ผลของการประกอบอาหารต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในบรอกโคลี มะเขือยาวเห็ดเข็มทอง และมะเขือเทศ

The Effect of Cooking Methods on Antioxidant Activity in Broccoli, Eggplants, Mushroom and Tomatoes

ภาวดี ช่วยเจริญ*, พรปวีณ์ ภิเศกวรคุณ, วรัญญ์ภัคว์ เกียรติอมรเวช,
กฤษดา บุญเพนียด, ธัญรดา ดวงเนตร
คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
*E-mail: mooknaka@hotmail.com

บทคัดย่อ

การรับประทานผักได้รับความนิยมเนื่องจากผักมีสารฟีโนลิคซึ่งเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระ แต่การประกอบอาหารประเภทผักอาจจะส่งผลต่อสารต้านอนุมูลอิสระในผักได้ การวิจัยนี้จึงศึกษาผลของการประกอบอาหารด้วยวิธีการต้ม การนึ่ง การผัด และการย่างต่อการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณฟีโนลิครวมในบรอกโคลี มะเขือยาว เห็ดเข็มทอง และมะเขือเทศ ซึ่งผักทั้ง 4 เป็นผักที่นิยมรับประทานในประเทศไทย โดยนำผักมาสกัดด้วยสารละลายเมทานอล จากนั้นนำมาวิเคราะห์การเป็นสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH free radicals scavenging และปริมาณสารฟีโนลิครวมด้วยวิธี folin-Ciocalteu พบว่าการต้มมีผลเพิ่มฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณฟีโนลิครวมในมะเขือยาว การนึ่งผลเพิ่มฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในบรอกโคลี การผัดมีผลเพิ่มปริมาณฟีโนลิครวมในผักทั้ง 4 ชนิด ขณะที่การย่างมีผลเพิ่มปริมาณปริมาณฟีโนลิครวมในมะเขือเทศ บรอกโคลี และเห็ดเข็มทอง ผลการทดลองแสดงวิธีการประกอบอาหารประเภทต่าง ๆ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความสามารถต้านอนุมูลอิสระในระดับที่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: สารต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีโนลิครวม การประกอบอาหาร ผัก

Abstract

Consumption of vegetables has been widely popular because vegetables contain phenolic compounds which are source of antioxidants. However, cooking methods may affect antioxidant activity in vegetable. This study investigated the effect of cooking methods (boiling, steaming, stir-frying and grilling) on antioxidant activity and total phenolic content in broccoli, eggplants, mushroom and tomatoes. They are commonly consumed vegetables in Thailand. All fresh vegetables were cooked (boiling, steaming, stir-frying and grilling), extracted with methanol and then evaluated by DPPH radical scavenging assay and Folin-Ciocalteu method. Boiling increased antioxidant activity and total phenolic content in eggplants. Steaming increased antioxidant activity in broccoli. Stir-frying increased total phenolic content in 4 types of vegetables. Grilling increased total phenolic content in tomatoes, broccoli and mushroom. The results suggested that the various cooking methods showed difference effect on antioxidant activity

Keywords: Antioxidant, Total phenolic, Cooking methods, Vegetables

บทนำ

ในปัจจุบันการดูแลรักษาสุขภาพเป็นสิ่งที่ทุกคนให้ความสนใจโดยเฉพาะการออกกำลังกาย และการควบคุมอาหารให้เหมาะสม ซึ่งการควบคุมอาหารจะเน้นไปที่การรับประทานผัก และผลไม้เนื่องจากผักเป็นแหล่งของวิตามิน และเกลือแร่ชนิดต่าง ๆ นอกจากนี้ยังมีสารต้านอนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระคือสารที่สามารถชะลอ ป้องกัน หรือกำจัดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่เกิดขึ้นกับสารชีวโมเลกุลต่าง ๆ ในร่างกาย[1] สารต้านอนุมูลอิสระจึงมีบทบาทในการป้องกันโรคหลายชนิด สารที่ทำหน้าที่ต้านอนุมูลอิสระในผักมีทั้งสารในกลุ่มวิตามิน เช่น วิตามินซี วิตามินอี และสารในกลุ่ม phytochemical ที่ประกอบไปด้วยเบต้าแคโรทีน แคโรทีนอยด์ สารฟีโนลิค เช่น กรดฟีโนลิก ฟีนิลโปรพานอยด์ ฟลาโวนอยด์ ลิกนิน เมลานิน และแทนนิน โดยทั่วไปวิธีการบริโภคผักมี 2 แบบ คือวิธีแรกเป็นการรับประทานผักสดที่มิได้ผ่านกระบวนการประกอบอาหารแต่อย่างใด และวิธีที่สองเป็นการรับประทานผักที่ผ่านความร้อนด้วยกระบวนการต่าง ๆ เช่น การต้ม การนึ่ง การผัด หรือย่าง การประกอบอาหารทั้ง 4 วิธีนั้นมีความแตกต่างกัน คือการต้มเป็นวิธีที่อาศัยความร้อนจากน้ำเดือด การนึ่งเป็นวิธีที่อาศัยความร้อนจากไอของน้ำที่ต้มจนเดือด การผัดเป็นวิธีที่อาศัยความร้อนจากปริมาณของน้ำมันที่มีเพียงเล็กน้อยแต่มีอุณหภูมิสูง และการย่างเป็นวิธีที่อาศัยความร้อนโดยตรงจากเตาไฟหรือกระทะ ในประเทศไทยการประกอบอาหารทั้ง 4 วิธีเป็นวิธีพื้นฐานในการประกอบอาหารประเภทผักในครัวเรือน แต่จากรายงานการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่า วิธีการประกอบอาหารประเภทผักโดยใช้ความร้อนมีผลทั้งในด้านการเพิ่มขึ้นหรือลดลงต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีโนลิครวมในผักต่างชนิดต่าง ๆ เช่น การต้มมีผลลดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารต้านอนุมูลอิสระจำพวกวิตามินซี โพลีฟีนอล แทนนิน ฟลาโวนอยด์มากกว่าวิธีการผัดในผักกาดฝรั่ง มะระขี้นก มะเขือยาว และมะเขือเทศ[2] การนึ่งสามารถรักษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารต้านอนุมูลอิสระในกะหล่ำปลีม่วงได้ดีกว่าการต้มหรือการผัด[3] อนึ่งระยะเวลาในการประกอบอาหารก็มีส่วนเกี่ยวข้องด้วยเช่นกัน โดยมีรายงานการประกอบอาหารด้วยวิธีการต้ม การนึ่ง และการใช้ไมโครเวฟในช่วง 5 - 15 นาที มีผลเพิ่มสารประกอบโพลีฟีนอลซึ่งสัมพันธ์กับการเพิ่มของฤทธิ์ต้านนุมูลอิสระในมะเขือยาว[4] นอกจากนี้การศึกษาผลของการนึ่งในผักที่ผ่านการแช่แข็ง คือ แครอท กะหล่ำดอก และปวยเล้ง พบว่าการนึ่งมีผลเพิ่มฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารโพลีฟีนอล[5] จากรายงานจะเห็นการประกอบอาหารประเภทผัก ความร้อนและเวลาที่ใช้ในการประกอบอาหารมีผลต่อคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระในผัก นอกจากนี้ไม่ใช่ผักทุกประเภทที่สามารถประกอบอาหารได้ทั้ง 4 วิธี คือการต้ม การนึ่ง การผัด และการย่าง ผักบางชนิดจะนิยมนำมาประกอบอาหารเพียงบางวิธีเท่านั้น แต่ผักบางชนิดก็นิยมนำมาประกอบอาหารได้หลายวิธี เช่น บรอกโคลี มะเขือยาว เห็ดเข็มทอง และมะเขือเทศ ดังนั้นเพื่อเป็นการศึกษาผลของกระบวนการปรุงอาหารต่อคุณค่าทางโภชนาการด้านฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผัก ผู้วิจัยจึงศึกษาผลของการประกอบอาหารประเภทการต้ม การนึ่ง การผัด และการย่างต่อการเปลี่ยนแปลงของสารต้านอนุมูลอิสระในบรอกโคลี มะเขือยาว เห็ดเข็มทอง และมะเขือเทศ

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การประกอบอาหาร และการเตรียมตัวอย่างสารสกัดผัก

ผักสดทั้ง 4 ชนิด คือ บรอกโคลี มะเขือยาว เห็ดเข็มทอง และมะเขือเทศซื้อมาจากตลาดสด นำมาล้างทำความสะอาด (เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 ^{O}C กรณีไม่สามารถทำได้ทันที) จากนั้นนำบรอกโคลี มะเขือเทศ และมะเขือยาวมาหั่นเป็นชิ้นๆ ตามแนวขวางของผักเป็นชิ้นกลม ๆ ให้มีความหนาประมาณ 0.5 ซม. ขณะที่เห็ดเข็มทองใช้ทั้งต้น ผักออกเป็น 5 กลุ่ม นำไปประกอบอาหารโดยวิธีการต้ม การนึ่ง การผัด และการย่าง โดยใช้กระทะไฟฟ้ารุ่น:SP-300A ยี่ห้อ otto เวลาที่ใช้ประกอบอาหารในผักแต่ละชนิด มาจากการทดสอบเบื้องต้นของการหาเวลาที่เหมาะสมในการที่จะทำให้ผักแต่ละชนิดสุกและสามารถบริโภคได้ โดยแต่ละครั้งใช้ผักประมาณ 70 – 80 กรัม

กลุ่มที่ 1 เป็นผักสดที่ไม่ผ่านกระบวนการประกอบอาหาร

กลุ่มที่ 2 เป็นผักที่นำไปประกอบอาหารด้วยวิธีการต้ม โดยใช้น้ำปริมาตร 600 มล. โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 ^{O}C แล้วทำการต้มผักแต่ละชนิดตามเวลาที่แสดงตามตารางที่ 1

กลุ่มที่ 3 เป็นผักที่นำไปประกอบอาหารด้วยวิธีการนึ่ง โดยใช้น้ำปริมาตร 600 มล. ให้ความร้อนให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 ^{O}C แล้วทำการนึ่งผักแต่ละชนิดตามเวลาที่แสดงตามตารางที่ 1

กลุ่มที่ 4 เป็นผักที่นำไปประกอบอาหารด้วยวิธีการผัด โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120 ^{O}C และใช้น้ำมันพืชปริมาณ 10 มล. ทำการผัดผักแต่ละชนิดตามเวลาที่แสดงตามตารางที่ 1

กลุ่มที่ 5 เป็นผักที่นำไปประกอบอาหารโดยการย่าง โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120 ^{O}C และทำการย่างผักแต่ละชนิดตามเวลาที่แสดงตามตารางที่ 1

เมื่อผักผ่านกระบวนการประกอบอาหารจนสุกแล้ว นำผักทั้ง 4 ชนิดของแต่ละกลุ่มมาสกัดโดยใช้วิธีปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกัน และใช้ตัวอย่างผักที่บดละเอียดมาสกัดด้วยสารละลายเมทานอลความเข้มข้น 80% โดยปริมาตร 30 มิลลิลิตรต่อปริมาณเนื้อผักละเอียดจำนวน 2 กรัม จากนั้นนำสารสกัดผักไป sonicate เป็นเวลา 30 นาที เมื่อครบเวลานำสารสกัดผักมาปั่นแยกด้วยเครื่อง centrifuge ที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเก็บส่วนใสเพื่อนำมาทดสอบหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีโนลิครวมภายใน 24 ชั่วโมง

ตารางที่ 1 แสดงเวลาในการประกอบอาหารแต่ละวิธี

ชนิดของผัก	เวลาที่ใช้ในการประกอบอาหาร (นาที)			
	การต้ม	การนึ่ง	การผัด	การย่าง
1. บรอกโคลี	6	8	4	6
2. มะเขือยาว	4	5	4	5
3. เห็ดเข็มทอง	2	4	2	3
4. มะเขือเทศ	4	5	2	3

2. การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging capacity assay) โดยดัดแปลงมาจากวิธีของ Sannigrahi, Mazuder, Pal, Parida, and Jain (2010)

นำสารสกัดเมทานอลของผักปริมาตร 50 µL ผสมกับสารละลาย DPPH ปริมาตร 200 µL ใน microplate 98 well จากนั้นตั้งทิ้งไว้ในที่มืด ณ.อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร คำนวณหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดผักทั้ง 4 ชนิดโดยสร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐาน trolox ที่ความเข้มข้น 20, 40, 80, 120, 160, 200, 240, 280 µM รายงานผลเป็นค่า trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) แสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย โดยทำซ้ำ 5 ครั้ง

3. การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีโนลิครวมด้วยวิธี Folin-ciocalteu reagent โดยดัดแปลงมาจาก international organization for standardization (ISO) 14502-10;2005E

นำสารสกัดเมทานอลของผักปริมาตร 100 µL ผสมกับสารละลาย 10% Folin-ciocalteu ปริมาตร 500 µL ตั้งทิ้งไว้ 8 นาที จากนั้นผสมกับ 7.5% Na_2CO_3 ปริมาตร 500 µL ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 60 นาที จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีโนลิครวมของสารสารสกัดผักทั้ง 4 ชนิด โดยสร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐาน gallic acid ที่ความเข้มข้น 10, 20, 40, 60 และ 80 µg/mL รายงานผลเป็นค่า gallic acid equivalent (GAE) แสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย โดยทำซ้ำ 5 ครั้ง

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ทำซ้ำ 5 ครั้ง แสดงผลเป็นค่า mean ± SD และวิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยใช้ one-way ANOVA แบบ Tukey's multiple comparisons test ค่า $p<0.05$ ถือว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยใช้โปรแกรมสถิติ GraphPad Prism รุ่น 7.03

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์หาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในบรอกโคลี มะเขือยาว เห็ดเข็มทอง และมะเขือเทศที่ผ่านกระบวนการประกอบอาหาร

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของบรอกโคลี มะเขือยาว เห็ดเข็มทอง และมะเขือเทศในรูปแบบผักสดก่อนการประกอบอาหารพบว่า บรอกโคลีเป็นผักที่มีค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดคือมีค่า TEAC = 111.2 ± 9.8 μM ตามมาด้วยมะเขือยาวมีค่า TEAC = 90.0 ± 5.7 μM เห็ดเข็มทองมีค่า TEAC = 75.2 ± 16.5 μM และมะเขือเทศมีค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุดคือมีค่า TEAC = 29.6 ± 4.2 μM เมื่อศึกษาผลของการประกอบอาหารคือ การต้ม การนึ่ง การผัด และการย่างในผักทั้ง 4 ชนิด พบว่าผักแต่ละชนิดมีการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูอิสระที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 2

การประกอบอาหารด้วยการต้มเป็นเวลา 4 นาทีจะมีผลเพิ่มฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในมะเขือยาวอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) เมื่อเปรียบเทียบกับมะเขือยาวสด ขณะที่เมื่อทำการต้มเห็ดเข็มทองเป็นเวลา 2 นาที และต้มบรอกโคลีเป็นเวลา 6 นาที จะทำให้ค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผักทั้งสองชนิดนี้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) โดยการต้มมะเขือเทศเป็นเวลา 4 นาทีไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับมะเขือเทศสด นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผักทั้ง 4 ชนิดที่ผ่านการต้มเป็นระยะเวลาที่แตกต่างกัน พบว่ามะเขือยาวเป็นผักที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด (TEAC = 365 ± 8.7 μM) ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การประกอบอาหารประเภทการต้มมีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผักทั้งในด้านการเพิ่มขึ้น การลดลง รวมถึงไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงด้วย

การประกอบอาหารด้วยวิธีการนึ่งเป็นเวลา 8 นาทีจะมีผลเพิ่มฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในบรอกโคลีอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) เมื่อเปรียบเทียบกับบรอกโคลีสด และการนึ่งเป็นเวลา 4 นาทีจะมีผลลดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเห็ดเข็มทองอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) ขณะที่เมื่อทำการนึ่งมะเขือเทศ และมะเขือยาวเป็นเวลา 5 นาทีจะไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับมะเขือเทศสด และมะเขือยาวสด นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผักที่ผ่านการนึ่งเป็นระยะเวลาที่แตกต่างกัน พบว่าบรอกโคลีเป็นผักที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด (TEAC = 197.6 ± 14.3μM) ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การประกอบอาหารประเภทการนึ่งมีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผักทั้งในด้านการเพิ่มขึ้น การลดลง รวมถึงไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงด้วย

การประกอบอาหารด้วยวิธีการผัดเป็นเวลา 4 นาทีมีผลเพิ่มฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในมะเขือยาว และบรอกโคลีอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) เมื่อเปรียบเทียบกับมะเขือยาวสด และบรอกโคลีสด แต่พบว่าเมื่อทำการผัดมะเขือเทศ และเห็ดเข็มทองเป็นเวลา 2 นาทีจะไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับผักมะเขือเทศสด และเห็ดเข็มทองสด นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผักที่ผ่านการผัดพบว่า มะเขือยาวเป็นผักที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด (TEAC = 356.2 ± 5.3 μM) ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การประกอบอาหารประเภทการผัดมีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในด้านการเพิ่มขึ้น และไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง

การย่างมะเขือยาว และมะเขือเทศเป็นเวลา 5 และ 3 นาทีตามลำดับ จะมีผลเพิ่มฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) เมื่อเปรียบเทียบกับมะเขือยาวสด และมะเขือเทศสด แต่พบว่าการย่างบรอกโคลีเป็นเวลา 6 นาที และการย่างเห็ดเข็มทองเป็นเวลา 3 นาทีจะไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผักที่ผ่านการย่างพบว่ามะเขือยาวเป็นผักที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด (TEAC = 162 ± 38.7 μM) ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การประกอบอาหารประเภทการย่างมีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในด้านการเพิ่มขึ้น และไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 2 แสดงค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในบรอกโคลี มะเขือยาว เห็ดเข็มทอง และมะเขือเทศที่ผ่านกระบวนการประกอบอาหาร

ชนิดของผัก	Trolox equivalent antioxidant capacity (μM)				
	ผักสด	การต้ม	การนึ่ง	การผัด	การย่าง
1. บรอกโคลี	111.2 ± 9.8	61 ± 17.1*	197.6 ± 14.3*	169.6 ± 11.6*	118.8 ± 28.1
2. มะเขือยาว	90.0 ± 5.7	365 ± 8.7*	68.3 ± 6.7	356.2 ± 5.3*	162 ± 38.7*
3. เห็ดเข็มทอง	75.2 ± 16.5	20.2 ± 4.3*	31 ± 5.0*	52.4 ± 9.6**	86.6 ± 17.5
4. มะเขือเทศ	29.6 ± 4.2	19 ± 6.0	50.2 ± 6.9	38.4 ± 10.3	66.4 ± 6.2*

*p<0.001 ถือว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับผักสด

**p<0.05 ถือว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับผักสด

2. ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟีโนลิคในบรอกโคลี มะเขือยาว เห็ดเข็มทอง และมะเขือเทศที่ผ่านกระบวนการประกอบอาหาร

การวิเคราะห์ปริมาณฟีโนลิคของบรอกโคลี มะเขือยาว เห็ดเข็มทอง และมะเขือเทศในรูปแบบผักสดก่อนการประกอบอาหารพบว่า บรอกโคลีมีค่าปริมาณฟีโนลิคมากที่สุดคือมีค่า 63.4 ± 1.7 μgGAE ตามมาด้วยมะเขือยาวมีค่า 43.6 ± 8.7 μgGAE เห็ดเข็มทองมีค่า 35.6 ± 1.9 μgGAE และมะเขือเทศมีปริมาณฟีโนลิคน้อยที่สุดคือมีค่า 21.0 ± 1.6 μgGAE เมื่อศึกษาผลของการประกอบอาหารคือ การต้ม การนึ่ง การผัด และการย่างในผักทั้ง 4 ชนิด พบว่าผักแต่ละชนิดมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟีโนลิคที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 2

การประกอบอาหารด้วยวิธีการต้มเป็นเวลา 4 นาทีจะมีผลเพิ่มปริมาณฟีโนลิคในมะเขือยาวอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) เมื่อเปรียบเทียบกับมะเขือยาวสด ขณะที่เมื่อทำการต้มบรอกโคลีเป็นเวลา 6 นาที ทำการต้มเห็ดเข็มทองเป็นเวลา 2 นาที และทำการต้มมะเขือเทศเป็นเวลา 4 นาทีมีผลทำให้ปริมาณฟีโนลิคลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟีโนลิคในผักทั้ง 4 ชนิดที่ผ่านการต้มที่ระยะเวลาต่างกัน พบว่ามะเขือยาวเป็นผักที่มีปริมาณฟีโนลิคมากที่สุด (104.6 ± 3.9 μgGAE)) ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การประกอบอาหารประเภทการต้มมีผลต่อปริมาณฟีโนลิคในผักทั้งในด้านการเพิ่มขึ้น และการลดลง

การประกอบอาหารด้วยวิธีการนึ่งเป็นเวลา 5 นาทีมีผลลดปริมาณฟีโนลิคในมะเขือยาวอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) เมื่อเทียบกับมะเขือยาวสด แต่วิธีการนึ่งไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟีโนลิคอย่างมีนัยสำคัญเมื่อทำการนึ่งบรอกโคลีที่เวลา 8 นาที ทำการนึ่งมะเขือเทศที่เวลา 5 นาที และทำการนึ่งเห็ดเข็มทองที่เวลา 4 นาที นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟีโนลิคในผักทั้ง 4 ชนิดที่ผ่านการนึ่งที่ระยะเวลาต่างกันพบว่าบรอกโคลีเป็นผักที่มีปริมาณฟีโนลิคมากที่สุด (67.8 ± 1.8 μgGAE) ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การประกอบอาหารประเภทการนึ่งมีผลต่อปริมาณฟีโนลิคในผักทั้งในด้านการลดลง และไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง

การประกอบอาหารด้วยวิธีการผัดในผักทั้ง 4 ชนิด คือการผัดบรอกโคลี และมะเขือยาวเป็นเวลา 4 นาที และการผัดเห็ดเข็มทอง และมะเขือเทศเป็นเวลา 2 นาทีมีผลเพิ่มปริมาณฟีโนลิคในผักทั้ง 4 ชนิด อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) เมื่อเทียบกับผักแต่ละชนิดในรูปแบบผักสด นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟีโนลิคในผักที่ผ่านการผัดพบว่ามะเขือยาวเป็นผักที่มีปริมาณฟีโนลิคมากที่สุด (100.8 ± 4.8 μgGAE) ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การประกอบอาหารประเภทการผัดมีผลต่อปริมาณฟีโนลิคในผักด้านการเพิ่มขึ้น

การประกอบอาหารด้วยวิธีการย่าง คือการย่างบรอกโคลีเป็นเวลา 6 นาที และการย่างเห็ดเข็มทอง และมะเขือเทศเป็นเวลา 3 นาทีมีผลเพิ่มปริมาณฟีโนลิคอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) เมื่อเทียบกับบรอกโคลีสด เห็ดเข็มทองสด และมะเขือเทศสด แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟีโนลิคอย่างมีนัยสำคัญในมะเขือยาวที่ผ่านการย่างเป็นเวลา 5 นาที นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟีโนลิคในผักที่ผ่านการย่างพบว่าบรอกโคลีเป็นผักที่มีปริมาณฟีโนลิคมากที่สุด (83.2 ± 3.1 μgGAE) การประกอบอาหารประเภทการผัดมีผลต่อปริมาณฟีโนลิคในผักทั้งในด้านการเพิ่มขึ้น และไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณฟีโนลิคในบรอกโคลี มะเขือยาว เห็ดเข็มทอง และมะเขือเทศที่ผ่านกระบวนการประกอบอาหาร

ชนิดของผัก	Gallic acid equivalent (μgGAE)				
	ผักสด	การต้ม	การนึ่ง	การผัด	การย่าง
1. บรอกโคลี	63.4 ± 1.7	33 ± 3.8*	67.8 ± 1.8	95 ± 4.7*	83.2 ± 3.1*
2. มะเขือยาว	43.6 ± 8.7	104.6 ± 3.9*	19.0 ± 5.3*	100.8 ± 4.8*	49.4 ± 0.5
3. เห็ดเข็มทอง	35.6 ± 1.9	22 ± 2.5*	33.4 ± 1.5	56 ± 2.0*	52.2 ± 3.6*
4. มะเขือเทศ	21.0 ± 1.6	18.6 ± 0.9*	23.6 ± 0.9	37.6 ± 0.9*	38.4 ± 2.1*

*p<0.001 ถือว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับผักสด

การอภิปรายผลและการสรุปผล

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณฟีโนลิครวมในผักสดทั้ง 4 ชนิดคือ บรอกโคลี มะเขือยาว เห็ดเข็มทอง และมะเขือเทศ พบว่าผักสดทั้ง 4 ชนิดมีปริมาณสารซึ่งทำหน้าที่ในการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณฟีโนลิครวมสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันอย่างที่เคยรายงานไว้ก่อนหน้านี้[6] คือบรอกโคลีมีค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีโนลิคมากที่สุด ตามมาด้วยมะเขือยาว เห็ดเข็มทอง โดยพบว่ามะเขือเทศมีค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีโนลิคน้อยที่สุด โดยทั่วไปการประกอบอาหารโดยวิธีต่าง ๆ เพื่อให้อาหารสุกนั้นต้องให้ความร้อนแก่อาหารในเวลาที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามการประกอบอาหารด้วยความร้อนสามารถทำได้ด้วยวิธีที่แตกต่างกันดังนี้คือ การต้มและการนึ่งเป็นวิธีที่ใช้ความร้อนชื้น (moist-heat cooking) ขณะที่การผัดเป็นวิธีที่ใช้ความร้อนแบบทอดที่ใช้น้ำมันเพียงเล็กน้อย (Fry-cooking method) และการย่างเป็นวิธีที่ใช้ความร้อนแห้ง (dry-heat cooking) ดังนั้นทำให้การประกอบอาหารแต่ละวิธีส่งผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณฟีโนลิครวมในผักแตกต่างกัน การเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีโนลิครวมที่พบในผักทั้ง 4 ชนิด เมื่อผ่านกระบวนการประกอบอาหารสามารถพบได้ 3 แบบคือ แบบที่หนึ่งคือผักมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีโนลิคเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผักสด แบบที่สองคือผักมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีโนลิค ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับผักสด และแบบที่สามคือผักไม่มีการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีโนลิคเมื่อเปรียบเทียบกับผักสด

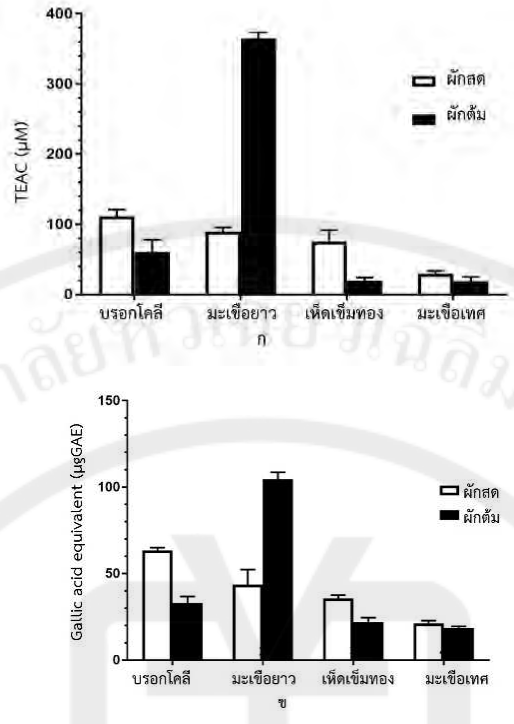
จากการประเมินกระบวนการประกอบอาหารทั้ง 4 วิธี พบว่าการต้มและการนึ่งเป็นวิธีประกอบอาหารที่ส่งผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีโนลิครวมคล้ายกันคือ มีการเพิ่มหรือลดคุณสมบัติด้านฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีโนลิคในผักทั้ง 4 ชนิด (ภาพที่ 1 และ 2) การต้มมีผลเพิ่มฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีโนลิคในมะเขือยาว แต่มีผลลดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีโนลิคในบรอกโคลี และเห็ดเข็มทอง และมีผลต่อลดปริมาณฟีโนลิคอย่างเดียวในมะเขือเทศ การนึ่งจะลดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีโนลิคในมะเขือยาวเท่านั้น ขณะที่มีผลลดและเพิ่มฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเห็ดเข็มทอง และบรอกโคลีตามลำดับ แต่ไม่ส่งผลเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในมะเขือเทศ นอกจากนี้พบว่าการนึ่งไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟีโนลิคในบรอกโคลี เห็ดเข็มทอง และมะเขือเทศ การประกอบอาหารประเภทการต้ม หรือการนึ่งสามารถเพิ่มฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีโนลิคได้จากเหตุผล ได้แก่ ขั้นตอนการเตรียมผักโดยวิธีการหั่นผักมีผลไปทำลายผนังเซลล์ของผักเป็นสาเหทำให้สารต้านอนุมูลอิสระออกมาได้ [5] นอกจากนี้ความร้อนจากการประกอบอาหารจะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น Maillard reaction หรือการยับยั้งเอนไซม์ polyphenol oxidase มีผลทำให้เกิดสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น หรือการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระขึ้นมาใหม่ได้โดยเฉพาะสารในกลุ่มฟีโนลิค เช่น สารในกลุ่มโพลีฟีนอล ฟลาโวนอยด์ หรือแทนนิน[6],[7] และผลการทดลองแสดงถึงการประกอบอาหารประเภทการต้มมีผลลดปริมาณฟีโนลิคในบรอกโคลี เห็ดเข็มทอง และมะเขือเทศ ขณะที่การนึ่งกลับไม่ส่งผลต่อปริมาณฟีโนลิคในบรอกโคลี เห็ดเข็มทอง และมะเขือเทศ เพราะวิธีการต้มเป็นวิธีประกอบอาหารที่ต้องใช้ความร้อนชื้นจากน้ำที่ได้รับความร้อนสูง ดังนั้นในระหว่างการ

ต้มสารในกลุ่มฟีโนลิคที่อยู่ในผักซึ่งมีคุณสมบัติละลายน้ำจึงสูญเสียไปกับน้ำที่ใช้ในการต้มได้ ขณะที่การนึ่งเป็นวิธีใช้ความร้อนจากไอน้ำผักไม่ได้สัมผัสกับน้ำได้โดยตรง การประกอบอาหารประเภทการนึ่งจึงสามารถรักษาปริมาณสารฟีโนลิคในผักไว้ได้

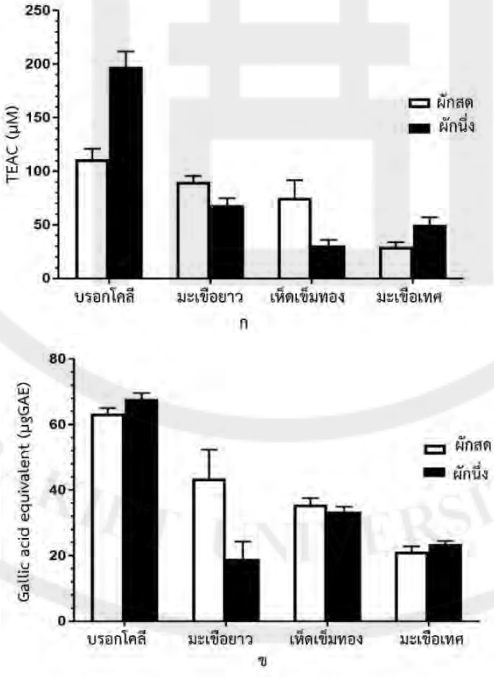
การประกอบอาหารประเภทการผัด และการย่างเป็นวิธีการประกอบอาหารที่คล้ายคลึงกันคือการประกอบอาหารที่ให้ความร้อนโดยตรงกับผัก และผลการทดลองพบว่าการประกอบอาหารทั้ง 2 วิธีนี้มีการเปลี่ยนแปลงที่เหมือนกันคือมีการเปลี่ยนแปลงไปในการเพิ่มขึ้น หรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ภาพที่ 2 และ 3) การประกอบอาหารโดยการผัดมีผลเพิ่มปริมาณปริมาณฟีโนลิคในผักทั้ง 4 ชนิด และมีผลเพิ่มฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มในมะเขือยาว และบรอกโคลี ส่วนการประกอบอาหารโดยวิธีการย่างมีผลเพิ่มปริมาณปริมาณฟีโนลิครวมในมะเขือเทศ บรอกโคลี และเห็ดเข็มทอง และเพิ่มฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในมะเขือเทศ และมะเขือยาว มีงานวิจัยที่พบว่าการประกอบอาหารโดยการผัด สามารถรักษาคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลิสระได้ดีกว่าการประกอบอาหารโดยการต้ม หรือการประกอบอาหารโดยวิธีไมโครเวฟ จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการปริมาณของสารฟีโนลิคในผักทั้ง 4 ชนิดที่ผ่านการผัด และย่างมีปริมาณเพิ่มขึ้น และเพิ่มมากกว่าการประกอบอาหารโดยวิธีการต้มและนึ่ง เนื่องจากการผัดและการย่างใช้อุณหภูมิที่สูงกว่าการต้มและนึ่ง และจากรายงานที่เกี่ยวข้องความร้อนจากการประกอบอาหารจะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น Maillard reaction หรือการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชั่นมีผลทำให้เกิดสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น หรือการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระขึ้นมาใหม่ได้ โดยเฉพาะสารในกลุ่มฟีโนลิค เช่น สารในกลุ่มโพลีฟีนอล ฟลาโวนอยด์ หรือแทนนิน[6],[7]

เมื่อพิจารณากระบวนการประกอบอาหารแต่ละวิธีจะเห็นได้ว่ากระบวนการประกอบอาหารที่มีการใช้น้ำ เช่นการต้มจะทำให้เกิดการสูญเสียสารต้านอนุมูลอิสระไปในน้ำ ขณะที่การผัด และย่างเป็นกระบวนการประกอบอาหารที่ให้ความร้อนกับอาหารโดยตรงซึ่งการให้ความร้อนโดยตรงจะไปกระตุ้นปฏิกิริยาเคมีมีการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลให้มีสารฟีโนลิครวมเพิ่มขึ้นมาได้ เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีโนลิครวมในผักแต่ละชนิดพบว่า มะเขือยาวเป็นผักที่สามารถนำไปประกอบอาหารได้หลากหลายคือ การต้ม การผัด และการย่างโดยไม่สูญเสียคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระแต่ไม่เหมาะกับการประกอบอาหารประเภทการนึ่ง

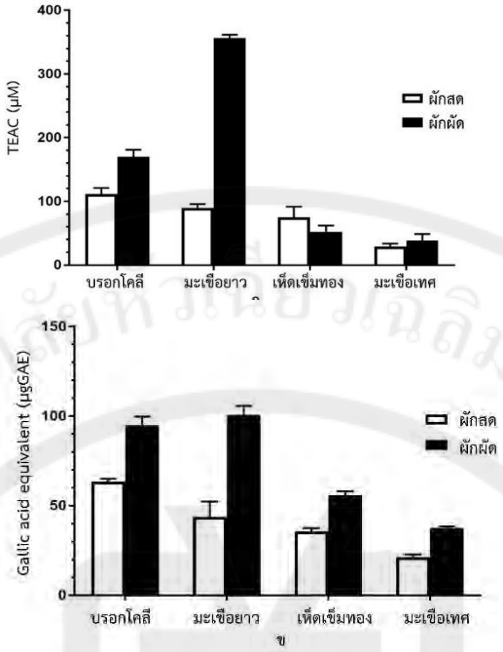
จากผลการทดลองการประกอบอาหารประเภทผักโดยให้วิธีการ และอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ผักที่ถูกทำให้สุกนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงความสามารถต้านอนุมูลอิสระในระดับที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการศึกษาครั้งนี้การประกอบอาหารแต่ละวิธีใช้เวลาที่แตกต่างกันเนื่องจากผักแต่ละชนิดมีความแตกต่างด้านเนื้อสัมผัส โดยเลือกเวลาน้อยที่สุดที่ทำให้ผักชนิดนั้นสุก บรอกโคลีใช้เวลา 4 – 8 นาที มะเขือยาวใช้เวลา 4 – 5 นาที มะเขือเทศใช้เวลา 2 – 5 นาที และเห็ดเข็มทองใช้เวลา 2 – 4 นาที และศึกษาเพียงช่วงเวลาเดียว จึงยังไม่สามารถสรุปผลของเวลาต่อการเปลี่ยนแปลงสารต้านอนุมูลอิสระได้ และการศึกษาครั้งนี้วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟีโนลิครวมในผักสด และผักที่ผ่านกระบวนการประกอบอาหารซึ่งทำให้อาจจะได้ข้อมูลที่ยังไม่ครบถ้วน เพราะยังมีสารอื่น ๆ เช่น วิตามินซี แอนโทรไซยาลิน ที่ทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อผ่านกระบวนการประกอบอาหาร นอกจากนี้เวลาที่ใช้ในการประกอบก็เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระ ดังนั้นจึงควรศึกษาเพิ่มเติมทั้งด้านสารต้านอนุมูลอิสระอื่น ๆ และเวลาที่เหมาะสมในการประกอบอาหารแต่ละประเภท



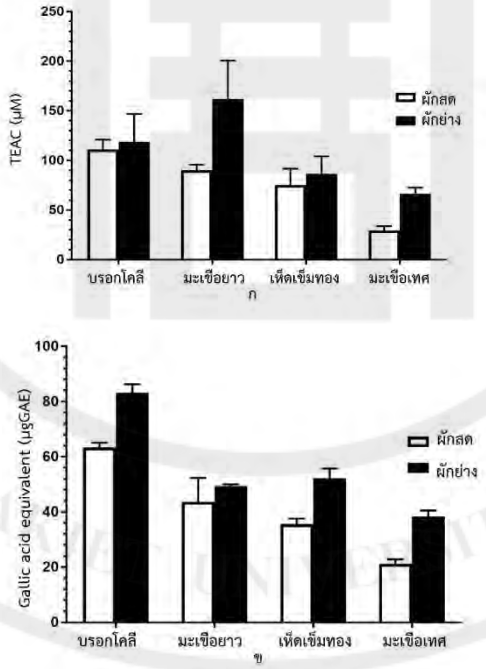
ภาพที่ 1 แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ก) และปริมาณฟีโนลิค (ข) ในผักทั้ง 4 ชนิดที่ผ่านการประกอบอาหารประเภทการต้ม



ภาพที่ 2 แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ก) และปริมาณฟีโนลิค (ข) ในผักทั้ง 4 ชนิดที่ผ่านการประกอบอาหารประเภทการนึ่ง



ภาพที่ 3 แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ก) และปริมาณฟีโนลิค (ข) ในผักทั้ง 4 ชนิดที่ผ่านการประกอบอาหารประเภทการผัด



ภาพที่ 4 แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ก) และปริมาณฟีโนลิค (ข) ในผักทั้ง 4 ชนิดที่ผ่านการประกอบอาหารประเภทการย่าง

เอกสารอ้างอิง

1. B Halliwell. Biochemistry of oxidative stress. Biochem. Soc. Trans. 2007; 35:1147-1150.

2. Padmini T, Karpagavalli B, Vijayalakshmi R. and Jesupriya Poornakala S. Effect of cooking methods on antioxidant properties of vegetables. journal of current research International. 2015; 7(12): 23466 – 23470.

3. Feng Xu, Yonghua Zheng, Zhenfeng Yang, Shifeng Cao, Xingfeng Shao, Hongfei Wang. Domestic cooking methods affect the nutritional quality of red cabbage. Food chemistry. 2014; 161:162–167.

4. Athiwat Chumyama, Kanda Whangchaia;b, Jarunee Jungklanga, Bualuang Faiyuec, Kobkiat Saengnila. Effects of heat treatments on antioxidant capacity and total phenolic content of four cultivars of purple skin eggplants. Scienceasia. 2013; 39:246-2515.

5. Teresa Mazzeo, Denis N'Dri, Emma Chiavaro, Attilio Visconti, Vincenzo Fogliano, Nicoletta Pellegrini. Effect of two cooking procedures on phytochemical compounds, total antioxidant capacity and colour of selected frozen vegetables. Food chemistry. 2011; 128:627-633.

6.A.M.JIM´ENEZ-MONREAL, L.GARC´IA-DIZ, M. MART´INEZ-TOM´ E, M.MARISCAL, AND M.A.MURCIA. Influence of cooking methods on antioxidant activity of vegetables. Journal of food science. 2009; 74:97 - 103.

7. Ismail, A., Marjan, Z.M., & Foong, C.W. (2004). Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. Food chemistry, 87, 581 – 586.