

องค์ประกอบทางเคมีและสารออกฤทธิ์ชีวภาพในใบและเมือกจากใบปอโมโรเฮีย Chemical compositions and bioactive compounds from leaves and mucilage of moroheiya (*Corchorus Olitorius* L.)

อนุชิตา มุ่งงาม (Anuchita Moongngarm)¹
วิภาวดี พันธุ์หนองหว้า (Vipawadee Punnongwa)²
ศศิชา โพธิ์อุทุม (Sasicha Phoudom)³
สุชาดา อนันทอง (Suchada Ananthong)³
มานิตย์ อ่อนนางใย (Manit On-nangyai)⁴

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และสารออกฤทธิ์ชีวภาพของใบปอโมโรเฮียหรือปอกระเจาฝักยาว (*Corchorus Olitorius* L.) ทั้งในส่วนใบและเมือกที่สกัดได้จากใบ องค์ประกอบทางเคมีของใบที่ทำการวิเคราะห์ได้แก่ เถ้า เส้นใยดิบ ไขมัน โปรตีนและคาร์โบไฮเดรต ผลจากการศึกษาพบว่าปริมาณเท่ากับร้อยละ 7.08, 3.54, 1.53, 3.25 และ 3.56 น้ำหนักเปียก ตามลำดับ ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ชีวภาพและวิตามินบางชนิด ได้แก่ เบต้าแคโรทีน อัลฟาโทโคเฟอรอล กรดแอสคอร์บิก และสารประกอบฟีนอลิก พบว่ามีปริมาณเท่ากับ 35.37, 71.31, 130.53 และ 552.20 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ขณะที่โทอะมิน ไรโบฟลาวิน ในอะซิน ไพรดอกซิน และกรดโฟลิก มีปริมาณเท่ากับ 0.018, 0.081, 0.066, 0.013 และ 0.66 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง ส่วนปริมาณเมือกที่สกัดจากใบปอซึ่งสกัดด้วยโพรพานอล มีค่าสูงที่สุดคือเท่ากับร้อยละ 13.95 โดยองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของเมือกได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เส้นใยดิบ และเถ้า มีปริมาณเท่ากับร้อยละ 58.89, 28.92, 1.11 , 0.46 และ 10.62 น้ำหนักแห้ง และจากการศึกษาชนิดและปริมาณของน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบหลักของเมือกพบว่าประกอบด้วยน้ำตาล ซิโลส กลูโคส และ อะราบิโนส โดยมีปริมาณเท่ากับร้อยละ 8.43, 8.39 และ 6.34 ตามลำดับ

Abstract

The study aimed to determine chemical compositions and bioactive compounds as well as mucilage content from leaves of moroheiya or jute mallow (*Corchorus olitorius* L.). The results indicated that the levels of ash, crude fiber, fat, protein and carbohydrate were 7.08, 3.54, 1.53, 3.23, and 3.56 % wet weight, respectively. The concentrations of bioactive compounds and vitamins including b-carotene, a-tocopherol,

¹ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

²นักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

³นักศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

⁴เจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ascorbic acid, and total phenolic compounds were 35.374, 71.311, 130.533, and 550.20 mg/100g whereas the concentrations of thiamin, niacin, pyridoxine, riboflavin, and folic acid were 0.018, 0.081, 0.066, 0.013, and 0.66 mg/100 g dried weight, respectively. The amount of mucilage from leaves of moroheiya extracted using 2-propanol was 13.95%. The chemical compositions of mucilage including carbohydrate, protein, fat, fiber, and ash were 58.89, 28.92, 1.11, 0.46, and 10.62% dry weight respectively. The major sugars, xylose, glucose, and arabinose contained in the mucilage were 8.43, 8.39, and 6.34 %, respectively.

คำสำคัญ : ปอโมโรเฮีย, ปอกระเจาฝักยาว, สารออกฤทธิ์ชีวภาพ

Keywords: Jute's mallow, *Corchorus olitorius* L., Moroheiya, Bioactive compounds

บทนำ

ปอโมโรเฮียหรือปอกระเจาฝักยาว (*Corchorus olitorius* L.) เป็นพืชชนิดหนึ่งที่ถูกอ้างว่ามีคุณค่าทางอาหารสูง และเป็นแหล่งที่ดีของสารออกฤทธิ์ชีวภาพ โดยเฉพาะเป็นแหล่งของเบต้าแคโรทีน (b-carotene) ซึ่งสารออกฤทธิ์ชีวภาพหมายถึงสารที่อยู่ในอาหารที่นอกจากเป็นสารอาหารแล้วยังมีผลต่อร่างกายในเชิงป้องกันโรค ทำให้สุขภาพแข็งแรง สารในกลุ่มนี้อาจเรียกชื่อได้หลายอย่าง เช่น bioactive compounds, phytochemicals หรือ functional components เป็นต้น (Pennington, 2002) นอกจากเบต้าแคโรทีน แล้ว Azuma et al. (1999) รายงานว่าใบปอกระเจาฝักยาวมีปริมาณอัลฟาโทโคเฟอรอล (a-tocopherol) เท่ากับ 14.0 มิลลิกรัม/100กรัม ขณะที่ Tulio (2002) รายงานว่าวิตามินซีในรากอ่อนและใบสดมีปริมาณ เท่ากับ 70 มิลลิกรัม/100 กรัม และ 105 มิลลิกรัม/100กรัม น้ำหนักเปียก ส่วนปริมาณสารฟีนอลิก มีปริมาณ เท่ากับ 503 มิลลิกรัม/100 กรัม (Sato, 2002) ซึ่งสารฟีนอลิกส่วนใหญ่คือกลุ่ม quercitin (Azuma et al., 1999) นอกจากนี้ยังมีรายงานถึงสารสำคัญอื่นๆ ที่พบในส่วนต่างๆของปอโมโรเฮีย รวมถึงบทบาทสำคัญของสารนั้นๆ เช่น Zeid (2002) พบว่า สาร phytoalexins จากใบอ่อนของปอกระเจาฝักยาวสดสามารถต้านการเจริญของแบคทีเรีย เช่น *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* และยีสต์ เช่น *Saccharomyces cerevisiae*

ได้ในขณะที่ Gupta และคณะ (2003) รายงานว่าเมล็ดของปอโมโรเฮีย มีสาร cardenolide glycosides สามารถบรรเทาอาการระคายเคือง ช่วยขับปัสสาวะ ลดการอักเสบของกระเพาะปัสสาวะ และ ลดไข้บรรเทาปวด

นอกจากสารอาหารข้างต้นแล้วใบปอโมโรเฮียยังมีเมือก (mucilage) ซึ่งเป็น hetero-polysaccharide ประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เช่น อะราบินอส (arabinose) กาแล็คโตส (galactose), กลูโคส (glucose) แมนโนส (mannose) และ ไคโลส (xylose) เป็นต้น (Benhura and Chidewe, 2002) ในอุตสาหกรรมอาหารมีการนำเมือกไปใช้ประโยชน์ เช่น ใช้เป็นสารเพิ่มความคงตัว สารเพิ่มความหนืด สารอิมัลซิไฟเออร์ เพิ่มความสามารถในการจับตัวของอาหาร เคลือบผิวผลไม้ เป็นต้น (Benhura and Chidewe, 2002) โดยมีงานวิจัยบางส่วนได้รายงานเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของสารเมือกจากพืชชนิดต่าง เช่น เมือกจากกระบองเพชร (*Opuntia ficus indica*) ถูกนำมาบรรจุในแคปซูล แล้วใช้รักษาผู้ป่วยที่มีปัญหาภาวะระดับน้ำตาลในเลือดผิดปกติ หรือเมื่อนำมาทดลองกับหนูทดลองพบว่า สามารถควบคุมระดับคอเลสเตอรอลในหนูได้ (Del-Valle et al., 2005) อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ และองค์ประกอบทางเคมีของสารเมือก รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบทางเคมีและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญในใบปอโมโรเฮีย ก็ยังมีไม่แพร่หลาย ทั้งๆที่ในปัจจุบัน

พื้นที่การปลูกและการบริโภค รวมถึงการส่งออกพืชชนิดนี้มีมากขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเกิดขึ้นเพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี สารออกฤทธิ์ชีวภาพ วิธีการสกัดสารเมือก และองค์ประกอบทางเคมีบางประการของสารเมือกจากใบโปโมโรเฮยะด้วย

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

ใบโปโมโรเฮยะได้จากการนำเมล็ดพันธุ์มาปลูกในแปลงกลางแจ้ง ในเขตตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 60-90 วัน โดยเก็บทั้งใบอ่อนและใบแก่ทั้งต้น

2. สารเคมี

สารเคมีที่ใช้ทั้งหมดเป็นเกรดเพื่อการวิเคราะห์ ได้แก่ methanol, hexane, acetonitrile, ethanol, 2-propanol, acetone (BDH), metaphosphoric acid, trifluoroacetic acid (Merck), thiamin, riboflavin, niacin, pyridoxine, folic acid, retinol, α -tocopherol (Sigma), ascorbic acid, β -carotene (Fluka)

3. การวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมี

ทำการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ของแข็งรวม เถ้า เส้นใยดิบ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต โดยใช้วิธีของ AOAC (2000)

4. การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและวิตามิน ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ เบต้าแคโรทีน อัลฟา-โทโคเฟอรอลและ เรตินอล

เตรียมสารละลายมาตรฐานเบต้าแคโรทีน อัลฟา-โทโคเฟอรอลและ เรตินอล โดยละลายสารมาตรฐานด้วยเฮกเซนให้ได้ความเข้มข้นตามต้องการ แล้วทำการวิเคราะห์โดยดัดแปลงจากวิธีของ Barua and Olson, 1998) ดังนี้ ซึ่งตัวอย่างใบปอสดที่หั่นละเอียดแล้วจำนวน 5 กรัม นำมาสกัดด้วยสารผสมระหว่าง 2-propanol กับ dichloromethane (2:1) จำนวน 60 มิลลิลิตร ด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำตัวอย่างที่ผสมแล้วใส่หลอดที่มีฝาปิดสนิท นำไปไว้ในตู้แช่เยือกแข็ง (-20 องศาเซลเซียส)เป็นเวลา 2

วัน โดยแต่ละวันนำตัวอย่างมาเขย่าด้วยเครื่องเขย่าแบบใช้เสียง (sonicator) เป็นเวลา 5 นาที เมื่อครบเวลาทำการปั่นเหวี่ยงตัวอย่างที่ 4 องศาเซลเซียส (6000 รอบ/นาที) แยกเอาส่วนใส ไปทำการระเหยให้แห้งโดยเครื่อง rotary evaporator แล้วทำการละลายกลับด้วยสารผสม 2-propanol : dichloromethane (2:1) จำนวน 4 มิลลิลิตร ก่อนนำไปวิเคราะห์ กรองด้วย micro filter membrane ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.45 ไมครอน สารที่สกัดได้ นำไปวิเคราะห์ สารต่าง ๆ ดังนี้

ก. วิเคราะห์เบต้าแคโรทีน (Barua and Olson, 1998) โดยใช้ HPLC-UV detector (Spectra physics SP 800) ความยาวคลื่นเท่ากับ 450 นาโนเมตร คอลัมน์ที่ใช้ คือ C18, 5ไมครอน, 4.60x150 มิลลิเมตร (Phenomenex, USA) เฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) ประกอบด้วยเมทานอลและน้ำ ทำการเปลี่ยนอัตราส่วนของเมทานอลและน้ำ (gradient) ตลอดการวิเคราะห์ เริ่มต้นโดยปรับอัตราส่วนของเมทานอลต่อน้ำเท่ากับ 90 : 10 แล้วเปลี่ยนเป็นเมทานอลร้อยละ 100 ภายในเวลา 10 นาที และคงอยู่ด้วยเมทานอลร้อยละ 100 เป็นเวลาที่ 35 นาที ด้วยอัตราการไหล 1 มิลลิลิตร/นาที ปริมาตรที่ฉีด 20 ไมโครลิตร

ข. การวิเคราะห์อัลฟา-โทโคเฟอรอล (Barua and Olson, 1998) ด้วย HPLC-UV detector (Spectra physics SP 800) ความยาวคลื่น 292 นาโนเมตร คอลัมน์ที่ใช้ คือ C18, 5ไมครอน, 4.60x220 มิลลิเมตร (Pierce, USA) เฟสเคลื่อนที่ ประกอบด้วยเมทานอลและน้ำ ทำการเปลี่ยนอัตราส่วนของเมทานอลและน้ำ ตลอดการวิเคราะห์ โดยที่เวลาเริ่มต้นให้อัตราส่วนของเมทานอล : น้ำ เท่ากับ 90 : 10 นาน 10 นาที แล้วเปลี่ยนเป็นเมทานอลร้อยละ 100 ภายใน เวลา 12 นาที และคงอยู่ด้วยเมทานอลร้อยละ 100 เป็นเวลาที่ 25 นาที อัตราการไหลเท่ากับ 1 มิลลิลิตร/นาที ปริมาตรที่ฉีด 20 ไมโครลิตร

ค. วิเคราะห์เรตินอล (Barua and Olson, 1998) โดยวิธี HPLC-UV detector ความยาวคลื่น 326 นาโนเมตร (Shimadzu, Japan) คอลัมน์ที่ใช้คือ C18, 5ไมครอน, 4.60x220 มิลลิเมตร (Pierce, USA) เฟส

เคลื่อนที่ ประกอบด้วยเมทานอลและน้ำ ทำการเปลี่ยนอัตราส่วนของเมทานอลและน้ำตลอดการวิเคราะห์โดยที่เวลาเริ่มต้นให้อัตราส่วนของ เมทานอล : น้ำ เท่ากับ 85 : 15 นาน 5 นาที อัตราการไหลเท่ากับ 0.5 มิลลิลิตร/นาที แล้วเปลี่ยนเป็นเมทานอล ร้อยละ 100 ภายใน เวลา 10 นาที ด้วยอัตราการไหลเท่ากับ 0.6 มิลลิลิตร/นาที จากนั้น เมื่อครบ 20 นาที เพิ่มอัตราการไหลเท่ากับ 1.2 มิลลิลิตร/นาที และคงอยู่จนครบเวลา 25 นาที ก่อนปรับอัตราการไหล และ อัตราส่วนของเมทานอลต่อน้ำ 85 :15 มาเป็นสภาวะเริ่มต้นอีกครั้ง ใน นาทีที่ 30 ปริมาตรที่ฉีด 20 ไมโครลิตร

4.2 การวิเคราะห์กรดแอสคอร์บิก

โดยเตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิกโดยละลายในน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้นตามที่ต้องการ (Abdulnabi, 1997) สกัดตัวอย่างโดยชั่งตัวอย่างใบปอสดบดละเอียด 10 กรัม นำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นในสารละลาย 2 – metaphosphoric acid ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 10 นาที ในสภาวะที่ไม่มีแสง จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยง (6000 รอบ/นาที) นำส่วนใสมากรองด้วย micro filter membrane ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.45 ไมครอน ก่อนนำมาวิเคราะห์กรดแอสคอร์บิกโดย HPLC-PDA detector (Hewlett Packard) โดยใช้คอลัมน์ C18, 5 ไมครอน 4.60x150 มิลลิเมตร (Phenomenex, USA) เฟสเคลื่อนที่ประกอบด้วยเมทานอลและสารละลาย KH_2PO_4 ความเข้มข้น 0.1 โมล ทำการเปลี่ยนอัตราส่วนของเมทานอลและ KH_2PO_4 ตลอดการวิเคราะห์โดยที่เวลาเริ่มต้นให้เมทานอล : KH_2PO_4 (3 : 97) เป็นเวลา 5 นาที อัตราการไหลเป็น 0.75 มิลลิลิตร/นาที ไปเป็น 1 มิลลิลิตร/นาที ใน นาทีที่ 8 ปริมาตรที่ฉีดเท่ากับ 20 ไมโครลิตร

4.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

(ดัดแปลงจากวิธีของ Dasgupta and De, 2004)

ชั่งตัวอย่างใบปอ 12.5 กรัม นำมาสกัดด้วยเอทานอล 95% จำนวน 250 มิลลิลิตร โดยปั่นด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำไปแช่เย็นด้วยเครื่องแช่ นำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 แล้วดูดสารสกัดที่ได้มา 0.25 มิลลิลิตร ใส่

ในขวดปรับปริมาตร ขนาด 25 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร เติมสารผสมของ Folin-ciocalteu reagent และ น้ำกลั่น อัตราส่วน 1 : 1 ปริมาตร 1.25 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 30 นาที แล้วเติมสารละลาย sodium carbonate ความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 3.75 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 25 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV- spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร ในการเตรียมตัวอย่างเปรียบเทียบกับใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง ในการเตรียมสารละลายมาตรฐานเตรียมจากสารละลาย gallic acid ที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 0.02 0.04 0.08 0.16 0.32 และ 0.64 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ทำการทดลองเช่นเดียวกับสารตัวอย่าง นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาทำกราฟมาตรฐานแล้วคำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในตัวอย่าง

4.4 การวิเคราะห์สารกลุ่มวิตามินบี ได้แก่ ไทอะมีน, ไนอะซิน และ ไพริดอกซิน และ กรดโฟลิก

เตรียมสารละลายมาตรฐานของไทอะมีน, ไนอะซิน และ ไพริดอกซิน ให้ได้ความเข้มข้นที่เหมาะสมโดยละลายในน้ำกลั่น ส่วนสารละลายมาตรฐานของกรดโฟลิกทำโดยละลายในสารละลายของน้ำต่อเมทานอล เท่ากับ 70 : 30 การวิเคราะห์ตัวอย่าง โดยชั่งใบปอสดมา 5 กรัมแล้วเติมเฮกเซนจำนวน 4 มิลลิลิตร และน้ำ 16 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำมาปั่นด้วยเครื่องปั่นกวน (magnetic stirrer) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วปั่นเหวี่ยงที่ 6,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 30 นาที นำส่วนใสที่ได้มากรองด้วยกระดาษกรอง และ micro filter membrane ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.45 ไมครอน นำสารที่ได้มาวิเคราะห์ปริมาณไทอะมีน, ไนอะซิน และ ไพริดอกซิน และ กรดโฟลิก โดยเครื่อง HPLC-UV detector (Shimadzu, Japan) คอลัมน์ C18, 4 ไมครอน, 4.60 x 150 มิลลิเมตร (Phenomenex, USA) เฟสเคลื่อนที่ประกอบด้วยเมทานอลและสารละลาย KH_2PO_4 ความเข้มข้น 0.05 โมล (pH7.0) โดยที่เวลาเริ่มต้นให้เมทานอลต่อ KH_2PO_4 เท่ากับ 1 : 99 เป็นเวลา 5 นาที อัตราการ

ไหลเป็น 1 มิลลิลิตร/นาที จากนั้นให้ เมทานอลต่อ KH_2PO_4 เป็น 30 : 70 จนถึงนาทีที่ 25 อัตราการไหล 1 มิลลิลิตร/นาที จิตที่ปริมาตร 20 ไมโครลิตร วัดค่าการดูดกลืนแสงโดย UV detector ที่ความยาวคลื่น 220 นาโนเมตร

4.5 การวิเคราะห์โรโบฟลาวิน (AOAC, 2000)

ซึ่งตัวอย่างใบโปโมโรเฮยะ 5 กรัมใส่ในขวดลูกชมพู่ขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วสกัดด้วยกรดร้อน โดยเติมสารละลาย HCl ความเข้มข้น 0.2 นอร์มัล ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ปิดจุกด้วยสำลีแล้วนำไปนึ่งในหม้อน้ำ ความดัน ที่ความดัน 15 psi อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วถ่ายใส่บีกเกอร์นำไปปรับ pH ให้ได้ 4.5 (โดยใช้สารละลาย NaOH เข้มข้นร้อยละ 40 (w/v) ถ่ายใส่ ขวดปรับปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วทำการปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร กรองสิ่งที่สกัดได้ด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 แล้วดูดสารละลายมา 10 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองส่วนหนึ่งเติมสารมาตรฐานโรโบฟลาวิน เจือจาง ปริมาตร 2.0 มิลลิลิตร ที่บรรจุสารละลายตัวอย่าง และอีกตัวอย่างหนึ่งเติมน้ำกลั่น 2.0 มิลลิลิตร แล้วจากนั้นนำมา เติม กรดอะซิติกเข้มข้น ปริมาตรเป็น 1.0 มิลลิลิตร ทุกหลอด เติมสารละลาย KMnO_4 ความเข้มข้นร้อยละ 3 (w/v) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เขย่า 2 นาที แล้วเติมสารละลาย H_2O_2 เข้มข้นร้อยละ 3 ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เพื่อทำการฟอกจางสีแล้วนำไปวัดด้วยเครื่อง Spectrofluorometer ทันที โดยใช้ความยาวคลื่นที่รังสีกระตุ้น 440 นาโนเมตร และรังสีปล่อย 525 นาโนเมตร นำสารละลายที่เหลือทุกหลอดมาเติม sodium dithionite หลอดละ 20 มิลลิกรัม เขย่าให้เข้ากัน แล้ววัดค่า fluorescence เป็นค่าเปรียบเทียบกับ (blank) ภายในเวลา 10 วินาที ผลต่างของค่า fluorescence ของสารละลายที่สกัดได้ก่อนและหลังการทำปฏิกิริยา reduction ด้วยสารละลาย sodium dithionite คือปริมาณของโรโบฟลาวิน

5. การศึกษาวิธีการสกัดเปลือกจากใบโปโมโรเฮยะ

การสกัดเปลือก โดยนำใบปอสตมาแช่เยือกแข็งแห้ง (free dry) แล้วบดให้ละเอียด จากนั้นชั่งมา 5 กรัม ปั่นผสมน้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร เป็นเวลา 20 นาที นำไปปั่นเหวี่ยง (6000 รอบ/นาที) (Medina-Tores, 2000) เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำมารองด้วยกระดาษกรอง นำส่วนที่เป็นของแข็งที่ได้ มาปั่นผสมกับน้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร อีกครั้ง แบ่งเป็น 6 ส่วน เพื่อทำการตกตะกอน โดยใช้เอทานอล : ตัวอย่าง เท่ากับ 1:2 และ 1:4 อะซิโตน : ตัวอย่าง เท่ากับ 1 : 2 และ 1 : 4 และ 2-propanol : ตัวอย่าง เท่ากับ 1 : 2 และ 1 : 4 ทั้งให้เมือกตกตะกอน แล้วกรองแยกเมือกออก เปรียบเทียบปริมาณเมือก

6. การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณน้ำตาลใน เมือกของใบโปโมโรเฮยะ

เตรียมสารละลายมาตรฐานของน้ำตาลแรมโนส กาแลคโตส, โซโลส, กลูโคส และ อะราบินโนส โดยละลายในน้ำ ให้ได้ความเข้มข้น ตามที่ต้องการ (Benhura and Chidewa, 2002) ส่วนเมือกทำการชั่งมา 50 มิลลิกรัม แล้วย่อยด้วย trifluoroacetic acid (2 M) ปริมาตร 15 มิลลิลิตร ในขวดฝาเกลียว แล้วให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นทำการปั่นเหวี่ยงที่ 5000 รอบ/นาที แล้วระเหย trifluoroacetic acid ในตู้ควั่น สารที่เหลือนำไปแช่เยือกแข็งแห้ง แล้วละลายกลับด้วยน้ำกลั่น นำสารละลายที่ได้ไปทำการแช่เยือกแข็งแห้ง ก่อนละลายกลับด้วยน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร กรองผ่าน micro filter membrane ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.45 ไมครอน ก่อนฉีดเข้าเครื่อง HPLC-Reflective index detector (Hewlett Packard), Column NH_2 , 4 ไมครอน 4.60 x 150 มิลลิเมตร (Pierce, USA) โดยใช้เฟสเคลื่อนที่เป็น acetonitrile และน้ำกลั่น (85:15 v/v) ควบคุมอุณหภูมิคอลัมน์ 25 องศาเซลเซียส อัตราการไหล 1 มิลลิลิตร/นาที

การวิเคราะห์ทั้งหมด ทำการทดลอง 3 ซ้ำ แล้ววิเคราะห์ความแปรปรวนที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และวิเคราะห์ความแตกต่างโดย Duncan's multiple range tests

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ปริมาณสารอาหารหลักของใบปอโมโรเฮยะ

ชนิดและปริมาณ สารอาหารหลัก พบว่า ความชื้น และของแข็งรวม มีปริมาณเท่ากับ 81.53 และ 18.95 กรัม/ 100 กรัม น้ำหนักเปียก ขณะที่เถา เส้นใยดิบ ไขมัน โปรตีนและคาร์โบไฮเดรต มีปริมาณเท่ากับ 7.08, 3.54, 1.53, 3.25 และ 3.56 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ปริมาณความชื้น เถา เส้นใยดิบ ไขมัน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต ของใบปอ มีค่าใกล้เคียงกับใบพืชผัก หลายชนิด เช่น ใบผักโขมฝรั่ง (spinach), ใบผักโหม (amaranth) และ กะหล่ำปลี ซึ่งรายงานโดย Agte และคณะ (2000)

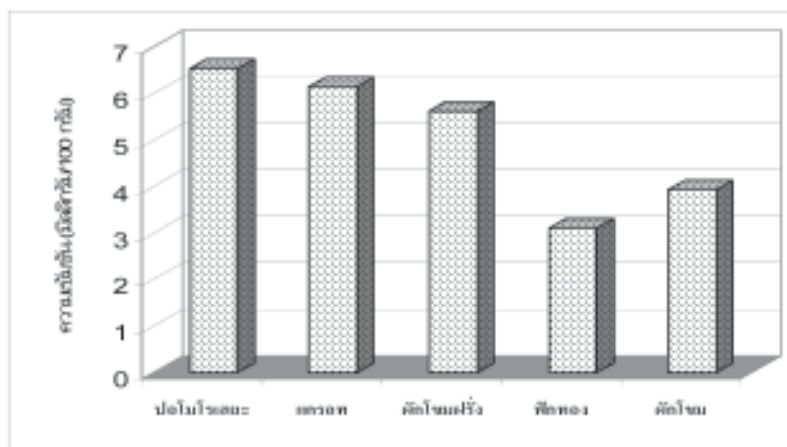
2. การวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ชีวภาพและวิตามินบางชนิด

การวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ชีวภาพ และวิตามินบางชนิด ได้แก่ เบต้าแคโรทีน อัลฟา-โทโคเฟอรอล เรตินอล กรดแอสคอร์บิก ไทอะมิน ไรโบฟลาวิน ไนอะซิน ไพริดอกซิน และกรดโฟลิก พบว่ามีปริมาณเท่ากับ 35.37 , 71.31, 4.32, 130.53, 0.018, 0.081, 0.066, 0.013, 0.66 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2 ปริมาณเบต้าแคโรทีนในใบปอโมโรเฮยะเท่ากับ 35.374 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง หรือ 6.53 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักเปียกนั้นถือว่ามีความสูงเมื่อเทียบกับพืชที่เป็นแหล่งที่ดีของเบต้าแคโรทีน เช่น แครอทซึ่งมีปริมาณเบต้าแคโรทีน เท่ากับ 6.15 มิลลิกรัม/100 กรัม (Niizu et al., 2000) ในขณะที่พืชผักใบเขียวอื่น เช่น ผักโขมฝรั่ง (spinach) มีปริมาณเบต้าแคโรทีน เท่ากับ 5.11 มิลลิกรัม/100 กรัม (Barua et al., 1998) และในใบผักโขมฝรั่ง และ ผักโขม (amaranth) ที่ผ่านการลวกพบว่ามีปริมาณเบต้าแคโรทีน เท่ากับ 3.92 และ 3.88 มิลลิกรัม/100 กรัมตามลำดับ (Agte et al., 2000) ส่วนปริมาณสารอื่นๆ ที่พบว่ามีปริมาณสูงในใบปอโมโรเฮยะ คือกรดแอสคอร์บิกและกรดโฟลิก เมื่อเทียบกับอาหารที่เป็นแหล่งของวิตามินซี เช่น ฝรั่ง

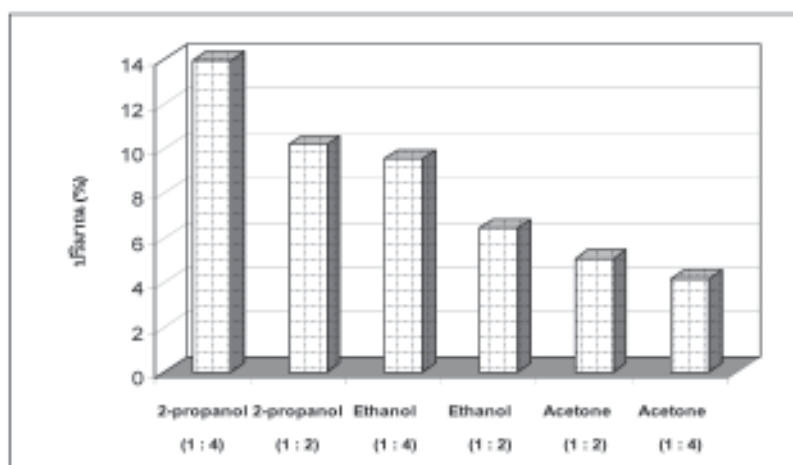
ซึ่งมีปริมาณของกรดแอสคอร์บิกสูงถึง 144 มิลลิกรัม/100กรัม (Lim et al., 2007) ถือว่าใบปอโมโรเฮยะมีปริมาณไม่มาก แต่เมื่อเทียบกับพืชกินใบโดยทั่วไป ถือว่ามีปริมาณใกล้เคียงกับผักและผลไม้หลายชนิด เช่น ใบผักโขมฝรั่งมีปริมาณ 27.97 มิลลิกรัม/100กรัม (Nutritiondata, 2008) ส้มเขียวหวาน สับปะรด มะเฟืองหวาน มีปริมาณเท่ากับ 20, 11-18 และ 23 มิลลิกรัม/100กรัม ตามลำดับ (กองโภชนาการ, 2551) ส่วนปริมาณของกรดโฟลิกที่พบในใบปอโมโรเฮยะ ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 0.122 มิลลิกรัม/100กรัม ถือว่ามีค่าใกล้เคียงกับพืชผักที่เป็นแหล่งที่ดีของกรดโฟลิก เช่น บรอกโคลี และ ใบผักโขมฝรั่ง (Nutritiondata, 2008) และมีปริมาณมากกว่าผักหลายชนิด เช่น ผักคะน้า แขนงกะหล่ำ และผักกาดหงส์ ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 0.081, 0.096, 0.093 มิลลิกรัม/100กรัม ตามลำดับ (กองโภชนาการ, 2551) ส่วนปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ที่พบในใบปอโมโรเฮยะ ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 101.95 มิลลิกรัม/100 กรัม ถือว่ามีค่าใกล้เคียงกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่พบในพืชหลายชนิด เช่น ผลฝรั่ง ลำไย และมะเฟือง ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 138-179, 100, 131 มิลลิกรัม/100กรัม ตามลำดับ (Lim et al., 2007) แต่มีปริมาณน้อยกว่าพืชผักพื้นบ้านไทยที่ถือว่าเป็นแหล่งที่ดีของสารประกอบฟีนอลิก เช่น ผักปลั่งแดง ต้นตำนา และดอกแค ซึ่งพบในปริมาณเท่ากับ 15.5, 20.4, และ 50.6 มิลลิกรัม/กรัม ตามลำดับ (Maisuthisakul et al., 2007)

3. การศึกษาวิธีในการสกัดเมือกจากใบปอโมโรเฮยะ

โดยใช้น้ำและสารตกตะกอน 3 ชนิด ได้แก่ เอทานอล อะซีโตน และ 2-โพรพานอล พบว่า 2-โพรพานอลผสมกับใบปอ อัตราส่วน 1:4 สามารถตกตะกอนให้ปริมาณเมือกสูงสุด คือ 13.95 กรัม/100 กรัม (รูปที่ 1) สอดคล้องกับงานวิจัยที่มีการใช้สาร 2-propanol สามารถตกตะกอน เมือกของพืชตระกูลแคคตัส (Opuntia) ซึ่งให้เมือกเท่ากับร้อยละ 9-19



รูปที่ 1 ปริมาณเบต้าแคโรทีนในใบปอโมโรเสยะ และพืชชนิดต่างๆ ผักโขม และ ผักโขมฝรั่ง อ้างอิงจาก Agte et al. (2000) คำนวณเทียบเป็น 100 กรัมของน้ำหนักเปียก แครอท อ้างอิงจาก Niizu et al. (2000) ฟักทอง อ้างอิงจาก <http://www.nutritiondata.com/>



รูปที่ 2 ปริมาณเมือกด้วยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายต่างๆ (ตัวเลขในวงเล็บคือสัดส่วนปริมาณของสารสกัดต่อตัวอย่าง)

ตารางที่ 1 ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของใบปอโมโรเฮยะ ผักโขม (amaranth) ผักโขมแดง (red amaranth) และ ผักโขมฝรั่ง (spinach) (กรัม/ 100 g)

องค์ประกอบ	ปอโมโรเฮยะ (น้ำหนักแห้ง)	ปอโมโรเฮยะ ^a (น้ำหนักเปียก)	ผักโขม ^b (น้ำหนักเปียก)	ผักโขมแดง ^b (น้ำหนักเปียก)	ผักโขมฝรั่ง ^c (น้ำหนักเปียก)
ความชื้น	0	81.52 0.01	70.00	81.30	91.33
ของแข็งรวม	100	18.47 0.06	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล
เถ้า	38.28 0.26	7.07 0.26	0.30	0.50	1.67
เส้นใยดิบ	19.11 0.16	3.53 0.16	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล
ไขมัน	8.23 0.06	1.52 0.06	1.90	1.00	0.33
โปรตีน	17.60 0.15	3.25 0.15	2.60	2.60	2.99
คาร์โบไฮเดรต	16.78 0.41	3.10 0.41	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล

^a คำนวณเป็น ต่อ 100 กรัมของน้ำหนักใบปอสด

^b Agte et al (2000) คำนวณเป็น ต่อ 100 กรัมน้ำหนักสดของผักสุก

^c <http://www.nutritiondata.com/>

ตารางที่ 2 สารออกฤทธิ์ชีวภาพ และวิตามินบางชนิดของใบปอโมโรเฮยะ ผักโขม (amaranth) ผักโขมแดง (red amaranth) และผักโขมฝรั่ง (spinach) (มิลลิกรัม/ 100 กรัม)

องค์ประกอบ	ปอโมโรเฮยะ (น้ำหนักแห้ง)	ปอโมโรเฮยะ ^a (น้ำหนักเปียก)	ผักโขม ^b (น้ำหนักเปียก)	ผักโขมแดง ^b (น้ำหนักเปียก)	ผักโขมฝรั่ง ^c (น้ำหนักเปียก)
เบต้าแคโรทีน	35.37 0.95	6.53	3.92	2.84	5.62
อัลฟา-โทโคเฟอรอล	71.31 1.46	13.17	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	1.99
เรตินอล	4.32 0.25	0.79	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	0.47
กรดแอสคอร์บิก	130.5 4.58	24.10	7.70	48.7	27.97
ไทอะมิน	0.018 0.003	0.0033	0.051	0.07	0.003
ไรโบฟลาวิน	0.081 0.023	0.0149	0.014	0.06	0.005
ไนอะซิน	0.066 0.006	0.0122	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	0.007
ไพริดอกซิน	0.013 0.001	0.0024	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	0.003
กรดโฟลิก	0.66 0.40	0.122	0.019	0.035	0.19
สารประกอบฟีนอลิก	552.20 42	101.95	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล	ไม่มีข้อมูล

^a คำนวณเป็น ต่อ 100 กรัมของน้ำหนักใบปอสด

^b Agte et al. (2000) คำนวณเทียบเป็น ต่อ 100 กรัมของน้ำหนักสดของผักสุก

^c <http://www.nutritiondata.com/>

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกที่สกัดจากใบปอโมโรเฮยะกับเปลือกที่สกัดได้จากมันมือเสือ (keelong yam; *Dioscorea japonica*) และ *Prosopis flexuosa* DC seed (กรัม/ 100 g น้ำหนักแห้ง)

องค์ประกอบ	ปริมาณ	มันมือเสือ	<i>Prosopis flexuosa</i> DC seed
น้ำหนักร	13.95	0.8	ไม่มีข้อมูล
โปรตีน	28.93	40.3	12.51
ไขมัน	1.11	0.08	0.32
เส้นใยดิบ	0.10	0.28	ไม่มีข้อมูล
เถ้า	10.62	6.02	4.37
คาร์โบไฮเดรต ^c	59.34	52.5	82.77 ^d

^a Yi-Chung Fu และ คณะ (2005)

^b Ibanez and Ferrero (2003)

^{c,d} คำนวณโดย เอาผลรวมของ องค์ประกอบที่เป็นของแข็งทั้งหมดในตาราง
ลบออกจาก 100 (AOAC, 2000)

ตารางที่ 4 ชนิดของน้ำตาลที่สำคัญ ที่เป็นองค์ประกอบหลักของสารเมือก จากใบปอโมโรเฮยะกับพืชชนิดต่างๆ (กรัม/100 กรัม)

องค์ประกอบ	ปริมาณ	<i>Prosopis flexuosa</i> ^a	<i>Cordia abyssinica</i> ^b	<i>Opuntia</i> ^c
ไซโลส	8.44 0.77	ไม่พบ	+ ^d	+
กลูโคส	8.39 0.02	13.9	+	ไม่พบ
อะราบิโนส	6.35 0.81	2.5	+	+
กาแลคโตส	ไม่สามารถวิเคราะห์ได้	27.3	+	+
แมนโนส	ไม่สามารถวิเคราะห์ได้	56.3	+	ไม่พบ
แรมโนส	ไม่สามารถวิเคราะห์ได้	ไม่พบ	+	+

^a Ibanez and Ferrero (2003)

^b Benhura and Chidewe (2002)

^c Saenz et al. (2004)

^d ชนิดของน้ำตาลที่ตรวจพบ

4. องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกจากใบปอโมโรเฮยะ

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกพบว่า มีคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เส้นใยดิบ และเถ้า เท่ากับ 59.34, 28.92, 1.11, 0.46 และ 10.62 กรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ซึ่งชนิดและปริมาณองค์ประกอบทางเคมีที่วิเคราะห์ได้นี้ใกล้เคียงกับของเปลือกที่พบได้ในเปลือกของพืชหลายชนิด (ตารางที่ 3)

5. การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณน้ำตาลในเปลือกของใบปอโมโรเฮยะ

จากการวิเคราะห์หาชนิดของน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบของสารเมือกที่สกัดได้จากใบปอโมโรเฮยะพบว่า น้ำตาลที่ตรวจพบได้แก่ ไซโลส อะราบินอส และกลูโคส มีปริมาณเท่ากับ 8.43, 8.39, 6.34 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณน้ำตาลที่ศึกษาโดย Carmen และคณะ (2004) ซึ่งทำการสกัดเมือกของพืชตระกูลแคคตัสโดยใช้เอทานอล และ 2-propanol แล้ววิเคราะห์หาน้ำตาลในพืชตระกูลนี้พบว่า มีปริมาณของน้ำตาลอะราบินอส และไซโลส เท่ากับร้อยละ 24.6-42 และ 22-22.2 ตามลำดับ ขณะที่ Benhura และ Chidewa (2002) ได้ศึกษาหาองค์ประกอบทางเคมีของเมือกที่แยกได้จาก *Cordia abyssinica* โดยใช้กรด HCl ช่วยในการสกัด พบว่ามีน้ำตาลไซโลส อะราบินอส และกลูโคส เท่ากับร้อยละ 11, 10 และ 9.5 ตามลำดับ

สรุป

จากผลการทดลอง ใบปอโมโรเฮยะถือเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นอาหารสุขภาพ เนื่องจากมีสารอาหารและสารออกฤทธิ์ชีวภาพ เช่น เบต้าแคโรทีน กรดแอสคอร์บิก กรดโฟลิก และสารประกอบฟีนอลิก ในปริมาณสูง โดยเฉพาะเบต้าแคโรทีน ซึ่งมีปริมาณสูงมากเมื่อเทียบกับแหล่งอาหารที่ถือว่าเป็นแหล่งที่ดีของสารเบต้าแคโรทีน เช่น แครอท นอกจากนี้เมือกที่อยู่ในส่วนใบยังเป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร ซึ่งสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่างๆ เหล่านี้

นอกจากจะเป็นสารที่สำคัญจำเป็นต่อร่างกายในเชิงโภชนาการแล้ว ยังมีส่วนช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคต่างๆ ได้ การนำใบปอโมโรเฮยะไปเป็นอาหารสุขภาพอาจได้ทั้งการบริโภคสด และประกอบอาหารทั่วไป หากต้องการเสริมใบปอเข้าในอาหารต่างๆ อาจมีการสกัดเพื่อเพิ่มความเข้มข้นให้กับสารออกฤทธิ์ชีวภาพและทำให้ใบปออยู่ในลักษณะที่เหมาะสมในการประยุกต์ใช้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กองโภชนาการ. <http://nutrition.anamai.moph.go.th>. 22 กรกฎาคม 2551.
- Agte, V.V., Tarwadi, K.V., Mengale, S., and Chiplonkar, S.A. 2000. Potential of traditionally cooked green leafy vegetables as natural sources for supplementation of eight micronutrients in vegetarian diets. **J. Food Composition and Analysis**. 13: 885-891.
- Ana, H. 1998. Carotenoid retention and vitamin A value in carrot (*Daucus carota* L.) prepared by food service. **Food Chemistry**. 61 : 145-151.
- Association of Official Agriculture Chemists (AOAC). 2000. Official Method of Analysis. 17th Edition. Washington D.C.
- Azuma, K., Nakayama, M., Koshioka, M., Ippoushi, K., Yamaguchi, Y., Kohata, K., Yamaguchi, Y., Ito, H. and Higashio, H. 1999. Phenolic antioxidants from leaves of *Corchorus olitorius* L. **J. Agric Food Chem**. 47: 3963-3966.
- Barua, B., and Olson. 1998. Reversed-phase gradient high performance liquid chromatographic procedure for simultaneous analysis of very polar to non polar retinoids, carotenoids and tocopherols in animal and plant samples. **Journal of Chromatography**. 707: 69-79.

- Benhura, M.A.N. and Chidewe, C. 2002. Some properties of a polysaccharide preparation that is isolated from the fruit of *Cordia abyssinica*. **Food Chemistry**. 76: 343-347.
- Chavez-Servin, L. Ana, I. and Lopez-Sabater, C. 2004. Analysis of mono and disaccharide in milk-base formulae by high performance liquid chromatography with refractive index detection. **Journal of Chromatography**. 1043: 211-215.
- Dasgupta, N. and De, B. 2004. Antioxidant activity of *Piper betle* L. leaf extract in vitro. **Food Chemistry**. 88: 219-224.
- Del-Valle, V. Hernandez-Munoz, P. Guarda, A. and Galotto, M.J. 2005. Development of a cactus-mucilage edible coating. **Food Chemistry**. 91: 751-756.
- Erbas, M., Cetel, M. and Uslu, K. 2004. Some chemical properties of white lupin seeds (*Lupinus albus* L.). **Food Chemistry**. 89: 341-345.
- Gupta M., Mazumder U. and Bhattacharya, K. 2003. Onset of puberty and ovarian steroidogenesis following administration of methanolic extract of *Cuscuta reflexa* Roxb stem and *Corchorus olitorius* Linn seed in mice. **Journal of Ethnopharmacology**. 89: 55-59.
- Helen, M.I. Loche, F. Mosley, L. and Read, D. 1999. Analysis of polysaccharide and monosaccharide in the root mucilage of maize. **Journal of Chromatography**. 831 : 267-276.
- Ibanez, M.C. and Ferrero, C. 2003. Extraction and characterization of the hydrocolloid from *Prosopis flexuosa* DC seed. **Food Research International**. 36: 455-460.
- Lim, Y.Y., Lim, T.T. and Tee, J.J. 2007. Anti-oxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. **Food Chemistry**. 103: 1003-1008.
- Maisuthisakul, P., Suttajit, M. and Pongsawatmanit, P. 2007. Assessment of phenolic content and free radical scavenging capacity of some Thai indigenous plants. **Food Chemistry**. 100: 1409-1418.
- Nutritiondata. <http://www.nutritiondata.com/>. July 22, 2008.
- Nishiumi, S. Yabushita, Y. Fukuda, I. Mukai, R. Yoshida, K. and Ashida, H. 2006. Molokhia (*Corchorus olitorius* L.) extract suppresses transformation of the aryl hydrocarbon receptor induced by dioxins. **Food and Chemical Toxicology**. 44 90: 250-260.
- Pennington, J. A.T. 2002. Food composition database for bioactive food components. **Journal of Food Compositions and Food Analysis**. 15: 419-434.
- Saenz, C., Sepulveda, E. and Matsuhiro, B. 2004. *Opuntia* spp. mucilages: a functional component with industrial perspectives. **Journal of Arid Environments**. 57: 275-290.
- Sato, T., Nagata, M., Engle, L. M. 2002. Evaluation of antioxidant activity of indigenous vegetables from South and Southeast Asia. **JIRCAS Resources Fligheglive**. 13: 10-11.
- Tulio, A.Z. Ose, K. Chachin, K. and Useda, Y. 2002. Effect of storage temperature on the postharvest quality of jute leaves (*Corchorus olitorius* L.). **Postharvest Biology and Technology**. 26: 329-338.

Yi-Chung Fu, Pau Yau Huang, and Chiao Jung Chu.

2005. Use of continuous bubble separation process for separating and recovering starch and mucilage from yam (*Dioscorea psuedojaponica* yamamoto). **LWT**. 38: 735–744
 Zaid, A.H.S. 2002. Stress metabolites from *Corchorus olitorius* L. leaves in response to certain stress agents. **Food Chemistry**. 76: 187–195.