



รายงานวิจัย

การศึกษากิจกรรมต้านออกซิเดชันจากส่วนต่าง ๆ ของผลพื้งกาสา

The Antioxidant activity of *Ardisia polycephala* Wall.

โดย

ปิยศิริ สุนทรนนท์

อุบล ต้นสม

สมภาพ เกาทอง

ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณบำรุงการศึกษาประจำปี 2557

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

บทคัดย่อ

สารสกัดหยาบ จากส่วนต่าง ๆ ของผลพื้งกาสา (*Ardisia polycephala* Wall.) สกัดในตัวทำละลาย 3 ชนิด (เอทานอล 95%, อะซิโตน 80% และ เมทานอล) ทดสอบคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 1,1 diphenenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging capacity และหาปริมาณฟีนอลิกรวมทั้งหมดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu method และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยสถิติ พบว่าสารสกัดหยาบจาก ส่วนต่าง ๆ ของผลพื้งกาสา สกัดในตัวทำละลายเมทานอล ให้ปริมาณฟีนอลิกรวมทั้งหมดสูงที่สุด ซึ่งให้ผลไปในทางเดียวกันกับสมบัติต้านอนุมูลอิสระ DPPH ซึ่งให้ค่าที่ดีที่สุดในส่วนเนื้อของพื้งกาสา สกัดในตัวทำละลายเมทานอล โดยพิจารณาจากค่า IC_{50} เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน BHT แต่ทุกตัวมีค่า IC_{50} สูงกว่า BHT ($3.02 \mu\text{g GAE/ml}$) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ จากผลการวิจัยนี้เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาประโยชน์จากผลพื้งกาสาในระดับต่อไปและเป็นประโยชน์ต่อการเลือกบริโภคพื้งกาสาของชาวบ้าน

คำสำคัญ (Keywords)

สารต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พื้งกาสา DPPH

Abstract

Crude extracts from *Ardisia polycephala* Wall. were investigated for their antioxidant capacity in 1,1 diphenenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity and the total phenolic contents in Folin-Ciocalteu method and the results were expressed as mean values $\pm$ standard deviation (SD). Among 6 extracts, methanolic extracts of peel showed the highest total phenolic compounds and best antioxidant capacity (IC_{50}) compare with the standard antioxidant used; BHT and total phenolics content with a value of $85.72 \pm 4.70 \text{ mg equivalent gallic acid (GAE) / 100g fresh weight}$

Key Words

Antioxidant capacity, Total phenolics compounds, *Ardisia polycephala* Wall. DPPH

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ด้วยความเสียสละเวลากรุณาให้คำแนะนำแนวทางแก้ปัญหา การถ่ายทอดความรู้และการติดตามช่วยเหลือในการศึกษาค้นคว้าวิจัยจากผู้ช่วยศาสตราจารย์สมภพ เกาทอง และ อาจารย์อุบล ตันสม ผู้ร่วมวิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ คุณนิภาพร สุวรรณโรจน์ นักวิทยาศาสตร์เคมี ศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่สละเวลาช่วยเหลือเรื่องอุปกรณ์ เครื่องมืองานวิจัยต่าง ๆ และขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยเพื่องานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ สาขาวิชาเคมี ทุกคนที่เป็นกำลังใจ ช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการทำวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่อบรมสั่งสอน ที่เป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา ผลสำเร็จและสิ่งที่เป็นประโยชน์ของงานวิจัยนี้ ขออุทิศแด่ผู้มีพระคุณที่กล่าวมาทุกท่าน

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 สมุนไพรและสารสำคัญจากพืชสมุนไพร	4
2.2 การสกัดแยกสารสำคัญจากพืชสมุนไพร	6
2.3 พืชสมุนไพรที่ใช้ในการวิจัยและองค์ประกอบทางเคมี	8
2.4 ความรู้เรื่องอนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ	11
2.5 สารประกอบฟีนอลิก	16
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
2.7 กรอบแนวคิดงานวิจัย	23
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	24
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	24
3.3 วิธีดำเนินการวิจัย	25
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้	28

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด	29
4.2 การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินอี	30
4.3 การวิเคราะห์ปริมาณเบต้าแคโรทีน	30
4.4 วิธีการทดสอบกิจกรรมต้านออกซิเดชันโดยการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH	30
4.5 การศึกษาผลของการให้ความร้อนต่อการเพิ่มกิจกรรมต้านออกซิเดชัน	38
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	40
บรรณานุกรม	42
ภาคผนวก	47
ประวัติผู้วิจัย	49



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าการดูดกลืนแสงของสารมาตรฐานกรดแกลลิก	29
2	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในผลพลึงกาสา ด้วยตัวทำละลาย เมทานอล เอทานอล 95% และ อะซิโตน 80%	30
3	ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐาน BHT	31
4	ค่า IC_{50} ของสารละลายมาตรฐาน BHT	31
5	ค่าการดูดกลืนแสงและร้อยละการยับยั้งของสารสกัดจากเปลือกพลึงกาสา ในตัวทำละลายเอทานอล 95% ที่ความเข้มข้นและเวลาต่างๆ	32
6	ค่า IC_{50} ของสารสกัดจากเปลือกพลึงกาสาในตัวทำละลายเอทานอล 95%	32
7	ค่าการดูดกลืนแสงและร้อยละการยับยั้งของสารสกัดจากเนื้อพลึงกาสา ในตัวทำละลายเอทานอล 95% ที่ความเข้มข้นและเวลาต่างๆ	33
8	ค่า IC_{50} ของสารสกัดจากเนื้อพลึงกาสา ในตัวทำละลายเอทานอล 95%	33
9	ค่าการดูดกลืนแสงและร้อยละการยับยั้งของสารสกัดจากเปลือกพลึงกาสา ในตัวทำละลายอะซิโตน 80% ที่ความเข้มข้นและเวลาต่างๆ	34
10	ค่า IC_{50} ของสารสกัดจากเปลือกพลึงกาสาในตัวทำละลายอะซิโตน 80%	34
11	ค่าการดูดกลืนแสงและ ร้อยละการยับยั้งของสารสกัดจากเนื้อพลึงกาสา ในตัวทำละลายอะซิโตน 80% ที่ความเข้มข้นและเวลาต่างๆ	35
12	ค่า IC_{50} ของสารสกัดจากเนื้อพลึงกาสาในตัวทำละลายอะซิโตน 80%	35
13	ค่าการดูดกลืนแสงและ % การยับยั้งของสารสกัดจากเปลือกพลึงกาสา ในตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นและเวลาต่างๆ	36
14	ค่า IC_{50} ของสารสกัดจากเนื้อพลึงกาสาในตัวทำละลายเมทานอล	36
15	ค่าการดูดกลืนแสงและ % การยับยั้งของสารสกัดจากเนื้อพลึงกาสา ในตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นและเวลาต่างๆ	37
16	ค่า IC_{50} ของสารสกัดจากเนื้อพลึงกาสาในตัวทำละลายเมทานอล	37
17	การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการต้านออกซิเดชัน ในส่วนต่าง ๆ ของผลพลึงกาสาหลังได้รับความร้อนเป็นเวลา 15 นาที	39

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ผลพื้ล้กาสา	8
2	ต้่นพื้ล้กาสา	9
3	ใบพื้ล้กาสา	9
4	ดอกพื้ล้กาสา	10
5	ผลพื้ล้กาสา (บนต้่น)	10
6	ปฏิกิริยาระหว่างอนุมูลอิสระกับเป้าหมาย	11
7	กลไกปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัว	13
8	สูตรโครงสร้างของวิตามินอี	15
9	สูตรโครงสร้างของเบต้า-แคโรทีน	15
10	สูตรโครงสร้างของวิตามินซี	15
11	บริเวณ Binding site ของเคอร์ซีทีนที่จับกับไอออนของโลหะ	17
12	กราฟมาตรฐานกรดแกลลิก	29
13	ร้อยละการยับยั้งของสาร BHT ณ ความเข้มข้นและเวลาต่าง ๆ	32
14	ร้อยละการยับยั้งของสารสกัดจากเปลือกพื้ล้กาสาในตั้วทาลายเอทานอล 95% ณ ความเข้มข้นและเวลาต่าง ๆ	33
15	ร้อยละการยับยั้งของสารสกัดจากเนื้อพื้ล้กาสาในตั้วทาลายเอทานอล 95% ณ ความเข้มข้นและเวลาต่าง ๆ	34
16	ร้อยละการยับยั้งของสารสกัดจากเปลือกพื้ล้กาสาในตั้วทาลายอะซีโตน 80% ณ ความเข้มข้นและเวลาต่าง ๆ	35
17	ร้อยละการยับยั้งของสารสกัดจากเปลือกพื้ล้กาสาในตั้วทาลายอะซีโตน 80% ณ ความเข้มข้นและเวลาต่าง ๆ	36
18	ร้อยละการยับยั้งของสารสกัดจากเปลือกพื้ล้กาสาในตั้วทาลายเมทานอล ณ ความเข้มข้นและเวลาต่าง ๆ	37
19	ร้อยละการยับยั้งของสารสกัดจากเนื้อพื้ล้กาสาในตั้วทาลายเมทานอล ณ ความเข้มข้นและเวลาต่าง ๆ	38
20	การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการต้านออกซิเดชัน ในส่วนต่าง ๆ ของผลพื้ล้กาสา หลังได้รับความร้อนเป็นเวลา 15 นาที	39

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

สภาพเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปของประเทศไทย ทำให้ประชากรมีพฤติกรรมบริโภคและวิถีการดำรงชีวิตคล้ายคลึงกับสังคมตะวันตก ปัญหาที่ตามมาคือ ร่างกายได้รับสารพิษในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การทำงานของสารชีวโมเลกุลเกิดความบกพร่อง ทำลายโครงสร้างดีเอ็นเอ เปลี่ยนสภาพโปรตีนและไขมันของเยื่อหุ้มเซลล์สร้างพันธะโควาเลนต์กับโปรตีนทำให้โปรตีนทำงานผิดปกติ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคหรือเหนี่ยวนำให้เกิดโรคร้ายหลายชนิด เช่น โรคหัวใจ มะเร็ง ความดันโลหิตสูง เบาหวาน รูมาตอยด์ ความเสื่อมของเซลล์ประสาท ภาวะชรา เป็นต้น (วิลลภ และประณีต, 2547 และ ชัยรัตน์, 2552)

ในช่วงสิบปีที่ผ่านมา มนุษย์มีความใส่ใจในเรื่องสุขภาพ และความงามมากขึ้น การศึกษาวิจัยเพื่อหาสารที่มีผลเสียต่อร่างกายและสารที่มีประสิทธิภาพในการสร้างเสริมสุขภาพที่ดีของร่างกาย จึงได้รับความสนใจอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะงานวิจัยเกี่ยวกับอนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ ปัจจุบันคนเรากลับหันมารับประทานผัก ผลไม้และพืชสมุนไพรเพื่อใช้ในการป้องกันและรักษาโรคมากขึ้น เนื่องจากเชื่อว่ามี ความปลอดภัยมากกว่าการใช้ยา และเป็นแหล่งสำคัญของสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด เช่น วิตามินซี วิตามินอี เบต้าแคโรทีนและสารฟีนอลิก สารต้านอนุมูลอิสระมีอยู่เป็นจำนวนมากทั้งที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้น และที่มีอยู่ในธรรมชาติ ได้แก่ โคเอนไซม์ เอนไซม์คิวเทน (Beyer, 1992) ซึ่งสอดคล้องกับ สมหมาย ปัตตาลี (2551) กล่าวว่า พืชที่มีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระมักจะมีสารประกอบหลัก คือ สารฟีนอลิก ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ กรดฟีนอลิก และแอนโธไซยานิน ซึ่งพบทั่วไปในใบ ลำต้นและเปลือกของพืช กลไกการต้านอนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลิกจะอยู่ในรูปของการกำจัดอนุมูลอิสระ ด้วยการให้อิโธโรเจนอะตอม และการกำจัดออกซิเจนที่ขาดอิเล็กตรอน รวมทั้งการรวมตัวกับโลหะ

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่างานวิจัยของกัลยาณี วัฒนธีรางกูร (2551) ได้ศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระจากกากเมล็ดสบู่ดำ โดยสกัดด้วยตัวทำละลายเมธานอลอัตราส่วน 80 : 20 และ 60 : 40 นำมาหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin – Ciocaltea Reagent พบว่า อยู่ในช่วง 26.4 – 85.28 mg% เมื่อนำมาหาค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical Assay และวิธี 1, 10-phenanthroline พบว่ามี % Inhibition ในช่วง 78 – 92 mg/L และ 94 – 123 ppm Fe^{2+}

ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาค้นคว้าสรรพคุณของตัวอย่างพืชที่น่าสนใจ คือ พิลังกาสา (*Ardisia polycephala* Wall.) เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก มีความสูงของต้นประมาณ 2-3 เมตร ลำต้นแตกกิ่งก้านสาขาออกรอบต้น ขยายพันธุ์ด้วยวิธีการเพาะเมล็ด ชอบดินทรายหรือดินเหนียว แต่ไม่ชอบดินแฉะ โดยจะพบพรรณไม้ชนิดนี้ได้ตามป่าราบ และมีประปรายอยู่ทั่วไป บ้างว่าพบได้ตามป่าโปร่ง ป่าดิบเขาทั่วไป ที่ราบสูง ใบเป็นใบเดี่ยว ออกเรียงสลับกันเป็นคู่ๆ ตามข้อต้น แผ่นใบเป็นสีเขียว มีลักษณะหนาและใหญ่ ส่วนยอดอ่อนเป็นสีแดง ออกดอกเป็นช่อตามปลายกิ่งหรือตามส่วนของยอด

ดอกเป็นสีเหลืองนวล บ้างว่าเป็นสีชมพูอมขาว ผลมีลักษณะกลมโต มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 เซนติเมตร ออกผลเป็นกระจุกมีก้านช่อยาวห้อยย้อยลง และก้านผลยาวเรียงสลับรอบก้านช่อ ผลอ่อนเป็นสีแดง เมื่อแก่หรือสุกแล้วจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงดำ จากข้อมูลสรรพคุณพบว่า ผลสุกนำมาตากแห้งบดเป็นผงผสมกับน้ำผึ้ง แล้วปั้นเป็นลูกกลอนกินช่วยบำรุงโลหิต ไบมีรสร้อน สรรพคุณช่วยแก้อาการไอ แก้ลม ช่วยแก้ปวดฟกการ แก้ท้องเสีย ดอกใช้เป็นยาแก้พยาธิ ใช้เป็นยาฆ่าเชื้อโรครากใช้เป็นยา เมล็ดมีสรรพคุณช่วยแก้ลมพิษ ต้นใช้เป็นยารักษาโรคผิวหนัง แก้โรคเรื้อน

จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำผลของพื้ลังกาสามาทำการสกัดเพื่อศึกษาฤทธิ์ด้านอนุมูลอิสระ และทำการเผยแพร่ผลงานการวิจัยโดยนำผลการวิจัยไปนำเสนอผลงานทางวิชาการในเวทีนักวิจัยต่าง ๆ เพื่อเป็นข้อมูลในการศึกษาขั้นสูงต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษากิจกรรมต้านออกซิเดชันในส่วนต่าง ๆ ของผลพื้ลังกาสามา
- 1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณสารต้านออกซิเดชันบางชนิดในส่วนต่าง ๆ ของผลพื้ลังกาสามา และหาความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมการต้านออกซิเดชันและปริมาณสารต้านออกซิเดชันเหล่านี้ ในส่วนต่างๆ ของผลพื้ลังกาสามา
- 1.2.3 เพื่อศึกษาผลของการให้ความร้อนต่อการเพิ่มกิจกรรมต้านออกซิเดชัน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.3.1 ตัวอย่างพืชที่ใช้ในการวิจัย คือ พื้ลังกาสามา (*Ardisia polycephala* Wall.) วงศ์ MYRSINACEAE จากตำบลสะเตง อำเภอเมืองยะลา จังหวัดยะลา โดยส่วนที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้คือ ผลพื้ลังกาสามา
- 1.3.2 ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด คือ อะซิโตน เอทานอล และเมทานอล
- 1.3.3 การศึกษาฤทธิ์ด้านอนุมูลอิสระของสารสกัดพื้ลังกาสามา โดยวิธี DPPH radical
- 1.3.4 การศึกษาหาปริมาณสารต้านออกซิเดชันชนิดต่าง ๆ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ทำให้ทราบถึงสมบัติการต้านออกซิเดชันของสารสกัดหยาบผลพื้ลังกาสามา
- 1.4.2 ทำให้ทราบถึงปริมาณของสารต้านออกซิเดชันของสารสกัดหยาบผลพื้ลังกาสามา

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

- 1.5.1 สารสกัดหยาบ หมายถึง สิ่งที่ได้สกัดได้จากสมุนไพรที่นำมาสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์แล้วระเหยตัวทำละลายออก ได้เป็นสารสกัดเข้มข้นหรือสารสกัดหยาบ
- 1.5.2 ผลพื้ลังกาสามา หมายถึง ผลพื้ลังกาสามาที่สุก มีสีม่วงดำ
- 1.5.3 ประสิทธิภาพของสารสกัด หมายถึง ความเข้มข้นของสารสกัดที่น้อยที่สุดที่สามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของอนุมูลอิสระ โดยพิจารณาจากค่า IC₅₀ เทียบกับสารมาตรฐาน BHT

1.5.4ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบผลพลึงกาสา หมายถึง สมบัติการยับยั้ง DPPH Radical ของสารสกัดหยาบผลพลึงกาสา

1.5.5 IC_{50} (Inhibition Concentrate) หมายถึง ความเข้มข้นของสารสกัดหยาบที่สามารถยับยั้งไม่ให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการสำรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาประกอบการดำเนินการตามลำดับดังนี้

- 2.1 พืชสมุนไพรและสารสำคัญจากพืชสมุนไพร
- 2.2 การสกัดแยกสารสำคัญจากพืชสมุนไพร
- 2.3 พืชที่ใช้ในการวิจัยและองค์ประกอบทางเคมี
- 2.4 ความรู้เรื่องอนุโมลิสรและสารต้านอนุโมลิสร
- 2.5 สารประกอบฟีนอลิก
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2.7 กรอบแนวคิดงานวิจัย

2.1 พืชสมุนไพรและสารสำคัญจากพืชสมุนไพร

สมุนไพรไทย เป็นทรัพยากรที่มีค่าอย่างหนึ่งของประเทศ วิธีการเลือกใช้สมุนไพรในการรักษาโรคของบรรพบุรุษไทยนั้นถือได้ว่าเป็นศาสตร์ที่ล้ำลึกและเป็นมรดกทางวัฒนธรรมที่ทรงคุณค่ายิ่ง ในปัจจุบันแม้ว่าความนิยมในสมุนไพรจะเสื่อมลงแต่มีประชาชนจำนวนมากไม่น้อยที่พลิกฟื้นความนิยมกลับคืนสู่ธรรมชาติ และใช้วิถีธรรมชาติบำบัดมากกว่าเคมีบำบัด อีกทั้งมีการดูแลสุขภาพ ช่อมสุขภาพก่อนจะเกิดการเจ็บป่วย เช่น การดูแลสุขภาพการด้วย ผักผลไม้ ซึ่งมีโรครุนแรงหลายโรคที่ได้ผลในการรักษา เช่น มะเร็ง เบาหวาน

สมุนไพร (Medicinal plant หรือ Herb) คือ สารทุกชนิดในธรรมชาติที่สามารถนำมาเป็นยาบำบัดรักษาโรคได้ หรือนำมาเป็นยาบำรุงร่างกายของมนุษย์ได้ ได้แก่ พืช สัตว์ แร่ธาตุ ซึ่งยังมีได้ผสมหรือแปรสภาพ เช่นพืช ก็ยังคงเป็นส่วนของราก ลำต้น ใบ ดอก ผล มนุษย์ในสมัยโบราณได้เสาะแสวงหาพืชเพื่อนำมาใช้เป็นอาหาร เชื้อเพลิง เครื่องนุ่งห่ม ที่พักอาศัย และใช้เป็นยาป้องกันบำบัดรักษาโรคต่างๆ (จุไรรัตน์, 2552) สมุนไพรนอกจากจะใช้เป็นยาแล้ว ยังใช้ประโยชน์เป็นอาหาร ใช้เตรียมเป็นเครื่องดื่ม ใช้เป็นอาหารเสริม เป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอาง ใช้แต่งกลิ่น แต่งสีอาหาร ตลอดจนใช้เป็นยาฆ่าแมลงอีกด้วย ในทางตรงกันข้าม สมุนไพรจำนวนมากน้อยที่มีความเป็นพิษถ้าใช้ไม่ถูกวิธีหรือใช้เกินขนาดอาจทำให้เสียชีวิตได้ ดังนั้นจึงควรใช้ด้วยความระมัดระวังและใช้อย่างถูกต้อง สารสำคัญที่พบในพืชสมุนไพรมีดังนี้

2.1.1 คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrates) คาร์โบไฮเดรต ได้แก่ สารจำพวกแป้ง น้ำตาล และเซลลูโลส (Cellulose) ซึ่งเป็นกากใยอาหารอยู่ในพืชรวมทั้งวุ้น และสารจำพวกกัม และมิวซีเลท (Gum and mucilage) ต่างๆ คาร์โบไฮเดรตมักเป็นสารที่พืชเก็บไว้ในรูปของแป้ง โดยเก็บไว้ในรูปแป้ง บริเวณส่วนหัว ราก ใบ เมล็ด เป็นต้น ประโยชน์ที่ได้จากสารพวกคาร์โบไฮเดรต เช่น เป็นแหล่งพลังงาน กากใยในพืชช่วยในการขับถ่าย วุ้นเป็นยาระบาย เป็นต้น

2.1.2 ไขมัน (Lipids) ไขมันประกอบด้วย (Wax) และน้ำมันไม่ระเหย (Fix oils) ตัวอย่างของน้ำมันไม่ระเหยได้แก่ น้ำมันจากเมล็ดพืช น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันเมล็ดฝ้าย น้ำมันเหล่านี้บางชนิดใช้เป็นอาหาร บางชนิดใช้เป็นยาระบาย

2.1.3 เรซินและบาลซัม (Resins and balsams) หมายถึง สารกลุ่มที่ประกอบด้วยเรซินและสารประกอบที่มีเรซินเป็นองค์ประกอบ เป็นสารประกอบที่มีรูปร่างไม่แน่นอน มักเปราะ แตกง่าย แต่บางชนิดอาจนิ่มเมื่อเผาไฟจะหลอมเหลวได้สารที่ใส ชื่นและเหนียว

2.1.4 โปรตีน - กรดอะมิโน (Protein amino acid) โปรตีนเป็นสารอินทรีย์ที่เกิดขึ้นจากกรดอะมิโนมาจับกันเป็นโมเลกุลใหญ่มีประโยชน์บำรุงร่างกาย แต่โปรตีนบางชนิดมีพิษ เช่น โปรตีนจากเมล็ดตระกูลถั่ว และเมล็ดตระกูลทานตะวัน ตัวอย่าง กรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น ไลซีน (Lysine) ทริптоเฟน (Tryptophan) ไกลซีน (Glycine) และไทโรซีน (Tyrosine)

2.1.5 เอนไซม์ (Enzymes) เป็นโปรตีนชนิดหนึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ระหว่าง 13,000 ถึง 840,000 ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาต่างๆ

2.1.6 น้ำมันหอมระเหย (Volatile oils) เป็นสารที่มีลักษณะเป็นน้ำมันที่ได้จากการกลั่นด้วยไอน้ำ มีกลิ่นเฉพาะ ระเหยได้ง่ายในอุณหภูมิปกติเป็นส่วนผสมของสารเคมีหลายชนิดมักเป็นส่วนประกอบในพืชสมุนไพร ที่เป็นเครื่องเทศและเครื่องหอม มักใช้เป็นยาขับลม และฆ่าเชื้อโรค เช่น น้ำมันหอมระเหยในกระเทียม ขิง มะกรูด เป็นต้น ตัวอย่างของสารประกอบเคมีที่สำคัญในน้ำมันหอมระเหย เช่น การบูร (Camphor) บอร์เนออร์ (Borneol)

2.1.7 แอลคาลอยด์ (Alkaloids) เป็นสารที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาหลายอย่าง เป็นกลุ่มสารที่มีอะตอมของไนโตรเจนอยู่ในโมเลกุล พบได้ในพืชบางวงศ์เท่านั้น เช่น พืชวงศ์ถั่ว (Fabaceae) แอลคาลอยด์พบได้ในเกือบทุกส่วนของพืช เช่น ผลพริกไทย ใบลำโพง เปลือกต้นชิงโคนา ตัวอย่างสารในกลุ่มแอลคาลอยด์ ได้แก่ Hyoscine และ Hyoscyamine มีฤทธิ์ลดการปวดเกร็งของลำไส้ ได้จากใบและเมล็ดของลำโพง Quinine ใช้รักษาโรคมาลาเรีย ได้จากเปลือกต้นชิงโคนา Caffeine และ Theo bromine มีผลกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง ได้จากใบชาและเมล็ดกาแฟ Reserpine มีฤทธิ์ลดความดันโลหิตได้จากรากกระย้าน้อย

2.1.8 แทนนิน (Tannins) เป็นสารจำพวกสารประกอบ Phenolic compounds เป็นสารที่มีโครงสร้างซับซ้อนพบได้เฉพาะในพืช คำว่าแทนนิน หมายถึง สารจากพืชที่สามารถเข้ารวมตัวกับโปรตีนของหนังสัตว์ (Animal hide) ทำให้ไม่เกิดการเน่าเปื่อยตามธรรมชาติ จึงนำมาใช้เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องหนัง ดังนั้นแทนนินจึงไม่รวมไปถึง Phenolic compounds อื่นๆ ที่ให้ปฏิกิริยาบางอย่างของแทนนิน ซึ่งสารเหล่านี้มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ เช่น Gallic acid, Catechin และ Chebulic acid เรียกโดยรวมว่า Pseudotannin ส่วน True tannin จะมีน้ำหนักโมเลกุลตั้งแต่ 1,000 - 5,000

2.1.9 แอนทราควิโนน (Antraquinones) เป็นสารที่พบในธรรมชาติมีสีเหลือง ส้ม แดงเข้มจนเกือบถึงดำ แต่ไม่ได้มีส่วนแต่งสีสันทให้กับธรรมชาติเหมือนสารสี (Pigments) อื่นๆ เช่น Flavoids หรือ Anthocyanins สารประกอบ Quinines มีโครงสร้างเป็น Aromatic diketone ประกอบด้วยวงแหวนเบนซีน (Benzene ring) ตั้งแต่ 1 วงแหวนขึ้นไป และมีหมู่คีโตน 2 หมู่ อยู่ในตำแหน่งพารา (Para) ซึ่งกันและกัน ควิโนนพบในธรรมชาติทั้งรูปแบบอิสระและรูปแบบกัลยโคไซด์ซึ่งสามารถถูก

ไฮโดรไลส์ (Hydrolysed) ได้ด้วยกรด ต่าง หรือเอนไซม์ สีของ Quinines จะเปลี่ยนได้ตาม pH ในกรดสีของ Quinines จะออกเหลืองหรือสีส้มและจะเปลี่ยนไปทางสีแดงเมื่ออยู่ในด่าง Quinones ที่ใช้ประโยชน์ทางยาจะมีฤทธิ์แก้โรคผิวหนัง กลาก กลีออน ใช้เป็นยาระบายและยาถ่าย พิษที่พบ เช่น ไบมะขามแขก ใบขี้เหล็ก ใบชุมเห็ดเทศ ใบว่านหางจระเข้ ตัวอย่างในสารนี้ คือ Emodin Chrysophanol และ Rhein

2.1.10 สเตอรอยด์ (Steroids) เป็นสารประกอบอินทรีย์จำพวก พอลิไอโซพรีน (Polyisoprene) ที่เกิดจาก ไอโซพรีน (Isoprene) 6 หน่วยมาเชื่อมต่อกันและมีโครงสร้างหลักเป็น Cyclopentanoperhydrophenanthrene ซึ่งวงแหวน A, B และ C จะอยู่ในลักษณะ Chair conformation การเชื่อมต่อกันระหว่างวงแหวน A และ B จะมีได้ 2 แบบ คือ Trans และ Cis

2.1.11 ซาโปนินไกลโคไซด์ (Saponin glycoside) เป็นสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง มีขั้วสูง และละลายน้ำได้ดี สารกลุ่มนี้จัดเป็นสารลดแรงตึงผิว มีคุณสมบัติดึงน้ำออกจากเซลล์ กระตุ้นการสร้างคอเลสเตอรอล ซาโปนิน เมื่อถูกการแตกสลายด้วยกรดจะได้ส่วน Aglycone หรือ Genin ซึ่งเรียกว่า Sapogenin ส่วนใหญ่จะมีรสฝาดขม หรือเผ็ดร้อนบางชนิดมีรสหวาน เช่น ที่พบในชะเอมเทศ เมื่อนำซาโปนินมาละลายน้ำแล้วเขย่าจะเกิดฟองสบู่ขึ้นเป็นที่ยึดและใช้ประโยชน์กันมาแต่โบราณ โดยใช้เป็นสารซักฟอก

2.1.13 ฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) เป็นสารที่ไม่มีสีแต่สามารถดูดกลืนรังสีได้ในช่วง 315 – 380 นาโนเมตร ซึ่งเป็นช่วงคลื่นที่แมลงสามารถมองเห็นได้ ดังนั้นฟลาโวนอยด์จึงมีบทบาทสำคัญในการล่อแมลงเพื่อการผสมเกสร ฟลาโวนอยด์ที่พบมากในพืชชั้นสูง ได้แก่ Kaempferol และ Quercetin และที่พบได้บ้าง ได้แก่ Myricetin และ Gelangin

2.2 การสกัดแยกสารสำคัญจากพืชสมุนไพร

การสกัดสารสำคัญจากพืชสมุนไพรทำได้หลายวิธี โดยทั่วไปการสกัดสารเบื้องต้นไม่ว่าจะสกัดด้วยวิธีการใดหรือใช้ตัวทำละลายใด ก็จะต้องคัดประกอบเป็นของผสมหรือสารสกัดอย่างหยาบ (Crude extract) ซึ่งเป็นสิ่งที่สกัดออกมาจากสมุนไพรโดยใช้ตัวทำละลาย สารสกัดอย่างหยาบเป็นของผสมขององค์ประกอบทางเคมีของสมุนไพร ซึ่งจะมีทั้งองค์ประกอบที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา (Pharmacologically active constituents) เรียกว่า สารสำคัญ (Active constituents) และองค์ประกอบที่ไม่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา (Pharmacologically inactive constituents) ซึ่งเรียกว่า สารเฉื่อย (Inert substances) ชนิดและสัดส่วนขององค์ประกอบในสารสกัดจะเปลี่ยนไปตามสภาพของสมุนไพรที่ใช้และสภาวะที่ใช้ในการสกัด

2.2.1 น้ำยาสกัดหรือตัวทำละลาย ตัวทำละลายที่นิยมใช้ในการเตรียมสารสกัด ได้แก่ น้ำ แอลกอฮอล์ หรือสารละลายผสมของสารละลายทั้ง 2 ชนิดนี้ นอกจากนี้อาจใช้กรด ต่าง เติมลงในน้ำยาสกัดเพื่อปรับความเป็นกรด – ด่างของน้ำยาสกัดให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ส่วนตัวทำละลายชนิดอื่นๆ เช่น อีเทอร์ คลอโรฟอร์ม มีใช้บ้างเฉพาะกรณี (รัตนา อินทรานุปกรณ์, 2547)

2.2.2 วิธีมาเซอเรชัน (Maceration) เป็นวิธีการสกัดสารสำคัญจากพืชโดยการหมักพืชสมุนไพรกับตัวทำละลายจนกระทั่งเนื้อเยื่อของสมุนไพรอ่อนนุ่มและน้ำยาสกัดแทรกซึมเข้าไปละลายองค์ประกอบภายในผงสมุนไพรออกมาได้ โดยการหมักพืชสมุนไพรกระทำในภาชนะที่ปิดสนิท เช่น ขวดปากกว้าง ขวดรูปชมพู่ หรือโถ เป็นต้น ทิ้งไว้ประมาณ 7 วัน หมั่นเขย่าหรือคนบ่อยๆ รินเอาสารสกัดออก พยายามบีบเอาสารละลายออกจากกากให้มากที่สุด รวมสารสกัดที่ได้นำไปกรอง การสกัดสารซ้ำหลายๆ ครั้งทำให้สามารถสกัดสารออกมาได้หมดหรือเกือบหมด วิธีนี้มีข้อดีที่สารไม่ถูกความร้อนและเหมาะสำหรับการสกัดสารจากสมุนไพรที่มีโครงสร้างหรือเนื้อเยื่อไม่แข็งแรงมากนัก เช่น ใบดอก ซึ่งทำให้อ่อนนุ่มได้ง่าย จัดเป็นวิธีที่ใช้น้ำยาสกัดน้อย จึงประหยัด

2.2.3 การทำให้สารสกัดเข้มข้น (Concentration) เมื่อทำการสกัดสารจากพืชด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสมแล้ว สารสกัดที่ได้มักจะมีปริมาณมากและเจือจาง ทำให้นำไปแยกส่วนไม่สะดวก และไม่มีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องนำมาทำให้เข้มข้นเสียก่อน ซึ่งอาจทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่นิยมกันมาก คือ

1) การระเหย (Free Evaporation) คือ การทำให้แห้งด้วยหม้ออังไอน้ำ (Water bath) หรือ hot plate บางครั้งอาจเป่าอากาศร้อนลงไปในสารสกัดด้วยเพื่อให้ระเหยได้เร็วขึ้น

2) การกลั่นในสุญญากาศ (Vacuum distillation) เป็นวิธีการระเหยแห้งโดยการระเหยตัวทำละลายออกที่อุณหภูมิต่ำและลดความดันลงให้เกือบเป็นสุญญากาศ ใช้เครื่องสูบลสุญญากาศ (vacuum pump) เครื่องมือนี้นี้เรียกว่า Rotary evaporator ประกอบด้วยสามส่วน คือ Distillation Flask, เครื่องควบแน่น (Condenser) และ Receiving flask, Distillation flask จะหมุนอยู่ตลอดเวลาที่ทำงานและแช่อยู่ในหม้ออังไอน้ำ เพื่อให้การกระจายของไอน้ำทั่วถึงและสม่ำเสมอ

3) การแช่แข็ง (Freezing) ถ้าเป็นสารสกัดด้วยน้ำใช้ Lyophizer หรือเครื่องทำให้แห้ง (Freeze dryer) แต่ถ้าเป็นตัวทำละลายอื่นเฉพาะตัวทำละลายเท่านั้นที่แข็ง ซึ่งจะแยกจากสารตัวอย่าง แล้วนำมาแยกโดยเครื่องหมุนเหวี่ยง

2.2.4 โครมาโทกราฟี (Chromatography) เป็นวิธีการแยกองค์ประกอบต่างๆ ออกจากกันที่ได้ผลดีมากและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยอาศัยความแตกต่างของการกระจายตัว (Distribution of partition) ของสารตัวอย่างระหว่าง 2 เฟส (Phases) ที่ไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน คือ เฟสเคลื่อนที่ (Mobile phase) ซึ่งอาจเป็นแก๊ส (Gas) หรือของเหลว (Liquid) กับอีกเฟสหนึ่งซึ่งเป็นเฟสอยู่กับที่ (Stationary phase) หรือของเหลวที่ล้อมรอบวัสดุช่วยพยุง (Supporting material) ซึ่งทำหน้าที่ในการแยกสารหรือองค์ประกอบของสารตัวอย่างออกจากกันขึ้นอยู่กับความจำเพาะเจาะจงของสารตัวอย่างที่มีต่อเฟสอยู่กับที่ ประโยชน์ของการทำโครมาโทกราฟี คือ ใช้แยกสารแต่ละชนิดออกจากสารผสม ตรวจสอบความสม่ำเสมอของสารตัวอย่าง ทำสารให้บริสุทธิ์ ตรวจสอบเอกลักษณ์ของสาร ตรวจสอบวิเคราะห์หาปริมาณ ตรวจสอบสารปนเปื้อน ตัวอย่างของโครมาโทกราฟีที่นิยมใช้ เช่น

1) ทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี (Thin Layer Chromatography, TLC) เป็นเทคนิคที่ใช้แยกและตรวจสอบสารปริมาณน้อยๆ ในงานวิเคราะห์และใช้ในงานเตรียมสารตัวอย่างซึ่งใช้กับสารปริมาณมากๆ ได้ด้วย โดยใช้เฟสอยู่กับที่แผ่นบนแผ่นรองรับ หรือซัพพอร์เตอร์ซึ่งทำด้วยแก้วหรือ

อลูมิเนียม เมื่อหยดสารละลายตัวอย่างซึ่งเป็นสารผสมเรียบง่าย จึงนำแผ่น TLC ไปลงในภาชนะซึ่งบรรจุเฟสเคลื่อนที่ที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดกระบวนการที่เฟสเคลื่อนที่เคลื่อนที่ไปบนเฟสอยู่กับที่ซึ่งเรียกว่า Development จะเกิดการแยกสารประกอบต่างๆ ออกจากกันโดยอาศัยกลไกที่กล่าวมาแล้วข้างต้น อาจมีกลไกมากกว่าหนึ่งกลไกก็ได้ ขึ้นอยู่กับธรรมชาติและคุณสมบัติของเฟสอยู่กับที่และเฟสเคลื่อนที่ แอดซอร์เบนต์ของทีนเลเยอร์โครมาโทกราฟีส่วนใหญ่จะใช้ซิลิกาเจล อลูมินา หรือเซลลูโลส

2) คอลัมน์โครมาโทกราฟี (Column Chromatography) เป็นเทคนิค ที่นิยมใช้แยกสารให้ได้ปริมาณมากโดยเฟสเคลื่อนที่จะทำหน้าที่พาสารเคลื่อนที่ไปบนเฟสอยู่กับที่ ซึ่งบรรจุในหลอดแก้วปลายเปิด (Open column) จึงเกิดการกระจายตัวของสารระหว่างสองเฟสนี้ โดยใช้กลไก แอดซอร์ชันโครมาโทกราฟี พาร์ทิชันโครมาโทกราฟี ไอออนเอ็กซ์เชนโครมาโทกราฟีหรือไฮสแอกซ์ครูชันโครมาโทกราฟี

2.3 พืชสมุนไพรที่ใช้ในการวิจัยและองค์ประกอบทางเคมี

2.3.1 พิลังกาสา



ชื่อภาษาไทย พิลังกาสา

ชื่ออื่น ๆ ตาเปิดตาไก่, ทูรงกาสา(ชุมพร), งาม(สงขลา), ตาปลา, จิงจำ, จำก้อง, มาตาอาแย, ตีนจำ(เลย), ผักจำ ผักจำแดง(เชียงใหม่, เชียงราย), ลังพิสา (ตราด), ป้อนา (มลายู-นราธิวาส) เป็นต้น

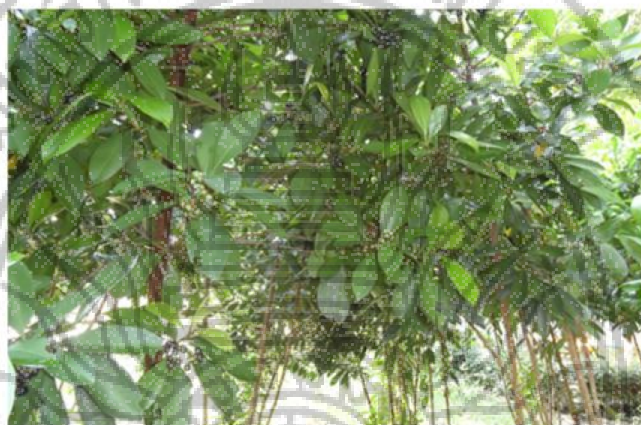
ชื่อวิทยาศาสตร์ *Ardisia polycephala* Wall.

ชื่อพ้อง *Ardisia pendulifera* Pit. Var,

วงศ์ MYRSINACEAE

1) ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้นพิลังกาสา เป็นพันธุ์ไม้ที่มีถิ่นกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบกระจายพันธุ์อยู่ทั่วไป ตั้งแต่หมู่เกาะรีวกีวของประเทศญี่ปุ่น และกระจายไปทั่วเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ไปจนถึงอินเดีย ภาคใต้ โดยจัดเป็นไม้ยืนต้นขนาดย่อม มีความสูงของต้นประมาณ 2-3 เมตร ลำต้นแตกกิ่งก้านสาขา ออกรอบต้น แต่ไม่มากนัก ขยายพันธุ์ด้วยวิธีการเพาะเมล็ด ชอบดินทรายหรือดินเหนียว แต่ไม่ชอบดินแฉะ โดยจะพบพรรณไม้ชนิดนี้ได้ตามป่าราบ และมีประปรายอยู่ทั่วไป บ้างว่าพบได้ตามป่าโปร่ง ป่าดิบเขาทั่วไป ที่ราบสูง



ภาพที่ 2 ต้นพิลังกาสา

ใบพิลังกาสา ใบเป็นใบเดี่ยว ออกเรียงสลับกันเป็นคู่ๆ ตามข้อต้น ลักษณะของใบเป็นรูปไข่ ปลายใบแหลม โคนใบสอบ ส่วนขอบใบเรียบไม่มีจัก แผ่นใบเป็นสีเขียวมัน มีลักษณะหนาและใหญ่ ส่วนยอดอ่อนเป็นสีแดง



ภาพที่ 3 ใบพิลังกาสา

ดอกพื้งกาสา ออกดอกเป็นช่อตามปลายกิ่งหรือตามส่วนของยอด ดอกเป็นสีเหลือง
นวล บ้างว่าเป็นสีชมพูอมขาว หรือสีขาวแกมชมพู เมื่อดอกบานเต็มที่จะมี 5 แฉก คล้ายรูปดาว



ภาพที่ 4 ดอกพื้งกาสา

ผลพื้งกาสา ผลมีลักษณะกลมโต มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 เซนติเมตร ออก
ผลเป็นกระจุกมีก้านช่อยาวห้อยย้อยลง และก้านผลยาวเรียงสลับรอบก้านช่อ ผลอ่อนเป็นสีแดง เมื่อ
แก่หรือสุกแล้วจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงดำ



ภาพที่ 5 ผลพื้งกาสา (บนต้น)

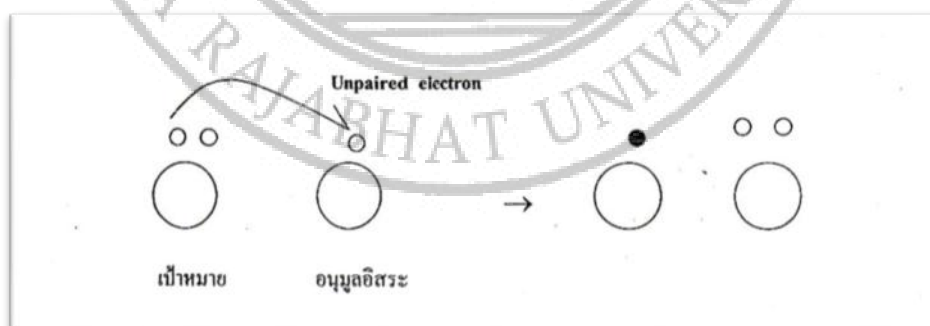
2) สรรพคุณ (หนังสือพจนานุกรมสมุนไพรไทย, สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอัน
เนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี, 2557, หนังสือวัลลือรุกข
บุปผชาติตามรอยพระบาทบรมราชกุมารี, มปป.)

- 2.1) ผลสุกนำมาตากแห้งบดเป็นผงผสมกับน้ำผึ้ง ปั้นเป็นลูกกลอนกินหรือใช้ผงยา 1 ช้อนโต๊ะผสมกับน้ำครึ่งแก้วดื่มช่วยบำรุงโลหิต ช่วยแก้ธาตุพิการ แก้ไข้
- 2.2) ใบมีรสร้อน ช่วยแก้อาการไอ ยาแก้ลม ช่วยแก้ปวดพิการ รักษาโรคตับพิการ
- 2.3) ดอกใช้เป็นยาแก้พยาธิ
- 2.4) รากใช้เป็นยาแก้กามโรค หนองใน ถอนพิษงูกัด แก้พิษงู หรือใช้กากพอกแผล
- 2.5) เมล็ด ช่วยแก้ลมพิษ
- 2.6) ต้น ใช้เป็นยาฆ่าพยาธิผิวหนัง รักษาโรคผิวหนัง แก้โรคเรื้อน
- 3)ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ด้านเชื้อแบคทีเรีย ช่วยยับยั้ง platelet activating factor receptor binding มีฤทธิ์เหมือนฮีสตามีน ทำให้กล้ามเนื้อหดตัว ด้านการจับตัวของเกล็ดเลือด รักษา มาลาเลีย แก้อาการท้องเสีย แก้เกลื้อน ส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อ Aspergillus (ไทยโพสต์ออนไลน์ 20 พฤษภาคม 2555)
- 4) ข้อมูลการวิจัยที่สำคัญ สารที่พบ คือ α -amylin, Rapa none (สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี)

2.4 ความรู้เรื่องอนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ

2.4.1 อนุมูลอิสระ (Free radical)

คือ โมเลกุลซึ่งขาดอิเล็กตรอนไป 1 ตัว หรือได้รับอิเล็กตรอนจากภายนอกเพิ่มเข้ามาอีก 1 ตัว ปกติโมเลกุลในร่างกายจะมีอิเล็กตรอนวิ่งเป็นวงรอบเป็นจำนวนคู่ ซึ่งจะทำให้โมเลกุลนั้นคงตัว ในกรณีที่มีการสูญเสียหรือมีการเพิ่มของอิเล็กตรอนเพียงตัวเดียวจะทำให้โมเลกุลนั้นไม่มั่นคงกลายเป็นอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นตัวอันตรายต้องไปแย่งอิเล็กตรอนจากโมเลกุลข้างเคียงทำให้โมเลกุลที่ถูกแย่งอิเล็กตรอนไปกลายเป็นอนุมูลอิสระแทนจึงต้องไปแย่งอิเล็กตรอนจากโมเลกุลข้างเคียงต่อไปอีกเรื่อยๆ จนเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ ดังภาพที่ 6 ตัวอย่าง อนุมูลอิสระ (Free radical) และ Reactive oxygen species (ROS) เช่น Hydrogen radical ($H^\bullet$), Superoxide anion radical ($O_2^{\bullet-}$) Hydroxyl radical ($HO^\bullet$) Hydrogen peroxide (H_2O_2), Peroxyl radical ($ROO^\bullet$), Singlet oxygen (1O_2)



ภาพที่ 6 ปฏิกิริยาระหว่างอนุมูลอิสระกับเป้าหมาย

1) บทบาทของอนุมูลอิสระ อนุมูลอิสระจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อเยื่อหุ้มเซลล์และเซลล์ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นที่พันธุกรรมดีเอ็นเอ (DNA) ที่ควบคุมการสร้างเซลล์ซึ่งทำให้เกิดเซลล์ ใหม่ที่ต่างไปจากเดิม (Mutation) อาจจะกลายเป็นเนื้อร้าย ในร่างกายของคนเรา มีระบบการต้าน อนุมูลอิสระ ขจัดพวกอนุมูลอิสระนี้ออกไปอยู่แล้วโดยการสร้างเอนไซม์ขึ้นมา หรือได้จากสาร อาหาร บางอย่างที่เรารับประทาน เช่น ซีลีเนียม (Selenium) วิตามินซี (Vitamin C) เบต้าแคโรทีน (Betacarotene) แต่ถ้าร่างกายได้รับอนุมูลอิสระจากภายนอกมากเกินไป มากเกินความสามารถของ สารต้านอนุมูลอิสระ ในร่างกายลดลง เช่น ผู้สูงอายุ ร่างกายอ่อนแอ หรือมีความเครียด ภูมิคุ้มกันไม่ สามารถต่อสู้กับอนุมูลอิสระได้ ก็จะทำให้มีอนุมูลอิสระมากเกินไป ก่อให้เกิดอันตรายได้ ตัวอย่างของ อนุมูลอิสระ ได้แก่อนุมูลซูเปอร์ออกไซด์ (Superoxide anion radical ($O_2^{\bullet-}$)) อนุมูลไฮดรอกซิล (Hydroxyl radical ($HO^{\bullet}$)) อนุมูลเปอร์ออกซี (Peroxy radical $ROO^{\bullet}$) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide (H_2O_2))

2) อันตรายจากการเกิดอนุมูลอิสระ ถ้าอนุมูลอิสระไปทำปฏิกิริยากับเยื่อหุ้มเซลล์ (Cell membrane) ก็จะส่งผลให้เยื่อหุ้มเซลล์เกิดการฉีกขาดมีการไหลของสารต่างๆออกนอกเซลล์ เซลล์ นั้นก็จะตายหรือโดนทำลายไปอันตรายจากอนุมูลอิสระนี้ในทางวิชาการถือว่าเป็นตัวก่ออันตรายต่อ สุขภาพโดยทำให้เกิดโรคแห่งความเสื่อม (Degenerative diseases) การแก่ก่อนวัย (Premature aging) และถ้ารุนแรงจนมีผลกระทบกับดีเอ็นเอจะทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปของดีเอ็นเอ ซึ่งเป็นแม่พิมพ์ ต้นแบบในการแบ่งตัวของเซลล์ ถ้าแม่พิมพ์บิดเบี้ยวก็ทำให้เซลล์ที่ออกมาใหม่ผิดเพี้ยนจากเดิมอันจะ เป็นต้นเหตุของมะเร็ง อนุมูลอิสระที่มากเกินไปจะเป็นอันตรายต่อไขมัน โดยเฉพาะ (LDL) หน่วยสาร พันธุกรรมดีเอ็นเอและคาร์โบไฮเดรต ทำให้เพิ่มอัตราการเสี่ยงต่อการเป็นโรคหลายชนิด โรคที่สำคัญ และมีการศึกษากันมาก คือ โรคหลอดเลือดหัวใจตีบและแข็งตัว โรคกระเพาะบางชนิดโรคความจำเสื่อม (Alzheimer's disease) โรคไขข้ออักเสบ โรคความแก่ เป็นต้น

3) สาเหตุการเกิดอนุมูลอิสระ สาเหตุการเกิดอนุมูลอิสระแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

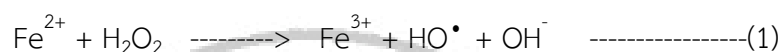
3.1) อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นภายนอกในร่างกายสิ่งแวดล้อมที่เป็นมลพิษ เช่น แสงแดด แสงอาทิตย์ซึ่งมีรังสีอัลตราไวโอเล็ต โอโซน คาร์บอนไดออกไซด์และเขม่าจากเครื่องยนต์ คาร์บอนหรือ ยาฆ่าแมลง รังสี เช่น รังสี X-ray อาหารบางชนิดจากกระบวนการประกอบอาหาร เช่น การย่างเนื้อสัตว์ที่มี ส่วนประกอบของไขมันสูง การนำน้ำมันที่ใช้ทอดอาหารที่อุณหภูมิสูงๆมาใช้ซ้ำ อาหารที่มีกรดไขมัน อิ่มตัว การติดเชื้อทั้งจากแบคทีเรียและไวรัส การอักเสบชนิดไม่ทราบสาเหตุ (Autoimmune diseases) เช่น ข้ออักเสบรูมาตอยด์ โรคเก๊าท์

3.2) อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในร่างกาย ผลจากกระบวนการเผาผลาญพลังงานของ ร่างกาย เช่น การเผาผลาญอาหารเพื่อสร้างพลังงาน (Metabolism) ที่เกิดขึ้นในเซลล์ทำให้เกิดอนุมูล อิสระ

4) กลไกอนุมูลอิสระที่สำคัญ ได้แก่

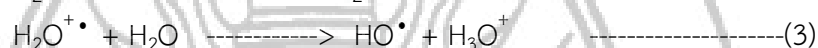
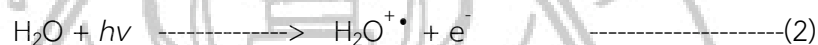
4.1) Hydroxyl radical ($HO^{\bullet}$) เป็นสปีชีส์ที่ว่องไว สามารถเข้าโจมตีโมเลกุล ทั่วทั้งร่างกายได้โดยการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่อย่างต่อเนื่อง สิ่งมีชีวิตสามารถสร้าง $HO^{\bullet}$ โดย 2 กลไก ได้แก่

4.1.1) ปฏิกิริยาของไอออนของโลหะทรานซิชันกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) แม้ว่าเกลือของโลหะทรานซิชันทั่วไป ทำปฏิกิริยากับ H_2O_2 ได้ $\text{HO}^\bullet$ แต่ในร่างกายนั้น เป็นไปได้ว่าเกิดจากเหล็ก Fe^{2+} ทำปฏิกิริยากับ H_2O_2 ได้ $\text{HO}^\bullet$ โดยเรียกปฏิกิริยานี้ว่า Fenton reaction ดังสมการ



ผลของปฏิกิริยาทำให้เซลล์ขาด NADH, GSH และ ATP ทำให้ระดับแคลเซียมภายในเซลล์สูงขึ้นจึงเกิดความเสียหายต่อเซลล์

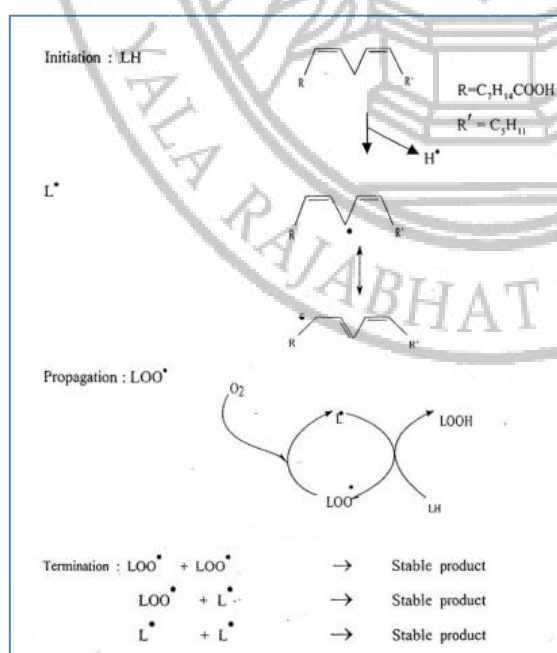
4.1.2) การแตกตัวของน้ำ เนื่องจากถูกแสงหรือรังสี ดังสมการ



(1) Superoxide anion radical ($\text{O}_2^{\bullet-}$) มีความว่องไวน้อยกว่า $\text{HO}^\bullet$ แต่มีชีวโมเลกุลจำนวนมากในร่างกายที่สามารถถูกโจมตีโดย $\text{O}_2^{\bullet-}$ ได้ ซึ่งการสร้าง $\text{O}_2^{\bullet-}$ ดังสมการ



(2) Lipid peroxyl radical ($\text{LOO}^\bullet$) เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น กรดไลโนเลอิก เป็นต้น ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 กลไกปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัว

(Noguchi and Niki, 1998: 9 – 13)

2.4.2 สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant)

คือโมเลกุลของสารที่สามารถจับกับตัวรับและสามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของโมเลกุลสารอื่นๆได้ ปฏิกิริยาออกซิเดชันเป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอนจากสารหนึ่งไปยังตัวออกซิไดซ์ ปฏิกิริยาดังกล่าวสามารถให้ผลิตภัณฑ์เป็นสารอนุมูลอิสระ ซึ่งสารอนุมูลอิสระเหล่านี้จะเกิดปฏิกิริยาถูกโซ่และทำลายเซลล์ของร่างกาย สารต้านอนุมูลอิสระจะเข้ายุดิปฏิกิริยาถูกโซ่เหล่านี้ด้วยการเข้าจับกับสารอนุมูลอิสระและยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยถูกออกซิไดซ์ ดังนั้นสารต้านอนุมูลอิสระจึงถือเป็นตัวรีดิวซ์ เช่น ไรบออล กรดแอสคอร์บิก และ โพลีฟีนอล

1) บทบาทของสารต้านอนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระจะช่วยลดความเสียหายที่เกิดจากอนุมูลอิสระได้ 2 ทางคือ

1.1) ลดการสร้างอนุมูลอิสระในร่างกาย

1.2) ลดอันตรายที่เกิดจากอนุมูลอิสระ

แม้ว่าสารต้านอนุมูลอิสระไม่สามารถแก้ไขความเสียหายที่เกิดขึ้นแล้ว แต่สามารถชะลอให้ความเสียหายเกิดซ้ำลงได้โดยเฉพาะโรคเรื้อรังซึ่งเป็นผลลัพธ์สะสมที่เกิดจากเซลล์และเนื้อเยื่อในร่างกายถูกทำอันตรายและเสียหายเป็นปีๆ เห็นได้จากการรวบรวมความชุกของโรคว่าโรคไม่ติดต่อเรื้อรังเป็นมากในผู้ใหญ่วัยกลางคนหรือผู้สูงอายุ ดังนั้นบุคคลทุกเพศทุกวัยจึงควรได้รับสารต้านอนุมูลอิสระให้พอเพียงต่อความต้องการในแต่ละวัน เพื่อให้เกิดความสมดุลในร่างกายระหว่างสารต้านอนุมูลอิสระและอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น

2) กลุ่มอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ

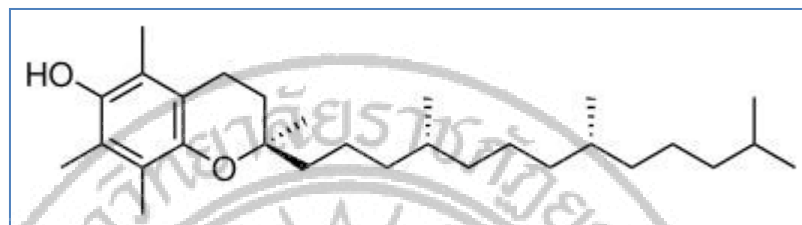
2.1) สารต้านอนุมูลอิสระที่พบในอาหารและจัดเป็นเอนไซม์

ได้แก่ เอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ไดสมูเตส (Superoxidedismutase) ซึ่งต้องการการแร่ธาตุทองแดงเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์และแหล่งอาหารที่ให้แร่ธาตุทองแดง ได้แก่ ตับ เนื้ออาหารทะเล เอนไซม์คะตะเลส (Catalase) เอนไซม์นี้จะใช้ธาตุเหล็กเป็นองค์ประกอบและธาตุเหล็กพบมากในเครื่องในสัตว์ ตับ ไต หัวใจ เลือด เนื้อวัว เนื้อปลา ไข่ ผักใบเขียว ธัญพืช (Cereal) ที่เสริมเหล็กและกลุ่มเอนไซม์กลูตาไทโอนได้แก่ กลูตาไทโอนเพอร์ออกซิเดส (Glutathioneperoxidase) กลูตาไทโอนรีดักเทส (Glutathione reductase) กลูตาไทโอน-เอส-ทรานส์เฟอเรส (Glutathione S-transferase) เอนไซม์กลูตาไทโอนเพอร์ออกซิเดสต้องการเซเลเนียมเป็นองค์ประกอบ เซเลเนียมมีมากในอาหารทะเล ตับ ไตและเนื้อสัตว์ กรณียของกลุ่มเอนไซม์กลูตาไทโอนนี้ จะทำงานโดยมีไตรเพปไทด์กลูตาไทโอนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งองค์ประกอบของไตรเพปไทด์ กลูตาไทโอนจะประกอบด้วยกรดอะมิโน 3 ชนิด ได้แก่ กรดอะมิโน ไกลซีน กลูตาเมต และซิสเตอีน นอกจากกรดอะมิโน 3 ชนิดดังกล่าวแล้ว ยังพบว่ามีสารอาหารหลายชนิดที่มีผลช่วยเพิ่มระดับกลูตาไทโอน ได้แก่ วิตามินซี วิตามินอี วิตามินบี2 วิตามินบี 6 ธาตุซีลีเนียม สังกะสีและแหล่งอาหารที่ให้สารอาหารเหล่านี้ ได้แก่ ถั่วเหลือง นม ไข่ กระเทียม เห็ด ดอกกะหล่ำ เนื้อปลา

2.2) สารต้านอนุมูลอิสระที่พบอยู่ในอาหารและไม่จัดเป็นเอนไซม์

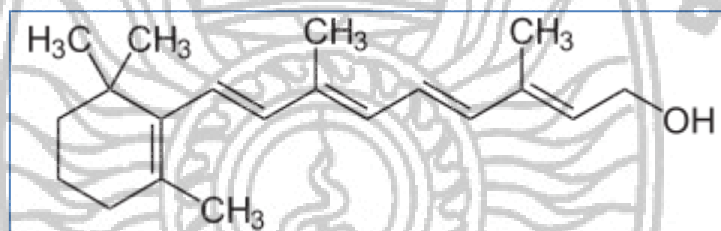
(สุพิศรา เตชะเปรมปรีชา, มปป: 72-74) ได้แก่ วิตามินอี วิตามินเอ วิตามินซี เป็นต้น

2.3) แหล่งอาหารที่ให้วิตามินอีซึ่งวิตามินอีพบมากในน้ำมันพืชเช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด เมล็ดฝ้ายและดอกคำฝอย นอกจากนี้ยังพบว่ามีสูงในต้นอ่อนของเมล็ดข้าวสาลีถ้าเปลือกแข็งชนิดต่างๆ เนื่องจากอาหารกลุ่มที่ให้วิตามินอีเป็นแหล่งอาหารที่ให้ไขมันค่อนข้างสูง



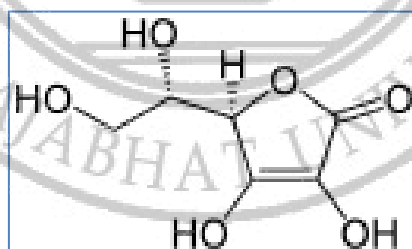
ภาพที่ 8 สูตรโครงสร้างของวิตามินอี

2.4) แหล่งอาหารที่ให้สารเบต้าแคโรทีน เป็นสารสีส้มมีอยู่มากในผักผลไม้ที่มีสีออกส้มหรือเหลือง เช่น มะละกอ แครอท มันเทศ ฟักทอง พริก มะม่วงสุก นอกจากนี้ยังพบได้มากในผักที่มีใบเขียวเข้ม เช่น ตำลึง ปวยเล้ง ใบชะพลู ใบยอ เป็นต้น



ภาพที่ 9 สูตรโครงสร้างของเบต้าแคโรทีน

2.5) แหล่งอาหารที่ให้วิตามินซี ผักและผลไม้ที่มีวิตามินซีสูง ได้แก่ ฝรั่ง ส้ม มะนาว มะเขือเทศ คื่นช่าย บรอกโคลี วิตามินซี หรือ L-ascorbic acid ซึ่งคนไม่สามารถสร้างได้ต้องได้รับจากอาหารเท่านั้น คนเราควรได้รับวิตามินซีวันละ 60 มิลลิกรัม เทียบเท่ากับการกินส้มเขียวหวานขนาดกลาง 1 ผล หรือฝรั่งประมาณ 1/4 ผลขนาดกลาง



ภาพที่ 10 สูตรโครงสร้างของวิตามินซี

2.6) แหล่งอาหารที่ให้เซเลเนียม เซเลเนียมเป็นส่วนประกอบสำคัญของเอนไซม์กลูตาไทโอนเพอร์ออกซิเดส ซึ่งเร่งการทำลายของอนุมูลอิสระชนิดไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ นอกจากนี้เซเลเนียมยังทำหน้าที่ป้องกันการเกิดออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัวอีกด้วย เซเลเนียมเป็นเกลือแร่ที่ทำหน้าที่เป็นตัวประสานการทำงานของเอนไซม์ระหว่างวิตามินอี วิตามินเอ และวิตามินซีได้จากข้าว

หอมแดง หอมใหญ่ กระเทียม ต้นหอม ต้นกระเทียม มะเขือเทศ และส่วนใหญ่จะพบมากในอาหารทะเล ตับ ไต และเนื้อสัตว์ (<http://www.doctor.or.th>)

2.7) ฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) เป็นโมเลกุลส่วนใหญ่พบในพืชแล้วประมาณ 400 ชนิด โดยแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่

2.7.1) ฟลาโวน

2.7.2) ฟลาโวนอย

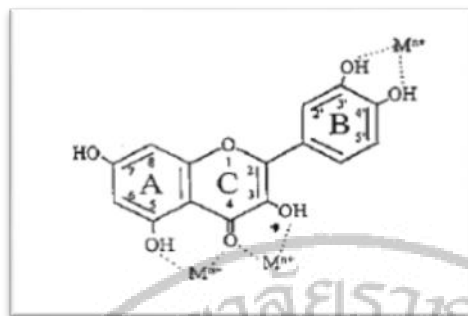
2.7.3) คาทีชิน

2.7.4) แอนโธไซยานิน พบในแอปเปิ้ล หัวหอม ชา เป็นต้น

2.5 สารประกอบฟีนอลิก

สารประกอบฟีนอลิกเป็นสารที่พบได้ในพืชทั่วไป มีคุณสมบัติเป็นสารอินทรีย์ที่มีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวนอะโรมาติก (Aromatic ring) ที่มีจำนวน Hydroxyl group อย่างน้อยหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งหมู่ในโมเลกุล สามารถละลายได้ในน้ำ ส่วนใหญ่สารประกอบฟีนอลิกมักพบอยู่ร่วมกับน้ำตาลในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ (Glycoside) สารประกอบฟีนอลิกที่พบในธรรมชาติมีหลายกลุ่ม และมีลักษณะสูตรโครงสร้างทางเคมีแตกต่างกัน กลุ่มใหญ่ที่พบจะเป็นสารประกอบฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) นอกจากนั้นยังมีสารประกอบต่างๆ เช่น Simple monocyclic phenol Phenyl propanoid phenolic quinine และ Polyphenolic ซึ่งได้แก่พวก ลิกนิน (Lignin) เมลานิน (Melanin) และแทนนิน (Tannin) เป็นต้น รวมทั้งยังพบว่ามีการประกอบที่มีกลุ่มฟีนอล (Phenolic unit) รวมอยู่ในโมเลกุลของโปรตีน อัลคาลอยด์ (Alkaloid) และเทอร์พีนอยด์ (Terpenoid) เป็นต้น

หน้าที่ของสารประกอบฟีนอลิกเหล่านี้ บางชนิดก็ทราบแน่ชัด เช่น ลิกนิน ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างให้ความแข็งแรงแก่ผนังเซลล์ของพืช สารในกลุ่มแอนโธไซยานิน (Anthocyanin) เป็นสารที่ให้สีในดอกไม้ สารในกลุ่มฟลาโวนอยด์มีความสำคัญในการควบคุมการเจริญของพืชจำพวกถั่ว เป็นต้น นอกจากนี้พบว่าสารประกอบฟีนอลิกหลายชนิดมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น ฟลาโวนอยด์ กรดฟีนอลิกและแทนนิน เป็นต้น สารประกอบฟีนอลิกทำหน้าที่เป็นตัวจับไล่อนุมูลอิสระ ที่สำคัญคืออนุมูล Peroxyl โดยมี กลไกที่สำคัญ 2 แบบ คือ เมื่ออยู่ในสภาวะที่มีความเข้มข้นต่ำเมื่อเทียบกับสารออกซิไดส์ สารประกอบฟีนอลิกจะหน่วงเหนี่ยวหรือป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน นอกจากนี้อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาจะถูกทำให้เป็นสารที่มีความเสถียร ดังนั้นจึงสามารถป้องกันการเกิดขั้นตอน Propagation ได้ (Basu *et.al.*, 1999) นอกจากนี้สารประกอบฟีนอลิกบางชนิดยังทำหน้าที่เป็น Chelating agent ดักจับไอออนของโลหะเข้าไปในโมเลกุล เช่น เคอร์ซีทิน (Quercetin) โดยโครงสร้างของเคอร์ซีทินมีตำแหน่ง (Binding site) ที่สามารถดักจับไอออนของโลหะ เช่น ทองแดง ได้ 3 บริเวณ คือ บริเวณ 3',4'-dihydroxy ของวงแหวน B บริเวณ 3-hydroxy, 4-keto ของวงแหวน C และบริเวณระหว่างตำแหน่ง 5-hydroxy ของวงแหวน A กับตำแหน่ง 4-keto ของวงแหวน C ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 ภาพแสดงบริเวณ Binding site ของเคอร์ซีตินที่จับกับ ไอออนของโลหะ (Packer *et.al.*, 1999)

2.5.1 ประเภทของสารประกอบฟีนอลิก สารประกอบฟีนอลิกสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ (Ho, 1992) คือ

1) สารประกอบฟีนอลิกอย่างง่ายและกรดฟีนอลิก สารประกอบฟีนอลิกอย่างง่ายและกรดฟีนอลิก แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1.1) Monocyclic phenols มี 1 phenol ring ที่พบทั่วไปในพืชได้แก่ phenol, catechol, hydro-quinone และ p-hydroxycinnamic acid

1.2) Dicyclic phenols มี 2 phenol ring ได้แก่ Flavonoids และ Lignans

1.3) Triphenols พบในอนุพันธ์ของ Gallic acid เป็นส่วนใหญ่ เช่น Catechin ในชา อนุพันธ์กลุ่มนี้มักอยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ ในรูปของ Quinic acid esters และ Hydrolysable Tannin มีการศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ Catechin ในใบชาเขียว พบว่า มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระดีกว่า และ α -tocopherol ในน้ำมันหมู่น้ำสลัดโดย Catechin มีประสิทธิภาพดีกว่า Epigallocatechin และ Epicatechin gallae และ Epicatechin ตามลำดับ (Cao *et al.*, 1996)

2) Hydrocinnamic acid และอนุพันธ์ ได้แก่ Chlorogenic acid, caffeic และ Ferulic acid ซึ่งฟีนอลิกกลุ่มนี้มักพบในรูปของ Conjugated มากกว่าในรูปของ Glycosides ซึ่ง Chlorogenic acid มีความสำคัญที่สุดในกลุ่มนี้ เนื่องจากเป็นสารตั้งต้นที่สำคัญของการเกิดสีน้ำตาลจากเอนไซม์ในพืช เช่น แอปเปิ้ล Mata *et al.*, (2007) ได้ศึกษาความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของ อนุพันธ์ของ Cinnamic acid พบว่า อนุพันธ์ของ Cinnamic acid ที่ศึกษาได้แก่ Dihydrocaffeic acid, Rosmarinic acid, Caffeic acid, Sinapic acid, Ferulic acid, pcoumaric acid มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเท่ากัน

3) ฟลาโวนอยด์

ฟลาโวนอยด์เป็นฟีนอลิกในพืชที่มีความสำคัญมากที่สุด สูตรโครงสร้างทางเคมีพื้นฐานโดยทั่วไป คือ โครงสร้างไดฟีนิลโพรเพน ($C_6-C_3-C_6$) กับกลุ่มฟีนอลิกไฮดรอกซี ในธรรมชาติพบมากกว่า 2000 ชนิด ซึ่งจะพบ Quercetin และ Rutin มากที่สุด รองลงมาคือ Kaempferol และ Myricetin (Miean and Mohamed, 2001) โดยทั่วไปในใบ ดอก ผล และส่วนต่างๆ ของพืช ประกอบไปด้วย Glycosides ของฟลาโวนอยด์ ส่วนเปลือกและเมล็ดทั้งหมดจะพบทั้ง Glycosides และ Aglycon ของฟลาโวนอยด์

สารประกอบฟีนอลิกเป็นสารที่มีความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันสูง เนื่องจากมีหมู่ให้อิเล็กตรอนหรือไฮโดรเจนแก่สารที่เป็นอนุมูลอิสระคือหมู่ไฮดรอกซี (-OH) หรือ หมู่เมทอกซี (-OCH₃) ได้อย่างรวดเร็ว เมื่อสารประกอบฟีนอลิกเสียอิเล็กตรอนหรือไฮโดรเจนอะตอมไปแล้วจะสามารถเกิดเรโซแนนซ์ภายในโครงสร้างของสารเองทำให้โมเลกุลของสารประกอบฟีนอลิกเสถียร (Shahidi and Naczki, 2004) ทั้งนี้ความสามารถในการให้อิเล็กตรอนหรือไฮโดรเจนอะตอมยังขึ้นอยู่กับสารที่มาประกอบกันเป็นโครงสร้าง เช่น procyanidin dimer กับ Flavan-3-ols ซึ่งมีโครงสร้างของ unit แตกต่างกัน โดย procyanidin ประกอบด้วย (-) epicatechin 2 unit ส่วน flavan-3-ols ประกอบด้วย (+) catechin 1 unit พบว่า procyanidin มีความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีกว่า flavan-3-ols เพราะ (-) epicatechin ให้อิเล็กตรอนหรือไฮโดรเจนอะตอมมีประสิทธิภาพกว่า (+) catechin (Duenas *et al.*, 2003) ซึ่งมีผลการทดลองของ Quettier-Deleu *et al.* (2000) ได้ยืนยันผลการทดลองเช่นเดียวกัน ดังนั้นโครงสร้างของสารที่มาประกอบกันเป็นสารประกอบฟีนอลิกก็มีส่วนสำคัญกับประสิทธิภาพในการกำจัดอนุมูลอิสระ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมต้านออกซิเดชันและปริมาณสารต้านออกซิเดชัน

Guo *et al.* (2003) ศึกษาในผลไม้ 28 ชนิด โดยนำผลมาสกัดและวิเคราะห์กิจกรรมต้านออกซิเดชันโดยวิธี FRAP พบว่ากิจกรรมต้านออกซิเดชันมีค่าแตกต่างกันตามชนิดของผลไม้ โดยผล white pomegranate และ hami melon มีกิจกรรมต้านออกซิเดชันสูงสุดและต่ำสุดตามลำดับ

Zhou and Yu (2006) ศึกษาในผัก 8 ชนิด ได้แก่ กะหล่ำปลี รูทบาร์บ ผักโขม บล็อกโคลี ถั่วเขียว แครอท มะเขือเทศ และมันฝรั่ง ทำการสกัดและวิเคราะห์กิจกรรมต้านออกซิเดชัน 3 วิธี คือ ABTS, DPPH radical scavenging activity และ superoxide scavenging activity พบว่ากิจกรรมต้านออกซิเดชันมีค่าแตกต่างกันตามชนิดของผัก โดย กะหล่ำปลี ผักโขม บล็อกโคลี และรูทบาร์บมีกิจกรรมต้านออกซิเดชันสูงกว่าผักชนิดอื่น

Lim *et al.* (2007) ศึกษาในผลไม้ 9 ชนิด ได้แก่ ฝรั่ง กล้วย แก้วมังกร มะกอกน้ำ ลางสาด มังคุด มะละกอ มะเฟือง และชมพูทับทิมจันทร์ โดยนำส่วนเนื้อผลมาสกัดและวิเคราะห์กิจกรรมต้านออกซิเดชันโดยวิธี DPPH radical scavenging activity และวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total Phenolic compound) และวิตามินซี พบว่าฝรั่งมีกิจกรรมต้านออกซิเดชัน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และวิตามินซีสูงสุด โดยมีกิจกรรมต้านออกซิเดชันมากกว่าแก้วมังกรซึ่งมีกิจกรรมต้านออกซิเดชันต่ำสุดถึง 16 เท่า

Guo *et al.* (2003) ศึกษาในผลไม้ 28 ชนิด โดยนำส่วนเปลือก เนื้อ และเมล็ดของผลมาสกัดและวิเคราะห์กิจกรรมต้านออกซิเดชันโดยวิธี FRAP พบว่าผลไม้หลายชนิดส่วนเปลือกและเมล็ดมีกิจกรรมต้านออกซิเดชันสูงกว่าส่วนเนื้อผลโดย hawthorn, white pomegranate และ red rose grape มีกิจกรรมต้านออกซิเดชันสูงสุดในส่วนเนื้อ เปลือก และเมล็ดของผล ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างในแต่ละส่วนยังขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้อีกด้วย

Soong and Barlow (2004) ศึกษาในผลไม้ 5 ชนิด ได้แก่ มะม่วง มะขาม ลำไย โอ้วคาโดและขนุน โดยนำส่วนเมล็ดและเนื้อผลมาสกัดและวิเคราะห์กิจกรรมต้านออกซิเดชันโดยวิธี ABTS และ FRAP พบว่าส่วนเมล็ดมีกิจกรรมต้านออกซิเดชันสูงกว่าส่วนเนื้อผลในผลไม้ทุกชนิด โดยเมล็ดมะม่วงมีกิจกรรมต้านออกซิเดชันสูงสุด

โพลินรัตน์ (2547) ศึกษาในผัก 11 ชนิด จำนวน 15 สายพันธุ์ โดยนำส่วนเปลือกและเนื้อผลมาสกัดและวิเคราะห์กิจกรรมต้านออกซิเดชันโดยวิธี β -carotene bleaching และวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พบว่าสารสกัดจากเปลือกผลมีกิจกรรมต้านออกซิเดชันและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าในเนื้อผล โดยสารสกัดจากเปลือกผลของฟักเขียวและผลแตงโมอ่อนมีกิจกรรมต้านออกซิเดชันและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุดตามลำดับ ทั้งนี้ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมต้านออกซิเดชันและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีค่าต่ำ ($R^2 = 0.376$)

Toor and Savage (2005) ศึกษาในผลไม้เขตอบ 3 พันธุ์ ได้แก่ Exell, Tradiro และ Flavourine โดยนำส่วนเปลือก เนื้อ และเมล็ดของผลมาสกัดและวิเคราะห์กิจกรรมต้านออกซิเดชันโดยวิธี ABTS และวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ฟลาโวนอยด์ ไสโคพิน และวิตามินซี พบว่าส่วนเปลือกผลมีกิจกรรมต้านออกซิเดชันสูงสุดสอดคล้องกับการมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ฟลาโวนอยด์ ไสโคพิน และวิตามินซีสูงสุดเช่นกัน รองลงมาคือส่วนเมล็ดและเนื้อผลตามลำดับ ในผลไม้เขตอบทั้ง 3 พันธุ์

Li *et al.* (2006) ศึกษาในผลทับทิม โดยนำส่วนเปลือกและเนื้อผลมาสกัดและวิเคราะห์กิจกรรมต้านออกซิเดชันโดยวิธี FRAP และวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดฟลาโวนอยด์ วิตามินซี และ proanthocyanidins พบว่าส่วนสารสกัดจากเปลือกผลมีกิจกรรมต้านออกซิเดชันสูงกว่าส่วนเนื้อผล สอดคล้องกับการมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดฟลาโวนอยด์ วิตามินซี และ proanthocyanidins ในเปลือกผลที่มีมากกว่าเนื้อผล

2.6.2 รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มประสิทธิภาพการต้านออกซิเดชัน

กิจกรรมต้านออกซิเดชันและปริมาณสารต้านออกซิเดชันที่มีในผักและผลไม้ชนิดต่างๆ ตามธรรมชาตินั้นอาจไม่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย ดังนั้นจึงมีการศึกษาถึงวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการต้านออกซิเดชันโดยการเพิ่มปริมาณหรือกิจกรรมของสารต้านออกซิเดชันชนิดต่าง ๆ ด้วยปัจจัยหรือวิธีการต่างๆ เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับประโยชน์สูงสุด รวมทั้งยังเป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับผักและผลไม้เหล่านั้นอีกด้วย ซึ่งปัจจัยหรือวิธีการในการเพิ่มประสิทธิภาพการต้านออกซิเดชันต่าง ๆ มีดังนี้

1) แสง เป็นปัจจัยที่สำคัญในกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ และมีผลกระตุ้นให้พืชมีการสังเคราะห์สารต้านออกซิเดชันในกลุ่มเอนไซม์และกลุ่มที่ไม่ใช่เอนไซม์เพิ่มสูงขึ้น โดยในกลุ่มเอนไซม์แสงจะทำหน้าที่กระตุ้นให้พืชมีกิจกรรมของเอนไซม์ต้านออกซิเดชันมากขึ้น (Costa *et al.*, 2002; Erkan *et al.*, 2008) ส่วนในกลุ่มที่ไม่ใช่เอนไซม์ แสงทำหน้าที่กระตุ้นการสังเคราะห์สารประกอบบางชนิด เช่น สารประกอบฟีนอลิกให้มีปริมาณเพิ่มขึ้นโดยกระตุ้นผ่านเอนไซม์ใน pentose phosphate pathway (PPP) และ shikimic acid pathway นอกจากนี้ยังเพิ่มปริมาณ β -carotene ผ่านทางการแสดงออกของยีนอีกด้วย (Shetty *et al.*, 2002; Wu *et al.*, 2007;

Erkan *et al.*, 2008) ทั้งนี้ชนิดของแสงที่ใช้ได้แก่ แสงสีขาว แสงสีแดง แสงสีน้ำเงิน และแสง UV เป็นต้น ดังมีรายงานการวิจัยดังนี้

Shetty *et al.* (2002) ศึกษาผลของแสง UV ต่อกิจกรรมต้านออกซิเดชันและปริมาณสารต้านออกซิเดชันในต้นกล้วยปากอ้า โดยแช่เมล็ดในน้ำนาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดไปฉายแสง UV เป็นเวลา 5, 10 และ 15 ชั่วโมง ก่อนนำไปเพาะในที่มืดเป็นเวลา 8 วัน นำส่วนไฮโปคอติลของต้นกล้าแต่ละอายุมาสกัดและวิเคราะห์กิจกรรมต้านออกซิเดชันโดยวิธี β -carotene bleaching และวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และกิจกรรมของเอนไซม์ glucose-6-phosphate Dehydrogenase (G6PDH) พบว่าการให้แสง UV เป็นเวลา 15 ชั่วโมงแก่เมล็ดก่อนการเพาะเมล็ดมีผลเพิ่มปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดให้สูงขึ้นและสูงสุดในวันที่ 6 เมื่อเทียบกับชุดควบคุมและเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ G6PDH ให้สูงขึ้นและสูงสุดในวันที่ 6 ด้วยเช่นกัน ทั้งนี้เมล็ดชุดที่ได้รับแสง UV มีกิจกรรมต้านออกซิเดชันไม่แตกต่างกับชุดควบคุม ยกเว้นไฮโปคอติลที่มีอายุ 2 วันของชุดที่ได้รับแสง UV ก่อนเพาะนาน 10 ชั่วโมง มีกิจกรรมต้านออกซิเดชันสูงสุด คาดว่าแสง UV มีผลกระทบให้มีการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้น และเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ G6PDH ซึ่งอยู่ใน pentose phosphate pathway ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่จะนำไปใช้เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกต่อไปใน shikimate pathway

2) รังสี มีผลเพิ่มกิจกรรมต้านออกซิเดชันและปริมาณสารต้านออกซิเดชันต่างๆ ให้สูงขึ้น โดยรังสีมีผลปรับเปลี่ยนโครงสร้างการจัดเรียงตัวของสารประกอบฟีนอลิกเดิมได้เป็นสารประกอบฟีนอลิกชนิดใหม่ ซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านออกซิเดชันสูงขึ้น หรือรังสีอาจมีผลสลายโมเลกุลสารประกอบฟีนอลิกขนาดใหญ่ ให้กลายเป็นโมเลกุลเล็กๆ ซึ่งมีความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชันได้ดีกว่าโมเลกุลขนาดใหญ่ (Variyar *et al.*, 2004; Huang and Mau, 2006; Pérez *et al.*, 2007) ซึ่งรังสีที่นิยมใช้ได้แก่ รังสีแกมมา ดังมีรายงานการวิจัยดังนี้

Pérez *et al.* (2007) ศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อกิจกรรมต้านออกซิเดชันและปริมาณสารต้านออกซิเดชันในใบโรสแมรี่ (*Rosmarinus officinalis* L.) โดยนำใบมาฉายรังสีแกมมาที่ 30 kGy จากนั้นนำมาสกัดและวิเคราะห์กิจกรรมต้านออกซิเดชันโดยวิธี DPPH radical scavenging activity และวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้ฉายรังสี พบว่าการฉายรังสีแกมมา 30 kGy มีผลเพิ่มกิจกรรมต้านออกซิเดชันและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าชุดที่ไม่ได้ฉายรังสี 22 % และ 35 % ตามลำดับ สันนิษฐานว่ารังสีแกมมามีผลสลายสารประกอบฟีนอลิกโมเลกุลใหญ่ เช่น แทนนิน และเปลี่ยนโครงสร้างของโมเลกุลได้เป็นสารฟีนอลิก ชนิดใหม่ที่มีฤทธิ์ในการต้านออกซิเดชันสูงขึ้น

3) สารเคมี มีผลเพิ่มปริมาณสารต้านออกซิเดชันทั้งในกลุ่มที่เป็นเอนไซม์และไม่ใชเอนไซม์ โดยเพิ่มการสังเคราะห์กลุ่มที่เป็นเอนไซม์ผ่านการแสดงออกของยีน และกลุ่มที่ไม่ใช่เอนไซม์โดยเพิ่มการสังเคราะห์สารประกอบต่างๆ เช่น สารประกอบฟีนอลิกผ่านทาง shikimic acid pathway และเพิ่มปริมาณวิตามินซี วิตามินอี และกลูตาไทโอน (Ananieva *et al.*, 2004; Chen *et al.*, 2006; Jeelal *et al.*, 2008) สารเคมีที่นิยมใช้ ได้แก่ salicylic acid (SA) เป็นต้น ดังมีรายงานการวิจัยดังนี้

Jaleel *et al.* (2008) ศึกษาผลของ triadimefon (TDM) ต่อปริมาณสารต้านออกซิเดชันในต้นกล้วยอินเดีย (*Withania somnifera* Dunal) โดยนำเมล็ดมาแช่ในสารละลาย TDM ความ

เข้มข้น 10 mg/L เป็นเวลา 12 ชั่วโมง นำไปเพาะจนได้ต้นกล้าอายุ 30 วัน นำต้นกล้านี้มาสกัดและวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี กลูตาไทโอน และวิตามินอี พร้อมทั้งวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ SOD, POX และ CAT เปรียบเทียบกับชุดควบคุม พบว่าสารละลาย TDM มีผลเพิ่มปริมาณวิตามินซี วิตามินอี กลูตาไทโอน และยังมีผลเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ SOD, POX และ CAT เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ทั้งนี้คาดว่าสาร TDM กระตุ้นการสังเคราะห์สารต้านออกซิเดชันในกลุ่มที่เป็นเอนไซม์และไม่ใชเอนไซม์เหล่านี้จึงมีผลเพิ่มประสิทธิภาพในการต้านออกซิเดชัน

4) อุณหภูมิสูง มีผลเพิ่มกิจกรรมต้านออกซิเดชัน โดยเพิ่มปริมาณสารต้านออกซิเดชัน โดยเฉพาะสารประกอบฟีนอลิก อาจเกิดจากอุณหภูมิสูงมีผลทำให้สารประกอบฟีนอลิกที่แทรกอยู่ในบริเวณผนังเซลล์หลุดออกมาเป็นสารประกอบฟีนอลิกที่มีเพิ่มมากขึ้นใน cytosol (Dewanto *et al.*, 2002a; Choi *et al.*, 2006) หรือทำให้เกิดการสร้างสารประกอบใหม่จากปฏิกิริยา Maillard ซึ่งเป็นกระบวนการสร้างสารสีน้ำตาล (browning) เชื่อว่าสารใหม่ที่เกิดขึ้นมักจะมีฤทธิ์เป็นสารต้านออกซิเดชัน (Soong and Barlow, 2004) ซึ่งกรรมวิธีที่ทำให้พืชได้รับอุณหภูมิสูงได้แก่ การอบ การต้ม หรือการนึ่ง ดังมีรายงานวิจัยดังนี้

Soong and Barlow (2004) ศึกษากิจกรรมต้านออกซิเดชันและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในผลไม้มะม่วง มะขาม ลำไย โอโวกาโด และขนุน โดยเปรียบเทียบระหว่างส่วนเนื้อผลกับเมล็ด พบว่าส่วนเมล็ดมีกิจกรรมต้านออกซิเดชันและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าส่วนเนื้อผลในผลไม้ทุกชนิด เมื่อนำเมล็ดมะม่วงมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 35, 105, 140, 160, 180 และ 200 °C เป็นเวลา 20 นาที พบว่าความร้อนทำให้กิจกรรมต้านออกซิเดชันและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และสูงสุดที่อุณหภูมิ 160 °C แต่เมื่อใช้อุณหภูมิสูงกว่านี้จะมีค่าลดลง สันนิษฐานว่าการสร้างสารต้านออกซิเดชันชนิดที่เป็น Maillard type เพิ่มขึ้นระหว่างกระบวนการให้ความร้อนและอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง หรือเกิดการรวมตัวของสารประกอบฟีนอลิกแต่ละชนิดเกิดเป็นสารต้านออกซิเดชันชนิดใหม่ขึ้นมา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสารประกอบที่พบในพืชและระดับอุณหภูมิ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มสารประกอบฟีนอลิกนี้ให้สูงขึ้น

2.6.3 รายงานการวิจัยเกี่ยวกับผลของความร้อนต่อกิจกรรมต้านออกซิเดชันและปริมาณสารต้านออกซิเดชัน

การให้ความร้อนมีผลต่อกิจกรรมต้านออกซิเดชันและปริมาณสารต้านออกซิเดชันชนิดต่างๆ แตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช พันธุ์ และส่วนต่างๆ ของพืช ระดับอุณหภูมิ และระยะเวลาที่ได้รับความร้อนด้วย อีกทั้งกรรมวิธีที่ให้ความร้อนที่แตกต่างกัน เช่น การอบ การต้ม การนึ่ง หรือการทอด เป็นต้น ล้วนมีผลต่อกิจกรรมต้านออกซิเดชันและปริมาณสารต้านออกซิเดชันชนิดต่างๆ ดังมีรายงานการวิจัยดังนี้

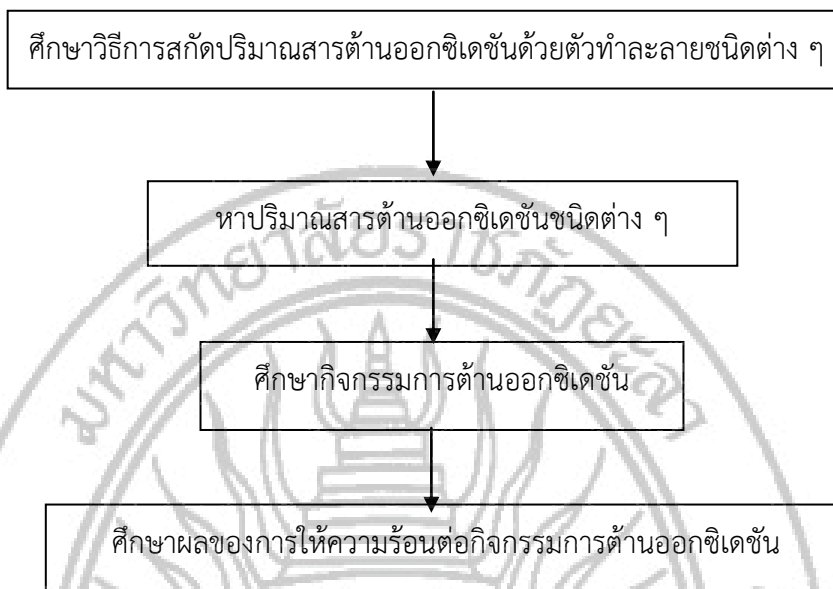
Zhang and Hamaizu (2004) ศึกษากรรมวิธีให้ความร้อนต่อกิจกรรมต้านออกซิเดชันและปริมาณสารต้านออกซิเดชันชนิดต่างๆ ในบลอคโคลี โดยเปรียบเทียบระหว่างการลวกในน้ำเดือดนาน 30, 60, 90, 120 และ 300 วินาที กับการให้ความร้อนโดยไม่โครเวฟนาน 30, 60, 90, 120 และ 300 วินาที พบว่าในการให้ความร้อนทั้ง 2 แบบเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น กิจกรรมต้านออกซิเดชันและปริมาณสารต้านออกซิเดชันซึ่งได้แก่สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด วิตามินซี แคโรทีนอยด์ชนิดต่างๆ

ลดลงทั้งในส่วนดอกย่อยและก้าน คาดว่าความร้อนทำลายผนังเซลล์ทำให้เซลล์ได้รับความเสียหาย เกิดการรั่วไหลของสารต้านออกซิเดชันต่างๆ ลงในน้ำที่ใช้ในการต้ม

Jeong *et al.* (2004) ศึกษาผลของความร้อนต่อกิจกรรมต้านออกซิเดชันและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเปลือกผลส้ม (*Citrus unshiu*) โดยการอบผลที่อุณหภูมิ 50, 100 และ 150 °C เป็นเวลา 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 นาที จากนั้นวิเคราะห์กิจกรรมต้านออกซิเดชันโดยวิธี DPPH radical scavenging activity และวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พบว่าความร้อนมีผลเพิ่มกิจกรรมต้านออกซิเดชัน และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและระยะเวลาที่ได้รับความร้อน โดยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 150 °C เป็นเวลา 30 นาที มีผลเพิ่มกิจกรรมต้านออกซิเดชัน และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุดเท่ากับ 3.68 และ 2.42 เท่าตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม สันนิษฐานว่ามีการสร้างสารประกอบฟีนอลิกบางชนิด เช่น 5-hydroxyvaleric acid, 2,3-diacetyl-1-phenylnaphthalene, vanillic acid และ ferulic acid เกิดขึ้นใหม่เมื่อเปรียบเทียบกับชุดที่ไม่ได้รับความร้อน และยังมีการสร้างสารประกอบฟีนอลิกบางชนิดเพิ่มขึ้นมากกว่าชุดที่ไม่ได้รับความร้อน เช่น 2-azathianthrene, arabion furanose, palmitic acid และ stearic acid

Turkmen *et al.* (2006) ศึกษาผลของความร้อนต่อกิจกรรมต้านออกซิเดชันและระดับการเกิดสีน้ำตาลในน้ำผึ้ง โดยนำน้ำผึ้งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 50 และ 60 °C เป็นเวลา 12 วัน อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 10 วัน ทำการวิเคราะห์กิจกรรมต้านออกซิเดชันโดยวิธี DPPH radical scavenging radical และระดับการเกิดสีน้ำตาลทุกๆ 24 ชั่วโมง พบว่าเมื่อเวลาการเก็บรักษานานขึ้นกิจกรรมต้านออกซิเดชันและระดับการเกิดสีน้ำตาลมีค่าเพิ่มขึ้นโดยชุดที่เก็บที่อุณหภูมิ 70 °C มีกิจกรรมต้านออกซิเดชันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและสูงสุด รองลงมาได้แก่ชุดที่เก็บที่อุณหภูมิ 60 และ 50 °C ตามลำดับ ซึ่งให้ผลในทำนองเดียวกันในระดับการเกิดสีน้ำตาล และพบว่ากิจกรรมต้านออกซิเดชันมีความสัมพันธ์สูง ($R^2 > 0.95$) กับระดับการเกิดสีน้ำตาล สันนิษฐานว่าความร้อนมีผลเร่งการสร้างสารประกอบบางชนิดขึ้นมาให้ซึ่งมีฤทธิ์เป็นสารต้านออกซิเดชันในระหว่างการเกิดปฏิกิริยา Maillard ทั้งนี้การสร้างสารประกอบชนิดใหม่นั้นมีหลายตัวแตกต่างกันขึ้นอยู่กับระยะเวลาการเกิดปฏิกิริยา Maillard และระดับอุณหภูมิที่ได้รับ

2.7 กรอบแนวคิดงานวิจัย



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ส่วนต่าง ๆ ของฟิลั่งกาสา

กลุ่มตัวอย่าง ส่วนต่าง ๆ ของผลฟิลั่งกาสา จาก 3 จังหวัดชายแดนใต้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

3.2.1 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

- 1) เครื่องแก้วพื้นฐาน
- 2) เครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน (Rotary evaporator)
- 3) เครื่องส่องรังสีเหนือม่วง (UV lamp)
- 4) เครื่องชั่งวิเคราะห์ ทศนิยม 2 และ 4 ตำแหน่ง (Analytical balance)
- 5) คอลัมน์โครมาโทกราฟี (Column chromatography)
- 6) อัลตราไวโอเลต วิสเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-Visible Spectrophotometer)
- 7) ชุด TLC
- 8) ตู้แช่อุณหภูมิต่ำ -20°C (Deep freezer)
- 9) ตู้อบ (Oven)
- 10) โถดูดความชื้น (Desiccator)
- 11) ขวดก้นกลม (Conical Flask)
- 12) ไมโครปิเปต (Micropipette)
- 13) อะลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminium Foil)
- 14) เครื่องเขย่า (Vortex)
- 15) เครื่องปั่น (Blender)
- 16) พาราฟิล์ม (Para Film)
- 17) คิวเวต (Cuvette)
- 18) เครื่องวัดความเป็นกรด - ด่าง (pH Meter)
- 19) เครื่องเหวี่ยงตะกอนความเร็วสูง (Centrifuge)

3.2.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

- 1) การวิเคราะห์กิจกรรมต้านออกซิเดชันโดยวิธี DPPH
 - Absolute Ethanol (Merck)
 - 1, 1 - diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (Fluka)
- 2) การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด
 - Absolute Ethanol (Merck)
 - Folin-Ciocalteu's phenol reagent (Merck)

- Sodium carbonate (Merck)
- Gallic acid (Merck)
- 3) การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินอี
 - Absolute ethanol (Merck)
 - L-ascorbic acid (APS)
 - 2, 2-biquinoline (Fluka)
 - Copper (II) nitrate (Ajax)
 - Ethanol (Union Science)
 - n-heptane 99% (Lab-Scan)
 - Potassium hydroxide (Merck)
 - Sodium sulfate anhydrous (Fisher Scientific)
 - Toluene (Fisher Scientific)
 - (+) - α -tocopherol (Sigma)
 - Urea (Ajax)
- 4) การวิเคราะห์ปริมาณเบต้าแคโรทีน
 - Acetone
 - Hexane
 - β -carotene

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.3.1 การเตรียมสารสกัดหยาบจากส่วนต่าง ๆ ของผลพลึงกาสา

นำพืชตัวอย่างมาบดตามวิธีการวิเคราะห์ของ Yi-Fang Chu *et al.*, 2002 ซึ่งสรุปได้ดังนี้ คือ นำพืชตัวอย่าง 500 – 1,000 กรัม ผสมกับตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ แล้วนำไปปั่นละเอียดและปั่นแยกที่ 10,000 รอบต่อนาที นำส่วนใสที่ได้มาระเหยตัวทำละลายด้วยเครื่องระเหยตัวทำละลายแบบหมุน ที่อุณหภูมิ 40 – 50°C จนมีปริมาตรเหลือประมาณ 10% ของสารละลายเริ่มต้นแล้วเก็บไว้ที่ -40°C

3.3.2 การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดหยาบ

วิเคราะห์ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric method (Singleton *et al.*, 1999) โดยนำสารละลาย 100 ไมโครลิตร มาเติมน้ำกลั่นจนครบ 3 มิลลิลิตร เติมสาร Folin-Ciocalteu reagent ปริมาตร 125 ไมโครลิตร หลังจากวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 6 นาที เติม 7% Na_2CO_3 1.25 มิลลิลิตร ทิ้งไว้นาน 90 นาทีที่อุณหภูมิห้องเพื่อให้เกิดสี จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร เทียบกับหลอดควบคุม ซึ่งใช้น้ำกลั่นแทนสารละลาย หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัด โดยเปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับกราฟมาตรฐานซึ่งเตรียมจากสารละลายกรดแกลลิก ความเข้มข้น 20 – 500 ไมโครกรัม/ลิตร (Wolfe and Lui, 2003)

3.3.3 วิธีการทดสอบกิจกรรมต้านออกซิเดชันโดยการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH

ทดสอบความสามารถดักจับอนุมูล DPPH ของสกัดตามวิธีของ Yen & Hen, (1995) โดยนำสารสกัดแต่ละชนิดมาเตรียมเป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กันใน Absolute Ethanol ปริมาณ 100 ไมโครลิตร และเติมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.05 มิลลิโมล/ลิตร ใน Absolute Ethanol ปริมาตร 1 มิลลิลิตรลงไปผสมให้เข้ากัน หลังจากทิ้งไว้ในที่มืด ณ อุณหภูมิห้องนาน 5, 10, 20, 30, 40 และ 60 นาทีตามลำดับ นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับชุดควบคุม ซึ่งใส่ Absolute Ethanol แทนสารสกัด นำค่าที่ได้มาคำนวณหาร้อยละการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH จากสูตร

$$\text{ร้อยละการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH} = \left[\frac{(A_{\text{control}} - A_{\text{sample}})}{A_{\text{control}}} \right] \times 100$$

A_{control} = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายควบคุม

A_{sample} = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง

จากนั้นคำนวณหาค่า IC_{50} จากกราฟระหว่าง ร้อยละการยับยั้งกับความเข้มข้นของสารสกัด ณ เวลาต่าง ๆ

IC_{50} = ค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ได้ ร้อยละ 50

3.3.4 การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินอี

นำแต่ละส่วนของผลพลึงกาสา มาวิเคราะห์ปริมาณวิตามินอี ดัดแปลงจากวิธีการของ Contreras-Guzman and Strong III., 1982 มี 3 ขั้นตอนดังนี้

1) การสกัดวิตามินอี นำตัวอย่างเนื้อเยื่อแต่ละส่วนของผลพลึงกาสาที่หั่นละเอียดหนัก 1 กรัม มาสกัดด้วย Absolute ethanol ปริมาตร 20 มิลลิลิตรในขวดรูปชมพู่ ปิดปากขวดด้วยอลูมิเนียมฟอยด์และถุงพลาสติกรัดด้วยยางให้แน่นเพื่อป้องกันการระเหย นำไปแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 85°C เป็นเวลา 30 นาทีโดยเขย่าเป็นครั้งคราว จากนั้นเติม n-heptane ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ลงในสารผสมเขย่านาน 5 นาทีแล้วเติมสารละลาย 1.25 % sodium sulfate ปริมาตร 20 มิลลิลิตร เขย่านาน 2 นาทีแล้ววางไว้ให้แยกชั้นสำหรับการทดลองควบคุมให้ใช้สารละลายมาตรฐาน 0.1% α -tocopherol ที่ละลายใน Absolute ethanol ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร แทนเนื้อเยื่อแต่ละส่วนของผลพลึงกาสา

2) การกำจัดสารบกวนโดยวิธี Slight Saponification ปิเปตสารละลายชั้นบนที่สกัดได้จากข้อ 1 ปริมาตร 7 มิลลิลิตร (สำหรับ Blank ให้ใช้ n-heptane แทน) ลงในหลอดทดสอบเติมสารละลาย 5% L-ascorbic acid ปริมาตร 5 มิลลิลิตรและสารละลาย Potassium hydroxide ใน ethanol ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เขย่านาน 2.5 นาที วางไว้ให้แยกชั้น จากนั้นปิเปตสารละลายชั้นบนปริมาตร 5 มิลลิลิตร มาเติมสารละลาย 80% Ethanol ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เขย่านาน 1 นาทีเพื่อแยกไขมันที่ถูกไฮโดรไลซ์ด้วย ascorbate และ Potassium hydroxide

3) การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินอี นำสารละลายชั้นบนที่ได้จากข้อ 2 ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร มาเติมสารละลาย Complexing reagent ปริมาตร 5 มิลลิลิตร (ผสมสารละลาย 0.5% biquinoline ใน toluene ปริมาตร 4 มิลลิลิตร และสารละลาย 0.5% copper nitrate ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยสารละลาย 2.5% urea ใน absolute ethanol ให้ครบ 100 มิลลิลิตร) เขย่าอย่างแรงนาน 2.5 นาที วางไว้ให้แยกชั้นจากนั้นดูดสารละลายชั้นบนทิ้งไป เปิดสารละลายชั้นล่างมา 3 มิลลิลิตร เติม absolute ethanol 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำสารละลายผสมไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 545 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้มาคำนวณเป็นปริมาณวิตามินอี โดยปริมาณวิตามินอีที่คำนวณได้มีหน่วยเป็น ไมโครกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ($\mu\text{g}/100\text{g fresh weight}$) โดยใช้สูตร คำนวณดังนี้

$$\text{ปริมาณวิตามินอี } (\mu\text{g}/100 \text{ g fresh weight}) = \frac{A_x C_s f}{A_s W_x}$$

เมื่อ	A_x	คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 545 นาโนเมตรของตัวอย่าง
	A_s	คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 545 นาโนเมตรของสารมาตรฐาน
	C_s	คือ จำนวนไมโครกรัมของสารมาตรฐาน/1 มิลลิลิตร
	W_x	คือ น้ำหนักของสารตัวอย่าง (กรัม)
	f	คือ dilution factor

3.3.5 การวิเคราะห์ปริมาณเบต้าแคโรทีน (Bushway, 1986)

นำตัวอย่างส่วนต่าง ๆ ของผลพื้ลึงกาสา มาสับให้ละเอียด ตัวอย่างละ 1 กรัม ใส่ในหลอดทดลองทำ 2 ซ้ำ เตรียมสารที่ใช้ในการวัดค่าการดูดกลืนแสง ซึ่งใช้ Acetone:Hexane อัตราส่วน 4:6 เติมสารละลายที่เตรียมไว้ใส่ในหลอดทดลองหลอดละ 20 มิลลิลิตร นำไปปั่นด้วยเครื่อง Homogenizer เป็นเวลา 1 นาที รินส่วนใสไปวิเคราะห์หาค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ช่วงความยาวคลื่น 663 645 505 และ 453 นาโนเมตร (nm) (Nagata and Yamashita, 1992) เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ดังสมการ

$$\text{เบต้าแคโรทีน (mg/100 g FW)} = 0.216A_{663} - 1.22A_{645} - 0.034A_{505} + 0.452A_{453}$$

3.3.6 ผลของการให้ความร้อนต่อการเพิ่มกิจกรรมต้านออกซิเดชัน

นำตัวอย่างส่วนต่าง ๆ ของผลพื้ลึงกาสา มาล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้ง แล้วนำตัวอย่างที่เตรียมไปนึ่งที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 15 นาที แล้วนำไปวิเคราะห์กิจกรรมต้านออกซิเดชันตามวิธีการทดลองข้อ 3.3.1 และ ข้อ 3.3.3

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ (ชุดิมา ศรีวิบูลย์, 2547)

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สถิติ ทางคณิตศาสตร์ทั่วไปที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแสดงรายละเอียดดังนี้

1) ค่าเฉลี่ย (Mean) คำนวณได้จากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

เมื่อ X คือ แทนค่าเฉลี่ย
 X_i คือ ค่าที่ได้จากการทดลองในแต่ละครั้ง
 N คือ จำนวนครั้งที่ทำการทดลอง

2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, SD) คำนวณได้จากสูตร

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N-1}}$$

เมื่อ X คือ แทนค่าเฉลี่ย
 SD คือ แทนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 X_i คือ ค่าที่ได้จากการทดลอง
 N คือ จำนวนข้อมูล

บทที่ 4

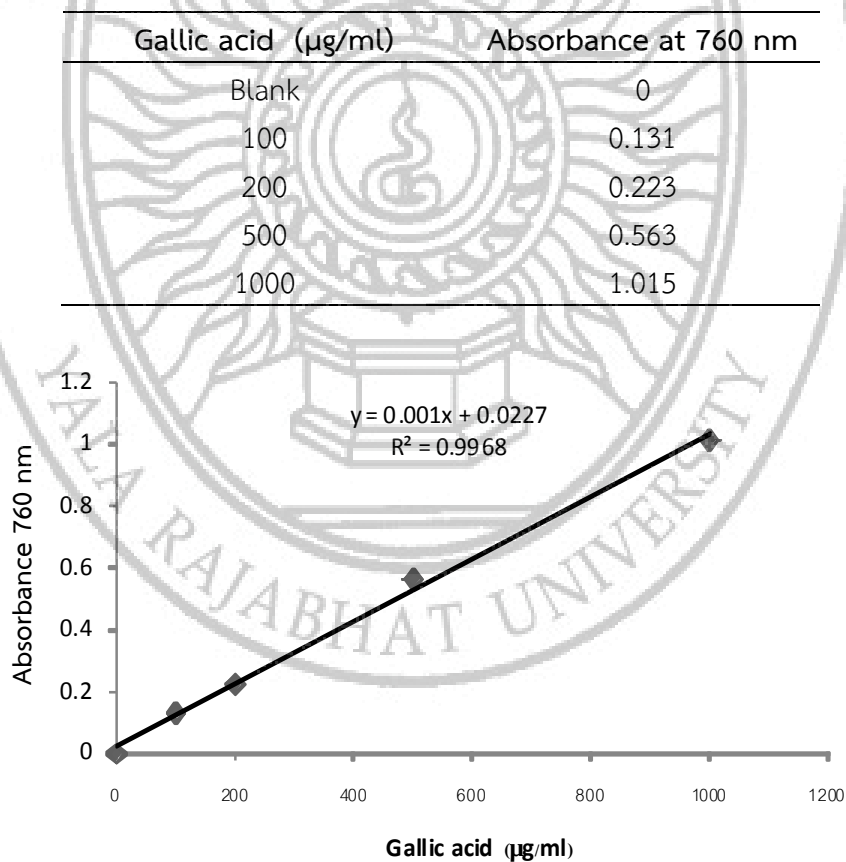
ผลการวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้ศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนการเตรียมสารตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น สารประกอบฟีนอลิก เบต้า-แคโรทีน วิตามินอี และวิตามินซี ในดอกดาหลา โดยแต่ละชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระจะมีวิธีสกัดด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกันออกไป

4.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

เมื่อนำสารสกัดมาทดสอบตามวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric method แล้วหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดโดยเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก ดังภาพที่ 12 ปริมาณที่ได้ นั้นมาจากการเทียบเท่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกชนิดกรดแกลลิก โดยใช้วิธีนำกรดแกลลิกความเข้มข้นต่าง ๆ มาเขียนเป็นกราฟมาตรฐานจากตารางที่ 1 ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลิกจากพืชที่ประกอบด้วยหมู่ฟีนอลิกพบว่าในผลพลั่งกาของสารสกัดจะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกอยู่

ตารางที่ 1 ค่าการดูดกลืนแสงของสารมาตรฐานกรดแกลลิก



ภาพที่ 12 กราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

นำสารละลายกรดแกลลิกความเข้มข้น 20 mg/ml มาเจือจางด้วยสารละลายเอทานอล 95% ให้ได้ 4 ความเข้มข้น คือ 100 200 500 และ 1000 $\mu\text{g/ml}$ แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 nm โดยใช้สารละลายเอทานอล 95% เป็น Blank

ตารางที่ 2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในผลพลึงกาสา ด้วยตัวทำละลาย เมทานอล เอทานอล 95% และ อะซิโตน 80%

ชนิดตัวทำละลาย	ค่าการดูดกลืนแสง (A_{760})	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (mg GAE/100 g fresh weight)
เมทานอล	0.537	85.72 ± 4.70
อะซิโตน 80%	0.271	41.38 ± 5.80
เอทานอล 95%	0.373	58.38 ± 3.20

หมายเหตุ ผลที่แสดงเป็นค่าจากการเจือจาง 1:100

GAE = Gallic acid equivalent

จากผลการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดผลพลึงกาสา โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก (Gallic acid) (ภาพที่ 4.1) ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลิกจากพืชที่ประกอบด้วยหมู่ Phenolic พบว่า ในแต่ละมิลลิกรัมของสารสกัดจะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกอยู่ ดังนี้ สารสกัดจากผลพลึงกาสาให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 85.72 ± 4.70 , 41.38 ± 5.80 และ 58.38 ± 3.20 mg GAE/100 g fresh weight ในตัวทำละลาย เมทานอล อะซิโตน และ เอทานอล ตามลำดับ (ผลที่แสดงเป็นค่าจากการทดลอง 3 ครั้ง, GAE = Gallic acid equivalent)

4.2 การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินอี

การศึกษาหาปริมาณวิตามินอีในครั้งนี้ พบว่าปริมาณวิตามินอีในส่วนต่าง ๆ ของผลพลึงกาสา พบว่าส่วนเปลือกผลมีปริมาณวิตามินอีสูงสุด รองลงมาคือส่วนเมล็ดและส่วนเนื้อ ตามลำดับ โดยมีค่าเท่ากับ 62.03, 41.34 และ 18.80 $\mu\text{g}/100$ g fresh weight ตามลำดับ

4.3 การวิเคราะห์ปริมาณเบต้าแคโรทีน

การศึกษาหาปริมาณเบต้าแคโรทีนในส่วนต่าง ๆ ของผลพลึงกาสา พบว่า ส่วนเนื้อให้ปริมาณสูงสุด รองลงมาคือ ส่วนเปลือก และส่วนเมล็ด ตามลำดับ ให้ผลดังนี้ 873 639 และ 32 $\mu\text{g}/100$ g fresh weight ตามลำดับ

4.4 วิธีการทดสอบกิจกรรมต้านออกซิเดชันโดยการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH

การทดลองหาความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระในครั้งนี้ ได้ใช้สารสกัดสารประกอบฟีนอลิกในการทดสอบ เนื่องจากสารสกัดเบต้าแคโรทีน และสารสกัดวิตามินอีเป็นสารที่ไม่มีขั้ว ไม่สามารถละลายเข้ากับสารละลาย $\text{DPPH}^\bullet$ ซึ่งเป็นสารที่มีขั้วสูงได้ ทำให้สารสกัดสารประกอบฟีนอลิกมีความเหมาะสมที่สุด จากผลการทดลองของสารสกัดทั้ง 6 ชนิด ปรากฏว่าสารสกัดส่วนใหญ่สามารถดักจับอนุมูล $\text{DPPH}^\bullet$ ได้ดีมีค่า IC_{50} ไม่เกิน 50 $\mu\text{g/ml}$ (ที่เวลาผ่านไป 30 นาที) ในขณะที่

สารสกัดจากเนื้อฟิลังกาสา ในตัวทำละลายเอทานอล 95% ให้ค่า IC_{50} สูงถึง 76.05 $\mu\text{g/ml}$ (ที่เวลาผ่านไป 30 นาที) ทำให้ทราบว่า สารสกัดชนิดนี้มีความสามารถในการดักจับอนุมูลอิสระ $DPPH^{\bullet}$ ได้ไม่ดัดนัก สำหรับสารสกัดที่แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ $DPPH^{\bullet}$ ได้ดีที่สุดได้แก่สารสกัดจากเนื้อฟิลังกาสา ในตัวทำละลายเมทานอล โดยมีค่า IC_{50} ต่ำที่สุดคือ 15.16 $\mu\text{g/ml}$ ซึ่งจัดเป็นฤทธิ์ที่ดีเมื่อเทียบกับสารออกฤทธิ์มาตรฐานคือ BHT ซึ่งให้ค่า IC_{50} เท่ากับ 3.02 $\mu\text{g/ml}$ และเมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองดังกล่าวกับผลการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในตารางที่ 4.2 จะเห็นว่า ลำดับความสามารถดักจับอนุมูลอิสระ $DPPH^{\bullet}$ กับลำดับของปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ในสารสกัดมีความใกล้เคียงกันเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งแสดงว่า ระดับของการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน่าจะขึ้นกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดนั้น ๆ เป็นสำคัญ อย่างไรก็ตาม ความสามารถให้อิเล็กตรอนของสารประกอบฟีนอลิก มิได้อยู่ภายใต้อิทธิพลของจำนวนหมู่ฟีนอลิกอย่างเดียวเท่านั้น แต่อาจขึ้นกับตำแหน่งหมู่ ไฮดรอกซิล (Hydroxyl group, OH) ซึ่งเป็นส่วนประกอบโครงสร้างดังกล่าวด้วย เนื่องจากมีหลักฐานว่า หมู่ *ortho*-dihydroxyl บนวงแหวนบี (B-ring) ของฟลาโวนอยด์ สามารถให้อิเล็กตรอนได้ดีกว่าหมู่ hydroxyl ที่ตำแหน่งอื่น ๆ บนโมเลกุลเดียวกัน (Morel *et al.*, 1998)

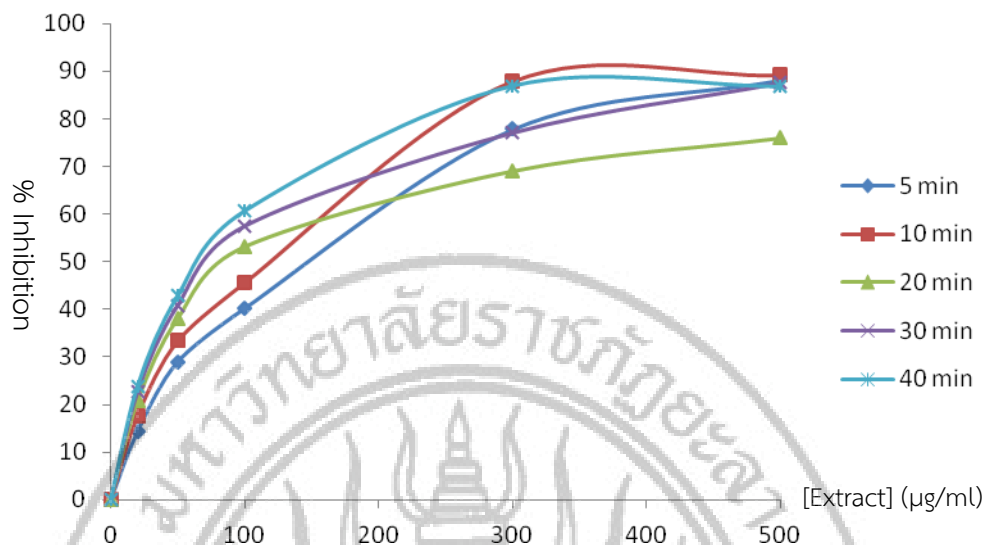
4.4.1 การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ $DPPH^{\bullet}$ ของ BHT

ตารางที่ 3 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐาน BHT

[Extract] ($\mu\text{g/ml}$)	5 min		10 min		20 min		30 min		40 min	
	A_{515}	% IHB	A_{515}	% IHB	A_{515}	% IHB	A_{515}	% IHB	A_{515}	% IHB
20	0.607	36.41	0.336	44.65	0.286	52.88	0.251	58.65	0.225	62.93
50	0.802	51.37	0.275	65.71	0.153	80.92	0.099	87.66	0.072	90.10
100	0.727	69.19	0.097	86.66	0.048	93.40	0.043	94.08	0.041	94.89
300	0.868	92.97	0.053	93.89	0.048	94.47	0.047	94.58	0.047	94.58
500	0.838	92.12	0.068	88.71	0.070	91.65	0.070	91.65	0.070	91.65

ตารางที่ 4 ค่า IC_{50} ของสารละลายมาตรฐาน BHT

เวลา	สมการ	IC_{50} ($\mu\text{g GAE /ml}$)
5 min	$y = 18.793 \ln(x) - 19.658$	40.71
10 min	$y = 15.264 \ln(x) + 3.9941$	20.37
20 min	$y = 11.525 \ln(x) + 26.655$	7.58
30 min	$y = 9.5876 \ln(x) + 39.394$	3.02
40 min	$y = 7.6767 \ln(x) + 50.855$	0.89



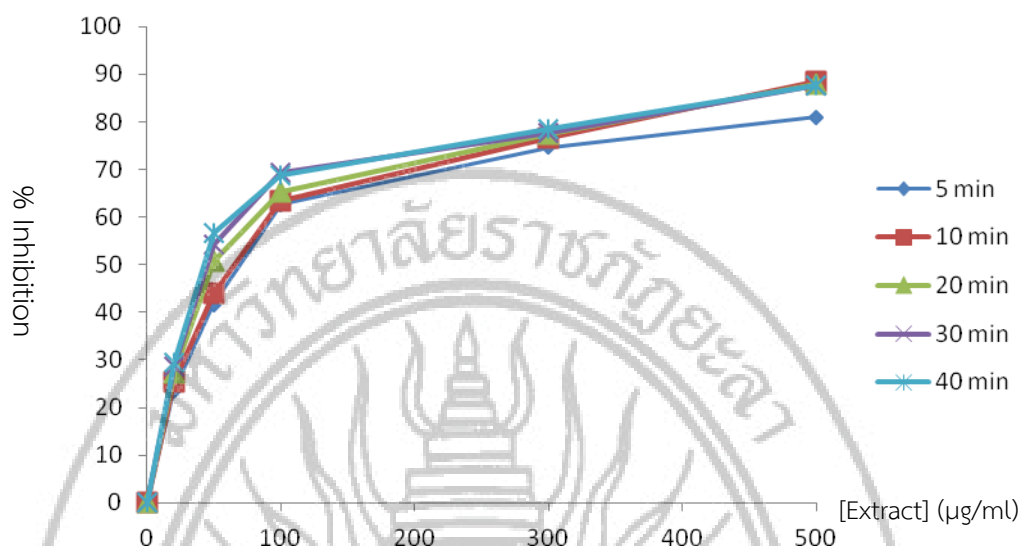
ภาพที่ 13 ร้อยละการยับยั้งของสาร BHT ณ ความเข้มข้นและเวลาต่าง ๆ

4.4.2 การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ *DPPH*^{*} ของผลพลึงกาสา
ในตัวทำละลาย เอทานอล 95%
ตารางที่ 5 ค่าการดูดกลืนแสงและร้อยละการยับยั้งของสารสกัดจากเปลือกพลึงกาสา ในตัวทำ
ละลายเอทานอล 95% ที่ความเข้มข้นและเวลาต่างๆ

[Extract] (µg/ml)	5 min		10 min		20 min		30 min		40 min	
	A ₅₁₅	% IHB	A ₅₁₅	% IHB	A ₅₁₅	% IHB	A ₅₁₅	% IHB	A ₅₁₅	% IHB
20	0.830	23.49	0.618	25.54	0.603	27.35	0.593	28.55	0.586	29.40
50	0.796	41.70	0.446	43.97	0.392	50.75	0.364	54.27	0.344	56.78
100	0.764	62.60	0.334	63.28	0.265	65.31	0.234	69.37	0.239	68.71
300	0.856	74.62	0.165	76.72	0.193	77.45	0.183	77.62	0.192	78.57
500	0.797	80.93	0.092	88.38	0.183	87.89	0.186	87.51	0.169	87.66

ตารางที่ 6 ค่า IC_{50} ของสารสกัดจากเปลือกพลึงกาสาในตัวทำละลายเอทานอล 95%

เวลา	สมการ	IC_{50} (µg GAE /ml)
5 min	$y = 17.929 \ln(x) - 27.35$	74.76
10 min	$y = 19.135 \ln(x) - 30.093$	65.74
20 min	$y = 17.894 \ln(x) - 22.107$	56.24
30 min	$y = 17.091 \ln(x) - 16.628$	49.32
40 min	$y = 16.779 \ln(x) - 14.407$	46.46



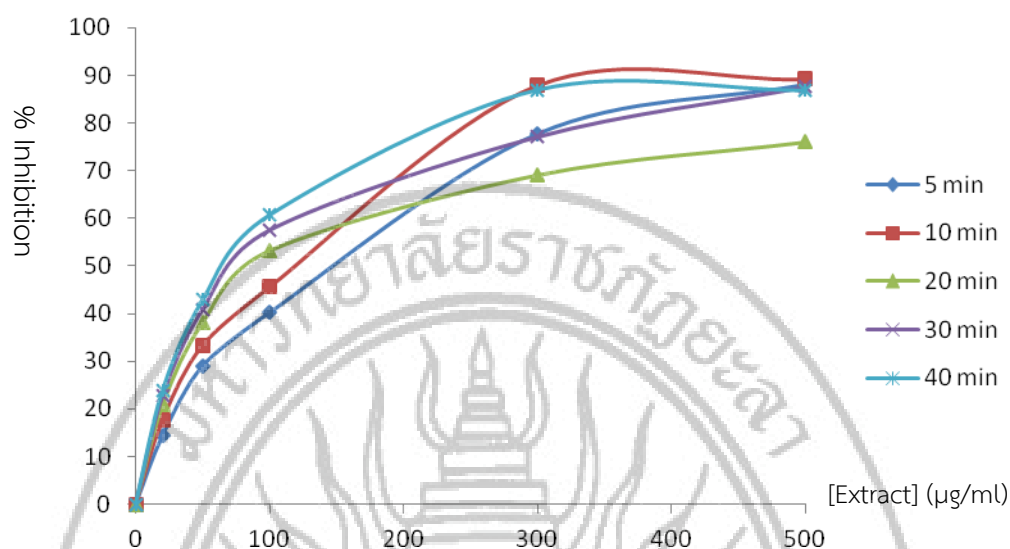
ภาพที่ 14 ร้อยละการยับยั้งของสารสกัดจากเปลือกพื้งกาสาในตัวอย่างละลายเอทานอล 95% ณ ความเข้มข้นและเวลาต่าง ๆ

ตารางที่ 7 ค่าการดูดกลืนแสงและร้อยละการยับยั้งของสารสกัดจากเนื้อพื้งกาสา ในตัวอย่างละลายเอทานอล 95% ที่ความเข้มข้นและเวลาต่างๆ

[Extract] (µg/ml)	5 min		10 min		20 min		30 min		40 min	
	A ₅₁₅	% IHB	A ₅₁₅	% IHB	A ₅₁₅	% IHB	A ₅₁₅	% IHB	A ₅₁₅	% IHB
20	0.847	14.40	0.697	17.71	0.671	20.78	0.655	22.67	0.645	23.85
50	0.761	29.04	0.507	33.38	0.471	38.11	0.450	40.87	0.435	42.84
100	0.857	40.27	0.466	45.62	0.401	53.21	0.364	57.53	0.337	60.68
300	0.834	77.82	0.101	87.89	0.258	69.06	0.191	77.10	0.109	86.93
500	0.804	88.18	0.087	89.18	0.193	75.99	0.100	87.56	0.106	86.82

ตารางที่ 8 ค่า IC_{50} ของสารสกัดจากเนื้อพื้งกาสา ในตัวอย่างละลายเอทานอล 95%

เวลา	สมการ	IC_{50} (µg GAE /ml)
5 min	$y = 23.973 \ln(x) - 62.403$	108.71
10 min	$y = 24.322 \ln(x) - 59.224$	89.19
20 min	$y = 17.185 \ln(x) - 29.101$	99.77
30 min	$y = 20.137 \ln(x) - 37.222$	76.05
40 min	$y = 20.883 \ln(x) - 37.638$	66.46



ภาพที่ 15 ร้อยละการยับยั้งของสารสกัดจากเนื้อฟิลังกาสาในตัวทำละลายเอทานอล 95% ณ ความเข้มข้นและเวลาต่าง ๆ

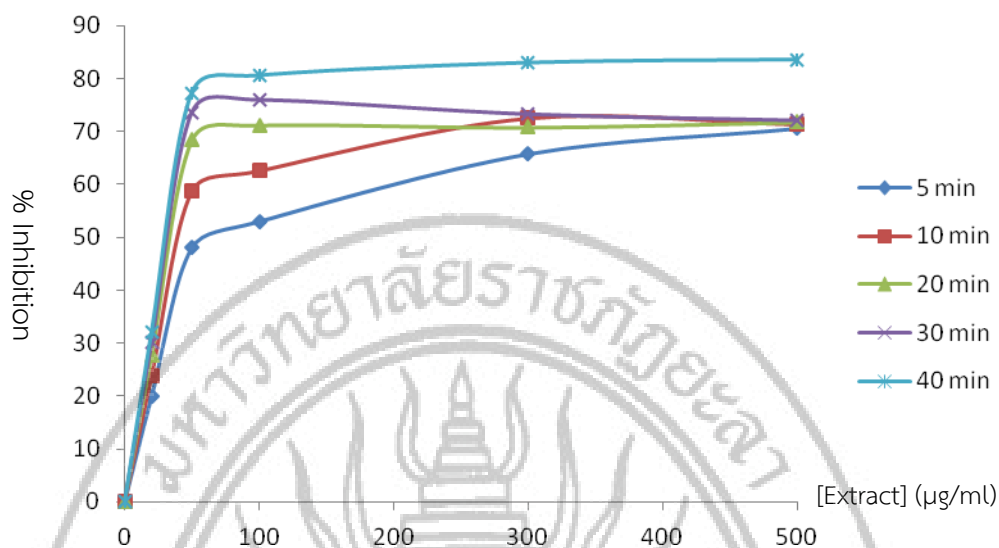
4.4.3 การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ *DPPH*[•] ของผลฟิลังกาสา ในตัวทำละลายอะซิโตน 80%

ตารางที่ 9 ค่าการดูดกลืนแสงและร้อยละการยับยั้งของสารสกัดจากเปลือกฟิลังกาสา ในตัวทำละลายอะซิโตน 80% ที่ความเข้มข้นและเวลาต่างๆ

[Extract] (µg/ml)	5 min		10 min		20 min		30 min		40 min	
	A ₅₁₅	% IHB	A ₅₁₅	% IHB	A ₅₁₅	% IHB	A ₅₁₅	% IHB	A ₅₁₅	% IHB
20	0.834	19.90	0.636	23.74	0.603	27.70	0.583	30.10	0.566	32.13
50	0.793	48.05	0.328	58.64	0.251	68.35	0.209	73.64	0.180	77.30
100	0.854	53.04	0.320	62.53	0.246	71.19	0.205	75.99	0.166	80.56
300	0.839	65.79	0.231	72.46	0.245	70.80	0.224	73.30	0.143	82.96
500	0.857	70.60	0.246	71.30	0.242	71.76	0.239	72.11	0.138	83.55

ตารางที่ 10 ค่า IC_{50} ของสารสกัดจากเปลือกฟิลังกาสาในตัวทำละลายอะซิโตน 80%

เวลา	สมการ	IC_{50} (µg GAE /ml)
5 min	$y = 14.369 \ln(x) - 17.259$	107.86
10 min	$y = 13.486 \ln(x) - 9.066$	79.82
20 min	$y = 12.578 \ln(x) - 0.5837$	55.79
30 min	$y = 11.654 \ln(x) + 7.2166$	39.30
40 min	$y = 14.733 \ln(x) - 0.141$	30.06



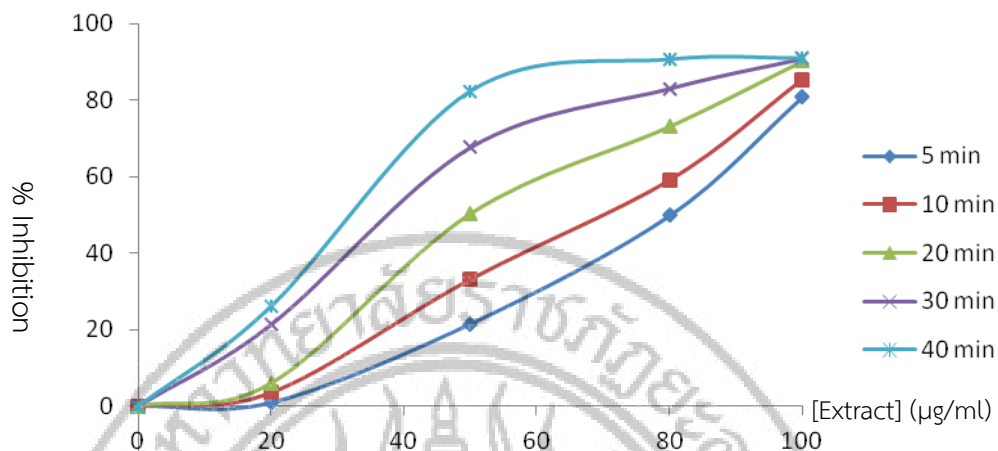
ภาพที่ 16 ร้อยละการยับยั้งของสารสกัดจากเปลือกพื้งกาสาในตัวทำละลายอะซิโตน 80% ณ ความเข้มข้นและเวลาต่าง ๆ

ตารางที่ 11 ค่าการดูดกลืนแสงและ ร้อยละการยับยั้งของสารสกัดจากเนื้อพื้งกาสา ในตัวทำละลายอะซิโตน 80% ที่ความเข้มข้นและเวลาต่างๆ

[Extract] (µg/ml)	5 min		10 min		20 min		30 min		40 min	
	A ₅₁₅	% IHB	A ₅₁₅	% IHB	A ₅₁₅	% IHB	A ₅₁₅	% IHB	A ₅₁₅	% IHB
20	0.688	0.89	0.665	3.48	0.648	5.95	0.542	21.34	0.509	26.13
50	0.541	21.48	0.461	33.09	0.342	50.36	0.223	67.63	0.122	82.29
80	0.408	49.82	0.282	59.06	0.185	73.18	0.117	83.02	0.065	90.57
100	0.346	80.80	0.101	85.34	0.067	90.28	0.063	90.86	0.063	90.86

ตารางที่ 12 ค่า IC_{50} ของสารสกัดจากเนื้อพื้งกาสาในตัวทำละลายอะซิโตน 80%

เวลา	สมการ	IC_{50} (µg GAE /ml)
5 min	$y = 45.333 \ln(x) - 141.89$	68.92
10 min	$y = 47.554 \ln(x) - 143.73$	58.81
20 min	$y = 51.096 \ln(x) - 148.1$	48.28
30 min	$y = 43.405 \ln(x) - 106.77$	37.03
40 min	$y = 41.762 \ln(x) - 93.489$	31.06



ภาพที่ 17 ร้อยละการยับยั้งของสารสกัดจากเปลือกพื้งกาสาในตัวทำละลายอะซิโตน 80% ณ ความเข้มข้นและเวลาต่าง ๆ

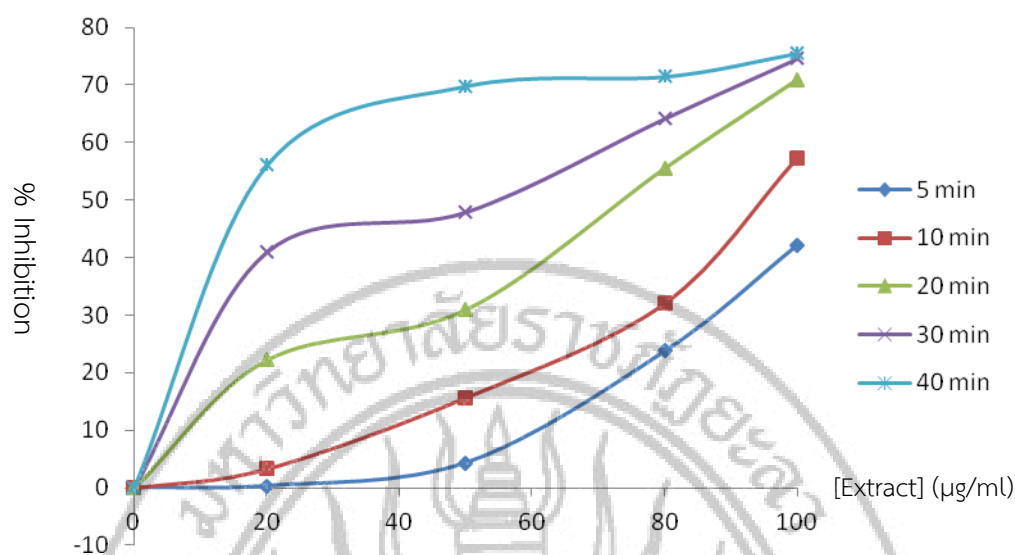
4.4.3 การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ *DPPH*^{*} ของผลพื้งกาสา ในตัวทำละลายเมทานอล

ตารางที่ 13 ค่าการดูดกลืนแสงและ % การยับยั้งของสารสกัดจากเปลือกพื้งกาสา ในตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นและเวลาต่างๆ

[Extract] (µg/ml)	5 min		10 min		20 min		30 min		40 min	
	A ₅₁₅	% IHB	A ₅₁₅	% IHB	A ₅₁₅	% IHB	A ₅₁₅	% IHB	A ₅₁₅	% IHB
20	0.718	0.28	0.696	3.33	0.560	22.22	0.425	40.97	0.316	56.11
50	0.689	4.30	0.607	15.69	0.497	30.97	0.375	47.92	0.217	69.86
80	0.549	23.75	0.489	32.08	0.320	55.55	0.258	64.17	0.205	71.53
100	0.416	42.22	0.307	57.36	0.209	70.97	0.183	74.58	0.176	75.56

ตารางที่ 14 ค่า IC_{50} ของสารสกัดจากเนื้อพื้งกาสาในตัวทำละลายเมทานอล

เวลา	สมการ	IC_{50} (µg GAE /ml)
5 min	$y = 23.475 \ln(x) - 75.648$	211.12
10 min	$y = 29.555 \ln(x) - 90.327$	115.35
20 min	$y = 28.741 \ln(x) - 69.282$	63.45
30 min	$y = 19.837 \ln(x) - 21.918$	37.54
40 min	$y = 11.62 \ln(x) + 22.091$	11.04



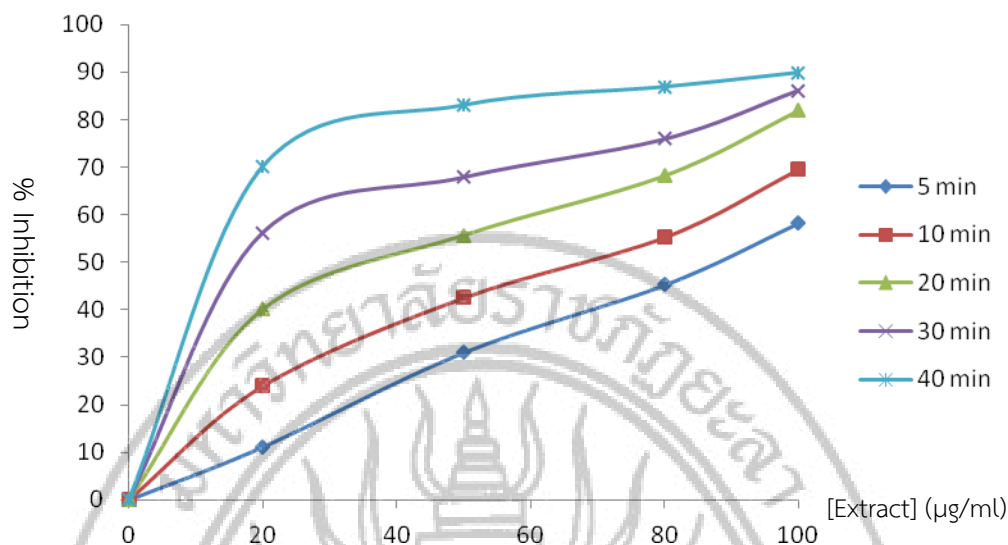
ภาพที่ 18 ร้อยละการยับยั้งของสารสกัดจากเปลือกปลิงกาสาในตัวทำละลายเมทานอล ณ ความเข้มข้นและเวลาต่าง ๆ

ตารางที่ 15 ค่าการดูดกลืนแสงและ % การยับยั้งของสารสกัดจากเนื้อปลิงกาสา ในตัวทำละลายเมทานอล ที่ความเข้มข้นและเวลาต่างๆ

[Extract] (µg/ml)	5 min		10 min		20 min		30 min		40 min	
	A ₅₁₅	% IHB	A ₅₁₅	% IHB	A ₅₁₅	%IHB	A ₅₁₅	% IHB	A ₅₁₅	% IHB
20	0.598	11.16	0.52	24.00	0.403	40.13	0.294	56.25	0.201	70.13
50	0.464	31.04	0.656	42.56	0.298	55.71	0.216	67.89	0.559	83.06
80	0.368	45.27	0.301	55.30	0.214	68.22	0.162	75.93	0.088	86.92
100	0.281	58.25	0.205	69.59	0.122	81.86	0.093	86.15	0.068	89.90

ตารางที่ 16 ค่า IC_{50} ของสารสกัดจากเนื้อปลิงกาสาในตัวทำละลายเมทานอล

เวลา	สมการ	IC_{50} (µg GAE /ml)
5 min	$y = 27.813 \ln (x) - 74.09$	86.62
10 min	$y = 26.493 \ln (x) - 57.415$	57.65
20 min	$y = 24.157 \ln (x) - 34.515$	33.07
30 min	$y = 17.17 \ln (x) + 3.3256$	15.16
40 min	$y = 12.152 \ln (x) + 34.213$	3.67



ภาพที่ 19 ร้อยละการยับยั้งของสารสกัดจากเนื้อพื้งกาสาในตัวทำละลายเมทานอล ณ ความเข้มข้นและเวลาต่าง ๆ

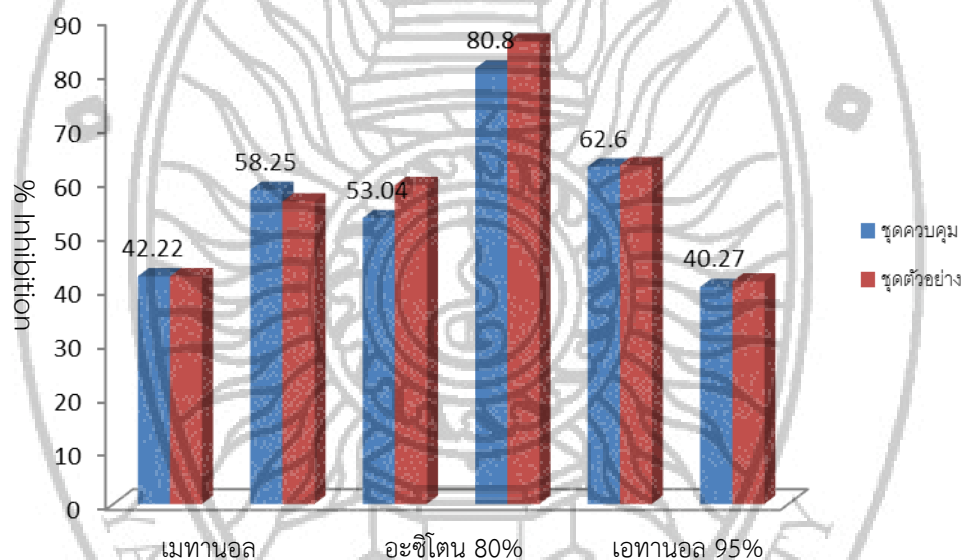
4.5 การศึกษาผลของการให้ความร้อนต่อการเพิ่มกิจกรรมต้านออกซิเดชัน

จากการศึกษาผลของการให้ความร้อนต่อกิจกรรมการต้านออกซิเดชันในส่วนเปลือก เนื้อ และเมล็ดของผลพื้งกาสา พบว่า มีกิจกรรมการต้านออกซิเดชันเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ ขึ้นกับส่วนของเนื้อเยื่อ และตัวทำละลายที่ใช้ โดยมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดในส่วนเปลือกตัวทำละลายอะซิโตน 80% ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้น 6.12% เมื่อเทียบกับชุดควบคุม

ในขณะที่การให้ความร้อนมีผลต่อกิจกรรมการต้านออกซิเดชันลดลงในส่วนเนื้อ และตัวทำละลายเมทานอล ซึ่งมีค่าลดลง 2.15% เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการต้านออกซิเดชัน ในส่วนต่าง ๆ ของผลพื้งกาสา
หลังได้รับความร้อนเป็นเวลา 15 นาที

ชนิดตัวทำ ละลาย	ส่วนของผล พื้งกาสา	% กิจกรรมการต้านออกซิเดชัน ชุดควบคุม	ตัวอย่าง	% การ เปลี่ยนแปลง
เมทานอล	เปลือก	42.22	42.20	-0.02
	เนื้อ	58.25	56.10	-2.15
อะซีโตน 80%	เปลือก	53.04	59.16	6.12
	เนื้อ	80.80	85.80	5.00
เอทานอล 95%	เปลือก	62.60	62.86	0.26
	เนื้อ	40.27	41.25	0.88



ภาพที่ 20 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการต้านออกซิเดชัน ในส่วนต่าง ๆ ของผลพื้งกาสา
หลังได้รับความร้อนเป็นเวลา 15 นาที

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาหาปริมาณสารต้านออกซิเดชันชนิดต่าง ๆ ในส่วนต่าง ๆ ของผลพลึงกาสา ในงานวิจัยนี้สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1. สามารถสกัดสารต้านอนุมูลอิสระชนิดเบต้าแคโรทีนด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ Acetone และ Hexane และวิเคราะห์ผลโดยวิธีการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ช่วงความยาวคลื่น 663 645 505 และ 453 นาโนเมตร จากส่วนเนื้อของผลพลึงกาสาได้มากที่สุดคือมีค่า 873 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ fresh weight เนื่องจากเนื้อของผลพลึงกาสา มีสีแดงอมม่วง ส่วนเปลือกและเมล็ดนั้น ให้ค่ารองลงคือ 639 และ 32 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ fresh weight ตามลำดับ จากงานวิจัยของ วรัญญา ชูขาว และนภาพร รัตนาก (2558). ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในเปลือกและเนื้อของผลไม้ 4 ชนิด คือ กลั้วหินยยะลา ละมุดชวานิลลอส สะลอะทิตย และสับปะรดสวี พบว่า ในสะลอะทิตยให้ปริมาณเบต้าแคโรทีนสูงที่สุดทั้งในส่วนเปลือกและเนื้อ คือ 1272.37 ± 10.70 และ $859.64 \pm 11.95\text{ mg}/100\text{ g}$

5.2 สามารถสกัดสารต้านอนุมูลอิสระชนิดวิตามินอีด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ และวิเคราะห์ผลโดยวิธีวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 545 นาโนเมตร ผลจากการวิเคราะห์พบว่า ส่วนเปลือกผลมีปริมาณวิตามินอีสูงสุด รองลงมาคือส่วนเมล็ดและส่วนเนื้อ ตามลำดับ โดยมีค่าเท่ากับ 62.03, 41.34 และ 18.80 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ fresh weight ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปิยศิริ สุนทรนนท์. (2551). ซึ่งได้ทำการทดลองหาปริมาณวิตามินอีจากผัก ผลไม้พื้นบ้าน พบว่า พืชที่ให้ปริมาณวิตามินอีสูงที่สุดคือ ใบเหมือง และใบตำมั่ง ซึ่งเป็นบริเวณของพืชที่มีน้ำมันเคลือบ

5.3 สามารถสกัดสารต้านอนุมูลอิสระชนิด Phenolic compounds ด้วยตัวทำละลายเมทานอล ได้มากที่สุด รองลงมาคือ เอทานอล 95% และ อะซิโตน 80% ตามลำดับ มีค่า 85.72 ± 4.70 , 58.38 ± 3.20 และ $41.38 \pm 5.80\text{ mg GAE}/100\text{g}$ fresh weight ตามลำดับ จากรายงานของ อรพิน โภมุตติบาล (2014) ทำการสกัดแก่นมะหาดเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก โดยใช้ตัวทำละลาย 3 ชนิดคือ เอทิลอะซิเตต เมทานอล และ เอทานอล พบว่า สารสกัดจากเอทิลอะซิเตตให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่าเมทานอลและเอทานอล เท่ากับ 210.16 ± 2.30 , 153.85 ± 1.51 และ $174.96 \pm 0.00\text{ mg GAE}/\text{g}$ fresh weight ตามลำดับ ซึ่งขัดแย้งกับจากวิจัยของ ธนศักดิ์ และคณะ (2008) ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบกลุ่มฟีนอลิก โดยใช้ตัวทำละลาย 4 ชนิดคือ อะซิโตน เอทานอล เมทานอล และน้ำ พบว่า ปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกที่พบสูงที่สุดคือ สารสกัดจาก อะซิโตน เอทานอล เมทานอล และน้ำ ตามลำดับ

5.4 เมื่อนำสารสกัดจากพืชตัวอย่างทั้ง 6 ตัวอย่าง มาศึกษาความสามารถในการดักจับอนุมูลอิสระ $\text{DPPH}^{\bullet}$ แล้วพบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที สารสกัดจากส่วนเนื้อในตัวทำละลายเมทานอล มีค่าความสามารถในการดักจับมากที่สุดได้จากค่า IC_{50} ซึ่งเป็นค่าความเข้มข้นน้อยสุดของสารสกัด

เท่ากับ 15.16 μg GAE/ml ที่ทำให้อนุมูล *DPPH*[•] ดูดกลืนแสงได้ลดลง 50% และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ BHT ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดยตรงแล้วมีค่าไปในทางเดียวกัน

5.5 เมื่อนำตัวอย่างมาให้ความร้อนที่ 100 °C เป็นเวลา 15 นาที พบว่า กิจกรรมการต้านออกซิเดชันมีแนวโน้มสูงขึ้น ยกเว้นในตัวทำละลายเมทานอล เนื่องจากตัวทำละลายเมทานอลระเหยง่าย เมื่อให้ความร้อนยิ่งระเหยเร็วขึ้นทำให้ประสิทธิภาพการสกัดลดลง จากงานวิจัยของ กอบเกียรติ (2553) ได้ทำการวิจัยเชิงทดลองโดยการนำเนื้อเยื่อผลสามส่วน คือ เปลือกผล เนื้อผล และผลมะเขือ (*Solanum* spp.) จำนวน 16 พันธุ์ ศึกษาผลของการให้ความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมต้านออกซิเดชัน พบว่ากิจกรรมต้านออกซิเดชันและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในเนื้อผลมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการให้ความร้อนที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าสูงสุดเมื่อผลได้รับความร้อนเป็นเวลา 10-15 นาที



บรรณานุกรม

- กอบเกียรติ แสงนิล.(2553). กิจกรรมด้านออกซิเดชันและปริมาณสารต้านออกซิเดชันบางชนิดใน **ผลมะเขือ**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- กัลยาณี วัฒนธีรานุรักษ์. (2551). **ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระจากกากเมล็ดสับด้า**. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีสำหรับครู มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- จุไรรัตน์ เกิดดอนแฝก, (2552). **สมุนไพรมะนาว 150 ชนิด**. ศูนย์บริการสาธารณสุข. เซเว่นพรีมียม กรุ๊ป จำกัด. กรุงเทพฯ.
- ชัยรัตน์ พึ่งเพียร. (2552). **สมบัติและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบจากขิงที่สกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤตและการประยุกต์ใช้สารสกัดในไอศกรีม**. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร) สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ชุดิมา ศรีวิบูลย์. (2547). **เคมีวิเคราะห์พื้นฐาน**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ประภาศรี เลหาเวชวานิช. (2547). **อาหารต้านอนุมูลอิสระ**. สืบค้นเมื่อ 25 พฤษภาคม, 2558, จาก <http://www.doctor.or.th/article/detail/4568>
- ปิยศิริ สุนทรนนท์ (2551). **ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในดอกดาหลา**. วิทยานิพนธ์ วท.ม.(ชีวเคมี) สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ธนศักดิ์ แซ่เลี้ยว, ศศิธร จันทนวงกูร และ วรณิ จิรภาคย์กุล. (2551). **ผลของตัวทำละลายต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถต้านออกซิเดชันของกระชายเหลือง**. Proceedings of 46th Kasetsart University Annual Conference: Agro Industry.
- รัตนา อินทรานุปกรณ์. (2550). **การตรวจสอบและการสกัดแยกสารสำคัญจากสมุนไพรมะนาว**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรัญญา ชูขาว และ นภาพร รัตนาก. (2558). **การตรวจสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเปลือกและเนื้อผลไม้**. ประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ. นครราชสีมา.
- วัลลภ วีระรังสรรค์ และประณีต โอปะณะโสภิต. (2547). **ภาพรวมของอนุมูลอิสระและการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดจากพืชในหลอดทดลอง**. Srinakharinwirot Journal of Pharmaceutical Science, 9: 73-80.
- สมหมาย ปัตตาลี. (2551). **การศึกษาคุณภาพของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากผลมะลอบ**. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สรรพคุณสมุนไพรมะนาว 200 ชนิด, (มปป.) สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. “**พืชมะนาว**”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้ จาก: www.rspg.or.th/plants_data/herbs/. [02 พ.ค. 2014].
- สุพิศรา เตชะเปรมปรีชา. (มปป.). **นานาสารจากเคมี ทำเนียบธุรกิจและผลิตภัณฑ์เคมี**. สถาบันวิจัยเคมี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. นนทบุรี: บริษัทกระแสนธุรกิจ จำกัด. 72-74.

- หนังสือวัลลักรุกขบุพผชาติ ตามรอยพระบาทบรมราชกุมารี. (มปป.) (โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย).
- อรพิน โกมุตีบาล. (2557). **ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาดจากแก่นมะหาด**. Journal of SDU Res. 7(2): May-Aug.
- ไพลินรัตน์ ชิมวังโส. (2547). **ผลของสารสกัดหยาดจากเปลือกและเนื้อผลของผักบางชนิดในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน**. ผลงานวิชาการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ไทยโพสต์ ออนไลน์ 20 พฤษภาคม 2555.
- Ananieva, E.A., Christov, K.N., Popova, L.P. (2004). **Exogenous treatment with Salicylic acid leads to increased antioxidant capacity in leaves of barley plants exposed to paraquat**. J. Plant Physiol. 161: 319–328.
- Basu. R, Muller. DPR, Eaton. S. (1999). **Lipid peroxidation can be reduced in infants on TPN by promoting fat utilisation**. J Pediatr Surg, 34:255–259.
- Beyer. R.E. (1992). **An Analysis of Role of Coenzyme Q in Free Radical Generation and As Antioxidant**. J. Biochemistry and Cell Biology. 70: 390 – 403.
- Bushway. R. J. (1986). **Determination of alpha- and beta-carotene in some raw fruits and vegetables by high-performance liquid chromatography**. J. Agric. Food Chem., 34 (3): 409–412
- Cao, G., E. Sofic, and R.L. Prior. (1996). **Antioxidant capacity of tea and common vegetables**. J. Agri. Food Chem. 44:3426–3431.
- Changjiang. G., Jijun. Y., Jingyu. W., Yunfeng. L., Jing. X., Yugang. J. (2003). **Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay**. Nutrition Research 23. 1719–1726.
- Chen, P.; Kuo, W.; Chiang, C.; Chiou, H.; Hsieh, Y. and Chu, S. (2006), **Black rice anthocyanins inhibit cancer cells invasion via repressions of MMPs and u-PA expression**. *Chem-Biol Interact*, **163**, 218-229.
- Choi. H. J., Ahn. J., Kim. N. C. and Kwak. H. S. (2006). **The Effects of Microencapsulated Chitooligosaccharide on Physical and Sensory Properties of the Milk**. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 19 (9) : 1347 – 1353.
- Chu. Y-F., Sun. J., WU, X. And Liu. R. H. (2002). **Antioxidant and Antiproliferative Activities of Common Vegetables**. J. Agric. Food Chem., 50 (23), 6910–6916
- Contreras-Guzman. E., Frederick C. Strong III. (1982). **Determination of total tocopherols in grains, grain products, and commercial oils, with only slight saponification, and by a new reaction with cupric ion**. J. Agric. Food Chem. 30 (6): 1109–1112

- Costa. V., Amelia. M., Quintanilha. A., and Moradas-Ferreira. P. (2002). **Hydrogen peroxide-induced Carbonylation of key metabolic enzymes in *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*: The involvement of the oxidative stress. Response regulators yap1 and Skn 7.** *J. Free Radical Biology & Medicine*, 33 (11): 1507–1515.
- Dewanto. V., Wu. X., Adom. K. K., And Liu. R. H. (2002a). **Thermal Processing Enhances the Nutritional Value of Tomatoes by Increasing Total Antioxidant Activity.** *J. Agric. Food Chem.* 50: 3010–3014.
- Duenas. M, Sun. B, Hernandez. T, Estrella. I, Spranger. M. (2003). **Proanthocyanidin Composition in the Seed Coat of Lentils (*Lens culinaris* L.).** *J. Agric. Food Chem.*, 51 (27): 7999–8004.
- Erkan. N., Ayranci. G., Ayranci. E. (2008) **Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol.** *Food Chemistry* 110: 76–82.
- Guo, C., Yang, J., Wei, J., Li, Y., Xu, J., Jiang, Y., (2003). **Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay.** *Nutrition Research* 23: 1719–1726.
- Ho, C.-T. (1992). Phenolic compounds in food: An overview. In M.-T. Huang, C.-T. Ho, & C. Y. Lee. **Phenolic compounds in food and their effects on health II: Antioxidants and cancer prevention.** Washington, DC: American Chemical Society. 2-7.
- Jeong. S-M., Kim. S-Y., Kim. D-R., Jo. S-C., Nam. K-C., Ahn. D. U., And Lee. S-C. (2004). **Effect of Heat Treatment on the Antioxidant Activity of Extracts from Citrus Peels.** *J. Agric. Food Chem.*, 52: 3389–3393.
- Jaleel. C. A., Lakshmanan. G. M. A., Gomathinayagam. M., Panneerselvam. R. (2008). **Triadimefon induced salt stress tolerance in *Withania somnifera* and its relationship to antioxidant defense system.** *South African Journal of Botany* 74: 126–132.
- Kequan. Z., Liangli. Y. (2006). **Total phenolic contents and antioxidant properties of commonly consumed vegetables grown in Colorado.** *J. Food Science and Technology*. 39 (10): 1155–1162.
- Lim. Y., Lim. T., Tee. J. (2007). **Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study.** *J. Food Chemistry* 103: 1003–1008.
- Li. Y., Guo. C., Yang. J., Wei. J., Xu. J., Cheng. S. (2006). **Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract.** *J. Food Chemistry* 96: 254–260.

- Mata-Bilbao, M. L., André's-Lacueva, C., Jauregui, O., & Lamuela-Raventos, R. M. (2007). **Determination of flavonoids in a citrus fruit extract by LC-DAD and LC-MS.** Food Chemistry, 101: 1742–174.
- Miean. K and Mohamed. S, (2003). **Flavonoid (Myricetin, Quercetin, Kaempferol, Luteolin, and Apigenin) Content of Edible Tropical Plants.** J. Agric. Food Chem., 49 (6): 3106–3112
- Morel, I., Cillard, P. and Cillard, J. (1998). **Flavonoid-metal Interactions in Biological System, In C.A. Rice-Evans and L. Packer (eds.), Flavonoids in Health and Disease (3rd),** New York, : 163-177.
- Nagata, M., & Yamashita, I. (1992). **Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit.** Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaish, 39(10): 925–928.
- Noguchi. N, Niki. E. (1998). **Chemistry of active oxygen species and antioxidant. In Antioxidant status, diet, nutrition, and health.** Papas, Andreas M. pp. 9-13. London: CRC press.
- Packer. L., Rimbach. G., Virgili. F. (1999). **Antioxidant activity and biologic properties of a procyanidin-rich extract from pine (*Pinus maritima*) bark, pycnogenol.** J. Free Radic. Bio. Med. 27: 704–724.
- Pe´rez. M., Natalia L. Caldero´n, Clara A. Croci. (2007). **Radiation-induced enhancement of antioxidant activity in extracts of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.).** J. Food Chemistry 104: 585–592.
- Quettier-Deleu. C, Gressier, B, Vasseur. J, Dine. T, Brunet. C, Luyckx. M, Cazin. M, Cazin. J-C, Bailleul. F, Trotin. F. (2000). **Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour.** J. Ethnopharmacology. 72(1–2): 35–42.
- Ramandeep K. Toor. R. K., Savage. G . P. (2005). **Antioxidant activity in different fractions of tomatoes.** J. Food Research International 38: 487–494.
- Shahidi. F and Nacz. M, (2004). **Extraction and analysis of phenolics in food.** J. Chromatography A. 1054(1–2): 95–111
- Shetty, S.; Gladden, J. Brown; Henson, E. S.; Hu, X.; Villanueva, J.; Haney, N.; Gibson, S. (2002). **Tumor necrosis factor-related apoptosis inducing ligand (TRAIL) up-regulates death receptor 5 (DR5) mediated by NFκB activation in epithelial derived cell lines.** J. Science 298: 129.
- Singleton V. L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R. M. (1999). **Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent.** Methods Enzymol. 299: 152 – 178.

- Soong, Y-Y., Barlow, P. J. (2004). **Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds.** J. Food Chemistry 88: 411–417.
- Toor, R. K., Savage, G. P. (2005). **Antioxidant activity in different fraction of tomatoes.** Food Research International 38: 487-494.
- Turkmen, N., Sari, F. and Velioglu, Y.S. (2006). **Effect of extraction solvents on concentration and antioxidant activity of black and black mate** ADVANCES IN BIOMEDICAL RESEARCH ISSN: 1790-5125 364 ISBN: 978-960-474-164-9 polyphenols determined by ferrous tartrate and Folin-Ciocalteu methods. Food Chemistry 99: 838- 841
- Variya, P-S., Limaye, A. And Sharma, A. (2004). **Radiation-Induced Enhancement of Antioxidant Contents of Soybean (Glycine max Merrill).** J. Agric. Food Chem. 52: 3385–3388
- Wolfe, K. L., & Lui, R. H. (2003). **Apple peels as a value-added food ingredient.** J. Agricultural and Food Chemistry. 51: 1676 – 1683.
- Wu C, Amrani N, Jacobson A, Sachs MS. (2007). **The use of fungal in vitro systems for studying translational regulation.** Methods Enzymol 429:203-25
- Yen, G. C., Chen, H. Y. (1995). **Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity.** J. Agric. Food. Chem. 43: 27 – 37.
- Zhang, D., Hamauzu, Y. (2004). **Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking.** J. Food Chemistry 88: 503–509
- Zhou, K., Yu, L. (2549). **Total Phenolic contents and antioxidant properties of commonly consumed vegetables grown in Colorado.** LWT-Food Science and Technology 39: 1155-1162.



ภาคผนวก

การเตรียมสารสำหรับการวิเคราะห์

1. 7% Na_2CO_3 โดยมวลต่อปริมาตร

ชั่ง Na_2CO_3 35 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร คนตลอดเวลาจนสารละลายหมดได้สารละลายใสไม่มีสี ปรับปริมาตรให้ได้ 500 มิลลิลิตรด้วยขวดวัดปริมาตร เก็บไว้ในขวดสีชาขนาด 500 มิลลิลิตร แช่ไว้ในตู้เย็น

2. เตรียมสารมาตรฐาน Gallic acid ที่มีความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม / มิลลิลิตร

ชั่งสารมาตรฐาน Gallic acid 5 มิลลิกรัม ละลายใน absolute Ethanol 5 มิลลิลิตร ได้ความเข้มข้น 1 mg/ml เก็บไว้ในภาชนะห่อฟรอยด์ หลังจากนั้นนำมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 20 – 500 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร เก็บไว้ในตู้เย็น

3. เตรียมสารมาตรฐาน β -carotene ความเข้มข้น 1.5 มิลลิกรัม / มิลลิลิตร

ชั่งสารมาตรฐาน β -carotene 7.5 มิลลิกรัม ละลายในคลอโรฟอร์ม 5 มิลลิลิตร ได้ความเข้มข้น 1.5 มิลลิกรัม / มิลลิลิตร ในภาชนะห่อฟรอยด์ หลังจากนั้นนำมาเจือจางด้วย Tetrahydrofuran ให้ได้ความเข้มข้น 3.0 – 60 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร เก็บไว้ในตู้เย็น

4. เตรียมสารมาตรฐาน α -tocopherol ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม / มิลลิลิตร

ชั่งสารมาตรฐาน α -tocopherol 5 มิลลิกรัม ละลายใน absolute Ethanol 5 มิลลิลิตร ได้ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม / มิลลิลิตร ในภาชนะห่อฟรอยด์ หลังจากนั้นนำมาเจือจางด้วย Tetrahydrofuran ให้ได้ความเข้มข้น 20 - 400 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร เก็บไว้ในตู้เย็น

5. เตรียมสารละลาย DPPH[•] ความเข้มข้น 0.05 mM 50 มิลลิลิตร

ชั่ง DPPH 0.001 กรัม ละลายใน absolute Ethanol 50 มิลลิลิตร ได้ความเข้มข้น 50 mM DPPH ในขวดสีชา เก็บไว้ในตู้เย็น

หมายเหตุ : การเตรียมสารละลาย DPPH[•] ควรเก็บไว้ใช้แค่ 2 – 3 วันเท่านั้น ในการเตรียมแต่ละครั้งจะเตรียมในปริมาณน้อย

6. เตรียมสารละลาย BHT สำหรับเป็น Positive control

ชั่ง BHT 0.055 กรัม ละลายใน absolute Ethanol 50 มิลลิลิตร ได้ความเข้มข้น 0.1 mM ในขวดสีชา เก็บไว้ในตู้เย็น

หมายเหตุ : สารละลาย BHT ใช้เพื่อเป็น Positive control ในการศึกษาความสามารถการดักจับอนุมูลอิสระในสารละลาย

ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ นามสกุล (ภาษาไทย)	นางสาวปิยศิริ สุนทรนนท์
ชื่อ นามสกุล (ภาษาอังกฤษ)	Miss Piyasiri Soontornnon
หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน	3-9203-00479-04-9
รหัสประจำตัวนักวิจัยแห่งชาติ	ไม่มี
ตำแหน่งวิชาการ	อาจารย์
หน่วยงานที่สังกัด	สาขาวิชาเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์
ที่อยู่	สาขาวิชาเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
โทรศัพท์	084-0654076
อีเมล	piyasiri.s@yru.ac.th

ประวัติการศึกษา

- 2546 ปริญญาตรี (วท.บ.เคมี) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ จ.สงขลา
- 2551 ปริญญาโท (วท.ม. ชีวเคมี) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ จ.สงขลา

ผลงานวิจัย

- 2551 สารต้านอนุมูลอิสระในดอกดาหลา
- 2553 การวิเคราะห์ชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระจากดอกดาหลา
- 2554 การวิเคราะห์หาชนิดของสารประกอบฟีนอลิกในดอกดาหลา
- 2555 การวิเคราะห์ชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระจากผลพลึงกาสา
- 2556 การผลิตถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษผักผลไม้
- 2557ฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ของสารสกัดจากเมล็ดคำแสด
- 2558 การศึกษาสมบัติจากสารสกัดจากเปลือกกล้วยหินและการนำไปใช้ประโยชน์
- 2558 ผลของอุณหภูมิที่มีผลต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของผลพลึงข้าว

รางวัลผลงานวิจัย

สารต้านอนุมูลอิสระในพืชและผลไม้พื้นบ้าน ได้รับรางวัลการนำเสนอผลงานวิจัยแบบโปสเตอร์ ใน ระดับดีเด่น จากงานประชุมวิชาการ ณ มหาวิทยาลัยมหิดล ประจำปี 2550

ประชุมวิชาการ

การผลิตถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษผักผลไม้ เวทีถ่านกรองโครงการวิจัย ณ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ประจำปี 2556

สารต้านอนุมูลอิสระในพืชผักพื้นบ้าน ในงานประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ในโรงเรียนครั้งที่ 22 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปี 2558

สารต้านอนุมูลอิสระในพืชผักพื้นบ้าน ในงานประชุมวิชาการ ราชภัฏวิจัยครั้งที่ 3 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ปี 2558

ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ นามสกุล (ภาษาไทย)	นางสาวอุบล ต้นสม
ชื่อ นามสกุล (ภาษาอังกฤษ)	Miss Ubol Tansom
หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน	5-8099-00018-06-4
รหัสประจำตัวนักวิจัยแห่งชาติ	ไม่มี
ตำแหน่งวิชาการ	อาจารย์
หน่วยงานที่สังกัด	สาขาวิชาเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
ที่อยู่	สาขาวิชาเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
โทรศัพท์	08-1478-9069
อีเมล	ubolma@gmail.com

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี กศ.บ.(เคมี) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จ.สงขลา
 ปริญญาโท วท.ม.(วิทยาศาสตร์ชีวภาพ) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา

ผลงานวิจัย

2551 สารสกัดค่าแสดและผลต่อสีไข่แดงนกกกระทา
 2553 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในเห็ดนางฟ้า เห็ดนางรม และเห็ดฟาง
 2553 การวิเคราะห์ชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระจากดอกดาหลา
 2554 การวิเคราะห์หาชนิดของสารประกอบฟีนอลิกในดอกดาหลา
 2555 ประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกมังคุดต่อการต้านเชื้อจุลินทรีย์

ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ นามสกุล (ภาษาไทย)	นายสมภพ เกาทอง
ชื่อ นามสกุล (ภาษาอังกฤษ)	Mr. Somphop Paothong
หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน	3-9599-00067-01-9
รหัสประจำตัวนักวิจัยแห่งชาติ	ไม่มี
ตำแหน่งวิชาการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์
หน่วยงานที่สังกัด	สาขาวิชาเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
ที่อยู่	สาขาวิชาเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
โทรศัพท์	08-1608-6506
อีเมล	somphop.p@yru.ac.th

ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญาตรี กศ.บ.(เคมี) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ระดับปริญญาโท วท.ม.(เคมีศึกษา) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ผลงานวิจัย

- 2551 สารสกัดคำแสดและผลต่อสีไข่แดงนกกระทา
- 2553 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในเห็ดนางฟ้า เห็ดนางรม และเห็ดฟาง
- 2553 การวิเคราะห์ชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระจากดอกดาหลา
- 2554 การวิเคราะห์หาชนิดของสารประกอบฟีนอลิกในดอกดาหลา
- 2555 ประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกมังคุดต่อการต้านเชื้อจุลินทรีย์



บรรณานุกรม

- กัลยาณี วัฒนธีรานุรักษ์. (2551). ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระจากกากเมล็ดสับดำ. ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีสำหรับครูมหาวิทยาลัยขอนแก่น
- จุไรรัตน์ เกิดดอนแฝก, (2552). สมุนไพรบำบัดโรคเบาหวาน 150 ชนิด. ศูนย์บริการสาธารณสุข. เซเว่นพรีนติ้ง กรุ๊ป จำกัด. กรุงเทพฯ.
- ชัยรัตน์ พึ่งเพียร. (2552). สมบัติและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบจากขิงที่สกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหนือวิกฤตและการประยุกต์ใช้สารสกัดในไอศกรีม. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร) สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- รัตนา อินทรานุปกรณ์. (2550). การตรวจสอบและการสกัดแยกสารสำคัญจากสมุนไพร. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วัลลภ วิชะรังสรรค์ และปรพนิต โอปณะโสภิต. (2547). ภาพรวมของอนุมูลอิสระและการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดจากพืชในหลอดทดลอง. Srinakharinwirot Journal of Pharmaceutical Science, 9: 73-80.
- สมหมาย ปัตตาลี. (2551). การศึกษาคุณภาพของน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากผลมะลอสอด. ปรินญาการศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สรรพคุณสมุนไพร 200 ชนิด, (มปป.) สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. “พืชมงคล”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้ จาก: www.rspg.or.th/plants_data/herbs/. [02 พ.ค. 2014].
- สุพิศรา เตชะเปรมปรีชา. (มปป.). นานาสารจากเคมี ทำเนียบธุรกิจและผลิตภัณฑ์เคมี. สถาบันวิจัยเคมี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. นนทบุรี: บริษัทกระแสนธุรกิจ จำกัด. 72-74.
- หนังสือวลีรักสุขภาพชาติ ตามรอยพระบาทบรมราชกุมารี. (มปป.) (โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย).
- ไทยโพสต์ ออนไลน์ 20 พฤษภาคม 2555.
- Ananieva, E.A., Christov, K.N., Popova, L.P. (2004). Exogenous treatment with Salicylic acid leads to increased antioxidant capacity in leaves of barley plants exposed to paraquat. J. Plant Physiol. 161: 319-328.
- Basu. R, Muller. DPR, Eaton. S. (1999). Lipid peroxidation can be reduced in infants on TPN by promoting fat utilisation. J Pediatr Surg, 34:255-259.
- Beyer. R.E. (1992). An Analysis of Role of Coenzyme Q in Free Radical Generation and As Antioxidant. J. Biochemistry and Cell Biology. 70: 390 – 403.

- Bushway. R. J. (1986). **Determination of alpha- and beta-carotene in some raw fruits and vegetables by high-performance liquid chromatography.** J. Agric. Food Chem., 34 (3): 409–412
- Cao, G., E. Sofic, and R.L. Prior. (1996). **Antioxidant capacity of tea and common vegetables.** J. Agri. Food Chem. 44:3426–3431.
- Changjiang. G., Jijun. Y., Jingyu. W., Yunfeng. L., Jing. X., Yugang. J. (2003). **Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay.** Nutrition Research 23. 1719–1726.
- Chen, P.; Kuo, W.; Chiang, C.; Chiou, H.; Hsieh, Y. and Chu, S. (2006), **Black rice anthocyanins inhibit cancer cells invasion via repressions of MMPs and u-PA expression.** *Chem-Biol Interact*, **163**, 218-229.
- Choi. H. J., Ahn. J., Kim. N. C. and Kwak. H. S. (2006). **The Effects of Microencapsulated Chitooligosaccharide on Physical and Sensory Properties of the Milk.** *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 19 (9) : 1347 – 1353.
- Chu. Y-F., Sun. J., WU, X. And Liu. R. H. (2002). **Antioxidant and Antiproliferative Activities of Common Vegetables.** J. Agric. Food Chem., 50 (23), 6910–6916
- Contreras-Guzman. E., Frederick C. Strong III. (1982). **Determination of total tocopherols in grains, grain products, and commercial oils, with only slight saponification, and by a new reaction with cupric ion.** J. Agric. Food Chem. 30 (6): 1109–1112
- Costa. V., Amelia. M., Quintanilha. A., and Moradas-Ferreira. P. (2002). **Hydrogen peroxide-induced Carbonylation of key metabolic enzymes in SACCHAROMYCES CEREVISIAE: The involvement of the oxidative stress. Response regulators yap1 and Skn 7.** J. Free Radical Biology & Medicine, 33 (11): 1507–1515.
- Dewanto. V., Wu. X., Adom. K. K., And Liu. R. H. (2002a). **Thermal Processing Enhances the Nutritional Value of Tomatoes by Increasing Total Antioxidant Activity.** J. Agric. Food Chem. 50: 3010–3014.
- Duenas. M, Sun. B, Hernandez. T, Estrella. I, Spranger. M. (2003). **Proanthocyanidin Composition in the Seed Coat of Lentils (*Lens culinaris* L.).** J. Agric. Food Chem., 51 (27): 7999–8004.
- Erkan. N., Ayranci. G., Ayranci. E. (2008) **Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol.** Food Chemistry 110: 76–82.

- Guo, C., Yang, J., Wei, J., Li, Y., Xu, J., Jiang, Y., (2003). **Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay.** Nutrition Research 23: 1719–1726.
- Ho, C.-T. (1992). Phenolic compounds in food: An overview. In M.-T.
- Huang, C.-T. Ho, & C. Y. Lee. **Phenolic compounds in food and their effects on health II: Antioxidants and cancer prevention.** Washington, DC: American Chemical Society. 2-7.
- Jeong, S-M., Kim, S-Y., Kim, D-R., Jo, S-C., Nam, K-C., Ahn, D. U., And Lee, S-C. (2004). **Effect of Heat Treatment on the Antioxidant Activity of Extracts from Citrus Peels.** J. Agric. Food Chem., 52: 3389–3393.
- Jaleel, C. A., Lakshmanan, G. M. A., Gomathinayagam, M., Panneerselvam, R. (2008). **Triadimefon induced salt stress tolerance in Withania somnifera and its relationship to antioxidant defense system.** South African Journal of Botany 74: 126–132.
- Kequan, Z., Liangli, Y. (2006). **Total phenolic contents and antioxidant properties of commonly consumed vegetables grown in Colorado.** J. Food Science and Technology. 39 (10): 1155–1162.
- Lim, Y., Lim, T., Tee, J. (2007). **Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study.** J. Food Chemistry 103: 1003–1008.
- Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J., Cheng, S. (2006). **Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract.** J. Food Chemistry 96: 254–260.
- Mata-Bilbao, M. L., Andre´s-Lacueva, C., Jauregui, O., & Lamuela-Raventos, R. M. (2007). **Determination of flavonoids in a citrus fruit extract by LC-DAD and LC-MS.** Food Chemistry, 101: 1742–174.
- Miean, K and Mohamed, S, (2003). **Flavonoid (Myricetin, Quercetin, Kaempferol, Luteolin, and Apigenin) Content of Edible Tropical Plants.** J. Agric. Food Chem., 49 (6): 3106–3112
- Nagata, M., & Yamashita, I. (1992). **Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit.** Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaish, 39(10): 925–928.
- Noguchi, N, Niki, E. (1998). **Chemistry of active oxygen species and antioxidant.** In Antioxidant status, diet, nutrition, and health. Papas, Andreas M. pp. 9-13. London: CRC press.

- Packer. L., Rimbach. G., Virgili. F. (1999). **Antioxidant activity and biologic properties of a procyanidin-rich extract from pine (*Pinus maritima*) bark, pycnogenol.** J. Free Radic. Bio. Med. 27: 704–724.
- Pe´rez. M., Natalia L. Caldero´n, Clara A. Croci. (2007). **Radiation-induced enhancement of antioxidant activity in extracts of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.).** J. Food Chemistry 104: 585–592.
- Quettier-Deleu. C, Gressier, B, Vasseur. J, Dine. T, Brunet. C, Luyckx. M, Cazin. M, Cazin. J-C, Bailleul. F, Trotin. F. (2000). **Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour.** J. Ethnopharmacology. 72(1–2): 35–42.
- Ramandeep K. Toor. R. K., Savage. G . P. (2005). **Antioxidant activity in different fractions of tomatoes.** J. Food Research International 38: 487–494.
- Shahidi. F and Naczk. M, (2004). **Extraction and analysis of phenolics in food.** J. Chromatography A. 1054(1–2): 95–111
- Shetty, S.; Gladden, J. Brown; Henson, E. S.; Hu, X.; Villanueva, J.; Haney, N.; Gibson, S. (2002). **Tumor necrosis factor-related apoptosis inducing ligand (TRAIL) up-regulates death receptor 5 (DR5) mediated by NF κ B activation in epithelial derived cell lines.** J. Science 298: 129.
- Singleton V. L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R. M. (1999). **Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent.** Methods Enzymol. 299: 152 – 178.
- Soong. Y-Y., Barlow. P. J. (2004). **Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds.** J. Food Chemistry 88: 411–417.
- Toor. R. K., Savage. G. P. (2005). **Antioxidant activity in different fraction of tomatoes.** Food Research International 38: 487-494.
- Turkmen, N., Sari, F. and Velioglu, Y.S. (2006). **Effect of extraction solvents on concentration and antioxidant activity of black and black mate** ADVANCES IN BIOMEDICAL RESEARCH ISSN: 1790-5125 364 ISBN: 978-960-474-164-9 polyphenols determined by ferrous tartrate and Folin-Ciocalteu methods. Food Chemistry 99: 838- 841
- Variya. P-S., Limaye. A. And Sharma. A. (2004). **Radiation-Induced Enhancement of Antioxidant Contents of Soybean (*Glycine max* Merrill).** J. Agric. Food Chem. 52: 3385–3388
- Wolfe, K. L., & Lui, R. H. (2003). **Apple peels as a value-added food ingredient.** J. Agricultural and Food Chemistry. 51: 1676 – 1683.
- Wu C, Amrani N, Jacobson A, Sachs MS. (2007). **The use of fungal in vitro systems**

- for studying translational regulation. *Methods Enzymol* 429:203-25
- Yen, G. C., Chen, H. Y. (1995). Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *J. Agric. Food. Chem.* 43: 27 – 37.
- Zhang. D., Hamauzu. Y. (2004). Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *J. Food Chemistry* 88: 503–509
- Zhou. K., Yu. L. (2549). Total Phenolic contents and antioxidant properties of commonly consumed vegetables grown in Colorado. *LWT-Food Science and Technology* 39: 1155-1162.





ภาคผนวก

การเตรียมสารสำหรับการวิเคราะห์

1. 7% Na_2CO_3 โดยมวลต่อปริมาตร

ชั่ง Na_2CO_3 35 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร คนตลอดเวลาจนสารละลายหมดได้สารละลายใสไม่มีสี ปรับปริมาตรให้ได้ 500 มิลลิลิตรด้วยขวดวัดปริมาตร เก็บไว้ในขวดสีชาขนาด 500 มิลลิลิตร แช่ไว้ในตู้เย็น

2. เตรียมสารมาตรฐาน Gallic acid ที่มีความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม / มิลลิลิตร

ชั่งสารมาตรฐาน Gallic acid 5 มิลลิกรัม ละลายใน absolute Ethanol 5 มิลลิลิตร ได้ความเข้มข้น 1 mg/ml เก็บไว้ในภาชนะห่อฟรอยด์ หลังจากนั้นนำมาเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 20 – 500 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร เก็บไว้ในตู้เย็น

3. เตรียมสารมาตรฐาน β -carotene ความเข้มข้น 1.5 มิลลิกรัม / มิลลิลิตร

ชั่งสารมาตรฐาน β -carotene 7.5 มิลลิกรัม ละลายในคลอโรฟอร์ม 5 มิลลิลิตร ได้ความเข้มข้น 1.5 มิลลิกรัม / มิลลิลิตร ในภาชนะห่อฟรอยด์ หลังจากนั้นนำมาเจือจางด้วย Tetrahydrofuran ให้ได้ความเข้มข้น 3.0 – 60 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร เก็บไว้ในตู้เย็น

4. เตรียมสารมาตรฐาน α -tocopherol ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม / มิลลิลิตร

ชั่งสารมาตรฐาน α -tocopherol 5 มิลลิกรัม ละลายใน absolute Ethanol 5 มิลลิลิตร ได้ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม / มิลลิลิตร ในภาชนะห่อฟรอยด์ หลังจากนั้นนำมาเจือจางด้วย Tetrahydrofuran ให้ได้ความเข้มข้น 20 - 400 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร เก็บไว้ในตู้เย็น

5. เตรียมสารละลาย DPPH[•] ความเข้มข้น 0.05 mM 50 มิลลิลิตร

ชั่ง DPPH 0.001 กรัม ละลายใน absolute Ethanol 50 มิลลิลิตร ได้ความเข้มข้น 50 mM DPPH ในขวดสีชา เก็บไว้ในตู้เย็น

หมายเหตุ : การเตรียมสารละลาย DPPH[•] ควรเก็บไว้ใช้แค่ 2 – 3 วันเท่านั้น ในการเตรียมแต่ละครั้งจะเตรียมในปริมาณน้อย

6. เตรียมสารละลาย BHT สำหรับเป็น Positive control

ชั่ง BHT 0.055 กรัม ละลายใน absolute Ethanol 50 มิลลิลิตร ได้ความเข้มข้น 0.1 mM ในขวดสีชา เก็บไว้ในตู้เย็น

หมายเหตุ : สารละลาย BHT ใช้เพื่อเป็น Positive control ในการศึกษาความสามารถการดักจับอนุมูลอิสระในสารละลาย

ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ นามสกุล (ภาษาไทย)	นางสาวปิยศิริ สุนทรนนท์
ชื่อ นามสกุล (ภาษาอังกฤษ)	Miss Piyasiri Soontornnon
หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน	3-9203-00479-04-9
รหัสประจำตัวนักวิจัยแห่งชาติ	ไม่มี
ตำแหน่งวิชาการ	อาจารย์
หน่วยงานที่สังกัด	สาขาวิชาเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
ที่อยู่	สาขาวิชาเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
โทรศัพท์	084-0654076
อีเมล	piyasiri.s@yru.ac.th

ประวัติการศึกษา

- 2546 ปริญญาตรี (วท.บ.เคมี) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ จ.สงขลา
 2551 ปริญญาโท (วท.ม. ชีวเคมี) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ จ.สงขลา

ผลงานวิจัย

- 2551 สารต้านอนุมูลอิสระในดอกดาหลา
 2553 การวิเคราะห์ชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระจากดอกดาหลา
 2554 การวิเคราะห์หาชนิดของสารประกอบฟีนอลิกในดอกดาหลา
 2555 การวิเคราะห์ชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระจากผลพลึงกาสา
 2556 การผลิตถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษผักผลไม้
 2557 ฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ของสารสกัดจากเมล็ดคั่วแสด
 2558 การศึกษาสมบัติจากสารสกัดจากเปลือกกล้วยหินและการนำไปใช้ประโยชน์
 2558 ผลของอุณหภูมิที่มีผลต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของผลผักขาว

รางวัลผลงานวิจัย

สารต้านอนุมูลอิสระในพืชและผลไม้พื้นบ้าน ได้รับรางวัลการนำเสนองานวิจัยแบบโปสเตอร์ในระดับดีเด่น จากงานประชุมวิชาการ ณ มหาวิทยาลัยมหิดล ประจำปี 2550

ประชุมวิชาการ

การผลิตถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเศษผักผลไม้ เวทีถักถักกรองโครงการวิจัย ณ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ประจำปี 2556
สารต้านอนุมูลอิสระในพืชผักพื้นบ้าน ในงานประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ในโรงเรียนครั้งที่ 22 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปี 2558
สารต้านอนุมูลอิสระในพืชผักพื้นบ้าน ในงานประชุมวิชาการ ราชภัฏวิจัยครั้งที่ 3 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ปี 2558

ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวอุบล ต้นสม
 ชื่อ นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Ubol Tansom
 หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 5-8099-00018-06-4
 รหัสประจำตัวนักวิจัยแห่งชาติ ไม่มี
 ตำแหน่งวิชาการ อาจารย์
 หน่วยงานที่สังกัด สาขาวิชาเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
 เทคโนโลยีและการเกษตร
 ที่อยู่ สาขาวิชาเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
 เทคโนโลยีและการเกษตร
 โทรศัพท์ 01-1478-9069
 อีเมล ubolma@gmail.com

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี กศ.บ.(เคมี) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จ.สงขลา
 ปริญญาโท วท.ม.(วิทยาศาสตร์ชีวภาพ) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา

ผลงานวิจัย

- 2551 สารสกัดค่าแอสและผลต่อสีไข่แดงนกกกระทา
- 2553 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในเห็ดนางฟ้า เห็ดนางรม และเห็ดฟาง
- 2553 การวิเคราะห์ชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระจากดอกดาหลา
- 2554 การวิเคราะห์หาชนิดของสารประกอบฟีนอลิกในดอกดาหลา
- 2555 ประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกมังคุดต่อการต้านเชื้อจุลินทรีย์

ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ นามสกุล (ภาษาไทย) นายสมภพ เกาทอง
 ชื่อ นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Somphop Paothong
 หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3-9599-00067-01-9
 รหัสประจำตัวนักวิจัยแห่งชาติ ไม่มี
 ตำแหน่งวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
 หน่วยงานที่สังกัด สาขาวิชาเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
 เทคโนโลยีและการเกษตร
 ที่อยู่ สาขาวิชาเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
 เทคโนโลยีและการเกษตร
 โทรศัพท์ 08-1608-6506
 อีเมล somphop.p@yru.ac.th

ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญาตรี กศ.บ.(เคมี) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ระดับปริญญาโท วท.ม.(เคมีศึกษา) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ผลงานวิจัย

- 2551 สารสกัดค่าแอสและผลต่อสีไข่แดงนกกกระทา
- 2553 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในเห็ดนางฟ้า เห็ดนางรม และเห็ดฟาง
- 2553 การวิเคราะห์ชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระจากดอกดาหลา
- 2554 การวิเคราะห์หาชนิดของสารประกอบฟีนอลิกในดอกดาหลา
- 2555 ประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกมังคุดต่อการต้านเชื้อจุลินทรีย์