การหาค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมีหลายวิธี เช่น วิธี ABTS (2,2-azino-bis 3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid), วิธี DPPH (2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) และวิธี  $\beta$ -carotene linoleic acid bleaching เป็นต้น (ValantinaและNeelamegam, 2012)

สำหรับงานวิจัยนี้เลือกวิธี DPPH (2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) เนื่องจากวิธีนี้เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก ไม่ยุ่งยาก มีความน่าเชื่อถือ และนิยมใช้กันทั่วไป งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อต้องการเปรียบเทียบค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ แบ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ละลายในน้ำ (hydrophilic antioxidant) หรือส่วนที่มีขี้ ซึ่งละลายในตัวทำละลายเมทานอล และส่วนของสารต้านอนุมูลอิสระที่ละลายในน้ำมัน (lipophilic antioxidant) หรือส่วนไม่มีขี้ ซึ่งละลายในตัวทำละลายเอทิลอะซิเตท รวมทั้งมีการรวมสารต้านอนุมูลอิสระทั้งส่วนที่มีขี้และไม่มีขี้ ของอาหารทั้ง 8 ตัวอย่าง คือ น้ำมันรำข้าว 3 ตัวอย่าง น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลือง มะเขือเทศ 2 ตัวอย่าง และงาดำ เพื่อเปรียบเทียบค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระรวม

## วิธีการทดลอง

### เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่อง UV-VIS Spectrophotometer ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น UV-1800 ประเทศญี่ปุ่น, เครื่อง Centrifuge ยี่ห้อ Hettich รุ่น universal 320R ประเทศเยอรมนี, ตู้เย็นที่ควบคุมอุณหภูมิที่  $-20^{\circ}\text{C}$  ยี่ห้อ Sanyo รุ่น MPR-214F ประเทศญี่ปุ่น, เครื่อง Evaporator ยี่ห้อ Buchi รุ่น R210 ประเทศสวิดเซอร์แลนด์, Volumetric flasks 10, 100, and 1000 mL

### สารเคมี

2,2 diphenyl-1-picryl hydrazyl (DPPH) ยี่ห้อ Sigma-aldrich ผลิตจากประเทศเยอรมนี, methanol (AR grade) ยี่ห้อ RCI Labscan ผลิตจากประเทศไทย, ethyl acetate (AR grade) ) ยี่ห้อ RCI Labscan ผลิตจากประเทศไทย

### ตัวอย่างที่นำมาทดสอบ

มะเขือเทศราชินี (cherry tomato) (*L. esculentum* var. *cerasiforme*) ซื้อมาจากห้างสรรพสินค้าบิ๊กซี ประเทศไทย มะเขือเทศสตรอเบอรี่ (table tomato) (*L. esculentum*) ซื้อมาจากห้างสรรพสินค้าบิ๊กซี ประเทศไทย งาดำ (black sesame seeds) (*S. orientale*) ซื้อมาจากห้างสรรพสินค้าบิ๊กซี ประเทศไทย น้ำมันรำข้าวที่มีปริมาณสารแกมมา-โอริซานอล 2000 ppm (MFG 171114) น้ำมันรำข้าวที่มีปริมาณสารแกมมา-โอริซานอล 5400 ppm (MFG

171114) น้ำมันรำข้าว ที่มีปริมาณสารแกมมา-โอริซานอล 9200 ppm (MFG 171114) น้ำมันปาล์ม (MFG 181014) น้ำมันถั่วเหลือง (MFG 171014)

### การทดลอง

#### 1. การเตรียมตัวอย่าง

##### 1.1 สำหรับตัวอย่างมะเขือเทศและงาดำ (Floegelและคณะ, 2011)

ชั่งตัวอย่าง 50 กรัม บดตัวอย่างให้ละเอียด เติมน้ำละลายเมทานอล 100 mL ผสมกันคนให้เข้ากันประมาณ 2 นาที จากนั้นกรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เก็บสารสกัดเมทานอลชั้นแรกไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ  $-20^{\circ}\text{C}$  นำส่วนที่เหลือมาสกัดด้วย 80%(v/v) เมทานอล เติมน้ำละลายเมทานอล 100 mL ทำซ้ำเหมือนสกัดครั้งแรก นำสารสกัดทั้ง 2 มารวมกัน ระเหยตัวทำละลายด้วยเครื่อง Evaporator ที่อุณหภูมิ  $45^{\circ}\text{C}$  เหลือสารละลายประมาณ 40 mL เติมน้ำละลายเมทานอล 50 mL นำสารละลายที่ได้มาใส่ใน Volumetric flasks 100 mL ให้มีปริมาตร 100 mL นำกากตัวอย่างที่เหลือมาสกัดด้วยสารละลายเอทิลอะซิเตท เติมน้ำละลายเอทิลอะซิเตท 100 mL ผสมกันคนให้เข้ากันประมาณ 2 นาที จากนั้นกรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เก็บสารสกัดเมทานอลชั้นแรกไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ  $-20^{\circ}\text{C}$  นำส่วนที่เหลือมาสกัดด้วยสารละลายเอทิลอะซิเตท ทำซ้ำเหมือนสารสกัดชั้นเมทานอล เก็บสารสกัดตัวอย่างชั้นเมทานอลและชั้นเอทิลอะซิเตท ที่อุณหภูมิ  $-20^{\circ}\text{C}$  ไว้ไม่น้อยกว่า 3 วันก่อนทำการวิเคราะห์

##### 1.2 สำหรับตัวอย่างน้ำมันพืช (Perez-Jimenezและคณะ, 2008)

ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ผสมกับสารละลายเมทานอล 10 mL เขย่าให้เข้ากันนาน 20 นาที นำสารละลายที่ได้ไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge นาน 10 นาที แยกสารละลายชั้นเมทานอลออกจากตัวอย่าง ได้สารสกัดตัวอย่างชั้นเมทานอล นำน้ำมันที่เหลือมาเติมน้ำละลายเอทิลอะซิเตท 10 mL ได้สารสกัดตัวอย่างชั้นเอทิลอะซิเตท เก็บสารสกัดตัวอย่างชั้นเมทานอลและสารสกัดตัวอย่างชั้นเอทิลอะซิเตท ที่อุณหภูมิ  $-20^{\circ}\text{C}$  ไว้ 3 วันก่อนทำการวิเคราะห์

#### 2. การหาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging (Zigoneanu และคณะ, 2008)

เตรียมสารละลาย DPPH 0.2 mM โดยชั่ง DPPHหนัก 0.0050 กรัม ใน volumetric flask 100 mL ปรับปริมาตรด้วยสารละลายเมทานอล (สำหรับทดสอบกับสารสกัดตัวอย่างชั้นเมทานอล หรือ hydrophilic antioxidant) หรือ ปรับปริมาตรด้วยสารละลายเอทิลอะซิเตท (สำหรับทดสอบกับสารสกัดตัวอย่างชั้นเอทิลอะซิเตท หรือ lipophilic antioxidant) จากนั้นเตรียมสารสกัดตัวอย่างทั้งเมทานอล และ เอทิลอะซิเตทที่ความเข้มข้นต่างๆ ปิเปิดสารสกัดตัวอย่าง ความเข้มข้นละ 2 mL ใส่ใน vial 10 mL เติมน้ำละลาย DPPH 0.2 mM ปริมาตร 4 mL ใส่ใน vial 10 mL เขย่าให้เข้ากัน และเก็บในที่มืดนาน 30 นาที จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่  $\lambda_{\text{max}}$  517 nm นำค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นมาหาค่า % Radical Scavenging แล้วนำค่าความเข้มข้นต่างๆกับค่า % Radical Scavenging มาสร้างกราฟหาค่า  $\text{IC}_{50}$  โดยทำ 2 ซ้ำ หาเป็นค่าเฉลี่ย

$$\% \text{Radical Scavenging} = (1 - A_{\text{sample}} / A_{\text{control}}) \times 100$$

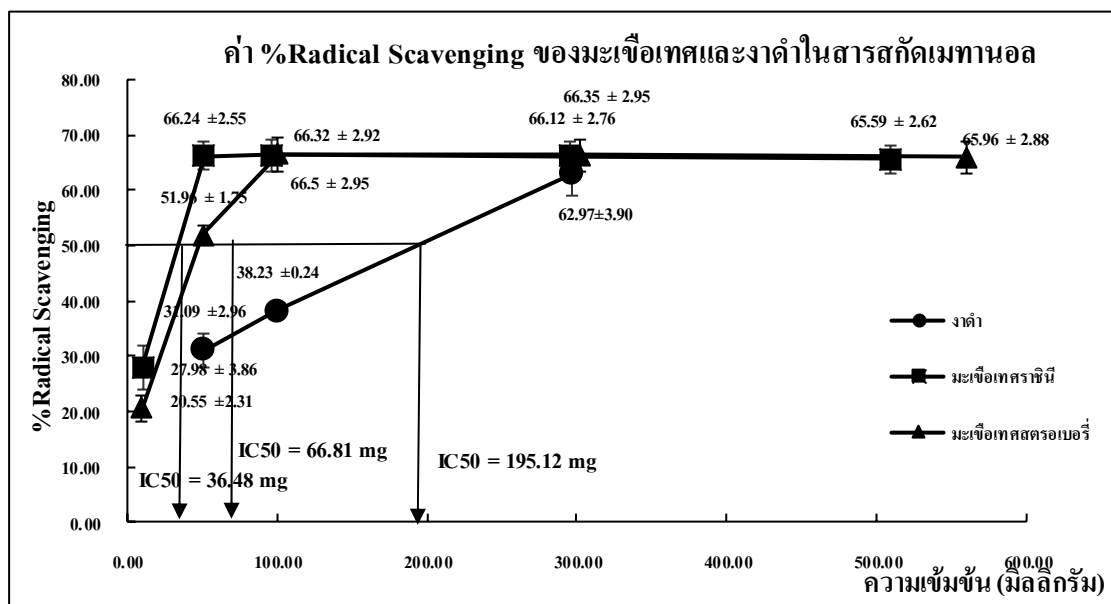
A sample = Absorbance of sample solution with DPPH

A control = Absorbance of only DPPH and used solvent

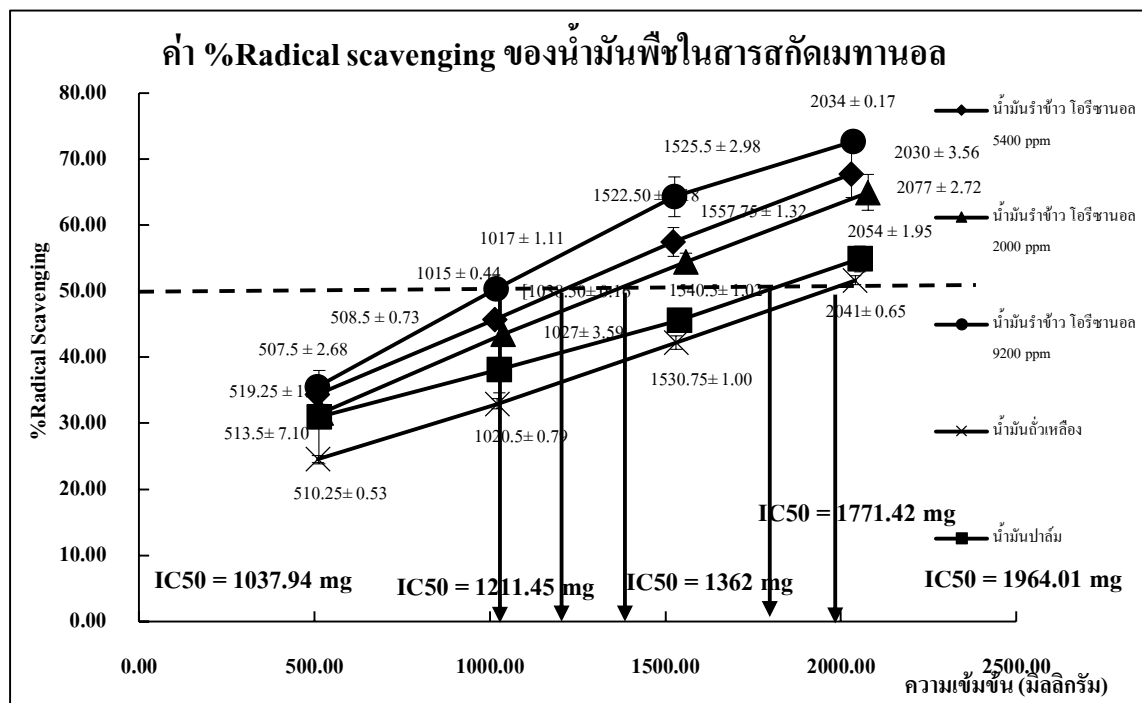
การคำนวณค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ มีการแยกเป็นส่วนที่ละลายในเมทานอล hydrophilic antioxidant และสารต้านอนุมูลอิสระที่ละลายในเอทิลอะซิเตท lipophilic antioxidant คิดเป็นค่า  $IC_{50}$  และมีการรวมค่า  $IC_{50}$  ของทั้ง hydrophilic antioxidant และ lipophilic antioxidant ได้เป็น total antioxidant (Wu และคณะ, 2004) และนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับตัวอย่างทั้งหมด

### ผลการทดลอง

การหาค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของอาหารทั้งหมด 8 ตัวอย่าง มีทั้งชั้นสารสกัดเมทานอล และสารสกัดเอทิลอะซิเตท โดยมีผลการทดลองดังนี้

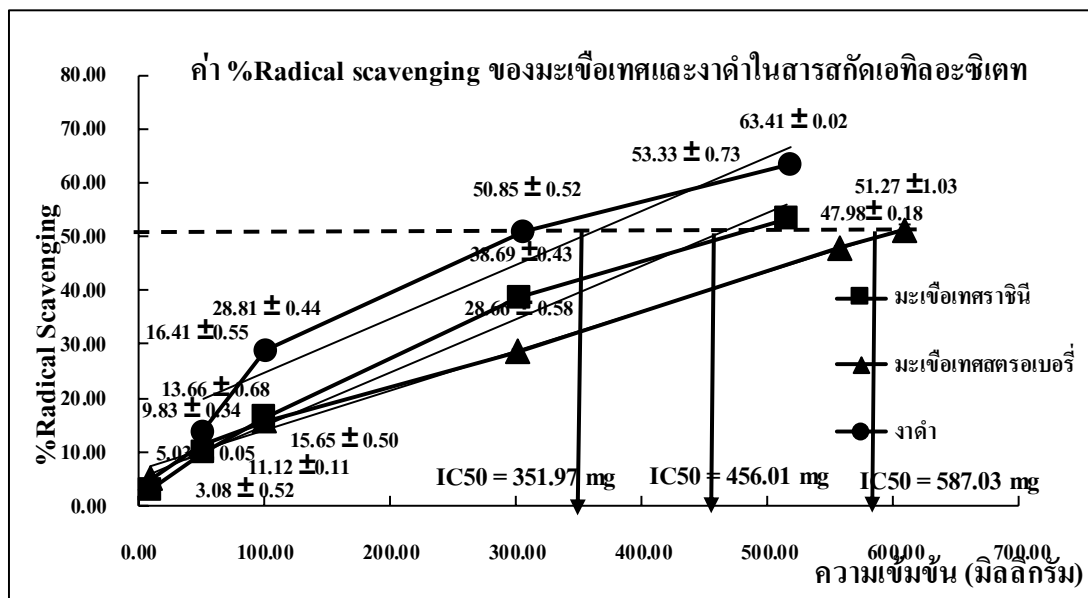


รูปที่ 1 ค่า % Radical scavenging และ  $IC_{50}$  ของ มะเขือเทศและงาดำในสารสกัดเมทานอล

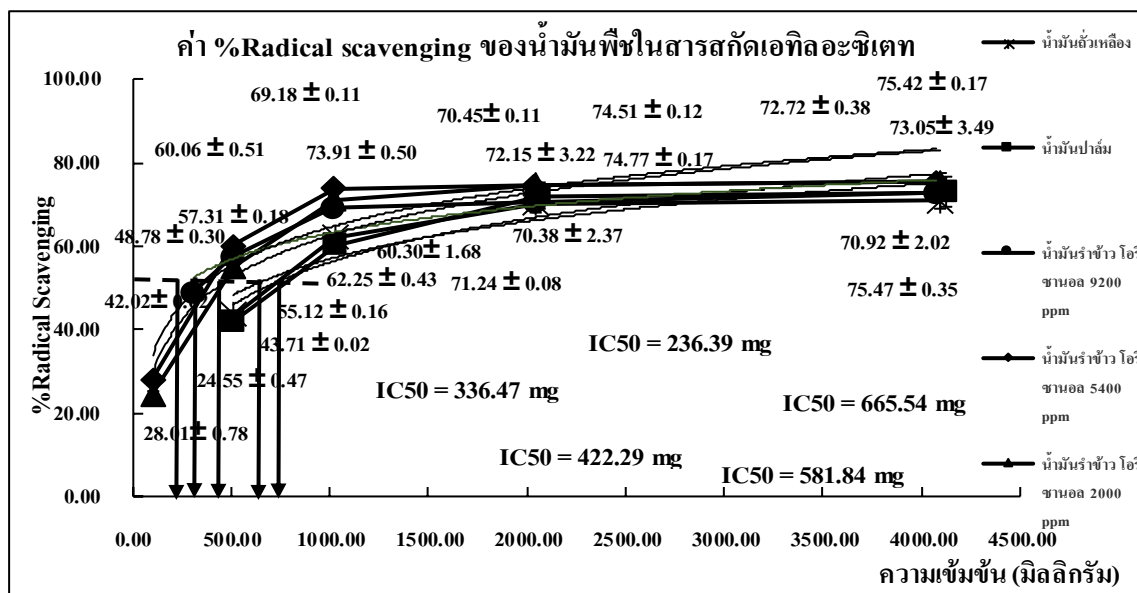


**รูปที่ 2** ค่า % Radical scavenging และ IC<sub>50</sub> ของน้ำมันพืชในสารสกัดเมทานอล

จากรูปที่ 1 และ 2 เปรียบเทียบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ในสารสกัดเมทานอล (hydrophilic antioxidant) ของมะเขือเทศ งาดำ น้ำมันรำข้าว น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันปาล์ม พบว่า มะเขือเทศราชินีมีค่า IC<sub>50</sub> น้อยที่สุด IC<sub>50</sub> เท่ากับ 36.46 mg รองลงมาคือ มะเขือเทศศรобоรี (64.48 mg) งาดำ (196.19 mg) น้ำมันรำข้าว แกมมา-โอรีซานอล 9200 ppm มีค่า IC<sub>50</sub> เท่ากับ 1040.28 mg รองลงมาคือ น้ำมันรำข้าว แกมมา-โอรีซานอล 5400 ppm (1211.31 mg) และน้ำมันรำข้าว แกมมา-โอรีซานอล 2000 ppm (1367.63 mg) น้ำมันปาล์ม (1871.45 ppm) และ น้ำมันถั่วเหลือง (1963.73 ppm) ตามลำดับ ในสารสกัดเมทานอล (hydrophilic antioxidant) มะเขือเทศ และงาดำ มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด ส่วนน้ำมันพืชทั้ง 3 กลุ่มมีส่วนของสารต้านอนุมูลอิสระที่ไม่ละลาย ในน้ำจึงมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระที่น้อยกว่า



รูปที่ 3 ค่า % Radical scavenging และ IC<sub>50</sub> ของมะเขือเทศและงาดำในสารสกัดเอทิลอะซิเตท



รูปที่ 4 ค่า % Radical scavenging และ IC<sub>50</sub> ของน้ำมันพืชในสารสกัดเอทิลอะซิเตท

จากรูปที่ 3 และ 4 เปรียบเทียบค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดเอทิลอะซิเตท (lipophilic antioxidant) ของมะเขือเทศ งาดำ น้ำมันรำข้าว น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันปาล์ม พบว่าน้ำมันรำข้าว แกมมา-โอริซานอล 9200 ppm มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด มีค่า  $IC_{50}$  น้อยที่สุด เท่ากับ 236.41 mg รองลงมาคือ น้ำมันรำข้าว แกมมา-โอริซานอล 5400 ppm มี  $IC_{50}$  เท่ากับ 336.56 mg งาดำ มีค่า  $IC_{50}$  เท่ากับ 352.09 mg น้ำมันรำข้าว แกมมา-โอริซานอล 2000 ppm มี  $IC_{50}$  เท่ากับ 422.34 mg มะเขือเทศราชินี มี  $IC_{50}$  เท่ากับ 456.02 mg น้ำมันถั่วเหลือง มี  $IC_{50}$  เท่ากับ 581.95 mg มะเขือเทศตรอบเออรี่มี  $IC_{50}$  เท่ากับ 586.70 mg และน้ำมันปาล์ม มี  $IC_{50}$  เท่ากับ 668.76 mg ตามลำดับ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดเอทิลอะซิเตท (lipophilic antioxidant) พบว่าน้ำมันรำข้าว แกมมา-โอริซานอล 9200 ppm มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด เนื่องจากมีทั้งวิตามินอี สารไฟโตสเตอรอล และสารแกมมาโอริซานอล 9200 ppm ซึ่งถูกสกัดมาในส่วนของ lipophilic antioxidant สอดคล้องกับงานวิจัยของ Valantina และ Neelamegam (2012) ที่กล่าวถึงสารต้านอนุมูลอิสระที่มีในน้ำมันพืช เช่น วิตามินอี สเตอรอล หรือสารไฟโตสเตอรอล สารแกมมา-โอริซานอล เป็นต้น รองลงมาเป็นงาดำ และ น้ำมันรำข้าว แกมมาโอริซานอล 5400 และ 2000 ppm มะเขือเทศราชินี น้ำมันถั่วเหลือง มะเขือเทศตรอบเออรี่ และน้ำมันปาล์ม ตามลำดับ น้ำมันถั่วเหลืองมีวิตามินกลุ่มโทโคฟีรอล (Adam และคณะ, 2007) ในขณะที่น้ำมันปาล์ม มีวิตามินอีกลุ่มโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอล (Adam และคณะ, 2007) เป็นต้น

ตารางที่ 1 ค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระทั้งหมดของอาหาร 8 ตัวอย่าง ด้วยวิธี DPPH radical scavenging\*

| ลำดับ | ตัวอย่าง                              | $IC_{50}$ (มิลลิกรัม)                      |                                               |                                      |
|-------|---------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------|
|       |                                       | ค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่มีขั้ว | ค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ไม่มีขั้ว | ค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระรวม |
| 1     | งาดำ                                  | $196.19 \pm 11.39$                         | $352.09 \pm 8.62$                             | $548.28^f \pm 20.01$                 |
| 2     | มะเขือเทศราชินี                       | $36.46 \pm 0.78$                           | $456.02 \pm 9.02$                             | $492.48^f \pm 8.23$                  |
| 3     | มะเขือเทศตรอบเออรี่                   | $66.48 \pm 3.30$                           | $586.70 \pm 6.30$                             | $651.15^c \pm 9.60$                  |
| 4     | น้ำมันรำข้าว แกมมา-โอริซานอล 9200 ppm | $1040.28 \pm 8.08$                         | $236.41 \pm 0.78$                             | $1276.69^d \pm 8.86$                 |
| 5     | น้ำมันรำข้าว แกมมา-โอริซานอล 5400 ppm | $1211.31 \pm 9.93$                         | $336.56 \pm 16.77$                            | $1548.01^c \pm 26.71$                |
| 6     | น้ำมันรำข้าว แกมมา-โอริซานอล 2000 ppm | $1367.63 \pm 39.25$                        | $422.34 \pm 2.09$                             | $1784.29^b \pm 37.16$                |
| 7     | น้ำมันถั่วเหลือง                      | $1963.73 \pm 23.48$                        | $581.95 \pm 6.63$                             | $2545.85^a \pm 16.85$                |
| 8     | น้ำมันปาล์ม                           | $1871.45 \pm 31.83$                        | $668.76 \pm 47.58$                            | $2540.21^a \pm 79.42$                |

\*อักษรที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระทั้งหมดของอาหารทั้ง 8 ตัวอย่าง คือ งาดำ มะเขือเทศราชินี มะเขือเทศตรอบเอร์รี่ น้ำมันรำข้าว แคมมา-โอรีซานอล 9200 ppm น้ำมันรำข้าว แคมมา-โอรีซานอล 5400 ppm น้ำมันรำข้าว แคมมา-โอรีซานอล 2000 ppm น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันปาล์ม ด้วยวิธี DPPH radical scavenging มีการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระที่มีขั้วสกัดด้วยสารละลายเมทานอล (hydrophilic antioxidant) และสกัดสารต้านอนุมูลอิสระที่ไม่มีขั้วสกัดด้วยสารละลายเอทิลอะซิเตท (lipophilic antioxidant) ถ้าพิจารณาในส่วนของ hydrophilic antioxidant พบว่ามะเขือเทศราชินีมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุดมีค่า  $IC_{50}$  น้อยที่สุด  $IC_{50}$  เท่ากับ 36.48 mg รองลงมาคือ มะเขือเทศตรอบเอร์รี่ (66.81 mg) งาดำ (195.12 mg) น้ำมันรำข้าว แคมมา-โอรีซานอล 9200 ppm มีค่า  $IC_{50}$  เท่ากับ 1037.94 mg รองลงมาคือ น้ำมันรำข้าว แคมมา-โอรีซานอล 5400 ppm (1211.45 mg) และน้ำมันรำข้าว แคมมา-โอรีซานอล 2000 ppm (1362 mg) น้ำมันปาล์ม (1771.42 ppm) และน้ำมันถั่วเหลือง (1964.01 ppm) ตามลำดับ แต่ถ้าเป็นส่วนของ lipophilic antioxidant พบว่าน้ำมันรำข้าว แคมมา-โอรีซานอล 9200 ppm มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด มีค่า  $IC_{50}$  น้อยที่สุด เท่ากับ 236.39 mg รองลงมาคือ น้ำมันรำข้าว แคมมา-โอรีซานอล 5400 ppm มี  $IC_{50}$  เท่ากับ 336.47 mg งาดำ มีค่า  $IC_{50}$  เท่ากับ 351.97 mg น้ำมันรำข้าว ชนิดที่มีปริมาณสารแคมมา-โอรีซานอล 2000 ppm มี  $IC_{50}$  เท่ากับ 422.29 mg มะเขือเทศราชินี มี  $IC_{50}$  เท่ากับ 456.01 mg น้ำมันถั่วเหลือง มี  $IC_{50}$  เท่ากับ 581.84 mg มะเขือเทศตรอบเอร์รี่มี  $IC_{50}$  เท่ากับ 587.03 mg และน้ำมันปาล์ม มี  $IC_{50}$  เท่ากับ 665.54 mg ตามลำดับ เมื่อพิจารณากลุ่มมะเขือเทศและงาดำ พบว่า มะเขือเทศราชินี มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระรวมทั้ง hydrophilic และ lipophilic ดีที่สุด รองลงมาคือ งาดำ และมะเขือเทศตรอบเอร์รี่ แต่เมื่อพิจารณาในกลุ่มของน้ำมันพืช พบว่าน้ำมันรำข้าว แคมมา-โอรีซานอล 9200 ppm มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระรวมดีที่สุด รองลงมาคือ น้ำมันรำข้าว แคมมา-โอรีซานอล 5400 ppm น้ำมันรำข้าว แคมมา-โอรีซานอล 2000 ppm น้ำมันปาล์ม และน้ำมันถั่วเหลือง ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาตัวอย่างทั้งหมด พบว่า มะเขือเทศราชินี มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระรวมดีที่สุด ( $IC_{50}$  ดีที่สุด) รองลงมาคือ งาดำ มะเขือเทศตรอบเอร์รี่ น้ำมันรำข้าว แคมมา-โอรีซานอล 9200 ppm น้ำมันรำข้าว แคมมา-โอรีซานอล 5400 ppm น้ำมันรำข้าว แคมมา-โอรีซานอล 2000 ppm น้ำมันปาล์ม และ น้ำมันถั่วเหลือง ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าค่า  $IC_{50}$  ของอาหารทั้ง 8 ตัวอย่าง พบว่า งาดำและมะเขือเทศราชินีที่มีค่า  $IC_{50}$  ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% น้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองมีค่า  $IC_{50}$  ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนตัวอย่างที่เหลือมีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

### วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองสามารถคำนวณและเปรียบเทียบได้ว่า น้ำมันรำข้าว แคมมา-โอรีซานอล 9200 ppm จำนวน 1 ช้อนโต๊ะ หรือ 15 mL มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเทียบได้กับมะเขือเทศราชินี 2 ลูก (5.28 กรัม) เท่ากับมะเขือเทศตรอบเอร์รี่ 1 ลูก (6.98 กรัม) และเทียบได้กับงาดำ 5.87 กรัม เป็นต้น

สารต้านอนุมูลอิสระที่มีขั้ว (hydrophilic antioxidant) อยู่ในเม็ดเลือด และไม่สะสมในร่างกายสามารถถูกขับถ่ายออกมาเป็นของเสีย ในรูปแบบของปัสสาวะ ส่วนสารต้านอนุมูลอิสระที่ไม่มีขั้ว (lipophilic antioxidant) สามารถแพร่ซึมผ่านเข้าไปในลิโปโปรตีนเซลล์เมมเบรน ได้ง่ายกว่า และมีสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioavailability) ที่สูงกว่าสารต้านอนุมูลอิสระที่มีขั้ว (hydrophilic antioxidant) แม้ว่าส่วนสกัดสารต้านอนุมูลอิสระที่ไม่มีขั้ว (lipophilic antioxidant) จะมีสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioavailability) สูง แต่เป็นการยากที่จะประมาณค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในการทดลองโดยไม่ใช้สิ่งมีชีวิต (vitro) ได้ (Burton และ Ingold, 1986; Huang และ Woodill, 2002)

จากผลการทดลอง พบว่าค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระรวม (total antioxidant) ของมะเขือเทศราชินีสูงที่สุด ( $IC_{50}$  ต่ำสุด) รองลงมาคือ งามดำ มะเขือเทศตรอบเอร์ น้ำมันรำข้าว แกมมา-โอริซานอล 9200 5400 2000 ppm น้ำมันปาล์ม และน้ำมันถั่วเหลือง ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rautenbach และ Venter (2010) ที่หาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของ hydrophilic antioxidant lipophilic antioxidant และ total antioxidant ด้วยวิธี fluorescein (FL) – base oxygen radical absorbance capacity (ORAC<sub>FL</sub>) assay ของผัก รัญพืช น้ำมันและเครื่องดื่ม พบว่า hydrophilic antioxidant activity ของมะเขือเทศ มีค่ามากกว่า hydrophilic antioxidant activity ของน้ำมันเมล็ดทานตะวัน ส่วน lipophilic antioxidant activity ของมะเขือเทศมีค่าใกล้เคียงกับ lipophilic antioxidant activity ของน้ำมันเมล็ดทานตะวัน (Rautenbach และ Venter, 2010) ทั้งนี้ การเปรียบเทียบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระนั้นแต่ละงานวิจัยมีค่าแตกต่างกันขึ้นอยู่กับ การเตรียมตัวอย่าง การสกัด ตัวทำละลายที่นำมาสกัด และวิธีที่ใช้ในการตรวจสอบค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วย (Perez-Jimenez และคณะ, 2008) ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่มีในผักและผลไม้มีค่าแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับ สายพันธุ์ แหล่งเพาะปลูก ฤดูกาลและภูมิประเทศที่เพาะปลูกนั้นๆ (Wu และคณะ, 2004) ส่วนน้ำมันพืชมีปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้สารต้านอนุมูลอิสระที่มีต่างกัน เช่น วัตถุดิบที่นำมาผลิต การเตรียมวัตถุดิบก่อนการผลิต เช่นการแช่น้ำ การให้ความร้อน เป็นต้น การบริโภคอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระชนิดต่างๆ สามารถลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด (coronary heart disease) และโรคมะเร็งบางชนิดได้ ขึ้นกับปริมาณที่เพียงพอและเหมาะสม

### เอกสารอ้างอิง

- ประสงค์ เทียนบุญ, (2553) บทความของสารต้านอนุมูลอิสระกับสุขภาพ. วารสารคลินิกอาหารและโภชนาการ, 4(2): 69-76.
- ศัลยา คงสมบูรณ์เวช, (2547) เชื้อหมักกับสุขภาพ. วารสารโภชนาบำบัด, 15(2): 98-105.
- Adam S.K., Sulaiman N.A., Top A.G.M. and Jaarin K., (2007) Heating reduces vitamin E content in palm and soy oils. Malays. J. Biochem. Mol. Biol., 15(2): 76-79.

- Burton G.W. and Ingold K.U., (1986) Vitamin E: application of the principles of physical organic chemistry to the exploration of its structure and function. *Acc. Chem. Res.*, 19: 194-201.
- Floegel A., Kim D.O., Chung S.J., Koo S.I. and Chun O.K., (2011) Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. *J. Food Comp. Anal.*, 24: 1043-1048.
- Hoed V.V., Depaemelaere G., Ayala J.V., Santiwattana P., Verhe R. and Greyt W.D., (2006) Influence of chemical refining on the major and minor components of rice bran oil. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, 83(4): 315-321.
- Huang D.B. and Woodill M.H., (2002) Development and validation of oxygen radical absorbance capacity assay for lipophilic antioxidants using randomly methylated  $\beta$ -cyclodextrin as the solubility enhancer. *J. Agri. Food Chem.*, 50: 1815-1821.
- Omodamiro O.D. and Amechi U., (2013) The phytochemical content, antioxidant, antimicrobial and anti-inflammatory activities of *Lycopersicon esculentum* (tomato). *Asian J. Plant Sci. Res.*, 3(5): 70-81.
- Perez-Jimenez J., Arranz S., Tabernero M., Diaz-Rubio M. E., et al. (2008) Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: Extraction, measurement and expression of results. *Food Res. Int.*, 41: 274-285.
- Rautenbach F. and Veanter I., (2010) Hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity of commonly consumed south African fruits, vegetables, grains, legumes, fats/oils and beverages. *J. Food Comp. Anal.*, 23: 753-761.
- Riadh I., Chafik H., Marcello S. L., Imen T., and Giuseppe D., (2011) Antioxidant activity and bioactive compound changes during fruit ripening of high lycopene tomato cultivars. *J. Food Comp. Anal.*, 24: 588-595.
- Riahi A. and Hdider, C., (2013) Bioactive compounds and antioxidant activity of organically grown tomato (*Solanum lycopersicum L.*) cultivars as affected by fertilization. *Sci. Hortic.*, 151: 90-96.
- Shyu Y.S. and Hwang L.S., (2002) Antioxidant activity of the crude extract of lignin glycosides from unroasted Burma black sesame meal. *Food Res. Int.*, 35: 357-365.
- Stahl W., and Sies H., (1996) Perspective in biochemistry and biophysics, lycopene: a biologically important carotenoid for humans. *J. Biochem. Biophys.*, 336: 1-9.
- Valantina R. and Neelamegam P., (2012) Antioxidant potential in vegetable oil. *Res. J. Chem. Environ.*, 16(2): 87-94.

- Wu X., Beecher G.R., Holden J.M. and Haytowitz D.B., (2004) Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *J. Agricult. Food Chem.*, 52: 4026-4037.
- Zigoneanu I.G., Williams L., Xu Z. and Sabliov C.M., (2008) Determination of antioxidant components in rice bran oil extracted by microwave-assisted method. *Bioresource Technol.*, 99: 4910-4918.