

การลดคอเลสเตอรอลด้วยพืชสกุลส้ม Cholesterol Lowering by Citrus

สมฤทัย จิตภักดีบดินทร์^{1*}
Somrutai Jitpukdeebodintr^{1*}

บทคัดย่อ

มะนาว เป็นพืชสกุลส้มมีสารที่สามารถนำมาใช้ในการลดระดับคอเลสเตอรอลได้ มีสารได้แก่ สารนารินจิน และ เฮสเปอร์ดิน ซึ่งเป็นสารฟลาโวนอยด์ และเส้นใยอาหารเปคติน โดยพบว่า สารนารินจิน และเฮสเปอร์ดินลดระดับคอเลสเตอรอลได้ด้วยกลไกยับยั้งการทำงานของ เอนไซม์ เอช เอ็ม จี โคเอ รีดักเทสและ เอนไซม์ เอ ซี เอ ที่ ส่วนเส้นใยอาหารเปคตินช่วยลดคอเลสเตอรอลโดยเพิ่มการขับออกของ คอเลสเตอรอล ด้วยการรวมตัวกับคอเลสเตอรอล, กรดน้ำดี และสเตียรอลที่เป็นกลาง นอกจากนั้นเปคตินยังไปรบกวนการดูดซึมไขมันที่ผนังลำไส้ด้วยการจับกับ กรดน้ำดี ทำให้ไขมันในลำไส้เล็กไม่สามารถรวมตัวเข้ากับน้ำดีได้ จึงไม่สามารถซึมผ่านเข้าไปในเซลล์ได้ ทำให้ไม่เกิดการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล

คำสำคัญ : มะนาว ฟลาโวนอยด์ นารินจิน เฮสเปอร์ดิน เปคติน คอเลสเตอรอล

Abstract

Lemon was one of *Citrus* fruits that were able to use as hypo-cholesterolemic substances. There were compounds in lemon, such as naringin and hesperidin which were flavonoids; and dietary fiber: pectin. It was found that cholesterol could be lowered by naringin and hesperidin with the mechanism of inhibition of enzyme HMG-coA reductase and ACAT. While dietary fiber: pectin, could lower cholesterol by increasing cholesterol excretion, binding with cholesterol, bile acid and neutral sterols. Moreover, pectin disturbed the intestinal fat absorption by competing fat emulsification. So intestinal fat could not bind with the bile and enable to absorbed into the cell for cholesterol synthesis.

Keywords: Lemon, Flavonoids, Naringin, Hesperidine, Pectin, Cholesterol

¹ ผศ., ภาควิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 90110

* Corresponding author: โทรศัพท์/โทรสาร: 074-288-841 อีเมล Somrutai.j@psu.ac.th

บทนำ

ปัจจุบันระดับไขมันในเลือดมีบทบาทสำคัญต่อสุขภาพของคน โดยคนจะระมัดระวังเรื่องการบริโภคอาหารเพื่อให้ไขมันในเลือดสูงกว่าปกติ จากการสำรวจพบว่าสาเหตุการตายที่สำคัญของประชากรโลก คือ โรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน (Coronary artery disease) และทำให้เป็นโรคหัวใจวาย ในสหรัฐอเมริกาผู้ป่วยด้วยโรคหัวใจวาย (heart attack) ประมาณ 1,250,000 คนต่อปี ซึ่งผู้ป่วยที่รักษาหรือแก้ไขไม่ทันและตายมากกว่า 650,000 คน [1][2] ประเทศไทยแม้จะไม่มีกรรวบรวมสถิติที่แน่นอน แต่โรคหลอดเลือดหัวใจอุดตันก็จัดอยู่อันดับต้นๆ ของสาเหตุการตายในประชากรไทยเช่นกัน [1][2] จึงมีผู้พยายามศึกษาและรวบรวมสาเหตุที่ก่อให้เกิดโรคนี้ และพบว่าระดับไขมันในเลือดสูงเป็นสาเหตุสำคัญสาเหตุหนึ่ง ดังนั้นจึงมีการศึกษาทดลองวิธีการลดระดับไขมันในเส้นเลือด และพบว่ามะนาว ซึ่งเป็นพืชสกุลส้ม (Citrus) มีชีวสาร (Biosubstances) หลายชนิดสามารถลดระดับคอเลสเตอรอลได้ ได้แก่ สารฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) ซึ่งมีสมบัติการเป็นสารต่อต้านอนุมูลอิสระที่โดดเด่น โดยพบสารนารินจิน (Naringin) และเฮสเปอร์ิดิน (Hesperidin) ซึ่งจัดเป็นสารกลุ่มฟลาโวน (Flavone) [3] มีสมบัติลดระดับคอเลสเตอรอลได้ นอกจากนั้นเพคติน (pectin) ซึ่งเป็นสารเส้นใยอาหารในพืชและผลไม้โดยเฉพาะในพืชสกุลส้ม เช่น มะนาว มีสมบัติในการลดระดับคอเลสเตอรอลเช่นกัน [4][5]

สารอาหารจากมะนาวในการลดระดับคอเลสเตอรอล

พืชสกุลส้ม อยู่ในวงศ์ Rutaceae ได้แก่ ส้ม, มะนาว, ส้มโอ, และเกรฟฟรุต (Grapefruit) เป็นต้น เป็นไม้ผลที่ปลูกทั่วไปในประเทศไทยมีการปลูกทั่วทุกภาค เป็นพืชผลที่มีความสำคัญและอยู่คู่วิถีชีวิตของคนไทย โดยเฉพาะมะนาวซึ่งนำมาใช้ในอาหารและเครื่องดื่มในชีวิตประจำวัน จัดเป็นอาหารสุขภาพชนิดหนึ่ง มะนาวมีหลายสายพันธุ์และมีสารอาหาร (dietary substances) รวมทั้งชีวสารที่มีประโยชน์มากมาย [6] ได้แก่

1. โปรตีน (Protein) 0.44 g/100g
2. คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) 9.01 g/100g
3. เกลือแร่ (Mineral) ได้แก่ แคลเซียม (calcium) 9 mg/100g, เหล็ก (iron) 0.03 mg/100g, แมกนีเซียม (magnesium) 6 mg/100g, ฟอสฟอรัส (Phosphorus) 7 mg/100g, โพแทสเซียม (Potassium) 109 mg/100g, โซเดียม (Sodium) 1 mg/100g, สังกะสี (Zinc) 0.06 mg/100g, ทองแดง (Copper) 0.03 mg/100g, แมงกานีส (Manganese) 0.008 mg/100g, ซีลีเนียม (Selenium) 0.1 µ/100g
4. วิตามิน (Vitamins) ได้แก่ วิตามิน ซี, บี, เอ, อี, และเค, เบต้าคริปโตแซนทีน (Beta-cryptoxanthin) โดยวิตามินซีมีมากที่สุดถึง 29.3 mg/100g วิตามินบีมีทั้งวิตามินบี-1 (Thiamin), ไรโบฟลาวิน (Riboflavin) ไนอาซิน (Niacin), กรดแพนโทธีนิก (Pantothenic Acid), โฟเลตและกรดโฟลิก (Folate and Folic Acid), วิตามินบี-12 (Vitamin B12) วิตามินเอทั้งในรูปเตรติโนน (tretionin) และเรตินอล (retinol)
5. เส้นใยอาหาร (Fibre) ได้แก่ เพคติน (pectin)
6. คาร์โรทีนอยด์ ทั้งแอลฟาและเบต้าแคโรทีน (alpha and beta -carotene)
7. ฟลาโวนอยด์ ได้แก่ นารินจิน และเฮสเปอร์ิดิน ไลโคปีน (Lycopene), ลูเทออินและซีแซนทีน (Lutein & Zeaxanthin)
8. ลิโมนอยด์ ได้แก่ ลิโมนิน (limonin), โนมิลิน (nomilin), และโอบาควิโนน (obacunone) และอิซแซนจิน (ichangin) เป็นต้น
9. กรดไขมัน ทั้งกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว

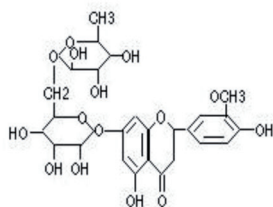
มะนาวเป็นพืชหนึ่งที่มีบทบาทในการลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดได้ โดยมีสารสำคัญที่มีบทบาทในการลดระดับคอเลสเตอรอล สรุปดังตารางที่ 1 แต่สารที่มีบทบาทมากและมีการทดลองวิจัยการลดระดับคอเลสเตอรอลซึ่งจะนำมากล่าวถึงในบทความนี้ได้แก่สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ ได้แก่ นารินจิน (naringin), และเฮสเปอร์ิดิน (hesperidin) รวมทั้งสารในกลุ่มเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ (Water soluble fiber) ได้แก่ เพคติน (Pectin)

ตารางที่ 1 ชีวสารสำคัญในมะนาวที่มีบทบาทในการลดระดับคอเลสเตอรอล

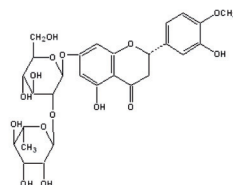
Biomaterials in lime	Example compounds
Carotenoids [7]	Carotene
Flavonoids [8]	Naringin, hesperidine, luteolin, nobiletin, tangeritin
Organic acids [9]	Citric, malic, oxalic, succinic, quinic, ascorbic
Terpenoids [10]	Limonin, nomilin, ichangin, obacunone
Coumarin [11]	Coumarin
Water soluble fiber [12]	Pectin

การลดระดับคอเลสเตอรอลของสารนารินจินและเฮสเปอร์ิดิน (Naringin & Hesperidin)

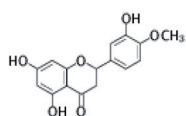
จากการทดลองของ Kuwska และคณะ [13] ในกระต่ายจำนวน 18 ตัว ที่ให้ดื่มน้ำส้ม (Orange juice) และน้ำเกรฟฟรุต (Grapefruit juice) แทนน้ำ (กลุ่มควบคุม) โดยตรวจวัดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด พบว่าคอเลสเตอรอลในเซรัมทั้งหมด (total cholesterol) ในสัตว์ทดลองที่ดื่มน้ำส้มและน้ำเกรฟฟรุต ลดลงจาก 4.90 ± 0.47 mmol/L เป็น 3.55 ± 0.49 และ 0.85 ± 0.35 mmol/L ตามลำดับ ส่วนคอเลสเตอรอลและไลโปโปรตีนความหนาแน่นต่ำลดลงจาก 2.91 ± 0.32 mmol/L เป็น 1.66 ± 0.29 และ 1.99 ± 0.22 mmol/L ตามลำดับ ทั้งนี้พบว่าในน้ำผลไม้ทั้งสองมีสารสำคัญคือ เฮสเปอร์ิดิน และนารินจิน ซึ่งเป็นสารอะไกลโคน (aglycone) ของสารเฮสเปอร์ิดิน และนารินจิน ตามลำดับ และมีสูตรโครงสร้างดังภาพที่ 1 นอกจากนั้นได้สังเกตปริมาณคอเลสเตอรอลและปริมาณน้ำตาลที่ขับออกทางอุจจาระ พบว่ามีปริมาณลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม จากผลการทดลองดังกล่าว Kuwska และคณะจึงตั้งสมมติฐานว่าผลในการลดคอเลสเตอรอลทั้งหมดและไลโปโปรตีนความหนาแน่นต่ำ น่าจะเกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลที่ตับ ไม่ได้เป็นผลจากการรบกวนการดูดซึมคอเลสเตอรอลที่ลำไส้เล็ก เพราะคอเลสเตอรอลที่ขับออกทางอุจจาระลดลง ซึ่งเป็นผลภายในของโครงสร้างเอง (Endogenous effects components) กล่าวคือ สารเฮสเปอร์ิดิน และนารินจิน มีโครงสร้างที่คล้ายคลึงกับยาในกลุ่มสแตติน (Statin) ที่เป็นมาตรฐานที่ใช้ในการลดไขมันในเลือด ดังภาพที่ 2 Kuwska และคณะ [12] สรุปว่าสารเฮสเปอร์ิดินและ นารินจิน จะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียกลายเป็นสารอะไกลโคนเฮสเปอร์ิดิน และนารินจินตามลำดับ ซึ่งมีสูตรโครงสร้างใกล้เคียงกับยาในกลุ่มยั้งเอนไซม์เอช เอ็ม จี โคเอ รีดักเทส (3-hydroxy-3-methyl-glutaryl-CoA reductase inhibitor หรือ HMG-CoA reductase inhibitor) ในรูปลูกโซ่เปิด (open chain) จึงสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เอช เอ็ม จี โคเอ รีดักเทส ในการเปลี่ยนรูปแบบของเอช เอ็ม จี โคเอ (HMG -CoA) ให้อยู่ในรูปเมวาโลเนต (Mevalonate) ซึ่งมีผลให้ไม่เกิดเมวาโลเนต ดังนั้น จึงลดการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลลง



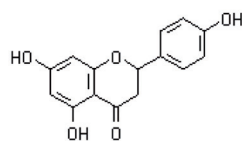
Hesperidin



Naringin

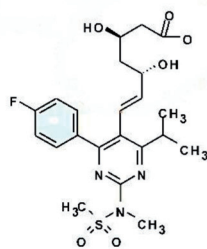


Hesperitin

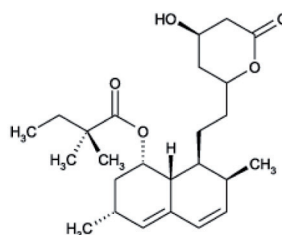


Naringenin

ภาพที่ 1 โครงสร้างของเฮสเปอริดิน นารินจิน เฮสเปอริติน และ นารินเจนิน



Statin



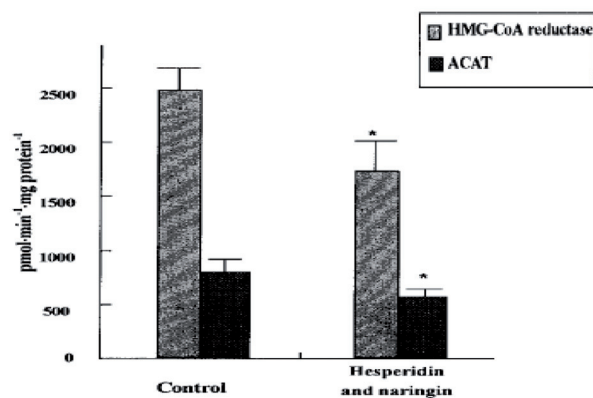
HMG-CoA reductase inhibitor

ภาพที่ 2 สูตรโครงสร้างทางเคมีของยาสแตตินและเอนไซม์เอช เอ็ม จี โคเอ รีดักเทส

นอกจากนี้ Bok และคณะ [2] ได้ศึกษาทดลองผลของสารผสมของนารินจิน 0.05 g และเฮสเปอริติน 0.05 g ที่สกัดได้จากต้นส้มจีน (*Citrus reticulata* วงศ์ Rutaceae) ต่อสูตรอาหาร 100 g ที่ให้แก่หนูตะเภา ต่อระดับคอเลสเตอรอลในเลือดและในตับ, ระดับการทำงานของเอนไซม์เอช เอ็ม จี โคเอ รีดักเทสและ เอนไซม์เอ ซี เอ ทีในสัตว์ทดลอง พบว่าของผสมเฮสเปอริตินและนารินจินสามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดและในตับได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมดังแสดงในตารางที่ 2 นอกจากนี้ ระดับการทำงานของ เอนไซม์เอช เอ็ม จี โคเอ รีดักเทสและเอนไซม์เอ ซี เอ ทีก็ลดลงด้วย ดังกราฟแท่งในภาพที่ 3

ตารางที่ 2 ผลของการให้สารฟลาโวนอยด์เป็นอาหารเสริมแก่สัตว์ทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ต่อระดับไขมันคอเลสเตอรอลในพลาสมาและตับ [2]

ระดับไขมัน	กลุ่มควบคุม	กลุ่มที่ให้ Hesperidin + Naringin
PLASMA		
Total cholesterol, (mmol/L)	3.80 ± 0.28	2.42 ± 0.31
HDL cholesterol, (mmol/L)	0.57 ± 0.05	0.71 ± 0.04
HDL-C/total-C2	0.157 ± 0.016	0.299 ± 0.08
Triglyceride, (mmol/L)	1.12 ± 0.07	1.03 ± 0.13
Atherogenic index	6.3 ± 1.1	2.6 ± 1.1
LIVER		
Cholesterol, (mmol/L)	0.181 ± 0.003	0.131 ± 0.010
Triglyceride, (mmol/L)	0.095 ± 0.002	0.075 ± 0.006

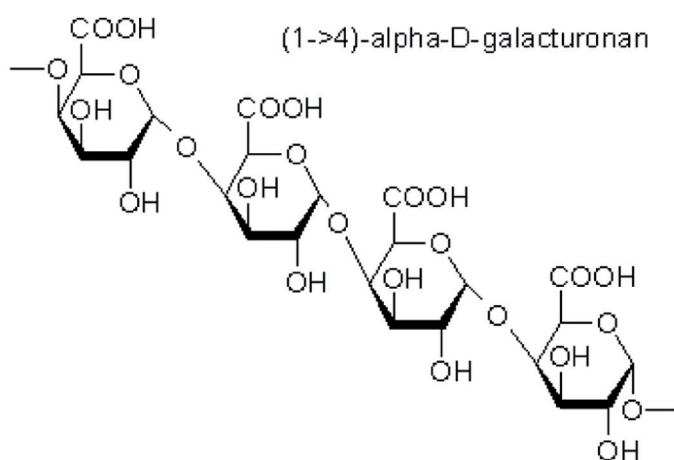


ภาพที่ 3 การทำงานของ เอนไซม์เอช เอ็ม จี โคเ อ เรดักเตสและ เอนไซม์เอ ซี เอ ที ในสัตว์ทดลอง [2]

การลดระดับคอเลสเตอรอลของเปคติน (Pectin)

เปคตินเป็นองค์ประกอบของเนื้อเยื่อของพืช พบได้ในพืชและผลไม้เป็นส่วนใหญ่ เช่น พืชสกุลส้ม (citrus) ทุกชนิด, แอปเปิ้ล, องุ่น, แครอท, ถั่ว, ถั่วและบีท (beet) เป็นต้น เปคตินเป็นเส้นใยอาหาร (dietary fiber) ที่พบในผนังเซลล์และใน middle lamella ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมระหว่างเซลล์ (intercellular cement) เปคตินเป็นโพลีแซคคาไรด์ (polysaccharide) ที่ได้จากธรรมชาติที่มีโครงสร้าง เป็นสายตรงของกรดดี-กาแลกทูโรนิก(D-galacturonic acid) เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ α -1,4 ไกลโคซิดิก (α -1,4 glycosidic linkage) และหมู่คาร์บอกซิล (carboxyl) บางส่วนถูกแทนที่

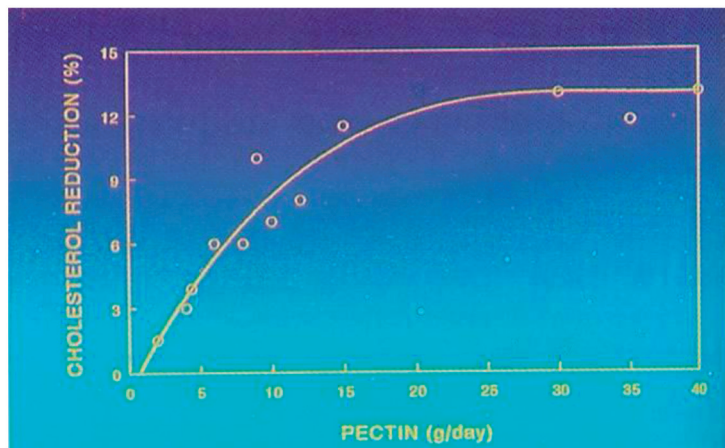
ด้วยหมู่เมทิลเอสเทอร์ (methyl ester) ดังภาพที่ 4 เปคติน มีความสามารถในการดูดซับอาหารหลายอย่าง ได้แก่ น้ำตาล, โคเลสเตอรอล, และเกลือแร่บางชนิด ดังนั้นจึงมีผลชะลอและลดการดูดซึมของสารอาหารดังกล่าวเข้าสู่ร่างกาย โดยเปคตินจะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปเจลและจะเคลือบผนังลำไส้ทำให้มีการดูดซึมสารอาหารที่มีประจุ เช่น น้ำตาล, โคเลสเตอรอล ฉะนั้นผู้บริโภคจึงนิยมใช้เส้นใยอาหาร เป็นอาหารเสริมสุขภาพในการลดระดับคอเลสเตอรอลโดยเฉพาะในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดหัวใจมากขึ้น เพราะข้อมูลการศึกษาทางระบาดวิทยาทั้งในมนุษย์และสัตว์ทดลองพบว่าเส้นใยอาหารที่มีเปคตินเป็นส่วนประกอบหลัก รวมทั้งการใช้เป็นสารเสริมอาหาร เป็นกลไกหลักในการลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด โดยเฉพาะคอเลสเตอรอลไลโปโปรตีนความหนาแน่นต่ำ ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงในการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ



ภาพที่ 4 สูตรโครงสร้างของเปคติน

จากสูตรโครงสร้างของเปคติน หมู่คาร์บอกซิล (carboxyl group - COOH) ของเปคตินจะถูกเอสเทอริไฟต์ให้เป็นสารเปคตินเอสเทอร์ ซึ่งเป็นโพลีแซคคาไรด์ที่ละลายน้ำ [7] ถึงแม้ว่าเปคตินละลายน้ำได้แต่ก็ไม่สามารถถูกย่อยโดยเอนไซม์ในทางเดินอาหารได้ในทางอุตสาหกรรมเปคตินสามารถสกัดได้จากพืชและผลไม้ 4 แหล่งที่ให้สารเปคตินมาก ได้แก่ แอปเปิล ให้ปริมาณเปคติน 10-15% ,พีชตระกูลส้ม ให้ปริมาณเปคติน 25-35 % , ผักกาดฝรั่ง (Sugar beet) ให้ปริมาณเปคติน 10-20 % , ดอกทานตะวัน (Sunflower) ให้ปริมาณเปคติน 15-25 %

Baker และคณะ [12] ได้รวบรวมจากผลการศึกษา 15 เรื่องเกี่ยวกับผลของการใช้เปคตินเป็นอาหารเสริมในการลดระดับคอเลสเตอรอลในมนุษย์ สามารถแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเปคตินที่รับประทานกับระดับคอเลสเตอรอลในเลือด ดังภาพที่ 5 พบว่าระดับคอเลสเตอรอลในเลือดลดลงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณการกินเปคติน โดยการกินเปคตินน้อยกว่า 6 กรัมต่อวันจะลดระดับคอเลสเตอรอลได้อย่างไม่มีนัยสำคัญ ดังนั้นโดยเฉลี่ยการรับประทาน เปคตินปริมาณ 15- 20 กรัมต่อวัน จะสามารถลดคอเลสเตอรอลได้ 11-12 % ในคนปกติ และจะลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดได้มากถึง 31% ถ้าให้ร่วมกับยาคอเลสเตอรามิน (Cholestyramine) ซึ่งเป็นยาที่สามารถลดระดับคอเลสเตอรอลได้ 19 %



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเปคตินที่รับประทานกับระดับคอเลสเตอรอลในเลือดมนุษย์ จากการศึกษานี้ 15 เรื่อง [11]

นอกจากนี้ Fernandez และคณะ [14] ได้ศึกษาทดลองให้เปคติน (ที่ได้จากพืชตระกูลส้ม) ปริมาณ 0-12.5 % แก่หนูตะเภาที่ถูกเลี้ยงโดยให้อาหารที่มีปริมาณคอเลสเตอรอลแตกต่างกันร่วมด้วยดังนี้ กลุ่มแรกให้อาหารที่มีคอเลสเตอรอล 0.04% จัดเป็นอาหารที่มีคอเลสเตอรอลต่ำ (low cholesterol) และกลุ่มที่สองให้อาหารที่มีคอเลสเตอรอล 0.25 % จัดเป็นอาหารที่มีคอเลสเตอรอลสูง (high cholesterol) และดูระดับคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือดหนูตะเภาทั้งสองกลุ่ม พบว่าการให้ปริมาณเปคตินเพิ่มขึ้นจากความเข้มข้นน้อยไปความเข้มข้นมาก ในหนูกลุ่มแรกที่มีคอเลสเตอรอลต่ำ ระดับคอเลสเตอรอลลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่หนูกลุ่มที่สองที่มีคอเลสเตอรอลสูง ระดับคอเลสเตอรอลลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังข้อมูลในตารางที่ 4 และพบความสัมพันธ์ของการเพิ่มปริมาณเปคตินที่ให้กับระดับคอเลสเตอรอลที่ลดลงจะเป็นสัดส่วนตรงข้ามกัน ดังนั้น Fernandez และคณะ[13] จึงสรุปว่าปัจจัยในการลดระดับคอเลสเตอรอลไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณเปคตินที่ให้เพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นกับระดับคอเลสเตอรอลที่มีอยู่ในร่างกายด้วย

ตารางที่ 4 ปริมาณคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในพลาสมาของหนูที่ให้กินเปคตินปริมาณต่างๆร่วมกับอาหารที่มีคอเลสเตอรอลต่ำ (กลุ่มที่ 1) และอาหารที่มีคอเลสเตอรอลสูง (กลุ่มที่ 2) [13]

Diet	Weight gain (g/4 weeks)	Plasma lipids (mmol/L)	
		Cholesterol	Triglycerides
Low cholesterol			
0% citrus pectin	223 ± 31	2.33 ±0.39	1.04 ± 0.37
2.5% citrus pectin	224 ± 21	2.61 ± 0.93	0.90 ± 0.20
5.0% citrus pectin	239 ± 23	2.04 ± 0.34	0.59 ± 0.26
7.5% citrus pectin	235 ±24	2.07 ± 0.49	1.02 ± 0.43
10.0% citrus pectin	231 ± 56	1.66 ± 0.36	1.02 ± 0.29
12.5% citrus pectin	257 ± 46	2.02 ± 0.54	1.24 ± 0.35
high cholesterol			
0% citrus pectin	166 ± 29	5.82 ± 1.50	1.17 ± 0.37
2.5% citrus pectin	157 ± 59	5.20 ± 1.27	1.19 ± 0.67
5.0% citrus pectin	185 ± 40	5.07 ± 0.69	0.95 ± 0.34
7.5% citrus pectin	202 ± 58	4.11 ± 0.78	1.07 ± 0.32
10.0% citrus pectin	206 ± 47	4.06 ± 0.80	1.06 ± 0.58
12.5% citrus pectin	147 ± 59	1.94 ± 1.29	1.16 ± 0.18

Hillman และคณะ [15] ได้ทดลองให้อาสาสมัครสุขภาพดีที่มีระดับไขมันในเลือดปกติรับประทานเปคติน 12 กรัมต่อวัน พบว่าระดับคอเลสเตอรอลในเลือดของอาสาสมัครไม่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Hillman และคณะจึงสรุปว่าเปคตินมีผลลดระดับคอเลสเตอรอลเฉพาะในผู้ป่วยที่มีระดับคอเลสเตอรอลสูงหรือในผู้ที่รับประทานอาหารที่มีคอเลสเตอรอลสูงเท่านั้น การที่เป็นเช่นนั้นเนื่องจากเปคตินจะรวมตัวกับคอเลสเตอรอลหรืออาหารต่างๆที่มีคอเลสเตอรอลในกระเพาะอาหาร จะพองตัวเกิดลักษณะของเจล ที่เคลื่อนตัวออกจากกระเพาะอาหารไปสู่ลำไส้เล็ก และเป็นตัวช่วยไม่ให้ไขมันในลำไส้เล็ก รวมตัวเข้ากับน้ำดี ทำให้กระบวนการดูดซึมไขมันที่ผนังลำไส้เล็ก และช่วยลดคอเลสเตอรอลได้ Hillman และคณะจึงสรุปว่าการรับประทานอาหารที่มีคอเลสเตอรอลสูง หรือจากการกระตุ้นของสารเคมีหรือพันธุกรรมทำให้ระดับคอเลสเตอรอลในเลือดเพิ่มสูงขึ้น จะมีผลให้ประสิทธิภาพของเปคตินในการลดระดับคอเลสเตอรอลสูงขึ้น การศึกษาในมนุษย์ยังพบว่าเปคตินสามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด โดยไปมีผลลดระดับคอเลสเตอรอลที่เป็นไลโปโปรตีนความหนาแน่นต่ำ แต่ไม่มีผลลดระดับคอเลสเตอรอลที่เป็นไลโปโปรตีนความหนาแน่นสูง นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ป่วยที่ได้รับยาลดไขมัน เช่น โลวาสแตติน (Lovastatin) ถ้ารับประทานเปคตินร่วมไปด้วย เปคตินจะไปลดการดูดซึมของยาจากทางเดินอาหาร ทำให้ปริมาณของยาลดไขมันในเลือดลดลง จึงไม่ควรรับประทานเปคตินหรือเส้นใยอาหารอื่นร่วมกับยากกลุ่มนี้

สรุป

ในพืชสกุลส้มมีสารอาหารและชีวสารหลายอย่างที่มีสมบัติในการลดระดับคอเลสเตอรอลได้ [16] เช่น เส้นใยอาหารเปคติน และสารฟลาโวนอยด์ ซึ่งมีการศึกษาทดลองผลในการลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดแล้ว โดยเส้นใยอาหารเปคตินมีกลไกในการดูดซับคอเลสเตอรอล ส่งผลให้การสังเคราะห์และการดูดซึมของคอเลสเตอรอลลดลง, และสารฟลาโวนอยด์ ได้แก่ เฮสเปอร์ดิน และนารินจีน มีกลไกยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เอช เอ็ม จี โคเอ รีดักเทส และเอ็นไซม์อะเซทิลโคเอคอเลสเตอรอลเอซิลทรานเฟอเรส หรือ เอ ซี เอ ที ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล นอกจากนี้ในพืชสกุลส้มยังมีสารอาหารและชีวสารอื่นๆอีกมากมาย ซึ่งยังไม่มีนักวิจัยถึงผลในการลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด ซึ่งทำให้ต้องศึกษาถึงผลของพืชในสกุลส้มในการลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศรีจันทร์ พรจิราศิลป์, (2540). “ยาที่ออกฤทธิ์ต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด” ,ใน **เภสัชวิทยา เล่ม 1** ,พิมพ์ครั้งที่ 1 , จุฑาภรณ์ สุทธิสีสังข์ บรรณาธิการ, คณะเภสัชศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ , หน้า 454-460
- [2] Abdel-Maksoud, M.F., Eckel, R.H., Hamman, R.F. and Hokanson, J.E., 2012. Risk of coronary heart disease is associated with triglycerides and high-density lipoprotein cholesterol in women and non-high-density lipoprotein cholesterol in men. **Journal of Clinical Lipidology**, 6(4): 374-381.
- [3] Bok,S.H.,Lee,S-H. and Park,Y-B, (1999). Plasma and Hepatic Cholesterol and Hepatic Activities of 3-Hydroxy -3-methyl-glutaryl-CoA Reductase and Adcyl CoA:Cholesterol Transferase are lower in Rats Fed Citrus Peel Extract or a Mixture of Citrus Bioflavonoids. **European Journal of Nutrition**, 139: 1182-1185.
- [4] Bell, L.P.,Hectron ,K.J.,and Reynolds ,H., (1990). Cholesterol-lowering effects of soluble-fiber cereals as part of a prudent diet for patients with mild to moderate hypercholesterolemia. **American Society for Clinical Nutrition**. 59: 869-878.
- [5] Schwandt, P., Richter , W.O.,and Weinstock ,R.S., 1982. Meta-analysis of the cholesterol-lowering effects of dietary fiber. **Atherosclerosis**. 44: 379 – 383.
- [6] Anonymous, (March 30th, 2011). Nutrition Information : Lime juice (raw) Retrieved on March 30th, 2011 Retrieved from http://www.weightlossforgood.co.uk/nutrition/lime_juice.htm.
- [7] Yokoyama , H. and Vandercook , C.E., 1967. Citrus Carotenoids. I. Comparison of Carotenoids of Mature-Green and Yellow Lemons. **Journal of Food Science**, 32(1): 42-48.
- [8] Horowitz, R.M., 1957. Flavonoids of Citrus. II. Isolation of a New Flavonol from Lemons. **Journal of American Chemical Society**, 79(24): 6561-6562.
- [9] Ryan, J.J. and Dupont, J.A., 1973. Identification and analysis of the major acids from fruit juices and wines. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 21(1): 45-49.
- [10] Dreyer, D.L. 1965. Citrus bitter principles-ii application of NMR to structural and stereochemical problems. **Tetrahedron**. 21 : 75-87.
- [11] Fisher, J.F. and Trama, L.A., 1979. High-Performance Liquid Chromatographic Determination of Some Coumarins and Psoralens Found in Citrus Peel Oils. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 27(6): 1334-1337.

Thaksin.J., Vol.17 (1) January-June 2014

- [12] Baker, R.A., Saponins, V.J., Davidek, J.I. and Davidek, J..(1994), Potential Dietary Benefits of Citrus Pectin and Fiber, **Food Technology**, 48: 133-136.
- [13] Kuwska, E.M., Borradaile, N.M., and Spence, J.D., (2000). Hypocholesterolemic effects of Dietary Citrus Juices rabbits. **Nutrition Research**, 20: 121-129.
- [14] Fernandez, M.L., Sun, D.M. and Tosca, M.A., (1994). Plasma Cholesterol and Triglyceride concentrations of guinea pigs fed semipurified diets with low cholesterol and high cholesterol combination with increasing doses of citrus pectin (CP). **American Society for Clinical Nutrition**, 59: 869-78
- [15] Hillman, L.C., Peters, S.G., and Fisher, C.A., (1985). The effects of the fiber components pectin, cellulose and lignin on serum cholesterol levels. **American Society for Clinical Nutrition**, 42: 207-213.
- [16] Ladaniya, M.S., 2008. Nutritive and medicinal value of citrus fruits. **Citrus Fruit**, Academic Press, M.A., U.S.A. pages 501-514.