



ปัญหาพิเศษ

สารลดรอยดำจากผิวในเปลือกกล้วยน้ำว้า

**HYPERPIGMENTATION REDUCING AGENT
FROM NAMWA BANANA PEEL**

นางสาวอภิรดี อ้นยงค์

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2560



ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์ชีวภาพ)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

วิทยาศาสตร์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง สารลดรอยดำจากผิวในเปลือกกล้วยน้ำว้า

Hyperpigmentation Reducing Agent from Namwa Banana Peel

นามผู้วิจัย นางสาวอภิรดี อ้นยงค์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(อาจารย์พุทธพร ส่องศรี, D.Eng)

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

()

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์

วันที่ เดือน พ.ศ.

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

สารลดรอยดำจากผิวในเปลือกกล้วยน้ำว้า

Hyperpigmentation Reducing Agent from Namwa Banana Peel

โดย

นางสาวอภิรดี อ้นยงค์

เสนอ

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ชีวภาพ)

พ.ศ. 2560

อภิรดี อ้นขงค์ 2560: สารลดรอยดำจากผิวในเปลือกกล้วยน้ำว้า ปรินญาวิทยาศาสตร์
บัณฑิต (วิทยาศาสตร์ชีวภาพ) สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ภาควิชาวิทยาศาสตร์
ประธานกรรมการที่ปรึกษา: อาจารย์พุทธพร ส่องศรี, D.Eng. 51 หน้า

ในการศึกษาสารลดรอยดำจากผิวในเปลือกกล้วยน้ำว้า โดยทดลองสกัดสารจากเปลือกกล้วยด้วยอะซิโตนและนำมาวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากเปลือกกล้วยความเข้มข้น 1:10 และ 1:5 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 0.724 ± 0.04 และ 1.581 ± 0.06 mg GAE/g เปลือกกล้วย ตามลำดับ ส่วนฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้เลือกใช้วิธี DPPH ในการทดลอง พบว่าสารสกัดจากเปลือกกล้วยความเข้มข้น 1:10, 1:100 และ 1:1,000 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 45.00 ± 0.25 , 42.98 ± 1.52 และ 15.49 ± 1.67 % ตามลำดับ จากการคำนวณพบว่าสารสกัดจากเปลือกกล้วยเจือจาง 1: 100 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเทียบเท่ากับ BHT $38.65 \mu\text{g/ml}$ ส่วนผลการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสพบว่าสารสกัดจากเปลือกกล้วยความเข้มข้น 1:10 สามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไทโรซิเนสได้ 47.96 % เมื่อเปรียบเทียบกับสารละลายวิตามินซีความเข้มข้น $50 \mu\text{g/ml}$ ที่มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสได้ 42.85 % จะเห็นว่าการที่เปลือกกล้วยมีสารประกอบฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบจึงส่งผลให้มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระไปด้วย และการที่สารสกัดจากเปลือกกล้วยมีฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไทโรซิเนสซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดรอยดำนั้นก็แสดงว่าสารสกัดจากเปลือกกล้วยมีศักยภาพในการลดรอยดำจากผิวได้

คำสำคัญ: จุดดำงดำ, ตัวยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส, เปลือกกล้วย

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่อประธานกรรมการ

Apiradee Unyong 2560: Hyperpigmentation Reducing Agent from Namwa Banana Peel. Bachelor of Science (Biological Science), Major Field: Biological Science, Department of Science. Special Problems Advisor: Mr. Puttaporn Songsri, D.Eng. 51 pages

The aim of this study is to determine the effectiveness of Namwa banana (*Musa* ABB cv. Kluai 'Namwa') peel in reducing hyperpigmentation. Namwa banana peels were extracted with acetone and tests were performed to determine the total phenolic content, antioxidant activity and tyrosinase inhibitory potential. The analyzed banana peel extracts at 1:10 and 1:5 dilution showed total phenolic contents 0.724 ± 0.04 and 1.581 ± 0.06 mg GAE/g banana peel respectively. The antioxidant activity was assessed using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) assay. The result showed percent of free radical scavenging activity of banana peel extract at 1:10, 1:100 and 1:1,000 dilution of 45.00 ± 0.25 , 42.98 ± 1.52 and $15.49 \pm 1.67\%$ respectively. The banana peel extract at 1:100 dilution has scavenging activity equivalent to BHT $38.65 \mu\text{g/ml}$. And finally, the banana peel extract at 1:10 dilution showed percent of tyrosinase inhibitory activity of 47.96% and standard $50 \mu\text{g/ml}$ ascorbic acid showed 42.85%. Namwa banana peel could provide a potential source of hyperpigmentation reducing agent.

Keywords: hyperpigmentation, tyrosinase inhibitor, banana peel

Student's signature

Advisor's signature

/ /

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์พุทธพร ส่องศรี ประธานกรรมการที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ ตลอดจนการตรวจแก้ไขรายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ชัยวัฒน์ วามวรรัตน์ และ อาจารย์พริมา พิริยางกูร ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำเพิ่มเติม ขอขอบคุณ จนทำให้รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และขอขอบพระคุณชาวบ้าน และเพื่อนๆ ที่ได้ให้ข้อมูลและความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ซึ่งสามารถนำมาใช้ประกอบการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ และคอยให้กำลังใจมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ นางสาววิรดา ธนพงศ์ธรรม เจ้าหน้าที่ประจำสาขาวิชาชีวเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ที่ให้ความรู้และความช่วยเหลือตลอดจนให้ความสะดวกในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้กำลังใจและการสนับสนุนเป็นอย่างดี จนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

อภิรดี อ้นยงค์

พฤษภาคม 2560

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	20
อุปกรณ์	20
วิธีการ	24
สถานที่และระยะเวลาในการทดลอง	26
ผลและวิจารณ์	27
ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม	27
ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ	27
ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส	27
สรุปผลการทดลอง	29
ข้อเสนอแนะ	29
เอกสารและส่วนอ้างอิง	30
ภาคผนวก	34

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยน้ำว้าในส่วนที่กินได้ 100 กรัม	4

ตารางผนวกที่		หน้า
1ก	ตารางการเตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก	36
2ก	ตารางการเตรียมสารละลายมาตรฐาน BHT	38
1ค	ตารางแสดงผลค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐาน กรดแกลลิกและสารสกัดจากเปลือกกล้วย	44
2ค	ตารางแสดงผลค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐาน BHT และสารสกัดจากเปลือกกล้วย	45
3ค	ตารางแสดงผลค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานวิตามินซี และสารสกัดจากเปลือกกล้วย	46

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ภาพกล้วยน้ำว้า	3
2	ภาพโครงสร้างทางเคมีของสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์	8
3	ภาพโครงสร้างของฟีนอลิก	9
4	ภาพประเภทของสารประกอบฟีนอลิก	10
5	ภาพโครงสร้างสารประกอบกลุ่มฟลาโวนอยด์	11
6	ภาพตัวอย่างโครงสร้างสารประกอบแทนนิน	13
7	ภาพตัวอย่างปฏิกิริยาที่มีเอนไซม์ไทโรซิเนสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา	14
8	ภาพกลไกปฏิกิริยาระบวนการสร้างเม็ดสี (Melanogenesis)	15
9	ภาพลักษณะโครงสร้างโมโนเมอร์ของเม็ดสี (Melanin)	16
10	ภาพกลไกการสร้างเม็ดสี	17
11	ภาพโครงสร้างทางเคมีของวิตามินซี	18
12	ภาพสูตรโครงสร้างทางเคมีของกรดโคจิก	19

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
1ก	ภาพกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก	36
2ก	ภาพการเจือจางสารสกัดจากเปลือกกล้วย	37
3ก	ภาพการทดลองการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวม	37
4ก	ภาพการเจือจางสารสกัดจากเปลือกกล้วย	38
5ก	ภาพการทดลองการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ	39
6ก	ภาพการทดลองการวิเคราะห์ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส	40
1ง	ภาพการทดลองสกัดสารจากเปลือกกล้วย	44
2ง	ผลการทดสอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ	45
3ง	ภาพการเตรียมสารละลายในการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส	46

สารลดรอยดำจากผิวในเปลือกกล้วยน้ำว้า

Hyperpigmentation Reducing Agent from Namwa Banana Peel

คำนำ

กล้วยน้ำว้าเป็นผลไม้พื้นเมืองที่พบได้ในทุกภาคของประเทศไทย เป็นผลไม้ที่นิยมปลูกไว้ในทุกครัวเรือนเพื่อการรับประทานผลสุก และแปรรูปผลดิบ รวมถึงการนำส่วนต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะใบตองที่นำมาใช้สำหรับห่ออาหารหรือประกอบอาหาร ปลีกกล้วย และหยวกกล้วยสำหรับนำมาปรุงอาหาร แต่มีอีกส่วนหนึ่งที่กำลังเป็นปัญหาอยู่ ก็คือเปลือกกล้วย

เปลือกกล้วยจัดว่าเป็นของเสียเหลือทิ้งที่กำลังเป็นปัญหาอยู่ในขณะนี้ สาเหตุหลักมาจากอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แปรรูปกล้วยต่างๆ ที่ทำให้ปริมาณของเปลือกกล้วยเพิ่มมากขึ้น จนกลายเป็นปัญหาที่ยากต่อการกำจัด แม้จะมีชาวเกษตรกรอยู่หลายกลุ่มที่พยายามนำเศษเปลือกกล้วยมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เช่น ทำปุ๋ยหมักชีวภาพ อาหารสัตว์ เป็นต้น เพื่อที่จะช่วยลดปริมาณเปลือกกล้วย แต่ก็สามารถช่วยลดปริมาณเปลือกกล้วยได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ในขณะเดียวกันก็มีงานวิจัยที่รายงานถึงคุณประโยชน์ของเปลือกกล้วย ว่าเปลือกกล้วยนั้นมีประโยชน์นานัปการ รายงานว่าเปลือกกล้วยประกอบไปด้วย โปรตีน คาร์โบไฮเดรต สารต้านอนุมูลอิสระ และแร่ธาตุต่าง ๆ ที่สำคัญ รวมไปถึงคุณประโยชน์สำคัญที่เป็นที่น่าสนใจอีกประการคือ พบว่าการนำเปลือกกล้วยมาปิดลงบริเวณที่เป็นรอยดำจากผิว จะช่วยทำให้รอยดำนั้นแลดูจางลงได้ ซึ่งเป็นภูมิปัญญาที่หญิงไทยหลาย ๆ คนรู้จัก ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาสารที่เป็นประโยชน์จากเปลือกกล้วยที่ช่วยลดรอยดำจากผิว เพราะปัจจุบันวัยรุ่นไทยจำนวนมากประสบปัญหาเรื่องรอยดำจากผิวและต้องเสียค่าใช้จ่ายไปกับการรักษาเป็นจำนวนมาก หากการรักษารอยดำจากผิวด้วยเปลือกกล้วยได้ผล ก็จะช่วยให้วัยรุ่นไทยหันมาใช้วิธีการรักษาแบบธรรมชาติมากยิ่งขึ้น

จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ ที่ต้องการนำเปลือกกล้วยมาศึกษาสารประกอบสำคัญ ที่ช่วยลดรอยดำจากผิว และเพื่อเป็นประโยชน์ในการต่อยอดต่อไป อาจนำมาสู่การผลิตสารมูลค่าเพิ่มจาก

เปลือกกล้วยในอนาคตเพื่อช่วยลดเลือนรอยดำจากสิว ซึ่งก่อให้เกิดรายได้ในแง่ของเศรษฐกิจและ
ปลอดภัยต่อผู้บริโภค อีกทั้งยังช่วยลดปัญหาการกำจัดเปลือกกล้วยอีกด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสารประกอบสำคัญที่มีคุณประโยชน์จากเปลือกกล้วยน้ำว้า
2. เพื่อศึกษาหลักการออกฤทธิ์ทางชีวเคมีที่ได้จากเปลือกกล้วยน้ำว้า คือ สารลดรอยดำจากสิว
3. เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์จากเศษเปลือกกล้วยน้ำว้า ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

การตรวจเอกสาร

1. กล้วยน้ำว้า



ภาพที่ 1 ภาพกล้วยน้ำว้า

จากงานวิจัย สุรนันทา (2556) กล่าวว่า กล้วยน้ำว้า (Kluai Namwa) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Musa* ABB cv. Kluai Namwa มีชื่อสามัญว่า Banana และชื่อวงศ์ Musaceae ซึ่งเป็นการผสมกันระหว่างกล้วยป่ากับกล้วยตานี เป็นไม้ล้มลุกขนาดใหญ่ มีความสูง ตั้งแต่ 2 – 9 เมตร มีลำต้นอยู่ใต้ดินเรียกว่าเหง้า ส่วนที่โผล่ขึ้นมาเหนือดินแท้จริงไม่ใช่ลำต้นเป็นเพียงส่วนของก้านใบ มีลักษณะที่เรียกว่ากาบห่อหุ้มเรียงสลับอัดกันแน่นคล้ายกับลำต้น ส่วนใบเป็นใบเดี่ยว แผ่นใบใหญ่ มีสีเขียว เรียกว่าใบตอง กล้วยน้ำว้ามีการบริโภคกันอย่างแพร่หลาย เพาะปลูกง่ายรสชาติดี สำหรับสายพันธุ์ของกล้วยน้ำว้าแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ตามสีของเนื้อกล้วย คือ น้ำว้าแดง น้ำว้าขาว และน้ำว้าเหลือง

โดยมีการรายงานถึงสารอาหารและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของกล้วยน้ำว้าไว้ โดยแบ่งตามส่วนต่าง ๆ คือ หัวปลีมีธาตุเหล็กสูง หัวปลี และราก มี ไตรเทอพีน (triterpene) หรือ สเตียรอยด์ (steroid) ผลกล้วยทุกชนิดประกอบด้วยน้ำ แป้ง โปรตีน ไขมัน เส้นใยเกลือแร่ต่าง ๆ (โดยเฉพาะแคลเซียม เหล็ก และธาตุ โปรแตสเซียมในกล้วยหอมมีมาก) วิตามิน และเอนไซม์ต่าง ๆ นอกจากนี้ยังมีเซโรโทนิน (serotonin) นอร์อะดรีนาลีน (noradrenaline) และโดพามีน (dopamine) ผลดิบมีแป้ง กรดแทนนิน กรดแกลลิก และเพคตินมาก (สุรนันทา, 2556)

สำหรับคุณค่าทางอาหารของกล้วยน้ำว้า กล้วยน้ำว้าจัดเป็นพืชที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน ทั้งลำต้น ใบ ดอก ผล โดยผลของกล้วยน้ำว้าขณะที่ยังดิบอยู่เนื้อกล้วยจะแข็งมีรสฝาด เมื่อมีสีเข้วยังไม่มีกลิ่นหอมของกล้วย เปลือกของผลดิบแข็ง มีสีเขียวเข้มปกคลุม แต่เมื่อตัดจากลำต้นแล้วประมาณ 10 วัน เปลือกจะมีสีเหลืองตลอดลูก ตกกระเป็นจุดๆ มีกลิ่นหอมชวนรับประทาน มีรส

หวาน เปลือกปอกได้ง่าย ผลกล้วยสุกนำมาทำอาหารได้หลายอย่าง เช่น กล้วยเชื่อม กล้วยตาก กล้วยบวชชี กล้วยแขก กล้วยปิ้ง ใ้รับประทานเป็นยาระบายอ่อนๆ เป็นอาหารเสริมสำหรับทารก โดยเฉพาะผลกล้วยน้ำว้าที่สุกแล้วมีสารอาหารที่มีประโยชน์แก่ร่างกายหลายชนิด ซึ่งกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ได้วิเคราะห์คุณค่าอาหารของกล้วยน้ำว้าสุกไว้ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยน้ำว้าในส่วนที่กินได้ 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ	หน่วย
ให้พลังงาน	148	กิโลแคลอรี
โปรตีน	1.1	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	35.4	กรัม
ไขมัน	0.2	กรัม
วิตามิน เอ	9	หน่วยสากล
วิตามิน บี 1	0.03	มิลลิกรัม
วิตามิน บี 2	0.04	มิลลิกรัม
ไนอาซิน	1.4	มิลลิกรัม
วิตามิน ซี	11.0	มิลลิกรัม
แคลเซียม	0.7	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	43.0	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.8	มิลลิกรัม
น้ำ	7.6	กรัม
กากใย	2.3	กรัม
เบต้าแคโรทีน	54	ไมโครกรัม
ไทอะมิน	0.04	มิลลิกรัม
ไรโบฟลาวิน	0.02	มิลลิกรัม

ที่มา: สุนันทา (2556)

ในปัจจุบันเปลือกกล้วยสุกได้กลายเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีปริมาณมาก จากการศึกษาของ Sena and Nunes (2006) และ Rebello *et al.* (2013) พบว่า ในกระบวนการผลิตจะมีของเสียเหลือทิ้ง อันได้แก่ เปลือกกล้วย ชานอ้อย เมล็ด ของเสียเหล่านี้ได้ส่งออกสู่สิ่งแวดล้อมจนกลายเป็นปัญหาในการกำจัด บางส่วนก็ถูกนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ แต่ก็ในปริมาณน้อยเท่านั้น

ปีนอนงค์ และ ปัญญวัฒน์ (2558) กล่าวว่าเปลือกกล้วยประกอบไปด้วยสารประกอบที่มีคุณประโยชน์ เพราะในเปลือกกล้วยมีพอลิแซ็กคาไรด์เป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนซึ่งในโมเลกุลประกอบด้วย โมโนแซ็กคาไรด์ที่เป็นชนิดเดียวกัน (homopolysaccharide) หรือต่างชนิดกัน (heteropolysaccharide) เรียงต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซด์ (glycosidic bond) เป็นสายยาวตั้งแต่ 10 โมเลกุลขึ้นไปถึงจำนวนหลายร้อยโมเลกุล เช่น แป้ง เซลลูโลส เพกทิน และกัม เป็นต้น และมีคุณสมบัติเป็นสารให้ความชุ่มชื้น

Rebello *et al.* (2014) ได้รายงานถึงสาระสำคัญในเปลือกกล้วยน้ำว้าว่า ในเปลือกกล้วยนั้นมีเส้นใยอาหารสูง ประกอบไปด้วยโปรตีน กรดอะมิโนจำเป็น (essential amino acid) กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (polyunsaturated fatty acids) และอุดมไปด้วยธาตุโพแทสเซียม กล่าวอีกว่าเปลือกกล้วยยังประกอบไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) รวมไปถึงสารประกอบประเภทโพลีฟีนอล (polyphenols) แคทีโคลามีน (catecholamine) และแคโรทีนอยด์ (carotenoids) อีกด้วย

จากคุณประโยชน์ของเปลือกกล้วยที่ได้กล่าวมา ยังมีรายงานวิจัยอีกฉบับที่ระบุว่าเปลือกกล้วยมีประโยชน์รอบด้าน เช่น การนำเปลือกกล้วยสุกมาใช้เป็นยาพอกบริเวณที่เป็นแผลได้ เพราะในเปลือกกล้วยมีเอนไซม์ที่ช่วยสมานแผลให้หายเร็วและลดอาการปวดจากแผลได้เป็นอย่างดี (Pereira and Maraschin, 2015)

นอกจากนี้ยังมีการนำเปลือกกล้วยมาใช้ในทางเวชสำอาง เพราะเมล็ดและเปลือกผลไม่มีรายงานการพบฤทธิ์ต่าง ๆ ทางเครื่องสำอาง เช่น กล้วยน้ำว้า (*Musa sapientum* L.) มีรายงานว่าพบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสารออกฤทธิ์ในส่วนเปลือกจะมีมากกว่าในส่วนของเนื้อผล (ธีระพงษ์ และ ภาณุพงษ์, 2558)

Pereira and Maraschin (2015) ได้ทำการศึกษาสารโดปามีน (dopamine) ในกล้วยน้ำว้า พบว่าในกากกล้วยน้ำว้าและเปลือกกล้วยน้ำว้ามีสารโดปามีนอยู่เป็นจำนวนมาก โดยมีปริมาณ เท่ากับ 80 ถึง 560 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และ 2.5–10 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ จึงถือว่า กล้วยเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระขนาดใหญ่ และนอกจากนี้ยังมีการตั้งข้อสังเกตอีกว่าโดปามีนที่พบในกล้วยนี้สามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชันได้ดีกว่ากลูต้าไธโอน

ดังนั้นงานวิจัยต่าง ๆ เหล่านี้จึงแสดงให้เห็นว่าเปลือกกล้วยที่เป็นของเสียเหลือทิ้งนั้นกลับ เป็นแหล่งสารประกอบสำคัญที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยเฉพาะเป็นสารต้านอนุมูลอิสระขนาดใหญ่ จึงมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหารและยา อีกทั้งยังมีต้นทุนต่ำเพราะเป็นของเสียเหลือทิ้งและยัง ง่ายต่อการนำมาใช้ประโยชน์อีกด้วย (Rebello *et al.* 2014)

2. สารต้านอนุมูลอิสระ

จากงานวิจัยของ เจนจิรา และ ประสงค์ (2554) ได้กล่าวว่าสารต้านอนุมูลอิสระ คือสาร ปริมาณน้อยที่สามารถป้องกันหรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของอนุมูลอิสระได้ สารเหล่านี้ มีกลไกในการต้านอนุมูลอิสระหลายแบบ เช่น ดักจับ (scavenge) อนุมูลอิสระโดยตรง ยับยั้งการ สร้างอนุมูลอิสระหรือเข้าจับ (chelate) กับโลหะ เพื่อป้องกันการสร้างอนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูล อิสระเป็นสารประกอบที่ทนต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในเซลล์ โดยทั่วไปสารต้านอนุมูลอิสระ สามารถพบได้ในธรรมชาติจากสารหลาย ชนิด เช่น สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) สารประกอบไนโตรเจน (nitrogen compounds) และแคโรทีนอยด์ (carotenoid)

บทบาทสำคัญของสารต้านอนุมูลอิสระคือ ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในร่างกาย ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคต่าง ๆ ของมนุษย์ ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันที่เป็น สาเหตุหลักของการเสื่อมคุณภาพในอาหาร ปัจจุบันองค์กรที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมอาหารและยา ได้พยายามพัฒนาสารต้านอนุมูลอิสระที่มาจากธรรมชาติ เช่น สาหร่ายทะเล แบคทีเรีย เชื้อรา และ พืชชั้นสูง อย่างไรก็ตาม ในภาวะปกติร่างกายของคนเราจะมีการป้องกันการสะสมสารอนุมูลอิสระ อยู่แล้ว ซึ่งแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนแรกเกิดจากร่างกายสร้างเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระขึ้นมา ควบคุมปริมาณอนุมูลอิสระให้อยู่ในภาวะที่สมดุล และส่วนที่สองคือ กลุ่มของสารต้านอนุมูลอิสระ ที่มาจากวิตามินเอ ซี อี หรือ เบต้าแคโรทีน (β -carotenoid) รวมทั้งสารประกอบประเภทโพลีฟีนอล

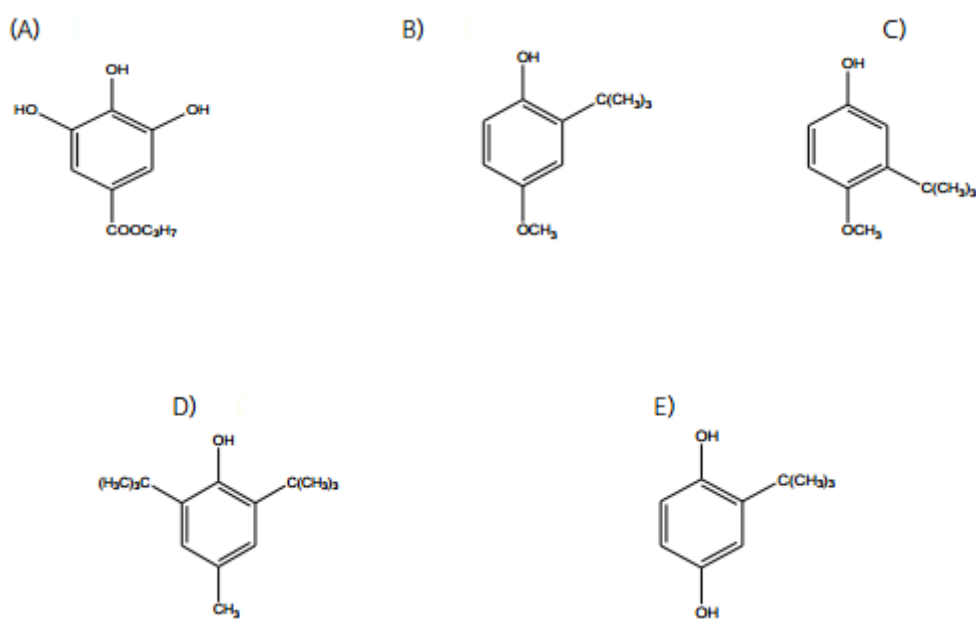
ซึ่งเป็นพฤษเคมีที่สามารถพบได้ในพืชผักและผลไม้ เพื่อเข้าไปช่วยเสริมสร้างระบบการต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในร่างกายให้มีประสิทธิภาพในการทำลายอนุมูลอิสระได้ดียิ่งขึ้น

ตัวอย่างสารต้านอนุมูลอิสระที่พบในร่างกาย เช่น เอนไซม์คะตะเลส (catalase), กลูตาไธโอนเพอรอกซิเดส (glutathione peroxidase) และซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเทส (superoxide dismutase) หรือสารประกอบหรือโปรตีนบางอย่าง เช่น อัลบูมิน (albumin), บิลิรูบิน (bilirubin), เซอรูโลพลาสมิน (ceruloplasmin), กลูตาไธโอน (glutathione), ทรานสเฟอริน (transferrin), ยูบิควินอล (ubiquinol) และยูเรต (urate) เป็นต้น สารเหล่านี้มีหน้าที่คอยควบคุมอนุมูลอิสระต่าง ๆ ให้อยู่ในระดับพอเหมาะ แต่ถ้าเมื่อใดที่มีอนุมูลอิสระเกิดขึ้นในปริมาณมากเกินไปกว่าที่ระบบป้องกันจะยับยั้งได้หมดจะทำให้เกิดสภาวะที่เรียกว่า “oxidative stress” ขึ้น ภายใต้อาการดังกล่าวอนุมูลอิสระจะทำอันตรายต่ออวัยวะและเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกาย ซึ่งถ้าสะสมมาก ๆ อาจนำไปสู่ความผิดปกติหรือพยาธิสภาพหลายอย่าง

แหล่งที่มาของสารต้านอนุมูลอิสระ ปัจจุบันสารต้านอนุมูลอิสระโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ได้มาจากพืชผัก เครื่องเทศ องุ่น และสมุนไพรมีได้รับความสนใจ และศึกษากันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากกระแสเรื่องความปลอดภัยของสารสกัดจากธรรมชาติ สารต้านอนุมูลอิสระแบ่งตามแหล่งที่มาได้ 2 ชนิดได้แก่

2.1 สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (synthetic antioxidants)

สารประกอบฟีนอลิก สังเคราะห์ 5 ชนิดได้แก่ propyl gallate, 2- butylated hydroxyanisole, 3- butylate hydroxyanisole, 2,6-di-tert-butyl-4-methylphenol หรือที่รู้จักในชื่อ BHT (butylated hydroxytoluene) และ 2-(1,1-Dimethylethyl)-1,4-benzenediol หรือ tertiary butylhydroquinone ซึ่งมีสูตรโครงสร้างดังภาพประกอบ ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันอันเป็นสาเหตุให้อาหารมีกลิ่น สี และรสชาติที่เปลี่ยนไป สารสังเคราะห์เหล่านี้มีประสิทธิภาพและความคงตัวสูงกว่าสารสกัดจากธรรมชาติ แต่มีข้อจำกัดของการใช้เนื่องจากปัญหาด้านความปลอดภัยในการบริโภค



ภาพที่ 2 ภาพโครงสร้างทางเคมีของสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (A) propyl gallate, (B) 3-butylated hydroxyanisole, (C) 2-butylated hydroxyanisole, (D) butylated hydroxytoluene, (E)

ที่มา: เจนจิรา และประสงค์ (2554)

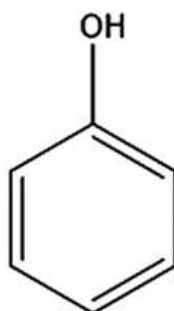
2.2 สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ (natural antioxidants)

สารกลุ่มนี้ได้รับความสนใจและมีการค้นคว้าอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากมีความเชื่อว่ามีความปลอดภัยในการบริโภคมากกว่าสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ สารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้พบได้ทั้งในจุลินทรีย์ สัตว์ และพืชซึ่งมีทั้งที่เป็นวิตามิน เช่น วิตามินซี วิตามินอี เบต้า-แคโรทีน และสารที่ไม่ให้คุณค่าทางโภชนาการ (nonnutrient) ซึ่งมีโครงสร้างเป็นสารประกอบฟีนอลิก โดยเฉพาะกลุ่มโพลีฟีนอล (polyphenols) เช่น แชนโธน (xanthone) และฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ซึ่งประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิลที่เกาะบนวงเบนซีน (aromatic hydroxyl) ตั้งแต่ 2 หมู่ขึ้นไป หมู่ฟังก์ชัน (functional group) เหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการดักจับอนุมูลอิสระไม่ให้ไปกระตุ้นหรือก่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้โดยการให้อนุมูล $H^{\cdot}$ แก่อนุมูลอิสระเหล่านั้น

4. สารประกอบฟีนอลิก

ปริยานุช (2551) กล่าวว่า สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) จัดเป็นสารต้านอนุมูลที่ได้รับจากภายนอก และพบได้มากในธรรมชาติได้แก่ พืชผัก ผลไม้ชาเขียว ชาดำ ช็อกโกแลต และไวน์แดง เป็นต้น ในปัจจุบันพบสารประกอบฟีนอลิกมากกว่า 8,000 ชนิดในธรรมชาติ ตั้งแต่โมเลกุลอย่างง่าย เช่น กรดฟีนอลิก ฟีนิลโพรพานอยด์ และฟลาโวนอยด์ ไปจนถึงโครงสร้างโพลิเมอร์ที่ซับซ้อน เช่น ลิกนิน เมลานิน และแทนนิน เป็นต้น

สำหรับโครงสร้างของสารประกอบฟีนอลิก ฤดีมาศ (2555) ได้ระบุว่า สารประกอบฟีนอลิกคือกลุ่มของสารที่ประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิลหนึ่งหมู่ หรือมากกว่าต่ออยู่กับวงแหวนอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (เบนซีน) โดยโครงสร้างพื้นฐานของสารฟีนอลิกแสดงดังภาพ



ภาพที่ 3 ภาพโครงสร้างของฟีนอลิก

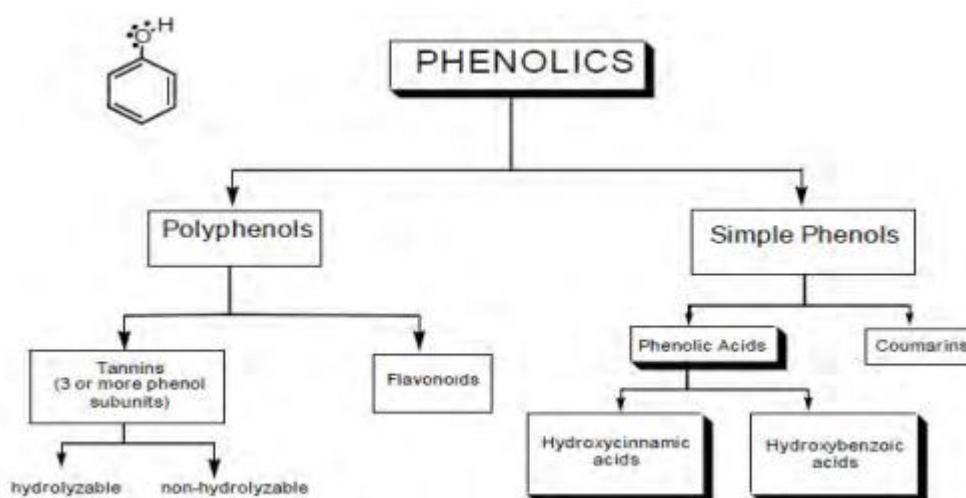
ที่มา: ฤดีมาศ (2555)

โครงสร้างพื้นฐานของสารประกอบฟีนอลิกจะเกิดจากการรวมตัวของโมเลกุลน้ำตาลตั้งแต่ 1 โมเลกุลขึ้นไปมารวมกับหมู่ไฮดรอกซิล (OH-group) โดยน้ำตาลดังกล่าวอาจเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosaccharides) น้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide) หรือโอลิโกแซคคาไรด์ (oligosaccharides) ก็ได้ แต่น้ำตาลชนิดที่พบมากที่สุด ในโมเลกุลของสารประกอบฟีนอลิกคือ กลูโคส (glucose) นอกจากนี้ยังพบว่าการรวมตัวกันระหว่างสารประกอบฟีนอลิกด้วยกันเองหรือสารประกอบฟีนอลิกกับสารประกอบอื่นๆ เช่น กรดคาร์บอกซิลิก (carboxylic acid) กรดอินทรีย์ (organic acid) อะมีน (amine) และไขมันอีกด้วย

นอกจากนี้ ฤติมาศ (2555) ยังได้กล่าวอีกว่า แม้ว่าฟีนอลิกจะมีความคล้ายกับแอลกอฮอล์ซึ่งมีโครงสร้างเป็นอะลิฟาติก มีหมู่ไฮดรอกซิลต่ออยู่กับสายของคาร์บอน แต่ฟีนอลิกมีหมู่ไฮดรอกซิลต่ออยู่กับวงแหวนอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนและออกซิเจนจับอยู่กับวงแหวนอะโรมาติกอย่างแน่นหนา อีกทั้งออกซิเจนเกาะอยู่กับไฮโดรเจนด้วยพันธะอย่างหลวมๆ ไฮโดรเจนที่หมู่ไฮดรอกซิลจึงสามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้ง่าย ทำให้ฟีนอลิกมีความเป็นกรดอ่อน

ฟีนอลิกถูกสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในกระบวนการเติบโตและขยายพันธุ์ของพืชแต่ละชนิด จากกระบวนการเมแทบอลิซึมของพืชในระหว่างการพัฒนาเติบโตในช่วงการสร้างสารทุติยภูมิ (secondary metabolite) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ที่ได้จากวิถีชิคิเมด (shikimate)-ฟีนิลโพรพานอยด์ (phenylpropanoids) ในพืช

ประเภทของสารประกอบฟีนอลิกสามารถแบ่งได้ดังนี้



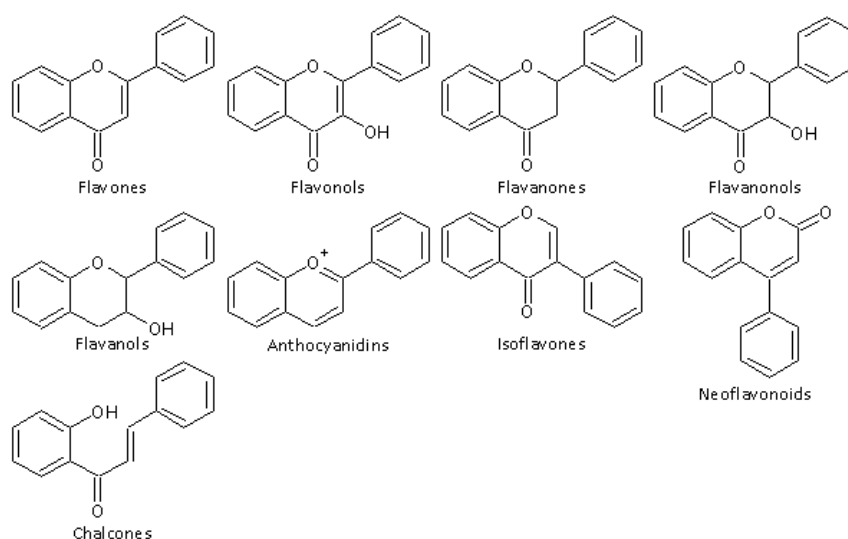
ภาพที่ 4 ภาพประเภทของสารประกอบฟีนอลิก

ที่มา: ฤติมาศ (2555)

ปริญญ (2551) กล่าวว่าแม้ว่าปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกในธรรมชาติจะมีปริมาณที่ต่างกักัน แต่พบว่าปริมาณโดยเฉลี่ยที่คนได้รับต่อวันจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 20 มิลลิกรัมถึง 1 กรัมซึ่งเป็นปริมาณที่สูงกว่าปริมาณวิตามินอีที่ได้รับต่อวัน

สารโพลีฟีนอลิกเป็นสารที่มีบทบาทสำคัญเนื่องจากมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย ต้านไวรัส ต้านการอักเสบ ต้านการแพ้ และมีคุณสมบัติในการสลายลิ่มเลือด รวมเป็นสารต้านการก่อมะเร็ง และสามารถลดความดันโลหิตในการสลายลิ่มเลือดเหล่านี้เป็นต้น ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวนี้มีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูล ยกตัวอย่างสารประกอบฟีนอลิกที่เป็นสารกลุ่มสำคัญได้แก่ ฟลาโวนอยด์ และแทนนิน (ปริญญ, 2551)

สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) แบ่งเป็นกลุ่มย่อยได้หลายกลุ่มตามความแตกต่างของสูตรโครงสร้างโดยเฉพาะที่วงที่มีอะตอมออกซิเจนอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น อีเทอร์ คีโตน รวมทั้งการมีหมู่ไฮดรอกซีแทนที่บนวงอะโรมาติกในโมเลกุล ตัวอย่างของสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ได้แก่ ฟลาเวน (flavanes), ฟลาวาโนน (flavanols), ฟลาวานอล (flavanols), ฟลาโวนอล (flavonols), ฟลาโวน (flavones) และแอนโทไซยานิดิน (anthocyanidins) เป็นต้น (ปริญญ, 2551)



ภาพที่ 5 ภาพโครงสร้างสารประกอบกลุ่มฟลาโวนอยด์

ที่มา: <http://www.tuscany-diet.net/2014/01/22/flavonoids-definition-structure-classification/>

วันที่สืบค้น 23 พฤษภาคม 2560

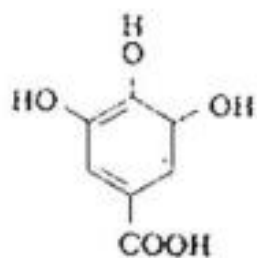
นันทชนก และคณะ (2556) กล่าวว่า แทนนิน (tannins) เป็นกลุ่มของสารประกอบเชิงซ้อนที่ได้จากธรรมชาติ พบอยู่ในเปลือกของไม้ยืนต้นและยังพบได้ในส่วนอื่นๆ ของพืชด้วย พบมากในใบชา โกโก้ และผลไม้ดิบบางชนิดที่มีรสฝาด ได้แก่ พลับ ละมุด กัลยง อุ่น เป็นต้น

แทนนินเป็นสารทำให้เกิดรสฝาด (astringency) และมีสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาล นอกจากนั้นยังทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ด้วย แทนนินสามารถจำแนกออกตามคุณสมบัติได้ดังนี้

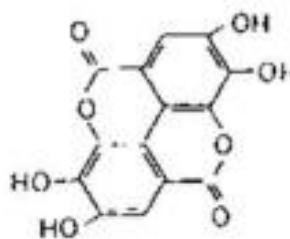
1. แทนนินที่ไฮโดรไลซ์ได้ (hydrolysable tannin) หมายถึง กลุ่มของสารประกอบแทนนินที่เป็นอนุพันธ์ ของสารประกอบฟีนอล (phenolic compound) เช่น กรดแกลลิก (gallic acid) และกรดเอลลาจิก (ellagic acid)

2. แทนนินที่ไฮโดรไลซ์ไม่ได้ (non-hydrolysable tannin) คือ leucoanthocyanin เป็นรงควัตถุที่ไม่มีสี มีสูตรโครงสร้างคล้ายแอนโทไซยานิน เมื่อทำปฏิกิริยากับกรดร้อนจะได้เป็นแอนโทไซยานิดิน leucoanthocyanin เป็นสารที่ทำให้ผลไม้ดิบมีรสฝาด โครงสร้างพื้นฐานของ leucoanthocyanin คือ flavan-3,4-diol สารนี้สามารถรวมตัวกันเป็นไดเมอร์ด้วยพันธะ 4-8 หรือ 4-6 หรืออาจรวมตัวกันเป็นไครเมอร์ หรือพอลิเมอร์ด้วย

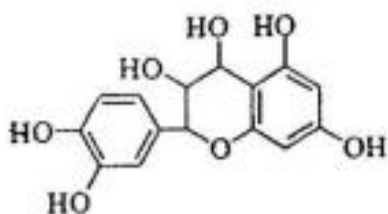
3. condensed tannin คือสารประกอบแทนนินที่เป็นอนุพันธ์ของ catechin เช่น เป็นไดเมอร์เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ 4-8 หรือ 2-8 C-C dimer หรือ 3,3-ether-linked dimer



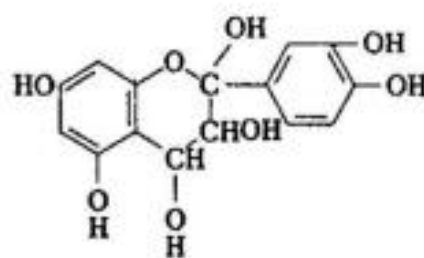
Gallic acid



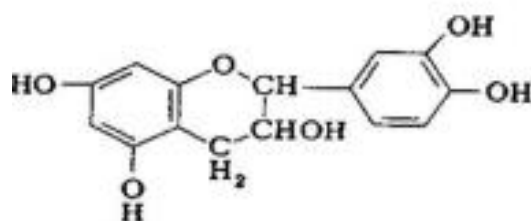
Ellagic acid



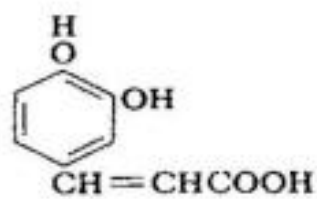
Flavan-3,4-diol



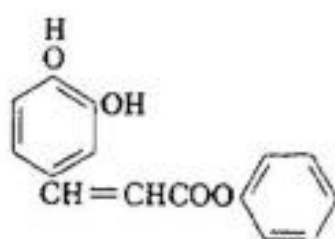
Leucoanthocyanin



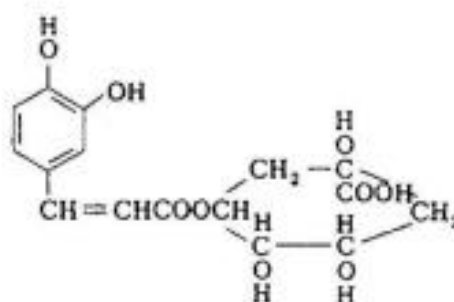
Catechin



Caffeic acid



Phenyl caffeate



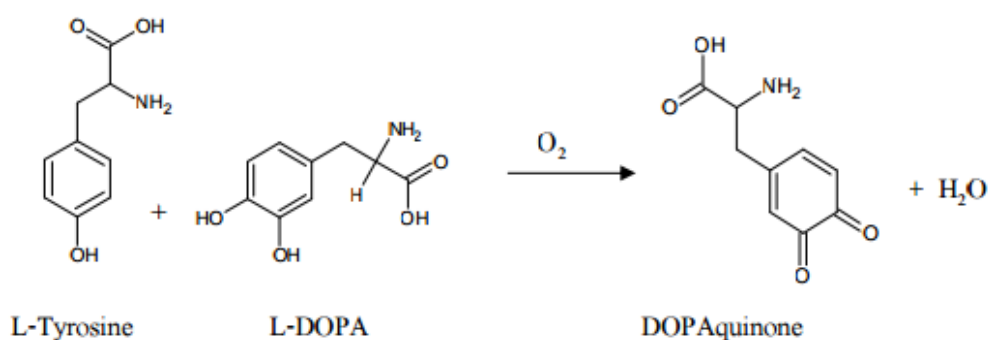
Chlorogenic acid

ภาพที่ 6 ภาพตัวอย่างโครงสร้างสารประกอบแทนนิน

ที่มา: นันทชนกและคณะ (2556)

4. เอนไซม์ไทโรซิเนส (tyrosinase)

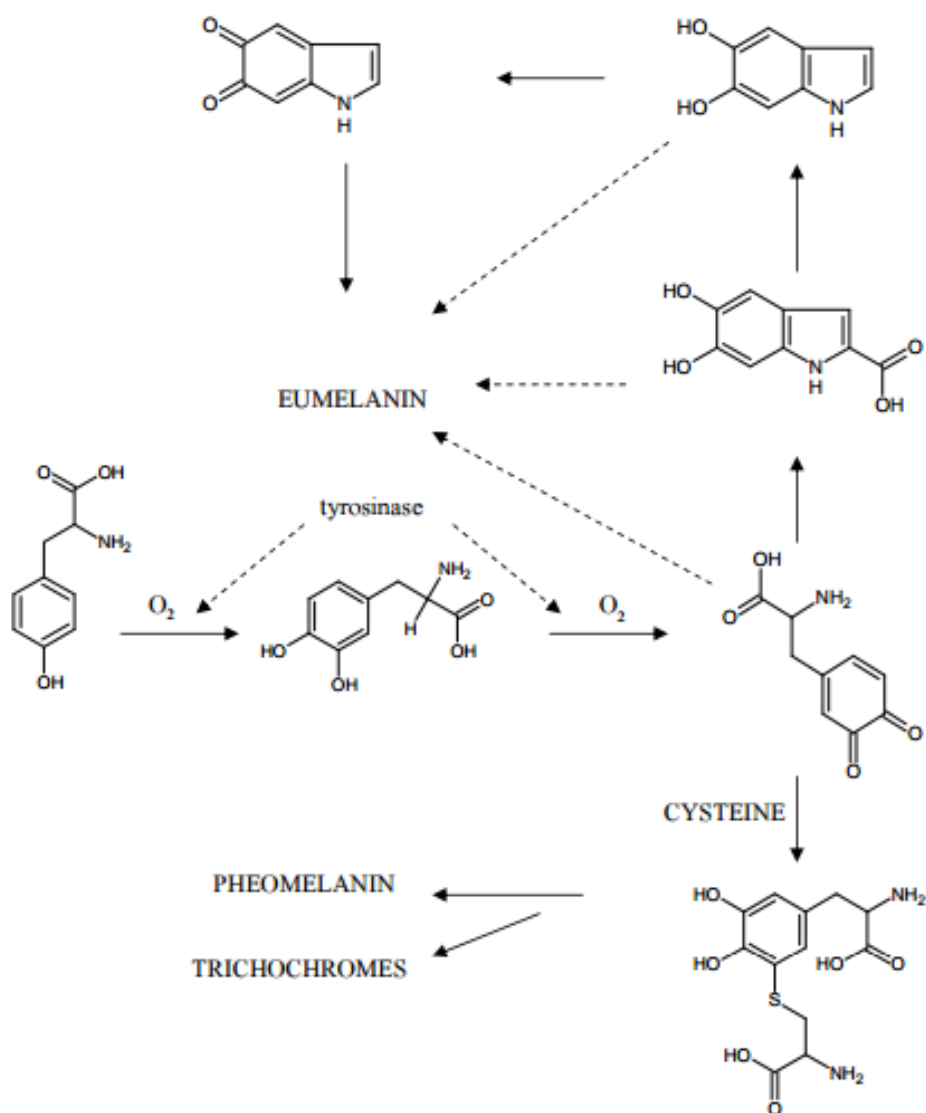
เอนไซม์ไทโรซิเนส (tyrosinase) หรือ cresolase, monophenol oxidase, phenolase, monophenol monooxygenase เป็นเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) ของสารประกอบฟีนอล (phenolic compound) โดยทั่วไปเอนไซม์ไทโรซิเนสจะพบในเนื้อเยื่อสัตว์และพืช ถูกสังเคราะห์ขึ้นใน rough endoplasmic reticulum ภายในโครงสร้างของเอนไซม์ มีทองแดง (Cu) ซึ่งมีหน้าที่ทำงานร่วมกับออกซิเจนเพื่อเร่งให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น



ภาพที่ 7 ภาพตัวอย่างปฏิกิริยาที่มีเอนไซม์ไทโรซิเนสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

ที่มา: สาวิตรี (2550)

เอนไซม์ไทโรซิเนสเป็นเอนไซม์ชนิดหนึ่งในกระบวนการสร้างเม็ดสี (melanogenesis) ซึ่งกระบวนการนี้ทำให้ผิวหนังมีสีหมองคล้ำลง โดยเอนไซม์ชนิดนี้จะเร่งปฏิกิริยาในขั้นเริ่มต้นของกระบวนการคือเร่งปฏิกิริยาของ L-tyrosine และ 3, 4-dihydroxy-L-phenylalanine (L-DOPA) ให้เป็น DOPAquinone นอกจากนี้ในกระบวนการสร้างเม็ดสียังมีเอนไซม์ชนิดอื่นๆ ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาในกระบวนการนี้ด้วยแสดงดังภาพ



ภาพที่ 8 ภาพกลไกปฏิกิริยากระบวนการสร้างเม็ดสี (melanogenesis)

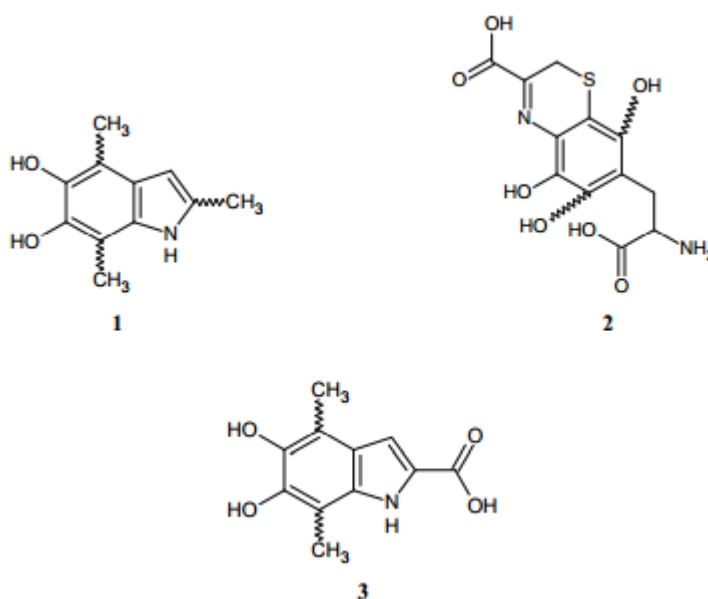
ที่มา: สวัสดิ์ (2550)

กระบวนการสร้างเม็ดสี (melanogenesis)

กระบวนการสร้างเม็ดสี (melanogenesis) เริ่มต้นจากเซลล์เมลานोไซต์ (melanocytes) บริเวณชั้นล่างผิวหนังกำพร้าถูกกระตุ้นโดยแสงแดดจะมีผลให้มีการสร้างเม็ดสีที่มีชื่อว่า เมลานิน (melanin) จากนั้นเมลานินจะถูกนำมาสู่ชั้นผิวหนังกำพร้าด้วยเซลล์คีราติโนไซต์ (keratinocytes) เมลานินจะทำหน้าที่กรองรังสีไว้เพื่อปกป้องเซลล์และป้องกันการกลายพันธุ์ของ DNA เม็ดสีจากกระบวนการสร้างเม็ดสีมี 3 ชนิดได้แก่

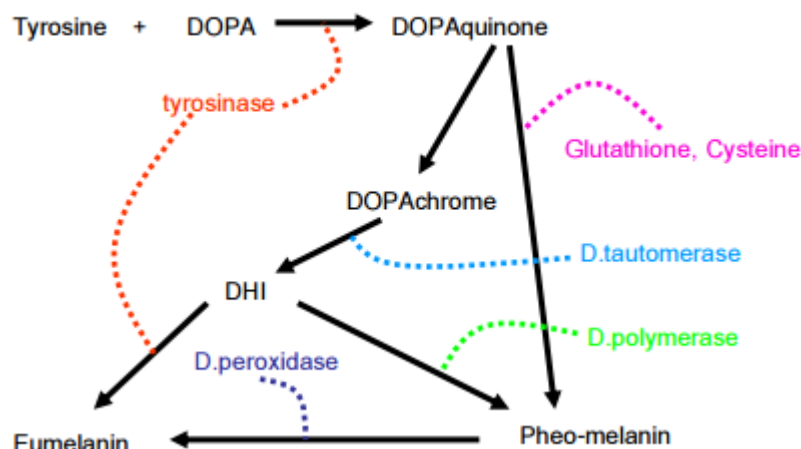
1. เม็ดสีดำ (eumelanin) พบมากในคนเอเชียและคนที่ผิวคล้ำ
2. เม็ดสีแดงหรือสีเหลือง (pheomelanin) พบในคนที่ผิวขาว
3. เม็ดสีน้ำตาล (mixed melanin, brown melanin) พบในคนที่ผิวคล้ำปานกลางจนถึงผิวขาว

ขาว



ภาพที่ 9 ภาพลักษณะโครงสร้างโมโนเมอร์ของเม็ดสี (melanin) เม็ดสีดำ (eumelanin) (1), เม็ดสีแดง หรือสีเหลือง (pheomelanin) (2) และเม็ดสีแบบผสม (mixed-melanin) (3)

ที่มา: สาวิตรี (2550)



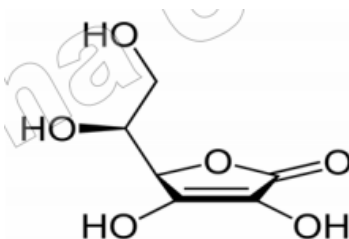
ภาพที่ 10 ภาพกลไกการสร้างเม็ดสี
ที่มา: สาวิตรี (2550)

5. วิตามินซี (Ascorbic acid)

ฉัตรชัย (2553) ให้ความหมายวิตามินซีว่าเป็นวิตามินที่ละลายได้ในน้ำและร่างกายไม่สามารถที่จะสร้างวิตามินซีได้ จึงจำเป็นต้องได้จากการรับประทานเข้าไป วิตามินซีสามารถพบได้ในผักและผลไม้บางชนิด ผักและผลไม้ที่มีวิตามินซีสูงได้แก่ ส้ม แอปเปิ้ล มะละกอ องุ่น แคนตาลูป สตรอเบอร์รี่ มะม่วง ลูกเกวี่ มะเขือเทศ บรอกโคลี ถั่วงอก กระหล่ำปลี กระหล่ำดอก วิตามินซีในอาหารมี 2 รูปแบบซึ่งร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ทั้ง 2 ชนิด คือ ascorbic acid และ dehydroascorbic acid

ascorbic acid มีลักษณะโมเลกุลคล้ายกับน้ำตาล กลูโคส มีผลึกสีขาว มีรสเปรี้ยว วิตามินซีเมื่อถูกออกซิไดซ์จะกลายเป็น dehydroascorbic acid ซึ่งเป็นโมเลกุลที่มีความไวในการทำปฏิกิริยาทางเคมีในร่างกาย วิตามินซีร่วมในปฏิกิริยา oxidation reduction และปฏิกิริยาในการขนส่งอนุมูลไฮโดรเจน ด้วยเหตุนี้วิตามินซีจึงเป็นโมเลกุลที่มีความไวในการทำปฏิกิริยา reduction agent หรือสารต้านอนุมูลอิสระที่มีความสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปฏิกิริยาการเผาผลาญไขมันและสามารถป้องกันไม่ให้เกิด oxidation ของ tetrahydrofolate ซึ่งเป็นโฟเลตโคเอนไซม์ทำให้มีการดูดซึมเหล็กในรูปแบบที่เป็น non-heme ในลำไส้ให้มากขึ้น วิตามินซีสลายตัวได้เร็วที่สุดในจำพวกวิตามินด้วยกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งไวต่อออกซิเจนมาก (มีความไวต่อปฏิกิริยา oxidation)

นอกจากนี้ยังสามารถสลายตัวได้ง่ายในบรรยากาศที่มีความร้อน แสง ความชื้น โลหะหนัก (เช่น เมื่อตั้งทิ้งไว้ในบรรยากาศ ที่มีทองแดง) และในสิ่งแวดล้อมที่มีสภาพเป็นด่าง คุณสมบัติและปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้เป็นตัวทำให้วิตามินซีในพืชผักและผลไม้สลายตัวได้ง่าย โดยเฉพาะพืชผักและผลไม้ที่เด็ดจากต้นมาเป็นเวลานานๆ หรือนำมาผ่านกระบวนการหุงต้ม ปัจจุบันมีผู้พยายามสังเคราะห์วิตามินซีเป็นอาหารเสริมเพื่อชดเชยการสูญเสียวิตามินตามธรรมชาติดังกล่าว



ภาพที่ 11 ภาพโครงสร้างทางเคมีของวิตามินซี

ที่มา: ปริยานุช (2551)

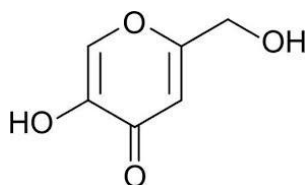
6. กรดโคจิก (Kojic acid)

ศุภัญญา และ นวลพรรณ (2541) กล่าวว่า กรดโคจิก (kojic acid : 5 - hydroxy - 2 - hydroxymethyl - 1,4 - pyrone) เป็นกรดอินทรีย์ที่ได้จากจุลินทรีย์และ เป็นสารประกอบพวกลไพโรน (pyrone) ที่ขาดกลุ่มคาร์บอกซิล(carboxygroup) จากราสายพันธุ์ *Aspergillus flavus* และ *Aspergillus oryzae* กรดโคจิกบริสุทธิ์มีลักษณะเป็นผลึกรูปเข็ม จุดหลอมละลายที่ 152 องศาเซลเซียส สามารถละลายได้ในน้ำ (3.95 กรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร ที่ 20 องศาเซลเซียส)

กรดโคจิกถูกนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ อย่างกว้างขวางคือใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อป้องกันการ เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล เพิ่มกลิ่นรส ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง (Kwak and Rhee, 1992) นำไปใช้ในอุตสาหกรรม ฟอกหนัง, ใช้เป็นส่วนประกอบใน ยาม้าแมลง, ยาสลบ, ยา และสีย้อม, มีคุณสมบัติเป็นสารปฏิชีวนะและยับยั้งเชื้อ

การผลิตกรดโคจิกมีการค้นพบครั้งแรกในปีค.ศ.1907 โดย Saito จากผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการ เจริญของเส้นใยของ *Aspergillus oryzae* บนข้าวเหนียวซึ่งเป็นการเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็ง (solid-state fermentation) ต่อมา Tamiya ได้ ทำการศึกษาการผลิตกรดโคจิกโดยใช้เชื้อ *Aspergillus* สายพันธุ์

ต่างๆ ดังนี้คือ *A. oryzae*, *A. flavus*, *A. gymnosardae*, *A. awamori*, *A. candidus*, *A. clavatus*, *A. fumigatus* และ *A. giganteus*



ภาพที่ 12 ภาพสูตร โครงสร้างทางเคมีของกรดโคจิก

ที่มา: <http://www.labmuffin.com/what-are-the-skin-lightening-alternatives-to-hydroquinone/>

วันที่สืบค้น 23 พฤษภาคม 2560

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการสกัดสารจากเปลือกกล้วย

1.1 เครื่องมือ

1.1.1 ตู้ดูดควัน (fume hood)

1.2 วัสดุและเครื่องแก้ว

1.2.1 ปีกเกอร์ (beaker) ขนาด 100 มิลลิลิตร

1.2.2 กระบอกตวง (graduated cylinder) ขนาด 100 มิลลิลิตร

1.2.3 ขวดดูแรน (duran) ขนาด 1,000 มิลลิลิตร

1.2.4 โกร่งสำหรับบดสาร (motar and Pestle)

1.2.5 เขียง

1.2.6 ช้อน

1.2.7 ผ้าขาวบาง

1.3.สารเคมี

1.3.1 อะซิโตน (Acetone) ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์

1.4 สารสกัดและตัวอย่าง

1.4.1 กล้วยน้ำว้าจากจากสหกรณ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

2. อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

2.1 เครื่องมือ

2.1.1 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer)

2.1.2 เครื่องชั่งสาร (balance)

2.2 วัสดุและเครื่องแก้ว

2.2.1 ปีกเกอร์ (beaker) ขนาด 100 และ 1,000 มิลลิลิตร

2.2.2 กระบอกตวง (graduated cylinder) ขนาด 100 มิลลิลิตร

2.2.3 หลอดทดลอง (test tube)

2.2.4 ปิเปตต์ (pipette)

2.2.5 แท่งแก้วคน (stirring rod)

2.2.6 ลูกยางปิเปตต์ (rubber pipette bulb)

2.2.7 ช้อนตักสาร (spatula)

2.2.8 คิวเวทท์ (cuvette)

2.3 สารเคมี

2.3.1 Na_2CO_3 (sodium carbonate)

2.3.2 gallic acid

2.3.3 น้ำยา folin-ciocalteu

2.4. สารสกัดและตัวอย่าง

2.4.1 สารสกัดจากเปลือกกล้วย

3. อุปกรณ์ สำหรับการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

3.1 เครื่องมือ

3.1.1 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer)

3.1.2 เครื่องชั่งสาร (balance)

3.2 วัสดุและเครื่องมือแก้ว

3.2.1 ปีกเกอร์ (beaker) ขนาด 100 และ 1000 มิลลิลิตร

3.2.2 กระบอกตวง (graduated cylinder) ขนาด 100 มิลลิลิตร

3.2.3 หลอดทดลอง (test tube)

3.2.4 ปิเปตต์ (pipette)

3.2.5 แท่งแก้วคน (stirring rod)

3.2.6 ลูกยางปิเปตต์ (rubber pipette bulb)

3.2.7 ช้อนตักสาร (spatula)

3.2.8 คิวเวทท์ (cuvette)

3.3 สารเคมี

3.1 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (Sigma-ALDRICH)

3.2 butylated hydroxytoluene (Sigma-ALDRICH)

3.3 methanol

3.4 สารสกัดและตัวอย่าง

3.4.1 สารสกัดจากเปลือกกล้วย

4. อุปกรณ์สำหรับการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

4.1 เครื่องมือ

- 4.1.1 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer)
- 4.1.2 เครื่องชั่งสาร (balance)
- 4.1.3 ไมโครปิเปตต์ (micropipette)
- 4.1.4 เตาให้ความร้อน (hotplate)

4.2 วัสดุและเครื่องมือแก้ว

- 4.2.1 ปีกเกอร์ (beaker) ขนาด 100 และ 1,000 มิลลิลิตร
- 4.2.2 กระบอกตวง (graduated cylinder) ขนาด 100 มิลลิลิตร
- 4.2.3 หลอดทดลอง (test tube)
- 4.2.4 ปิเปตต์ (pipette)
- 4.2.5 แท่งแก้วคน (stirring rod)
- 4.2.6 ลูกยางปิเปตต์ (rubber pipette bulb)
- 4.2.7 ช้อนตักสาร (spatula)
- 4.2.8 คิวเวทท์ (cuvette)
- 4.2.9 หลอดปั่นเหวี่ยงพลาสติก (centrifuge Tube)
- 4.2.10 หลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ (microcentrifuge tube)

4.3 สารเคมี

- 4.3.1 K_2HPO_4 (dipotassium phosphate)
- 4.3.2 KH_2PO_4 (potassium dihydrogen phosphate)
- 4.3.3 kojic acid (Sigma-)
- 4.3.4 L-DOPA (L-3,4-dihydroxyphenylalanine)
- 4.3.5 mushroom tyrosinase (Sigma-ALDRICH)

4.4 สารสกัดและตัวอย่าง

- 4.4.1 สารสกัดจากเปลือกกล้วย

วิธีการ

1. การสกัดสารจากเปลือกกล้วย

ใช้วิธีการสกัดโดยดัดแปลงจาก สุปรียา และ สุดใจ (2537) โดยเลือกกล้วยน้ำว้าสุกมาใช้ในการสกัด เพราะนิยมใช้เปลือกกล้วยที่สุกแล้วในการแปะลงบนใบหน้าเพื่อช่วยลดรอยดำจากสิว โดยไม่ควรเลือกกล้วยน้ำว้าที่สุกจนเกินไป เพราะกล้วยที่สุกงอมมากจนเกินไปจะมีเปลือกที่นิ่มและยากต่อการขูดเส้นใยออก ปอกเปลือกกล้วยออก ทำการขูดเส้นใยบริเวณใต้เปลือกกล้วยออกมา จากนั้นนำเส้นใยมาบดด้วยโกร่งให้ละเอียด เมื่อบดเส้นใยเรียบร้อยแล้ว นำไปชั่งด้วยเครื่องชั่งได้ปริมาณเส้นใยเท่ากับ 35.37 กรัม จากนั้นนำเส้นใยที่ชั่งเรียบร้อยแล้วบรรจุลงในขวด duran ขนาด 100 มิลลิลิตร จากนั้นทำการเติมตัวทำละลายอะซิโตน ความเข้มข้น 100เปอร์เซ็นต์ ลงไปปริมาตร 50 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 1 คืน กรองเอากากของเส้นใยออกด้วยผ้าขาวบาง จะได้เป็นสารสกัดจากเปลือกกล้วยปริมาตร 48 มิลลิลิตรโดยประมาณ

2. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม จะใช้วิธีของ เนตรนภา และเฉลิม (2014) โดยมีการดัดแปลงดังนี้ เริ่มจากการนำสารสกัดจากเปลือกกล้วยมา 0.5 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลาย folin-ciocalteu ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร ลงไปปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร จากนั้นเติมน้ำกลั่นปริมาตร 7.5 มิลลิลิตรลงไป เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นเติม Na_2CO_3 20% โดยปริมาตรลงไป 1.5 มิลลิลิตร และนำไปเข้า water bath ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร และคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมทั้งหมดเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก (Gallic acid) รายงานผลเป็นมิลลิกรัมต่อกรัมกรดแกลลิก (mg/g gallic acid equivalent, GAE)

3. การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH จากวิธีการของ กฤตติญรัตน์ และ ชูตินันท์ (2012) โดยมีการดัดแปลงดังนี้ นำสารสกัดจากเปลือกกล้วยเคี้ยวเคี้ยวในหลอดทดลอง ปริมาตร 1 มิลลิลิตร จากนั้นทำการเติมเมทานอลลงไปปริมาตร 3 มิลลิลิตร จากนั้นเติม DPPH ความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์ ที่เตรียมจากตัวทำละลายเมทานอล 100 มิลลิลิตร โดยเติมลงไปปริมาตร 0.5 มิลลิโมลาร์ เขย่าให้เข้ากัน แล้วเก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาทีที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร จากนั้นเปรียบเทียบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระกับสารละลายมาตรฐาน BHT โดยใช้เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระสามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$\% \text{ Radical scavenging} = [(A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}}] \times 100$$

เมื่อ A_{control} คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสารละลาย DPPH

เมื่อ A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสารตัวอย่างผสมกับ DPPH

4. วิธีการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

สำหรับการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส จะใช้วิธีของ Neagu *et al.* (2016) โดยมีการดัดแปลงดังนี้คือ เติมสารละลายเอนไซม์ไทโรซิเนส 12 ยูนิตต่อ 100 ไมโครลิตร ปริมาตร 500 ไมโครลิตรลงในหลอดทดลอง จากนั้นเติมสารสกัดจากเปลือกกล้วยเจือจาง 1:10 และ 1:50 ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ต่อมาเติม 4 มิลลิลิตร ของสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ (พีเอช 6.8) ลงไป เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 นาทีหลังจากนั้นเติมสารละลาย L-DOPA ความเข้มข้น 2.5 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 200 ไมโครลิตร แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 475 นาโนเมตร วัดค่าการดูดกลืนแสงทุกๆ 3 นาที โดยเริ่มตั้งแต่ 0 วินาที จากนั้นเปรียบเทียบฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดจากเปลือกกล้วยกับสารยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสมาตรฐานวิตามินซี (L-ascorbic acid)

สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการชีวเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ระยะเวลาทำการวิจัย

ภาคปลาย ปีการศึกษา 2559 มกราคม - พฤษภาคม พ.ศ. 2560

ผลและวิจารณ์

1. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัดจากเปลือกกล้วยเขียว 1:10 มีค่าเท่ากับ 0.724 ± 0.04 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัดจากเปลือกกล้วย และที่ความเข้มข้น 1:5 ของสารสกัดจากเปลือกกล้วยพบว่า มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมเป็น 1.581 ± 0.06 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัดจากเปลือกกล้วย จึงแสดงให้เห็นว่า การที่เปลือกกล้วยมีสารประกอบฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบ อาจนำมาซึ่งการศึกษาประโยชน์ในด้านยาสมุนไพรต่อไป

ในส่วนของการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่าสารสกัดจากเปลือกกล้วยความเข้มข้น 1:10, 1:100 และ 1:1,000 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 45.00 ± 0.25 , 42.98 ± 1.52 และ 15.49 ± 1.67 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในขณะที่สารละลายมาตรฐาน BHT ที่ความเข้มข้น 100, 50 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 71.76 ± 6.11 , 34.06 ± 6.13 และ 27.80 ± 5.46 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยจะสังเกตเห็นว่าสารสกัดจากเปลือกกล้วยที่ความเข้มข้น 1: 10 จะมีเปอร์เซ็นต์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดเมื่อเทียบกับความเข้มข้นเช่นเดียวกับสารละลายมาตรฐาน BHT ที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่มีเปอร์เซ็นต์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดเช่นกันเมื่อเทียบสัดส่วนกับความเข้มข้นอื่นๆ จากผลการทดลองสามารถคำนวณได้ว่า สารสกัดจากเปลือกกล้วยเขียว 1: 100 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเทียบเท่ากับ BHT 38.65 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร จึงเป็นแนวโน้มที่ดีที่แสดงให้เห็นว่าผลการทดลองที่ได้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pereira and Maraschin (2015) ที่ทดลองสกัดสารจากเปลือกกล้วยด้วยเมทานอล แล้วทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ได้เปอร์เซ็นต์การยับยั้งสารอนุมูลอิสระเท่ากับ 83 ± 0.70 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นไปได้ว่าการที่เปลือกกล้วยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกปริมาณมากเป็นผลทำให้แนวโน้มของการมีฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระมากขึ้นไปด้วย

2. ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

ฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสมีบทบาทสำคัญในการช่วยลดรอยดำจากผิว การทดลองครั้งนี้นำสารสกัดจากเปลือกกล้วยมาศึกษากิจกรรมการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสโดยใช้ L-DOPA เป็นสารตั้งต้น เปรียบเทียบการเกิดสีส้มอมน้ำตาลกับหลอดที่ไม่ได้เติมสารสกัดจากเปลือกกล้วย และหลอดที่เติมวิตามินซีเป็นสารยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์

ผลการทดลองพบว่า สารสกัดจากเปลือกกล้วยความเข้มข้น 1:10 สามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไทโรซิเนสได้ 47.96 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับสารละลายวิตามินซีความเข้มข้น 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสได้ 42.85 เปอร์เซ็นต์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. สารสกัดจากเปลือกกล้วยมีสารประกอบฟีนอลิกซึ่งเป็นสารประกอบสำคัญเป็นองค์ประกอบ และอีกทั้งยังมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ จึงสามารถนำไปศึกษาต่อยอดในการศึกษาการออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อไปได้ เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเปลือกกล้วยที่เป็นของเหลือทิ้งทางการเกษตร จึงก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งในแง่ของเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

2. สารสกัดสารจากเปลือกกล้วยน้ำว้ามีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสที่มีบทบาทในการเกิดรอยดำ สอดคล้องกับภูมิปัญญาในการนำเปลือกกล้วยมาปิดบริเวณรอยผิว และการผสมวิตามินซีลงในเครื่องสำอางเพื่อลดรอยดำ ถึงแม้ว่าในแง่ของความเข้มข้น สารสกัดจากเปลือกกล้วยจะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าวิตามินซี แต่ก็ถือว่าสารสกัดจากเปลือกกล้วยมีศักยภาพในการเป็นสารลดรอยดำได้ จึงเป็นแนวโน้มที่ดีในการการศึกษาต่อยอด ที่จะนำสารสกัดจากเปลือกกล้วยมาประยุกต์ใช้เป็นส่วนผสมหนึ่งในการทำเครื่องสำอางเพื่อช่วยลดรอยดำจากผิว อาจจะทำออกมาในรูปแบบของเนื้อเซรัม (serum), เนื้อครีม (cream) หรือในรูปแบบของแผ่นมาร์กหน้า (facial mask sheet) ก็ได้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มตัวแปรในการศึกษา ตัวอย่างเช่น ศึกษาระยะเวลาการสุกของกล้วยที่มีความเหมาะสมในการผลิตสารสกัดจากเปลือกกล้วย, เพิ่มตัวเปรียบเทียบ เช่น เปรียบเทียบการออกฤทธิ์ระหว่างกล้วยน้ำว้ากับกล้วยหอม เป็นต้น

2. ควรนำไปทำการศึกษาต่อยอด ในการศึกษาการออกฤทธิ์ทางชีวเคมีอื่นๆ เพื่อนำมาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ประยุกต์ใช้สารสกัดจากเปลือกกล้วยเป็นส่วนผสมหนึ่งในการทำเครื่องสำอางเพื่อช่วยลดรอยดำจากผิว โดยอาจจะทำออกมาในรูปแบบของเนื้อเซรัม (serum), เนื้อครีม (cream) หรือในรูปแบบของแผ่นมาร์กหน้า (facial mask sheet) ก็ต่างเป็นที่น่าสนใจ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กฤตติญารัตน์ สมวงศ์ และ ชุตินันท์ ประสิทธิ์ภูริปริษา. 2012. ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน และฤทธิ์กระตุ้นการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานินของสารสกัดสมุนไพรไทยพื้นบ้านบางชนิด เพื่อใช้สำหรับผมงอกก่อนวัย, น.125-134. ใน การประชุมวิชาการและการนำเสนอผลงานระดับชาติ The 4th Annual Northeast Pharmacy Research Conference of 2012 “Pharmacy Profession in Harmony”. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- เจนจิรา จิรัมย์ และ ประสงค์ สีหานาม. 2554. อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ: แหล่งที่มาและกลไกการเกิดปฏิกิริยา. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์ 1(1): 59-70.
- ฉัตรชัย ไตรทอง. 2553. บทความพิเศษ วิตามินซี. กวฟ. รพ. ภูมิพลอดุลยเดช พอ. บนน. กรุงเทพฯ. 10 หน้า.
- ธีระพงษ์ นิลละอ และภาณุพงษ์ ใจวุฒิ. 2558. การพัฒนาสารสกัดมาตรฐานของเปลือกผลไม้ไทย 6 ชนิด เพื่อเป็นสารยับยั้งไทโรซิเนส. รายงานผลการวิจัย สำนักวิทยาศาสตร์เครื่องสำอางมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, เชียงราย. 13 หน้า.
- นันท์ชนก นันทะไชย, อินทิรา ลิจันทรพร และ ปาลิดา ตั้งอนุรักษ์. 2556. รายงานผลการวิจัยความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของชาชงจากเปลือกส้มโอ. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี. 33 หน้า.
- เนตรนภา เมฆกลาง และ เฉลิม เรืองวิริยะชัย. 2014. การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่มน้ำผลไม้. KKU Res. J. (GS) 14(4): 69-79.
- ปิ่นอนงค์ คงคำ และ ปัญญวัฒน์ ปินตาทอง. 2558. รายงานผลการวิจัยการพัฒนาสารสกัดจากเปลือกกล้วยเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เพิ่มความชุ่มชื้นผิว. สำนักวิทยาศาสตร์เครื่องสำอางมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, เชียงราย. 12 หน้า.

ปริญญ์ อินทร์รอด. 2551. รายงานผลการวิจัยฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน และปริมาตรประกอบ

ฟีนอลรวมของส่วนสกัดจากต้นเร่วหอมและว่านสาวหลง. คณะวิทยาศาสตร์ สาขาชีวเคมี
มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี. 64 หน้า.

มนสิชา ขวัญเอกพันธุ์, อภิภา จิมโรสง และไฉน น้อยแสง. 2556. ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของ
สารสกัดจากส่วนเถาชะเอมไทย. รายงานผลการวิจัย 1 สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง
มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, เชียงราย. 9 หน้า.

สาวิตตรี ดาสุดิน. 2550. การทดสอบหาสารสกัดจากพืชสมุนไพรเพื่อยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส.
ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุกัญญา สายธิ และ นวลพรรณ ณ ระนอง. 2541. การผลิตกรดโคจิกโดยเชื้อ *Aspergillus oryzae*
จากน้ำมะพร้าว, น.201-297. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ครั้งที่ 36: บทคัดย่อ 3-5. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุนันทา คะเนนอก. 2556. รายงานผลการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาเปลี่ยนน้ำว่าเพื่อสุขภาพ.
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา,
พระนครศรีอยุธยา. 53 หน้า.

สุปรียา ยืนยงสวัสดิ์ และ สุดใจ คงทอง. 2537. รายงานผลการวิจัยการศึกษาคุณสมบัติของการสกัด
โพลีแซคคาไรด์จากเปลือกกล้วยไข่ กล้วยน้ำว้า และกล้วยหอม. คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, สงขลา. 20 หน้า.

ฤดีมาศ พุ่มกล้า. 2555. ความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเปลือก
อบเชยอินโดนีเซีย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

Babbar, N., Oberoi, H. S., Uppal, D. S., and R. T. Patil. 2011. Total phenolic content and
antioxidant capacity of extracts obtained from six important fruit residues. **Food
Research International** 44: 391–396.

- Emaga, T. H., R.H. Andrianaivo, B. Wathelet, B and M. Paquot. 2007. Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. **Food Chemistry** 103: 590–600.
- González-Montelongo, R., Lobo, M. G., and M. González. 2010. Antioxidant activity in banana peel extracts: Testing extraction conditions and related bioactive compounds. **Food Chemistry** 119: 1030–1039.
- INIBAP—International Network for the Improvement of Banana and Plantain. 2002. Net Working Banana and Plantain: Annual Report 2001. **France**, 73 p.
- Kanazawa, K., and H. Sakakibara. 2000. High content of dopamine, a strong antioxidant, in Cavendish banana. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 48: 844–848.
- Neagu, E., G.L. Radu., C. Albu and G. Paun. 2016. Antioxidant activity, acetylcholinesterase and tyrosinase inhibitory potential of *Pulmonaria officinailis* and *Centarium umbellatum* extract. **Saudi Journal of Biological Sciences**. In press.
- Nguyen, T. B. T., Ketsa, S., and W. G. Van Doorn. 2003. Relationship between browning and the activities of polyphenol oxidase and phenylalanine ammonia lyase in banana peel during low temperature storage. **Postharvest Biology and Technology** 30, 187–193.
- Pereira. A and M. Maraschin. 2015. Banana (*Musa spp*) from peel to pulp: Ethnopharmacology, source of bioactive compounds and its relevance for human health. **Journal of Ethnopharmacology** 160: 149-163.
- Rebello, L., A. M. Ramos, P. B. Pertuzatti, M. T. Bacia, N. C. Munoz and I. H. Gutierrez. 2013. Flour of banana (*Musa AAA*) peel as a source of antioxidant phenolic compounds. **Food Research International** 55: 397-403.

- Scalbert, A., Johnson, I. T., and M. Salmarsh. 2005. Polyphenols: Antioxidants and beyond. **The American Journal of Clinical Nutrition** 81: 215–217.
- Someya, S., Yoshiki, Y., and K. Okubo. 2002. Antioxidant compounds from bananas (*Musa cavendish*). **Food Chemistry** 79: 351–354.
- Subagio, A., Morita, N., and S. Sawada. 1996. Carotenoids and their fatty-acid esters in banana peel. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology** 42: 553–566.
- Tsai., T.H., Tsai, P.J. and S.C. Ho. 2005. Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Several Commonly Species. **Journal of Food Science** 70(1) : 93 – 97.

ภาคผนวก

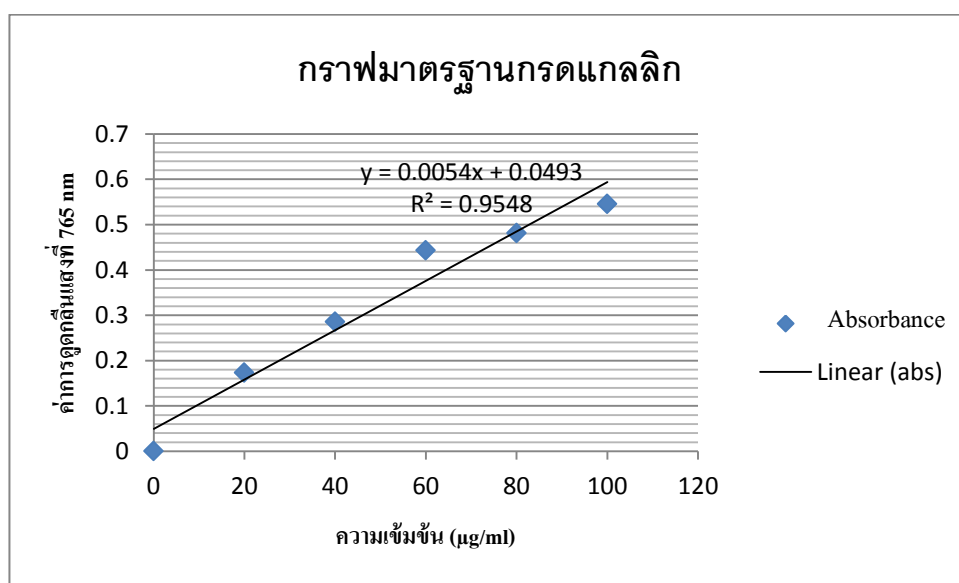
ภาคผนวก ก

ภาพ ตารางประกอบการการทดลอง

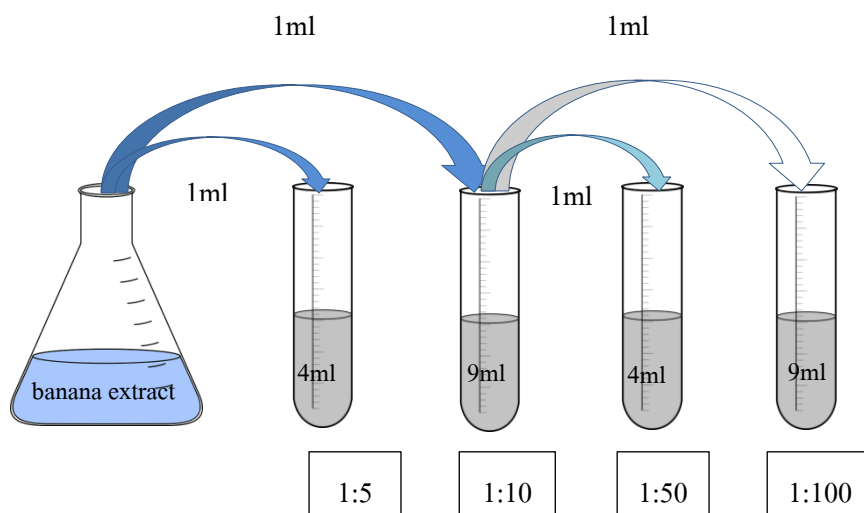
1. การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวม

ตารางผนวกที่ 1ก ตารางการเตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก

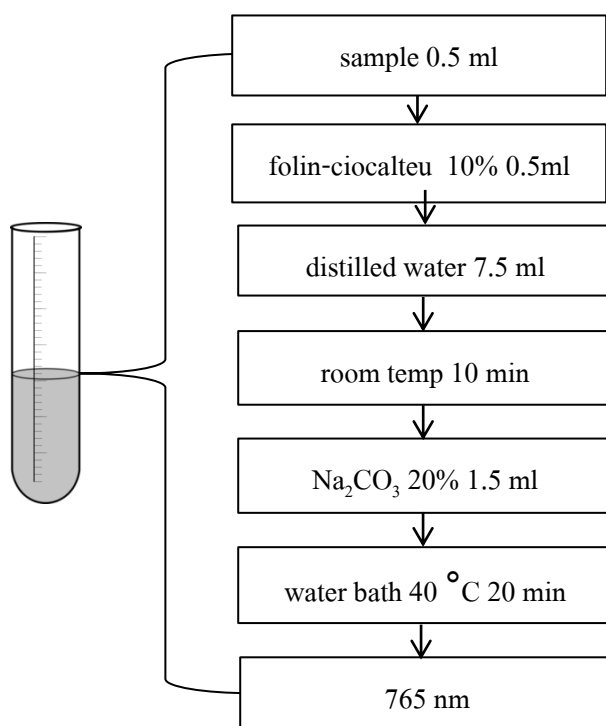
ความเข้มข้นสารละลาย มาตรฐานกรดแกลลิก (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	ปริมาตรสารละลายมาตรฐาน กรดแกลลิกความเข้มข้น (100ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) มิลลิลิตร	น้ำกลั่น (มิลลิลิตร)
0	0	10
20	2	8
40	4	6
60	6	4
80	8	2
100	10	0



ภาพผนวกที่ 1ก ภาพกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก



ภาพผนวกที่ 2ก ภาพการเจือจางสารสกัดจากเปลือกกล้วย

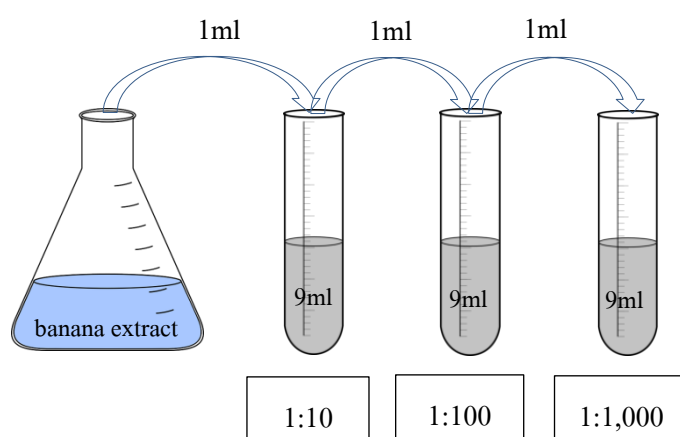


ภาพผนวกที่ 3ก ภาพการทดลองการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวม

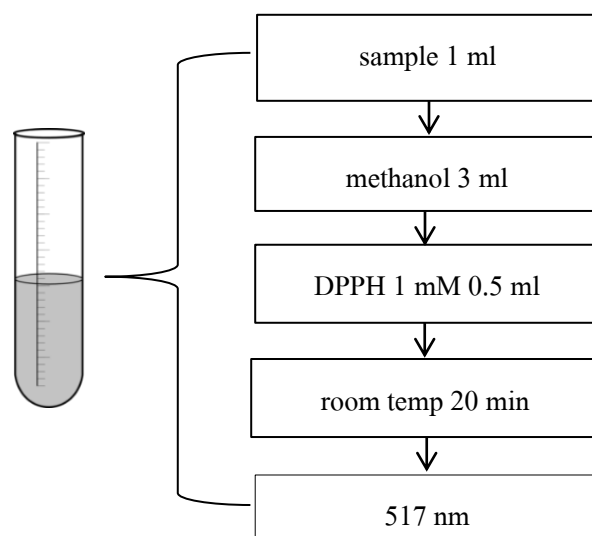
2. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ตารางผนวกที่ 2ก ตารางการเตรียมสารละลายมาตรฐาน BHT

ความเข้มข้นสารละลาย มาตรฐานBHT (ไมโครกรัมต่อ มิลลิลิตร)	ปริมาตรสารละลายมาตรฐาน BHTความเข้มข้น (100ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) มิลลิลิตร	เมทานอล (มิลลิลิตร)
25	0.25	9.75
50	0.5	9.5
100	1	9



ภาพผนวกที่ 4ก ภาพการเจือจางสารสกัดจากเปลือกกล้วย



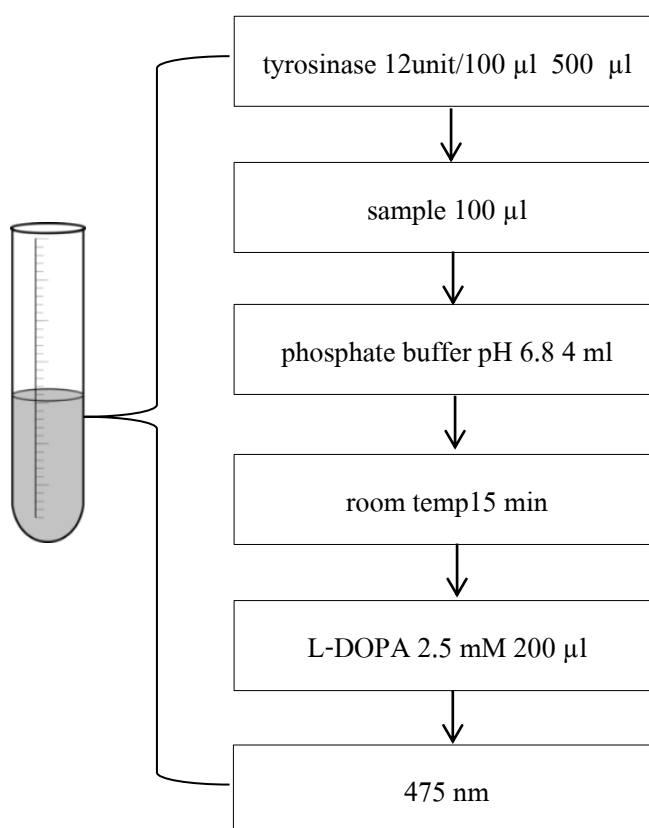
ภาพผนวกที่ 5ก ภาพการทดลองการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

3. การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

ขั้นตอนการเตรียมสารละลายมาตรฐาน

3.1 ทำการเตรียมกรดแอสคอบิกความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากนั้นเจือจางให้ได้ความเข้มข้น เป็น 100 และ 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

3.2 ทำการเจือจางสารสกัดจากเปลือกกล้วยที่ความเข้มข้น 1:10 และ 1:50



ภาพผนวก 6 ภาพการทดลองการวิเคราะห์ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

ภาคผนวก ข
แสดงสูตรที่ใช้ในการคำนวณ

การคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง

เปอร์เซ็นต์การยับยั้งสามารถคำนวณได้จากสูตร (กฤตติญารัตน์ และ ชูตินันท์, 2012)

$$\% \text{ Radical scavenging} = [(A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}}] \times 100$$

เมื่อ A_{control} คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสารละลาย DPPH

เมื่อ A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสารตัวอย่างผสมกับ DPPH

การคำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกคำนวณได้จากสูตร (มนสิชาและคณะ, 2556)

$$C = cV/M$$

เมื่อ C คือ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่เทียบจากกราฟ gallic acid (mg/g)

c คือ ความเข้มข้นของ gallic acid (mg/ml)

V คือ ปริมาณของสารสกัด (ml) M = น้ำหนักของสารสกัด (g)

ภาคผนวก ค
ตารางผลการทดลอง

1. การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวม

ตารางผนวกที่ 1ค ตารางแสดงผลค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกและสารสกัดจากเปลือกกล้วย

สารตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง ที่ 765 (nm)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก			
($\mu\text{g/mL}$)			
20	0.167	0.176	0.171
40	0.300	0.280	0.277
60	0.431	0.451	0.447
80	0.482	0.484	0.478
100	0.665	0.490	0.482
สารสกัดจากเปลือกกล้วย			
1:5	0.493	0.513	0.464
1:10	0.258	0.272	0.268
1:50	0.034	0.128	0.097
1:100	0.029	0.075	0.046

2. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ตารางผนวกที่ 2ค ตารางแสดงผลค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐาน BHT และสารสกัดจากเปลือกกล้วย

สารตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง ที่ 517 (nm)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
คอนโทรล (น้ำกลั่น)	0.478	0.419	0.452
สารละลายมาตรฐาน BHT ($\mu\text{g/mL}$)			
25	0.320	0.334	0.316
50	0.281	0.309	0.295
100	0.095	0.128	0.155
สารสกัดจากเปลือกกล้วย			
1:10	0.264	0.229	0.249
1:100	0.276	0.230	0.264
1:1000	0.400	0.364	0.375

3. การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

ตารางผนวกที่ 3ค ตารางแสดงผลค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานวิตามินซี และสารสกัดจากเปลือกกล้วย

สารตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง (475 nm) ที่วัดได้ทุก ๆ 3 นาที					
	0 วินาที	3 นาที	6 นาที	9 นาที	12 นาที	15 นาที
น้ำกลั่น	-0.007	0.057	0.091	0.129	0.165	0.192
สารละลายมาตรฐาน						
วิตามินซี (µg/mL)						
100	0.030	0.063	0.094	0.129	0.149	0.183
50	0.051	0.074	0.107	0.143	0.180	0.212
สารสกัดจากเปลือกกล้วย						
1:10	0.048	0.064	0.099	0.131	0.165	0.193
1:50	0.034	0.045	0.081	0.118	0.153	0.185

ภาคผนวก ง
ภาพการทดลอง



ก



ข



ค



ง



จ



ฉ



ช



ซ

- ภาคผนวกที่ 1ง ภาพการทดลองสกัดสารจากเปลือกกล้วย
- ก. ลักษณะกล้วยที่จะนำมาใช้ในการสกัด
 - ข. ทำการล้างกล้วยให้เรียบร้อย
 - ค. ปอกเปลือกกล้วยออก
 - ง. ชูดเอาเส้นใยออก
 - จ. นำเส้นใยมาบดด้วยโกร่ง
 - ฉ. ลักษณะเส้นใยหลังบดก่อนนำไปแช่ในอะซิโตน
 - ช. หลังเก็บไว้ 1 คืน นำมากรองกากออกด้วยผ้าขาวบาง
 - ซ. ได้เป็นสารสกัด



ก



ข

ภาคผนวกที่ 2ง ผลการทดสอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ก.ผลการทดสอบฟีนอลิก

ข.ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ



ภาคผนวกที่ 3ง ภาพการเตรียมสารละลายในการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

ประวัติการศึกษา

1. นางสาวอภิรดี อันยงค์
2. เกิดวันที่ 21 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2536
3. สถานที่เกิด เพชรบุรี
4. ประวัติการศึกษา
 - 4.1 ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหนองตะเภา อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
 - 4.2 มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหัวหิน อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
 - 4.3 มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหัวหิน อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์