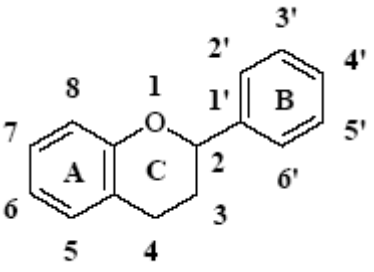
บทความวิชาการ

ฟลาโวนอยด์ในใบชา : หน้าที่ การใช้ประโยชน์ และการวิเคราะห์

(Tea Flavonoids: their Functions, Utilization and Analysis)

โดย [1]ณัฏฐิกา ศิลาลาย

สารประกอบฟลาโวนอยด์ (flavonoid compounds) เป็นกลุ่มหนึ่งของสารประกอบโพลิฟีนอลที่มีอะกลัยโคนเป็นองค์ประกอบดังรูปที่ 1 สามารถพบได้มากมายในผักและผลไม้ จะเกิดปฏิกิริยาไฮดรอกซิเลชั่น (hydroxylation reaction) และปฏิกิริยาเอสเตอริฟิเคชั่น (esterification reaction) กับน้ำตาล และบางครั้งก็มีหมู่เอซิล (acyl group) อยู่ในโมเลกุลด้วย เช่นเดียวกับแอนโธไซยานิน (anthocyanin) ฟลาโวนอยด์หลายชนิดมีน้ำตาลเป็นโมโนแซคคาไรด์ (monosaccharides) หรือ ไดแซคคาไรด์ (disaccharides) อยู่ในโมเลกุลด้วย ซึ่งน้ำตาลที่พบ คือ กลูโคส (glucose) และ แรมโนส (rhamnose)



รูปที่ 1 โครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบฟลาโวนอยด์ (flavonoid compounds)

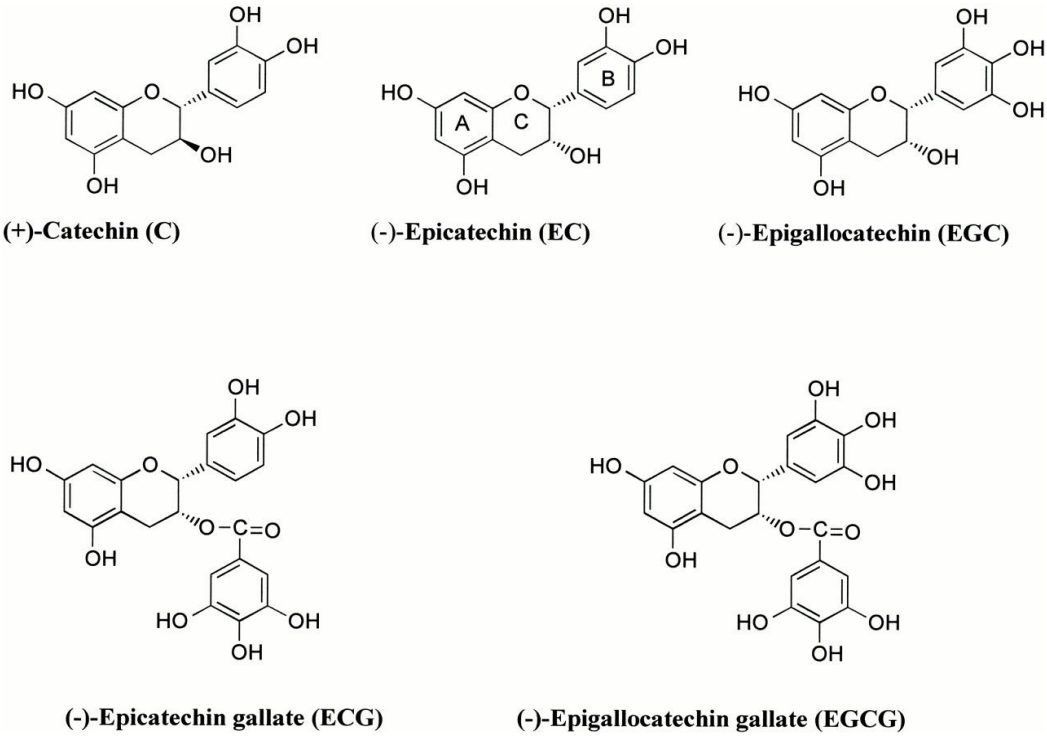
ฟลาโวนอยด์เป็นรงควัตถุ (pigment) ที่มีความคงตัวต่อความร้อน และปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation reaction) ได้ดีกว่าแอนโธไซยานิน (anthocyanin) แต่สามารถเปลี่ยนสีได้ง่าย เมื่อรวมตัวกับอิออนของโลหะ เช่น เมื่อรวมตัวกับเหล็กจะให้สีน้ำเงินหรือสีเขียว นอกจากนั้นฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ยังเป็นสารเริ่มต้นสำหรับปฏิกิริยา enzymatic browning ได้ จึงทำให้เกิดสีที่ไม่พึงประสงค์ในอาหาร ตัวอย่างเช่น หน่อไม้ฝรั่งบรรจุกระป๋องอาจมี flavonoid ที่มีชื่อว่า รูติน (rutin หรือ quercetin-3-rhamno-glucoside) สามารถรวมตัวกับ อิออนของโลหะที่ออกมาจากกระป๋อง เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีดำคล้ำ แต่ถ้ารวมกับดีบุกจะให้สารประกอบเชิงซ้อนสีเหลือง

ในใบชามีสารประกอบฟลาโวนอยด์ ประเภท flavonols 3 ชนิด คือ quercetin, kaempferol และ myricetin ซึ่งเป็นสารที่ทำให้ใบชามีรสฝาดและขม นอกจากนั้นในใบชายังมีสารประกอบที่เรียกว่า "catechins" ซึ่งเป็นสารประกอบฟลาโวนอยด์จำพวก ฟลาโวนอล (flavonols) ในชาเขียวจะมี catechins อยู่ประมาณ ร้อยละ 20-30 ของน้ำหนักแห้ง (Balentine, DA. และคณะ, 1997) catechins ที่สำคัญที่มีอยู่ในใบชาเขียวสด คือ (-) - epigallocatechin gallate (EGCG), (-) – epigallo catechin (ECG), (-)-epicatechin gallate (EG) และ (-)-epicatechin (EC) ดังรูปที่ 2

nsilalai@hotmail.com

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

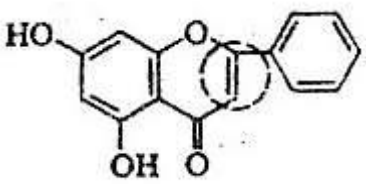
Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University



รูปที่ 2 โครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบ catechins ที่มีอยู่ในชาเขียว

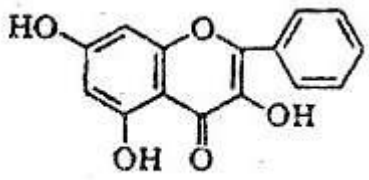
สารประกอบฟลาโวนอยด์สามารถแบ่งเป็น 5 กลุ่มย่อย ได้ดังนี้

1) ฟลาโวน (flavones) หรือ 2-phenyl benzopyrone ในโมเลกุลมีพันธะคู่ระหว่างคาร์บอนตำแหน่งที่ 2 และ 3 ฟลาโวนเป็นสารประกอบที่ไม่มีสี ตัวอย่างเช่น อะจิพีนีน (agipenin) ลูเทโอลิน (luteolin) และ ไตรเซติน (tricetin) ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 โครงสร้างโมเลกุลของฟลาโวน (flavones)

2) ฟลาโวนอล (flavonols) เกิดจากการที่สารประกอบฟลาโวน (flavones) มีการแทนที่ของหมู่ไฮดรอกซิล (OH) เพิ่มขึ้นที่ตำแหน่งที่ 3 ตัวอย่างของฟลาโวนอล ได้แก่ quercetin (หรือ 3,5,7,3',4'-pentahydroxyflavone) kaempferol หรือ myricetin อะกลัยโคนที่เป็นอนุพันธ์ของฟลาโวนและฟลาโวนอลที่ทราบโครงสร้างมีอีกประมาณ 60 ชนิด ซึ่งจะแตกต่างกันที่หมู่ไฮดรอกซิล (OH) และหมู่เมธอกซี (methoxy group) ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 โครงสร้างโมเลกุลของฟลาโวนอล (flavonols)

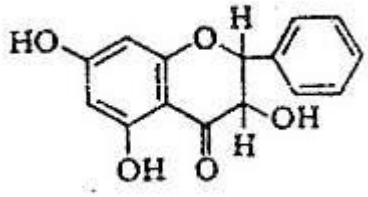
3) ฟลาวาโนน (flavanones) มีสูตรโครงสร้างคล้ายฟลาโวน แต่พันธะระหว่างคาร์บอนตำแหน่งที่ 2 และ 3 เป็นพันธะเดี่ยว ฟลาวาโนน (flavanones) เป็น

nsilalai@hotmail.com
[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University

ฟลาโวนอยด์ที่พบในผลไม้ตระกูลส้ม เช่น เฮสเพอริดิน (hesperidin) และ นารินจิน (naringin) ที่ค่าพีเอชเป็นด่าง (pH12) วงแหวนที่อยู่ภายในโมเลกุลของเฮสเพอริดิน (hesperidin) จะเปิดออกได้เป็น chalcone จะมี สีเหลืองถึงสีน้ำตาล ตัวอย่าง ปฏิกิริยาของเฮสเพอริดินกับด่าง ดังรูปที่ 5

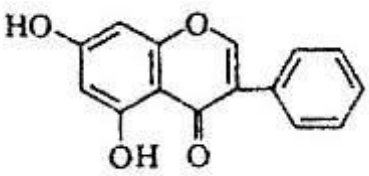
รูปที่ 5 โครงสร้างโมเลกุลของฟลาวาโนน (flavanones)

4) ฟลาวาโนนอล (flavanonols) มีสูตรโครงสร้างคล้ายกับฟลาวาโนน (flavanones) แต่มีหมู่ไฮดรอกซิล (OH) เพิ่มขึ้นในตำแหน่งที่ 3 ดังรูปที่ 6



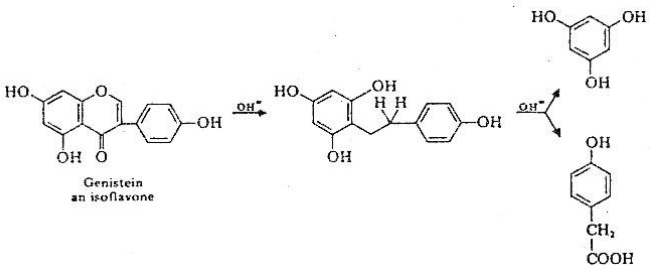
รูปที่ 6 โครงสร้างโมเลกุลของฟลาวาโนนอล (flavanonols)

5) ไอโซฟลาโวน (isoflavones) มีสูตรโครงสร้างเช่นเดียวกับฟลาโวน (flavones) แต่วงแหวนฟีนิล (phenyl ring) อยู่ที่ตำแหน่งที่ 3 เป็น 3-phenylbenzopyrone
ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 โครงสร้างโมเลกุลของไอโซฟลาโวน (isoflavones)

เช่น เจนิสตีน (genistein) เป็นรงควัตถุที่พบในพืชตระกูลถั่ว สารนี้สลายตัวได้ด้วยด่าง ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมีดังข้างล่างนี้



ฟลาโวนอล (flavonols) หลักที่มีอยู่ในใบชา คือ quercetin, kaempferol และ myricetin ซึ่งเป็นสารในกลุ่มฟลาโวนอล (flavonols) ในน้ำชามีฟลาโวนอลอยู่ประมาณร้อยละ 2-3 หลังจากที่ผ่านกระบวนการย่อยด้วยกรดแล้ว พบว่ามี quercetin ประมาณ 0.83-1.59 g/kg ของน้ำแห้ง kaempferol ประมาณ 1.79-4.05 g/kg ของน้ำหนักแห้ง และ myricetin ประมาณ 1.56-3.31 g/kg ของน้ำหนักแห้ง ส่วนในใบชาดำ (black tea) มี quercetin, kaempferol และ myricetin ประมาณ 0.40-3.03 g/kg, 1.72-2.31 g/kg และ 0.24-0.52 g/kg ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (Wang และ Helliwell,1998)

การวิเคราะห์หาปริมาณฟลาโวนอยด์ในใบชา (analysis of tea flavonoids)

ปริมาณของฟลาโวนอยด์ในใบชาจะอยู่ในรูปของสารประกอบเชิงซ้อน ซึ่งมักจะรายงานในรูปของสารประกอบฟีนอล (total polyphenols) ซึ่งสามารถวิเคราะห์และตรวจสอบได้โดยวิธี Folin-CiocaHeau assay (Sindleton และ Rossi, 1965) การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้ไม่จำเพาะเจาะจงกับตัวที่ช่วยลดการรบกวน (interfering reductants) ต่างๆ จึงจำเป็นต้องถูกกำจัด

nsilalai@hotmail.com
[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University

ออกก่อนการวิเคราะห์ แล้วจึงใช้ HPLC ในการวัดปริมาณของสารประกอบฟลาโวนอยด์ เนื่องจาก HPLC มีความสามารถในการแยกสารประกอบอื่นๆ ที่ปะปนอยู่กับสารที่ต้องการวิเคราะห์ได้ ดังนั้น HPLC จึงเป็นที่นิยมอย่างมากในการนำมาใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณ catechins ในใบชา

methanol หรือ caetonitrite aqueous solutions มักจะถูกนำมาใช้เป็นตัวชะ (elution mobile phase) (Wang และคณะ 2000 ; Marken และ Beecher, 2000) มีรายงานว่าความไว (sensitivity) ของ electrochemical detector ที่ใช้วิเคราะห์ catechins ในใบชามีความไวกว่าการใช้ UV detector ถึง 1000 เท่า และไม่นานมานี้ การสกัดโดยใช้ solid phase ดูเหมือนว่าจะเป็นที่นิยมอย่างมาก

ใบชาที่จะทำการวิเคราะห์ด้วย HPLC ต้องผ่านการทำให้บริสุทธิ์ก่อนการวิเคราะห์ (Naik และ Nagalakashim, 1997) สารประกอบฟลาโวนอลมาตรฐานที่ใช้ได้มาจากทางการค้า ซึ่ง Peak ที่ใช้บ่งชี้ถึงสารประกอบฟลาโวนอลนั้นได้มาจาก alternative means โดยการใช้ UV-, ^{1}H and ^{13}C NMR spectroscopy FAB mass spectrometry เป็นต้น

หน้าที่หลักของสารประกอบฟลาโวนอยด์ในใบชา (major functions of tea flavonoids)

1) antioxidant activity สารประกอบฟลาโวนอยด์มีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) โดยทำหน้าที่เป็นตัวขัดขวางหรือหยุดปฏิกิริยาต่อเนื่องของอนุมูลอิสระ (free radical chain terminator) ตัวจับออกซิเจน (oxygen scavenger) หรือเป็น chelating agent ของโลหะ เป็นต้น

กลไกการทำงานของสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) คือ มันจะทำหน้าที่เป็นสารรีดิวซ์ (reducing agent) ถ่ายเทไฮโดรเจนอะตอมออกจากโมเลกุลของมันให้กับออกซิเจน ทำให้ออกซิเจนไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาได้ ถ้าเป็นในอาหารออกซิเจนจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่างๆของอาหาร เช่น สี กลิ่นและคุณค่าทางอาหาร เป็นต้น แต่ถ้าเป็นในร่างกายจะทำให้เกิดอนุมูลอิสระ (free radicals) ในร่างกาย ส่งผลให้เนื้อเยื่อหรือเซลล์ต่างๆ ในร่างกายถูกทำลายยิ่งปริมาณอนุมูลอิสระสูงมากเพียงใดก็ยิ่งจะเป็นตัวเร่งให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บ รอยเหี่ยวย่นและความแก่ จากการศึกษาพบว่าระดับความเครียดก็ส่งผลให้เกิดจากปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระกับออกซิเจนสูงขึ้น นอกจากนั้นอายุยิ่งมากขึ้น การสะสมของของอนุมูลอิสระก็จะสูงเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นการรับประทานอาหารประเภทผักและ ผลไม้ที่มีสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) จะสามารถช่วยปกป้องจากการทำลายของอนุมูลอิสระได้

อนุมูลอิสระ (free radicals) คือ อะตอมหรือโมเลกุลที่มีอิเล็คตรอนเดี่ยว เพื่อให้ประจุไฟฟ้าเกิดความสมดุล อนุมูลอิสระจึงไปขโมยอิเล็คตรอนจากสารประกอบอื่น ตัวอย่างของอนุมูลอิสระ เช่น superoxide, hydroxyl และ hydrogenperoxide เป็นต้น

จากการศึกษา พบว่า สารประกอบฟลาโวนอยด์ในใบชา มีศักยภาพในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) และเป็นตัวจับอนุมูลอิสระ (free radical scavenging) ได้สูงกว่าวิตามินซี (vitamin C หรือ ascorbic acid) และวิตามินอี (vitamin E หรือ tocopherol) เพื่อป้องกันการเสื่อมของเซลล์จากอนุมูลอิสระ (Vison และคณะ, 1995) ซึ่ง Heijenen และคณะ (2000) พบว่าชาเขียวผง (green tea powder) มีศักยภาพในการเป็นตัวจับอนุมูลอิสระของไนโตรเจนมอนอกไซด์ (nitrogenmonoxide scavenging) มากกว่าชาดำผง (black tea powder) ถึง 5 เท่า

การที่สารที่มีอยู่ในธรรมชาตินั้นสามารถแสดงสมบัติการเป็นสารต้านออกซิเดชันได้นั้น จะเกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้ไฮโดรเจนอิออน (H^{+}) ของหมู่ไฮดรอกซิล (OH) ในสารประกอบฟีนอล ความสามารถในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารต้านการ

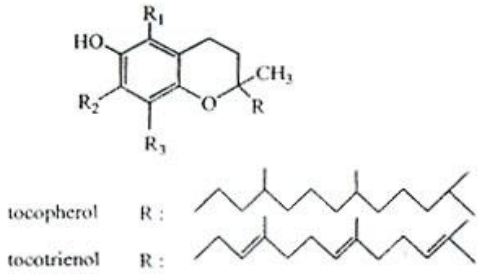
nsilalai@hotmail.com

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University

เกิดออกซิเดชัน (antioxidant activity; AOA) ขึ้นอยู่กับตำแหน่งและจำนวนของหมู่ไฮดรอกซิล รวมทั้งโครงสร้างอื่นๆ ในโมเลกุลด้วย

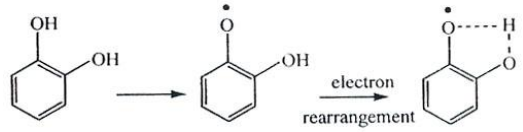
สารในกลุ่มโมโนฟีนอล (monophenol) และกรดฟีนอลิก (phenolic acid) จะพบมากในพืชตระกูลถั่ว มีสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันได้ เช่น tocopherol tocotrienols โครงสร้างดังรูปที่ 8



	R_1	R_2	R_3
α	CH_3	CH_3	CH_3
β	CH_3	H	CH_3
γ	H	CH_3	CH_3
δ	H	H	CH_3

รูปที่ 8 ตัวอย่างสารต้านออกซิเดชันกลุ่ม tocopherols และ tocotrienols (Hall, 2001)

สารประกอบฟีนอลที่มีหมู่แทนที่เป็นหมู่ให้อิเล็คตรอน (electron donating group) เช่น หมู่ไฮดรอกซิล (-OH) หมู่เมธอกซิล ($-OCH_3$) หมู่เมธิล ($-CH_3$) หมู่เอธิล ($-C_2H_5$) หรือ หมู่ t-butyl ($-C(CH_3)_3$) อยู่ที่ตำแหน่งออร์โท (ortho) หรือพารา (para) จะเพิ่มค่า AOA เช่น 1,2-dihydroxybenzene เมื่อเสียไฮโดรเจนไปแล้ว สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลได้ โมเลกุลจะเสถียรยิ่งขึ้น ทำให้ความสามารถในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชัน (AOA) เพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 9



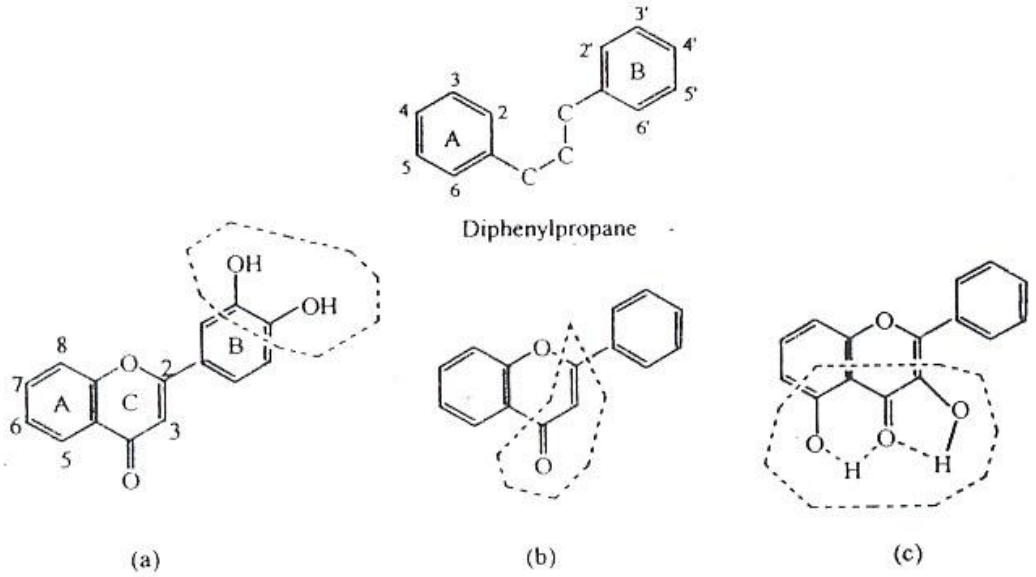
รูปที่ 9 การเกิดพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลของฟีนอลที่มีหมู่ OH แทนที่ที่ตำแหน่งออร์โท (Hall, 2001)

สารต้านออกซิเดชัน (antioxidants) กลุ่มที่พบมากที่สุดในธรรมชาติ ได้แก่ กลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) พบได้ในแทบทุกส่วนของพืช ไม่ว่าจะเป็นราก ลำต้น ใบ ดอก และผล ฟลาโวนอยด์ในพืชเป็นสารอินทรีย์ประเภทโพลีฟีนอล (polyphenol) มีโครงสร้างเป็นไดฟีนิลโพรเพน (diphenylpropane) มีการจัดเรียงตัวเป็นแบบ C_6-C_3-C_6 ฟลาโวนอยด์เป็นสารที่มีสมบัติในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่มีในอาหารประเภทไขมันและไขมันผสมน้ำ โครงสร้างของสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่เกี่ยวข้องกับการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน จะขึ้นกับหมู่ OH ที่บริเวณวงแหวน B (รูปที่ 10a) พันธะคู่ที่ C_2 และ C_3 ที่คอนจูเกต (conjugate) อยู่กับหมู่คาร์บอนิล (C=O) ที่ตำแหน่ง C_4 ของวงแหวน C (รูปที่ 10b) และการเกิดพันธะไฮโดรเจนของหมู่คาร์บอนิลที่ C_4 ของวงแหวน C กับหมู่ OH ที่ตำแหน่ง C_3 หรือ C_5 (รูปที่ 10c)

nsilalai@hotmail.com

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University



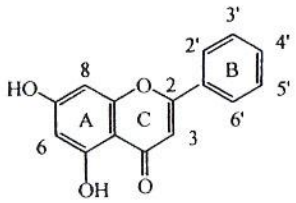
รูปที่ 10 โครงสร้างพื้นฐาน การกำหนดค่าตำแหน่งและบริเวณที่แสดงสมบัติในการต้านออกซิเดชันของสารกลุ่มฟลาโวนอยด์แบต่างๆ (Shi et al., 2001)

จากรายงานการศึกษาของ Dziedzic และ Hudson (1983) และกลุ่มวิจัยของ Rice-Evans (1996) พบว่าค่า AOA ของสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ขึ้นอยู่กับตำแหน่งและจำนวนหมู่ของ OH การที่มีหมู่ OH ที่พารา (C_4') ของวงแหวน B จะมีผลให้สมบัติการเป็นสารต้านออกซิเดชันมากกว่าหมู่ OH ที่ตำแหน่งออร์โท (C_2' และ C_6') ส่วนหมู่ OH ที่ตำแหน่งมีตา (meta) จะไม่มีผลต่อสมบัติดังกล่าว จากรูปที่ 11 เปรียบเทียบให้เห็นถึงศักยภาพของ AOA ระหว่าง myricetin quercetin ที่มีอยู่ในใบชา และ hesperidin ที่พบมากในพืชตระกูลส้ม (citrus fruits) พบว่า myricetin มีหมู่ OH ที่วงแหวน B จำนวน 3 หมู่ ซึ่งมีค่า AOA สูงกว่า quercetin ที่มีหมู่ OH จำนวน 2 หมู่และสูงกว่า hesperidin ซึ่งมีหมู่ OH เพียงหมู่เดียว

nsilalai@hotmail.com

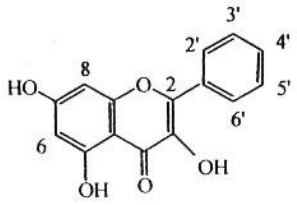
[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University



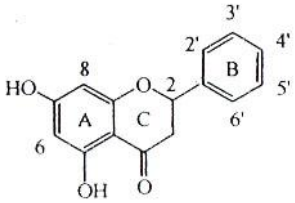
Flavones

	3’	4’
Apiginin	H	OH
Lutenolin	OH	OH



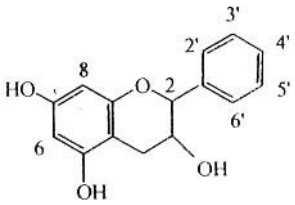
Flavonols

	2’	3’	4’	5’
Myricetin	H	OH	OH	OH
Quercetin	H	OH	OH	H
Hesperidin	H	OH	OCH_3	H
Datiscetin	OH	H	H	H



Flavanones

	3’	4’	5’
Naringenin	H	H	OH
Taxifolin	OH	OH	OH
Erodictyol	H	OH	OH

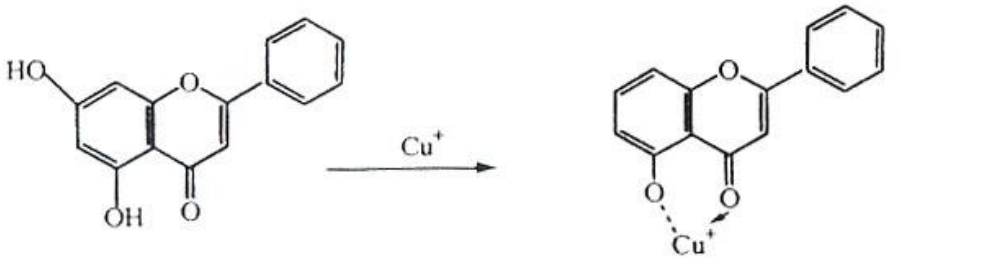


Flavans

	3’	4’
Catechin	OH	OH

รูปที่ 11 ตัวอย่างสารกลุ่มฟลาโวนอยด์แบบต่างๆ (Hall, 2001)

นอกจากนี้ยังพบว่า บริเวณหมู่คาร์บอนิลที่ C_4 ของวงแหวน C กับหมู่ OH ที่ตำแหน่ง C_3 หรือ C_5 จะว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยากับไอออนของโลหะเป็นอย่างมาก เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของโลหะ จึงยับยั้งการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของโลหะได้ ดังรูปที่ 12 (สุภามาส, 2547)



5-Hydroxy flavones

Metal complexs of 5-hydroxy flavonoids

nsilalai@hotmail.com

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University

รูปที่ 12 สารประกอบกลุ่มฟลาโวนอยด์เกิดปฏิกิริยากับอิออนของโลหะ (Hall, 2001)

nsilalai@hotmail.com

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University

ในชาเขียวมีสารประกอบฟลาโวนอยด์เป็นองค์ประกอบอยู่ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นได้ทำการตรวจสอบในเครื่องดื่มประเภทชา ในใบชาจะเต็มด้วยสารประกอบ gallate อยู่หลายชนิด แต่ตัวที่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) ดูเหมือนว่าจะเป็น epigallocatechin gallate (EGCG) นอกจากนั้น proanthocyanidins ก็เป็น gallate อีกชนิดหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการเป็น antioxidants ที่สามารถป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของ low-density lipoprotein (LDL) ซึ่งเป็นปัจจัยที่จะก่อให้เกิดโรคหัวใจ (coronary heart disease) ได้ (Keli และคณะ, 1996)

2) antimicrobial activity ความเข้มข้นต่ำสุดของการเป็นสารยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง (minimum inhibitory concentration; MIC) ของใบชานั้น ประมาณ 0.25-1.0 mg/ml สารสกัดจากใบชาไม่เพียงแต่จะป้องกันการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ *Staphylococcus mutans* แต่ยังสามารถไปกำจัดการยึดติดของเชื้อจุลินทรีย์นี้ และยังยับยั้งการทำงานของ glycosyl transferase activity (Saknnaka และคณะ, 1989) นอกจากนั้นจากการศึกษาในด้านอื่นๆ พบว่า epigallocatechin gallate (EGCG) ยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ *Staphylococcus aureus* ที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อได้อีกด้วย (Renaud และ de Lorgeril, 1992) ดังนั้นจึงมีการศึกษาสารสกัดจากใบชาเพื่อใช้เป็นวัตถุกันเสียในอาหารที่ได้จากธรรมชาติมากขึ้น

3) potential side effects จากการศึกษาเรื่องผลข้างเคียงของใบชา พบว่ามีความเกี่ยวข้องกับการดูดซึมธาตุเหล็ก (iron absorption) จากอาหาร เนื่องจากสารประกอบโพลีฟีนอล (polyphenolic compounds) ในใบชาเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ไม่ละลายน้ำ ดังนั้นเมื่อมีการบริโภคอาหารร่วมกับชา มันจะเข้าไปขัดขวางการดูดซึมธาตุประเภท non heme (non heme iron) ในระบบทางเดินอาหาร ทำให้การดูดซึมธาตุเหล็กจากอาหารเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในร่างกายลดลง (Brune และคณะ, 1989) แต่จะไม่มีผลยับยั้งการดูดซึมธาตุเหล็กถ้าหากฮีโมโกลบิล (hemoglobin) นั้นถูกทำให้สุกแล้ว (Disler และคณะ, 1975) และยังมีรายงานอีกว่าการเติมกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) หรือนมไป จะสามารถช่วยลดการขัดขวางการดูดซึมธาตุเหล็กจากอาหารได้ (Christian และ Seshadri, 1989)

เอกสารอ้างอิง

สุภามาส อินทฤทธิ์. 2547. สารต้านออกซิแดนท์. วารสารวิทยาศาสตร์. พ.ค-มิ.ย. หน้า 156-163.

Balentine, DA., Wiseman, SA. and Bouwena, LCM. 1997. The chemistry of tea flavonoid in crit. Rew. Food Sci. Nutr 37. 693-704.

Brune M., Rossander L. and Hallberg L. 1989. Iron absorption and phenolic compound: important of different phenolic structure. Eur. J. Clin. Nutr. 43:547-558.

Christian P. and Seshadri S. 1989. Counteract the inhibitory effect on tea in the vitro availability. Agri. 49:431-436.

Disler PB., Lynch SR., Charalton RW., Torrance JD., Bothwell TH., Walker RB. and Mayet F. 1975. The effect of tea on iron absorption. Gut. 16:113-119.

Heijen CGM., Haenen GRMM., Wiseman SA., Tijburg LBM. and Bast M. 2000. The interaction of tea flavonoids with NO-system : Discrimation between good and bad NO. Food Chem. 70:365-370.

Keli SO, Hertog MGL, Feskens EJM, Kroumhout D. 1996. Dietary flavonoids, antioxidant vitamins,

nsilalai@hotmail.com

[1]**ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม**

Department of food technology, Faculty of Science, Siam University

and incidence of stroke: The Zutphen study. Arch Intern Med. 156:637–642.

Marken HM. and Beecher GR. 2000. Measurement of food flsvonoids by High performance liquid chromatography : A review. J. Agri. Food Chem. 48:577-599.

Naik JP. and Nagalakashim S. 1997. Determination of caffeine in tea products by improve High performance liquid chromatography method. J. Agri. Food Chem. 45:3973-3975.

Renaud S. and de Lorgeril M. 1992. Wine, alcohol, platelets, and French paradox for coronary heart disease. Lancet 339:1523–1526.

Saknnaka S., Kim M., Tanigushi M. and Yamamoto T.1989. Antibacterial substances in Japanese green tea extract against *Streptcoccus mutants* : a cariogenic bacterium. Agri. Biol. Chem. 53:2307-2311.

Sindleton VL and Rossi JAJ. 1965. Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. J. Enol. Vitic. 16:144-158.

Vison JA., Dabbagh YA., Serry MM. and Jang J. 1995. Plant flavonoid especially tea flavonoid are powerful antioxidants using an in vitro oxidation model for heart disease. J. Agri. Food Chem. 43:2800-2802.

Wang H. and Helliwell K. 1998. Determination of flavonols in tea leaves by HPLC with isocratic elution system. Food Research Internation.

Wang H, Helliwell K and You X. 2000. Isocretic elution system for determination of tea catechins, caffeine, and gallic acid in green tea using HPLC. J. Food Chem. 68:115-121.

nsilalai@hotmail.com

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University