

โปรตีนจากมะพร้าว COCONUT PROTEINS

เพ็ญพรรณ เวชวิทย์วลัง

ภาควิชาเภสัชเวช คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม

ติดต่อผู้พิมพ์ : penpun@su.ac.th

PENPUN WETWITAYAKLUNG

Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, Silpakorn University, Sanamchandra Palace, Nakhon Pathom

Corresponding Author: penpun@su.ac.th

บทคัดย่อ

มะพร้าวมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cocos nucifera* Linn. จัดอยู่ในวงศ์ Arecaceae น้ำมะพร้าวและเนื้อมะพร้าวถูกนำมาใช้บริโภคในรูปอาหารคาวหวานในหลายภูมิภาคของโลก น้ำมะพร้าวมีปริมาณโปรตีนต่ำ โดยมีชนิดของกรดอะมิโนหลัก คือ arginine เนื้อมะพร้าวเป็นส่วนของเอนโดสเปิร์มของผลที่มีคุณค่าทางโภชนาการประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน น้ำมัน เนื้อมะพร้าวมีโปรตีน 3-4% โดยโปรตีนหลักคือ globulins ที่มีชื่อว่า cocosin โปรตีนมะพร้าวประกอบด้วยกรดอะมิโนทั้งชนิดจำเป็นและไม่จำเป็นหลายชนิด โดยมี glutamic acid และ arginine มากเป็นลำดับหนึ่งและสองตามลำดับ ชนิดของกรดอะมิโนในน้ำกะทิ หัวกะทิหางกะทิ และแบ่งมะพร้าวไม่แตกต่างจากเนื้อมะพร้าว ปัจจุบันโปรตีนมะพร้าวถูกนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมอาหาร อาหารเสริม และเป็นอาหารสัตว์ ในทางการแพทย์พบว่าโปรตีนจากมะพร้าวมีฤทธิ์ควบคุมระดับน้ำตาล ระดับไขมันคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ และมีฤทธิ์ปกป้องหัวใจ

คำสำคัญ : มะพร้าว, น้ำกะทิ, หัวกะทิ, หางกะทิ, แบ่งมะพร้าว, โปรตีนมะพร้าว

Abstract

Coconut (*Cocos nucifera*) belongs to the family Arecaceae. Coconut juice and meat are consumed as food and dessert in several regions of the world. Coconut juice contains low proteins and arginine is the main amino acid content. Coconut meat is the endosperm of fruit that has nutritional value. It composes of carbohydrate, protein and fat. Coconut meat contains 3-4% proteins which globulins namely cocosin is the major protein. Coconut proteins compose of both essential and non-essential amino acids in which glutamic acid and arginine are the first and the second most abundant amino acids. Types of amino acids in coconut milk, coconut cream, coconut skim milk and coconut flour are not different from coconut meat. Coconut proteins are currently used in food industry, food-supplements and animal feeds. In medicine, coconut proteins have been found to have effects on controlling blood sugar, serum cholesterols and triglycerides, and possess a protective effect on heart.

Keywords: coconut, coconut milk, coconut cream, coconut skim milk, coconut flour, coconut protein

บทนำ

พืชในวงศ์ปาล์มมีกว่า 1,500 สปีชีส์ แต่มีมะพร้าวเป็นพืชชนิดเดียวในสกุล *Cocos* มะพร้าวมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cocos nucifera* Linn. วงศ์ Arecaceae พบกระจายอยู่ตามประเทศเขตร้อนชื้น และหมู่เกาะต่างๆ แบ่งเป็น 2 พันธุ์ คือ ต้นเตี้ยและต้นสูง¹ ออกใบที่ปลายยอด ต้นเตี้ยเจริญเติบโตเร็ว เมื่ออายุ 4 - 5 ปีสามารถออกดอก มะพร้าวมีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียแยกกันอยู่ในช่อดอก (spadix) ของต้นเดียวกัน (monoecious)² โดยดอกตัวเมียอยู่ที่กิ่งด้านล่าง กิ่งด้านบนเป็นดอกตัวผู้ ดอกมะพร้าวต้นเตี้ยมีเวลาบานของดอกที่เหลื่อมซ้อนกัน จึงสามารถผสมเกสรในต้นเดียวกันได้ สำหรับพันธุ์ต้นสูงมีการเจริญเติบโตช้ากว่า อายุ 6-10 ปีจึงเริ่มออกดอก และมีเวลาบานของดอกที่เหลื่อมซ้อนกันน้อย ดอกตัวผู้บานก่อนดอกตัวเมียจึงต้องอาศัยการผสมเกสรข้ามต้นเป็นส่วนใหญ่¹ พันธุ์ต้นสูงมีลำต้นสูงถึง 25-30 เมตร มะพร้าวหนึ่งต้นให้ผลประมาณ 25 ลูกต่อปี แต่หากดูแลดีก็สามารถให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้ ผลมะพร้าวเป็นไฟบรัส (fibrous drupe) ประกอบด้วยชั้นเนื้อเยื่อ 3 ชั้น คือ เปลือกชั้นนอกเป็นเส้นใยเหนียวและแข็ง เนื้อเยื่อชั้นกลางเป็นเส้นใยเหนียวมีความหนาของชั้น และเนื้อเยื่อชั้นในลักษณะเป็นเปลือกแข็งที่เรียกว่า กะลา ผลเจริญมาจากรังไข่ที่มี 3 คาร์เพล (carpel) ที่ภายหลังจากการผสมเกสรจะมีเพียง 1 ovule ที่สามารถเจริญต่อไปเป็นผล ในขณะที่อีก 2 ovule เสื่อมสลายไป³ ผลจะใช้เวลาในการเจริญนาน 6 เดือนเพื่อให้มีขนาดโตเต็มที่ และผลจะแก่เต็มต้องใช้เวลา 1 ปี มะพร้าวหนึ่งต้นมีอายุขัยประมาณ 80-120 ปี มะพร้าวพันธุ์ต้นสูงจะให้ผลขนาดใหญ่กว่าและผลผลิตเป็นน้ำมันและเส้นใยจากต้นที่มีคุณภาพดีกว่าสายพันธุ์เตี้ย

เนื้อมะพร้าวเป็นส่วนหนึ่งของเอนโดสเปิร์ม (endosperm) ของผล² มีสีขาว มีคุณค่าทางโภชนาการและให้พลังงานสูง เนื้อมะพร้าวประกอบด้วย น้ำ 44-55% น้ำมัน 35-38% คาร์โบไฮเดรต 9-11% โปรตีน 3-4% ไฟเบอร์ 2-4% และเถ้า 1%³ เนื้อมะพร้าวถูกนำมาใช้ประกอบอาหารคาวหวานในหลายประเทศ เนื้อ

มะพร้าวแก่เมื่อนำมาขูดและคั้นจะได้น้ำกะทิสีขาวที่มีปริมาณไขมันสูงและคุณค่าทางโภชนาการ เหมาะในการนำไปประกอบอาหาร หากนำเนื้อมะพร้าวแก่ไปตากแห้งแล้วบีบเย็นจะให้น้ำมันมะพร้าวที่ใส มีปริมาณ medium chain triglyceride สูงถึง 65% ได้แก่ caproic acid (C6:0, 0.5%), caprylic acid (C8:0, 8.0%), capric acid (C10:0, 6.4%) และ lauric acid (C12:0, 47.3%) นอกจากนี้ยังมีกรดไขมัน myristic acid (C14:0, 17.6%), palmitic acid (C16:0, 8.4%) และ stearic acid (C18:0), oleic acid (C18:1) และ linoleic acid (C18:2) รวมกัน 10.5%⁴ และกรดไขมันอื่นๆอีกเล็กน้อย น้ำมันมะพร้าวสามารถแข็งตัวเป็นไขลักษณะของกึ่งแข็ง (semisolid) ได้เมื่ออุณหภูมิประมาณ 20°C นิยมใช้น้ำมันมะพร้าวในการประกอบอาหาร เป็นส่วนผสมในช็อกโกแลต ลูกอม ไอศกรีม น้ำมันนวดตัว เครื่องสำอาง ยา และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ มากมาย สำหรับน้ำมันมะพร้าวมีลักษณะใส ไม่มีสี ผลมะพร้าวจะมีปริมาณน้ำมันมะพร้าวเต็มที่เมื่อผลมีอายุได้ 8 เดือน หากอายุผลมากขึ้นปริมาณน้ำมันมะพร้าวจะลดลงเล็กน้อย น้ำมันมะพร้าวประกอบด้วยน้ำตาล น้ำตาล-แอลกอฮอล์ วิตามินบี 2 วิตามินบี 3 วิตามินบี 5 วิตามินซี ไบโอติน โฟลิกแอซิด กรดอะมิโน สำหรับวิตามินบี 1 และวิตามินบี 6 มีในปริมาณต่ำ¹ และมีแร่ธาตุต่างๆอีกหลายชนิด เช่น มีปริมาณโปแตสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัสสูงในระดับมิลลิโมลาร์ต่อลิตร มีปริมาณโซเดียมต่ำ มีปริมาณโบรอน เหล็ก แมงกานีส สตรอนเชียม สังกะสีในระดับไมโครโมลาร์ต่อลิตร และมีปริมาณอะลูมิเนียม แบเรียม โคบอลต์ แคดเมียม โครเมียม คอปเปอร์ โมลิบดีนัม นิเกิล ตะกั่วในระดับนาโนโมลาร์ต่อลิตร⁵ ในช่วงต้น ๆ ของการเจริญเติบโตของผล น้ำมันมะพร้าวจะมีปริมาณกลูโคสและฟรุคโตสในสัดส่วนที่สูงกว่าซูโคส แต่ในช่วงหลังๆ ที่ผลมะพร้าวเจริญเต็มที่สัดส่วนของกลูโคสและฟรุคโตสจะลดลงส่วนปริมาณซูโคสจะสูงขึ้นจนเป็น 90% ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด จากการศึกษาการสกัดและตรวจสอบกลิ่นจากน้ำมันมะพร้าวน้ำหอมเผาด้วยตัวทำละลายอินทรีย์โดยวิธีแก๊สโครมาโตกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี (GC-MS) พบสาร

ที่น่าจะเป็นสารให้กลิ่นของน้ำมะพร้าว คือ 3-hydroxy-2-butanone, 1,3-butanediol, 2,3-butanediol, delta-octalactone, delta-decalactone และ 9-octadecenoic acid⁶ น้ำมะพร้าวในลูกมะพร้าวจะปราศจากเชื้อหากไม่มีการแตกออกของกะลา ซึ่งในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 แพทย์ได้ใช้น้ำมะพร้าวแทนยาฉีดสารละลายกลูโคสโดยบริหารทางหลอดเลือดดำแก่ผู้ป่วย⁷ และมีกรณีศึกษาบนเกาะ Solomon ซึ่งตั้งอยู่ที่ The South Pacific Island of Malaita ที่บริหารน้ำมะพร้าวอ่อนทางหลอดเลือดดำแก่ผู้ป่วย cerebral artery stroke ที่เป็นอัมพาตและไม่

สามารถให้อาหารทาง nasogastric tube ได้เนื่องจากอาเจียน และทางโรงพยาบาลอยู่ในช่วงขาดแคลน standard IV fluid ซึ่งพบว่าการบริหารน้ำมะพร้าวทางหลอดเลือดดำไม่มีผลข้างเคียง⁸ มักจะเติมน้ำมะพร้าวผสมในอาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เนื่องจากน้ำมะพร้าวมีสารอาหารที่หลากหลายและมีไฟโตฮอร์โมน (phytohormones) ที่มีส่วนช่วยในการเจริญของพืชได้แก่ออกซิน (auxin), 1, 3-ไดฟีนิลยูเรีย (1,3-diphenylurea) และไซโตไคนิน (cytokinin)¹ ปริมาณสารอาหารและแร่ธาตุต่างๆที่พบในน้ำมะพร้าวแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชนิดและปริมาณของสารและแร่ธาตุที่พบในน้ำมะพร้าว⁹

	น้ำมะพร้าวแก่	น้ำมะพร้าวอ่อน
Total solids%	5.4	6.5
Reducing sugars %	0.2	4.4
Minerals %	0.5	0.6
Protein %	0.1	0.01
Fat %	0.1	0.01
Acidity mg %	60	120
pH	5.2	4.5
Potassium mg%	247	290
Sodium mg%	48	42
Calcium mg%	40	44
Magnesium mg %	15	10
Phosphorous mg%	6.3	9.2
Iron mg%	79	106
Copper mg%	26	26

โปรตีนของมะพร้าว

มะพร้าวจัดเป็นอาหารมหัศจรรย์ เนื่องจากประกอบไปด้วยสารอาหารที่มีคุณค่าทั้งโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และแร่ธาตุ โปรตีนจัดเป็นสารอาหารกลุ่มที่มีความสำคัญในแง่เป็นสารอาหารที่ช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย สำหรับมะพร้าว

สามารถพบโปรตีนได้ทั้งในส่วนที่เป็นน้ำมะพร้าว และส่วนเนื้อมะพร้าว

โปรตีนในน้ำมะพร้าว (coconut water)

น้ำมะพร้าวมีโปรตีนในปริมาณต่ำ โดยน้ำมะพร้าวแก่มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าน้ำมะพร้าวอ่อน 10 เท่า อย่างไรก็ตามพบว่าน้ำมะพร้าวอ่อนมีปริมาณ arginine, alanine, cystine และ serine สูงกว่านมวัว ปริมาณและชนิดของกรดอะมิโนในน้ำมะพร้าวอ่อน แสดงในตารางที่ 2 ซึ่ง Pradera และคณะรายงานว่าน้ำมะพร้าวไม่กระตุ้นให้ร่างกายเกิดการตอบสนองทางภูมิคุ้มกัน เมื่อฉีดน้ำมะพร้าวกรองให้แก่กระต่ายและมนุษย์¹⁰ มีรายงานว่าน้ำมะพร้าวอ่อนมีเปปไทด์ที่มีน้ำหนักโมเลกุล 858, 1249 และ 950 Da หรือที่เรียกว่า

Cn-AMP1, Cn-AMP2 และ Cn-AMP3 ตามลำดับ (AMP = antimicrobial peptide) พบว่า Cn-AMP1 มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียทั้งแกรมบวกและแกรมลบ ได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa* และ *Escherichia coli* ในระดับค่าความเข้มข้นต่ำที่สุดของโปรตีนที่สามารถยังยั้งการเติบโตของเชื้อ (minimum inhibitory concentration, MIC) เท่ากับ 80, 76, 79 และ 82 µg/mL ตามลำดับ¹¹ ได้แรงกว่า Cn-AMP2 และ Cn-AMP3 ตามลำดับ¹¹

ตารางที่ 2 ชนิดและปริมาณของกรดอะมิโนในน้ำมะพร้าว^{9,10}

Amino Acid	% of total protein
Alanine	2.41
Arginine	10.75
Aspartic acid	3.6
Cystine	0.97 - 1.17
Glutamic acid	9.76 - 14.5
Histidine	1.95 - 2.05
Leucine	1.95 - 4.18
Lysine	1.95 - 4.57
Proline	1.21 - 4.12
Phenylalanine	1.23
Serine	0.59 - 0.91
Tyrosine	2.83 - 3.00

โปรตีนในเนื้อมะพร้าว (kernel)

เนื้อมะพร้าวสดมีน้ำมัน 35.2% โปรตีน 3.8% ความชื้น 40%¹² โดยมะพร้าวหนึ่งลูกให้โปรตีนเทียบเท่าเนื้อวัวประมาณ 110 กรัม โปรตีนที่พบในเนื้อมะพร้าวมี 2 กลุ่มคืออัลบูมิน (albumins) พบประมาณ 21-31% และโกลบูลิน (globulins) พบประมาณ 62-67%¹³ โดย globulin แบ่งออกเป็น 2 ชนิดย่อย ได้แก่ 11S globulins หรือ cocosin พบประมาณ 86% จัดเป็นโปรตีนหลักในเอนโดสเปิร์มของมะพร้าว และอีกชนิดคือ 7S globulins

พบประมาณ 14% โปรตีนทั้งสองมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 326,000 และ 156,000 ตามลำดับ¹⁴ cocosin มีโครงสร้างเป็น hexamer แต่ละ subunit มีน้ำหนักประมาณ 54 kDa ที่ประกอบด้วย acidic chain และ basic chain ซึ่งเชื่อมกันด้วยพันธะ disulfide และเมื่อถูกรีดิวซ์ acidic chain จะให้ชิ้นส่วนที่มีน้ำหนัก 35 และ 32 kDa ส่วน basic chain ให้ชิ้นส่วนที่มีน้ำหนัก 22 kDa¹⁵ cocosin มี 3 isoform จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับโปรตีนจากถั่ว (legume class) เนื่องจาก 11S globulin เป็นโปรตีนที่

เป็นองค์ประกอบหลักในโปรตีนถั่ว เช่น glycinin ในถั่วเหลือง¹⁴ cocosin มีปริมาณซัลเฟอร์สูงและมีรูปผลึกแบบ rhombohedral เมื่อตกผลึกใน 2-methyl-2,4-pentanediol¹⁶ เนื้อมะพร้าวสดหลังจากสกัดไขมันออกด้วย petroleum ether และทำการวิเคราะห์ชนิดของกรดอะมิโนพบว่าประกอบด้วย aspartic acid, threonine, serine, glutamic acid, proline, glycine, alanine, valine, methionine, isoleucine, leucine, tyrosine, phenylalanine, histidine, lysine, arginine, tryptophan โดยมี glutamic acid และ arginine มากเป็นอันดับหนึ่งและสอง ตามลำดับ¹⁷

เนื้อมะพร้าวแห้ง (desiccated coconut) เตรียมมาจากการนำเนื้อมะพร้าวสดมาขูดแล้วตากหรือ

ตารางที่ 3 องค์ประกอบของสารอาหารและไฟเบอร์ในเนื้อมะพร้าวแห้ง¹⁸

องค์ประกอบ	เปอร์เซ็นต์
ความชื้น	2.5 – 3.0
ไขมัน / น้ำมัน	58.0 – 59.0
น้ำตาล	5.5 – 6.5
โปรตีน	6.0 – 8.0
คาร์โบไฮเดรต	12.0 – 18.0
ใยอาหาร (crude fiber)	2.0 – 4.0
เถ้า	1.5 – 2.0

การสกัดโปรตีนจากมะพร้าวแห้งผงที่สกัดเอาไขมันออกด้วยเฮกเซน (hexane) พบโปรตีน 5 ชนิด คือ albumins, globulins, prolamines, glutelins-1, และ glutelins-2 ในปริมาณ 21.0%, 40.1%, 3.3%, 14.4% และ 4.8% ตามลำดับ และโปรตีนทั้ง 5 ชนิด ต่างมีกรดอะมิโนสามลำดับแรกในปริมาณจากมากไปหาน้อยที่เหมือนกัน คือ glutamic acid, arginine, และ aspartic acid¹⁹

อบภายใต้สภาวะที่สะอาดให้เหลือความชื้นประมาณ 2.5% ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำมันและโปรตีนตามธรรมชาติของเนื้อมะพร้าวสด เนื้อมะพร้าวแห้งมีโปรตีนประมาณ 6-8% องค์ประกอบของสารอาหารและไฟเบอร์ในเนื้อมะพร้าวแห้งแสดงดังตารางที่ 3 เนื้อมะพร้าวแห้งในท้องตลาดแบ่งเป็น 4 เกรดตามขนาดของชิ้นเนื้อมะพร้าว คือ ละเอียดมาก (extra fine), ละเอียด (fine หรือ macaroon), ปานกลาง (medium) และ หยาบ (coarse) นอกจากนี้ยังมีจำหน่ายในรูปเกล็ด (flakes), เส้น (threads) และแผ่นบาง (chips)

โปรตีนในน้ำกะทิ (coconut milk) หัวกะทิ (coconut cream) และหางกะทิ (coconut skim milk)

น้ำกะทิเป็นอิมัลชันของน้ำมันในน้ำ (oil in water emulsion) ที่ถูกล้อมรอบด้วยโปรตีน ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยลดแรงตึงผิวระหว่างโมเลกุลไขมันกับน้ำ นอกจากนี้ฟอสโฟไลปิด (phospholipid) ในน้ำกะทียังช่วยเป็นอิมัลซิไฟเออร์ ทำให้น้ำกะทิมีความคงตัวระดับหนึ่ง น้ำกะทิประกอบด้วยน้ำ 50-56% โปรตีน 3.5-4% และไขมัน 31-35% โดยมีชนิดของกรดไขมันเช่นเดียวกับที่พบในน้ำมันมะพร้าว เมื่อเปรียบเทียบ

น้ำกะทิกับน้ำมันวัวพบว่ามีปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกัน แต่ไขมันมีปริมาณไขมันต่ำกว่า กล่าวคือน้ำมันวัวมีโปรตีน 3.5% ไขมัน 3.5% และน้ำ 87.3%²⁰ ในธรรมชาติโปรตีนในส่วนน้ำกะทิจะอยู่รวมกับไขมันในรูปอิมัลชัน วิธีการแยกโปรตีนออกจากน้ำมันทำได้โดยการทำลายสภาวะการเป็นอิมัลชันด้วยความร้อน เอนไซม์ หรือการนำน้ำกะทิไปลดอุณหภูมิให้แข็งตัวแล้วปล่อยให้ไขมันแข็งละลาย²¹ เพื่อให้เกิดการแยกชั้นของน้ำกับไขมัน ซึ่งโปรตีนก็จะแยกออกมาอยู่ในส่วนน้ำและมีบางส่วนไม่ละลายจึงตกตะกอนออกมา น้ำกะทิเมื่อนำมาเติมวัตถุเจือปนอาหาร (additive) เช่น sodium caseinate หรือ skim milk เพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีน และ corn syrup หรือ dextrin เพื่อเป็นเมทริกซ์ (matrix) ในการจับไขมันที่ไม่ละลายน้ำ ซึ่งเมื่อนำไปโฮโมจิไนซ์ แล้วทำแห้งแบบฉีดพ่นฝอย (spray dried) จะได้กะทิผงที่มีคุณสมบัติในการละลายน้ำได้ดี เหมาะในการใช้เป็นครีมเทียม (non-dairy creamer) หรือใช้ปรุงอาหาร

หัวกะทิ (coconut cream) ประกอบไปด้วย ไขมัน 15-35% โปรตีน 2-4% น้ำตาล 1-3% และน้ำ 60-80% ชนิดของกรดอะมิโนที่พบในหัวกะทิได้แก่ alanine, arginine, aspartic acid, cysteine, glutamic acid, glycine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, serine, threonine, tyrosine, valine²² หัวกะทินิยมนำไปปรุงอาหาร ทำขนม เติมน้ำสลัด ไอศกรีม และน้ำมันมะพร้าว

หางกะทิ (coconut skim milk) และโปรตีนที่ไม่ละลายน้ำเป็นผลพลอยได้จากการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (virgin coconut oil) หางกะทิที่ได้จากการบีบเนื้อมะพร้าวขาวชุดด้วยเครื่องบีบอัดจนได้น้ำกะทิแล้วนำไปปั่นด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงหนีศูนย์กลางมีโปรตีนประมาณ 29.9% โดยมีโปรตีนในกลุ่ม albumins และ globulin อยู่²³ นอกจากนี้ยังมีสารในกลุ่ม polyphenol content อยู่ 0.72 mg/g GAE (คำนวณในรูปของ gallic acid)²⁴ หางกะทิจึงมีชนิดกรดอะมิโนคล้ายคลึงกับน้ำกะทิ และหัวกะทิ คือมีกรดอะมิโนชนิด alanine, arginine, aspartic acid, cysteine, glutamic acid, glycine,

histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, proline, serine, threonine, tryptophan, tyrosine, valine²² สำหรับโปรตีนมะพร้าวผง (coconut protein powder) เตรียมได้จากการนำกะทิไปปั่นด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงหนีศูนย์กลางเพื่อแยกออกจากหัวกะทิ หางกะทิ และโปรตีนชนิดที่ไม่ละลายน้ำออก โดยหางกะทิและโปรตีนชนิดที่ไม่ละลายน้ำจะถูกนำมารวมกันเพื่อโฮโมจิไนซ์ (homogenize) จากนั้นทำแห้งด้วยวิธีฉีดพ่นฝอยให้เป็นผง จะได้ผลิตภัณฑ์คือโปรตีนมะพร้าวผง ลักษณะสีขาว ประกอบด้วยโปรตีน 33.10%, ไขมัน 12.83%, น้ำมัน 3.0%, คาร์โบไฮเดรต 48.37% ความชื้น 2.7%²⁴ ผงโปรตีนจากมะพร้าวดูดความชื้นจากอากาศได้ง่าย ละลายน้ำได้ดี มีรสหวานและเค็มอ่อนๆจากเกลือของโปแตสเซียม และมีกลิ่นมะพร้าว สามารถนำไปใช้ผสมกับอาหารเพื่อเสริมโปรตีนในเด็ก และใช้ทดแทนโปรตีนจากนมในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่²⁵

โปรตีนในแป้งมะพร้าว (coconut flour)

แป้งมะพร้าวเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำกากมะพร้าวที่ผ่านการสกัดเอากะทิหรือน้ำมันออกไปแล้วมาบดละเอียดและทำให้แห้ง แป้งมะพร้าวในท้องตลาดมี 2 สี คือ สีขาวและสีน้ำตาลอ่อนเนื่องจากในขั้นตอนการขูดเนื้อมะพร้าวไม่ได้กำจัดเนื้อเยื่อสีน้ำตาลส่วนที่ติดกับกะลาออกก่อน แป้งมะพร้าวในท้องตลาด แบ่งเป็น 3 ชนิด คือชนิดที่มีไขมันสูง (high fat) มีไขมัน 25-48% ชนิดไขมันปานกลาง (medium fat) มีไขมัน 16-25% และชนิดที่มีไขมันต่ำ (low fat) มีไขมัน 10-15% ขึ้นกับปริมาณน้ำมันที่ถูกกำจัดออกจากกากซึ่งขึ้นกับวิธีที่ใช้สกัดน้ำมันออกจากเนื้อมะพร้าวว่าใช้การบีบอัดของเครื่องจักรหรือใช้ตัวทำละลายสกัด แป้งมะพร้าวถูกนำมาใช้ประกอบอาหารเพื่อเพิ่มไฟเบอร์และโปรตีน แป้งมะพร้าวมีโปรตีนประมาณ 20%²⁶ ซึ่งปริมาณโปรตีนสุทธิที่นำไปใช้ประโยชน์ในทางโภชนาการเท่ากับ 52% ของโปรตีนในแป้งมะพร้าว เนื่องจากแป้งมะพร้าวมีไฟเบอร์สูงจึงเป็นอุปสรรคของการนำโปรตีนไปใช้ประโยชน์ แป้งมะพร้าวนิยมนำไปผสมกับแป้งในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ในปริมาณ 5-20% ข้อดีคือ ไม่มีปัญหาเหมือนแป้งจาก

เมล็ดพืชที่ให้น้ำมันชนิดอื่นในแง่การยับยั้งเอนไซม์ของร่างกาย ไม่มีกลูเตน (gluten) และไม่มีการอัลฟาโทกซิน²⁵

การศึกษาประโยชน์จากโปรตีนมะพร้าวในทางการแพทย์

โปรตีนของมะพร้าวมีคุณสมบัติเป็นสารก่อภูมิแพ้²⁷ สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารจำพวกชีส ไอศกรีม น้ำสลัด นอกจากนี้ยังสามารถนำไปเสริมโปรตีนให้กับอาหาร และนำไปเป็นอาหารสัตว์ ในทางการแพทย์มีการศึกษาถึงประโยชน์ของโปรตีนมะพร้าวดังนี้

การศึกษาในหนูที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวานโดยการฉีด alloxan พบว่าหนูที่เป็นเบาหวานที่ได้รับโปรตีนสกัดชนิด globulin จากเนื้อมะพร้าวจะมีระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่าและมีระดับอินซูลินและกลัยโคเจนในตับที่สูงกว่าหนูปกติที่ได้รับโปรตีนจากเนื้อมะพร้าว และหนูกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โปรตีนจากมะพร้าวยังช่วยฟื้นฟูสภาพการทำงานของตับอ่อนของหนูที่เป็นเบาหวาน ทำให้การเมแทบอลิซึมคาร์โบไฮเดรตกลับสู่สภาวะปกติ ซึ่งผู้วิจัยสรุปว่าอาจเป็นผลมาจาก arginine ที่มีมากในโปรตีนมะพร้าว ทำหน้าที่ต้านอนุมูลอิสระสามารถจับ nitric oxide ที่จะมาทำลายเซลล์ และช่วยฟื้นฟูเบต้าเซลล์ของตับอ่อนได้¹⁷ จากการศึกษาโดยการให้โปรตีนสกัดชนิด globulin จากเนื้อมะพร้าวแก่หนู พบว่าระดับไขมันคอเลสเตอรอล ไขมันไตรกลีเซอไรด์ในซีรัมและเนื้อเยื่อเส้นเลือด aorta หัวใจ และตับลดลงมากกว่าหนูกลุ่มควบคุมที่ได้รับเคซีน โดยหนูที่ได้รับโปรตีนสกัดจากเนื้อมะพร้าวจะเปลี่ยนแปลงคอเลสเตอรอลไปเป็นกรดน้ำดีเพิ่มขึ้น เพิ่มการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในตับ จากการเพิ่มการทำงานของเอนไซม์ HMG CoA reductase ลดขบวนการ esterification ของคอเลสเตอรอลอิสระ ไปเป็นคอเลสเตอรอลเอสเทอร์ ลดการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลที่ลำไส้เล็ก เพิ่มการขับออกของสเตอรอลและกรดน้ำดีทางอุจจาระ และลดการสังเคราะห์ไขมันที่ตับและลำไส้เล็ก โดยการลดการทำงานของเอนไซม์ที่

สังเคราะห์ไขมันที่ตับ คือ glucose-6-phosphate dehydrogenase, malic enzyme, isocitrate dehydrogenase ผลการลดคอเลสเตอรอลเนื่องมาจากโปรตีนสกัดจากเนื้อมะพร้าวมีอัตราส่วนของ lysine ต่อ arginine ต่ำ คือ เท่ากับ 0.086 กล่าวคือมี lysine 2.13% และมี arginine 24.5% ซึ่งผลนี้คล้ายกับผลของโปรตีนจากพืชอื่น ๆ ที่มีอัตราส่วนของ lysine ต่อ arginine ต่ำ และมีผลช่วยลดคอเลสเตอรอลเช่นกัน เช่น อัตราส่วนดังกล่าวในโปรตีน เท่ากับ 0.66 ในโปรตีนของเนื้อในเมล็ดปาล์มเท่ากับ 0.35 ในโปรตีนของเมล็ดถั่วเหลืองเท่ากับ 0.84²⁸ การศึกษาโดยการให้โปรตีนสกัดชนิด globulin จากเนื้อมะพร้าวแก่หนู พบว่าระดับไขมันคอเลสเตอรอลรวม, ไขมันดีแอลคอเลสเตอรอล (HDL-C), แอลดีแอลและวีแอลดีแอลคอเลสเตอรอล (LDL-C + VLDL-C), ไตรกลีเซอไรด์ และฟอสโฟไลปิดไตรกลีเซอไรด์ลดลงการทำงานของเอนไซม์ lipoprotein lipase (เอนไซม์ที่ใช้ย่อยไตรกลีเซอไรด์ที่ขนส่งมาโดยโคไลไมครอนให้กลายเป็นกลีเซอรอลและกรดไขมัน) ของหัวใจและเนื้อเยื่อไขมันเพิ่มขึ้น และการทำงานของพลาสมาเอนไซม์ lecithin: cholesterol acyl transferase (ช่วยเปลี่ยนคอเลสเตอรอลให้เป็นคอเลสเตอรอลเอสเทอร์แล้วเก็บไว้ในแกนกลางของไขมันดีแอลคอเลสเตอรอล) เพิ่มขึ้นมากกว่าหนูกลุ่มควบคุมที่ได้รับเคซีน²⁹ สำหรับการศึกษาที่เหนี่ยวนำให้หนูมีระดับคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในซีรัมและเนื้อเยื่อสูง โดยการให้อาหารนอล พบว่า หากเติมโปรตีนสกัดจากมะพร้าวหรือ arginine ลงในอาหารนอล จะมีผลทำให้ระดับคอเลสเตอรอลรวม แอลดีแอลและวีแอลดีแอลคอเลสเตอรอล (LDL-C + VLDL-C), ไตรกลีเซอไรด์ในซีรัมลดลง และระดับความแข็งแรงของหลอดเลือดแดงลดลง ระดับคอเลสเตอรอลรวมและไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อเยื่อลดลง โปรตีนสกัดจากมะพร้าวและ arginine ที่เติมลงในอาหารนอลมีผลทำให้การทำงานของ HMG-CoA reductase ลดลง ช่วยเพิ่มการทำงานของ lipoprotein lipase ในหัวใจ ลดการทำงานของ malic enzyme และ glucose-6-phosphate dehydrogenase เพิ่มความเข้มข้นของกรดน้ำดีที่ตับ

และเพิ่มการขับออกของสเตอรอลและกรดน้ำดีทางอุจจาระ ซึ่งผลดังกล่าวของโปรตีนสกัดจากมะพร้าวไม่แตกต่างจากผลของ arginine จึงอาจกล่าวได้ว่าฤทธิ์ในการลดไขมันของโปรตีนสกัดจากมะพร้าวมาจาก arginine ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีปริมาณสูง³⁰ การศึกษาที่เหี่ยวนาให้หนูเกิดโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด (myocardial infarction) โดยฉีด isoproterenol เข้าใต้ผิวหนัง พบว่า หนูที่ได้รับโปรตีนสกัดจากมะพร้าวหรือ arginine ก่อนการฉีด isoproterenol จะมีระดับ creatinine phosphokinase, glutamate oxaloacetate transaminase, glutamate pyruvate transaminase ในซีรัมลดลง เพิ่มการทำงานของ nitric oxide synthase และเพิ่มการออกซิเดชัน palmitate ไปเป็น CO₂ และเพิ่มระดับ ATP ที่หัวใจ แสดงให้เห็นว่าโปรตีนสกัดจากมะพร้าวที่มีปริมาณ arginine อยู่สูงมีฤทธิ์ปกป้องหัวใจ³¹ โดยทั่วไป ไม่ค่อยพบว่ามีผู้แพ้เมื่อรับประทานผลิตภัณฑ์จากมะพร้าว อย่างไรก็ตาม มีรายงานการแพ้มะพร้าวในผู้ที่เคยแพ้วอลนัท (walnut) อย่างรุนแรงมาก่อนจำนวน 2 ราย ซึ่งจากการศึกษาพบว่า IgE จากซีรัมของผู้ป่วยสามารถจับกับ reduced protein ของ cocosin (ที่ได้จากการเติม dithiothreitol ลงไปเพื่อทำลายพันธะ disulfide) ที่มีน้ำหนักโมเลกุล 35, 36.5 kDa และ IgE ของผู้ป่วยอีกรายสามารถจับกับ reduced protein น้ำหนัก 55 kDa จากการที่โปรตีนชนิดที่มีน้ำหนักโมเลกุล 35 kDa เคยมีรายงานว่ามีส่วนต่อระบบภูมิคุ้มกันเช่นเดียวกับโปรตีน glycinin จากถั่วเหลือง และจากการที่โปรตีนจากวอลนัททำให้เกิดอาการภูมิแพ้เช่นเดียวกับพืชตระกูลถั่ว จึงอาจสันนิษฐานว่าการแพ้มะพร้าวมาจากการแพ้ข้ามกลุ่ม (cross reaction)³²

สรุป

มะพร้าวเป็นพืชอาหารที่มีคุณค่า เนื่องจากอุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ที่ร่างกายมนุษย์ต้องการ มะพร้าวมีปริมาณไขมันสูง ในขณะที่เดียวกันก็มีโปรตีนที่มีคุณภาพ โดยมีกรดอะมิโนจำเป็นที่ร่างกายสังเคราะห์เองไม่ได้หลายชนิด โปรตีนมะพร้าวสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เป็นสารก่ออิมัลชัน ใช้เสริมโปรตีน

ในอาหาร เป็นอาหารสัตว์ นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในทางการแพทย์ กล่าวคือมีฤทธิ์ควบคุมระดับน้ำตาลระดับซีรัมคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ และมีฤทธิ์ปกป้องหัวใจ อย่างไรก็ตามแม้จะมีรายงานการแพ้จากการรับประทานผลิตภัณฑ์มะพร้าวซึ่งมีความสัมพันธ์กับการแพ้โปรตีนจากพืชตระกูลถั่ว แต่อุบัติการณ์ที่พบมีต่ำมากจึงไม่มีความจำเป็นที่จะให้ข้อมูลผู้ป่วยที่แพ้โปรตีนถั่วให้หลีกเลี่ยงมะพร้าว

เอกสารอ้างอิง

1. Debmandal M, Mandal S. Coconut (*Cocos nucifera* L.: Arecaceae): In health promotion and disease prevention. Asian Pac. J. Trop. Med. 2011; 4(3): 241-247.
2. Chan E, Elevitch CR. Species profiles for Pacific island agroforestry: *Cocos nucifera* (coconut) [serial on the internet]. 2006 [cited 2012 Sept 14]. Available from <http://www.agroforestry.net/tti/Cocos-coconut.pdf>
3. Ohler JG. The coconut palm. Botany, morphology and physiology. In: Ohler JG, editor. Modern Coconut Management; Palm cultivation and products. [internet]. 1999 [cited 2012 Sep 20]. Available from <http://ecoport.org/ep?SearchType=earticleView&articleId=127&page=-2#section1415>
4. Kintanar QL. Absorption of fats and oils and lipid metabolism. Philippine J. of Coconut Studies (Philippines). 1987;12(2):18-29.
5. Petroianu GA, Kosanovic M, Shehatta IS, Mahgoub B, Saleh A, Maleck WH. Green coconut water for intravenous use: Trace and minor element content. J Trace Elem Exp Med. 2004;17(4):273-282.
6. Saemah C and Jirapakkul W. Effect of solvent types on volatile compounds extracted from burnt aromatic coconut water. Proceedings of

- 49th Kasetsart University Annual Conference: Agro-Industry; 2011 Feb 1-4; Bangkok, Thailand. [cited 2012 Sep 19]. Available from <http://kucon.lib.ku.ac.th/Fulltext/KC4906067.pdf>
7. Goldsmith HS, Coco-nut water for intravenous therapy. *Brit J Surg*. 1961;49(216):421-422.
 8. Campbell-Falck D, Thomas T, Falck TM, Tutuo N, Clem K. The intravenous use of coconut water. *Am J Emerg Med*. 2000;18(1):108-111.
 9. Coconut Development Board. India. Coconut Product. Tender Coconut Water. [homepage on the internet]. No date [cited 2013 Jan 21]. Available from: <http://coconutboard.nic.in/tendnutr.htm>
 10. Pradera ES, Fernandez E, Calderin O. Coconut water: A clinical and experiment study. *Am J Dis Child*. 1942; 64(6): 977-995.
 11. Mandal SM, Dey S, Mandal M, Sarkar S, Maria-Neto S, Franco OL. Identification and structural insights of three novel antimicrobial peptides isolated from green coconut water. *Peptides*. 2009;30(4):633–637.
 12. Kwon KS, Bae D, Park KH, Rhee KC. Aqueous extraction and membrane techniques improve coconut protein concentrate functionality. *J Food Sci*. 1996;61(4):753–756.
 13. Del Rosario RR, Alcantara VA. Coconut proteins. In: *Philippine Science Encyclopedia. Pharmaceutical and Chemical Sciences*. Sylianco CL, del Rosario EJ, editors. NRCP, 1998;172-181.
 14. Garcia RN, Arocena RV, Laurena AC, Tecson-Mendoza AM. The 11S and 7S globulins of coconut (*Cocos nucifera* L.): Purification and Characterization. *J Agric Food Chem*. 2005; 53(5):1734-1739.
 15. Carr HJ, Plumb GW, Parker ML, Lambert N. Characterization and crystallization of an 11S seed storage globulin from coconut (*Cocos nucifera*). *Food Chemistry*. 1990;38(1):11-20.
 16. Balasundaresan D, Sugadev R, Ponnuswamy MN. Purification and crystallization of coconut globulin cocosin from *Cocos nucifera*. *Biochim Biophys Acta*. 2002;1601(1):121-122.
 17. Salil G, Nevin KG, Rajamohan T. Arginine rich coconut kernel protein modulates diabetes in alloxan treated rats. *Chem Biol Interact*. 2011; 189(1):107-111.
 18. Ranasinghe TKG. Coconut processing: Introduction; World copra production and oil trade; coconut preparation; Copra manufacture, storage and preparation. In: Ohler JG, editor. *Modern Coconut Management; Palm cultivation and products*. [internet]. 1999 [cited 2012 Sep 20]. Available from <http://ecoport.org/ep?SearchType=earticleView&earticleId=127&page=-2#section1415>
 19. Kwon K, Park KH, Rhee KC. Fractionation and characterization of proteins from coconut (*Cocos nucifera* L.). *J Agric Food Chem*. 1996; 44(7):1741-1745.
 20. Hassan MA. Production of spray-dried coconut milk powder. *Pertanika*. 1985;8(1):127-130.
 21. Sringam S. Coconut oil separation from coconut milk. *Kasetsart J. (Nat. Sci)*. 1999;33(3):444-451.
 22. Onsaard E, Vittayanont M, Srigam S, McClements DJ. Comparison of properties of oil-in-water emulsions stabilized by coconut cream proteins with those stabilized by whey protein isolate. *Food Research International*. 2006;39(1):78-86.

23. Chambal B, Bergenstahl B, Dejmek P. Edible proteins from coconut milk press cake; one step alkaline extraction and characterization by electrophoresis and mass spectrometry. Food Research International. 2012;47(2):146-151.
24. Naik A, Raghavendra SN, Raghavarao KS. Production of coconut protein powder from coconut wet processing waste and its characterization, Appl Biochem Biotechnol. 2012;167(5):1290-1302.
25. Hagenmaier R. Experimental coconut protein products. Journal of the American Oil Chemists' Society. 1979;56(3):448-449.
26. Samson AS, Khaund RN, Cater CM, Mattil KF. Extractability of coconut proteins. Journal of Food Science. 1971;36(5):725-728.
27. Kwon KS, Rhee KC. Emulsifying capacity of coconut proteins as a function of salt, phosphate, and temperature. Journal of the American Oil Chemists' Society. 1996;73(12):1669-1673.
28. Nair KGP, Rajamohan T, Kurup PA. Coconut kernel protein modifies the effect of coconut oil on serum lipids. Plant Foods Hum. Nutr. 1999; 53(2):133-144.
29. Nair KGP, Rajamohan T, Kurup PA. Changes in the metabolism of lipoproteins in rats fed coconut kernel protein. J Clin Biochem Nutr. 1998;25(3):159-168.
30. Mini S, Rajamohan T. Influence of coconut kernel protein on lipid metabolism in alcohol fed rats. Indian. J Exp Biol. 2004;42:53-57.
31. Mini S, Rajamohan T. Cardioprotective effect of coconut kernel protein in isoproterenol administered rats. Indian J Biochem Biophys. 2002;39(3):197-200.
32. Teuber SS, Peterson WR. Systemic allergic reaction to coconut (*Cocos nucifera*) in 2 subjects with hypersensitivity to tree nut and demonstration of cross-reactivity to legumin-like seed storage proteins: New coconut and walnut food allergens. J Allergy Clin Immunol. 1999; 103(6):1180-1185.

