บทบรรณาธิการ (Editorial)

วิธีการกำหนดหาการออกฤทธิ์ของตัวต้านออกซิเดชั่นทั้งหมด

Methods for total antioxidant activity determination

ตัวต้านออกซิเดชั่น (antioxidant) เป็นสารประกอบที่สามารถหน่วงเหนี่ยว (delay) หรือห้าม (inhibit) กระบวนการออกซิเดชั่น (oxidation process) ซึ่งเกิดภายใต้อิทธิพลของออกซิเจนในบรรยากาศ (atmospheric oxygen) หรือรูปแบบออกซิเจนทำให้เกิดปฏิกิริยา (reactive oxygen species – ROS) อันหมายถึงรูปแบบปฏิกิริยาเคมีประกอบด้วยออกซิเจน ตัวอย่างเช่น peroxide, superoxide, hydroxyl radical และ singlet oxygen

ตัวต้านออกซิเดชั่นใช้สำหรับการรักษาเสถียรภาพ (stabilization) ของสารประกอบโพลีเมอร์ (polymeric compound) ปิโตรเคมี (petrochemicals) บริโภคภัณฑ์ (foodstuff) เครื่องสำอาง (cosmetics) และเภสัชภัณฑ์ (pharmaceuticals) ตัวต้านออกซิเดชั่นเกี่ยวข้องกับกลไกป้องกัน (defense mechanism) ของสิ่งมีชีวิต (organism) ต่อพยาธิสภาพ (pathology) เกี่ยวพันกับการจู่โจม (attack) ของอนุมูลอิสระ (free radical)

ตัวต้านออกซิเดชั่นเกิดจากภายใน (endogenous antioxidant) แบ่งเป็นสารประกอบ 2 ประเภท

- **โปรตีนควบคุมปฏิกิริยาชีวเคมี** (enzyme) เช่น superoxide dismutase, catalase, glutathione peroxidase
- **ไม่ใช่โปรตีนควบคุมปฏิกิริยาชีวเคมี** (non-enzyme) เช่น uric acid, bilirubin, albumin, metallothionein

เมื่อปัจจัยเกิดภายในไม่สามารถทำให้แน่ใจว่าควบคุมรูปแบบออกซิเจนทำให้เกิดปฏิกิริยาได้อย่างแข็งขัน (rigorous control) และป้องกันได้อย่างสมบูรณ์ จำเป็นต้องเพิ่ม **ตัวต้านออกซิเดชั่นเกิดจากภายนอก** (exogenous antioxidant) ตัวสำคัญที่สุดประกอบด้วย

- ไวตามินอี
- ไวตามินซี
- เบต้าแคโรทีน (β-carotene)
- ฟลาโวนอยด์ (flavonoid)
- เกลือแร่
- ไวตามินดี
- ไวตามินเคสาม

ตัวต้านออกซิเดชั่นเกิดจากภายนอกอาจมาจากแหล่งธรรมชาติได้แก่ ไวตามิน ฟลาโวนอยด์ แอนโทไซยานิน (anthocyanin) เกลือแร่ และยังได้จากสารประกอบสังเคราะห์อย่างเช่น butylhydroxyanisole, butylhydroxytoluene, gallates นักวิทยาศาสตร์จึงเพิ่มความสนใจเกี่ยวกับตัวต้านออกซิเดชั่น โดยเฉพาะตัวต้านออกซิเดชั่นที่มุ่งหมายป้องกันผลอันตรายอันคิดว่าจริง (presumed deleterious effect) ของอนุมูลอิสระในร่างกายมนุษย์ เช่นเดียวกับการเสื่อมโทรม (deterioration) ของไขมันและองค์ประกอบของบริโภคภัณฑ์

ผลประโยชน์เชิงสุขภาพของตัวต้านออกซิเดชั่น

เร็ว ๆนี้ตัวต้านออกซิเดชั่นความดึงดูดความสนใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์กับอนุมูลอิสระและความเครียดเกิดจากออกซิเจน (oxidative stress) โยงไปถึงการป้องกันมะเร็งและการรักษาและการมีอายุยืน (longevity)

ในหลายกรณีสาร phenol และ polyphenol เป็นสารวิเคราะห์เป้าหมาย (target analytes) อันตรวจจับโปรตีนควบคุมปฏิกิริยาชีวเคมีอย่างเช่น tyrosinase หรือ phenol oxidase อื่น หรือเนื้อเยื่อพืชซึ่งมีโปรตีนควบคุมปฏิกิริยาชีวเคมีเหล่านี้

การศึกษาทางระบาดวิทยาทำให้แน่ใจว่า ผลไม้ ผักและอาหารหลักที่ผ่านกรรมวิธีน้อย (less process) เป็นสิ่งป้องกันการพัฒนาการของโรคผลจากความเครียดเกิดจากออกซิเจนได้ดีที่สุดเป็นต้นว่า มะเร็ง โรคหลอดเลือดหัวใจอ้วน เบาหวานชนิดที่ 2 ความดันโลหิตสูง และต้อกระจก

ผลประโยชน์ต่อสุขภาพจากตัวต้านออกซิเดชั่นในผลไม้และผัก อธิบายว่าพืชที่เป็นอาหารได้ (dietary plant) มีตัวต้านออกซิเดชั่นจำนวนมากประกอบด้วย carotenoid, phenolic compound, benzoic acid derivative, proanthocyanidins, stilbene, coumarin, lignan และ lignin

วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์อาหาร 50 ชนิดประกอบด้วย เครื่องเทศ 13 ชนิด ผลไม้และผัก 8 ชนิด ผลเบอร์รี่ 5 ชนิด ช็อกโกแลต 5 ชนิด อาหารเช้าทำจากธัญพืช (breakfast cereal) 5 ชนิด ผลไม้แห้งเปลือกแข็ง (nut) หรือเมล็ดพืช (seed) 4 ชนิด ต่างมีปริมาณตัวต้านออกซิเดชั่นสูง

แบบฉบับของผลิตภัณฑ์อาหารที่มีตัวต้านออกซิเดชั่นปริมาณมากประกอบด้วย blackberry, walnut, สตรอเบอร์รี่ (strawberry), artichoke, cranberry, กาแฟสด (brewed coffee) ราสเบอร์รี่ (raspberry), pecan, บลูเบอร์รี่ (blueberry), ground cloves, น้ำองุ่น (grape juice), ช็อกโกแลตชนิดกรอบและไม่หวาน (unsweetened baking chocolate)

น้ำผลไม้ เครื่องดื่ม เครื่องดื่มร้อนมีปริมาณตัวต้านออกซิเดชั่นสูงอย่างเช่น polyphenol, ไวตามินซี ไวตามินอี เบต้าแคโรทีน และ lycopene อีกทั้งพบว่าการดื่มน้ำผลไม้ เครื่องดื่ม เครื่องดื่มร้อน สามารถลดการป่วยการตายจากโรคอวัยวะเสื่อม (degenerative disease) ด้วยเหตุอันทราบดีว่าตัวต้านออกซิเดชั่นจากพืชที่เป็นอาหารมีบทบาทและอิทธิพลสำคัญในการป้องกัน

วิเคราะห์ความหมายโดยนัยของสุขภาพ (health implication) จากการศึกษาทางระบาดวิทยาในกลุ่มประชากรเดียวกัน เกี่ยวกับองค์ประกอบอาหารขึ้นกับการประมาณการบริโภค (estimation of intake) ข้อมูลในฐานข้อมูลแสดงให้เห็นว่า ตัวต้านออกซิเดชั่นเป็นองค์ประกอบพบในอาหารบริโภคทั่วไป ดังนั้นการได้รับอาหารพอเหมาะพอสมและองค์ประกอบของอาหารครบถ้วนเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากในบริโภคภัณฑ์มีความหลากหลาย (diversity) ขององค์ประกอบทางเคมีอันมีฤทธิ์ตัวต้านออกซิเดชั่น

ฐานข้อมูลของปริมาณตัวต้านออกซิเดชั่นในอาหารบริโภคภัณฑ์ยังไม่ครอบคลุมถึงอาหารทุกชนิดอย่างครบถ้วน นอกจากนี้ระดับตัวต้านออกซิเดชั่นตัวเดี่ยวในบริโภคภัณฑ์ ไม่จำเป็นต้องสะท้อนศักยภาพตัวต้านออกซิเดชั่นทั้งหมด (total antioxidant potential – TAP) เสมอไป เพราะศักยภาพตัวต้านออกซิเดชั่นทั้งหมดขึ้นกับปฏิกิริยา synergic และ redox ของโมเลกุลในอาหารที่แตกต่างกัน รวมถึงองค์ประกอบของอาหารชนิดเดียวกันยังมีตัวต้านออกซิเดชั่นแตกต่างกันไปตามลักษณะภูมิศาสตร์

ศักยภาพของตัวต้านออกซิเดชั่นเป็นเครื่องมือตรงประเด็น (relevant tool) สำหรับการไต่สวนหาความจริงเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวต้านออกซิเดชั่นในอาหาร กับพยาธิสภาพที่เหนี่ยวนำโดยความเครียดเกิดจากออกซิเจน เมื่อเร็วๆนี้การศึกษาแบบกลุ่มควบคุมอิงประชากร (population-based control study) ยืนยันและพิสูจน์ว่าศักยภาพของตัวต้านออกซิเดชั่นจากอาหารลดเสี่ยงของโรคหัวใจและมะเร็งกระเพาะอาหาร

การวัดความสามารถตัวต้านออกซิเดชั่นทั้งหมด (total antioxidant capacity) ของอาหารและเครื่องดื่มมีหลายวิธีการ กลไกการวิเคราะห์การวัดเหล่านี้อิงการก่อเกิดรูปแบบอนุมูลอิสระ และ/หรือโมเลกุลเป้าหมาย (target molecule) และการวัดผลผลิตตัวสุดท้าย (end-product) แตกต่างกัน

การบริโภคผลไม้ ผัก ธัญพืช ผลไม้แห้งเปลือกแข็งเกี่ยวพันกับการลดความเสี่ยงต่อโรคเรื้อรัง เพราะองค์ประกอบของอาหารที่ต่อต้านโรคเรื้อรังได้แก่ สารเคมีจากพืช (phytochemical) สะสมพลังตัวต้านออกซิเดชั่นอย่าง

คงตัว (steady antioxidant power) ดังนั้นอาหารจากพืชมีโมเลกุลที่ออกฤทธิ์ทางชีววิทยา (bioactive) ออกฤทธิ์แบบสะสมและทำงานร่วมกัน (accumulative and synergistic activity) รับผิดชอบต่อการเพิ่มพูนคุณสมบัติตัวต้านออกซิเดชั่น เพราะฉะนั้นการไต่สวนหาความจริงอย่างเหมาะสมเกี่ยวกับบทบาทของตัวต้านออกซิเดชั่นในอาหารต่อการป้องกันโรค ควรอิงฐานข้อมูลอันมีรายการนานาบริโภคภัณฑ์พร้อมระบุหน่วยของปริมาณตัวต้านออกซิเดชั่น

การประเมินค่าของความสามารถตัวต้านออกซิเดชั่นทั้งหมด (total antioxidant capacity – TAC) อาจเป็นเครื่องมือที่เหมาะสม เพื่อกำหนดหาคุณสมบัติตัวต้านออกซิเดชั่นเพิ่มเติม (additive antioxidant property) ของอาหารจากพืช ความสามารถตัวต้านออกซิเดชั่นทั้งหมดเป็นเครื่องมือใหม่ เพื่อประมาณการความสัมพันธ์ระหว่างอาหารกับโรคเหนี่ยวนำโดยความเครียดเกิดจากออกซิเจน (oxidative stress-induced disease) การศึกษาเร็ว ๆนี้แสดงความเกี่ยวพันด้านลบ (negative association) ระหว่างความสามารถตัวต้านออกซิเดชั่นทั้งหมด กับอุบัติการของมะเร็งกระเพาะอาหาร หรือระดับ C-reactive protein

การศึกษากลุ่มประชากรเพื่อประเมินการบริโภคโดยรวมของความสามารถตัวต้านออกซิเดชั่นทั้งหมด ศึกษาผัก 34 ชนิด ผลไม้ 30 ชนิด เครื่องดื่ม 34 ชนิด น้ำมันผัก 6 ชนิด อันบริโภคอย่างแพร่หลายในประเทศอิตาลี วิเคราะห์ด้วยวิธีการแตกต่างสามวิธีแสดงให้เห็นว่า

- เบอร์รี่เป็นผลไม้ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด รองลงไปได้แก่ผลไม้อื่น
- กาแฟเป็นเครื่องดื่มที่มีความสามารถตัวต้านออกซิเดชั่นทั้งหมดมากที่สุด ตามด้วยน้ำผลไม้พืชตระกูลส้ม (citrus juice) ส่วนที่เหลือได้แก่ เครื่องเทศ ผลไม้แห้ง ของหวาน อาหารเช้าทำจากธัญพืช เมล็ดพืชกินได้ (pulse) และผลไม้แห้งเปลือกแข็ง
- อาหารอุดมด้วยเส้นใยอย่างเช่น อาหารเช้าทำด้วยธัญพืช ถั่วมีฝัก (legume) ผลไม้แห้งเปลือกแข็ง มี phenolic ในรูปอิสระ (free) หรือเกาะรวม (bound) ต่างมีคุณสมบัติเกี่ยวกับความสามารถตัวต้านออกซิเดชั่นทั้งหมด

การบริโภคฟลาโวนอยด์อันประกอบด้วยตัวต้านออกซิเดชั่น รวมถึงออกฤทธิ์ต้านการอักเสบกับต้านการแบ่งตัวของเซลล์ อาจมีผลกระทบทางบวกต่อสุขภาพของมนุษย์

วิธีการประเมินความสามารถตัวต้านออกซิเดชั่นทั้งหมด

มีวิธีการประเมินค่าหลากหลายและแยกกันอย่างชัดเจน

วิเคราะห์ (assay) ความสามารถ ตัวต้านออกซิเดชั่น	หลักปฏิบัติของวิธีการ	กำหนดหาผลผลิตตัวสุดท้าย
สเปคโตรมิเตอร์ (spectrometer)		
2,2′-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)	ปฏิกิริยาตัวต้านออกซิเดชั่นกับอนุมูลอินทรีย์ (organic radical)	มาตรเทียบสี (colorimetry)
2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS)	ปฏิกิริยาตัวต้านออกซิเดชั่นกับอนุมูลอินทรีย์	มาตรเทียบสี
ferric reducing antioxidant power (FRAP)	ปฏิกิริยาตัวต้านออกซิเดชั่นกับส่วนผสม Fe(III)	มาตรเทียบสี
potassium ferricyanide reducing antioxidant power (PFRAP)	การลด potassium ferricyanide ด้วยตัวต้านออกซิเดชั่นและปฏิกิริยาตามหลังของ potassium ferricyanide กับ Fe(III)	มาตรเทียบสี
cupric reducing antioxidant	Cu(II) ลดเป็น Cu(I) โดยตัวต้านออกซิ	มาตรเทียบสี

capacity (CUPRAC)	เดชั่น	
oxygen radical absorbance capacity (ORAC)	ปฏิกิริยาตัวต้านออกซิเดชั่นด้วย peroxyl radical เหนี่ยวนำโดย 2,2'-azobis-2-amidino-propane (AAPH)	สูญเสียการเรืองแสง (fluorescence) ของการบันทึกภาพฟลูออเรสซีน (fluorescein)
hydroxyl radical averting capacity (HORAC)	ความสามารถตัวต้านออกซิเดชั่นที่จะระงับ (quench) hydroxyl radical (OH) กำเนิดโดย Co(II) อิง Fenton-like system	สูญเสียการเรืองแสงของการบันทึกภาพฟลูออเรสซีน
total peroxyl radical trapping antioxidant parameter (TRAP)	ความสามารถตัวต้านออกซิเดชั่นที่จะเอา luminol-derived radical ออก (scavenge) กำเนิดจากการสลาย (decomposition) AAPH	ระงับ chemiluminescence
fluorimetry	การปล่อยแสง (emission of light) โดยสารที่ดูดแสดงหรือการแผ่รังสีอีเล็กทรอแมกเนติก (electromagnetic radiation) ของความยาวคลื่นแตกต่างกัน	บันทึกการกระตุ้นการเรืองแสง (fluorescence excitation) หรือปล่อยแสงแถบหลากสี (emission specta)
เทคนิคเคมีไฟฟ้า (electrochemical technique)		
cyclic voltammetry	ศักยภาพของขั้วไฟฟ้าทำงานแปรผันเป็นเส้นตรงจากค่าเริ่มต้นไปยังค่าสุดท้ายและย้อนกลับ (back) และวัดวัดความเข้มข้นปัจจุบันตามลำดับ (respective current intensity)	วัดความเข้มข้นของจุดสูงสุดของขั้วลบ (cathodic) และขั้วลบ (anodic)
amperometry	ศักยภาพของขั้วๆไฟฟ้าทำงานเป็นชุดที่ค่าตรึงคงที่ (fix) ร่วมกับคำนึงถึงขั้วไฟฟ้าอ้างอิง (reference electrode)	วัดความเข้มข้นของกระแสก่อเกิดโดย oxidation/reduction ของสารวิเคราะห์ออกฤทธิ์ไฟฟ้า (electroactive analyte)
biamperometry	ปฏิกิริยาของสารวิเคราะห์ (ตัวต้านออกซิเดชั่น) ร่วมกับรูปแบบรวมตัวกับออกซิเจน (oxidized form) ของ redox couple บ่งชี้ถึงพลิกกลับได้ (reversible indicating)	การวัดการไหลเวียนปัจจุบันระหว่างขั้วไฟฟ้าทำงานแบบเดียวกันสองขั้ว (two identical working electrode) ที่ความแตกต่างศักย์เล็กน้อย และจุ่มในสารละลายบรรจุตัวอย่างวิเคราะห์และ redox couple บ่งชี้ถึงพลิกกลับได้
การแยกสี (chromatography)		
gas chromatography	แยกสารประกอบในส่วนผสมอิงการกระจาย (repartition) ระหว่างระยะหยุดนิ่งเป็นของเหลว (liquid stationary phase) และระยะแปรเปลี่ยนเป็นกาซ (gas mobile phase)	ตรวจจับ flame ionization หรือ thermal conductivity

High performance liquid chromatography	แยกองค์ประกอบในสารผสมอิงการกระจายระหว่างระยะหยุดนิ่งเป็นของเหลวและระยะแปรเปลี่ยนเป็นกาซด้วยความแตกต่างของการมีขั้ว (different polarity) อัตราไหลและความดันสูงของระยะแปรเปลี่ยนเป็นกาซ	ตรวจจับ UV-VIS (ตัวอย่างเช่น จัดเรียงของหลอดอีเล็กตรอนที่กระแสไฟฟ้าผ่าน - didoe array), การเรืองแสง, สเปคโตรมิเตอร์วัดมวลต่อประจุ (mass spectrometer) หรือการตรวจจับเคมีไฟฟ้า (electrochemical detection)

การวัดความสามารถตัวต้านออกซิเดชั่นทั้งหมด

การวัดความสามารถตัวต้านออกซิเดชั่นทั้งหมด (oxygen radical absorbance capacity - ORAC) เป็นการทดสอบทางห้องปฏิบัติการที่พยายามตรวจวัดเชิงปริมาณความสามารถตัวต้านออกซิเดชั่นทั้งหมดของอาหาร โดยการวางตัวอย่างของอาหารในหลอดทดลอง พร้อมกับโมเลกุลบางอย่าง (certain molecule) อันก่อเกิดการออกฤทธิ์อนุมูลอิสระ และโมเลกุลอื่นที่ง่ายต่อปฏิกิริยาออกซิเดชั่น

ค่า ORAC เป็นหน่วยวัดริเริ่มโดยสถาบันผู้สูงวัยแห่งชาติและสถาบันสุขภาพแห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา สามารถค้นหาค่า ORAC ของอาหารและเครื่องดื่มแต่ละชนิดได้จากฐานข้อมูลของทั้งสองสถาบัน แสดงถึงอาหารและเครื่องดื่มที่มีค่า ORAC สูงกว่า น่ามีประสิทธิภาพในการทำให้อนุมูลอิสระเป็นกลาง (neutralizing) ได้มากกว่า

คำว่าอาหารยอดเยี่ยม (superfood) ใช้กันมาก ทว่าคำจำกัดความเพียงหมายความว่า อาหารที่มีความหนาแน่นของสารอาหาร (nutrient dense) สูง แต่ให้ระวังเพราะอาจหมายถึงและเป็นสิ่งที่แตกต่างกันสำหรับบุคคลแตกต่างกัน ตัวอย่างที่ดีของการประเมินค่าเกินจริง (overrate) ของอาหาร คือผักเคล (kale) หรือกะหล่ำปลีชนิดหนึ่งมีสีเขียวเข้ม กลับกลายเป็นการโฆษณาเกินจริง มีข้อเท็จจริงจากการวัดปริมาณตัวต้านออกซิเดชั่นด้วยค่า ORAC กลับมีค่าไม่สูงมากหรือเท่ากับ 1,770 [หน่วยเป็น μmol TE/100g (micromol Trolox Equivalent ต่อ 100 กรัม)] น้อยกว่าผักกาดหอมใบสีแดง (red leaf lettuce) อันมีค่า ORAC เท่ากับ 2,426 ต่อ 100 กรัม

ยกตัวอย่างการจัดทำรายการพืช 10 ชนิดที่เป็นอาหารยอดเยี่ยม ไม่อิงการโฆษณา แต่เป็นอิงการวัดปริมาณตัวต้านออกซิเดชั่น แต่กระนั้นไม่ได้หมายถึงอาหารยอดเยี่ยมจริงๆทั้งหมด เพราะอาหารบางอย่างอาจไม่คุ้มค่าหรือเหมาะสมทางเศรษฐกิจ หรือไม่อาจกินในปริมาณมากในเชิงปฏิบัติได้ (ยังต้องกินอาหารหลากหลายเพื่อให้ได้สารอาหารต่างๆอย่างเหมาะสม) หรือไม่อาจหาได้ง่ายโดยทั่วไป ยกตัวอย่าง สารสกัดเห็ดหิ่งไซบีเรีย (Chaga mushroom) ค่า ORAC สูงถึง 146,000 ต่อ 100 กรัม แต่ราคาของสารสกัดชนิดนี้ขนาดปริมาณ 100 กรัมมีมูลค่าถึง 100 ยูเอสดอลลาร์ ฉะนั้นรายการอาหารที่เสนอเป็นสมดุลระหว่างราคาและการหาได้ง่ายเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณตัวต้านออกซิเดชั่น อย่างไรก็ตามแต่ละประเทศรายการอาหารยอดเยี่ยมอันเหมาะสมและสามารถจัดอยู่ในรายการอาหารและเครื่องดื่มประจำวันอาจแตกต่างกันไป ทั้งนี้การเลือกบริโภคอาหารและเครื่องดื่มไม่ใช่การคำนึงถึงปริมาณตัวต้านออกซิเดชั่นเพียงอย่างด้านเดียว ยังต้องระมัดระวังอีกด้านหนึ่งเกี่ยวกับผลไม่พึงประสงค์อันเกิดจากการบริโภคสิ่งนั้นมากเกินอีกด้วย

1. **ซูแมค** (sumac) ธัญพืชสด เป็นสมุนไพรชนิดหนึ่งจำพวก Rhus ขึ้นในตะวันออกกลาง ค่า ORAC เท่ากับ 312,400 ต่อ 100 กรัม อาจใช้โดยโรย 1 ช้อนชาในอาหาร
2. **โกโก้** (cocoa) ค่า ORCA เท่ากับ 55,653 ต่อ 100 กรัม มากกว่าบลูเบอร์รี่ 10 เท่า ค่านี้อิงกับโกโก้บริสุทธิ์ เพราะความร้อนทำลายตัวต้านออกซิเดชั่นส่วนใหญ่ระหว่างกระบวนการทำขนมหวาน ส่วนผงโกโก้ในน้ำนมที่กินประจำวัน สาร polyphenol ในช็อกโกแลตกลายเป็นไม่ออกฤทธิ์เมื่อจับกับโปรตีนของน้ำนม จึงแนะนำกินแท่งช็อกโกแลตดำชนิดสด (ไม่ผ่านกรรมวิธี ไม่หวาน)

3. **อบเชยลังกา-อบเชยเทศ** (Ceylon cinnamon) ค่า ORAC เท่ากับ 131,420 ต่อ 100 กรัม อาจมีชื่อต่อท้ายอบเชยตามประเทศถิ่นกำเนิดค่า ORAC เท่ากับ 131,420 ต่อ 100 กรัม ไม่แนะนำให้กินอบเชยทั่วไปเกิน 2 กรัมต่อวัน ด้วยผลข้างเคียงจากสาร coumarin อันทำลายตับ สำหรับอบเชยศรีลังกามีสาร coumarin น้อยมาก
4. **มะขามป้อมอินเดีย** (India gooseberry) มีตัวต้านออกซิเดชั่นมากเป็น 2 เท่าของอาซิอิ (acai) ผลไม้จากป่าอะเมซอน สำหรับทางการค้ามีผลิตภัณฑ์จำหน่ายในรูปผงมะขามป้อมอินเดีย ค่า ORAC เท่ากับ 261,500 ต่อ 100 กรัม
5. **ถั่วพีแคน** (pecan nut) เป็นถั่วเปลือกแข็งมาจากต้นไม้ดั้งเดิมในอเมริกาเหนือ ใช้ทำขนมหรือกินเล่น ค่า ORAC เท่ากับ 17,940 ต่อ 100 กรัม
6. **ขมิ้น** (turmeric) ค่า ORAC เท่ากับ 127,068 ต่อ 100 กรัม ประกอบด้วยสาร curcumin มีประโยชน์ลดการอักเสบ
7. **เมล็ดเชีย** (chia seed) เป็นกลุ่มเครื่องเทศตระกูลเดียวกับกะเพราหรือมินต์ เปลือกนอกของเมล็ดพองตัวได้เหมือนเม็ดแมงลัก เมล็ดเชียสีดำและสีขาวค่า ORAC เท่ากับ 9,800 และ 7,000 ต่อ 100 กรัมตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีสารโอเมก้า 3 อีกด้วย
8. **ผลเบาบับ** (baobab fruit) มาจากต้นเบาบับในทวีปอาฟริกา ค่า ORAC เท่ากับ 140,000 ต่อ 100 กรัม มากกว่า 6 เท่าของไวตามินซีจากส้ม มากกว่า 2 เท่าของแคลเซียมจากน้ำนม นอกจากนี้ยังมีโปแตสเซียม ฟอสฟอรัส และเส้นใยสูง
9. **ข้าวฟ่าง** (sorghum) เป็นธัญพืชโบราณแหล่งกำเนิดจากทวีปอาฟริกา ข้าวฟ่างมีประโยชน์หลายอย่างเช่นเดียวกับข้าวสาลี (wheat) กินได้แบบข้าว เป็นแป้งทำอาหาร ทำเบียร์ เป็นข้าวตอกแบบข้าวโพดคั่ว แต่ข้าวฟ่างแตกต่างจากข้าวสาลีในประเด็นที่ปราศจาก gluten สำหรับข้าวฟ่างขาว แดง และดำ ค่า ORAC เท่ากับ 2,200 และ 14,000 และ 21,900 ต่อ 100 กรัมตามลำดับ
10. **ข้าวโพดสีม่วง** (purple corn) มีค่า ORAC เท่ากับ 10,800 ต่อ 100 กรัม สำหรับข้าวโพดสีเหลือง และสีน้ำเงิน มีค่า ORAC เท่ากับ 738 และ 2,960 ต่อ 100 กรัมตามลำดับ

สรุป

ตัวต้านออกซิเดชั่นเป็นสิ่งสนใจเนื่องจากผลประโยชน์ด้านสุขภาพ ส่วนใหญ่ตระเตรียมจากแหล่งธรรมชาติ (เกิดจากภายนอก) อันเป็นตัวต้านออกซิเดชั่นน้ำหนักโมเลกุลต่ำ (low molecular weight) เหล่านี้มีผลป้องกันการเกิดโรคสัมพันธ์กับความเครียดเกิดจากออกซิเจน สาเหตุจากการจู่โจมของอนุมูลอิสระต่อองค์ประกอบชีววิทยาหลักอย่างเช่นไขมันและกรดนิวคลิอิก โดยใช้วิธีการและเครื่องมือวิเคราะห์หลากหลายสำหรับปริมาณตัวต้านออกซิเดชั่นและการประเมินค่าความสามารถตัวต้านออกซิเดชั่นทั้งหมดด้วยสเปคโตรมิเตอร์ วิธีการวิเคราะห์กระแสไฟฟ้า การแยกสี เหล่านี้ทั้งหมดสามารถหาสัณฐานที่สมบูรณ์ของปริมาณตัวต้านออกซิเดชั่นของแต่ละบริโภคภัณฑ์

เอกสารแนะนำอ่านเพิ่มเติม

Pisoschi AM, Negulescu GP (2011) Methods for Total Antioxidant Activity Determination: A Review. Biochem & Anal Biochem 1:106. doi: 10.4172/2161-1009.1000106