โกโก้...ที่มาของความอร่อย

ศิริพร เหลียงกอบกิจ

โกโก้เป็นที่รู้จักกันดี โดยเฉพาะในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ช็อคโกแลต ซึ่งเป็นของหวานที่โปรดปรานของคนเกือบทั่วโลก ในความเป็นจริงโกโก้ นั้นมีรสขม ไม่ได้หวานอย่างที่ลิ้มรสในช็อคโกแลตเลย แต่ภายใต้ความขมหรือความหวานนี้มีคุณประโยชน์มากมาย โดยเฉพาะคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระที่กำลังเป็นที่กล่าวขานกัน

โกโก้ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Theobroma cacao* L. หรือเรียกชื่อภาษาอังกฤษว่า cocoa หรือ cacao ก็ได้ ศูนย์กลางเริ่มแรกของโกโก้อยู่ในแถบลุ่มน้ำอเมซอนตอนบนและแหล่งต้นน้ำ (ในเปรู เอควาดอร์ โคลัมเบีย และบราซิล) ในป่าฝนเขตร้อนในลุ่มน้ำอเมซอนตอนล่าง รวมทั้งสองฝั่งลำน้ำโอริโนโคในเวเนซูเอล่า และในกิอาน่า โกโก้ในเขตลุ่มน้ำตอนบนและตอนล่างนี้ จัดอยู่ในกลุ่ม Forastero โกโก้กลุ่ม Criollo จากหลักฐานทางโบราณคดีมีการปลูกนับตั้งแต่สมัยโบราณ โดยชนเผ่ามายาและชนเผ่าอื่นๆ ที่อาศัยอยู่ในอเมริกากลาง อย่างไรก็ตามในทางภูมิศาสตร์กลุ่ม Criollo น่าจะมีต้นกำเนิดจากลุ่มน้ำอเมซอนเช่นเดียวกับโกโก้อื่นๆ ในอเมริกากลาง โกโก้กลุ่ม Trinitario เป็นลูกผสมที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติระหว่าง Criollo และโกโก้ Venezuelan Forastero มีการนำมาปลูกแทนโกโก้ Criollo ที่มีการปลูกในทรินิแดดหลังจากปี ค.ศ. 1800 เป็นต้นไป ในปัจจุบันพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในแอฟริกาตะวันตก (63%) ประเทศในเขตร้อนของอเมริกา (63%) และเอเชีย (17%) ในประเทศไทยมีแหล่งปลูกโกโก้อยู่หลายจังหวัด เช่น ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช กระบี่ ประจวบคีรีขันธ์ ระนอง พังงา และสมุทรสงคราม เป็นต้น (1, 2)

ลักษณะทั่วไปของโกโก้

ไม้ยืนต้น ไม่ผลัดใบ สูง 4 - 20 ม. ใบบาง เหนียวคล้ายหนัง รูปขอบขนานแกมรูปกึ่งไข่กลับไปจนถึงรูปขอบขนานแกมรูปรี โคนใบกลม ขอบใบเป็นคลื่นเล็กน้อย ปลายใบเรียวแหลม มีขนปกคลุมบนเส้นใบ แตกช่อดอกบนลำต้นและกิ่งแก่ ปกติออกดอกบนปุ่มเล็กๆ อยู่เป็นกระจุก มีหลายดอก กลีบเลี้ยง 5 กลีบ รูปขอบขนานไปจนถึงรูปใบหอก สีขาวไปจนถึงสีออกแดง โค้งพับลง กลีบดอก 5 กลีบ สีเหลือง

ขนาดเล็กกว่ากลีบเลี้ยง ผลเมล็ดเดียวแข็ง มีลักษณะคล้ายผลมีเนื้อ ตามปกติเรียกฝัก (pod) มีรูปร่างต่างๆ จากรูปกลมไปจนถึงรูปท่อมีปลายแหลม ผิวเรียบไปจนถึงลักษณะเป็นปุ่มปม ปกติมี 5 หรือ 10 ร่อง สีเขียว เหลือง แดง หรือสีออกม่วง เมล็ดเรียงตัวเป็น 5 แถว รกเรียงตัวตรงกลางผล รูปเมล็ดแตกต่างกัน รูปกลมไปจนถึงรูปรี ฝังอยู่ในเยื่อเมือก สีขาว มีรสหวานไปจนถึงรสเปรี้ยว มีเนื้อเยื่อบางๆ ห่อหุ้ม เปลือกเมล็ดเหนียวคล้ายหนัง

ต้นโกโก้โดยทั่วไปมีการจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มหลัก คือ

1. Criollo โตช้า ให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ ไม่ต้านทานโรคและแมลงศัตรูพืช เมล็ด ขนาดใหญ่เกือบกลม ใบเลี้ยงสีขาวไปจนถึงสีม่วงอ่อน การหมักเมล็ดใช้เวลาเพียง 2-3 วัน

2. Forastero ส่วนใหญ่เป็นพวก Amelonado population ติดผลช้า แต่ให้ผลผลิตสูง เมล็ดแบนสีม่วงเข้ม มีประมาณ 40 เมล็ดต่อฝัก Forastero เป็นแหล่งพันธุกรรมของต้น ที่มีความแข็งแรง และมีความหลากหลายทางพันธุกรรมมาก ต้านทานโรคและแมลงศัตรูพืช

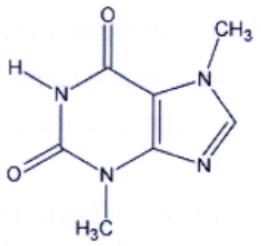
3. Trinitario เป็นลูกผสมที่เกิดตามธรรมชาติระหว่าง Criollo และ Amelonado Forastero มีความแข็งแรงและทนทานมากกว่า Criollo เมล็ดป้อมถึงแบน ใบเลี้ยงสีขาวไปจนถึง สีม่วงเข้ม (1, 2)

สารในเมล็ดโกโก้

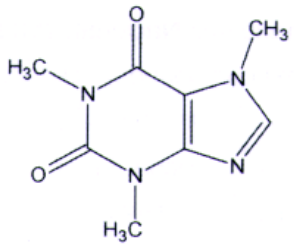
เมล็ดโกโก้มีสารที่สำคัญคือ โพลีฟีนอล (polyphenols) จะถูกเก็บอยู่ในเซลล์เม็ดสี (pigment) ของใบเลี้ยง (cotyledons) เซลล์ที่เก็บ polyphenols มีตั้งแต่สีขาวจนถึงม่วงเข้ม ขึ้นอยู่กับปริมาณ anthocyanins ใน pigment cells สารสำคัญในกลุ่ม polyphenols อาจแบ่งได้เป็นกลุ่มหลักคือ catechins หรือ flavan-3-ols (37%), anthocyanins (4%) และ proanthocyanidins (58%) สาร catechins หลัก คือ (-)-epicatechin ประมาณ 21.89 - 43.27 มก./ก. ของเมล็ดแห้งที่เอาไขมันออกแล้ว ส่วนสารที่พบปริมาณน้อยกว่าคือ (+)-catechin, (+)-gallocatechin และ (-)-epigallocatechin; anthocyanins ประกอบด้วย cyanidin-3-α-L-arabinosid และ cyanidin-3-β-D-galactosid; proanthocyanidins ส่วนใหญ่เป็น procyanidins พบมากในรูปของ flavan-3,4-diols ซึ่งจับเป็น dimers, trimers หรือ oligomers กับ epicatechin (3-5)

นอกจากสาร polyphenols แล้ว ในเมล็ดโกโก้ยังมีสาร diketopiperazines; โปรตีน; ไขมัน; amines; alkaloids สารหลักใน alkaloids ในระยะผลเล็กอ่อน (น้ำหนักสดประมาณ 2 ก.) ส่วนใหญ่จะเป็นผนังผล (pericarp) คือ theobromine (0.7 ไมโครโมล/ก. นน.สด) และ caffeine (0.09 ไมโครโมล/ก. นน.สด) ปริมาณ theobromine ของผนังผลจะลดลงอย่างรวดเร็ว ไปตามอายุของเนื้อเยื่อ และ caffeine จะลดลงอย่างสม่ำเสมอ ปริมาณ theobromine ส่วนใหญ่ จะสะสมในเมล็ด (22 ไมโครโมล/ ก. นน.สด) และส่วนใหญ่จะอยู่ในใบเลี้ยง (cotyledons) เมื่อผลมีขนาดใหญ่ (น้ำหนักสดประมาณ 500 ก.) ยังพบ theobromine ในเปลือกหุ้มเมล็ดและรก (placenta) ด้วย (2, 6, 7) ปริมาณ caffeine ในโกโก้เมื่อเปรียบเทียบในรูปของเครื่องดื่มโกโก้ กาแฟ และชา ในเครื่องดื่มโกโก้มีปริมาณ caffeine ต่ำสุด คือ ประมาณ 10 มก. ในเครื่องดื่ม 6 ออนซ์ (1 ถ้วย) ส่วนกาแฟและชาจะมี caffeine ประมาณ 100 และ 30

มก.ต่อ 1 ถ้วย (8); pyrazines; cocoa butter (ไขมันเนย) ประกอบด้วยกรดไขมัน ได้แก่ stearin, olein เป็นต้น stearin มีประโยชน์ในการผลิตช็อคโกแลต ทำให้มีความรู้สึกดีเมื่อช็อคโกแลตอยู่ในปาก และ olein มักใช้ในอุตสาหกรรมทำขนมหวาน (2, 9) ; ไฟเบอร์ เมล็ดโกโก้มีไฟเบอร์ทั้งหมด > 60% ของน้ำหนักแห้ง และเป็นไฟเบอร์ที่ไม่ละลายน้ำ 83% ของไฟเบอร์ทั้งหมด ไฟเบอร์จากเมล็ดจะมี polyphenols เพียงแค่ 1.15% เท่านั้น (10)



theobromine



caffeine

กว่าจะมาเป็นผลิตภัณฑ์จากโกโก้

การจะผลิตผลิตภัณฑ์จากโกโก้ เมล็ดโกโก้ต้องผ่านกระบวนการหมัก (ferment) ซึ่งมีความสำคัญต่อคุณภาพของโกโก้ และมีผลอย่างมากต่อรสชาติของโกโก้ การหมักจะใช้เวลา ประมาณ 5 – 6 วัน Forastero ใช้เวลาในการหมักมากกว่า Criollo จากการศึกษาการหมักเมล็ดโกโก้จากเวเนซูเอลา ในระหว่างการหมัก 6 วัน พบว่าปริมาณสาร polyphenols, caffeine และ theobromine ยกเว้นความเป็นกรดและปริมาณไขมันลดลง ตั้งแต่ครึ่งแรกของระยะเวลาหมัก และปริมาณสารเหล่านี้จะไม่เปลี่ยนแปลง หลังจากวันที่ 4 สีของเมล็ดโกโก้จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำ polyphenols ลดลงประมาณ 20% และ (-)-epicatechin ลดลงครึ่งหนึ่ง ส่วนสารกลุ่ม alkylpyrazines ซึ่งเป็นหนึ่งในสารที่ให้รสชาติในเมล็ดโกโก้ และเป็นสารที่มีปริมาณอยู่น้อยมากในเมล็ดโกโก้ที่ยังไม่ได้หมัก ปริมาณสารไม่เปลี่ยนแปลงตั้งแต่วันแรกจนถึงวันที่ 3 ของการหมัก และจะเพิ่มขึ้นหลังจากวันที่ 3 ของการหมักอย่างเห็นได้ชัด (11)

ในระหว่างการหมัก anthocyanins จะถูก hydrolysed เป็น anthocyanidins สาร anthocyanins จะหายไปอย่างรวดเร็วในกระบวนการหมัก (ประมาณ 93% หลังจากหมัก 4 วัน) ส่วน procyanidins จะลดลง 3 – 5 เท่า ในระหว่างการหมัก มีการเปลี่ยนสีจากสีเทา (slaty) เป็นสีน้ำตาล (5) หลังจากการหมักแล้วจะตากให้แห้ง ซึ่งจะทำให้ pulp รอบๆ เมล็ด สลายและหลุดออกไป และสารนำรสชาติจะเกิดขึ้น (2)

ก่อนที่จะนำโกโก้ไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ต้องนำไปอบหรือคั่วที่อุณหภูมิแตกต่างกันไป ตั้งแต่ 100 – 150 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ เช่น ในการผลิต cocoa butter หรือช็อคโกแลตต้องอบที่อุณหภูมิต่ำ ขณะที่ผลิตโกโก้ผงจะอบที่อุณหภูมิสูง หลังจากอบแล้ว shell และ hypocotyl จะแยกออกจากใบเลี้ยง (cotyledons) เมล็ดส่วนที่เหลือเรียกว่า cocoa kernel หรือ cocoa nibs ซึ่งจะมีไขมันเนย 55% (2) และยังมีสารที่มีรสขม และทำให้รู้สึกฝาด ได้แก่ theobromine, caffeine, flavan-3-ols, catechin, procyanidin B-2, procyanidin B-5, procyanidin C-1, [epicatechin-4(4β→8)]3-

epicatechin และ [epicatechin-4(4$\beta \rightarrow$8)]4-epicatechin นอกจากนั้นยังมี quercetin, naringenin, luteolin, apigenin glycopyranosides และ amino acid amides เป็นต้น ซึ่งเป็นสารที่ให้รสฝาดเช่นกัน (12)

การนำ cocoa nibs ไปบดในขณะที่ยังร้อน จะได้ของเหลว หนืด สีน้ำตาลดำ เรียกว่า cocoa liquor หรือ cocoa paste ซึ่งยังคงมีความขมค่อนข้างสูง (2) cocoa liquor ที่ได้จากแหล่งปลูกโกโก้และ variety ที่แตกต่างกัน จะมีปริมาณ procyanidins ที่แตกต่างกัน โกโก้ที่ผ่านการหมักด้วยระยะเวลาสั้น (variety Criollo, Trinitario และ Nacional) จะมี procyanidins มากกว่าโกโก้ที่ใช้เวลาหมักนาน (Forastero) ส่วนสารให้กลิ่น (aroma compounds) จะพบใน Forastero มากกว่า เพราะ aroma compounds จะสร้างขึ้นระหว่างการคั่วหรืออบ ซึ่งแตกต่างกันไปตามระยะเวลาในการหมัก และมีปริมาณเป็นสัดส่วนกลับกับ procyanidins ที่เหลืออยู่ใน cocoa liquor (13)

เปลือกเมล็ดโกโก้ที่เหลือทิ้งจากกระบวนการก่อนนำไปอบ/คั่ว หรือในระหว่างการอบ/คั่ว ส่วนใหญ่จะมีสาร theobromine และ caffeine มีสารในกลุ่ม pectin ซึ่งเป็นไฟเบอร์ที่ไม่ละลายน้ำ และ phenolic fraction (14)

คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระของโกโก้

การศึกษาในหลอดทดลอง

มีการศึกษาวิจัยหลายฉบับที่ระบุว่าโกโก้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และในโกโก้มีสารสำคัญคือ polyphenols ซึ่งมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ (13-37)

สาร polyphenols ออกฤทธิ์จับอนุมูลอิสระ (22, 24, 25, 32-34) ยับยั้ง hydrogen peroxide (15), superoxide anion (15, 22, 29, 32) และ peroxynitrite (22) ยับยั้งการเกิด LDL oxidation (19, 21, 29, 31) ยับยั้งการแตกของเม็ดเลือดแดง (23) ยับยั้ง NADPH-dependent lipid peroxidation ในไมโครโซมตับหนูขาว (24), ยับยั้ง lipid peroxidation (24, 30, 35) ยับยั้ง autoxidation ของกรดไลโนเลอิค (24) ยับยั้งการออกซิเดชันของดีเอ็นเอ ของต่อมธัยมัสในวัวที่ได้รับการฉายรังสี (27) และป้องกันการทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ (30, 36)

สาร polyphenols ที่เป็นสารหลักในการต้านอนุมูลอิสระ คือ flavan-3-ols (catechin และ epicatechin) (22, 23, 25-27) และ procyanidins (ได้แก่ procyanidin B_2, procyanidin C_1, cinnamtannin A_2, galactopyranosyl-ent-(-)-epicatechin (2$\alpha \rightarrow$7, 4$\alpha \rightarrow$8)-(-)epicatechin เป็นต้น) (13, 21-23, 25-27, 30, 36) เรียงลำดับความสามารถของสารในการออกฤทธิ์จับอนุมูลอิสระ (DPPH) คือ procyanidin B_2 (B_2) > (+)-catechin (CA) = cinnamtannin A_2 (A_2) > (-)-epicatechin (EC) >> procyanidin C_1 (C_1) ฤทธิ์จับอนุมูลอิสระ superoxide เรียงตามลำดับ EC > C_1 = A_2 >CA = B_2 และฤทธิ์จับอนุมูลอิสระ peroxynitrite เรียงตามลำดับ EC > CA > B_2 > C1 > A_2 (22) การเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยใช้ Cu^{2+} เป็นตัวทำให้เกิดอนุมูลอิสระ การออกฤทธิ์เรียงตามลำดับคือ CA > B_2 $\geq$ EC $\geq$ C_1 > A_2 และเมื่อใช้ 2,2′-azobis(4-methoxy-2,4-dimethylvaleronitrile) เป็นตัวทำให้เกิดอนุมูลอิสระ การออกฤทธิ์เรียงตามลำดับคือ EC $\geq$ B_2 $\geq$ C_1 > CA > A_2 (25) procyanidin oligomers จะยับยั้งการแตกของ

เม็ดเลือดแดงได้ดีกว่า (-)-epicatechin และ (+)-catechin (23) และ (-)-epicatechin จะออกฤทธิ์จับ superoxide ลด thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) และยับยั้ง LDL oxidation ได้ดีกว่า conjugated glucuronide metabolites ของ epicatechins เช่น (-)-epicatechin-3′-O-glucuronide, 4′-O-methyl-(-)-epicatechin-3′-O-glucuronide เป็นต้น (29) สาร polyphenols เกือบทั้งหมด ยกเว้น (-)-epicatechin 8-C-galactopyranoside จะออกฤทธิ์ยับยั้ง lipid peroxidation ได้ต่ำกว่า และยับยั้ง autoxidation ของกรดไลโนเลอิค ได้ดีกว่าวิตามินอี และสาร polyphenols เกือบทั้งหมด ยกเว้น procyanidin C_1 ออกฤทธิ์จับอนุมูลอิสระ 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical (DPPH) ได้ดีกว่า วิตามินอี (24) epicatechin จะออกฤทธิ์ยับยั้งการออกซิเดชันของดีเอ็นเอของต่อมธัยมัสในวัวได้ดีกว่า catechin (IC_{50} = 1.7 $\pm$ 0.7 และ 4.0 $\pm$ 0.7 ไมโครโมล) monomer, tetramer และ hexamer ของ procyanidins จะออกฤทธิ์เท่าๆ กัน (27) การออกฤทธิ์ของ dimer และ trimer procyanidins ต่อการป้องกันการทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ด้วย Triton X-100 เรียงตามลำดับการออกฤทธิ์ คือ Dim A_1 > Dim A_2 > Dim B = Trim C > Trim A (30)

สาร clovamide อยู่ในสารกลุ่ม polyphenols เช่นกัน มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (16, 37) แต่ไม่มีความสำคัญมากนัก เพราะเมื่อทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่าง clovamide กับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่าการให้ความร้อนโดยไม่ทำให้ clovamide สูญเสียไป ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ วัดโดยใช้วิธี DPPH ยังคงลดลง (37)

เมื่อทำการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์หลากหลายชนิดที่มีส่วนผสมของโกโก้ หรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น โกโก้ (cocoa) และผลิตภัณฑ์จากโกโก้ คือ ช็อคโกแลตดำ (dark chocolate) ช็อคโกแลตนม (milk chocolate) และโกโกร้อน (hot cocoa) พบว่ามีปริมาณสาร polyphenols เรียงลำดับดังนี้ cocoa > dark chocolate > milk chocolate > hot cocoa ปริมาณสารที่ลดลงมีความสัมพันธ์กับปริมาณ cocoa liquor ที่ลดลงในผลิตภัณฑ์ ตรวจพบ epicatechin และ catechin ในทุกตัวอย่าง ปริมาณ catechin ใน milk chocolate, dark chocolate และ cocoa ประมาณ 15 – 16, 48 – 137 และ 296 – 327 มก./ก. ตามลำดับ ส่วนฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เรียงลำดับดังนี้ dark chocolate > cocoa > milk chocolate ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของ dark chocolate และ cocoa ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ทั้งคู่จะมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ milk chocolate (17) เครื่องดื่ม ระหว่างสารละลายกาแฟ (0.7 – 2.5%) สารละลายโกโก้ (1.5 – 3.5%) ชา (ชาเขียว ชาดำ หรือชาสมุนไพร) ในน้ำร้อน 220 มล. ประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยการยับยั้ง LDL oxidation พบว่า กาแฟมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด รองลงมาคือโกโก้ ชาเขียว ชาดำ และชาสมุนไพร ตามลำดับ การเติมนมลงไปไม่มีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (20) แต่ในบางการวิจัยพบว่า การเติมนมลงไปในผลิตภัณฑ์จากโกโก้ จะทำให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระลดลง (34, 38) โกโก้จะมี total phenols และ flavonoids มากกว่าไวน์แดง ชาเขียว และชาดำ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเรียงตามลำดับดังนี้ โกโก้ > ไวน์แดง > ชาเขียว > ชาดำ (28)

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของ cocoa liquor ในต่างผลิตภัณฑ์และต่างแหล่งจะแตกต่างกัน เปรียบเทียบระหว่าง milk chocolate, dark chocolate, high liquor chocolate, Ivory Coast liquor และ

Sanchez liquor พบว่า Sanchez liquor มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด และ milk chocolate มีค่าต่ำสุด ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจะแปรผันตามปริมาณ procyanidins (18)

การศึกษาในสัตว์ทดลอง

การศึกษาในสัตว์ทดลองก็ให้ผลต้านอนุมูลอิสระเช่นกัน การศึกษาในกระต่ายที่มีคอเลสเตอรอลในเลือดสูง ให้กินอาหารที่ผสมด้วย polyphenols จาก cocoa liquor ขนาด 1% นาน 10 วัน (39) และนาน 6 เดือน (40) พบว่า LDL oxidation และ TBARS ลดลง แต่ไม่พบความแตกต่างของระดับไขมันหรือไลโพโปรตีนในเลือด (39, 40)

การศึกษาในหนูขาว เมื่อให้หนูขาวกินอาหารไม่มีวิตามินอี ผสมด้วย polyphenols จาก cocoa liquor ขนาด 0.25, 0.5 และ 1% นาน 7 สัปดาห์ พบว่า polyphenols ช่วยลด lipid peroxide ในตับ ไต หัวใจ และสมอง แต่ไม่ได้ป้องกันการลดลงของ α-tocopherol ในตับ ไต หัวใจ สมอง และเลือด (41) การให้สารสกัดโกโก้ทางสายยางให้อาหารแก่หนูขาว ขนาด 100 มก. ตรวจเลือดทุก 4 ชม. พบ epicatechin, catechin และ dimers ((-)-epicatechin-(4$\beta$$\rightarrow$8)-epicatechin และ (-)-epicatechin-(4$\beta$$\rightarrow$6)-epicatechin) ในเลือด ความเข้มข้น 6.4 ไมโครโมล, 217.6 นาโนโมล, 248.2 นาโนโมล และ 55.4 นาโนโมล ตามลำดับ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant capacity เมื่อวัดด้วย TRAP assay) เพิ่มขึ้น ระหว่าง 30 - 240 นาที หลังจากได้รับสารสกัด เม็ดเลือดแดงที่ได้จะทนต่อการแตก (23) หนูขาวที่กินอาหารผสมโกโก้ ขนาด 0.5, 1 หรือ 2% นาน 2 สัปดาห์ จะตรวจพบ epicatechin ในเลือด และเพิ่มขึ้นแปรผันตามขนาดของโกโก้ที่เพิ่มขึ้นในอาหาร (128 – 790 นาโนโมล) ระดับ 8-hydroxy-2′deoxyguanosine (8OH-2′dG) ในอัณฑะต่ำกว่าในหนูปกติ แต่ไม่มีผลต่อระดับ 8OH-2′dG ในตับและหัวใจ การออกซิไดส์ของ glutathione ในเม็ดเลือดแดงต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ไม่พบความแตกต่างของ superoxide dismutase ในตับและอัณฑะ ความเข้มข้นของ F_2-isoprostanes และ TBARS คล้ายกันทุกกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (42) หนูขาวที่กินอาหารมีคอเลสเตอรอลปกติ และหนูขาวที่กินอาหารมีคอเลสเตอรอลสูง กินอาหารผสมด้วยสตรอเบอรี่ 12% หรือพลัม 12% หรือไฟเบอร์จากโกโก้ 16.5% อาหารทุกกลุ่มจะมี polyphenols 3 ก./กก.อาหาร เซลลูโลสจะถูกเพิ่มเข้าไปในอาหารที่ผสมสตรอเบอรี่และพลัม เพื่อทำให้มีไฟเบอร์ในอาหาร 5% ให้หนูกินนาน 3 สัปดาห์ พบว่าอาหารที่มีคอเลสเตอรอลสูงจะทำให้เกิด lipid peroxidation สูง (ระดับ malondialdehyde สูงขึ้น) ซึ่งแสดงว่ามีอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น แต่สตรอเบอรี่ พลัม และโกโก้ จะทำให้ระดับ malondialdehyde ลดลง ทั้งในหนูปกติและหนูที่มีคอเลสเตอรอลสูง ระดับ malondialdehyde ในตับหนูปกติจะลดลงเฉพาะในหนูที่กินพลัม ส่วนหนูที่กินสตรอเบอรี่และโกโก้ลดลงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากกลุ่มควบคุม แต่อาหารผสมทั้ง 3 ชนิดมีผลลด malondialdehyde ในตับหนูที่มีคอเลสเตอรอลสูง (43) หนูขาวที่ได้รับโกโก้ 4% หรือ 10% ของอาหาร นาน 3 สัปดาห์ พบว่า antioxidant capacity ในทุกเนื้อเยื่อ โดยเฉพาะในธัยมัสเพิ่มขึ้น เอนไซม์ superoxide dismutase และ catalase ในธัยมัสเพิ่มขึ้นตามขนาดของโกโก้ที่ได้ (44)

และจากฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของโกโก้ จะมีผลช่วยป้องกันการเกิดโรคอื่นๆ ได้แก่ ป้องกันหรือลดการเกิดโรคอื่นๆ เนื่องจากภาวะเบาหวานในสัตว์ทดลอง เช่น ต้อกระจก (45, 46) ความผิดปกติของไต (45); โรคหลอดเลือดอุดตัน (atherosclerosis) (47, 48) เป็นต้น

การศึกษาทางคลินิก

มีการศึกษาทางคลินิกหลายฉบับที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการกินผลิตภัณฑ์จากโกโก้ และการเกิด LDL oxidation (49 - 54) อาสาสมัครชาย 9 คน ได้รับโกโก้ผง 36 ก. ต่อวัน (ประกอบด้วย polyphenols 2.61 ก.) พร้อมน้ำตาล และอีก 6 คน ได้รับน้ำตาล ในปริมาณที่เท่าๆ กันกับกลุ่มกินโกโก้ นาน 2 สัปดาห์ (49) อาสาสมัครสุขภาพดี 23 คน กินอาหาร 2 ชนิด คือ อาหารแบบอเมริกัน (AAD) ควบคุมไฟเบอร์ caffeine และ theobromine และอาหาร AAD ร่วมกับผงโกโก้ 22 ก. และ dark chocolate 16 ก. (CP-DC diet) จะมี procyanidins ประมาณ 466 มก./วัน ทำการศึกษา 2 ช่วง แบบ crossover study (51) อาสาสมัครสุขภาพดี จำนวน 25 คน อายุระหว่าง 20 – 60 ปี กินโกโก้เป็นอาหารเสริม (dark chocolate bar 36.9 ก. และเครื่องดื่มจากโกโก้ผง 30.95 ก. จะมี procyanidins ประมาณ 651 มก./วัน) นาน 6 สัปดาห์ (52) อาสาสมัครชายและหญิงสุขภาพดี ดื่มเครื่องดื่มโกโก้ หรือโกโก้ใส่นม มากกว่า 12 สัปดาห์ (53) อาสาสมัครชายสุขภาพดีชาวญี่ปุ่น จำนวน 25 คน อายุเฉลี่ย 38 $\pm$ 1 ปี แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุมดื่มเครื่องดื่มที่มีแต่น้ำตาล 12 ก. กลุ่มทดลองดื่มเครื่องดื่มโกโก้ที่มีโกโก้ผง 26 ก. และน้ำตาล 12 ก. วันละ 2 ครั้ง ก่อนอาหารกลางวันและในช่วงบ่าย (54) งานวิจัยเหล่านี้พบว่าโกโก้มีผลไปลดการเกิด LDL oxidation (lag time นานขึ้น) แสดงว่าโกโก้ช่วยลดอนุมูลอิสระในร่างกาย

อาสาสมัครแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งกินช็อคโกแลตกึ่งหวาน และอีกกลุ่มหนึ่งกิน dark chocolate ในกลุ่มกิน dark chocolate แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมกินช็อคโกแลตแท่งที่มี procyanidins จากโกโก้ต่ำ (procyanidins 3.3 มก. หรือมี monomer 1.8 มก. ต่อผลิตภัณฑ์ 36.9 ก.) และกลุ่มทดลองกิน dark chocolate ที่มี procyanidins จากโกโก้ 147 มก. (monomer 40.6 มก. ต่อผลิตภัณฑ์ 36.9 ก.) เจาะเลือดที่ 2 และ 6 ชม. พบว่ากลุ่มที่กิน procyanidins สูง จะมีระดับ malondialdehyde ในเลือดต่ำกว่า แสดงว่ามีการเกิด LDL oxidation ต่ำกว่า ในกลุ่มที่กินช็อคโกแลตกึ่งหวาน แบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุมกินขนมปังอบ ½ ชิ้นอย่างเดียว ไม่มีช็อคโกแลต และกลุ่มที่ 2 – 4 เป็นกลุ่มทดลองกินขนมปังอบ ½ ชิ้น พร้อมกับช็อคโกแลต 1 ชิ้น จากช็อคโกแลตที่มีอยู่แตกต่างกัน 3 ชนิด แต่ละชนิดจะมีระดับ procyanidins ต่อถุงแตกต่างกัน ช็อคโกแลตถุงที่หนึ่งมีช็อคโกแลตกึ่งหวาน 35 ก. ประกอบด้วย procyanidins จากโกโก้ 185 มก. ถุงที่สองมีช็อคโกแลตกึ่งหวาน 70 ก. ประกอบด้วย procyanidins จากโกโก้ 370 มก. ถุงที่สามมีช็อคโกแลตกึ่งหวาน 105 ก. ประกอบด้วย procyanidins จากโกโก้ 555 มก. เจาะเลือดที่ 2 และ 6 ชม. พบว่า ระดับ malondialdehyde ในเลือดคนที่ได้รับ procyanidins ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม และพบน้อยลงเมื่อได้รับ procyanidins เพิ่มขึ้น จะเห็นได้ว่าจากการทดลองทั้งสองส่วน polyphenols จากโกโก้แม้ว่าจะอยู่ในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่ต่างกัน ก็ให้ผลต้านอนุมูลอิสระเช่นกัน และการออกฤทธิ์ขึ้นอยู่กับปริมาณสาร polyphenols ในผลิตภัณฑ์ (50) อาสาสมัครชาย 20 คน อายุ 20 – 40 ปี ไม่สูบบุหรี่ ไม่ได้เป็นนักกีฬาหรือออกกำลังกายอย่างหนัก สุ่มเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 10 คน กลุ่มหนึ่งให้ออกกำลังกายอย่างหนัก (ได้รับ oxidative stress วัดด้วยระดับของ F_2-isoprostanes) และอีกกลุ่มไม่ต้องออกกำลังกาย ทุกคนจะได้รับการทดสอบ 2 ครั้ง โดยถูกสุ่มแบบอิสระ crossover, double-blind ให้ดื่มเครื่องดื่มโกโก้ที่มี flavanol สูง (HFCD; มี flavan-3-ols 187 มก./100 มล.) หรือดื่มเครื่องดื่ม

โกโก้ที่มี flavanol ต่ำ (LFCD; มี flavan-3-ols 14 มก./100 มล.) การทดสอบครั้งที่สองจะเริ่มหลังจากทิ้งช่วงการทดสอบครั้งที่หนึ่งไป 1 สัปดาห์ พบว่า ระดับ F_2-isoprostanes เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในคนที่ดื่มเครื่องดื่ม LFCD หลังจากดื่ม 2 และ 4 ชม. แต่จะไม่เพิ่มขึ้นหลังจากดื่มเครื่องดื่ม HFCD และระดับ F_2-isoprostanes ในกลุ่ม HFCD จะต่ำกว่ากลุ่ม LFCD อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อประเมินผลร่วมกับการออกกำลังกาย (55) อาสาสมัครสุขภาพดี 12 คน (หญิง 7 คน ชาย 5 คน) อายุเฉลี่ย 32.2 ± 1 ปี เป็นการศึกษาแบบ crossover experimental design อาสาสมัครจะได้รับ dark chocolate 100 ก., dark chocolate 100 ก. ร่วมกับนมที่เติมไปด้วยไขมัน 200 มล. หรือช็อคโกแลตนม 200 ก. (มีนม > 40 มล.) 1 ชม.หลังจากอาสาสมัครกินช็อคโกแลต วัด antioxidant capacity ในเลือดด้วยวิธี The ferric reducing ability of plasma (FRAP assay) พบว่า antioxidant capacity เพิ่มขึ้นในกลุ่มกิน dark chocolate จาก 100 ±3.5% เป็น 118.4 ±3.5% และลดลงเท่ากับระดับปกติหลังจากกินไป 4 ชม. ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของ antioxidant capacity ในกลุ่มกินช็อคโกแลตนมหรือ dark chocolate ร่วมกับนม จากการดูพื้นที่ใต้กราฟ การดูดซึมของ (-)-epicatechin ในเลือดหลังจากกินช็อคโกแลตจะลดลงเมื่อนมถูกเติมเข้าไป หรือตัวช็อคโกแลตเองมีนมผสมอยู่ (38)

การศึกษาทางเภสัชจลนศาสตร์ของโกโก้ ระดับ epicatechin จากสารสกัดโกโก้ และช็อคโกแลต (plain chocolate) ในคน หลังจากกิน 1 ครั้ง ขนาดเดียว พบว่าความเข้มข้นของ epicatechin ในเลือดจะเพิ่มขึ้นหลังจากกินโกโก้ พื้นที่ใต้กราฟ (AUC) มีความสัมพันธ์กับขนาดของ epicatechin ในผลิตภัณฑ์โกโก้สูง กลไก (kinetics) ของ epicatechin จะคล้ายกับสารสกัดด้วยเอทานอล 20% จากโกโก้หรือช็อคโกแลต แสดงว่าส่วนประกอบของอาหารไม่ได้มีผลต่อ bioavailability ของ epicatechin ระดับของ epicatechin ในเลือด = 0.7 ไมโครโมล จากช็อคโกแลต 80 ก. หรือประมาณ 2% ของปริมาณที่กินเข้าไป ซึ่งให้ผลคล้ายกับชา แสดงว่าเครื่องดื่มจากชาและโกโก้สามารถให้สาร polyphenols ซึ่งช่วยต้านอนุมูลอิสระเมื่อกินเข้าไปได้ (19) การตรวจวัดระดับ epicatechin ในเลือดอาสาสมัครสุขภาพดี 13 คน ที่กินช็อคโกแลตกึ่งหวานที่มี procyanidins สูง พบว่า 2 ชม.หลังจากกิน จะมีระดับ epicatechin ในเลือดเพิ่มขึ้น 12 เท่า จาก 22 ถึง 257 นาโนโมล/ลิตร antioxidant capacity ของ epicatechin ภายใน 2 ชม.นี้ เพิ่มขึ้น 31% ในเลือด และลด TBARS ในเลือดลง 40% ทั้งระดับ epicatechin ในเลือดและ antioxidant capacity จะกลับสู่ระดับปกติประมาณ 6 ชม.หลังจากกิน (56) ให้คนกินช็อคโกแลตที่มี procyanidins 5.3 มก./ก. (เป็น (-)-epicatechin 1.3 มก./ก.) พบว่า 2 ชม.หลังจากกิน ระดับ epicatechin ในเลือดเพิ่มขึ้นจาก 19 ± 14 เป็น 133 ± 27, 258 ± 29 และ 355 ± 49 นาโนโมล/ลิตร ในแต่ละคนที่กินช็อคโกแลต 27, 53, และ 80 ก. ตามลำดับ การเพิ่มขึ้นของระดับ epicatechin จะสัมพันธ์กับการเพิ่ม antioxidant capacity และการลดลงของ lipid oxidation ในเลือด (57) อาสาสมัครสุขภาพดี จำนวน 11 คน (หญิง 4 คน และชาย 7 คน) อายุเฉลี่ย 24 ± 3 ปี ก่อนการทดลองให้กินอาหารที่ไม่มี polyphenols 2 วัน และอดอาหาร 1 คืน จึงให้กินช็อคโกแลตที่มี flavanol สูง 80 ก. (มี anthocyanidins 439 มก. และ catechin 147 มก.) เก็บปัสสาวะตรวจ 24 ชม. ก่อนกินและหลังกินช็อคโกแลต 3, 6, 9, 24 และ 48 ชม. เพื่อหา aromatic acids พบว่าการกินช็อคโกแลตจะเพิ่มการขับสาร phenolic acids ในปัสสาวะ คือ m-hydroxyphenylpropionic acid, ferulic

acid, 3-4-dihydroxyphenylacetic acid, m-hydroxyphenylacetic acid, vanillic acid และ m-hydroxybenzoic acid (58)

หลักฐานความเป็นพิษและการทดสอบความเป็นพิษ

เมื่อป้อนผงโกโก้ที่ผ่านการอบหรือยังไม่ได้อบละลายในน้ำ เข้าทางสายยางให้อาหารหนูแฮมสเตอร์ พบว่าโกโก้ที่เอาไขมันออกแล้วและผ่านการอบจะเป็นพิษต่อยีน (เกิด sister chromatid exchange เพิ่มขึ้น) มากกว่าโกโก้ที่ไม่ผ่านการอบ ในขณะที่ไขมันเนยจากโกโก้ไม่เป็นพิษต่อยีน หนูที่ได้รับโกโก้ 5 ก./กก.นน.ตัว มี sister chromatid exchange เพิ่มขึ้นถึง 1.5 เท่าของกลุ่มควบคุม (59) ไม่พบความเป็นพิษต่อยีนของผงโกโก้ ในการทดสอบ Ames assay, The mouse lymphoma assay, Cytogenetic assay และ Cell transformation assay (60) หนูขาวที่กินอาหารผสมผงโกโก้ขนาด 2.5, 5.0 และ 7.5% ของอาหารตลอดการตั้งท้องและให้นมลูก (ถึงหลังคลอด 21 วัน) จะกินอาหารมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้กินโกโก้ในระหว่างตั้งท้อง น้ำหนักตัวแม่หนูในระหว่างให้นมเพิ่มขึ้นเฉพาะที่กินโกโก้ขนาด 5.0 และ 7.5% ขนาดของครอกหนูลดลงเล็กน้อยในหนูที่กินโกโก้ 7.5% และการรอดชีวิตของลูกหนูลดลงเล็กน้อยในหนูที่กินโกโก้ 5.0 และ 7.5% แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามน้ำหนักตัวของลูกหนูลดลงทุกกลุ่มของการทดลองตลอดการให้นม ถึงแม้เพียงเล็กน้อย แต่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (61)

Theobromine ที่สกัดแยกจากโกโก้ ไม่เป็นพิษต่อยีน แต่ theobromine บริสุทธิ์จะเป็นพิษต่อยีน โกโก้และ theobromine ไม่ก่อกลายพันธุ์ ใน Salmonella/mamalian microsome mutagenicity test ส่วน theobromine จะให้ผลทั้งก่อกลายพันธุ์และไม่ก่อกลายพันธุ์ในการทดสอบ micronucleus test และ chromosome aberration test ตามลำดับ (59) การประเมินผล theobromine ซึ่งเป็น purine alkaloid ในช็อคโกแลตและผลิตภัณฑ์จากโกโก้ในหนูขาวเพศผู้ เมื่อให้กินทางปาก ขนาด 50, 150 และ 450 มก./กก. นาน 10 สัปดาห์ ให้ผสมพันธุ์กับหนูเพศเมีย และฆ่าหนูเพศเมีย 13 วันหลังจากผสมพันธุ์แล้ว พบว่าไม่มีความแตกต่างของร้อยละของตัวอ่อนที่ฝังตัวตายเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม อัตราการตั้งท้อง 94% แสดงว่า theobromine ไม่มีผลทำให้เกิดการกลายพันธุ์ หรือผลต่อการตั้งครรภ์ หลังจากกินในขนาดเทียบเท่ากับ 25 – 225 เท่าของปริมาณสูงสุดที่คนได้รับ (62) การให้หนูขาวที่ตั้งท้องกินอาหารผสมด้วย theobromine ขนาด 0.0675 และ 0.135% เปรียบเทียบกับกินอาหารผสมด้วยผงโกโก้ขนาด 2.5 และ 5% ของผงโกโก้ พบว่าหนูทั้ง 4 กลุ่มทดลองกินอาหารมากกว่ากลุ่มควบคุม แม่หนูที่กินโกโก้มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นมากกว่า ทั้งโกโก้และ theobromine ไม่มีผลต่อการตั้งท้อง และ corpora lutea ตัวอ่อนจากแม่ที่กิน theobromine 0.135% จะมีการสร้างกระดูกที่ไม่สมบูรณ์หรือขาดกระดูกส่วนสันอก (sternebrae) และกระดูกอุ้งเชิงกราน (pubic bones) แสดงว่ามีการสร้างกระดูกช้า แต่เมื่อดูอัตราการรอดชีวิต ก็ไม่พบว่า theobromine และโกโก้มีผลทำลายการเติบโตหรือการรอดชีวิต และการตรวจเลือดในระหว่างตั้งครรภ์ก็ไม่พบการสะสมของ theobromine ระดับของ theobromine และโกโก้ที่ใช้ในการศึกษานี้มากกว่าระดับสูงสุดที่คนกินมากกว่า 50 เท่า ซึ่งเทียบเท่ากับการกินช็อคโกแลต 10 ปอนด์ต่อวัน (61)

การศึกษาผลต่อระบบอวัยวะสืบพันธุ์ในเพศผู้ โดยให้หนูขาวเพศผู้กิน theobromine ขนาด 250 มก./กก. หรือสารสกัดด้วยเมทานอล 85% จากโกโก้ ขนาด 2.14 ก./กก. (มี theobromine 117 มก./ก.ของสารสกัด) หรือสารสกัดด้วยเมทานอล 85% จากโกโก้ ขนาด 0.43 ก./กก. นาน 31 วัน พบว่า theobromine และสารสกัดขนาดสูงจะทำให้น้ำหนักตัวและน้ำหนัก epididymis ลดลง เกิด vacuoles (ช่องว่างหรือโพรงที่เป็นของเหลวใส) ภายใน sertoli cell, spermatids รูปร่างผิดปกติ และการหลั่ง spermatids ล้มเหลว แต่การเปลี่ยนแปลงของอัณฑะในหนูที่กินโกโก้ขนาดสูงจะน้อยกว่า theobromine (63) หนูขาวเพศผู้ที่กิน theobromine ขนาด 500 มก./กก. นาน 7 วัน จะยับยั้งการเพิ่มของน้ำหนักตัว ลด cauda epididymal sperm reserve 38%, seminiferous tubule fluid volume (STF) 33%, ปริมาณ lactate ใน STF 22% ยับยั้งการจับของ androgen binding protein (ABP) 21% และลดปริมาณ ABP ใน STF สารสกัดจากโกโก้ที่ประกอบด้วย theobromine ในปริมาณเท่าๆ กับ theobromine ที่ใช้ทดสอบ ไม่พบว่าเป็นพิษต่อหนูขาว ความเข้มข้นของ theobromine ในเลือดและอัณฑะ จาก theobromine บริสุทธิ์สูงกว่าที่ได้รับจากสารสกัด 1.8 และ 1.6 เท่า ตามลำดับ (64)

การผสม cocoa cake ในอาหารสัตว์เลี้ยง เช่น สุกรที่กินอาหารที่มีผงโกโก้ (cocoa cake เป็นโกโก้ที่ได้จากการสกัดเอาน้ำมันออกจากเมล็ดโกโก้โดยการบีบแบบไฮโดรลิค ที่อุณหภูมิ 160 องศาฟาเรนไฮต์ จะได้ผงโกโก้ที่ประกอบด้วย theobromine 2.8%, caffeine 1.4%, น้ำ 13.5%, โปรตีน 23.2%, น้ำมัน 5.6%, คาร์โบไฮเดรท 42.6%, ไฟเบอร์ 9.1% และเถ้า 6.0% ในสัดส่วน 7.5% ของอาหาร จะเป็นพิษ แต่ในสัดส่วน 5% ของอาหารไม่เป็นพิษ แต่ไม่พบว่ามีประโยชน์ต่อสุกร (65) สาร theobromine ใน cacoa cake เป็นพิษ ไม่ควรใช้ผสมในอาหารวัวควาย (66)

สารให้สีจากเปลือกเมล็ดโกโก้ เมื่อป้อนให้หนูขาวเพศผู้ ความเข้มข้นของสารที่ทำให้หนูตาย 50% (LD_{50}) เท่ากับ 5,840 มก./กก. และเมื่อป้อนให้หนูขาวทั้งสองเพศกินนาน 12 สัปดาห์ ในขนาด 0.1, 0.4, 1.6 และ 6.4% ของอาหาร ไม่พบพิษใดๆ แต่ระดับ hemochrome คอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์สูงขึ้น (67) ไม่เป็นพิษต่อยีนในหนูขาว ไม่ก่อกลายพันธุ์ หรือเป็นพิษต่อตัวอ่อนและการตั้งครรภ์ของหนูถีบจักร (68)

ดังนั้น โกโก้จึงนับว่าเป็นอาหารที่เป็นทางเลือกหนึ่งในการเสริมสร้างและป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของโรคต่างๆ มากมาย ในปัจจุบันมีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ อาทิเช่น เครื่องดื่มโกโก้ ช็อคโกแลตแท่ง โกโก้ผงหรือช็อคโกแลตผงนำไปผสมในขนมอบต่างๆ แต่อย่างไรก็ดี ควรคำนึงถึงส่วนผสมหรือส่วนประกอบอื่นๆที่อยู่ในอาหารหรือขนมดังกล่าวด้วย โดยเฉพาะน้ำตาล นม หรือไขมันอื่นๆ เพราะอาจก่อให้เกิดโรคอื่นๆ ตามมา เช่น เบาหวาน หรือไขมันในเลือดสูง หรือโรคอ้วนได้

เอกสารอ้างอิง ติดต่อได้ที่สำนักงานข้อมูลสมุนไพร