21054

หองสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืชพื้นบ้าน

(Total Polyphenol contents and Antiradical Activities in Indigenous Plants Extracts)

T096807

นางสาววรรณทิณี	สมร่าง	รหัสนักศึกษา 45040221
นางสาวหยาดพิรุณ	ลูกจันทร์	รหัสนักศึกษา 45040235
นางสาวภารดี	ขันทอง	รหัสนักศึกษา 45040877

วพ.
Q248ป
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96807
วัน.เดือน.ปี.....- 4 JUN 2550

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืชพื้นบ้าน

(Total Polyphenol contents and Antiradical Activities in Indigenous Plants Extracts)

จัดทำโดย

นางสาววรรณทิณี	สมร่าง	รหัสนักศึกษา	45040221
นางสาวหยาดพิรุณ	ลูกจันทร์	รหัสนักศึกษา	45040235
นางสาวภารดี	ขันทอง	รหัสนักศึกษา	45040877

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

วิทยา อิฐ ..... 23 / มีค / 2549

(วิทยา อิฐ) วัน เดือน ปี

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาววรรณทิณี สมร่าง นางสาวหยาดพิรุณ ลูกจันทร์ และนางสาวภารดี ขันทอง 2549 : ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืชพื้นบ้านบางชนิด ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.วริพัสย์ อารีกุล

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดจากพืชพื้นบ้านจำนวน 42 ชนิด โดยวิธี Folin Ciocalteu method และ DPPH scavenging method พบว่า ไม้อั้นมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลสูงสุด (11.6 mg/g dry basis) ในขณะที่ผักหวานบ้าน มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดต่ำสุด (0.384 mg/g dry basis) เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืชพื้นบ้านชนิดต่างๆ โดยวัดความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH พบว่าสารสกัดจากไม้อั้น มีสมบัติการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด (EC_{50} = 0.074 mg dry basis) ในขณะที่ผักพวยมีสมบัติการต้านอนุมูลอิสระต่ำสุด (EC_{50} = 10.6 mg dry basis)

ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดกับสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืชพื้นบ้านทั้ง 42 ชนิด ไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ -0.268 สำหรับกลุ่มพืชที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงหรือสมบัติการต้านอนุมูลอิสระสูง สามารถความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.833 และ -0.811 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มพืชที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดหรือสมบัติการต้านอนุมูลอิสระในระดับปานกลางและต่ำ สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ -0.017 และ 0.124 ตามลำดับ แต่ไม่มีความสำคัญอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วรรณทิณี สมร่าง			
หยาดพิรุณ ลูกจันทร์			
ภารดี ขันทอง			23 ตุลาคม 2549
ลายมือชื่อนักศึกษา	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา		วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืชพื้นบ้าน นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับคำปรึกษาจาก ดร.วริพัสย์ อารีกุล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาคอยให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะ พร้อมทั้งตรวจและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้นและให้การสัมมนานี้สำเร็จลงได้ด้วยดี จึงขอกราบขอบพระคุณอาจารย์มาไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนค้านงบประมาณทำให้ปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอบคุณเจ้าหน้าที่ที่คอยอำนวยความสะดวกในการเบิกอุปกรณ์และสารเคมี รวมทั้งพี่ ๆ เพื่อนๆ น้อง ๆ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรที่ให้คำแนะนำและคอยช่วยเหลือทำให้ปัญหาพิเศษในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

วรรณพิณี สมร่าง
หยาดพิรุณ ลูกจันทร์
ภารดี ขันทอง
23 มีนาคม 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูปภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 คำนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	
2.1 ผักพื้นบ้าน	2
2.2 อนุมูลอิสระ	3
2.3 ปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระ	3
2.4 สารแอนติออกซิแดนท์และโปรออกซิแดนท์	4
2.4.1 สารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติ (natural antioxidant)	4
2.4.2 สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (synthetic antioxidant)	6
2.5 กลไกการต้านอนุมูลอิสระ	7
2.5.1 ฤทธิ์การป้องกันอนุมูลอิสระ	7
2.5.2 ฤทธิ์การกำจัดอนุมูลอิสระ	7
2.6 ผลของสารต้านอนุมูลอิสระ	7
2.6.1 Primary antioxidant	8
2.6.2 Oxygen scavenger	8
2.6.3 Secondary antioxidant	8
2.6.4 Enzymatic antioxidant	8
2.6.5 Chelating agent	8
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
3.1 วัตถุดิบ	10
3.2 อุปกรณ์	10
3.3 สารเคมี	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	
3.4.1 ความชื้น	11
3.4.2 การสกัดตัวอย่าง	11
3.4.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด	11
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดจากพืชพื้นบ้าน	15
4.2 คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดจากพืชพื้นบ้าน	16
4.3 ความความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดจากพืชพื้นบ้าน	17
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	22
เอกสารอ้างอิง	24
ภาคผนวก	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	แสดงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและค่า EC_{50}	13
ตารางที่ 2	แสดงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระในส่วนต่างๆ ของพืช	15
ตารางที่ 3	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 โครงสร้างแรโซแนนท์โมเลกุลเบต้า-แคโรทีน 5

รูปที่ 2 โครงสร้างทางเคมีของสารแอนติออกซิแดนท์สังเคราะห์ 6

รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดจากพืชพื้นบ้าน 42 ชนิด 17

รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระสูง 18

รูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดระดับปานกลางและต่ำกับสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ ($r = -0.017$) 19

รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติการต้านอนุมูลอิสระระดับปานกลางและต่ำกับปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 คำนำ

อนุมูลอิสระได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีผลกระทบต่อสุขภาพร่างกายมนุษย์โดยเหนี่ยวนำให้เกิดความเสียหายในร่างกายและกระตุ้นให้เกิดโรคเรื้อรังหลายชนิด เช่น โรคมะเร็ง โรคหลอดเลือดและหัวใจ และโรคที่เกิดจากภาวะเซลล์เสื่อม (โรคชรา) เป็นต้น แหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญส่วนใหญ่ของมนุษย์ได้มาจากสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบในพืชผักและผลไม้ที่รับประทานได้ สารกลุ่มนี้หมายถึง สารประกอบในพืชที่ไม่ใช่สารอาหารกลุ่มที่ให้พลังงาน ได้แก่ แคโรทีนอยด์ (carotenoid) และโพลีฟีนอล (polyphenol) เป็นต้น (http:// www.pharm.swu.ac.th)

รายงานความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืชและสมุนไพรในประเทศไทยนั้นมีอยู่น้อยมากและมักจะไม่เป็นที่เปิดเผย อีกทั้งองค์ประกอบทางเคมีของพืชยังเปลี่ยนแปลงไปตามสายพันธุ์ สภาพดิน ภูมิประเทศและภูมิอากาศ การศึกษาปัญหาพิเศษนี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืชพื้นบ้านจำนวน 42 ชนิด รวมทั้งศึกษาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ เพื่อเป็นแนวทางในการคัดเลือกพืชที่มีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระไปประยุกต์ใช้เป็นสารถนอมอาหารจากธรรมชาติ (natural antioxidant) ทดแทนการใช้สารเคมีที่เติมลงในอาหารหรือเพื่อพัฒนาสารสกัดให้อยู่ในรูปของอาหารเสริมสุขภาพ (functional food) ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดที่มีอยู่ในสารที่สกัดได้จากพืชพื้นบ้าน
2. เพื่อศึกษาหาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดที่ได้จากพืชพื้นบ้าน
3. เพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดกับสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืชพื้นบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 ผักพื้นบ้าน

ผักพื้นบ้าน หมายถึง พรรณพืชผักพื้นบ้านหรือพรรณไม้พื้นเมืองในท้องถิ่นที่ชาวบ้านนำมาบริโภคเป็นผักตามวัฒนธรรมการบริโภคของท้องถิ่น ในแหล่งธรรมชาติ (ป่าเขา ป่าละเมาะ ป่าแพะ หนองบึง ริมแม่น้ำ และธารน้ำ) สวนนาไร่หรือชาวบ้านนำมาปลูกไว้ใกล้บ้านเพื่อสะดวกในการเก็บมาบริโภค ผักพื้นบ้านเหล่านี้อาจมีชื่อเฉพาะตามท้องถิ่น และนำไปประกอบเป็นอาหารพื้นเมืองตามกรรมวิธีเฉพาะของแต่ละท้องถิ่น นอกจากนี้ พรรณไม้เหล่านี้ยังถูกนำมาใช้ประโยชน์ด้านยารักษาโรค ด้านเครื่องใช้ไม้สอย ด้านเครื่องแต่งกาย และด้านเศรษฐกิจอีกด้วย (มาโนช และเพ็ญนภา, 2538) ผักพื้นบ้านในประเทศไทยมีมากมายหลายชนิด ยกตัวอย่างเช่น

1. ผักติ้ว [*Cratoxylum formosum* (Jack) Dyer ssp. *pruniflorum* (Kurz.) Gogelin] เป็นไม้ป่าที่ขึ้นประปราย ในป่าเบญจพรรณแล้ง เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็กถึงขนาดกลางสูง 8-15 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่มกลม กิ่งอ่อนมีขนนุ่มทั่วไป เปลือกสีน้ำตาลไหม้ แตกเป็นสะเก็ด เปลือกในสีน้ำตาลแกมเหลือง และมีน้ำยางสีเหลืองปนแดงซึมออกมา ใบมนแกมรูปไข่กลับ และรูปขอบขนาด โคนสอบเรียวส่วนที่ค่อนไปทางปลายใบโตออก ปลายสุดสอบเข้า เนื้อบางหลังใบมีขนสากท้องใบมีขนนุ่มหนาแน่น ผักติ้วมีรสเปรี้ยว ผักติ้ว 100 กรัม ให้พลังงานต่อร่างกาย 58 กิโลแคลอรี่ ประกอบด้วย เส้นใย 1.4 กรัม แคลเซียม 6 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 19 มิลลิกรัม เหล็ก 2.5 มิลลิกรัม เบต้า-แคโรทีน 4500 ไมโครกรัม วิตามิน 750 ไมโครกรัม ของเรตินอล วิตามินบีหนึ่ง 0.04 มิลลิกรัม วิตามินบีสอง 0.67 มิลลิกรัม ไนอาซิน 3.1 มิลลิกรัม วิตามินซี 58 มิลลิกรัม (มาโนช และเพ็ญนภา , 2538)**

2. ผักหวานบ้าน [*Sauropus androgynus* (L.)] เป็นไม้พุ่มสูง 0.8-2 เมตร กิ่งก้านค่อนข้างเล็ก สีเขียวปนเทา ใบเป็นใบเดี่ยว ก้านใบสั้น มักพบในป่าธรรมชาติ เช่น ป่าทุ่ง ป่าผสมผลัดใบ ป่าแดง และตามบริเวณทุ่งนา ชาวบ้านภาคกลางและภาคอีสาน นำมาปลูกไว้ในสวนหรือใกล้บริเวณบ้านเพื่อรับประทานยอด ผักหวานบ้านชอบที่ลุ่มต่ำมีความชื้นพอเหมาะ ปลูกง่ายขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด ผักหวานบ้านมีรสหวาน เย็น ช่วยบรรเทาความร้อนในร่างกาย (มาโนช และเพ็ญนภา , 2538)

3. มะระขี้นก [*Momordica Charantia* Linn.] เป็นพืชพื้นเมืองในประเทศเขตร้อนชื้น เป็นไม้เถา มีมือเกาะลำต้นเลื้อยพาดพันตามต้นไม้หรือตามร้านอายุเพียง 1 ปี ลำต้นมีสีเขียวขนาดเล็กยาว ผิวมีขนขึ้นประปราย ใบเป็นใบเดี่ยวออกเรียงสลับกัน ผลมะระมีรูปร่างคล้ายกระสวย ผิวขรุขระ พบขึ้นเองตามป่าละเมาะ ริมทางเดิน ตามป่า ทุ่งใกล้บ้านในธรรมชาติ ชาวบ้านมักนำไปปลูกตามสวนหรือริมรั้วใกล้บ้าน ขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด งอกเป็นกล้าและนำไปปลูกบริเวณที่ต้องการ มะระขี้นกมีรสขม เย็น สรรพคุณเป็นยาเจริญอาหาร ระบาย แก้ไข้ บำรุงร่างกาย (มาโนช และเพ็ญนภา , 2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 อนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ หมายถึง สารใดๆ ที่มีอิเลคตรอนที่ไม่ได้จับคู่ (unpaired electron) มากกว่าหรือเท่ากับหนึ่งอิเลคตรอนในวงโคจรของโมเลกุล ปกติจะใช้สัญลักษณ์ $(R)^{\cdot}$

การมีอิเลคตรอนที่ไม่ได้จับคู่อยู่ในโมเลกุลนี้ ทำให้โมเลกุลส่วนใหญ่จะเป็นสารไม่เสถียร มีช่วงครึ่งอายุ (half life) สั้น โดยทั่วไปอนุมูลอิสระจะมีความไวสูงในการเข้าทำปฏิกิริยากับสารอื่นใน 2 รูปแบบ โดยการดึงเอาอะตอมไฮโดรเจนมาจากสารโมเลกุลอื่นที่อยู่ข้างเคียงและโดยการเพิ่มโมเลกุลของออกซิเจนเข้าไป เพื่อให้เกิดเป็นอนุมูลเปอร์ออกซิล (peroxyl radical)

เมื่ออนุมูลอิสระเข้าทำปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลในร่างกาย จะทำลายองค์ประกอบหลักของเซลล์และสมดุลของระบบต่างๆ ในร่างกายทำให้เกิดโรคต่างๆ เช่น โรคมะเร็ง,โรคหัวใจ,ไขมันอุดตันในเส้นเลือด และไขข้ออักเสบ เป็นต้น (อัญชนา , 2544)

อนุมูลอิสระมีที่มาจากทั้งแหล่งภายนอกร่างกายและภายในร่างกาย ซึ่งจากแหล่งภายนอกร่างกายได้แก่ มลพิษในอากาศ โอโซน ไนตรัสออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ฝุ่น ควันบุหรี่ อาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวหรือธาตุเหล็กมากกว่าปกติ แสงแดด ความร้อน รังสีแกมมา ยาบางชนิด เป็นต้น ส่วนแหล่งของอนุมูลอิสระภายในร่างกาย ได้แก่ ออกซิเจน เป็นต้น (อัญชนา , 2544)

2.3 ปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระ

ปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระจัดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ (free radical chain reaction) ซึ่งมีกลไกในการเกิดปฏิกิริยา 3 ขั้นตอน (อัญชนา,2544) คือ

ขั้นตอนที่ 1 เรียกว่า initiation step เป็นขั้นตอนที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระ

$$RH \longrightarrow R^{\cdot}$$

ขั้นตอนที่ 2 เรียกว่า propagation step เป็นขั้นตอนที่อนุมูลอิสระถูกเปลี่ยนไปเป็นอนุมูลตัวอื่นๆ เป็นแบบปฏิกิริยาลูกโซ่

$$RH + R^{\cdot} \longrightarrow R^{\cdot} + RH$$

$$R^{\cdot} + O_2 \longrightarrow ROO^{\cdot}$$

$$ROO^{\cdot} + RH \longrightarrow ROOH + R^{\cdot}$$

ขั้นตอนที่ 3 เรียกว่า termination step เป็นขั้นตอนที่มีการรวมกันของอนุมูลอิสระ 2 อนุมูล ได้เป็นสารที่มีความเสถียร

$$ROO^{\cdot} + ROO^{\cdot} \longrightarrow ROOH + O_2$$

$$ROO^{\cdot} + R^{\cdot} \longrightarrow ROOR$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 สารแอนติออกซิแดนท์และโปรออกซิแดนท์

สารแอนติออกซิแดนท์ (antioxidant) หรือสารต้านอนุมูลอิสระ หมายถึง สารที่ทำหน้าที่ต่อต้านหรือยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน นอกจากนี้ยังสามารถยับยั้งและควบคุมอนุมูลอิสระไม่ให้ไปกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน จึงช่วยยับยั้งอนุมูลอิสระไม่ให้ทำลายองค์ประกอบของเซลล์ สารต้านอนุมูลอิสระ มีผลต่อกลไกการป้องกันร่างกาย 3 ประการ ได้แก่

1. ป้องกันอันตรายที่เกิดในต่อมโมเลกุลของ DNA หรือยีน
2. ทำให้ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายสมบูรณ์
3. ทำลายล้างสารก่อมะเร็งที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรค

สารอาหารกับการต้านอนุมูลอิสระ

กลุ่มสารอาหารที่มีคุณสมบัติ (Antioxidant) ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินซี วิตามินอี และเบต้า-แคโรทีน สารอาหารเหล่านี้มีคุณสมบัติเด่นในการต้านอนุมูลอิสระ ช่วยป้องกันโรคภัยไข้เจ็บ และช่วยต่อต้านความชราโดยจะจับกับอนุมูลอิสระก่อนที่มันจะไปทำลายเซลล์ต่างๆ ภายในร่างกาย สารต้านอนุมูลอิสระยังช่วยกระตุ้นระบบภูมิต้านทานของร่างกายและยังช่วยป้องกันระบบประสาท และเซลล์สมอง สารอาหารต่างๆ เหล่านี้มีความจำเป็นและสำคัญกับระบบการทำงานต่างๆ ภายในร่างกายเพราะทำหน้าที่ในการกำจัดสารอนุมูลอิสระ และยังช่วยทำหน้าที่ฟื้นฟูเซลล์ต่างๆ ที่เสื่อมหรือถูกทำลาย สารต้านอนุมูลอิสระมีในอาหารกลุ่มธัญพืชโดยเฉพาะพวกข้าว ผักและผลไม้ต่างๆ

สารต้านอนุมูลอิสระสามารถแบ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติ (natural antioxidant) และสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (synthetic antioxidant)

2.4.1. สารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติ (natural antioxidant) คือ สารประกอบที่ได้จากเนื้อเยื่อพืชหรือเนื้อเยื่อของสัตว์ต่างๆ และมีคุณสมบัติยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน (อัญชนา , 2544) ได้แก่

2.4.1.1 วิตามินซี

วิตามินซีมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่ากรดแอสคอร์บิค (ascorbic acid) เป็นสารที่ละลายน้ำได้ ลักษณะเป็นผลึกสีขาว ไม่มีกลิ่น ซึ่งมีมากในผักสดและผลไม้สด

2.4.1.2 วิตามินอี

วิตามินอีหรือโทโคฟีรอล (tocopherol) เป็นวิตามินที่ละลายในไขมัน มีลักษณะเป็นของเหลวหนืดๆ พบได้ใน เมล็ดธัญพืชทุกชนิด เช่น ข้าวกล้องและถั่วทุกชนิด เป็นต้น

2.4.1.3 แคโรทีนอยด์

แคโรทีนอยด์เป็นรงควัตถุที่พบในพืชโดยเฉพาะพืชที่มีสีเขียว เหลือง และส้ม เป็นสารสำคัญที่พบในคลอโรพลาสต์ของพืช โดยแคโรทีนอยด์แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ตามองค์ประกอบของโครงสร้างในโมเลกุล ดังนี้

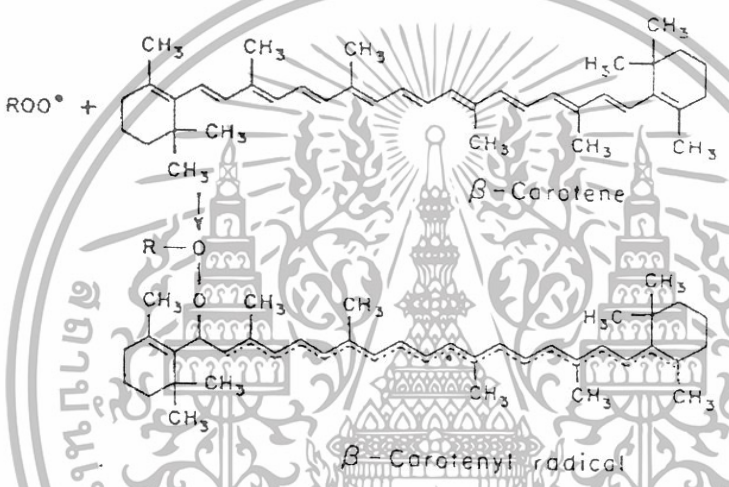
- แคโรทีน (carotene) เป็นแคโรทีนอยด์ที่โครงสร้างโมเลกุลประกอบด้วยคาร์บอนและไฮโดรเจนเท่านั้น เช่น เบต้า-แคโรทีน (β-carotene) อัลฟ่า-แคโรทีน (α-carotene)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แกมม่า-แคโรทีน (γ-carotene) เป็นต้น โดยแคโรทีนที่มีประโยชน์ต่อร่างกายมากที่สุด คือ เบต้า-แคโรทีน และเมื่อร่างกายได้รับอาหารที่มีแคโรทีนจะสามารถเปลี่ยนให้เป็นวิตามินเอได้ที่ผนังลำไส้เล็ก ตับ และไต

- เบต้า-แคโรทีนเป็นสารที่มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัด singlet oxygen ซึ่งเป็นออกซิเจนที่มีความไวต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเจน ดังนั้นจึงมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยป้องกันการเกิดไฮโดรเปอร์ออกไซด์ในสภาวะที่มี singlet oxygen

เนื่องจากเมื่อเบต้า-แคโรทีนดักจับอนุมูลอิสระไว้แล้ว โมเลกุลของเบต้า-แคโรทีนจะอยู่ในลักษณะเรโซแนนซ์ที่มีความเสถียร ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 โครงสร้างเรโซแนนซ์ของโมเลกุลเบต้า-แคโรทีน (Cadenes and Packer , 1996) อ้างโดย อัญชนา (2544)

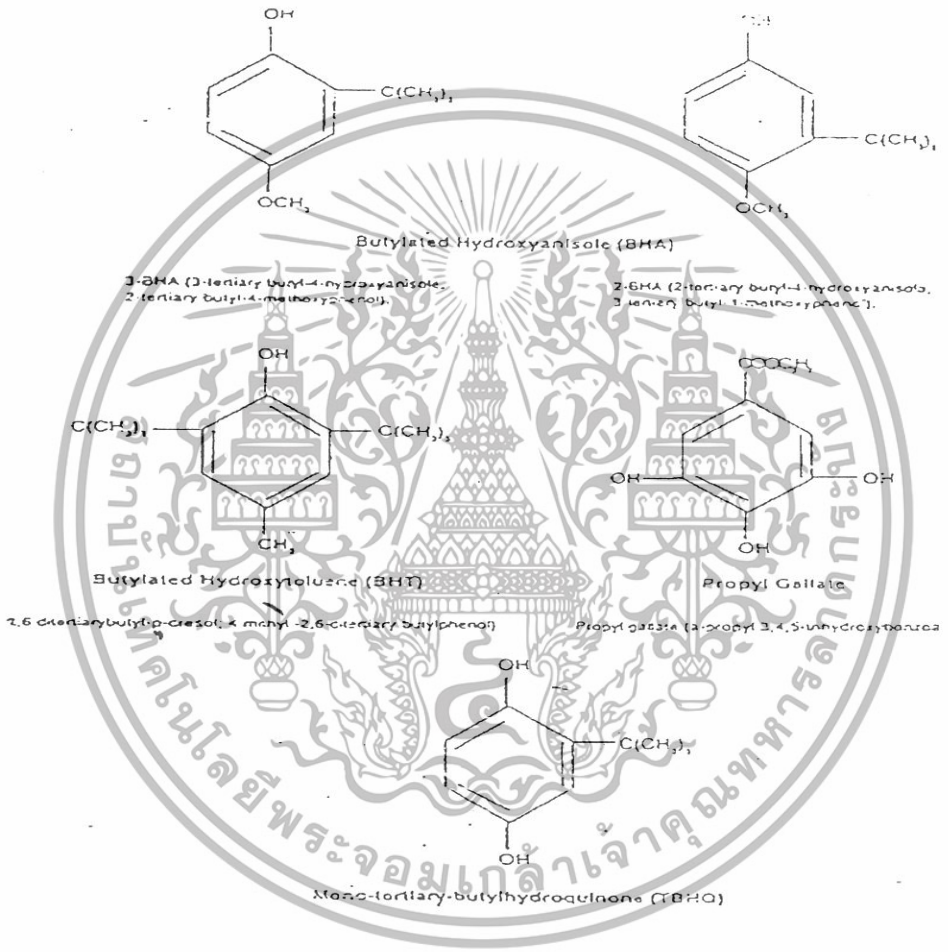
- ออกโซแคโรทีนอยด์ (oxocarotenoid) หรือแซนโทฟิลล์ (xanthophyll) เป็นแคโรทีนอยด์ที่โครงสร้างโมเลกุลบริเวณวงแหวนประกอบด้วยหมู่อื่นนอกเหนือจากคาร์บอนและไฮโดรเจน เช่น เบต้า-คริบโทแซนทิน (β-cryptoxanthin) และลูทีน (lutein) เป็นต้น

2.4.1.4 สารประกอบฟีนอลิค

สารประกอบฟีนอลิคเป็นสารที่พบได้ในพืชทั่วไป สามารถละลายได้ในน้ำ ทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระและไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (synthetic antioxidant) คือ สารที่ผลิตขึ้นโดยวิธีสังเคราะห์ทางเคมี โดยใช้วัตถุดิบจากอุตสาหกรรมปิโตรเลียมและมีคุณสมบัติยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ตัวอย่างเช่น Butylated hydroxyanisole (BHA) , Butylated hydroxytoluene (BHT) , Propyl gallate (PG) , Tert-butylhydroquinone (TBHQ) เป็นต้น สารเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบฟีนอลิคมีคุณสมบัติเป็นสารกันหืนได้ดีพอสมควรและไม่ทำให้เกิดสีในอาหารหรือไขมันที่เติมลงไป(รุ่งทิวา ,2544)



รูปที่ 2 โครงสร้างทางเคมีของสารแอนติออกซิแดนท์สังเคราะห์ที่นิยมใช้ (Sim and Foiriti , 1991) อ้างโดย รุ่งทิวา (2544)

สารโปรออกซิแดนท์ หมายถึง สารที่ทำหน้าที่เหนี่ยวนำ หรือกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน รวมทั้งสารที่เหนี่ยวนำหรือกระตุ้นให้เกิดอนุมูลอิสระ สารอาหารบางชนิดที่ทำหน้าที่เป็นแอนติออกซิแดนท์ ยังอาจแสดงสมบัติเป็นสารโปรออกซิแดนท์ได้ด้วย เช่น วิตามินซี เบต้า-แคโรทีน และวิตามินอี เป็นต้น (อัญชนา , 2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 กลไกการต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระทำลายอนุมูลอิสระโดยการให้หรือรับอิเล็กตรอนกับอนุมูลอิสระทำให้ปฏิกิริยาลูกโซ่สิ้นสุดลง โดยสารต้านอนุมูลอิสระเองไม่เปลี่ยนเป็นอนุมูลอิสระเนื่องจากสารเหล่านี้มีความคงตัวทั้งในรูปอิเล็กตรอนครบและอิเล็กตรอนขาดหรือเกิน

กลไกการต้านอนุมูลอิสระแบ่งได้เป็น 2 กลไก (http:// www.pharm.swu.ac.th) ตามลักษณะการออกฤทธิ์ของสารต้านอนุมูลอิสระ

2.5.1 ฤทธิ์การป้องกันอนุมูลอิสระ (preventive antioxidant activity)

สารต้านอนุมูลอิสระประเภทนี้ออกฤทธิ์ป้องกันไม่ให้เกิดอนุมูลในขั้นตอนเริ่มต้น(initiation)โดยการยับยั้งไม่ให้เกิดอนุมูลเหนี่ยวนำให้เกิดอนุมูลอิสระ เช่น ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ การจับโลหะทรานสิชัน (metal transition) สารต้านอนุมูลอิสระในกลุ่มนี้ ได้แก่ เอนไซม์และโปรตีนในร่างกายที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เช่น Catalase (CAT) , Glutathione (GSH) รวมทั้งวิตามินอีและสารกลุ่มแคโรทีน

2.5.2 ฤทธิ์การกำจัดอนุมูลอิสระ (free radical scavenging antioxidant activity)

สารต้านอนุมูลอิสระในกลุ่มนี้ออกฤทธิ์กำจัดอนุมูลอิสระ โดยการยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ขั้นเริ่มต้น (chain initiation) และทำลายปฏิกิริยาลูกโซ่ขั้นเพิ่มจำนวนอนุมูลอิสระ (chain propagation) สารในกลุ่มนี้ได้แก่ วิตามินอี , แอลบูมิน , Ubiquinol , Ubiquinone (CoQ 10) , แคโรทีนอยด์และฟลาโวนอยด์ จะเห็นได้ว่าอนุมูลอิสระในปริมาณมากเกินสมดุลในร่างกายก่อให้เกิดความเสียหายในร่างกาย มนุษย์มีสารต้านอนุมูลอิสระที่ทำหน้าที่ควบคุมสมดุลของปริมาณอนุมูลอิสระ หากสูญเสียสมดุลระหว่างอนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายไป ร่างกายจำเป็นต้องได้รับสารต้านอนุมูลอิสระจากแหล่งภายนอก แหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติส่วนหนึ่งได้จากอาหาร ผัก ผลไม้ที่รับประทานได้ การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในส่วนต่างๆของพืชชนิดต่างๆ ทำให้ได้แหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระมากขึ้น

2.6 ผลของสารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระมีหน้าที่หลายอย่าง (อัญชนา , 2544) ได้แก่

- ทำหน้าที่เป็นสารรีดิวซ์ (reducing agent)
- เป็นตัวทำลายอนุมูลอิสระจับกับไอออนโลหะที่เร่งให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน
- ยับยั้งการเกิดออกซิเจนในรูปที่ไวต่อการเกิดปฏิกิริยาซึ่งพบในขั้นที่ 1 หรือ initiation step ของปฏิกิริยาออกซิเดชัน

จากหน้าที่ต่างๆ ดังที่กล่าวมานี้ อนุมูลอิสระจึงมีความสำคัญในการชะลอหรือยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาขั้นที่ 1 ของปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือสามารถหยุดปฏิกิริยาลูกโซ่โดยการทำปฏิกิริยากับอนุมูล peroxyl เพื่อให้เป็นสารที่มีความเสถียร หรือให้เป็นสารที่ไม่ทำปฏิกิริยาออกซิเดชันต่อไป หรือให้เป็นสารที่ไม่ใช่อนุมูลอิสระ (non-radical product)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วๆ ไปสารต้านอนุมูลอิสระแบ่งเป็น 5 ประเภทใหญ่ๆ (อัญชนา , 2544) ดังนี้

2.6.1 Primary antioxidant

สารกลุ่มนี้ทำหน้าที่หยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ของการเกิดอนุมูลอิสระในปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน โดยทำหน้าที่เป็นตัวให้อิเลคตรอน ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิค สารโทโคฟีรอลที่ได้จากธรรมชาติและสังเคราะห์ และสารสังเคราะห์ เช่น alkyl gallate , BHA , BHT และ TBHQ

2.6.2 Oxygen scavenger

สารกลุ่มนี้ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน จึงเป็นการช่วยกำจัดออกซิเจนในระบบปิดได้ ซึ่งได้แก่ กรดแอสคอร์บิคหรือวิตามินซี ascorbyl palmitate erythorbic acid (isoascorbic acid) และ sodium erythorbate เป็นต้น

2.6.3 Secondary antioxidant

สารกลุ่มนี้ทำหน้าที่สลายโมเลกุลของ lipid hydroperoxide ให้เป็นสารที่มีความเสถียร ได้แก่ dilauryl thiopropionate และ thiopropionic acid เป็นต้น

2.6.4 Enzymic antioxidant

เอนไซม์กลุ่มนี้ทำหน้าที่กำจัดออกซิเจนหรืออนุพันธ์ของออกซิเจน โดยเฉพาะไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ได้แก่ protease เป็นต้น

2.6.5 Chelating agent หรือ Sequestrant

สารกลุ่มนี้จะทำหน้าที่จับกับไอออนของโลหะ เช่น เหล็กและทองแดง ซึ่งเป็นไอออนที่ส่งเสริมและเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ทำให้เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่เสถียร สารที่ทำหน้าที่จับกับไอออนของโลหะนี้ ได้แก่ กรดซิตริค กรดอะมิโน ethylenediaminetetra-acetic acid (EDTA) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เกศศิณีและจันทร์เพ็ญ (2543) ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากพืชสมุนไพรทั้งหมด 84 ชนิด โดยรายงานเป็นค่าของปริมาณสาร butylated hydroxyanisole (BHA) ในการทดลองใช้สาร BHA ซึ่งมีคุณสมบัติต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ดีเป็นสารมาตรฐาน โดยการแบ่งความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

- กลุ่ม 1 เป็นกลุ่มที่มีศักยภาพในการต้านสารอนุมูลอิสระในระดับสูงมาก ได้แก่พืชที่มีปริมาณสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง กว่า 100 มิลลิกรัมของสาร BHA เปรียบเทียบต่อน้ำหนักพืชสด 100 กรัม พบในพืชทั้งหมด 47 ตัวอย่าง เช่น *Dregea volubilis* Stapf. (ผักย้วน), *Gymnema inodorum* Decne. (ดอกผักเชียงดา) และ *Momomdica charantia* Linn. (ใบมะระขี้นก) เป็นต้น

- กลุ่ม 2 เป็นกลุ่มที่มีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูง โดยมีสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 25-100 มิลลิกรัมของสาร BHA เปรียบเทียบต่อน้ำหนักสด 100 กรัม พบในพืชทั้งหมด 25 ตัวอย่าง เช่น *Garcinia cowa* Roxb. (ชะมวง), *Amaranthus* sp. (ผักโขม) และ *Terminalia tripterordes* Craib (ลูกแฟบ) เป็นต้น

- กลุ่ม 3 เป็นกลุ่มที่มีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระปานกลาง โดยมีสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่ำกว่า 25 มิลลิกรัมของสาร BHA เปรียบเทียบต่อน้ำหนักสด 100 กรัม พบในพืชทั้งหมด 12 ตัวอย่าง เช่น *Boletus edulis* Bull. (เห็ดตับเต่า), *Zanthoxylum* sp. (มะข่วน) และ *Zingiber cassumunar* Roxb. (ปูเลย)

อัญชนา เจนวิถีสุข (2544) ทำการศึกษาสมบัติในการต้านสารอนุมูลอิสระในผักพื้นบ้านและสมุนไพรไทยชนิดต่างๆ โดยวิธีการฟอกสีของเบต้า-แคโรทีน (β-carotene bleaching) และการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารต้านอนุมูลอิสระบางชนิด ได้แก่ วิตามินซี,วิตามินอี,แคโรทีนอยด์,แทนนิน และปริมาณสารประกอบฟีนอลิค ทำให้สามารถคาดคะเนถึงสมบัติในการต้านสารอนุมูลอิสระ เนื่องจากองค์ประกอบต่างๆเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งจากการทดลองศึกษาพบว่าใน *Gymnema inodorum* (ผักเชียงดา) มีค่า antioxidant index สูงสุด หรือมีศักยภาพในการต้านสารอนุมูลอิสระสูงซึ่งมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบของวิตามินซี วิตามินอี แคโรทีนอยด์ แทนนินและปริมาณสารประกอบฟีนอลิคของผักชนิดนี้ ในขณะที่ *Curcuma xanthorrhiza* (ว่านชักมดลูก) มีค่า antioxidant index ต่ำสุด และไม่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบทางเคมีเหมือนกับ *Gymnema inodorum* (ผักเชียงดา) อาจเนื่องมาจากสารอื่นที่มีอยู่ในพืชหรือความเสถียรที่มีอยู่ในพืชไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

ตัวอย่างพืชป่า จำนวน 23 ชนิด จากสถานีวิจัยหลวงอ่างขาง มูลนิธิโครงการหลวง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่

ขมแดง	ส้มป่อย	ส้มสังกา	ผักแปง	ผักแปมบ้าน
ม้ากระทืบโรง	ไม้อั้น	ส้มกุ่ย	ไม้ก้าก	มะเดื่อปล้อง
ผักปุ้งส้ม	มะเดื่อหว้า	พลูหิน	ผักเฮือด	เผอนวย
สะเรียมดง	อ้านอก	ส้มจี้	ปิ้งหอม	ไม้ก้าว
โอ๋หลา	ปูเลย	ปิ้งเหม็น		

ตัวอย่างผักพื้นบ้าน จำนวน 19 ชนิด จากตลาดสควโรรส (เชียงใหม่) และตลาดสดอมรพันธ์ (กรุงเทพฯ) ได้แก่

ผักหนาม	ยอดมะระขี้นก	ผักเชียงดา	ดอกขจร	ดอกโสน
ผักติ้ว	สายบัว	ดอกสลิด	ชะอม	ผักกระเฉด
ผักหวาน	ใบมะกอก	ดอกแคขาว	ผักพวย	ผักขวง
ผักแว่น	บัวบก	ผักบ้า	ห้าสัวย	

3.2 อุปกรณ์ในการทดลอง

1. อุปกรณ์เครื่องแก้วต่างๆ
2. ตู้อบ
3. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (HR-200 , A&D Company Limited , Japan)
4. Desiccator
5. Spectrophotometer (Spectro 22 , Labomed , Japan)
6. Autopipette
7. Vortex mixer
8. Water bath

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21054

3.3 สารเคมี

1. Gallic acid (Fluka Chemical, Spain)
2. Folin – Ciocalteau reagent (Merck, Germany)
3. สารเคมี 2,2-diphenyl-1-picryhydrazyl radical (DPPH) (Sigma , Germany)
4. สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) 10 เปอร์เซ็นต์ (Carlo, Italy)
5. เอธานอล 95 เปอร์เซ็นต์
6. กรดแอสคอร์บิค (Sigma, Germany)

3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.4.1 ความชื้น

อบภาชนะใส่ตัวอย่าง (aluminum can) ในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 ^{0}C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถแก้ว (desiccators) จากนั้นชั่งน้ำหนัก aluminum can อย่างละเอียดด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง แล้วนำพืชตัวอย่างประมาณ 2 กรัมใส่ลงใน aluminum can ทำการชั่งอย่างละเอียด หลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 ^{0}C เป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในโถแก้ว (desiccators) ประมาณ 20 นาที นำออกมาชั่งน้ำหนักจนได้น้ำหนักคงที่ บันทึกผล แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในพืช ดังสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักสด}} \times 100$$

3.4.2 การสกัดตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่าง (ปั่นหยาบ) หนัก 10 กรัม ใส่ลงใน 100 มิลลิลิตรของสารละลายเอธานอล 80 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำมาปั่นเป็นเวลา 1 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 70 ^{0}C เป็นเวลา 10 นาที นำสารสกัดพืชมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 4 แยกส่วนกากทิ้ง แล้วนำสารสกัดพืชมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 ^{0}C จนกว่าจะทำการวิเคราะห์

3.4.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (Yiedirim และคณะ 2001)

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดจะใช้ Folin – Ciocalteau reagent ทำปฏิกิริยากับสารประกอบโพลีฟีนอลและติดตามสีน้ำเงินที่เกิดขึ้นโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ภายหลังจากทิ้งไว้ที่มืดเป็นเวลา 15 นาที

ปิเปตสารสกัดพืช 0.5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง แล้วเติมน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร จากนั้นเติม 0.5 มิลลิลิตรของ Folin – Ciocalteau reagent ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่อง vortex ทิ้งไว้ 5 นาที หลังจากนั้นเติม 2 มิลลิลิตรของสารละลายสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) 10 เปอร์เซ็นต์ นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ภายหลังจากตั้งทิ้งไว้ที 15 นาที ในที่มืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ของสารละลายตัวอย่างไปคำนวนหาปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดโดยใช้กราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก โดยใช้สารละลายมาตรฐานของกรดแกลลิกความเข้มข้น 0,20, 60,80,100,120 และ 140 ไมโครกรัม/ไมโครลิตร นำไปเขียนกราฟของสารละลายมาตรฐานเพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด

3.4.4 การวิเคราะห์คุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ

ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระสามารถวิเคราะห์โดยวิธี DPPH free radical scavenging assay ที่ดัดแปลงมาจาก Brand-Williams และคณะ (1995) โดยการวัดการลดจำนวนลงของอนุมูลอิสระ DPPH ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

นำสารสกัดตัวอย่าง (ข้อ 2) มาทำการเจือจางด้วยเอธานอล 4 ระดับ ปิเปตสารสกัดปริมาตร 1 มิลลิลิตรลงในหลอดทดลอง แล้วเติม 3 มิลลิลิตรของสารละลาย DPPH (ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมล/เอธานอล 95 เปอร์เซ็นต์) ผสมให้เข้ากันโดยใช้ vortex จากนั้นตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่างคำนวณหา % inhibition ดังสมการ

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

โดย % inhibition หมายถึงความสามารถในการยับยั้งสารต้านอนุมูลอิสระ

A_{sample} หมายถึงค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH

$A_{control}$ หมายถึงค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่าง

จากนั้นนำค่า % inhibition เขียนกราฟความสัมพันธ์กับปริมาณตัวอย่างสารสกัด เพื่อหาสมการความสัมพันธ์และจุดตัดแกน Y ที่ 50 จะได้ค่า EC_{50} (Effective Concentration)

3.4.5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดกับสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ

นำผลการทดลองมาสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ทางสถิติ โดยใช้การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้วยโปรแกรม SPSS version 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ(EC_{50}) ของพืชพื้นบ้านทั้งหมด 42 ชนิด ดังแสดงตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและค่า EC_{50}

ชื่อ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (mg/g) dry basis	EC_{50} (mg) dry basis
ขมแดง	*Amaranthus viridis* Linn.	1.22	3.56
ส้มสังกา	*Oxalis corniculata* Linn.	0.98	0.937
ผักแปง	*Ficus tinctoria* Forst ssp. Parasitica Willd.	1.05	2.12
ส้มป่อย		1.99	0.83
ดอกขจร	*Telosma minor* Craib	0.610	10.6
ดอกโสน	*Sesbania javanica* Miq.	0.788	1.51
ไม้ก้าก	*Tristaniopsis burmanica* (Griff.) Wilson + Waterh var. rufescens (Hance) Parn. + Lughadha	0.720	1.52
มะเดื่อหว้า	*Ficus auriculata* Lour.	1.30	1.65
เผอนวย		7.21	0.123
สายบัว	*Nymphaea nouchali* Burm. f.	2.84	0.446
ดอกกระเจียว	*Cureuma aeruginosa* Roxb.	1.68	0.529
ชะอม	Acacia pennata (L.) Willd.ssp. Insuavis (Lace) Nielson	4.16	5.16
ผักกระเฉด	Neptunia oferacea Lour.	1.07	1.50
ใบมะกอก	*Spondias pinnata* (L.f.) Kurz	3.41	0.406
อ้านอก		1.13	1.28
ดอกแคขาว	Sesbanir grandifiora (L.) pens.	0.801	1.93
		0.698	3.87
ผักบุ้งส้ม		7.02	0.281
		2.49	0.153
ปี้งหอม	Clerodendrum chinense (osbeck) Mabb.	0.558	2.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและค่า EC_{50}

ชื่อ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (mg/g) dry basis	EC_{50} (mg) dry basis
ผักพวย	Ludwigia adscendens (L.) H.Hara	2.51	10.6
ผักแปมบ้าน		1.05	1.06
ยอดมะระขี้นก	Momordica Charantia Linn.	0.739	5.75
ผักเฮือด	*Ficus virens* Aiton	0.857	1.88
บัวบก	Cantella asiatica (Linn.) Urban	0.583	3.59
ผักบ้า		1.03	0.328
ปิ้งเหม็น	*Clerodendrum fragrans* (Vent.) Wild.	0.598	0.882
ผักหนาม	Lasia spinosa (L.) Thwaites	1.20	2.04
		0.910	2.68
ไม้อั้น	*Glochidion velutinum* Wight	12.4	0.057
		10.8	0.090
ส้มกุ่ย	*Embelia sessiliflora* Kurz	1.33	0.463
		2.26	0.980
มะเดื่อปล้อง	*Ficus hispida* L.f.	0.494	2.46
		0.638	2.58
พลูหิน		1.03	2.68
		0.448	3.56
ดอกสลิด	*Telosma minor* Craib	0.532	4.64
		0.988	3.07
ผักหวานบ้าน	*Sauropus androgynus* (L.)	0.382	2.31
		0.386	2.82
ปูเลย	*Zingiber montanum* (Voenig) Link ex Dietr.	0.852	4.14
		0.534	3.07
ผักติ้ว	*Cratoxylum formosum* (Jack) Dyer ssp. *pruniflorum* (Kurz.) Gogelin	7.20	0.153
สะเรียมดง	*Melicope pteleifolia* (Champ.ex. Benth.) Hartley	2.36	4.42
		2.39	4.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและค่า EC_{50}

ชื่อ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (mg/g) dry basis	EC_{50} (mg) dry basis
ไม้ก้าว	*Tristaniopsis burmanica* (Griff.) Wilson + Waterh var. rufescens (Hance) Parn. + Lughadha	1.14	0.544
		0.33	0.665
ม้ากระทืบโรง/ใบ	*Ficus Foveolata* Wall.	2.35	1.27
		1.50	3.46
ส้มจี้/เม็ด	*Embelia ribes* Burm. F.	6.67	0.208
ส้มจี้/ใบ	*Embelia ribes* Burm. F.	4.13	0.35
		1.13	0.64
ห้าส้วย/ดอก	*Clerodendrum serratum*	1.56	1.06
		0.95	1.08
ห้าส้วย/ใบ	*Clerodendrum serratum* Moon var. wallichii C.B. Clarke	0.788	3.38
		1.51	3.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของสารสกัดจากพืชพื้นบ้าน

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (มิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) ของสารสกัดจากพืชพื้นบ้านทั้งหมด 42 ชนิด พบว่าปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอล มีค่าอยู่ในระหว่าง 0.38-11.6 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งพืชพื้นบ้านที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลสูงสุด คือ ไม้อั้น (11.6 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) ในขณะที่ผักหวานบ้านมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดต่ำสุด (0.38 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) ส่วนในการวิเคราะห์แต่ละส่วนของพืช จากตัวอย่างพืชพื้นบ้านที่นำมาวิเคราะห์ทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ ม้ากระทืบโรง ห้าส้วย และส้มจี๊ พบว่าปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในใบของม้ากระทืบโรงสูงกว่าในเมล็ด ในขณะที่ห้าส้วยมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในดอกสูงกว่าในใบ ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติในการต้านอนุมูลอสระในส่วนต่าง ๆ ของพืช

ตัวอย่างผัก	ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (mg/g dry basis)	EC_{50} (mg dry basis)
ม้ากระทืบโรง (เมล็ด)	1.68	7.79
(ใบ)	1.93	3.46
ห้าส้วย (ดอก)	1.26	1.87
(ใบ)	1.15	3.05
ส้มจี๊ (เมล็ด)	6.67	0.208
(ใบ)	2.63	0.347

นอกจากนี้จากผลการทดลองดังกล่าว พบว่าปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลที่แตกต่างกันในพืชแต่ละชนิดสามารถจำแนกออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 เป็นพืชที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดต่ำ (น้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) กลุ่มที่ 2 เป็นพืชที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดปานกลาง (ระหว่าง 1-5 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) และกลุ่มที่ 3 เป็นพืชที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูง (มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง)

<u>กลุ่มที่ 1</u> เป็นพืชที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดต่ำ (น้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) จำนวน 16 ชนิด ได้แก่ ส้มสังกา, ดอกขจร, ดอกโสน, ไม้ก้าก, ปี้งหอม, ยอดมะระขี้นก ผักเฮือด , บัวบก, ปี้งเหม็น, มะเดื่อปล้อง, พลูหิน, ดอกสลิด, ผักหวานบ้าน, ปูเลย, ไม้ก้าว และดอกแคขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>กลุ่มที่ 2</u> เป็นพืชที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดปานกลาง (ระหว่าง 1-5.5 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) จำนวน 22 ชนิด ได้แก่ สายบัว, ชะอม, ใบมะกอก, ผักพวย, สะเรียมดง, ผักปั้งส้ม ส้มจี้/ใบ, ขมแดง, ผักแปง, ส้มป่อย, มะเดื่อหว้า, ดอกกระเจียว, ผักกระเฉด, อ้านอก, แปมบ้าน, ผักบ้า ผักหนาม, ส้มกุ่ย, ม้ากระทืบโรง/เม็ด, ม้ากระทืบโรง/ใบ, ห้าส้วย/ดอก และห้าส้วย/ใบ

<u>กลุ่มที่ 3</u> เป็นพืชที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูง (มากกว่า 5.5 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ไม้อั้น, เผอนวย, ผักติ้ว และส้มจี้/เม็ด

4.2 คุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืชพื้นบ้าน

จากการศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระจากพืชพื้นบ้านทั้งหมด 42 ชนิด โดยแสดงในรูปของค่า EC_{50} (Effective Concentration) ซึ่งเป็นปริมาณของสารต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในพืชในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH เริ่มต้นลง 50 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นหากค่า EC_{50} ของสารต้านอนุมูลอิสระยิ่งต่ำมาก แสดงว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของพืชชนิดนั้นจะยิ่งสูง จากผลการทดลองในตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาค่า EC_{50} ซึ่งอยู่ในช่วง 0.074-10.6 มิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง (mg. dry basis) พบว่า ไม้อั้น (0.074 มิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง) มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ในขณะที่ผักพวยมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระต่ำสุด(10.6 มิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง) จากผลการทดลองความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในผักติ้ว มีความสอดคล้องกับผลการวิจัยของ เกศศิณีและจันทร์เพ็ญ (2543) ที่ได้รายงานว่าใบผักติ้ว มีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่า 100 mg. BHA/100 g. ผักสด) ในการทดลองครั้งนี้พบว่า ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของผักหวานอยู่ในระดับปานกลาง (2.562 มิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง) ซึ่งไม่สอดคล้องกันทั้งนี้อาจเนื่องมาจากวิธีการทดลองที่แตกต่างกัน กล่าวคือการทดลองด้วยวิธี DPPH radical scavenging เป็นการตรวจสอบความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ในเอธานอล แต่การทดลองด้วยวิธี Bleaching เป็นการติดตามผลการป้องกันการเกิดออกซิเดชันของกรดไขมัน โดยติดตามการฟอกสีของแคโรทีนอยด์ ดังนั้นวิธีการวิเคราะห์ทั้ง 2 จึงมีความแตกต่างกันทั้งสารที่เข้าทำปฏิกิริยาและการติดตามผลของปฏิกิริยา ดังนั้นการทดสอบสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในพืชชนิดเดียวกัน อาจให้ผลการวิเคราะห์ที่ไม่สัมพันธ์กันได้

นอกจากนี้สามารถจำแนกพืชพื้นบ้านออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 เป็นพืชที่มีสมบัติสารต้านอนุมูลอิสระต่ำ (น้อยกว่า 1 มิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง) กลุ่มที่ 2 เป็นพืชที่มีสมบัติสารต้านอนุมูลอิสระปานกลาง(ระหว่าง 1-5 มิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง) และกลุ่มที่ 3 เป็นพืชที่มีสมบัติสารต้านอนุมูลอิสระสูง (มากกว่า 5 มิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง)

<u>กลุ่มที่ 1</u> เป็นพืชที่มีสมบัติสารต้านอนุมูลอิสระต่ำ (น้อยกว่า 1 มิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง) จำนวน 14 ชนิด ได้แก่ ส้มสังกา, ส้มป่อย, เผอนวย, สายบัว, ดอกกระเจียว, ใบมะกอก, ผักบ้า, ปิ้งเหม็น ไม้อั้น, ส้มกุ่ย, ไม้ก้าว, ส้มจี้/เม็ด, ส้มจี้/ใบ และผักติ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

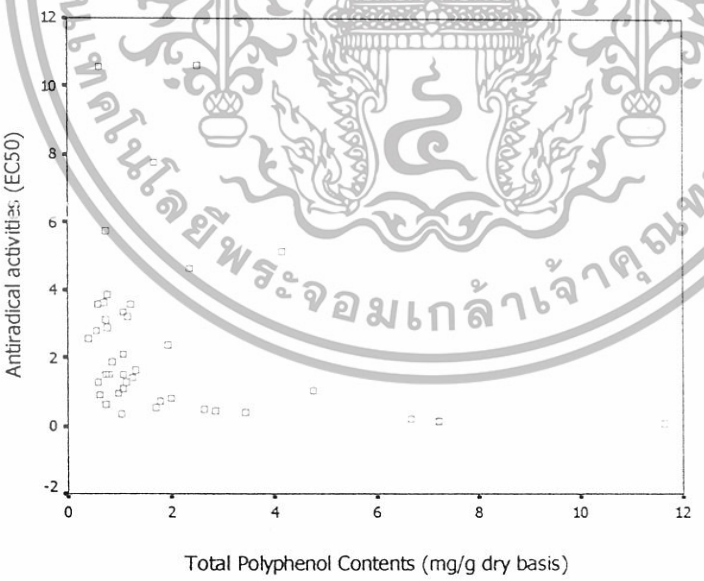
กลุ่มที่ 2 เป็นพืชที่มีสมบัติสารต้านอนุมูลอิสระปานกลาง (ระหว่าง 1-5.5 มิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง) จำนวน 23 ชนิด ได้แก่ ขมแดง, ผักแปง, ดอกโสน, ไม้ก้าก, มะเดื่อหว้า, ชะอม, ผักกระเฉด, อ้านอก ปิ้งหอม, แปมบ้าน, ผักเฮือด, บัวบก, ผักหนาม, มะเดื่อปล้อง, พลูหิน, ดอกสลิด, ผักหวานบ้าน ปูเลย, สะเรียมดง, ม้ากระทืบโรง/ใบ, ห้าส้วย/ดอก, ดอกแคขาว และผักปุ้งส้ม

กลุ่มที่ 3 เป็นพืชที่มีสมบัติสารต้านอนุมูลอิสระสูง (มากกว่า 5.5 มิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง) จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ดอกขจร, ยอดมะระขี้นก, ม้ากระทืบโรง/เม็ด และผักพวย

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดกับความสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดจากพืช พิจารณาความสัมพันธ์ในรูปของค่าประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เพื่อหาแนวโน้มของความสัมพันธ์โดยรวม

จากผลการทดลอง เมื่อสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ (EC_{50}) ในสารสกัดจากพืชทั้งหมด 42 ชนิด (รูปที่ 3) สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(r) เท่ากับ -0.268 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ดังนั้นเมื่อปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลเพิ่มมากขึ้นแนวโน้มของความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมีแนวโน้มเป็นเชิงผกผัน แต่อย่างไรก็ตามความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระอาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ได้

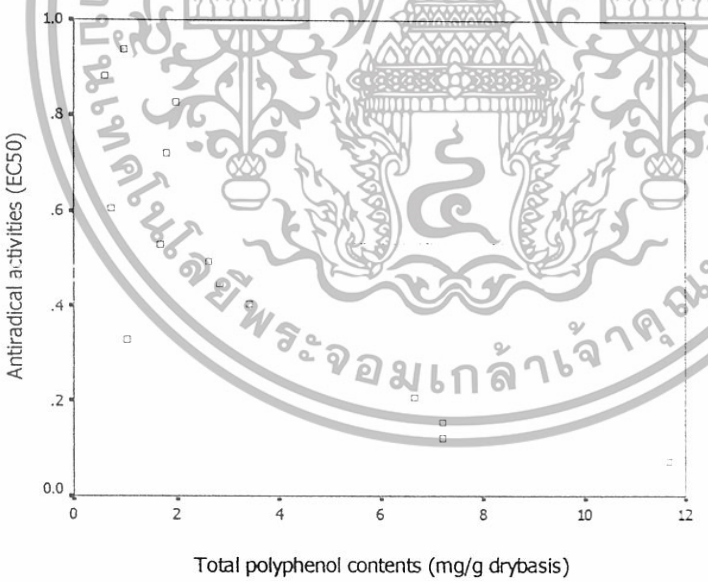


รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดจากพืชทั้งหมด 42 ชนิด (r = -0.268)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
96807

แต่จากการพิจารณาข้อมูลเบื้องต้น พบว่าข้อมูลของพืชบางชนิดน่าจะมีแนวโน้มความสัมพันธ์ (r) กันอย่างชัดเจน ดังนั้นจึงแบ่งกลุ่มข้อมูลออกเป็น 4 กลุ่ม เพื่อให้เห็นกราฟความสัมพันธ์ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ได้แก่

<u>กลุ่มที่ 1</u> เป็นพืชที่มีสมบัติการต้านอนุมูลอิสระสูงหรือมีค่า EC_{50} ต่ำ คือมีค่าน้อยกว่า 1 มิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง จำนวน 14 ชนิด ได้แก่ ส้มสังกา, ส้มป่อย, เผอนวย, สายบัว, ดอกกระเจียว, ใบมะกอกผักบ้า, ปี้งเหมีน, ไม้อั้น, ส้มกุ่ย, ไม้ก้าว, ส้มจี้/เม็ด, ส้มจี้/ใบ และผักติ้ว พบว่า สามารถหาค่าประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ได้เท่ากับ -0.811 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่4) แสดงให้เห็นว่ามีความสัมพันธ์เชิงผกผันอย่างชัดเจนระหว่างสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH Scavenging assay และปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด ดังนั้นพืชที่แสดงสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงจะมีแนวโน้มที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงเช่นเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่แสดงผลในค่า EC_{50} ยิ่งมีค่าต่ำหรือเข้าใกล้ศูนย์ก็จะแสดงสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น เช่น ไม้อั้นเป็นพืชที่มีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดหรือมีค่า EC_{50} ต่ำสุด (0.074 มิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง) และมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลสูงสุด (11.6 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง)



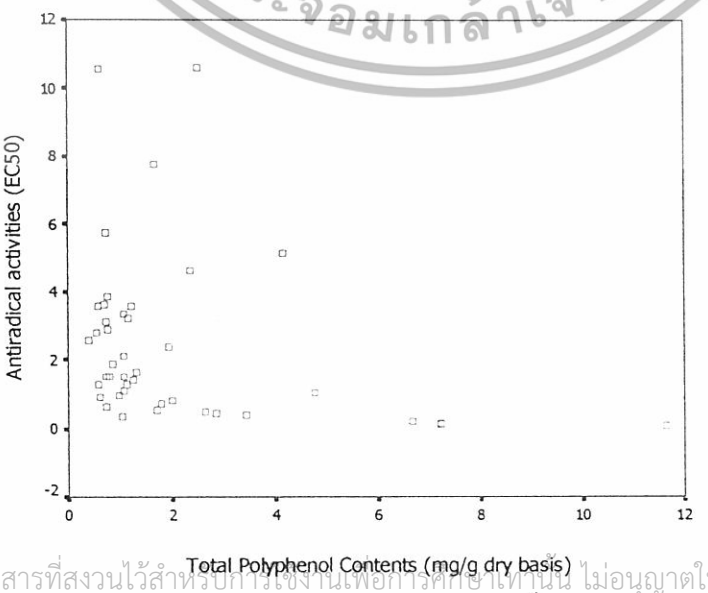
รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงและปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (r = -0.811)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>กลุ่มที่ 2</u> เป็นพืชที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูง (มากกว่า 5.5 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) ได้แก่ ไม้อั้น, เผอนวย, ผักติ้ว และเม็ดส้มจี๊ พบว่า ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลกับสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระมีความสัมพันธ์กันสูงและเป็นไปในเชิงผกผัน คือ สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ได้เท่ากับ -0.838 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นพืชที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลสูงจะมีแนวโน้มที่แสดงสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงเช่นกัน อาทิ เช่น เผอนวย เป็นพืชที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลสูง (7.21 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) และมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงหรือมีค่า EC_{50} ต่ำ (0.123 มิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง)

ดังนั้นจากผลการวิเคราะห์ในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 แสดงให้เห็นว่าปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ มีความสัมพันธ์ในทางบวก หรือมีความสัมพันธ์ในเชิงผกผันเมื่อวิเคราะห์สมบัติในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH Scavenging assay (EC_{50})

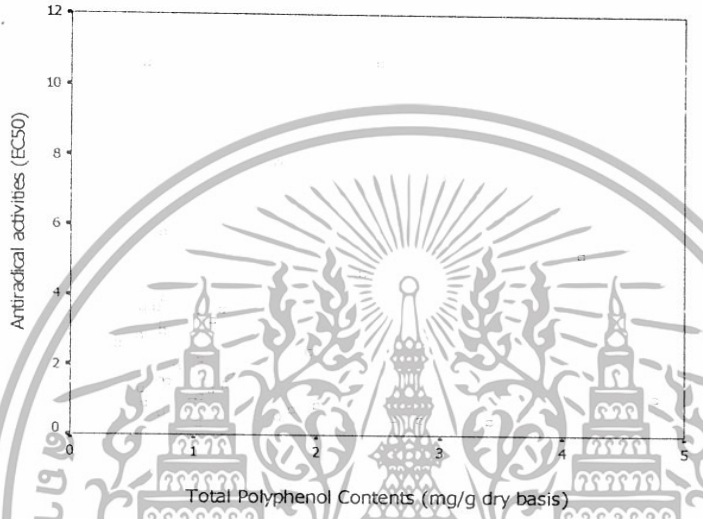
<u>กลุ่มที่ 3</u> เป็นพืชที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดปานกลางและต่ำ มีค่าระหว่าง 1-5.5 มิลลิรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง จำนวน 38 ชนิด ได้แก่ ส้มสังกา, ดอกขจร, ดอกโสน, สายบัว, ชะอม ใบมะกอก เป็นต้น จากผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทั้งสอง สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ได้เท่ากับ -0.017 แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 5) เนื่องจากกลุ่มของข้อมูลมีการกระจายตัวมาก ดังนั้นปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดไม่มีความสัมพันธ์กับสมบัติการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH Scavenging assay ถ้าวิเคราะห์แล้วพบว่าพืชมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูง ก็ไม่สามารถคาดคะเนแนวโน้มของสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระได้ ดังนั้นสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ได้



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดระดับปานกลางและต่ำและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ (r = -0.017)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>กลุ่มที่ 4</u> เป็นพืชที่มีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระในระดับปานกลางและต่ำ มีค่า EC_{50} ระหว่าง 1 – 5.5 มิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง จำนวน 30 ชนิด ได้แก่ ขมแดง, ผักแปง, ดอกโสน, ปิ้งหอม และปูเลย เป็นต้น จากผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทั้งสอง ให้ผลเช่นเดียวกับในกลุ่มที่ 3 เนื่องจากพบการกระจายตัวของกลุ่มข้อมูลมาก ทำให้หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ได้เท่ากับ 0.124 และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 6)



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติการต้านอนุมูลอิสระระดับปานกลางและต่ำ และปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดใน (r = 0.124)

จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ(EC_{50}) ในกลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ดังนั้นเมื่อปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดเพิ่มขึ้นแนวโน้มของสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ(EC_{50}) อาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ได้ ดังนั้น พืชที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดต่ำกว่าพืชอีกชนิดหนึ่งแต่มีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าพืชชนิดนั้นก็ได้ (ตารางที่ 3)

จากตารางที่ 3 พบว่า ส้มกุ่ย (1.80 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลน้อยกว่าผักปุ้งส้ม (4.75 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) แต่มีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าประมาณ 2 เท่า หรือพืชที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลใกล้เคียงกันแต่มีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน เช่น ผักพวย (2.51 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) กับสายบัว (2.84 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลใกล้เคียงกันแต่มีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระต่างกันประมาณ 20 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงว่ามีปัจจัยอื่นนอกจากสารประกอบโพลีฟีนอลที่มีบทบาทในการต้านอนุมูลอิสระ เช่น องค์ประกอบของสารสำคัญในพืชแต่ละชนิด ได้แก่ วิตามินอี วิตามินซี แคโรทีน แทนนิน และแซนโทฟิวด์ (อัญชนา และคณะ, 2544) หรือโครงสร้างของสารเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลถึงความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่แรงมากหรือน้อย (Zhen and Wang, 2001) เนื่องจากองค์ประกอบของสารโพลีฟีนอลที่แตกต่างกันในพืชพื้นบ้านแต่ละชนิดส่งผลให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระอาจแตกต่างกันได้ ดังนั้น แม้ว่าสารประกอบโพลีฟีนอลมีความสัมพันธ์ทางบวกกับสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระแต่ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลเพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำนายสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระอย่างแม่นยำได้

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ

ชนิดของพืชพื้นบ้าน	ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (mg/g dry basis)	ค่า EC_{50} (mg dry basis)
ผักบุ้งส้ม	4.75	1.06
ส้มกุ่ย	1.80	0.72
สายบัว	2.84	0.45
ผักพวย	2.51	10.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ห้องสมุดคณะเทคนิคการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดจากพืชพื้นบ้านทั้ง 42 ชนิด มีค่าอยู่ระหว่าง 0.384-11.65 mg/g dry basis โดยไม้อั้นมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลสูงสุด (11.65 mg/g dry basis) ในขณะที่ ผักหวานบ้านมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลต่ำสุด (0.384 mg/g dry basis)

- ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสามารถแบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ

กลุ่มที่ 1 เป็นพืชที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดต่ำ (< 1 mg/g dry basis) จำนวน 16 ชนิด

กลุ่มที่ 2 เป็นพืชที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดปานกลาง (1-5.5 mg/g dry basis) จำนวน 22 ชนิด

กลุ่มที่ 3 เป็นพืชที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูง (> 5.5 mg/g dry basis) จำนวน 4 ชนิด

คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดจากพืชพื้นบ้านทั้ง 42 ชนิด มีค่าอยู่ระหว่าง (EC_{50} = 0.074-10.6 mg dry basis) โดย ไม้อั้น มีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด (0.074 mg dry basis) ในขณะที่ผักพวยมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระต่ำสุด (10.6 mg dry basis)

- สมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 เป็นพืชที่มีสมบัติการต้านอนุมูลอิสระสูง (ค่า EC_{50} < 1 mg dry basis) จำนวน 14 ชนิด

กลุ่มที่ 2 เป็นพืชที่มีสมบัติการต้านอนุมูลอิสระปานกลาง (ค่า EC_{50} = 1-5.5 mg dry basis) จำนวน 23 ชนิด

กลุ่มที่ 3 เป็นพืชที่มีสมบัติการต้านอนุมูลอิสระต่ำ (ค่า EC_{50} > 5.5 mg dry basis) จำนวน 4 ชนิด

ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดกับสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืชทั้ง 42 ชนิด ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ - 0.268 และจากการแบ่งกลุ่มข้อมูลของพืชพื้นบ้านบางชนิดออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1 เป็นพืชที่มีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูง สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ได้เท่ากับ -0.811 และมีความสัมพันธ์ทางสถิติ

กลุ่มที่ 2 เป็นพืชที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูง สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ได้เท่ากับ -0.838 และมีความสัมพันธ์ทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มที่ 3 เป็นพืชที่มีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระในระดับปานกลางและต่ำ สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ได้เท่ากับ -0.017 ซึ่งไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ

กลุ่มที่ 4 เป็นพืชที่มีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในระดับปานกลางและต่ำ สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ได้เท่ากับ 0.124 ซึ่งไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ

ดังนั้นการศึกษาสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของสารประกอบโพลีฟีนอลในพืชพื้นบ้านทำให้ทราบชนิดของพืชที่มีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากการทดลองนี้เป็นการทดลองขั้นพื้นฐาน ดังนั้นจึงควรมีการทดลองศึกษาสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นโดยวิธีวิเคราะห์อื่นๆ เช่น β-carotene bleaching method และ trolox equivalent antioxidant capacity เป็นต้น เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นประเภทอื่นๆ

2. พืชบางชนิดที่มีศักยภาพสูงในการต้านอนุมูลอิสระ จึงควรมีการนำไปวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาการอื่นๆ อาทิเช่น ไขมัน,คาร์โบไฮเดรต,โปรตีน,วิตามิน,แร่ธาตุ และเยื่อใย โดยวิธี Proximate analysis เพื่อสามารถนำไปพัฒนาเป็นพืชเศรษฐกิจต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

"กลไกการต้านอนุมูลอิสระ" 2548. [ออนไลน์].
เข้าถึงได้จาก : http:// www.pharm.swu.ac.th : 25/7/2548

เกศศิณี ตระกูลทิวากร และคณะ. 2544. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผักพื้นบ้านในอาหารเหนือและอีสาน. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ . หน้า 12-13

เกศศิณี ตระกูลทิวากร และจันทร์เพ็ญ ศักดิ์สิทธิพิทักษ์. 2543 . ศักยภาพในการต้านสารอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผักพื้นบ้านไทย. อาหาร 30(3) : หน้า 164-176

มาโนส วามานนท์ และเพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ. 2538. ผักพื้นบ้าน : ความหมายและภูมิปัญญาสามัญชนไทย. สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน สำนักงานปลัดกระทรวง. กรุงเทพฯ . หน้า 13-230

รุ่งทิวา วงศ์ไพศาลฤทธิ์. 2545. สารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันจากอาหารและวิธีการตรวจสอบ. สัมมนาปริญญาโท. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. หน้า 4-12

อัญชนา เจนวิถีสุข. 2544. การตรวจหาและบ่งชี้ชนิดสารต้านอนุมูลอิสระจากผักพื้นบ้านและสมุนไพรไทย. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 1-14

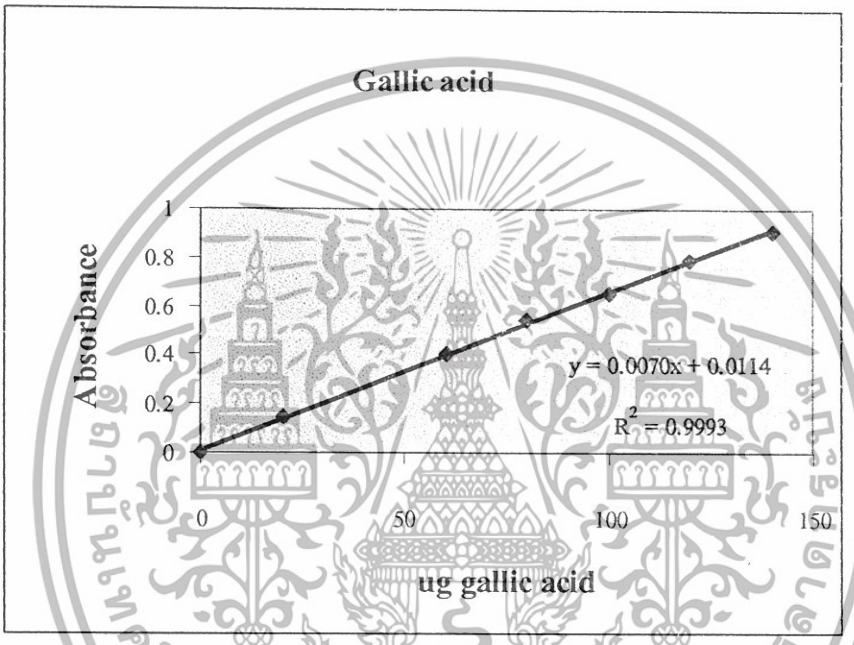
Brand-Wiliams W., Cuelier M. and Berest M. E. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensm.-Wiss. u. Technol. 28 : 25-30

Yilddirin A., Mavi A. and Kala A.A. 2001. Determination of Antioxidant and Antimicrobial of *Rumex Cripus* L. Extract. J. Agric. Food Chem. 49 : 4083-4089

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ปริมาณของสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด



สามารถคำนวนหาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดได้จากสมการ ดังนี้

จากสมการกราฟสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก $y = 0.0070x$; $R^2 = 0.9993$

ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด(µg/g wet basis) = $\frac{\text{Total diluton factor x A}}{\text{m x น้ำหนักพืชตัวอย่าง}}$

หมายเหตุ m หมายถึง ค่าความชันของกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก (m = 0.0070)

A หมายถึง ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดพืช

จากนั้นนำมาคำนวนปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างพืชแห้ง ดังสมการ

ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด = $\frac{\text{µg/g wet basis}}{1 - (\%\text{M.C.}/100)}$

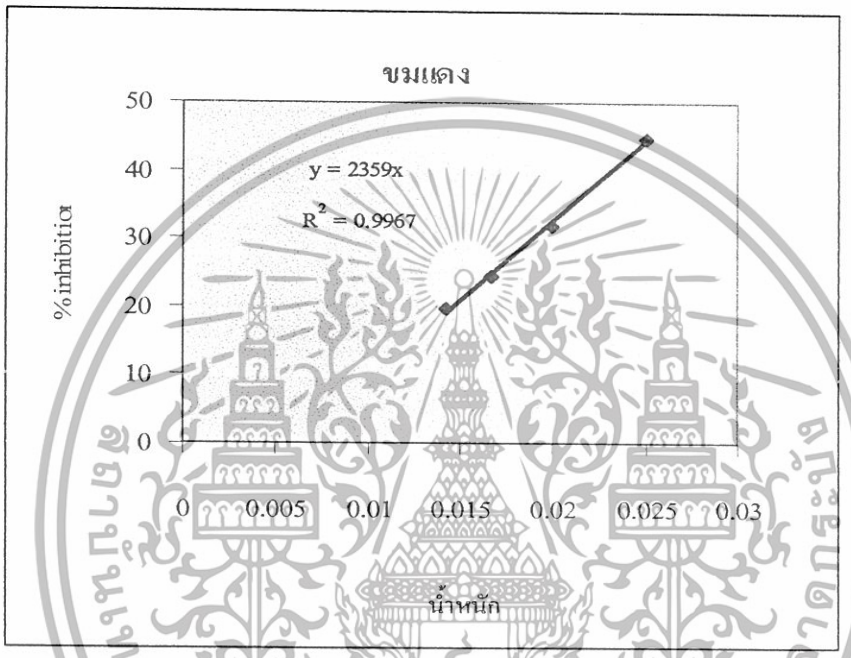
หมายเหตุ %M.C หมายถึง เปอร์เซนต์ความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์สมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ

ตัวอย่างกราฟค่า EC_{50} ของผักขมแดง



วิธีการหาค่า EC_{50} ของผักขมแดง

จากสมการเส้นตรงของใบผักขมแดง $y = 2359x$

$50 = 2359x$

$= 0.021195$ g (wet basis)

คำนวณเป็นความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระต่อน้ำหนักแห้ง

$$= \text{g (wet basis)} \times \frac{(100 - \%\text{M.C.})}{100}$$

$= 0.003556$ g (dry basis)

$= 3.556$ mg (dry basis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 สมการและค่า R-Square ของตัวอย่างพืชพื้นบ้าน 42 ชนิด

ชื่อ	ชื่อวิทยาศาสตร์	สมการ	ค่า R-Square
ขมแดง	*Amaranthus viridis* Linn.	y = 2353x	0.9967
ส้มสังกา	*Oxalis corniculata* Linn.	y = 5722.6x	0.9864
ผักแปง	*Ficus tinctoria* Forst ssp. Parasitica Willd.	y = 8201.7x	0.9895
ส้มป่อย		y = 16190x	0.9791
คอกขจร	*Telosma minor* Craib	y = 564.93x	0.8608
คอกโสน	*Sesbania javanica* Miq.	y = 5578.7x	0.9381
ไม้ก้าก	*Tristaniopsis burmanica* (Griff.) Wilson + Waterh var. rufescens (Hance) Parn. + Lughadha	y = 15536x	0.9987
มะเดื่อหว้า	*Ficus auriculata* Lour.	y = 2659.1x	0.8446
เผอนวย		y = 121846x	0.9694
สายบัว	*Nymphaea nouchali* Burm. f.	y = 2766.6x	0.9239
ดอกกระเจียว	*Curouma aeruginosa* Roxb.	y = 9048.4x	0.9903
ชะอม	Acacia pennata (L.) Willd.ssp. Insuavis (Lace) Nielson	y = 1968x	0.9995
ผักกระเฉด	Neptunia oferacea Lour.	y = 4464.1x	0.9978
ใบมะกอก	*Spondias pinnata* (L.f.) Kurz	y = 27635x	0.9922
อ้านอก		y = 6823.9x	1.277
ดอกแคขาว	Sesbanir grandifiora (L.) pens.	y = 3529.1x	1.932
		y = 1478x	3.873
ผักบุ้งส้ม		y = 20290x	0.8797
		y = 3119.2x	0.9699
ปี้งหอม	Clerodendrum chinense (osbeck) Mabb.	y = 5974x	0.7916
ผักพวย	Ludwigia adscendens (L.) H.Hara	y = 362.14x	0.9328
ผักแปมบ้าน		y = 11631x	0.9983
ยอดมะระขี้นก	Momordica Charantia Linn.	y = 1438.1x	0.9991
ผักเฮือด	*Ficus virens* Aiton	y = 6866.3x	0.9778
บัวบก	Cantella asiatica (Linn.) Urban	y = 1873x	0.9532
ผักบ้า		y = 4317x	0.9962
ปี้งเหม็น	*Clerodendrum fragrans* (Vent.) Wild.	y = 13551x	0.9929

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1(ต่อ) สมการและค่า R-Square ของตัวอย่างพืชพื้นบ้าน 42 ชนิด

ชื่อ	ชื่อวิทยาศาสตร์	สมการ	ค่า R-Square
ผักหนาม	Lasia spinosa (L.) Thwaites	y = 1875.7x	0.9995
		y = 1816x	0.9588
ไม้อั้น	*Glochidion velutinum* Wight	y = 394157x	0.9994
		y = 194067x	0.9689
ส้มกุ่ย	*Embelia sessiliflora* Kurz	y = 26131x	0.9057
		y = 17536x	0.9999
มะเดื่อปล้อง	*Ficus hispida* L.f.	y = 3152.7x	0.9975
		y = 2362.2x	0.9885
พลูหิน		y = 3564..5x	0.9927
		y = 5072.1x	0.9992
ดอกสลิด	*Telosma minor* Craib	y = 1421.4x	0.9635
		y = 1322.6x	0.9977
ผักหวานบ้าน	*Sauropus androgynus* (L.)	y = 3500.5x	0.9773
		y = 4210.9x	0.9988
ปูเลย	*Zingiber montanum* (Voenig) Link ex Dietr.	y = 974.98x	0.9897
		y = 1316.6x	0.9950
ไม้ก้าว	*Tristaniopsis burmanica* (Griff.) Wilson + Waterh var. rufescens (Hance) Parn. + Lughadha	y = 25849x	0.9974
		y = 12751x	0.9960
สะเรียมดง	*Melicope pteleifolia* (Champ.ex. Benth.) Hartley	y = 5002.6x	0.9579
		y = 4492.1x	0.9888
ม้ากระทืบโรง/เม็ด	*Ficus Foveolata* Wall.	y = 2844x	0.9849
ม้ากระทืบโรง/ใบ	*Ficus Foveolata* Wall.	y = 14420x	0.9895
		y = 6629.3x	0.9828

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1(ต่อ) สมการและค่า R-Square ของตัวอย่างพืชพื้นบ้าน 42 ชนิด

ชื่อ	ชื่อวิทยาศาสตร์	สมการ	ค่า R-Square
ส้มจี้/เม็ด	*Embelia ribes* Burm. F.	y = 78800x	0.9528
ส้มจี้/ใบ	*Embelia ribes* Burm. F.	y = 46441x	0.9677
		y = 24327x	0.9967
ห้าส้วย/ดอก	*Clerodendrum serratum*	y = 6373.1x	0.9965
		y = 3751x	0.9921
ห้าส้วย/ใบ	*Clerodendrum serratum* Moon var.	y = 3289x	0.9969
	wallichii C.B. Clarke	y = 3649.7x	0.9991
ผักติ้ว	*Cratoxylum formosum* (Jack) Dyer ssp. *pruniflorum* (Kurz.) Gogelin	y = 106677x	0.9791

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาววรรณทิณี สมร่าง เกิดเมื่อวันที่ 14 ตุลาคม พ.ศ. 2527 บ้านเลขที่ 1/43 ถ.ศรีนครินทร์ ต.บางเมือง อ.เมือง จ.สมุทรปราการ 10270 ปีพ.ศ. 2545 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสตรีสมุทรปราการ ปีพ.ศ. 2549 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาวหยาดพิรุณ ลูกจันทร์ เกิดเมื่อวันที่ 23 มิถุนายน พ.ศ. 2525 บ้านเลขที่ 14 หมู่ 3 ต. ทรายขาว อ.คลองท่อม จ.กระบี่ 81170 ปีพ.ศ. 2544 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนวิเชียรมาตุ จ.ตรัง ปีพ.ศ. 2549 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาวภารดี ขันทอง เกิดเมื่อวันที่ 23 กันยายน พ.ศ. 2525 บ้านเลขที่ 100/34 หมู่ 10 ถ.ศรีนครินทร์ ต.บางเมือง อ.เมือง จ.สมุทรปราการ 10270 ปีพ.ศ. 2544 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสตรีสมุทรปราการ ปีพ.ศ. 2549 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้