

การวิเคราะห์กิจกรรมในการต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากพืชพื้นบ้านไทยบางชนิด Determination of Antioxidant Activity of Some Thai Local Plant Extracts

วาณี ใจวิเสน¹ และ วิพัทธ์ อารีกุล¹

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสารสกัดเอทานอลจากพืชพื้นบ้านไทย 18 ชนิด โดยการวิเคราะห์ด้วย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl free radical scavenging assay (DPPH), 2-deoxyribose degradation assay (2-DR) และ thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) ซึ่งทั้ง 3 วิธีมีกลไกในการต้านออกซิเดชันแตกต่างกัน ส่งผลให้ผลความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากพืชมีความแตกต่างกัน ดังนี้ คือ สารสกัดผักมันปลามีความสามารถในการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH ได้ดีที่สุด ในขณะที่สารสกัดผักแปมและสารสกัดตัวขาวมีความสามารถต้านออกซิเดชันด้วยวิธี 2-DR และ TBARS ได้ดีที่สุด ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด (TPC) ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu พบว่า สารสกัดผักมันปลาปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงที่สุด คือ 228.69 ± 4.22 มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิกต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) รองลงมา คือ สารสกัดทะเลใต้ (180.96 ± 0.84 มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิกต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) นอกจากนี้จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH ($r=0.937$; $p<0.05$) แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดกับความสามารถในการต้านออกซิเดชันที่วิเคราะห์ด้วยวิธี TBARS และ 2-DR

คำสำคัญ : พืชพื้นบ้าน, โพลีฟีนอล, ความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน

Abstract

Antioxidant activities of ethanolic extracts from eighteen Thai local plants were evaluated using three different assays; 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl free radical scavenging assay (DPPH), 2-deoxyribose degradation assay (2-DR) and thiobarbituric acid reactive substances (TBARS). Each method exhibit differently antioxidant mechanism, resulting in different antioxidant activities of plant extracts. The extract of leaves of *Glochidion sphaerogynum* (Müll Arg.) Kurz. showed highest antioxidant activities by DPPH assay while the extracts of leaves of *Eleutherococcus trifolius* (L.) S.Y. Hu. and *Cratoxylum formosum* (Jack) Dyer spp. Pruniflorum (Kurz) Gogel showed highest 2-DR and TBARS, respectively. Their total polyphenol contents (TPC) were also measured by Folin-Ciocalteu method. The highest TPC was found in the *Glochidion sphaerogynum* (Müll Arg.) Kurz. leaves extract (228.69 ± 4.22 mg gallic acid equivalence (GAE) / g dry basis) followed by *Schima Wallichii* (DC.) Korth. (180.96 ± 0.84 mg GAE/ g dry basis). In addition, the results showed that there were high positive correlation between TPC and DPPH assays ($r=0.937$; $p<0.05$) but showed no correlative with TBARS and 2-DR assays.

Key Words : Local plant, Polyphenol, Antioxidant activity

¹คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

คำนำ

อนุมูลอิสระ (free radical) เป็นสารที่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวอยู่ในวงรอบของอะตอม พบทั่วไปในธรรมชาติ และเกิดขึ้นจากกระบวนการเผาผลาญอาหารของสิ่งมีชีวิต ได้แก่ อนุมูลซูเปอร์ออกไซด์ (superoxide radicals, O_2^-), และอนุมูลไฮดรอกซิล (hydroxyl radicals, OH^\cdot) เป็นต้น เนื่องจากอนุมูลอิสระส่วนใหญ่เป็นสารไม่เสถียร จึงมีความไวในการเข้าทำปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุล ส่งผลให้เกิดความเสียหายและความผิดปกติของเซลล์ในร่างกาย รวมทั้งเพิ่มอัตราเสี่ยงในการเกิดโรคเรื้อรังหลายชนิด เช่น โรคมะเร็ง, หัวใจ, ไขมันอุดตันในเส้นเลือด เป็นต้น (Uddin and Ahmad, 1994) หากร่างกายได้รับ หรือผลิตอนุมูลอิสระในปริมาณมาก จนไม่สามารถใช้กลไกที่มีอยู่ในการขจัดอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นเหล่านี้ได้ ก็จะทำให้มีความเสี่ยงต่อโรคดังที่กล่าวมาแล้ว ดังนั้น ร่างกายจึงจำเป็นต้องรับสารต้านอนุมูลอิสระจากภายนอก ซึ่งส่วนใหญ่มักมาจากการบริโภคผักผลไม้ นอกเหนือจากสารต้านอนุมูลอิสระจะทำหน้าที่ในการกำจัดอนุมูลอิสระแล้ว ยังสามารถชะลอการเสื่อมเสียของอาหารที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน และสารประกอบอื่นๆ ได้อีกด้วย

ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์จึงหันมาสนใจสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติมากขึ้น โดยเฉพาะในพืช ล้วนเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญ อันได้แก่ สารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ แอนโทไซยานิน แคโรทีนอยด์ และวิตามิน เป็นต้น สารเหล่านี้มีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูง เนื่องจากมีโครงสร้างที่ซับซ้อนและมีแนวโน้มเป็นสารที่สามารถให้อิเล็กตรอนได้ดี (ดัลด์, 2551) นอกจากนี้ยังมีบทบาทสำคัญในการเป็นตัวทำลายและจับอนุมูลอิสระไม่ให้ทำอันตรายต่อเซลล์ในร่างกายได้ ซึ่งช่วยยับยั้งกระบวนการเกิดโรคต่างๆ เช่น ผักตบชวา (*Cratogeomys formosum* Dyer) มีฤทธิ์ต้านการกลายพันธุ์และต้านการเกิดเนื้องอกได้ (Nakahara *et al.*, 2002) ผักเชียงดา (*Gymnema inodorum* (Lour.) Decne) สามารถป้องกันการแตกตัวของเม็ดเลือดแดงและความเสียหายของดีเอ็นเอ (Muangman, 2005) เป็นต้น

พืชป่าและผักพื้นบ้านที่ชาวบ้านนิยมบริโภค เป็นแหล่งอาหารที่อุดมไปด้วยใยอาหารและแหล่งสารพฤกษเคมี เช่น ผักตบชวาที่มีสารที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันที่สำคัญ ได้แก่ กรดคลอโรจีนิก กรดไดคาเฟอิลควินิก (dicaffeoylquinic acid) และอนุพันธ์ของกรดเฟอร์ูลิก (ferulic acid) (Maisuthisakul *et al.*, 2007a) เมื่อยังพามีสารที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันและต้านจุลินทรีย์ที่สำคัญ ได้แก่ แทนนิน อัลคาลอยด์ แอนโทไซยานิน กรดฟีนอลิก (Akroum *et al.*, 2009) เป็นต้น นอกจากนี้พืชป่าและผักพื้นบ้านมีประสิทธิภาพในการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) และ ferric reducing antioxidant power (FRAP) (Maisuthisakul *et al.*, 2007a; Phomkaivon and Areekul, 2009) อีกด้วย อย่างไรก็ตามการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการต้านออกซิเดชัน และปริมาณสารประกอบฟีนอลในพืชพื้นบ้านยังมีอยู่น้อย ซึ่งจำกัดอยู่ในเฉพาะกลุ่มพืชผักผลไม้ที่เพาะปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาปริมาณฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสารสกัดพืชพื้นบ้านชนิดต่างๆ 3 วิธี เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรมอาหาร และอุตสาหกรรมอื่นๆ

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่าง ตัวอย่างพืชพื้นบ้าน 18 ชนิด (Table 1) ที่นำมาวิเคราะห์ได้รับความอนุเคราะห์จากแปลงทดลองของมูลนิธิโครงการหลวง และพื้นที่ป่าบริเวณรอบดอยอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ตัวอย่างพืชพื้นบ้านทั้งหมดจะถูกนำมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำ ฝั่ให้แห้ง แล้วนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 50 ± 1 องศาเซลเซียส จนมีความชื้นไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปบดด้วยเครื่องบด และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 เมช (mesh) ก่อนนำไปสกัด

การสกัดตัวอย่าง ใช้วิธีที่ดัดแปลงจาก Pilarski *et al.* (2006) โดยนำตัวอย่างพืช 10 กรัม ปั่นผสมกับเอทานอล 80 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราส่วน 1:10 น้ำหนักต่อปริมาตร (w/v) นาน 1 นาที แล้วนำไปแช่ในอ่างน้ำ ที่อุณหภูมิ 70±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที กรองแยกกากออกแล้วสกัดซ้ำอีกครั้งที่สภาวะเดียวกัน จากนั้นนำสารสกัดทั้งสองครั้งผสมรวมกัน แล้วกรองด้วยกระดาษ Whatman NO. 4 เก็บส่วนใสในขวดสีชาที่อุณหภูมิ -25±1 องศาเซลเซียส จนกว่าจะวิเคราะห์ และแบ่งสารสกัดส่วนหนึ่ง มาวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดโดยอบตัวอย่างที่อุณหภูมิ 105±1 องศาเซลเซียส จนตัวอย่างมีน้ำหนักคงที่ ตามวิธีการของ AOAC method 966.02 (2000)

การวิเคราะห์ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด ใช้วิธีที่ดัดแปลงจาก Singleton *et al.* (1999) โดยปิเปตสารสกัดพืช ปริมาตร 250 ไมโครลิตร ลงในภาตหลุมไมโครเพลท เดิมรีเอเจนต์ Folin Ciocalteu ปริมาตร 12.5 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที แล้วเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต เข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด นาน 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 760 นาโนเมตร ด้วยเครื่องอ่านมัลติโหมด (Beckman DTX 880, ประเทศสหรัฐอเมริกา) และคำนวณหาปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดของตัวอย่าง ในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่างน้ำหนักแห้ง (mg Gallic Acid Equivalence /g dry basis)

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl free radical scavenging assay (DPPH) ใช้วิธีที่ดัดแปลงจาก Brand-Williams *et al.* (1995) โดยเจือจางตัวอย่างสารสกัดด้วย น้ำกลั่น 4 ระดับ แล้วปิเปตสารสกัดพืช ปริมาตร 70 ไมโครลิตรลงในภาตหลุมไมโครเพลท เติมสารละลาย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH) ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 210 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด เป็นเวลา 30 นาที แล้วจึงวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (% Inhibition) จากสมการ

$$\% \text{Inhibition} = [1 - (A_{\text{sample}} / A_{\text{control}})] \times 100$$

เมื่อ A_{sample} และ A_{control} คือ ค่าดูดกลืนแสงของตัวอย่างและตัวควบคุม ตามลำดับ โดย ตัวควบคุม คือ น้ำกลั่น จากนั้นคำนวณหา IC_{50} (Inhibition Concentration) และ EC_{50} (Effective Concentration) โดยเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การยับยั้งกับความเข้มข้นของสารสกัด และ น้ำหนักพืชแห้ง ตามลำดับ จากนั้น หาสมการความสัมพันธ์และจุดตัดแกน Y ที่ 50 ความสามารถในการยับยั้งอนุมูล DPPH[•] จะแสดงในรูปความเข้มข้นของสารสกัดพืชที่ใช้ทำลายอนุมูล DPPH[•] ลง 50 เปอร์เซ็นต์ (IC_{50} , มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) และความสามารถในการต้านออกซิเดชัน (Antioxidant activity; AOA, ต่อมิลลิกรัม (น้ำหนักพืชแห้ง) ที่คำนวณจากส่วนกลับของค่า EC_{50})

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยวิธี 2-deoxyribose degradation assay (2-DR) ใช้วิธีที่ดัดแปลงจาก Aruoma *et al.* (1997) โดยปิเปตสารละลายระหว่าง Ethylenedinitrotetraacetic acid (EDTA) และ Ferric chloride anhydrous ($FeCl_3$) เข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง แล้วเติมสารละลายกรดแอสคอร์บิก เข้มข้น 2 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 100 ไมโครลิตร สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 100 ไมโครลิตร สารสกัดพืช ปริมาตร 50 ไมโครลิตร สารละลายดีออกซีไรโบส (2-deoxy-D-ribose) เข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 200 ไมโครลิตร และฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (เข้มข้น 0.1 โมลาร์ พีเอช 7.4) ปริมาตร 450 ไมโครลิตร ตามลำดับ ผสมให้เข้ากัน แล้วแช่ในอ่างน้ำ ที่อุณหภูมิ 37±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นเติมรีเอเจนต์ที่ประกอบด้วย Thiobarbituric acid (TBA) Trichloroacetic acid (TCA) และกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ที่เข้มข้น 0.375% TBA, 0.25 N HCl และ 15% TCA ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร แล้วนำไปต้มจนเดือดเป็นเวลา 20 นาที ทิ้งให้เย็น จึง ปิเปตสารละลาย ปริมาตร 300 ไมโครลิตร ใส่ลงในภาตหลุมไมโครเพลท นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 532 นาโนเมตร ด้วยเครื่องอ่านมัลติโหมด จากนั้นคำนวณค่าความสามารถในการกำจัดอนุมูล

อิสระไฮดรอกซิล (OH⁻) ของตัวอย่าง ในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลย์ของโทรลอคซ์ต่อกรัมตัวอย่างน้ำหนักแห้ง (mg Trolox Equivalence /g dry basis)

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันด้วยวิธี Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) ใช้วิธีที่ดัดแปลงจาก McDonald and Hultin (1987) โดย ปิเปตสารสกัดพืช ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง แล้วเติมอิมัลชันของกรดไขมันลิโนเลอิก เข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.8 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน แล้วบ่มในอ่างน้ำ ที่อุณหภูมิ 50±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง จากนั้นเติมรีเอเจนต์ TCA-TBA-HCl (0.375% TBA, 0.25 N HCl และ 15% TCA) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร แล้วนำไปต้มจนเดือดเป็นเวลา 15 นาที ที่ให้เย็น จึงปิเปตสารละลาย 300 ไมโครลิตร ลงในภาคนกลมไมโครเพลท นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 532 นาโนเมตร ด้วยเครื่องอ่าน มัลติโอมด จากนั้นคำนวณหาค่าความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันของตัวอย่างในหน่วย มิลลิกรัมโทรลอคซ์ต่อกรัมตัวอย่างน้ำหนักแห้ง (mg Trolox equivalence/g dry basis)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณและความสามารถของสารสกัดพืชพื้นบ้านแต่ละชนิด ด้วยวิธี one-way ANOVA procedure ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเปรียบเทียบค่าสหสัมพันธ์ (correlative coefficient) ของวิธีวิเคราะห์แต่ละวิธีด้วยโปรแกรมทางสถิติสำเร็จรูป

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดลองสกัดพืชทั้ง 18 ตัวอย่าง พบว่า มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.39 – 2.70 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) โดยสารสกัดที่มีความเข้มข้นต่ำสุดและสูงสุด ได้แก่ หญ้าหวาน และ ทะโล้ ตามลำดับ แสดงว่า พืชมีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน ซึ่งสารที่สกัดได้ด้วยเอทานอล จะเป็นสารที่สามารถละลายได้ในเอทานอล หรือเป็นสารประกอบที่มีขั้ว เช่น สารประกอบโพลีฟีนอล เป็นต้น ส่วนสารที่ไม่มีขั้วจะถูกสกัดออกมาน้อยมาก หรือไม่ถูกสกัดออกมาเลย และการที่ความเข้มข้นของสารสกัดพืชแห้งมีค่ามาก แสดงว่า อาจมีสารสำคัญละลายออกมามากด้วยเช่นกัน ได้แก่ ทะโล้ มັນปลา และ ตู๋ขาว ที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 2.56-2.70 เปอร์เซ็นต์

1. ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด

การวิเคราะห์ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดของพืชพื้นบ้านทั้ง 18 ชนิด (Figure 1) พบว่า สารสกัดพืชแต่ละชนิด มีปริมาณ โพลีฟีนอลทั้งหมดแตกต่างกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 4.86-228.69 มิลลิกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) และจากผลการทดลอง สามารถแบ่งสารสกัดพืชออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีปริมาณโพลีฟีนอลสูง และกลุ่มที่มีปริมาณโพลีฟีนอลต่ำ โดยกลุ่มที่มีปริมาณโพลีฟีนอลสูง ประกอบด้วยสารสกัดพืช 2 ชนิด ได้แก่ สารสกัดผักมันปลาและทะโล้ มีปริมาณโพลีฟีนอลเท่ากับ 228.69±4.22 และ 180.96±0.84 มิลลิกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ อีกทั้งยังมีปริมาณโพลีฟีนอลสูงกว่าสารสกัดจากกลุ่มที่มีปริมาณโพลีฟีนอลต่ำถึง 3.31-47.05 เท่า ที่มีปริมาณโพลีฟีนอลระหว่าง 4.86±0.04 - 54.65±1.84 มิลลิกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) โดยสารสกัดเสี้ยวแก้วมีปริมาณโพลีฟีนอลต่ำที่สุดในพืชทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้

สารสกัดผักมันปลา มีปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงที่สุดเทียบกับสารสกัดพืชที่ทดสอบทั้งหมด และยังไม่พบว่าเคยมีรายงานที่เกี่ยวกับสารประกอบโพลีฟีนอลของพืชชนิดนี้ ส่วนสารสกัดทะโล้ มีปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดรองจากสารสกัดผักมันปลา โดยมีค่าเท่ากับ 180.96±0.84 มิลลิกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) และมีค่าต่ำกว่าค่าที่รายงานโดย Phomkaivon and Areekul (2009) ที่รายงานไว้เท่ากับ 206.1±20.3 มิลลิกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ทั้งที่แหล่งตัวอย่าง วิธีการเตรียมตัวอย่าง การสกัด และวิธีวิเคราะห์ตัวอย่างเหมือนกัน แสดงให้เห็นถึงความแปรปรวนของพืชสำหรับสารประกอบโพลีฟีนอลที่สำคัญในทะโล้ ได้แก่ ซาโปนิน (Rahmani *et al.*, 1985)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1 Total solid content of extracts from various parts of selected Thai local plants.

Common name	Botanical name	Parts of Plants	Total solid content (%)
Phak plang	<i>Basella alba</i> L.	Stem and leaves	0.77±0.01
Seaw kaew	<i>Bauhinia nervosa</i> (Wall. Ex Benth.) Baker	Leaves	1.24±0.02
Miang pa	<i>Camellia sinensis</i> (L.) Kuntze var. <i>assamica</i> (J.Masters) Kitam	Leaves	1.29±0.01
Koh khao	<i>Castanopsis inermis</i> (Lind .ex Wall.) Benth. & Hook. f.	Leaves	1.51±0.01
Tio klang	<i>Cratoxylum cochinchinense</i> (Lour.) Blume	Leaves	1.71±0.01
Tio khao	<i>Cratoxylum formosum</i> (Jack) Dyer spp. <i>Pruniflorum</i> (Kurz) Gogel	Leaves	2.64±0.00
Huan mu	<i>Dregea volubilis</i> (L.f.) Hook. f.	Leaves	2.00±0.01
Pam	<i>Eleutherococcus trifoliatus</i> (L.) S.Y. Hu.	Leaves	2.03±0.01
Som jee	<i>Embelia ribes</i> Burm. F.	Leaves	2.19±0.01
Munpla	<i>Glochidion sphaerogynum</i> (MÜll Arg.) Kurz.	Leaves	2.56±0.02
Chiang da	<i>Gymnema inodorum</i> (Lour.) Decne	Leaves	1.53±0.03
Mee men	<i>Litsea glutinosa</i> (Lour.) C.B. Rob.	Leaves	1.10±0.01
Mee bang	<i>Litsea salicifolia</i> Ness ex Roxb.	Leaves	0.77±0.01
Saeo	<i>Marsdenia glabra</i> Costa	Leaves	1.63±0.02
Phak phai	<i>Persicaria odorata</i> (Lour.) Sojak.	Stem and leaves	1.19±0.01
Talo	<i>Schima wallichii</i> (DC.) Korth.	Leaves	2.70±0.01
Ya wan	<i>Stevia rebaudiana</i> (Bertoni) Bertoni	Leaves	0.39±0.01
Som pi	<i>Vaccinium sprengelii</i> (G.Don) Sleumer	Leaves	1.40±0.02

สารสกัดเมี่ยงปามีปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด เท่ากับ 54.65 ± 1.84 มิลลิกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ซึ่งสารประกอบโพลีฟีนอลที่สำคัญที่พบในเมี่ยงป้าเป็นกลุ่มฟลาโวนอยด์ ได้แก่ ฟลาโวนอล (คาทิซิน, อีพิกาทิซิน, อีพิกัลเลท, อีพิกัลโลคาทิซิน และอีพิกาทิซินแกลเลท) ฟลาโวนอล (เคมเฟอรอล และ เควอซีทินไกลโคไซด์) และ โพรแอนโทไซยานิน (Lin *et al.*, 2003; Cai *et al.*, 2004) อย่างไรก็ตาม Cai *et al.* (2004) รายงานปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดเท่ากับ 174 มิลลิกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ซึ่งมีความสูงกว่การทดลองนี้มาก ทั้งนี้อาจเนื่องจากความแตกต่างของวิธีการสกัด และตัวทำละลายที่ใช้ โดยการทดลองนี้ใช้เอทานอล 80 เปอร์เซ็นต์ ในการสกัด ร่วมกับการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส แต่การทดลองของ Cai *et al.* (2004) ใช้เมธานอล 80 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสในการสกัด

นอกจากนี้ พบว่า ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดของสารสกัดพืชบางชนิดในการทดลองมีค่าต่ำกว่ารายงานอื่นๆ เช่น สารสกัดติ้วขาว และสารสกัดผักปลัง เป็นต้น โดยสารสกัดติ้วขาวและสารสกัดผักปลังมีปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดเท่ากับ 32.11 ± 0.12 และ 5.83 ± 0.16 มิลลิกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ แต่ Maisuthisakul *et al.* (2007b) รายงานว่า มีปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด 63.4 และ 15.5 มิลลิกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ ซึ่ง ความแตกต่างของปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดอาจเนื่องมาจากความแตกต่างของวิธีการสกัด ตัวทำละลายที่ใช้ รวมถึง ความแปรปรวนของพืชด้วย และการให้ความร้อนในการสกัดยังช่วยเพิ่มศักยภาพในการสกัดสารประกอบโพลีฟีนอลได้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Wong *et al.*, 2006) เนื่องจากความร้อนทำให้เนื้อเยื่อของพืชอ่อนนุ่ม ส่งผลให้เกิดการปลดปล่อยสารประกอบโพลีฟีนอลออกจากเนื้อเยื่อพืชได้มากขึ้น (Katalinic *et al.*, 2006)

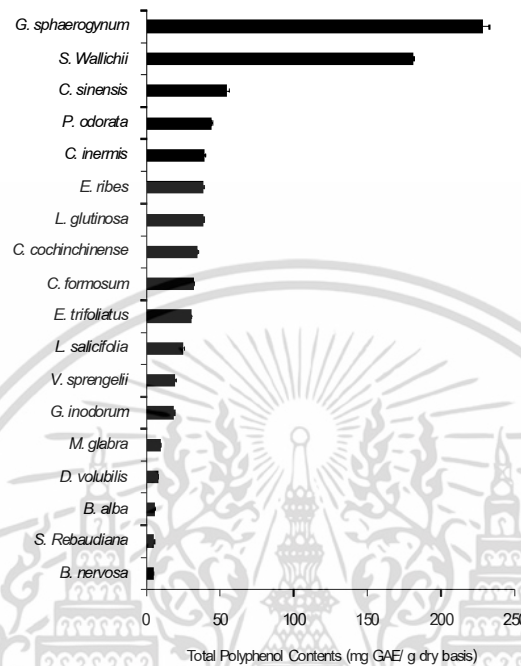


Figure 1 Total polyphenol contents of 18 Thai local plant extracts

จากผลการทดลอง พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในพืชมีหลายปัจจัยร่วมกัน เช่น สายพันธุ์ของพืช ชนิดและปริมาณสารพฤกษเคมี วิธีการสกัด และตัวทำละลาย อย่างไรก็ตามวิธีนี้มีข้อจำกัดหลายประการ เช่น สารประกอบโพลีฟีนอลแต่ละชนิดมีความไวในการเข้าทำปฏิกิริยาแตกต่างกัน รวมถึงสารที่ไม่ใช่สารประกอบโพลีฟีนอลสามารถทำปฏิกิริยานี้ได้เช่นกัน โดยสามารถถูกออกซิไดซ์ได้ด้วยวิธีเอเจนต์ Folin-Ciocalteu (Wong *et al.*, 2006) อย่างไรก็ตาม พบว่ามีสารสกัดพืช 2 ชนิด คือ ผักมันปลา และทะเลใต้ ที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงกว่า 100 มิลลิกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ดังนั้นจึงน่าจะมีศักยภาพที่จะใช้เป็นแหล่งของสารประกอบโพลีฟีนอลจากธรรมชาติที่ดีได้

2. ความสามารถในการต้านออกซิเดชัน

ความสามารถในการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH เป็นการประเมินความสามารถของสารประกอบในการให้อิเลคตรอนหรือ ไฮโดรเจน ซึ่งจัดเป็นความสามารถประเภทหนึ่งของสารแอนติออกซิแดนซ์ที่ส่งผลให้ปริมาณอนุมูลอิสระลดลง หรือเรียกว่า radical scavenger ปฏิกิริยารีดักชันที่เกิดจากการรับไฮโดรเจนมีผลทำให้สีม่วงไวโอเลตของอนุมูล DPPH[•] ลดลง ดังนั้นความสามารถในการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร จึงลดลงด้วย (Singh *et al.*, 2002) ผลการประเมินความสามารถของสารสกัดพืชทั้ง 18 ชนิด แสดงดัง Table 2 ซึ่งค่า IC₅₀ หมายถึงความเข้มข้นของสารสกัดจากพืชที่ทำลายอนุมูล DPPH[•] ลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่า สารสกัดมันปลามีค่า IC₅₀ ต่ำที่สุด 0.04 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร รองลงมา คือ สารสกัดหมีเหม็น 0.05 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนสารสกัดผักปลังมีค่า IC₅₀ สูงที่สุด (2.18 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) และเมื่อคำนวณค่า AOA (1/EC₅₀) ที่แสดงความสามารถในการต้านออกซิเดชัน พบว่าให้ค่าที่ตรงข้ามกัน ทั้งนี้เนื่องจาก AOA แปรผกผันกับ IC₅₀ โดยทั้ง 2 ค่าเป็นค่าที่แสดงในการทำลายอนุมูล DPPH[•] ลง 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์แต่ ค่า AOA นั้นคำนวณจากส่วนกลับของปริมาณฟีน (น้ำหนักแห้ง) ในขณะที่ IC_{50} นั้นคำนวณจากความเข้มข้นที่ใช้ ดังนั้น สารสกัดพืชที่มีศักยภาพในการทำลายอนุมูล DPPH[•] สูงจะใช้ปริมาณฟีน (น้ำหนักแห้ง) หรือความเข้มข้นของสารสกัดต่ำ ในการทำลายอนุมูล ซึ่งจากผลการคำนวณพบว่า พืชที่มีศักยภาพในการต้านอนุมูลสูง 2 ชนิด ได้แก่ สารสกัดผักมันปลา (241.59 ต่อ มิลลิกรัม) และ ทะเลใต้ (95.70 ต่อ มิลลิกรัม) โดยสารสกัดผักมันปลามีศักยภาพในการทำลายอนุมูล DPPH[•] มากกว่าพืชชนิดอื่นๆ

Table 2 Antioxidant activities of 18 selected Thai local plants extracts.

Common name	DPPH free radical scavenging activity ¹		Hydroxyl radical scavenging activity (mg Trolox equivalence/g dry basis)	TBARS (mg Trolox equivalence/g dry basis)
	AOA (/mg)	IC_{50} (mg/ml)		
Munpla	241.59±5.68a	0.04±0.00m	2.87±0.01c	0.79±0.01i
Talo	95.70±3.66b	0.13±0.00j	4.70±0.01b	5.46±0.02c
Miang pa	40.83±1.40e	0.06±0.00l	2.38±0.01e	1.25±0.01g
Phak phai	18.92±0.45g	0.24±0.00g	2.33±0.00j	0.17±0.00q
Koh khao	58.08±0.69c	0.10±0.00k	2.38±0.00e	9.91±0.07b
Som jee	44.93±1.32d	0.13±0.00j	2.24±0.01m	0.39±0.00m
Mee men	40.36±1.03e	0.05±0.00l	2.35±0.00h	0.61±0.01k
Tio klang	17.39±0.77g	0.24±0.00g	2.37±0.00f	0.22±0.00p
Tio khao	23.57±1.20f	0.25±0.00g	2.31±0.00k	19.29±0.02a
Pam	24.77±0.64f	0.18±0.00h	4.81±0.01a	2.21±0.01d
Mee bang	15.46±0.51h	0.13±0.00j	2.36±0.00g	1.24±0.01gh
Som pi	9.61±0.40i	0.40±0.01f	2.39±0.00d	0.33±0.00n
Chiang da	2.28±0.07jkl	1.38±0.03c	2.23±0.01n	0.25±0.00o
Saeo	3.50±0.03jk	1.02±0.01e	2.33±0.00i	0.46±0.00l
Huan mu	2.84±0.17jk	1.51±0.01b	2.39±0.00d	1.69±0.01e
Phak plang	0.58±0.03l	2.18±0.02a	0.93±0.00p	0.71±0.01j
Ya wan	4.06±0.19j	0.15±0.00i	2.29±0.00l	1.64±0.02f
Seaw kaew	1.75±0.02kl	1.15±0.02d	0.97±0.00o	1.22±0.01h

¹Reported by AOA (/mg) and IC_{50} (mg/ml).

The difference in letter on column represented different statistic at 95%

วิธี 2-deoxyribose degradation assay เป็นการประเมินความสามารถของสารประกอบในการให้อิเลคตรอนแก่อิออนเฟอร์ริก (Fe^{3+}) ให้เกิดเป็นอิออนเฟอร์รัส (Fe^{2+}) การกระตุ้นปฏิกิริยา Fenton ของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในการสร้างอนุมูลไฮดรอกซิล (OH^{\bullet}) จะหยุดลง จึงเรียกวีธีการนี้ว่า hydroxyl radical scavenging assay ซึ่งอนุมูล OH^{\bullet} นี้ จะ ทำให้เกิดการสลายตัวของน้ำตาลดีออกซีไรโบส และการสลายตัวของน้ำตาลชนิดนี้สามารถวัดจากการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนสีชมพูภายใต้สภาวะที่กำหนด ดังนั้นถ้าสารสกัดพืชที่สามารถให้อิเลคตรอนแก่อิออนเฟอร์ริก (Fe^{3+}) จะทำให้การสลายตัวของน้ำตาลดีออกซีไรโบสลดลง (Aruoma *et al.*, 1997) จากผลการทดลองเมื่อคำนวณความสามารถในการกำจัดอนุมูล OH^{\bullet} ของตัวอย่าง ในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลย์ของโทรลอคซ์ต่อกรัมตัวอย่างน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แห่ง (Table 2) พบว่า สารสกัดผักแปม มีความสามารถในการยับยั้งการเกิดอนุมูลไฮดรอกซิลได้ดีที่สุด โดยมีค่าความสามารถในการกำจัดอนุมูล OH[•] เท่ากับ 4.81 มิลลิกรัมต่อกรัม รองลงมาได้แก่ สารสกัดทะเลใ้ (4.70 มิลลิกรัมต่อกรัม) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารกลุ่มโพลีฟีนอลและฟลาโวนอยด์ ที่พบทั่วไปในพืช ทำหน้าที่ให้อิเลคตรอนแก้ออนของโลหะ ทำให้หยุดการกระตุ้นการสร้างอนุมูล OH[•] (Croft, 1998) สารสกัดจากพืชอื่นๆ มีค่าความสามารถในการกำจัดอนุมูล OH[•] อยู่ระหว่าง 2.23-2.39 มิลลิกรัมต่อกรัม ยกเว้นสารสกัดผักปลังและเสี้ยวแก้ว ที่มีความสามารถในการยับยั้งการเกิดอนุมูล OH[•] ต่ำมาก โดยมีค่าความสามารถในการกำจัดอนุมูล OH[•] เท่ากับ 0.93 และ 0.97 มิลลิกรัมต่อกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ

การวัดปริมาณ TBARS เป็นการวัดปริมาณสารประกอบที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาขั้นที่ 2 ของไขมัน โดยใช้หลักการวัดความเข้มข้นของสีชมพูแดง ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างกรดไธโอบาร์บิทูริก (thiobarbituric acid) กับไขมันที่ถูกออกซิไดซ์ ดังนั้นสารสกัดพืชที่มีค่า TBARS สูง แสดงว่ามีความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ไม่ดี เมื่อกำหนดความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันของตัวอย่างในหน่วยมิลลิกรัมไทโรลออกซ์ต่อกรัมตัวอย่างน้ำหนักแห้ง (Table 2) พบว่า สารสกัดขมิ้นชันมีความสามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้ดีที่สุด โดยมีค่า TBARS เท่ากับ 19.29 มิลลิกรัมต่อกรัม รองลงมา ได้แก่ สารสกัดกะอั่วขาว (9.91) และ ทะเลใ้ (5.46 มิลลิกรัมต่อกรัม) สารสกัดจากพืชอื่นๆ มีค่าความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันอยู่ระหว่าง 0.17-2.21 มิลลิกรัมต่อกรัม โดยสารสกัดผักไผ่สามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้ดีที่สุดในพืชที่ทดสอบ จากผลการทดสอบความสามารถในการต้านออกซิเดชันด้วยวิธีวิเคราะห์ทั้ง 3 วิธี พบว่า สารสกัดพืชจะมีความสามารถที่แตกต่างกัน เช่น สารสกัดผักมีนปลามีความสามารถในการทำลายอนุมูล DPPH[•] ได้ดีที่สุด แต่ความสามารถในการยับยั้งการเกิดอนุมูล OH[•] และปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ได้ปานกลาง แสดงว่าองค์ประกอบของพืชแต่ละชนิดมีความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาได้แตกต่างกัน ส่วนสารสกัดทะเลใ้มีความสามารถในการต้านออกซิเดชันสูงในทั้ง 3 วิธีการทดสอบ

3. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต้านออกซิเดชันด้วยวิธีต่างๆ ที่พบในสารสกัดจากพืช

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดกับความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันทั้ง 3 พบว่า ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและวิธี DPPH มีความสัมพันธ์กันสูงมาก โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.937 (Figure 2a) ส่วนวิธี 2-DR มีความสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำ (0.496) (Figure 2b) โดยมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดไม่มีความสัมพันธ์กับ วิธี TBARS ($p > 0.05$) (Figure 2c) แสดงว่า สารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของสกัดจากพืช มีความสามารถในการทำลายอนุมูล DPPH[•] ได้ดี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบโพลีฟีนอลในการให้อิเลคตรอนอะตอมแก่อนุมูลอิสระ (Pyo *et al.*, 2004) สอดคล้องกับรายงานของ Maisuthisakul *et al.* (2008) ที่รายงานว่า สารสกัดจากพืชที่มีปริมาณ โพลีฟีนอลและฟลาโวนอยด์เป็นองค์ประกอบสูง จะมีความสามารถในการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH สูง

ส่วนสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดอาจแสดงศักยภาพในการจับกับไอออนของโลหะเพื่อยับยั้งการสร้างอนุมูล OH[•] ได้ไม่ดี และสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดนี้ยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของไขมันได้ไม่ดี ซึ่งสังเกตได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและค่าที่ได้จากวิธี 2-DR และ วิธี TBARS มีค่าเท่ากับ 0.496 และ 0.080 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างวิธีวิเคราะห์ความสามารถในการต้านออกซิเดชันในแต่ละวิธี พบว่า วิธี DPPH กับวิธี 2-DR มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.120 (ไม่ได้แสดงผลในภาพ) ทั้งนี้เนื่องจากกลไกที่ใช้ในการทดสอบของทั้ง 2 วิธีแตกต่างกัน โดยวิธี DPPH อาศัยการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอน

ร่วมกับการเคลื่อนย้ายไฮโดรเจนอะตอมเพื่อทำลายอนุมูล DPPH[•] ส่วนวิธี 2-DR อาศัยการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอน เข้าทำปฏิกิริยากับไอออนของโลหะ เพื่อหยุดการกระตุ้นการสร้างอนุมูล OH[•]

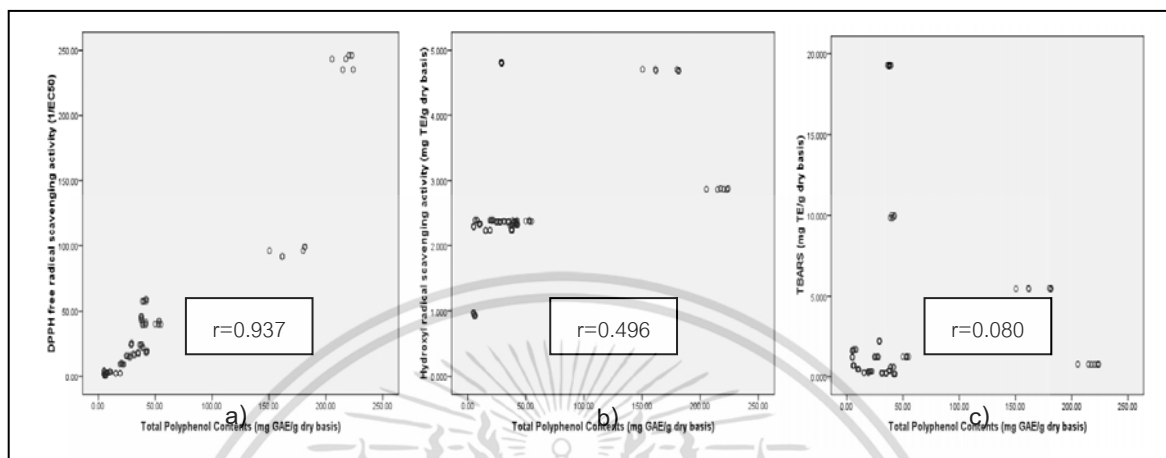


Figure 2 Correlation between total polyphenol content of 18 plants extracts and antioxidant activity using a) DPPH assay b) 2-DR assay c) TBARS assay

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการต่างๆ พบว่า วิธี TBARS ไม่มีความสัมพันธ์กับวิธีการอื่นๆ ($p > 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากวิธี TBARS ใช้กลไกในการทดสอบแตกต่างจากวิธีอื่นๆ โดยอาศัยกลไกหลายอย่างร่วมกัน เช่น การเคลื่อนย้ายไฮโดรเจนอะตอมจากสารต้านออกซิเดชันไปยังอนุมูลเปอร์ออกไซด์ หรือ อัลคอกซิล เพื่อยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ของไขมัน อีกทั้งการทดลองนี้ สกัดสารสำคัญของพืชด้วยเอทานอลจึงได้สารสำคัญที่มีขั้วมาก ซึ่งสารประกอบโพลีฟีนอลที่มีขั้วต่ำหรือละลายได้ดีในไขมันจะมีสมบัติในการต้านออกซิเดชันของไขมันได้ดี (Larguerre *et al.*, 2007)

สรุปผลการทดลอง

ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดของพืชพื้นบ้านไทย 18 ชนิดมีค่าอยู่ในช่วง 4.85-228.69 มิลลิกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) โดยสารสกัดผักมันปลา มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงที่สุด ส่วนการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของพืชพื้นบ้านทั้งหมด 3 วิธี คือ DPPH, 2-DR และ TBARS พบว่า มีความแตกต่างกัน โดยแต่ละวิธีมีค่าอยู่ในช่วง 1.75-241.59 ต่อ มิลลิกรัม, 0.93-4.81 และ 0.17-19.29 มิลลิกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ โดยสารสกัดพืชที่มีความสามารถสูงที่สุดในแต่ละวิธี คือ สารสกัดผักมันปลา ผักแปม และติ้วขาว ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า สารสกัดพืชที่มีความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันที่แตกต่างกัน และจากผลการทดลองยังพบว่า สารสกัดจากทะเลมีความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันจากการทดสอบทั้ง 3 วิธี รวมทั้งมีปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดสูง จึงน่าจะเป็นแหล่งของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันจากธรรมชาติที่ดี

นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดมีความสัมพันธ์กันสูงกับวิธี DPPH และมีความสัมพันธ์กับวิธี 2-DR ค่อนข้างต่ำ แสดงว่า สารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของสารสกัดจากพืชส่วนใหญ่ มีความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ได้ดี แต่ความสามารถในการต้านออกซิเดชันของไขมันด้วยวิธี TBARS ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และไม่มีความสัมพันธ์กับวิธีการวิเคราะห์วิธีอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- ดาลัด ศิริวัน. 2551. พฤกษเคมี สารต้านอนุมูลอิสระในอาหาร: ของขวัญจากธรรมชาติ. Food. 38(1): 45-48.
- Akroum, S., Satta, D., and Korrichi, L. 2009. Antimicrobial, antioxidant, cytotoxic activities and phytochemical screening of some Algerian plants. Eur. J. Sci. Res. 31: 289-295.
- AOAC. 2000. Total Solid Content, Gravimetric method 966.02. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist. EUA.
- Aruoma, O.I., Spencer, J.P.E., Warren, D., Jenner, P., Butler, J., and Halliwell, B. 1997. Characterization of food antioxidants, illustrated using commercial garlic and ginger preparations. Food Chem. 60: 149-156.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensm. Wiss. Technol. 28: 25-30.
- Cai, Y., Luo, Q., Sun, M., and Corke, H. 2004. Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. Life Sci. 74: 2157-2184.
- Croft, K.D. 1998. The chemistry and biological effects of flavonoids and phenolic acids. Ann. N.Y. Acad. Sci 854: 435-442.
- Katalinic, V., Milos, M., Kulisic, T., and Jukic, M. 2006. Screening of 70 medicinal plants extracts for antioxidant capacity and total phenols. Food Chem. 94: 550-557.
- Larguerre, M., Lecomte, J., and Villeneuve, P. 2007. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. Prog. Lipid Res. 46: 244-282.
- Lin, Y.S., Wu, S.S., and Lin, J.K. 2003. Determination of tea polyphenols and caffeine in tea flowers (*Camellia sinensis*) and their hydroxyl radical scavenging and nitric oxide suppressing effects. J. Agric. Food Chem. 51: 975-978.
- Maisuthisakul, P., Pasuk, S., and Ritthiruangdej, P. 2008. Relationship between antioxidant properties and chemical composition of some Thai plants. J. Food Comp. Anal. 21: 229-240.
- Maisuthisakul, P., Pongsawatmanit, R., and Gordon, M.H. 2007a. Characterization of the phytochemicals and antioxidant properties of extracts from Teaw (*Cratoxylum formosum* Dyer). Food Chem. 100: 1620-1629.
- Maisuthisakul, P., Suttajit, M., and Pongsawatmanit, R. 2007b. Assessment of phenolic content and free radical-scavenging capacity of some Thai indigenous plants. Food Chem. 100: 1409-1418.
- McDonald, R. E., and Hultin, H. O. 1987. Some characteristics of enzymic lipid peroxidation system in the microsomal fraction of flounder skeletal muscle. J. Food Sci. 52: 15-21, 27.
- Muangman, T. 2005. Antioxidant activity and protective effects of *Gymnema Inodorum* Deene. on red blood cell hemolysis and DNA damage in TK6 human lymphoblastoid cells. M.Sc. Thesis Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital. Mahidol University.
- Nakahara, K., Trakoontivakom, G., Alzoreky, N. S., Ono, H., Onishi-Kameyama, M., and Yoshida, M. 2002. Antimutagenicity of some edible Thai plants, and a bioactive carbazole alkaloid, mahanine, isolated from *Micromelum minutum*. J. Agric. Food Chem. 50: 4796-4802.
- Pilarski, R., Zieliński, H., Ciesiolka, D., and Gulewicz, K. 2006. Antioxidant activity of ethanolic and aqueous extracts of *Uncaria tomentosa* (Willd.) DC. J. Ethnopharmacol. 104: 18-23.
- Phomkaivon, N. and Areekul, V. 2009. Screening for antioxidant activity in selected Thai wild plants. As. J. Food Ag-Ind. 2(04): 433-440.
- Pyo, Y.-H., Lee, T.-C., Logendra, L., and Rosen, R.T. 2004. Antioxidant activity and phenolic compounds of Swiss chard (*Beta vulgaris* subspecies *cycla*) extracts. Food Chem. 85: 19-26.
- Rahmani, M.B., Kiew, R. Lajis, N.H., Othman, R., and Toia, R.F. 1985. A contribution to the phytochemical survey of Peninsular Malaysia. Pertanika J. 8: 347-357.
- Singh, R.P., Chaidamdara, M., and Jayaprakasha, G.K. 2002. Studies on the antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel and seed extracts using in vitro models. J. Agric. Food Chem. 50: 81-86.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventós, R.M., and Lester, P. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-ciocalteu reagent. Methods Enzymol. 299: 152-178.
- Uddin, S., and Ahmad, S. 1994. Dietary antioxidant protection against oxidative stress. Biochem Educ. 23(1): 2-7.
- Wong, C.-C., Li, H.-B., Cheng, K.-W., and Chen, F. 2006. A systematic survey of antioxidant activity of 30 Chinese medical plants using the ferric reducing antioxidant power assay. Food Chem. 97: 705-711.