

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของผักพื้นบ้าน 3 ชนิด  
Plant bioactive compounds and the antioxidant capacity of 3 local vegetables

นกน้อย ชูคงคา<sup>1</sup>, ธัญวรัตน์ ปานแก้ว<sup>2</sup>, ณกัญญา พลเสน<sup>1</sup> และ ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย<sup>1\*</sup>  
Noknoi Chookhongkha<sup>1</sup>, Thanwarat Pankaew<sup>2</sup>, Nakanya Ponsen<sup>1</sup> and Songsin Photchanachai<sup>1\*</sup>

Abstract

Plant bioactive compounds and the antioxidant capacity of 3 local vegetables, neem, finger grass and sea blite were investigated. Neem exhibited the highest chlorophyll a, total chlorophyll and vitamin c contents (6.94, 10.08 and 29.20 mg/100g FW, respectively), followed by finger grass and sea blite. Sea blite had the highest chlorophyll b content (5.88 mg/100 g FW), followed by finger grass and neem. However, neem contained the highest total phenolic compounds (208.18 mg/100 g FW). The carotenoid content of finger grass (0.71 mg/100 g FW) was higher than neem (0.62 mg/100 g FW) and sea blite (0.44 mg/100 g FW). The best antioxidant capacity, monitored by DPPH (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl) method, was observed in finger grass (78.26%) which probably was due to low phenolic content but relatively high vitamin c and chlorophyll contents which highly responded to DPPH analysis. Even though neem exhibited the highest vitamin c and total chlorophyll contents; the high phenolic compounds might interfere with DPPH reaction leading to low antioxidant capacity. It should, however, be mentioned that finger grass and neem showed high potential for bioactive compound and antioxidant capacity and would be able to be applied for healthy food.

**Keywords:** Bioactive compounds, Antioxidant capacity, Local vegetables

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของผักพื้นบ้าน 3 ชนิด คือ สะเดา แขยง และชะครามพบว่า สะเดามีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ทั้งหมดและวิตามินซีมากที่สุด (6.94, 10.08 และ 29.20 mg/100 g FW ตามลำดับ) รองลงมาคือ แขยงและชะคราม ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ บี พบมากที่สุดในชะคราม (5.88 mg/100 g FW) รองลงมาคือ แขยงและสะเดา แต่สะเดามีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด (208.18 mg/100 g FW) มากที่สุด ขณะที่แขยงมีปริมาณแคโรทีนอยด์ (0.71 mg/100 g FW) สูงกว่าสะเดา (0.62 mg/100 g FW) และชะคราม (0.44 mg/100 g FW) เมื่อวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl) พบว่า แขยงมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (78.26%) สูงที่สุด เนื่องจากแขยงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลน้อย แต่มีวิตามินซีและคลอโรฟิลล์ค่อนข้างมากซึ่งตอบสนองต่อการวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH ได้ดี ขณะที่สะเดามีปริมาณวิตามินซีและคลอโรฟิลล์ทั้งหมดสูงแต่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลมาก จึงทำให้มีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ตรวจวัดด้วยวิธีนี้ต่ำ ดังนั้น จากผลการทดลองอาจกล่าวได้ว่า ทั้งแขยงและสะเดามีศักยภาพสูงในการเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และน่าจะสามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ

**คำสำคัญ:** สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ผักพื้นบ้าน

บทนำ

เนื่องจากผู้บริโภคต้องการอาหารที่มีความสะอาด ปราศจากสารพิษตกค้าง และมีสารอาหารที่มีสมบัติในการส่งเสริมสุขภาพ การบริโภคผักและผลไม้ช่วยในการป้องกันและบำบัดโรคได้หลายชนิด โดยเฉพาะการบริโภคผักพื้นบ้านซึ่งรายงานว่ามีศักยภาพในการเป็นสารต้านมะเร็งและโรคในระบบหัวใจและหลอดเลือด รวมทั้งการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ จึงมีการรณรงค์

<sup>1</sup>หลักสูตรเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140

<sup>1</sup>Postharvest Technology Program, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University Thonburi, Bangkok, 10140

<sup>2</sup>โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ ตำบลบางต๊อนเปิด อ. เมือง จ. ฉะเชิงเทรา 24000

<sup>2</sup> Benchamaratrungrasit school, Bangteenped, Muang, Chachoengsao, 24000

\*Corresponding Author

ให้บริโภคผักพื้นบ้านมากขึ้น (บังอร และศศิลักษณ์, 2549) อย่างไรก็ตาม ผักพื้นบ้านมักมีรสขมหรือฝาด ทำให้การบริโภคสดหรือนำมาเป็นส่วนประกอบในการปรุงอาหารทำได้ยาก จึงมีการศึกษาวิจัยถึงกระบวนการแปรรูปเบื้องต้นเพื่อสะดวกในการบริโภค สำหรับผักพื้นบ้านที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ แขยง (*Limnophila aromatica* Merr.) ซึ่งบริโภคส่วนของยอดอ่อน ลำต้นสีเขียวถึงเขียวอ่อน อวบน้ำ มีกลิ่นหอมหรือกลิ่นฉุนรุนแรง ใบเขียวอ่อน ขนาดเล็ก รูปใบรี ฐานใบจะหุ้มลำต้นเอาไว้ ด้านบนของใบมีต่อมเล็ก ๆ (Figure 1A) พบบริเวณคันนา นาข้าว ตามที่ขึ้นแฉะ และริมคูน้ำ มีสรรพคุณช่วยลดไข้ แก้คัน ฝี กลาก ลดอาการบวม และเป็นยาระบายอ่อน ๆ (ก่องกานดา, 2544) สะเดา (*Azadirachta indica* Juss. var. *siamensis* Valetton) นิยมบริโภคส่วนของยอดอ่อนและดอก ใบอ่อนมีสีเขียว ลักษณะแผ่นใบบาง (Figure 1B) สามารถเจริญเติบโตได้ทุกภาคของประเทศ มีสรรพคุณส่งเสริมการสร้างภูมิคุ้มกันให้ร่างกาย แก้ไข้ ช่วยย่อยอาหาร และช่วยให้นอนหลับสบาย (โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2554) และชะคราม (*Suaeda maritime*) นิยมนำส่วนยอดอ่อนมาบริโภค ใบมีลักษณะอวบน้ำสีเขียวสดหรือสีเขียวอมม่วง มีนวลที่ผิวใบ ในฤดูแล้งจะเปลี่ยนเป็นสีแดงอมม่วงอ่อน (Figure 1C) สามารถเจริญได้ในบริเวณดินเค็ม พื้นที่โล่ง ส่วนของรากใช้เป็นยาบำรุงกระดูก แก้พิษฝีภายใน ดับพิษในกระดูก น้ำเหลืองเสีย ผื่นคัน โรคผิวหนัง และเส้นเอ็นพิการ (ฐานข้อมูลสมุนไพรไทย, 2554) อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีรายงานการตรวจวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและสารต้านอนุมูลอิสระของผักแขยง สะเดา และชะคราม เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ หรือเป็นข้อมูลให้กับผู้บริโภคที่มีความสนใจในการบริโภคผักพื้นบ้าน และเป็นการขยายตลาดผักพื้นบ้านให้มีมูลค่าทัดเทียมกับผักเศรษฐกิจชนิดอื่น ๆ ต่อไป



Figure 1 Characteristic of Finger grass (A), Neem (B) and Sea blite (C)

### อุปกรณ์และวิธีการ

นำส่วนที่บริโภคได้ของแขยง (ลำต้นและใบอ่อน) สะเดา (ใบอ่อนไม่รวมก้านใบ) จากตลาดสดทุ่งครุ กทม. และชะคราม (ลำต้นและใบอ่อน) เก็บจากบริเวณชายเลน บางขุนเทียน กทม. ช่วงเดือนเมษายน 2553 มาตรวจวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และบี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด และแคโรทีนอยด์ โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 470, 645, 663 นาโนเมตร ด้วย UV-1601 spectrophotometer เทียบกับ Blank (80 เปอร์เซ็นต์ อะซีโตน) (ดัดแปลงจาก Arnon, 1949) ปริมาณวิตามินซี วัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร เทียบกับกราฟมาตรฐานของแอสคอบิก แอซิด (Roe *et al.*, 1948) ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดโดยวิธี Folin-Ciocalteu (Singleton และ Rossi, 1965) และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (%DPPH radical scavenging activity) (ดัดแปลงจาก Thaipong *et al.*, 2006) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรม SAS ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

### ผลและวิจารณ์

ผักพื้นบ้าน 3 ชนิด คือ แขยงซึ่งนำส่วนของลำต้นลักษณะอวบน้ำ สีขาวถึงเขียวอ่อน และใบมีสีเขียวอ่อน ส่วนสะเดานำส่วนใบอ่อนมีสีเขียว ลักษณะแผ่นใบบาง ไม่รวมก้านใบ และชะคราม นำส่วนของลำต้นและใบอ่อนลักษณะอวบน้ำ มีนวล สีเขียว ส่วนยอดสีเขียวอมม่วง เมื่อวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระพบว่า สะเดามีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และคลอโรฟิลล์ เอ สูงที่สุด (10.08 และ 6.94 mg/100 g FW) (Table 1) เนื่องจากคลอโรฟิลล์ เอ เป็นรงควัตถุที่มีสีเขียวอมน้ำเงิน (ลิลลี่ และคณะ, 2552) และใบสะเดาที่นำมาวิเคราะห์มีสีเขียวเข้มกว่าทั้งแขยงและชะครามซึ่งมีรงควัตถุชนิดอื่น ๆ ซึ่งสังเกตได้จากปริมาณคลอโรฟิลล์ บี เป็นรงควัตถุที่มีสีเขียวอมเหลือง (ลิลลี่ และคณะ, 2552) พบมากที่สุดในชะคราม รองลงมาคือแขยงและสะเดา (5.88, 4.44 และ 3.06 mg/100 g FW) ตามลำดับ (Table 1) ขณะเดียวกันแขยงมีปริมาณแคโรทีนอยด์ที่เป็นรงควัตถุสีแดง ส้ม เหลือง (ลิลลี่ และคณะ, 2552) สูงที่สุด (5.98 mg/100 g FW) แต่ไม่แตกต่างจากชะคราม (5.30 mg/100 g FW) (Table 1) เนื่องจากความแตกต่างของส่วนที่นำมาวิเคราะห์และพันธุกรรมของผัก

พื้นบ้าน 3 ชนิด โดยสามารถสังเกตได้จากสีใบส่งผลให้ทั้งแขวง สะเดา และชะคราม มีสัดส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด คลอโรฟิลล์ เอ และบีแตกต่างกัน โดยทั่วไปปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และคลอโรฟิลล์ เอ พบว่ามีความสัมพันธ์กับปริมาณ วิตามินซี (Gonçalves et al., 2009) ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการทดลองนี้เช่นกันคือ พบวิตามินซีมากที่สุดใ้ในสะเดาคือ 29.20 mg/100 g FW รองลงมาคือแขวง (11.70 mg/100 g FW) และชะคราม (10.58 mg/100 g FW) (Table 1) แต่มีรายงานว่า สะเดาที่เก็บเกี่ยวช่วงเดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์มีปริมาณวิตามินซีสูงถึง 194 mg/100 g FW แสดงว่าความแตกต่างของ ปริมาณวิตามินซี นอกจากมีผลมาจากชนิดของพืชหรือส่วนที่นำมาวิเคราะห์แล้ว ยังมีผลจากสภาพการเพาะปลูก วิธีการเก็บ รักษา ความสดใหม่ รวมถึงวิธีการสกัดและวิธีการวิเคราะห์อีกด้วย (นันท์นภัส, 2554 ใน นิธิยา รัตนานนท์และณัย บุญย เกียรติ, 2548) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีของสะเดากับผลไม้ที่นิยมบริโภคสดหรือนำไปแปรรูป เช่น แอปเปิ้ลเขียวหรือแดงมี วิตามินซี 1-2 mg/100 g FW ส้มเขียวหวาน และสับปะรด (20 และ 22 mg/100 g FW) ซึ่งน้อยกว่าสะเดาถึง 20 เท่า (สำนัก โภชนาการ, 2554 และ Hassimotto et al., 2005) เป็นต้น สารสำคัญในการต้านอนุมูลอิสระอีกชนิดคือ ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดซึ่งพบมากที่สุดในสะเดาและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (208.18 mg/100 g FW) เมื่อเปรียบเทียบกับ ชะครามและแขวงซึ่งมีเพียง 38.52 และ 30.94 mg/100 g FW (Table 1) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากரசวมของใบสะเดาที่เป็นผลมา จากสารในกลุ่มฟีนอล (จริงแท้, 2542) สารที่ให้รสขมในสะเดาได้แก่ นิมบิน (nimbin) นิมบิเนน (nimbinene) นิมแบนดิโอด (nimbandiol) นิมโบไลด์ (nimbolide) 6-เดส-อะซิetyl นิมบิเนน (6-desacetyl nimbinene) และเคอร์ซีติน (quercetin) (ขวัญชัย, 2554) Ghimeray et al. (2009) พบว่าสารประกอบฟีนอลมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารนิมบินในใบสะเดา นอกจากนี้สะเดา ยังมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าพืชอื่นที่ให้รสขม เช่น มะระ (bitter melon) ที่มีเพียง 143.6 mg /100 g FW (Lin and Tang, 2007) จากปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่แตกต่างกันส่งผลให้ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่วิเคราะห์ ด้วยวิธี DPPH แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยแขวงมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด คือ 78.26% รองลงมา คือ ชะคราม 68.73% และสะเดา 55.98% (Table 1) เนื่องจากแขวงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลน้อย แต่มีปริมาณวิตามินซี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดซึ่งตอบสนองต่อการวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH ได้ดี ขณะที่ สะเดามีปริมาณวิตามินซีและคลอโรฟิลล์ ทั้งหมดสูงแต่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลมาก จึงทำให้มีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ตรวจวัดด้วยวิธีนี้ต่ำ ดังนั้น การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH จึงน่าจะไม่เหมาะสมสำหรับพืชผักที่มีปริมาณสารประกอบ ฟีนอลสูง ส่วนชะครามแม้จะพบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพชนิดต่างๆ ไม่สูงมากเท่ากับพืชทั้งสองชนิดแต่มีความสามารถในการ ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสะเดามากกว่า 50% อาจเป็นไปได้ว่าในชะครามมีสารที่อยู่ในกลุ่มฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระชนิดอื่นๆ ที่ ตอบสนองต่อการตรวจวัดด้วยวิธี DPPH (ระวีวรรณและทรงพร, 2549) อย่างไรก็ตาม ควรทำการวิเคราะห์ความสามารถในการ ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการอื่นๆ เช่น วิธี ABTS (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonate) และ FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) เป็นต้น เพื่อนำมาเปรียบเทียบและยืนยันผลการทดลอง ฉะนั้น เพื่อให้ทราบชนิดของสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ นี้จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติม จากผลการวิเคราะห์นี้อาจกล่าวได้ว่าแขวงมีศักยภาพเป็นพืชผักที่สามารถต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด และน่าจะเป็นพืชทางเลือกหนึ่งในการนำไปสกัดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ หรือเป็นข้อมูลเบื้องต้นให้กับผู้บริโภค

### สรุป

ผักพื้นบ้าน 3 ชนิด คือ สะเดา ชะคราม และแขวง มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลากหลายชนิดในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยสะเดามีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด วิตามินซีและสารประกอบฟีนอลทั้งหมดมากที่สุด ส่วนชะคราม มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บีมากที่สุด ขณะที่แขวงมีปริมาณแคโรทีนอยด์มากที่สุด และมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูง ที่สุด ดังนั้น แขวงมีศักยภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด

Table 1 The chlorophyll a and b, total chlorophyll, carotenoids, vitamin c, total phenolic compounds contents and antioxidant capacity of 3 local vegetables.

| Local vegetables | Plant bioactive compounds |                            |                                 |                          |                        |  |                              |
|------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------|--|------------------------------|
|                  | Chlorophyll a (mg/100gFW) | Chlorophyll b (mg/100g FW) | Total chlorophylls (mg/100g FW) | Carotenoids (mg/100g FW) | Vitamin C (mg/100g FW) | Total phenolic compounds (mg/100 g FW) | Antioxidant capacity (%DPPH) |
| Finger grass     | 4.41b                     | 4.44b                      | 5.98b                           | 0.71                     | 11.70b                 | 30.94b                                 | 78.26a                       |
| Neem             | 6.94a                     | 3.06c                      | 10.08a                          | 0.62                     | 29.20a                 | 208.18a                                | 55.98c                       |
| Sea blite        | 4.13b                     | 5.88a                      | 5.30b                           | 0.44                     | 10.58b                 | 38.52b                                 | 63.98b                       |
| C.V. (%)         | 21.04                     | 11.78                      | 23.12                           | 27.98                    | 7.08                   | 11.18                                  | 5.39                         |
| F-test           | *                         | **                         | *                               | ns                       | **                     | **                                     | **                           |

Means in the same column followed by same letter are not significantly different by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at  $P \leq 0.05$

ns = not significantly different, \* = significantly different  $p \leq 0.05$ , \*\* = significantly different  $p \leq 0.01$

### เอกสารอ้างอิง

- กองกานดา ชยามฤต และ ลีนา ผู้พัฒนาพงศ์. 2544. สมุนไพรไทย ตอนที่ 7. บริษัท ประชาชน จำกัด. กรุงเทพฯ.
- ขวัญชัย สมบัติศิริ. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ ฉบับที่ 1 โครงการเกษตรสู่ชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: [http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/herb\\_gar/need2.pdf](http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/herb_gar/need2.pdf) (7 มิถุนายน 2554).
- โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. สรรพคุณสมุนไพร [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: [http://www.rspg.or.th/plants\\_data/herbs/herbs\\_09\\_15.htm](http://www.rspg.or.th/plants_data/herbs/herbs_09_15.htm) (2 มิ.ย. 2554).
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2542. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ. 396 น.
- ฐานข้อมูลสมุนไพรไทย [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://thaiherb.most.go.th/?q=node/176> (4 มิถุนายน 2554).
- นันทน์นภัส เต็มวงศ์. 2554. บทความวิจัย: ความสัมพันธ์ของสารประกอบฟีนอลิกกับความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระในพืช. สาขาวิชาเทคนิคการแพทย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: [http://sci.bsru.ac.th/dept/\\_mt/picnew/n1.doc](http://sci.bsru.ac.th/dept/_mt/picnew/n1.doc) (5 มิถุนายน 2554).
- บังอร วงศ์รักษ์ และศศิลักษณ์ ปิยะสุวรรณ. 2549. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผักพื้นบ้าน. โครงการพิเศษปริญญาเภสัชศาสตร์บัณฑิต คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. นครปฐม. 51 น.
- ระวีวรรณ แก้วอมตวงศ์ และทรงพร จึงมั่นคง. 2549. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณสารฟีนอลรวมของสารสกัดพืชสมุนไพรไทยบางชนิด. ว. วิชาการ ม. อบ. 2:76-88.
- ลิลลี่ กาวีตะ มาลี ณ นคร ศรีสม สุวรรณวงศ์ และสรียา ต้นติวิวัฒน์. 2552. สรีรวิทยาของพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ. 261 น.
- สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://nutrition.anamai.moph.go.th/temp/main/view.php?group=3&id=117> (5 มิถุนายน 2554).
- Arnon, D.T. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplast polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology 24 :1-15.
- Ghimera, A.K., C.W. Jin, B.K. Ghimire and D.H. Cho. 2009. Antioxidant activity and quantitative estimation of azadirachtin and nimbin in *Azadirachta Indica* A. Juss grown in foothills of Nepal. AJB.8: 3084-3091. [Online.]. Available source: <http://www.ajol.info/index.php/ajb/article/viewFile/60994/49201> (6 June 2011).
- Gonçalves, E.M., R.M.S. Cruz, M. Abreu, T.R.S. Brandão and C.L.M. Silva. 2009. Biochemical and colour changes of watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.) during freezing and frozen storage. J. Food Eng. 93: 32-39.
- Hassimotto, N.M.A., M.I. Genovese and F.M. Lajolo. 2005. Antioxidant Activity of Dietary Fruits, Vegetables, and Commercial Frozen Fruit Pulps. J. Agric. Food Chem. 53: 2928-2935.
- Lin, J.Y. and C.Y. Tang. 2007. Determination of total phenolic and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. Food Chemistry 101: 140-147.
- Roe, J.H. and C.A. Kuether. 1943. Determination of ascorbic acid in whole blood and urine through the 2,4-dinitrophenylhydrazine derivative of dehydroascorbic acid. J. Biol. Chem. 147: 399-407.
- Singleton, V.L., R. Orthofer and R.M. Lamuela-Raventos. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Meth. Enz. 299: 152-178.
- Thaipong, K., U. Boonprakob, K. Crosby, L. Cisneros-Zevallos and D.H. Byrne. 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. J. Food Comp. Anal. 19: 669-675.