

กะเพรากับการต้านอนุมูลอิสระ

Ocimum sanctum Linn. and Free Radical Scavenging Activity

สุกัญญา เขียวสะอาด

Sukanya Keawsaard

กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ

บทคัดย่อ

บทความวิชาการนี้เกี่ยวข้องกับอนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระ องค์ประกอบทางเคมีของกะเพรา และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของกะเพรา อนุมูลอิสระเกิดจากปัจจัยทั้งภายในร่างกาย และจากสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเกิดโรคร้ายต่างๆ เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรครูมาตอยด์ และโรคภาวะชรา เป็นต้น ผัก ผลไม้ และพืชสมุนไพร ส่วนใหญ่เป็นแหล่งสำคัญของสารต้านอนุมูลอิสระในธรรมชาติ กะเพราเป็นผักสวนครัว ที่นิยมนำมาปรุงอาหาร และมีสรรพคุณทางยาใช้รักษาโรคหลายชนิด กะเพราเป็นแหล่งของวิตามินซี เบต้าแคโรทีน และสารประกอบฟีนอลิก รวมถึงสารฟลาโวนอยด์หลายชนิด ซึ่งเป็นที่ทราบกันว่าสารเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการต้านอนุมูลอิสระ ปัจจุบันมีกลุ่มวิจัยหลายกลุ่มรายงานวิจัยถึงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของกะเพรา ดังนั้นกะเพราจึงเป็นพืชที่น่าสนใจในการป้องกันอนุมูลอิสระ และยังมีประโยชน์ต่อร่างกายในการเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ

คำสำคัญ : กะเพรา, อนุมูลอิสระ, สารต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

This review was related to the free radicals, antioxidants, chemical constituents of *Ocimum sanctum* Linn. and its antioxidation effect. The free radical sources were found from inner of human body and their environment. There are a major cause of various diseases such as cancer, heart disease, hypertension, diabetic, rheumatoid arthritis and ageing. Vegetables, fruits and herbs are the good source of antioxidants. *O. sanctum* is a vegetable. It has been used for cooking and also had medicinal properties for various diseases. *O. sanctum* contains vitamin C and β -carotene, including flavonoids and phenolic compounds which known to possess antioxidant potential. Recently, many group of researcher have been reported to antioxidant activity of *O. sanctum*. Therefore, *O. sanctum* is the interested vegetable in prevention of free radicals. It may be useful for human body as the healthy supplement.

Keywords: *Ocimum sanctum*, free radicals, antioxidants

E-mail address : sukanya_k40@hotmail.com โทรศัพท์ 053-241255 ต่อ 7117

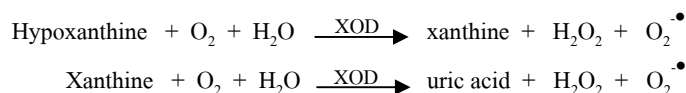
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทนำ

ในช่วงหลายสิบปีที่ผ่านมา อนุมูลอิสระได้รับความสนใจอย่างมากเนื่องจากมีผลต่อสุขภาพร่างกายมนุษย์ อนุมูลอิสระเมื่อทำปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลในร่างกาย อาจทำให้การทำงานของสารชีวโมเลกุลเกิดความบกพร่อง ทำลายโครงสร้างดีเอ็นเอ เปลี่ยนสภาพโปรตีนและไขมันของเยื่อหุ้มเซลล์ สร้างพันธะโควาเลนต์กับโปรตีนทำให้โปรตีนทำงานผิดปกติ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคหรือเหนี่ยวนำให้เกิดโรคร้ายหลายชนิด เช่น โรคหัวใจ มะเร็ง ความดันโลหิตสูง เบาหวาน รูมาตอยด์ ความเสื่อมของเซลล์ประสาท ภาวะชรา [1,3] ปัจจุบันคนเรากลับหันมาบริโภคผลไม้และพืชสมุนไพรเพื่อใช้ในการป้องกันและรักษาโรคมามากขึ้น เนื่องจากเชื่อว่ามีความปลอดภัยมากกว่าการใช้ยา และเป็นแหล่งสำคัญของสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด เช่น วิตามินซี วิตามินอี เบต้าแคโรทีนและสารฟีนอลิก กะเพราเป็นผักสวนครัวที่เรารู้จักกันดี ใบกะเพรานิยามประกอบอาหารเพื่อปรุงรสและกลิ่น โดยเฉพาะหมูคั่วใบกะเพราซึ่งเป็นอาหารยอดนิยม กะเพรามีสรรพคุณทางยา เช่น ขับเสมหะ แก้ปวด แก้กลิ้น ไล่อาเจียน ขับเหงื่อ ป้องกันโรคเกี่ยวกับตับและหัวใจ บรรเทาอาการระบบทางเดินอาหาร ลดภาวะเครียด แก้พิษจากงูกัดและแมงป่องต่อย ต้านเชื้อรา แบคทีเรีย ไวรัส การอักเสบ มาลาเรีย และมะเร็ง [4,5] มีการพบสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิดในกะเพราและมีรายงานการวิจัยเกี่ยวกับสมบัติต้านอนุมูลอิสระของกะเพรามากมาย ทำให้กะเพราเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการใช้เป็นส่วนต้านอนุมูลอิสระ

2. อนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ (Free radicals) หมายถึง อะตอมหรือโมเลกุล ที่มีอิเล็กตรอนเดี่ยวอยู่ในออร์บิทัลวงนอกสุด เป็นสารที่ไม่เสถียรและว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา โดยสูญเสียหรือให้อิเล็กตรอนแก่สารอื่นเพื่อให้อิเล็กตรอนอยู่เป็นคู่ อนุมูลอิสระที่มีความสำคัญทางชีวภาพ เช่น อนุมูลซูเปอร์ออกไซด์ แอนไอออน (superoxide anion, $O_2^{\bullet-}$) อนุมูลไฮดรอกซิล (hydroxyl, OH^{\bullet}) อนุมูลเปอร์ออกซิล (peroxyl, ROO^{\bullet}) แหล่งกำเนิดอนุมูลอิสระ มี 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยจากภายในและภายนอกในร่างกาย ปฏิกิริยาที่ก่อให้เกิดอนุมูลอิสระในร่างกาย เช่น การทำงานของเอนไซม์แซนทีนออกซิเดส (xanthine oxidase, XOD) [6] ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันในกระบวนการสลายเบสพิวรีน โดยเปลี่ยนไฮโปแซนทีน (hypoxanthine) เป็นแซนทีน (xanthine) ซึ่งแซนทีนเกิดปฏิกิริยาต่อเปลี่ยนเป็นกรดยูริก (uric acid) ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะเกิดอนุมูลซูเปอร์ออกไซด์แอนไอออน ดังปฏิกิริยา



ในร่างกายมีโลหะทรานซิชัน เช่น เหล็ก ทองแดง เมื่อทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จะเกิดอนุมูลไฮดรอกซิล (OH^\bullet) [7] ซึ่งเป็นสารออกซิไดส์ที่แรง และไวในการทำปฏิกิริยาสูง มีค่าครึ่งชีวิตสั้นมาก ประมาณ 10^{-9} วินาที ดังนั้นอนุมูลไฮดรอกซิลจึงเป็นอันตรายต่อชีวโมเลกุลมากกว่าอนุมูลชนิดอื่นๆ ปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลไฮดรอกซิลนี้ เรียกว่าปฏิกิริยาเฟนตัน (Fenton's reaction) ดังสมการ



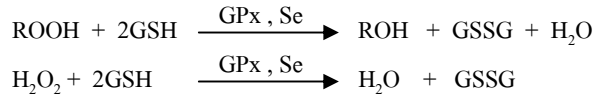
ปัจจัยภายนอกในร่างกายที่เป็นแหล่งอนุมูลอิสระ เช่น ยา โดยเฉพาะยารักษาโรคมะเร็ง เช่น adriamycin, mitomycin C, bleomycin เมื่อรับประทานเข้าไปจะเกิดอนุมูลอิสระและเกิดภาวะลิพิดเปอร์ออกซิเดชันซึ่งเป็นกระบวนการที่ลิพิดถูกออกซิไดส์โดยอนุมูลอิสระ [8] คิวโนฟรี ประกอบด้วยไนตริกออกไซด์ (NO) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และแอลคิลเปอร์ออกไซด์ไนไตรท์ (ROONO) ซึ่งเป็นสาเหตุของอนุมูลซูปเปอร์ออกไซด์แอนไอออน อนุมูลไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และอนุมูลไฮดรอกซิล [9] โอโซน ไม่ได้เป็นอนุมูลอิสระแต่เป็นตัวออกซิไดส์ที่แรงที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระ เมื่ออนุมูลโอโซนแอนไอออนทำปฏิกิริยากับโปรตอนจะเกิดอนุมูลไฮดรอกซิล [10] นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอีกหลายอย่างที่ก่อให้เกิดอนุมูลอิสระ เช่น แสงแดด ควันท่อไอเสียรถยนต์ อาหารประเภทแป้งอย่าง สารชีวโมเลกุลในร่างกาย ได้แก่ ไกมัน โปรตีน และดีเอ็นเอ สามารถทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระ ทำให้การทำงานของสารชีวโมเลกุลเกิดความบกพร่องหรือถูกทำลาย ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคต่างๆ จะเห็นว่าคนเมืองมักเจ็บป่วยมากกว่าคนชนบท อาจเป็นเพราะว่าคนเมืองมีปัจจัยเสี่ยงในการรับอนุมูลอิสระมากกว่า โดยเฉพาะเรื่องอาหารการกินและมลพิษสิ่งแวดล้อม

3. สารต้านอนุมูลอิสระ

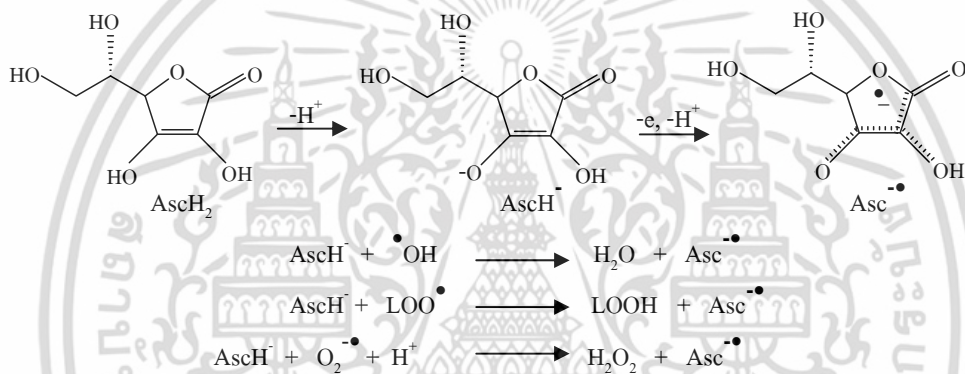
สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidants) [11] เป็นสารที่ทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระโดยตรงเพื่อกำจัดอนุมูลอิสระให้หมดไปหรือยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระ ในร่างกายมีเอนไซม์บางชนิดที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น เอนไซม์ซูปเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (Superoxide dismutase, SOD) สามารถกำจัดอนุมูลซูปเปอร์ออกไซด์แอนไอออน โดยเปลี่ยนเป็นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์



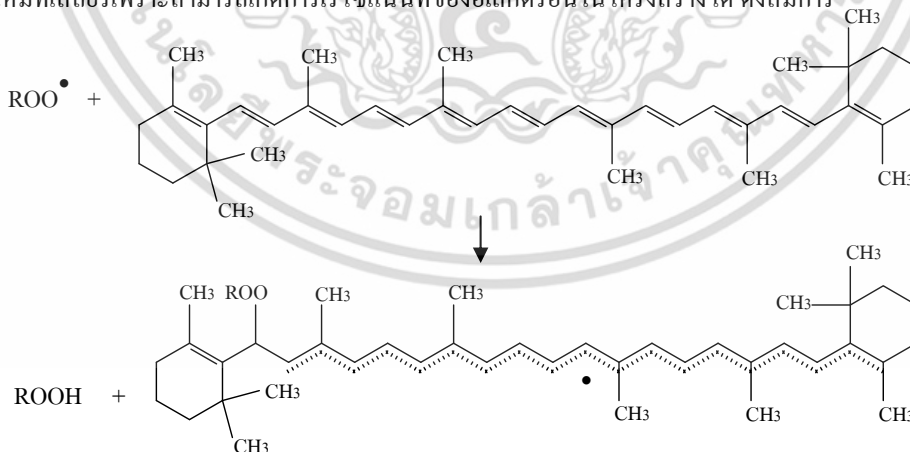
เอนไซม์กลูตาไทโอนเปอร์ออกซิเดส (Glutathione peroxidase, GPx) ทำงานร่วมกับธาตุซีลีเนียมและกลูตาไทโอน (GSH) โดยเร่งปฏิกิริยารีดักชันของสารประกอบไฮโดรเปอร์ออกไซด์ ได้แก่ ลิพิดเปอร์ออกไซด์ (ROOH) ได้ผลิตภัณฑ์เป็นน้ำและกลูตาไทโอนไดซัลไฟด์ (GSSG) นอกจากนี้ยังสามารถสลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ไม่ให้เกิดปฏิกิริยาเฟนตัน ดังสมการ



ปัจจุบันพบว่า ผัก ผลไม้ และพืชสมุนไพร มีสมบัติต้านอนุมูลอิสระ เนื่องจากมีสารเคมีหลายชนิดที่มีสมบัติต้านอนุมูลอิสระเป็นองค์ประกอบ เช่น **วิตามินซี (vitamin C)** พบมากในผักและผลไม้สด เช่น ดอกขี้เหล็ก ผักหวาน มะรุม ส้ม มะขามป้อม เมื่อวิตามินซี (AscH_2) อยู่ในร่างกายจะแตกตัวให้ไฮโดรเจนแล้วเปลี่ยนให้อยู่ในรูป ascorbate anion (AscH^-) ซึ่งเมื่อให้อิเล็กตรอนและไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระ เช่น อนุมูลไฮดรอกซิล อนุมูลเปอร์ออกซิล และอนุมูลซูเปอร์ออกไซด์แอนไอออน จะได้อนุมูล semidehydroascorbate ($\text{Asc}^{\cdot-}$) ที่เสถียร ดังสมการ

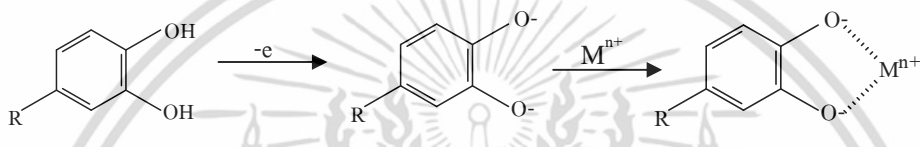


เบต้าแคโรทีน (β -carotene) พบในผัก ผลไม้ที่มีสีเหลืองส้ม เช่น ฟักทอง แครอท มะละกอ มะเขือเทศ ขอดแค ใบกะเพรา ใบขี้เหล็ก ผักเชียง เมื่อเบต้าแคโรทีนดักจับอนุมูลอิสระจะได้อนุมูลใหม่ที่เสถียรเพราะสามารถเกิดการเรโซแนนซ์ของอิเล็กตรอนในโครงสร้างได้ ดังสมการ



สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) เป็นวงแหวนอะโรมาติก มีหมู่แทนที่เป็นหมู่ไฮดรอกซิลอย่างน้อย 1 หมู่ สารฟลาโวนอยด์จัดเป็นสาระสำคัญของกลุ่มสารประกอบฟีนอลิก ซึ่งสารประกอบฟีนอลิกหลายชนิดมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูง แต่ยังไม่มียางานยืนยันที่ชัดเจนถึงกลไกการออกฤทธิ์ของสารต่างชนิดกันกลไกหลักในการออกฤทธิ์ของสารกลุ่มนี้มีหลายกลไกเช่น

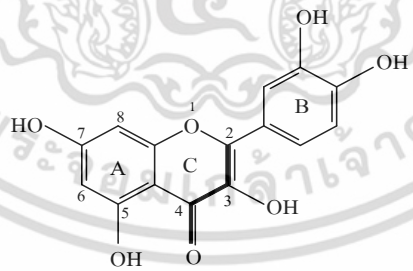
1) เป็นสารคีเลต (chelating agent) สารที่มีโครงสร้างเป็น ortho-dihydroxyl group ทำหน้าที่จับกับโลหะทรานซิชัน เช่น Fe^{2+} และ Cu^{2+} ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการเกิดอนุมูลอิสระ กลไกในการจับโลหะของสารฟีนอลิกหรือฟลาโวนอยด์เป็นดังสมการ [24,25]



2) **ดักจับอนุมูลอิสระ** (radical scavenging) สารฟลาโวนอยด์และสารฟีนอลิกหลายชนิดสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้โดยการให้อิเล็กตรอนหรือไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระ เกิดอนุมูลอิสระใหม่ที่มีความเสถียรขึ้นเนื่องจากโครงสร้างสามารถเกิดการเรโซแนนซ์ของอิเล็กตรอนได้ [26] ดังสมการ

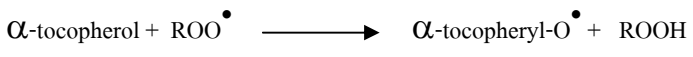


และในขณะพบสารกลุ่มฟลาโวนอยด์และสารฟีนอลิกหลายชนิด ดังรูปที่ 1 โดยเฉพาะสารฟลาโวนอยด์ที่มีโครงสร้างตรงพันธะคู่ที่ตำแหน่ง 2-3 คอนจูเกตกับหมู่ 4-oxo ในวง C ดังรูปที่ 2 เมื่อให้อิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระแล้วอนุมูลของฟลาโวนอยด์ฟีนอกซิล ซึ่งเสถียรเนื่องจากการเรโซแนนซ์ของอิเล็กตรอนตลอดเวลา ซึ่งสารที่มีลักษณะนี้จะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูง [11]

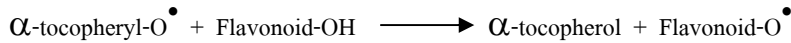


รูปที่ 2 ลักษณะโครงสร้างพื้นฐานของฟลาโวนอยด์ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ดัดแปลงมาจาก [11])

3) **เสริมฤทธิ์ (synergism) ของวิตามินอี** [26] เมื่อวิตามินอี (α -tocopherol) ให้อิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระ เช่น อนุมูลเปอร์ออกไซด์ (ROO^\bullet) จะเปลี่ยนเป็นอนุมูลวิตามินอี



สารฟลาโวนอยด์และสารฟีนอลิกจะรีดิวซ์อนุมูลวิตามินอีกลับมาเป็นวิตามินอีเหมือนเดิม ซึ่งจะทำให้หน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้ต่อไปอีก



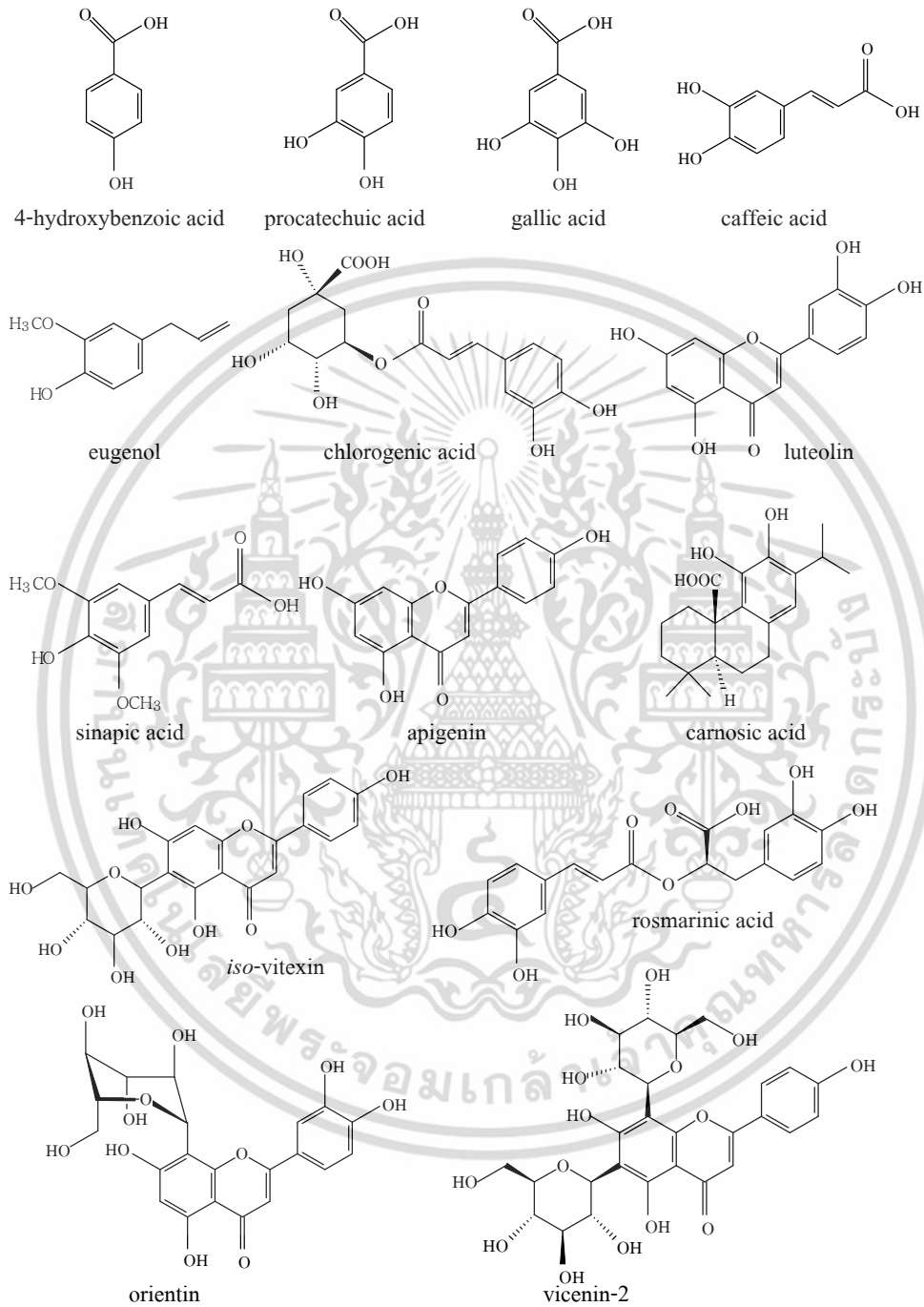
จะเห็นได้ว่าโดยปกติร่างกายคนเรามีกลไกในการกำจัดอนุมูลอิสระได้เอง แต่หากร่างกายมีอนุมูลอิสระมากเกินไปอาจเป็นอันตรายแก่ร่างกายจึงจำเป็นต้องรับสารต้านอนุมูลอิสระจากภายนอก ซึ่งโดยทั่วไปมีในผัก ผลไม้และพืชสมุนไพร ทำให้ปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผัก ผลไม้ และพืชสมุนไพรกันมากขึ้น

4. กะเพรา

กะเพรามีชื่อวิทยาศาสตร์ *Ocimum sanctum* Linn. อยู่ในวงศ์ Labiatae เป็นไม้ล้มลุกขนาดเล็ก ปลูกได้ทั่วไปในเขตร้อน กะเพรามีอยู่ 2 พันธุ์ คือกะเพราขาวและกะเพราแดง กะเพราขาวมีใบและกิ่งสีเขียวอ่อน ส่วนกะเพราแดงมีใบและกิ่งสีเขียวอมม่วงแดง กะเพราแดงมีกลิ่นแรงกว่ากะเพราขาว ลำต้นมีความสูง 30-60 เซนติเมตร ใบเป็นใบเดี่ยว รูปรี ปลายแหลม ขอบใบหยัก มีกลิ่นหอม [5,13]

กะเพรา 100 กรัม มีคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ โปรตีน (4.2 กรัม) ไขมัน (0.5 กรัม) คาร์โบไฮเดรต (2.3 กรัม) วิตามินซี (83 มิลลิกรัม) เบต้าแคโรทีน (2.5 มิลลิกรัม) โครเมียม (2.9 ไมโครกรัม) ทองแดง (0.4 ไมโครกรัม) สังกะสี (0.15 ไมโครกรัม) วานเนเดียม (0.54 ไมโครกรัม) เหล็ก (2.32 ไมโครกรัม) และนิกเกิล (0.73 ไมโครกรัม) [12,14]

น้ำมันหอมระเหยของใบกะเพราประกอบด้วยสารเคมีหลายชนิด เช่น α -thujene, (Z)-3-hexanol, ethyl-2-methyl butyrate, α -pinene, β -pinene, camphene, sabinene, myrcene, limonene, 1,8-cineole, cis- β -ocimene, p-cymene, terpinolene, allo-ocimene, α -cubebene, γ -terpene, trans-linalool oxide, geraniol, α -copaene, β -bourbonene, linalool, β -farnesene, β -elemene, β -caryophyllene, iso-eugenol, α -guaiene, α -amorphene, α -humulene, α -terpeneol, iso-borneol, germacrene-D, β -selinene, α -muurolene, δ -cadinene, cuparene, calamenene, geraneol, nerolidol, caryophyllene oxide, (E,Z)-farnesol, elemol, methyl chavicol, bomeol, limonene, farnesol, urosolic acid, carvacrol, eugenic acid และ limatrol [14-16] น้ำมันหอมระเหยเป็นสารที่มีกลิ่นหอม เราจึงควรใช้ใบกะเพราที่เด็ดจากต้นสดๆ ในการปรุงอาหาร เพราะถ้าทิ้งไว้ความหอมของกะเพราจะจางหายไป ส่วนน้ำมันเมล็ดกะเพรามีกรดไขมันเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ palmitic, stearic, linolenic, linoleic และ oleic acid [14] นอกจากนี้พบสารเคมีหลายชนิดที่เป็นองค์ประกอบในใบและส่วนต่างๆ ของกะเพรา เช่น urosolic acid, apigenin, luteolin, apigenin-7-O-glucuronide, luteolin-7-O-glucuronide,



รูปที่ 1 สูตรโครงสร้างของสารฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์บางชนิดที่พบในกะเพรา [14, 17-18]

iso-orientin, *orientin*, *molludistin*, *stigmsterol*, *triacontanol ferulate*, *vicenin-2*, *vitexin*, *iso-vitexin*, *aesculetin*, *aesculin*, *chlorogenic acid*, *galuteolin*, *circineol*, *gallic acid*, *gallic acid methyl ester*, *procatechuic acid*, *4-hydroxybenzoic acid*, *vallinin*, *caffeic acid*, *phenylpropane glucosides 1*, β -*stigmsterol*, *cirsilineol*, *cirsimartin*, *isothymusin*, *isothymonin*, *rosmarinic acid*, *carosic acid*, *eugenol* และ *sinapic acid* [14, 17-18] โครงสร้างทางเคมีของสารฟลาโวนอยด์และสารฟีนอลิกบางชนิดที่พบในกะเพราแสดงในรูปที่ 1 ปัจจุบันมีการค้นพบสารต้านอนุมูลอิสระจำนวนมากในผักผลไม้ และพืชสมุนไพร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารฟลาโวนอยด์และสารฟีนอลิก จะเห็นได้ว่ากะเพรามีสารกลุ่มนี้เป็นองค์ประกอบหลายชนิด ดังนั้นกะเพรามีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ

5. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของกะเพรา

ในกะเพราพบวิตามินซี ซึ่งทราบกันดีว่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง ดังนั้นในการทำอาหารควรใส่ใบกะเพราหลังสุด เพื่อคงสมบัติการต้านอนุมูลอิสระไว้เพราะวิตามินซีจะสลายตัวง่ายเมื่อโดนความร้อน ส่วนเบต้าแคโรทีนสามารถละลายได้ในน้ำและน้ำมัน ดังนั้นอาหารที่มีน้ำและน้ำมันอยู่จะสกัดสารนี้ออกจากใบกะเพราได้ดี ทำให้เบต้าแคโรทีนเข้าสู่ร่างกายได้เร็วขึ้น นอกจากนี้พบสารฟีนอลิก รวมถึงสารฟลาโวนอยด์ในกะเพรา ปัจจุบันพบว่าสารกลุ่มนี้มีบทบาทสำคัญในการต้านอนุมูลอิสระ มีรายงานพบสารฟลาโวนอยด์ *luteolin* และ *orientin* (รูปที่ 1) ในกะเพราซึ่งมีโครงสร้างตรงพันธะคู่ที่ตำแหน่ง 2-3 คอนจูเกตกับหมู่ 4-oxo ในวง C ซึ่งสารที่มีโครงสร้างลักษณะนี้จะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง ปัจจุบันมีรายงานฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของกะเพรามากมาย เช่น Wangcharoen และ Morasuk [13] ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดกะเพราขาวและกะเพราแดงโดยวิธี FRAP (Ferric reducing ability of plasma), ABTS (2,2-azino-bis[3-ethylbenz-thiazoline-6-sulphonate]) และ DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) พบว่ากะเพราแดงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่ากะเพราขาว Hakkim และคณะ [18] รายงานสารสกัดเมทานอลจากกะเพรามีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด เช่น อนุมูลซูเปอร์ออกไซด์แอนไอออน อนุมูลไฮดรอกซิล อนุมูลเปอร์ออกไซด์ และการจับกับโลหะเหล็ก ซึ่งส่วนใหญ่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่ากิงและช็อคดอก ส่วน Aqli และคณะ [20] ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH พบว่าสารสกัดเมทานอลของกะเพรามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าพืชหลายชนิด เช่น ชา (*Camellia sinensis*) และกระเทียม (*Allium sativum*) นอกจากนี้ Bunrathep และคณะ [22] ศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากพืชไทยในวงศ์ Labiatae 4 ชนิด พบว่าน้ำมันอีหระ (*O. gratissimum*) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด รองลงมาคือน้ำมันกะเพรา (*O. sanctum*) แมงลัก (*O. canum*) และโหระพา (*O. basilicum*) ตามลำดับ และน้ำมันกะเพราแดงมี

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่ากะเพราขาว ในน้ำมันหอมระเหยมีสาร eugenol เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งเป็นสารที่มีสมบัติต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน [17,23] Devi และคณะ [21] พบสารฟลาโวนอยด์ 2 ชนิด ได้แก่ orientin และ vicenin ในใบกะเพรา ซึ่งสามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันในตับหนูด้วยความเข้มข้นต่ำประมาณ 10-500 ไมโครโมลาร์ โดยยับยั้งการเกิดอนุมูลไฮดรอกซิลที่เกิดจากปฏิกิริยาเฟนตัน มีรายงานสารต้านอนุมูลอิสระซึ่งเป็นสารฟีนอลิกในใบกะเพรา 6 ชนิด ได้แก่ cirsilincol, cirsimaritin, isothymusin, isothymonin, apigenin และ rosmarinic acid และพบว่าสารเหล่านี้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ [17] Balanehru และ Nagarajan [27,28] ได้แยกสาร urolic acid จากกะเพรา พบว่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้สูงถึง 60% และสามารถลดปฏิกิริยาออกซิเดชันในตับและไมโทคอนเดรียของหัวใจสัตว์ทดลองที่ได้รับยา adriamycin เมื่อนำสาร oleanolic acid ซึ่งได้จากการแยกจากต้น *Eugenia jumbolana* มาผสมกับสาร urolic acid พบว่าสามารถลดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้สูงถึง 69% ทำให้ความเป็นพิษต่อหัวใจของ adriamycin ลดลง จากองค์ประกอบทางเคมีที่พบในกะเพรา พบสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด เช่น วิตามินซี เบต้าแคโรทีน สารฟลาโวนอยด์และสารฟีนอลิกหลายชนิด ซึ่งสารแต่ละชนิดอาจมีฤทธิ์การทำงานเสริมกันหรือหักล้างกันหรือมีเพียงสารบางชนิดเท่านั้นที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งยังไม่มีคำตอบที่ชัดเจน แต่จากรายงานวิจัยมากมายที่ผ่านมาเกี่ยวกับการต้านอนุมูลอิสระของกะเพรา คงทำให้เราสามารถสรุปได้ว่ากะเพรามีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ดังนั้นการรับประทานผักกะเพราเป็นประจำทำให้ผู้บริโภคสามารถได้รับสารต้านอนุมูลอิสระ

6. สรุป

อนุมูลอิสระเป็นสาเหตุของโรคหลายชนิดโดยเฉพาะโรคมะเร็ง อนุมูลอิสระถูกทำลายด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ปกติในร่างกายมีสารต้านอนุมูลอิสระ แต่ถ้าอนุมูลอิสระมีมากเกินไป ร่างกายจำเป็นต้องได้รับสารต้านอนุมูลอิสระจากปัจจัยภายนอกร่างกาย กะเพราเป็นผักสวนครัวที่อยู่คู่กับคนเรามาเป็นเวลานาน เพียงแต่สมัยก่อนยังมีการศึกษาวิจัยน้อย แต่ปัจจุบันเป็นทราบกันดีถึงประโยชน์อันมากมายของกะเพรา ทั้งสรรพคุณในการรักษาโรคหลายชนิด รวมถึงสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งในกะเพราพบสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด ดังนั้นการบริโภคกะเพราเป็นประจำจะมีคุณประโยชน์ต่อร่างกาย สามารถต้านอนุมูลอิสระและป้องกันการเกิดโรคร้ายต่างๆ ได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Cornish, M.L. and Garbarg, D.J., 2010. Antioxidant from microalgae: potential application in human health and nutrition. *Free Radic. Biol. Med.*, 25, 155-171.
- [2] Ricardson, S.J., 1993. Free radical in the genesis of Alzheimer's disease. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 695, 73-76.
- [3] Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Mark, T.D., Cronin, M.T.D., Milan Mazur, M. and Telser, J., 2007. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int. J. Biochem. Cell Biol.*, 39(1), 44-84.
- [4] Prakash, P. and Gupta, N., 2005. Therapeutic uses of *Ocimum sanctum* Linn (tulsi) with a note on eugenol and its pharmacological actions: a short review. *Indian J. Physiol. Pharmacol.*, 49(2), 125-131.
- [5] Pandey, G. and Madhuri, S., 2010. Pharmacological activities of *Ocimum sanctum* (tulsi): a review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 5(1), 61-66.
- [6] Pei, J. and Li, X., 2000. Xanthine and hypoxanthine sensors based on xanthine oxidase immobilized on a CuPtCl_6 chemically modified electrode and liquid chromatography electrochemical detection. *Anal. Chim. Acta.*, 414, 205-213.
- [7] Barbusinski, K., 2009. Fenton reaction-controversy concerning the chemistry. *Eco. Chem. Eng.*, 16(3), 347-358.
- [8] Sangeetha, P., Das, U.N., Koratkar, R. and Suryaprabha, P., 1990. Increase in free radical generation and lipid peroxidation following chemotherapy in patients with cancer. *Free Radic. Biol. Med.*, 8(1), 15-19.
- [9] Pryor, W.A., 1997. Cigarette smoke radicals and the role of free radicals in chemical carcinogenicity. *Environ. Health Perspect.*, 105, 875-882.
- [10] Pryor, W.A., 1994. Mechanisms of radical formation from reactions of ozone with target molecules in the lung. *Free Radic. Biol. Med.*, 17(5), 451-465.
- [11] โอภา วัชรกุลป์ต์, ปรีชา บุญจง, จันทนา บุญยะรัตน์ และมาลีรักษ์ อัดต์สินทอง, 2550. สารต้านอนุมูลอิสระ. พิมพ์ครั้งที่ 2, นิวไทยมิตรการพิมพ์. กรุงเทพฯ. [Opa Vajragupta, Preecha. Boonchoong, Chantana Boonyarut, and Maleeruk Utsintong, 2007. Radical Scavenging Agent. 2nd ed. New Thai Mitkanpim Publisher. Bangkok (in Thai)]
- [12] Padayatty, S.J. and Levine, M., 2001. New insights into the physiology and pharmacology of vitamin C. *CMAJ.*, 164(3), 353-355.

- [13] Wangcharoen, W. and Morasuk, W., 2007. Antioxidant capacity and phenolic content of some Thai culinary plants. *Mj. Int. J. Sci. Tech.*, 01(02), 100-106.
- [14] Mondal, S., Mirdha, B.R. and Mahapatra, S.C., 2009. The science behind sacredness of tulsi (*Ocimum sanctum* Linn.). *Indian J. Physiol. Pharmacol.*, 53(4), 291-306.
- [15] Vani, S.R., Cheng, S.F. and Chuah, C.H., 2009. Comparative study of volatile compounds from Genus *Ocimum*. *Am. J. Applied Sci.*, 6(3), 523-528.
- [16] Rahmari, S., Islarn, R., Kamruzzaman, M., Alarn, K. and Jamal, H.M., 2011. *Ocimum sanctum* L.: a review of phytochemical and pharmacological profile. *Am. J. Drug Discov. Dev.*, 1-15.
- [17] Kelm, M.A., Nair, M.G., Strasbury, G.M. and Dewitt, P.L., 2000. Antioxidant and cyclooxygenase inhibitory phenolic compounds from *Ocimum sanctum* Linn. *Phytomed.*, 7(1), 7-13.
- [18] Hakkim, F.L., Shankar, C.G. and Girija, S., 2007. Chemical composition and antioxidant property of holy basil (*Ocimum sanctum* L.) leaves, stems, and inflorescence and their *in vitro* callus cultures. *J. Agric. Food Chem.*, 55, 9109-9117.
- [19] Tachakittirungrod, S., Okonogi, S. and Chowwanapoompohn, S., 2007. Study on antioxidant activity of certain plants in Thailand: mechanism of antioxidant action of guava leaf extract. *Food Chemistry.*, 103, 381-388.
- [20] Aqil, F., Ahmad, I. and Mehmood, Z., 2006. Antioxidant and free radical scavenging properties of twelve traditionally used Indian medicinal plants. *Turk. J. Biol.*, 30, 177-183.
- [21] Devi, P.U., Ganasoundari, A., Vrinda, B., Srinivasan, K.K. and Unnikrishnan, M.K., 2000. Radiation protection by the *Ocimum* flavonoids orientin and vicenin: mechanisms of action. *Radiat. Res.*, 154, 455-460.
- [22] Bunrathep, S., Palanuvej, C. and Ruangrunsi, N., 2007. Chemical composition and antioxidative activities of essential oils from four *Ocimum* species endemic to Thailand. *J. Health Res.*, 21(3), 201-206.
- [23] Gupta, S.K., Prakash, J. and Sriastava, S.V., 2002. Validation of claim of Tulsi, *Ocimum sanctum* Linn. as a medicinal plant. *Indian J. Exp. Biol.*, 40(7), 765-773.
- [24] Sanchez-Moreno, C.A., Jimenez-Escia and Saura-Calixto, J., 2000. Study of low-density lipoprotein oxidizability indexes to measure the antioxidant activity of dietary polyphenols. *Nutrit. Res.*, 20, 941-953.
- [25] Jirum, J. and Srihanam, P., 2011. Oxidants and antioxidants: sources and mechanism. *J. Kalasin Rajabhat University*, 1(1), 59-69.

- [26] Valacchi, G., Pagnin, E., Corbacho, A.M., Olano, E., Davis, P.A., Packer, L. and Cross, C.E., 2004. In vivo ozone exposure induces antioxidant stress-related responses in murine lung and skin. *Free Radic. Biol. Med.*, 36, 673-681.
- [27] Balanehru, S. and Nagarajan, B. 1991. Protective effect of oleanolic acid and ursolic acid against lipid peroxidation. *Biochem. Int.*, 24(5), 981-990.
- [28] Balanehru, S. and Nagarajan, B. 1992. Intervention of adriamycin induced free radical damage. *Biochem. Int.*, 28(4), 735-44.

