

## การตรวจสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเปลือกและเนื้อผลไม้

### Evaluation of antioxidant activity with peel and pulp of fruits

วรัญญา ชูชาว<sup>1</sup>

นภาพร รัตนาก<sup>2</sup>

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและศึกษาความสัมพันธ์ของกลุ่มสารต้านอนุมูลอิสระซึ่งได้แก่ เบต้าแคโรทีน วิตามินเอ วิตามินซี ในเปลือกและเนื้อของผลไม้ 4 ชนิด คือ กัวยี่หิยยะลา ละมุดชวานิลลอสลอะหิตยั และสัปปะรดสวี พบว่า อะซิโตนที่ใช้เป็นตัวทำละลายในการสกัดตัวอย่างให้ปริมาณเบต้าแคโรทีนในเปลือกกัวยี่หิยยะลา ละมุดชวานิลลอสลอะหิตยั และสัปปะรดสวี เท่ากับ  $293.40 \pm 60.77$ ,  $122.92 \pm 16.35$ ,  $1272.37 \pm 16.38$ ,  $84.08 \pm 4.07$  mg/100 g น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนในเนื้อผลไม้เท่ากับ  $209.98 \pm 21.68$ ,  $86.34 \pm 10.70$ ,  $859.64 \pm 11.95$ ,  $54.06 \pm 17.19$  mg/100 g น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนปริมาณวิตามินเอในเปลือกของผลไม้อยู่ในช่วง เท่ากับ  $140,131.74-2,120,609.54$  IUc ส่วนในเนื้อผลไม้อยู่ในช่วง  $90,091.70-1,432,738.33$  IUc จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณวิตามินซีที่พบในเปลือกกัวยี่หิยยะลา ละมุดชวานิลลอสลอะหิตยั และสัปปะรดสวี เท่ากับ  $91.52 \pm 6.89$ ,  $91.54 \pm 25.37$ ,  $115.77 \pm 9.65$ ,  $190.08 \pm 25.33$  mg/100g น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนในเนื้อผลไม้เท่ากับ  $224.62 \pm 6.38$ ,  $140.59 \pm 10.042$ ,  $255.66 \pm 27.39$ ,  $266.20 \pm 54.04$  mg/100g น้ำหนักแห้งตามลำดับ ส่วนการตรวจสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยรายงานเป็นค่าความเข้มของสารตัวอย่างที่สามารถยับยั้งการเกิดออกซิเดชันลดลงได้ 50% ( $EC_{50}$ ) เมื่อเทียบกับสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก พบว่า เปลือกสลอะหิตยั เนื้อสลอะหิตยัและเนื้อละมุดชวานิลลอส เท่ากับ 15.26, 14.21, 13.42  $\mu\text{g/mL}$ ตามลำดับ สามารถยับยั้งค่าการเกิดออกซิเดชันได้ดีกว่าสารละลายมาตรฐาน ซึ่ง  $EC_{50}$  เท่ากับ 35.96  $\mu\text{g/mL}$

**คำสำคัญ :** สารต้านอนุมูลอิสระ เบต้าแคโรทีน วิตามินเอ วิตามินซี ค่า $EC_{50}$

#### Abstract

This research aimed to determine the activity of antioxidant and studied the correlation of antioxidant including beta-carotene, vitamin A, vitamin C in the peel and pulp of four fruits : Saba, Sapodilla, Zalacca, pineapple. Acetone is used as a solvent in the extraction for beta-carotene and it was found that amount of beta-carotene in the peels of Saba, Sapodilla, Zalacca, pineapple were  $293.40 \pm 60.77$ ,  $122.92 \pm 16.35$ ,  $1272.37 \pm 16.38$ ,  $84.08 \pm 4.07$  mg/100 g dry weight, respectively. Moreover, amount of beta-carotene in the pulps were  $209.98 \pm 21.68$ ,  $86.34 \pm 10.70$ ,  $859.64 \pm 11.95$ ,  $54.06 \pm 17.19$  mg/100 g dry weight, respectively. Determination of vitamin A in peel of fruits were range of  $140,131.74-2,120,609.54$  luc and in the pulp of fruits were range of  $90,091.70-1,432,738.33$  luc. The result were found vitamin C in peels of Saba, Sapodilla, Zalacca, pineapple were  $91.52 \pm 6.89$ ,  $91.54 \pm 25.37$ ,  $115.77 \pm 9.65$ ,  $190.08 \pm 25.33$  mg/100 g dry weight , respectively and vitamin C in the pulps were  $224.62 \pm 6.38$ ,  $140.59 \pm 10.04$ ,  $255.66 \pm 27.39$ ,  $266.20 \pm 54.04$  mg/100 g dry weight,

<sup>1</sup> นักศึกษา สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี, E-mail : warunya.chu@gmail.com

<sup>2</sup> อาจารย์ สาขาวิชาเคมี วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี, E-mail : nahnar@gmail.com

respectively. The antioxidative activity test was reported as an term half maximal effective concentration at 50% (EC<sub>50</sub>) when compare with the standard solution of ascorbic acid was found that peel of Zalacca, pulp of Zalacca and Sapodilla were 15.26, 14.21, 13.42 µg/mL, respectively. The result showed that peel of Zalacca, pulp of Zalacca and Sapodilla showed activity higher than ascorbic acid standard solution (35.96 µg/mL).

**Keyword :** Antioxidant, Beta-Carotene, Vitamin A, Vitamin C, EC<sub>50</sub> values

## บทนำ

ในปัจจุบันผู้บริโภคได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับสุขภาพมากขึ้น เนื่องมาจากปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็นมลพิษทางอากาศ อาหารที่บริโภค ความเครียด การหายใจ ควันบุหรื รังสียูวีสิ่งต่างๆ เหล่านี้เมื่อเกิดขึ้นทั้งภายในและภายนอกร่างกายแล้ว จะก่อให้เกิดอนุมูลอิสระ ซึ่งส่งผลกระทบต่อร่างกายได้ โดยสารอนุมูลอิสระดังกล่าวนี้ จะทำให้เพิ่มอัตราการเสี่ยงต่อการเป็นโรคหลายชนิด โดยมีงานวิจัยมากมายที่บ่งชี้ว่าสารอนุมูลอิสระจะก่อให้เกิดโรคได้แก่ โรคหลอดเลือดตีบและแข็งตัว โรคอัลไซเมอร์ โรคไขข้ออักเสบ โรคมะเร็ง และโรคหัวใจ เป็นต้น เพราะฉะนั้นผู้บริโภคจึงหันมารับประทานอาหารที่มีประโยชน์แก่ร่างกาย โดยแหล่งอาหารของสารต้านอนุมูลอิสระสามารถพบได้ใน ผัก ผลไม้ และสมุนไพร ซึ่งมีสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด เช่น เบต้าแคโรทีน วิตามินซี วิตามินเอ วิตามินอี เป็นต้น

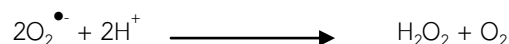
ดังนั้นผู้ทำการวิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาสารต้านอนุมูลอิสระ โดยการตรวจสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในเปลือกและเนื้อของผลไม้ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานทางด้านโภชนาการสำหรับผู้บริโภคในการเลือกรับประทานผลไม้ชนิดต่างๆ ให้ได้รับคุณค่าทางด้านโภชนาการสูงสุด นอกจากนี้ยังสามารถนำข้อมูลดังกล่าวจากงานวิจัยไปพัฒนาเป็นอาหารเสริมหรือผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพได้

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเปลือกและเนื้อของผลไม้ โดยวิธี DPPH
2. เพื่อศึกษาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ เบต้าแคโรทีน, วิตามินซี และวิตามินเอ ในเปลือก และเนื้อของผลไม้

## เนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidants) เป็นสารที่ทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระโดยตรงเพื่อกำจัดอนุมูลอิสระให้หมดไปหรือยับยั้งปฏิกิริยาถูกโจมตีของอนุมูลอิสระ ซึ่งในร่างกายมีเอนไซม์บางชนิด ที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น เอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเทส (Superoxide dismutase, SOD) สามารถกำจัดอนุมูลซูเปอร์ออกไซด์แอนไอออน โดยเปลี่ยนเป็นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Bagchi, & Puri, 1998)



SOD

ปัจจุบันพบว่า ผัก ผลไม้และพืชสมุนไพร มีสมบัติต้านอนุมูลอิสระ เนื่องจากมีสารเคมีหลายชนิดที่มีสมบัติต้านอนุมูลอิสระเป็นองค์ประกอบ เช่น

**เบต้าแคโรทีน (Beta-carotene)** เป็นลิพิด (lipid) กลุ่มรงควัตถุ (pigment) ที่มีสีส้ม สีเหลือง อยู่ในกลุ่มแคโรทีนอยด์ (carotenoid) จัดเป็นแคโรทีนอยด์พวกที่เป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ (Pro vitamin A) เพราะสามารถเปลี่ยนรูปเป็นเรตินอล (Retinol) ได้ที่เยื่อบุผนังลำไส้เล็กและตับ นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นสารต่อต้านปฏิกิริยาออกซิ

เดชั่น (Antioxidant) ช่วยในการเสริมสร้างให้ร่างกายเจริญเติบโตและช่วยให้มีความกระฉับกระเฉง สร้างภูมิคุ้มกันโรคที่เกิดจากเชื้อราและไวรัส

**วิตามินเอ (Vitamin A)** หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า เรตินอล ซึ่งตั้งสร้างขึ้นโดยใช้สารเบต้าแคโรทีน (Beta Carotene) วิตามินเอในรูปของแคโรทีนจะดีมาก คือจะป้องกันการสะสมของวิตามินเอ และจะไม่ทำให้เกิดการเป็นพิษแก่ร่างกาย วิตามินเอและโปรวิตามินเอ ไม่ละลายในน้ำแต่ละลายได้ในตัวทำละลายไขมัน ถูกทำลายได้ง่ายโดยการออกซิไดส์ หรือเมื่อได้รับความร้อนสูงมากๆ ในอากาศ แสงแดด แสงอัลตราไวโอเล็ต และในไขมันที่เหม็นหืน แต่ทนความร้อนกรดและด่าง หน้าที่สำคัญของวิตามินเอ ช่วยบำรุงรักษาเซลล์ชนิดบุผิว (Epithelial cells) ของอวัยวะต่างๆ วิตามินเอมีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับการสร้างกระดูกและฟัน วิตามินเอจำเป็นต่อการทำงานเป็นปกติของระบบสืบพันธุ์ เป็นต้น

**วิตามินซี (Vitamin C)** เป็นสารต้านอนุมูลอิสระและป้องกันการ ถูกทำลายจากอนุมูลอิสระ โดยวิตามินซีทำหน้าที่ในการยับยั้งการเปลี่ยนแปลงของ LDL (Low density lipoprotein) จากขบวนการเปอร์ออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยยับยั้งอนุมูลอิสระที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นน้ำ นอกจากนี้วิตามินซียังช่วยในการเปลี่ยนวิตามินอีที่ถูกใช้ในขบวนการต่อต้านอนุมูลอิสระ (Vitamin E radical) กลับเป็นวิตามินอีตามเดิม

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พรรณี เตนรุ่งเรือง (2550) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเปลือกต้นวงศ์อบเชย 8 ชนิด โดยให้ทำปฏิกิริยากับสารอนุมูลอิสระ DPPH โดยใช้ BHT เป็นสารมาตรฐานเปรียบเทียบ พบว่าเปลือกของพืชทุกชนิดที่ทดสอบมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่า BHT ซึ่งมี  $EC_{50} = 11.820 \mu\text{g/mL}$

วันแข็ง สิทธิกิจโยธิน และดวงฤดี เชิดวงศ์เจริญสุข (2554) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามหวานและมะขามเปรี้ยวด้วยวิธี DPPH โดยใช้ Ascorbic acid เป็นสารละลายมาตรฐาน พบว่า สารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามเปรี้ยวมีปริมาณฟีนอลและร้อยละการยับยั้งสาร DPPH อยู่ในช่วง  $41.01 \pm 4.92$  ถึง  $91.64 \pm 1.38$  มากกว่าสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามหวานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, ปริมาณสารประกอบฟีนอลสัมพันธ์กับร้อยละการยับยั้งสาร DPPH และสารฟีนอลและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความเข้มข้นของสารสกัด

A.K. Biswas *et al.* (2011) ได้วิเคราะห์หาปริมาณเบต้าแคโรทีนในแคโรทิดิบและมันเทศ โดยเทคนิค UV-Vis Spectrophotometry ใช้อะซิโตนเป็นตัวทำละลาย พบว่ามีปริมาณเบต้าแคโรทีนในแคโรทิดิบเท่ากับ  $74.06 \pm 3.8 \mu\text{g/g}$  ,และมันเทศ เท่ากับ  $68.48 \pm 4.1 \mu\text{g/g}$  การวิเคราะห์ห้พบว่า %Recovery อยู่ในช่วง 67.8-98.8%, %RSD อยู่ในช่วง 4.8-6.6% และเป็นวิธีวิเคราะห์ที่ง่ายและรวดเร็ว

#### วิธีดำเนินการวิจัย

##### อุปกรณ์และสารเคมี

1. Oxalic acid AR Grade บริษัท Merck ประเทศสหรัฐอเมริกา
2. 2,6-Dichloro-phenolindophenol solution AR Grade บริษัท Fluka ประเทศสหรัฐอเมริกา
3. Ascorbic acid AR Grade บริษัท Merck ประเทศสหรัฐอเมริกา
4. Acetone AR Grade บริษัท Merck ประเทศสหรัฐอเมริกา
5.  $\beta$ -carotene AR Grade บริษัท Fluka ประเทศสหรัฐอเมริกา
6. Methanol AR Grade บริษัท Labscan ประเทศไอร์แลนด์
7. DPPH (2, 2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl) AR Grade บริษัท Aldrich ประเทศ Germany
8. UV-Visible spectrophotometer ยี่ห้อ Shimadzu, UV-1601

9. Microwave ขนาด 800 w ยี่ห้อ Mettler Toledo

10. ตู้อบลมร้อน

#### กลุ่มตัวอย่าง

กล้วยหินยะลา, สับปะรดสวี, สละอาทิตย์, ละมุดชวานิลล

#### วิธีการทดลอง

##### การทดสอบMoisture content (AOAC, 2000)

ซึ่งตัวอย่างก่อนอบ 1 g อบด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ  $105 \pm 2$  °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นซึ่งน้ำหนักตัวอย่างหลังอบ จากนั้นก็คำนวณหาความชื้นในตัวอย่างแต่ละชนิด

##### การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างผลไม้ล้างให้สะอาด และปอกเปลือก แยกเนื้อกับเปลือกให้เรียบร้อย จากนั้นบดตัวอย่างให้ละเอียด และนำไปอบด้วยไมโครเวฟ กำลังไฟฟ้า 800 W โดยให้ความชื้นสุดท้าย 6% ซึ่งใช้ข้อมูลความชื้นเริ่มต้นจากการทดสอบ Moisture content

##### การวิเคราะห์หาปริมาณเบต้าแคโรทีน (Beta-carotene)

ซึ่งเปลือกและเนื้อของผลไม้แต่ละชนิดอย่างละ 1 กรัม สกัดด้วยอะซิโตน 5 ml แล้วเขย่าด้วย Shaker เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำไป Vortex เป็นเวลา 10 นาที และ Centrifuge ที่ 1370 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นดูดสารละลายส่วนใส(ส่วนบน) เก็บใส่หลอดทดลองไว้ และส่วนล่างสกัดซ้ำด้วยอะซิโตน 5 ml (2ซ้ำ) และนำสารละลายที่สกัดได้ไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 2 วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 450 nm ด้วยเครื่อง UV-Visible spectrophotometer บันทึกผลการทดลอง และคำนวณหาปริมาณเบต้าแคโรทีนจากกราฟเส้นตรงของสารละลายมาตรฐานเบต้าแคโรทีน

##### การวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินเอ (Vitamin A)

$1 \text{ luc (international unit } \nu \text{ provitamin A cerotenoi)} = 0.6 \text{ ไมโครกรัมของเบต้า-แคโรทีน}$

##### การวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซี ( Vitamin C)

##### การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

ซึ่ง Ascorbic acid 0.05 g ละลายใน 4% Oxalic acid ปรับปริมาตรเป็น 100 mL จากนั้นนำไปไทเทรตด้วย 0.01% 2,6-Dichloro-phenolindophenol solution

##### การทดสอบตัวอย่าง

ซึ่งเปลือกและเนื้อของตัวอย่างแต่ละชนิด 1 กรัม สกัดด้วย Oxalic acid (4%) 100 ml ผสมให้เข้ากันด้วยการ Vortex ที่ระดับความเร็ว 7 ประมาณ 5 นาที จากนั้นนำสารสกัดไปกรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ และนำสารละลายที่กรองได้มา 5 ml แล้วปรับปริมาตรด้วย 4% Oxalic acid ให้มีปริมาตร 10 ml จากนั้นนำสารละลายไปไทเทรตด้วย 0.01% 2,6-Dichloro phenolindophenol solution ได้จุดยุติเป็นสีชมพู และรายงานผลปริมาณวิตามินซี(mg/100gตัวอย่าง)

##### การตรวจสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH

##### การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

ใช้สารละลายกรดแอสคอร์บิกเป็นสารละลายมาตรฐาน โดยเตรียมความเข้มข้น 0-1000  $\mu\text{g/mL}$  ในเมทานอล จากนั้นเตรียมสารละลายมาตรฐานแต่ละความเข้มข้นกับสารละลาย DPPH

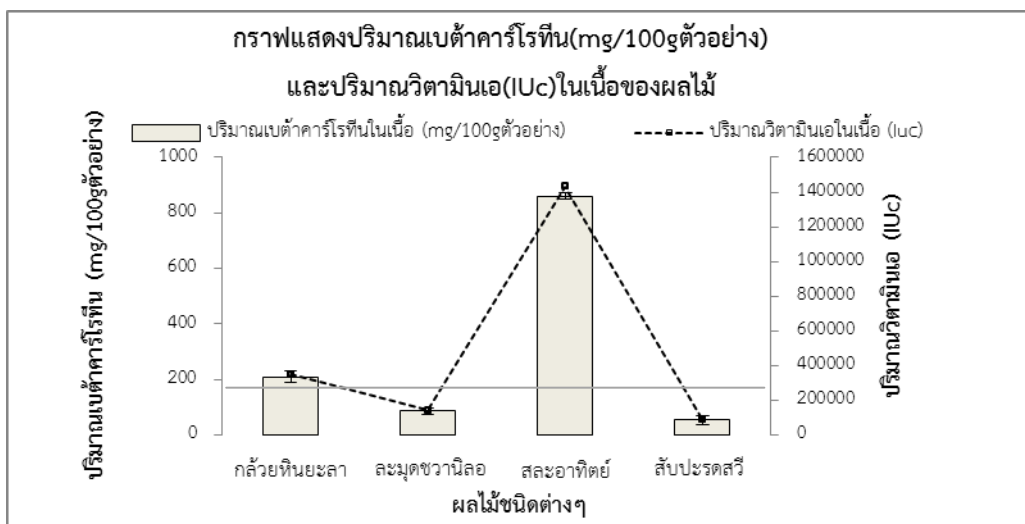
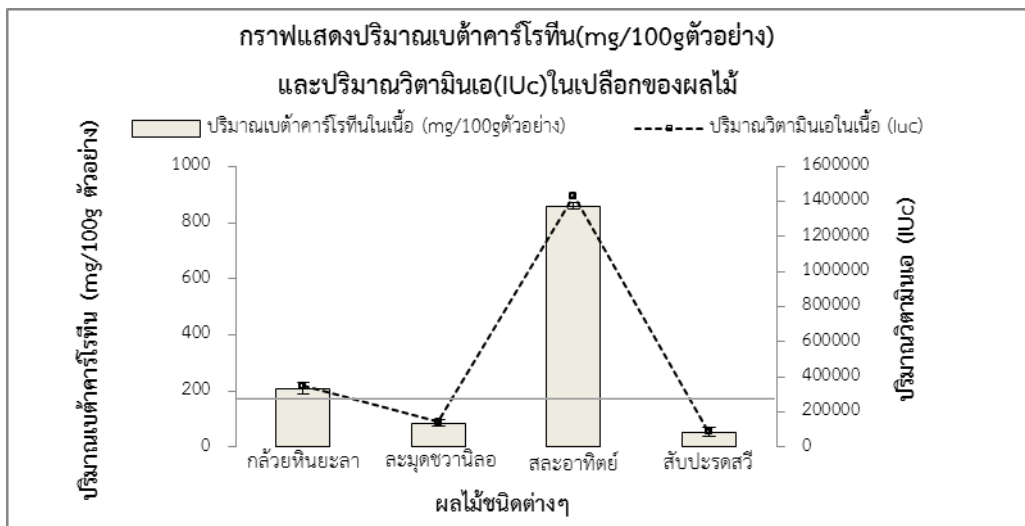
$6 \times 10^{-5}$  M ในเมทานอล ในอัตราส่วน 1:1 เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 nm ด้วยเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer

### การทดสอบตัวอย่าง

นำตัวอย่างเปลือกและเนื้ออย่างละ 1 กรัม มาสกัดด้วยเมทานอล 5 mL (สกัดซ้ำ 3 ครั้ง) กรอง แล้วระเหยเมทานอลภายใต้ความดันต่ำด้วยเครื่อง Rotary Evaporator ที่อุณหภูมิ 40 °C เป็นเวลา 30 นาที ละลายส่วนที่เป็นของแข็งที่ระเหยได้ ด้วยเมทานอล 50 mL จากนั้นเตรียมเป็นความเข้มข้นต่างๆ 5 ความเข้มข้น ซึ่งอยู่ในช่วง 200-1000 µg/mL โดยใช้ตัวทำละลายเป็นเมทานอล เตรียม สารละลาย DPPH  $6 \times 10^{-5}$  M ในเมทานอลกับสารละลายตัวอย่างแต่ละความเข้มข้น อัตราส่วน 1:1 เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ 30 นาที หลังจากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงยูวีที่ความยาวคลื่น 513 nm ด้วยเครื่อง UV-Visible Spectrophotometer ในแต่ละความเข้มข้นจะวัดซ้ำ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยของค่าการดูดกลืนแสง (ใช้สารละลาย DPPH เป็น Control) คำนวณร้อยละของฤทธิ์ต่อต้านอนุมูลอิสระ (%DPPH inhibition) และหาความเข้มข้นของสารตัวอย่างที่สามารถยับยั้งการเกิด Oxidation ลดลงได้ 50% (EC<sub>50</sub>) โดยใช้โปรแกรม SigmaPlot 10.0 แล้วเปรียบเทียบค่า EC<sub>50</sub> ของตัวอย่างกับ EC<sub>50</sub> ของสารละลายมาตรฐาน

### สรุปผลการวิจัย

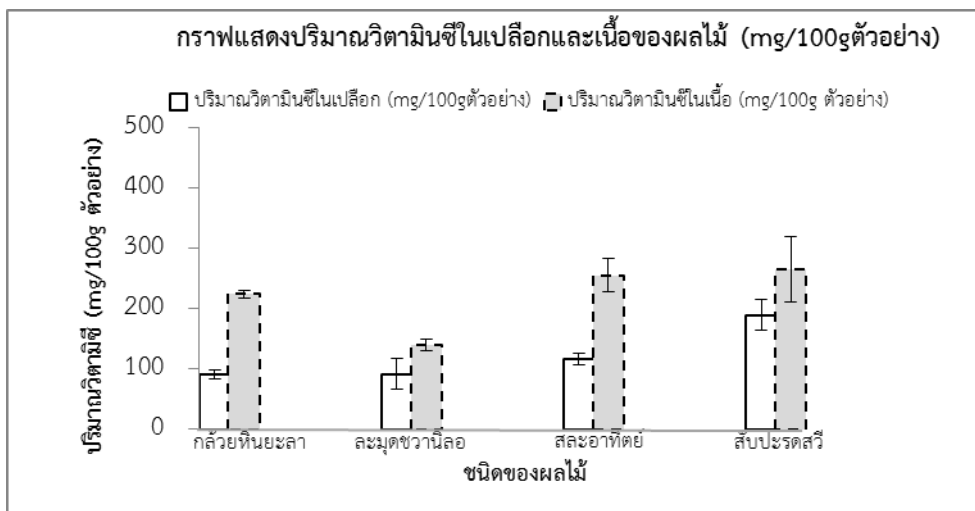
1. ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเบต้าแคโรทีนและวิตามินเอในเปลือกและเนื้อของผลไม้



จากการวิเคราะห์หาปริมาณเบต้าแคโรทีนในเปลือกและเนื้อของผลไม้ทั้ง 4 ชนิด โดยใช้อะซิโตนเป็นตัวทำละลาย ด้วยเทคนิค UV-Visible spectrophotometry ที่ความยาวคลื่น 453 nm พบว่าได้สมการเส้นตรง  $y = 0.0015x + 0.0059$ ,  $r^2 = 0.9996$  มีปริมาณเบต้าแคโรทีนในเปลือกกล้วยหินยะลา ละมุดชวานิลลอสละอาทิตย และสับปะรดสวี เท่ากับ  $293.40 \pm 60.77$ ,  $122.92 \pm 16.35$ ,  $1272.37 \pm 16.38$ ,  $84.08 \pm 4.07$  mg/100g น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนในเนื้อกล้วยหินยะลา ละมุดชวานิลลอสละอาทิตย และสับปะรดสวีเท่ากับ  $209.98 \pm 21.68$ ,  $86.34 \pm 10.70$ ,  $859.64 \pm 11.95$ ,  $54.06 \pm 17.19$  mg/100g น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ดังภาพที่ 1 และ 2

การวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินเอ โดยคำนวณจาก 1 IUC ของวิตามินเอ = 0.6 ไมโครกรัมของเบต้าแคโรทีน พบว่า ปริมาณวิตามินเอในเปลือกกล้วยหินยะลา ละมุดชวานิลลอสละอาทิตย และสับปะรดสวี ดังภาพที่ 1 เท่ากับ 489,007.27, 204,870.84, 2,120,609.54, 140,131.74 IUC ตามลำดับ และในเนื้อกล้วยหินยะลา ละมุดชวานิลลอสละอาทิตย และสับปะรดสวีดังภาพที่ 2 เท่ากับ 349,963.02, 143,903.83, 1,432,738.33, 90,091.70 IUC ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่าจะพบปริมาณเบต้าแคโรทีนและปริมาณวิตามินเอในเปลือกมากกว่าในเนื้อของผลไม้

## 2. ผลการวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซีในเปลือกและเนื้อของผลไม้



จากการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีในเปลือกและเนื้อของผลไม้ทั้ง 4 ชนิด โดยการไทเทรตด้วย 0.01% 2,6-Dichloro-phenolindophenol solution จนได้จุดยุติเป็นสีชมพู และมี Ascorbic acid 500 ppm เป็นสารละลายมาตรฐาน พบว่า ปริมาณวิตามินซีในเปลือกกล้วยหินยะลา ละมุดชวานิลลอสละอาทิตย สับปะรดสวี เท่ากับ  $91.52 \pm 6.89$ ,  $91.54 \pm 25.37$ ,  $115.77 \pm 9.64$ ,  $190.08 \pm 25.33$  mg/100g น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนในเนื้อกล้วยหินยะลา ละมุดชวานิลลอสละอาทิตย สับปะรดสวี เท่ากับ  $224.62 \pm 6.38$ ,  $140.59 \pm 10.04$ ,  $255.66 \pm 27.39$ ,  $266.20 \pm 54.04$  mg/100g น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ดังภาพที่ 3 จึงสรุปได้ว่า ปริมาณวิตามินซีจะพบในเนื้อมากกว่าในเปลือกของผลไม้

## 3. ผลการวิเคราะห์หาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH

จากการตรวจสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในเปลือกและเนื้อของผลไม้ทั้ง 4 ชนิด โดยวิธี DPPH พบว่าเมื่อสารสกัดที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระทำปฏิกิริยากับสารละลาย DPPH ซึ่งเป็นสารอนุมูลอิสระจากสีม่วงเปลี่ยนเป็นสีเหลือง จากตารางที่ 1 เมื่อคำนวณหาค่าความเข้มของสารตัวอย่างที่สามารถยับยั้งการเกิดออกซิเดชันลดลงได้ 50%

(EC<sub>50</sub>) พบว่า เปลือกสละอาทิตย์ เนื้อสละอาทิตย์และเนื้อละมุดชวานิลอ เท่ากับ 15.26, 14.21, 13.42 µg/mL ตามลำดับ สามารถยับยั้งค่าการเกิดออกซิเดชันได้ดีกว่าสารละลายมาตรฐาน ซึ่ง EC<sub>50</sub> เท่ากับ 35.96 µg/mL

**ตารางที่ 1** ค่าความเข้มข้นของสารตัวอย่างที่สามารถยับยั้งการเกิด Oxidation ได้ 50% (EC<sub>50</sub>)

ชนิดของผลไม้	กล้วยหิน (µg/mL)	ละมุด (µg/mL)	สละ (µg/mL)	สับปะรด (µg/mL)
เปลือก	44.55	85.68	15.26	85.91
เนื้อ	40.08	13.42	14.21	36.80

### อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาทางานวิจัยครั้งนี้พบว่า การเตรียมตัวอย่างด้วยไมโครเวฟ ให้ตัวอย่างเปลือกและเนื้อของผลไม้ เหลือความชื้นสุดท้าย 6% พบว่าสามารถช่วยลดเวลาในการเตรียมตัวอย่าง และช่วยลดการสูญเสียสารอาหารและสารออกฤทธิ์สำคัญต่างๆได้ ในการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปองพล และฤทธิชัย, 2555 ซึ่งได้ทำการศึกษากการอบแห้งใบกระเพราด้วยไมโครเวฟ พบว่าการอบด้วยไมโครเวฟสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร ช่วยเร่งอัตราการอบแห้งได้เร็วกว่าการอบแห้งด้วยลมร้อน และช่วยลดการสูญเสียสารอาหารที่สำคัญ

จากการศึกษาปริมาณสารที่อยู่ในกลุ่มสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งได้แก่ เบต้าแคโรทีน, วิตามินเอ และวิตามินซี ในเปลือกและเนื้อของผลไม้ทั้ง 4 ชนิด พบว่า ปริมาณเบต้าแคโรทีนจะพบในเปลือกของผลไม้มากกว่าในเนื้อ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณเบต้าแคโรทีนจะได้จากกระบวนการดูดกลืนแสงของสารสกัด ซึ่งสารสกัดที่มีสีเข้มกว่าจะมีค่าการดูดกลืนแสงที่มากกว่าและแปรผันตรงกับความเข้มข้นคือถ้าค่าการดูดกลืนแสงมาก ปริมาณเบต้าแคโรทีนก็จะมากขึ้นด้วย ฉะนั้นจึงพบในเปลือกมากกว่าในเนื้อของผลไม้ และปริมาณวิตามินเอก็จะเป็นไปในทางเดียวกันกับปริมาณเบต้าแคโรทีน เนื่องจากปริมาณวิตามินเอจะคำนวณจากปริมาณเบต้าแคโรทีน 0.6 µg จะเท่ากับปริมาณวิตามินเอ 1 µg ส่วนปริมาณวิตามินซี จากการศึกษพบว่าเมื่อวิตามินซีทำปฏิกิริยากับสารละลายที่เป็นต่างคือ 2,6-dichlorophenolindophenol ที่มีสีน้ำเงิน เมื่อวิตามินซีถูกออกซิไดซ์หมด จะอยู่ในสภาวะที่เป็นกรดทำให้ได้จุดยุติเป็นสีชมพู ฉะนั้นจากการทดสอบโดยใช้กรดแอสคอร์บิกเป็นสารละลายมาตรฐานพบว่า ปริมาณวิตามินซีจะพบในเนื้อมากกว่าในเปลือกของผลไม้ ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในเนื้อจะพบมากกว่าในเปลือกของผลไม้ทั้ง 4 ชนิด

จากการตรวจสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในเปลือกและเนื้อของผลไม้ทั้ง 4 ชนิด โดยวิธี DPPH ได้รายงานค่าเป็นค่าความเข้มข้นของสารที่สามารถยับยั้งการเกิดออกซิเดชันลดลงได้ 50% (EC<sub>50</sub>) ซึ่งเปรียบเทียบกับค่า EC<sub>50</sub> ของสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก พบว่า เปลือกสละ-อาทิตย์ เนื้อสละอาทิตย์และเนื้อละมุดชวานิลอ สามารถยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระได้ดีกว่าสารละลายมาตรฐาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรรณี เตนรุ่งเรือง, 2550 ที่ได้ทำการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเปลือกต้นอบเชย พบว่า ค่าEC<sub>50</sub>ของสารสกัดเมทานอลในเปลือกต้นอบเชยทั้ง 8 ชนิด โดยวิธี DPPH มีค่าค่อนข้างต่ำ แสดงให้เห็นว่าสารสกัดดังกล่าวมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูง

จากการศึกษาทางานวิจัยในครั้งนี้พบว่า ค่าEC<sub>50</sub> ของเปลือกสละอาทิตย์ เนื้อสละอาทิตย์และเนื้อละมุดชวานิลอ ที่ได้มีค่าต่ำ สามารถยับยั้งการเกิดออกซิเดชันได้ดีกว่าเปลือกและเนื้อผลไม้ชนิดอื่นๆ

### ข้อเสนอแนะ

1. ควรใช้ตัวอย่างชนิดเดียวกันในการวิเคราะห์ แต่คนละสายพันธุ์ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง
2. ควรศึกษาการตรวจสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีอื่นๆ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง

### เอกสารอ้างอิง

- เจนจิรา ภีรัมย์ และคณะ. (2554). **อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ แหล่งที่มาและกลไกการเกิดปฏิกิริยา**. มหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์. 59-70
- เบต้าแคโรทีน**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก : <http://th.wikipedia.org>. [25 เมษายน 2558]
- ปองพล สุริยะกันทร และคณะ. (2555). **แบบจำลองใบกระเพราะด้วยคลื่นไมโครเวฟ**. คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 18, 59-68
- พรรณี เค้นรุ่งเรือง. (2550). **ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเปลือกต้นวงศ์อบเชย**. มปม.: สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้. 19-26
- วิตามินเอ**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก : <https://sites.google.com/site/vitaminforhealth>. [25 เมษายน 2558]
- วันแข็ง สิทธิกิจโยธิน และคณะ. (2011). **ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามหวานและมะขามเปรี้ยว**. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 47-55
- สุกัญญา เขียวสะอาด. (2555). **กะเพรากับการต้านอนุมูลอิสระ**. กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ.
- A.K.Biswas, J. Sahoo, M.K. Chatli. (2011). A simple UV-Vis spectrophotometric method for determination of Beta-carotene content in raw carrot, sweet potato and supplemented chicken meat nuggets. **Food Science and Technology**. 44, 1809-1813
- Victor M. Moo-Huchin, et al. (2015). Antioxidant compounds, antioxidant activity and phenolic content in peel from three tropical fruits from Yucatan, Mexico. **Food Chemistry**. 166, 17-22