SWU Sci. J. Vol. 23 No. 1 (2007)

บทความวิจัย

ปริมาณแอนโธไซยานินและปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของมังคุดและน้ำมังคุด

อรุษา เชาวนลิขิต* และ อรัญญา มิ่งเมือง

บทคัดย่อ

มังคุดประกอบด้วยเปลือกแข็งประมาณร้อยละ 17 เปลือกอ่อนร้อยละ 48 เนื้อร้อยละ 30 ขั้วร้อยละ 4 จากการแยกส่วนประกอบจะเกิดการสูญเสียประมาณร้อยละ 1 และเมื่อนำองค์ประกอบต่าง ๆ ของมังคุดมาวิเคราะห์ปริมาณสารที่ทรงคุณค่า พบว่าเปลือกอ่อนมีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดมากที่สุด (3,404 mg GAE/100 g) รองลงมา คือเปลือกแข็ง (2,930.49 mg GAE/100 g) และเนื้อ (133.29 mg GAE/100 g) ตามลำดับ และเปลือกแข็งมีปริมาณแอนโธไซยานินมากที่สุด (179.49 mg Cyn-3-Glu/100 g) รองลงมา คือเปลือกอ่อน (19.71 mg Cyn-3-Glu/100 g) แต่ไม่พบแอนโธไซยานินในเนื้อมังคุด นอกจากนี้ยังพบว่าเปลือกอ่อนมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด รองลงมาคือเปลือกแข็ง และเนื้อ ตามลำดับ เมื่อนำเนื้อมังคุดไปผลิตน้ำมังคุด และวิเคราะห์สารทรงคุณค่าในน้ำมังคุดพบว่า มีปริมาณสารฟีนอลิก 35.56 mg GAE/100 mL และแอนโธไซยานิน 0.018 mg/100 mL

คำสำคัญ: มังคุด น้ำมังคุด ปริมาณแอนโธไซยานิน ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
*ผู้นิพนธ์ประสานงาน, email: arusa@swu.ac.th

Anthocyanin and Total Phenolic Content of Mangosteen and Its Juices

Arusa Chaovanalikit* and Arunya Mingmuang

ABSTRACT

Mangosteen is composed of 17 percent hard skin, 48 percent soft skin, 30 percent flesh, and 4 percent cap (1 percent loss during sample preparation). Soft skin contained the highest total phenolic content (3,404 mg GAE/100 g) and the highest antioxidant activity while hard skin contained the highest anthocyanin content (179.49 mg Cyn-3-Glu/100 g). None of anthocyanin was found in flesh. After the mangosteen juices were processed, the total phenolic content and anthocyanin were determined. Total phenolic content of processed mangosteen juice is 35.56 mg GAE/100 mL whereas the anthocyanin content is 0.018 mg Cyn-3-Glu/100 mL.

Keywords: mangosteen, juice, anthocyanin content, total phenolic content, antioxidant acitity

Division of Food Science and Nutrition, Department of Home Economics, Faculty of Science, Srinakharinwirot University

*Corresponding author, email: arusa@swu.ac.th

บทนำ

มังคุด (*Garcinia mangostana* Linn.) เป็นผลไม้ที่รู้จักกันในนาม "ราชินีของผลไม้" และเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย มีมูลค่าทางการตลาดสูงทั้งตลาดภายในประเทศและตลาดส่งออก โดยตลาดส่งออกที่สำคัญคือ ญี่ปุ่น ไต้หวัน จีน มาเลเซีย ฮ่องกง และสิงคโปร์ เป็นต้น ยิ่งไปกว่านั้นมังคุดจัดเป็นผลไม้ที่มีประโยชน์ เพราะมีสารที่มีคุณประโยชน์กับร่างกาย เช่น mangostin สารในกลุ่ม xanthone ที่มีความสามารถออกฤทธิ์ลดการอักเสบ [1, 2] สารแอนโธไซยานิน และแทนนิน ซึ่งเป็นสารในกลุ่มฟีนอลิก (phenolics) ที่มีคุณสมบัติสามารถกำจัดอนุมูลอิสระ (antioxidant properties) ที่สามารถป้องกันการเกิดของโรคเรื้อรังต่างๆ เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจ โรคเส้นเลือดอุดตัน โรคชรา และ โรค Parkinson เป็นต้น [3-5] จากการค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่างานวิจัยในมังคุดมักศึกษาชนิดของสารที่มีในมังคุดโดยเฉพาะสารในกลุ่ม xanthone และฤทธิ์ที่มีต่อสุขภาพ การวิเคราะห์ปริมาณสารในกลุ่มฟีนอลิก และการตรวจสอบความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระจะเป็นประโยชน์ในการแนะนำและเผยแพร่มังคุดในลักษณะผลไม้เพื่อสุขภาพซึ่งจะนำไปใช้ในการประชาสัมพันธ์ตลาดมังคุดในต่างประเทศอย่างกว้างขวาง

มังคุดเป็นผลไม้ที่ออกตามฤดูกาลโดยจะเริ่มมีผลผลิตมังคุดออกสู่ตลาดตั้งแต่เดือนเมษายนไปจนถึงปลายเดือนกันยายน ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดของมังคุด คือมังคุดสด อย่างไรก็ดีมังคุดได้ถูกแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อเพิ่มมูลค่า เช่น มังคุดกระป๋องในน้ำเชื่อม มังคุดแช่เยือกแข็ง มังคุดกวน สารสกัดจากเปลือกมังคุด และผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากเปลือกมังคุด น้ำมังคุดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในต่างประเทศ หลายประเทศได้นำเข้ามังคุดจากประเทศไทยเพื่อแปรรูปเป็นน้ำมังคุดเพื่อสุขภาพซึ่งมีราคาสูงโดยอ้างถึงสรรพคุณและสารที่มีประโยชน์ในมังคุด อีกทั้งมีการจดสิทธิบัตรที่ประเทศสหรัฐอเมริกา (US patent 6,730,333) ซึ่งน้ำมังคุดเสริมสุขภาพที่ขายในต่างประเทศนั้นมีราคาค่อนข้างสูง ราคาขวดละประมาณ 1,200-1,600 บาท ต่อ 750 มิลลิลิตร แนะนำให้รับประทาน 30-90 มิลลิลิตรต่อวัน จัดว่าเป็นอาหารเสริมมากกว่าอาหารทั่วไป จึงเป็นที่สนใจในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดนี้จากประเทศไทยขึ้นเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับมังคุด

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาปริมาณสารฟีนอลิกและปริมาณแอนโธไซยานินและคุณสมบัติการเป็นสารกำจัดอนุมูลอิสระที่มีในส่วนต่างๆ ของมังคุด พัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดพร้อมดื่ม ศึกษาผลของความร้อนต่อสารฟีนอลิก ปริมาณแอนโธไซยานิน และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำมังคุด เพื่อให้เป็นองค์ความรู้ในการพัฒนาและวิจัย และนำไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัตถุดิบ

มังคุดซื้อจากจังหวัดสุราษฎร์ธานี ในเดือนเมษายน 2548 ขนส่งมายังมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ล้างทำความสะอาดผิวเปลือกภายนอก ผึ่งลมให้แห้ง ก่อนนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ที่ห้องแช่แข็งของสาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

กรรมวิธีการผลิตน้ำมังคุด

กรรมวิธีการผลิตน้ำมังคุดได้จดข้อมูลความลับทางการค้าเลขทะเบียน อก. 3189 มังคุดถูกนำมาแปรรูปเป็นน้ำมังคุดโดยการบีบอัด แยกกาก นำไปฆ่าเชื้อที่ 90 องศาเซลเซียส 2 นาที และบรรจุร้อนใส่ขวด

รูปที่ 1 ผลิตภัณฑ์น้ำมังคุด

การเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของมังคุด

มังคุดที่แช่แข็งจำนวน 5 ผล นำมาละลายน้ำแข็งโดยการแช่น้ำที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที จดบันทึกน้ำหนักของมังคุด หลังจากนั้นแยกขั้วออก ชั่งน้ำหนัก แล้วผ่าครึ่งผลมังคุดในแนวขวาง จากนั้นใช้ช้อนแสตนเลสตักแยกเนื้อมังคุด เปลือกแข็ง และเปลือกอ่อนของมังคุดออกจากกัน แต่ละส่วนที่ถูกแยกออกถูกนำไปแช่แข็งใน liquid nitrogen เพื่อให้เปลือกนอกของแต่ละส่วนแข็ง หลังจากนั้นนำตัวอย่างแต่ละส่วนไปชั่งน้ำหนักก่อนนำไปเก็บที่อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส ทำซ้ำ 3 ครั้ง

การลดขนาดตัวอย่าง

เนื้อ เปลือกแข็งหรือเปลือกอ่อนของมังคุดที่แช่แข็งถูกนำมาปั่นพร้อม liquid nitrogen ด้วยเครื่องปั่น Waring รุ่น SS610 จนได้ผงละเอียดเหมือนแป้งก่อนนำไปสกัดและวิเคราะห์ต่อไป

วิธีการสกัด

ตัวอย่างผงละเอียดถูกนำมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 5 กรัม ใส่ในหลอด centrifuge ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมตัวทำละลาย acetone 20 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอด centrifuge และนำไปเข้าเครื่อง sonicator (Singen D-78224, Germany) เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำไปเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง (Falcon 6/300, UK) ที่ 3,000 xg เป็นเวลา 10 นาที รินสารละลายส่วนที่ใสออกใส่ rotary flask ขนาด 250 มิลลิลิตร กากที่เหลือนำไปสกัดซ้ำ 2 รอบโดยใช้ acetone 10 มิลลิลิตร นำสารที่

สกัดได้ไประเหย acetone ออกด้วยเครื่อง rotary evaporator (Buchi R 114, UK) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จนแห้ง เติม HCl 0.1 เปอร์เซ็นต์ ไป 20 มิลลิลิตร ทำการปรับปริมาตรของสารสกัดให้ได้ปริมาตร 25 มิลลิลิตรด้วย HCl 0.1 เปอร์เซ็นต์ เก็บสารสกัดที่ได้ไว้ที่อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส เพื่อเตรียมไว้สำหรับวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

ความชื้นของเนื้อ เปลือกแข็ง และเปลือกอ่อนของมังคุดตรวจวิเคราะห์ โดยวิธี AOAC (1985) โดยอบถ้วยอลูมิเนียมพร้อมฝาปิดที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส 1 คืน ในตู้อบลมร้อน (ULM 700, Memmert, Germany) จากนั้นนำมาทิ้งให้เย็นในเดสิกเคเตอร์ เป็นเวลา 30 นาที ชั่งน้ำหนักถ้วยและฝาปิด ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนด้วยเครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 5 กรัม ใส่ลงในถ้วยอลูมิเนียม นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส พร้อมทั้งเปิดฝาทิ้งไว้ 6 ชั่วโมง นำมาทิ้งให้เย็นในเดสิกเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน จากนั้นทำการอบซ้ำครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งได้น้ำหนักที่คงที่ ผลที่ได้นำมาคำนวณร้อยละของปริมาณความชื้นตัวอย่างโดยคำนวณจาก (น้ำหนักของแข็งที่เหลือหลังจากการอบ/น้ำหนักสด) x 100

การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

สารสกัดและน้ำมังคุดถูกนำมาวิเคราะห์โดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu [ดัดแปลงจาก 6] โดยปิเปตสารสกัด น้ำกลั่น หรือสารละลายมาตรฐานความเข้มข้น 40, 80, 120, 160 และ 200 ppm จำนวน 0.5 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่น 7.5 มิลลิลิตร และ Folin-Ciocalteu 0.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex genie 2 ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที เติมสารละลาย Na_2CO_3 ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ 0.6 มิลลิลิตร ผสมสารละลายให้เข้ากัน นำไปให้ความร้อนที่ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นทำให้เย็นทันที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 755 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer (UV-1601, Shimadzu Corporation, Japan) หลังจากนั้นนำค่าที่วัดได้จากน้ำกลั่น และสารละลายมาตรฐานความเข้มข้นต่างๆ มาทำเป็นกราฟมาตรฐานเพื่อใช้เปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้ของสารสกัด และคำนวณความเข้มข้นของสารสกัดในรูปของมิลลิกรัมของกรดแกลลิคสมมูลต่อ 100 กรัม หรือมิลลิลิตรของน้ำหนักสด

การวิเคราะห์หาปริมาณแอนโธไซยานิน

สารสกัดและน้ำมังคุดถูกนำมาวิเคราะห์โดยใช้วิธี pH-differential [7] โดยนำสารสกัดมาเจือจางด้วยสารละลาย KCl buffer pH 1.0 และ sodium acetate buffer pH 4.0 จนกระทั่งค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดมีค่าอยู่ในช่วง 0.2-1.0 โดยมีข้อควรระวังคือ ปริมาณตัวอย่างไม่ควรเกิน 20 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณสารละลายทั้งหมดหลังจากการเจือจางแล้ว หลังจากนั้นทิ้งให้สารละลายเข้าสู่สมดุลเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 และ 700 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่นเป็น blank คำนวณปริมาณแอนโธไซยานิน โดยใช้ค่า molar absorbtivity

เท่ากับ 26,900 $Lmol^{-1}cm^{-1}$ และมวลโมเลกุลของ cyanidin-3-glucoside เท่ากับ 449.2 คำนวณค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดเจือจางได้จากสูตร $A = (A_{\lambda vis\text{-}max} - A_{700})_{pH\ 1.0} - (A_{\lambda vis\text{-}max} - A_{700})_{pH\ 4.5}$ และ คำนวณค่า monomeric anthocyanin pigment ได้จากสูตร monomeric anthocyanin pigment (mg/L) = (A x MW x DF x 1000)/(ε x 1) (MW = 449.2, ε = 26,900 $Lmol^{-1}cm^{-1}$) และแสดงค่าแอนโธไซยานินในรูปของมิลลิกรัมของ cyanidin-3-glucoside ต่อ 100 กรัม หรือมิลลิลิตรของน้ำหนักสด

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH

นำสารสกัดและตัวอย่างน้ำมังคุดมาทดสอบความสามารถในการลดปริมาณสาร 1, 1-diphenl-2-picrylhydrazyl (DPPH) [8] ดังนี้ นำสารละลายตัวอย่าง 100 ไมโครลิตร ผสมกับ DPPH solution (DPPH 4.5 มิลลิกรัม ใน absolute methanol 100 มิลลิลิตร) ปริมาตร 2.9 มิลลิลิตร และตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที หลังจากนั้นนำมาวัดค่าความสามารถในการดูดกลืนแสงของสาร DPPH ที่เหลือ ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยรายงานเป็นค่า EC_{50} ซึ่งหมายถึงปริมาณสารทดสอบที่ใช้ในการลดค่าความสามารถในการดูดกลืนแสงของสาร DPPH เริ่มต้น 50 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ butylated hydroxytoluene (BHT) เป็น positive control สารตัวอย่างและ BHT ละลายใน DMSO โดยทำการทดสอบ 3 ซ้ำ

การวิเคราะห์ทางสถิติ

สำหรับค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความชื้น ปริมาณแอนโธไซยานิน ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และปริมาณกรดทั้งหมด วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม S-Plus ความแตกต่างของปริมาณแอนโธไซยานิน ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำมังคุดพร้อมดื่มก่อนและหลังให้ความร้อนวิเคราะห์ด้วย t-test การวิเคราะห์ทางสถิติทั้งหมดทำที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลอง

ปริมาณสารฟีนอลิก แอนโธไซยานิน และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในส่วนต่าง ๆ ของมังคุด

มังคุดประกอบด้วยเปลือกแข็งประมาณร้อยละ 17 เปลือกอ่อนร้อยละ 48 เนื้อร้อยละ 30 ขั้วร้อยละ 4 และการสูญเสียเนื่องจากกระบวนการแยกส่วนประกอบต่าง ๆ ประมาณร้อยละ 1 เปลือกอ่อนมีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดมากที่สุด ประมาณ 3,404 mg GAE/100 g ในขณะที่เปลือกแข็งมีปริมาณแอนโธไซยานินมากที่สุด (179.49 mg Cyn-3-Glu/100 g) (ตารางที่ 1) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารฟีนอลิกกับผลไม้ชนิดอื่น พบว่าเนื้อมังคุดมีปริมาณสารฟีนอลิก (133.29 mg GAE/100 g) ใกล้เคียงกับองุ่น (158.0 mg GAE/100 g) black plum (143.5 mg GAE/100 g) และเชอรี่ (105.4 mg GAE/100 g) และมีปริมาณมากกว่า apricot สด [9, 10]

ตารางที่ 1 ร้อยละของความชื้น ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดและปริมาณแอนโธไซยานินของมังคุดแต่ละส่วน

ส่วนของมังคุด	เปอร์เซ็นต์ความชื้น	ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE/100 g)	ปริมาณแอนโธไซยานิน (mg Cyn-3-Glu/100 g)
เปลือกแข็ง	52.04 ± 0.03	2930.49 ± 318.10	179.49 ± 10.80
เปลือกอ่อน	67.05 ± 0.01	3404.09 ± 321.92	19.71 ± 22.98
เนื้อ	76.79 ± 0.40	133.29 ± 20.44	0

หมายเหตุ: ตัวเลขที่แสดงได้จากค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์จำนวน 3 ซ้ำ
ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 2 แสดงความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระของส่วนต่าง ๆ ของมังคุดเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ BHT ที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยถ้าค่า EC_{50} น้อยแสดงว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมาก เปลือกแข็งและเปลือกอ่อนมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่า BHT ที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เปลือกอ่อนที่มีปริมาณสารฟีนอลิกมากที่สุด มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด รองลงมาคือ เปลือกแข็ง และเนื้อ ตามลำดับ เนื้อซึ่งมีปริมาณสารฟีนอลิกน้อยที่สุด จะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุดและน้อยกว่า BHT ที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งเป็นไปตามการศึกษาของ Moyer และคณะ [11] ที่พบว่า ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของผลไม้ในจีนัส *Vaccinium, Rubus, Ribes* เช่น blueberry, blackberry และ black currant จะขึ้นอยู่กับปริมาณสารฟีนอลิกในผลไม้

ตารางที่ 2 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของมังคุดแต่ละส่วนเมื่อเปรียบเทียบกับ BHT

ตัวอย่าง	EC_{50} (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)
BHT ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	7.5
เปลือกแข็ง	4.73 ± 0.55
เปลือกอ่อน	1.35 ± 0.13
เนื้อ	133.33 ± 25.17

หมายเหตุ: ตัวเลขที่แสดงได้จากค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์จำนวน 3 ซ้ำ
ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลกระทบของการแปรรูปต่อปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดและแอนโธไซยานินในน้ำมังคุด

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณแอนโธไซยานินและปริมาณสารฟีนอลิกของน้ำมังคุด รวมทั้งผลกระทบของกระบวนการผลิตต่อปริมาณสารฟีนอลิก แอนโธไซยานิน และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ พบว่าน้ำมังคุดที่ผลิตได้มีปริมาณสารฟีนอลิก 35.56 mg GAE/100 mL และมีปริมาณแอนโธไซยานินน้อยมาก 0.018 ± 0.001 mg Cyn-3-Glu/100 mL แอนโธไซยานินที่ได้เกิดจากเปลือกอ่อนของมังคุดที่ติดมาระหว่างการแยกเปลือกและเนื้อ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำผลไม้ชนิดอื่น พบว่าน้ำมังคุดมีปริมาณสารฟีนอลิกใกล้เคียงกับน้ำลูกแพร์ (19.6-45.7 mg GAE/100 mL) และไวน์ขาว (15.1-47.4 mg GAE/100 mL) และมีค่าน้อยกว่าไวน์แดง (70.5-117.7 mg GAE/100 mL) และน้ำ black currant (454-610 mg GAE/100 mL) [12-14]

ตารางที่ 3 ผลกระทบของกระบวนการผลิตต่อปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดและแอนโธไซยานินของน้ำมังคุด

ตัวอย่าง	ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE/100 mL)	ปริมาณแอนโธไซยานิน (mg Cyn-3-Glu/100 mL)
น้ำมังคุดผสมก่อนให้ความร้อน	20.17 ± 0.03	0.023 ± 0.001
น้ำมังคุดผสมหลังให้ความร้อน	35.56 ± 3.55*	0.018 ± 0.001

หมายเหตุ: ตัวเลขที่แสดงได้จากค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์จำนวน 3 ซ้ำ
ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 95 เปอร์เซ็นต์

เมื่อนำน้ำมังคุดพร้อมดื่มที่ผลิตไปฆ่าเชื้อโดยผ่านความร้อนที่ 90 องศาเซลเซียส พบว่าความร้อนมีแนวโน้มทำให้ปริมาณแอนโธไซยานินในน้ำมังคุดพร้อมดื่มลดลงในขณะที่มีผลทำให้ปริมาณสารฟีนอลิก และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ความร้อนและออกซิเจนเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้แอนโธไซยานินเกิดการสลายตัว [15] Kirca และคณะ [16] ศึกษาผลกระทบของความร้อนต่อความคงตัวของ black carrot anthocyanins พบว่าความร้อนทำให้แอนโธไซยานินของน้ำ black carrot ลดลง อุณหภูมิสูงขึ้นทำให้แอนโธไซยานินถูกทำลายมากขึ้น Tsai และคณะ [17] ศึกษาผลของความร้อนต่อแอนโธไซยานินและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระต่อสารสกัด mulberry พบว่าความร้อนสูงขึ้นจะทำให้ปริมาณ monomeric anthocyanin ลดลง ปริมาณ polymeric anthocyanin เพิ่มขึ้น และมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระจะสัมพันธ์กับปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล นอกจากนั้น Yu และคณะ [18] พบว่าการอบถั่วลิสงที่

อุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียส ไม่มีผลต่อปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดแต่ทำให้ปริมาณของ procyanidin dimer เพิ่มขึ้น ในขณะที่ trimer และ tetramer ลดลง ดังนั้นความร้อนอาจทำให้สารแอนโธไซยานิน และ procyanidin ที่มีในมังคุดเกิดการไฮโดรไลซ์ให้เป็นสารฟีนอลิกหรือสารกลุ่มอื่นที่ให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น

ตารางที่ 4 ผลกระทบของความร้อนต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำมังคุดเมื่อเปรียบเทียบกับ BHT

ตัวอย่าง	EC_{50} (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)
BHT ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	7.5
น้ำมังคุดผสมก่อนให้ความร้อน	217.5 ± 74.24
น้ำมังคุดผสมหลังให้ความร้อน	84 ± 28.28

หมายเหตุ: ตัวเลขที่แสดงได้จากค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์จำนวน 3 ซ้ำ
ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สรุปผลการทดลอง

มังคุดประกอบด้วยเปลือกแข็งประมาณร้อยละ 17 เปลือกอ่อนร้อยละ 48 เนื้อร้อยละ 30-31 ขั้วร้อยละ 4 เปลือกอ่อนมีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดมากที่สุดและมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด ส่วนเปลือกแข็งมีปริมาณแอนโธไซยานินมากที่สุด และเนื้อมังคุดมีปริมาณสารฟีนอลิกและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระน้อยสุด และไม่พบแอนโธไซยานิน เมื่อนำเนื้อมังคุดไปทำน้ำมังคุด พบว่าน้ำมังคุดที่ผลิตได้มีปริมาณสารฟีนอลิก 35.56 mg GAE/100 mL และปริมาณแอนโธไซยานิน 0.018 mg/100 mL ปริมาณแอนโธไซยานินที่ได้อาจเกิดจากการปะปนของเปลือกมังคุดระหว่างการผลิต การให้ความร้อนของน้ำมังคุดนอกจากจะเป็นการฆ่าเชื้อเพื่อยืดอายุการเก็บแล้วยังสามารถทำให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากการที่ความร้อนทำลายสารที่มีในมังคุดเช่น แอนโธไซยานิน ทำให้เกิดสารฟีนอลิกและสารชนิดอื่นที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากขึ้น ดังนั้นคณะผู้วิจัยกำลังดำเนินการศึกษาถึงผลกระทบของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสารแต่ละชนิดในน้ำมังคุดอย่างละเอียดเพื่อให้เข้าใจถึงกลไกการเปลี่ยนแปลงของสารทรงคุณค่าในน้ำมังคุดและอาจทำให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเพื่อสุขภาพมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยการศึกษาสารที่ทรงคุณค่าจากมังคุดและการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมังคุด ภายใต้โครงการวิจัยเรื่องการสร้างมูลค่าเพิ่มจากผลิตภัณฑ์มังคุด ที่ได้รับทุนวิจัย

งบประมาณแผ่นดิน ปี 2548 ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ คณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พินิติ รตะนานุกูล และรองศาสตราจารย์ ดร.สุนิตย์ สุขสำราญ สำหรับคำแนะนำตลอดโครงการนี้ ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.นันทนา อรุณฤกษ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

เอกสารอ้างอิง

1. Nakatani, K., Nakahata, N., Arakawa, T., Yasuda, H. and Ohizumi, Y. 2002. Inhibition of Cyclooxygenase and Prostaglandin E2 Synthesis by γ-mangostin, a Xanthone Derivative in Mangosteen, in C6 rat Glioma Cells. *Biochemical Pharmacology* 63: 73-79.
2. Nakatani, K., Atsumi, M., Arakawa, T., Oosawa, K., Shimura, S., Nakahata, N. and Ohizumi, Y. 2002. Inhibitions of Histamine Release and Prostaglandin E2 Synthesis by Mangosteen, a Thai Medicinal Plant. *Biological and Pharmaceutical Bulletin* 25: 1137-1141.
3. Ames, B. N., Shigenaga, M. K. and Hagen, T. M. 1993. Oxidants, Antioxidants, and the Degenerative Disease of Aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 90: 7915-7922.
4. Lambert, J. D. and Yang, C. S. 2003. Mechanisms of Cancer Prevention by Tea Constituents. *The Journal of Nutrition* 133: 3262S-3267S.
5. Robards, K., Prenzler, P. D., Tucker, G., Swatsitang, P. and Glover, W. 1999. Phenolic Compounds and Their Role in Oxidative Processes in Fruits. *Food Chemistry* 66: 401-436.
6. Singleton, V. L. and Rossi, J. A. 1965. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* 16: 144-158.
7. Giusti, M. M. and Wrolstad, R. E. 2001. Unit F1.2. Anthocyanins. Characterization and Measurement with UV-Visible Spectroscopy. In: Wrolstad R. E. and Schwartz S. J., Editors. Current Protocols in Food Analytical Chemistry. New York. John Wiley & Sons. p. 1-13.
8. Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. and Berset, C. 1995. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *LWT- Food Science and Technology* 28: 25-30.
9. Karakaya, S., El, S. N. and Tas, A. A. 2001. Antioxidant Activity of Some Foods Containing Phenolic Compounds. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 52: 501-508.

10. Fuleki, T. and Ricardo da Silva, J. M. 2003. Effects of Cultivar and Processing Method on the Content of Catechins and Procyanidins in Grape Juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 640-646.

11. Moyer, R. A., Hummer, K. E., Finn, C. E., Frei, B. and Wrolstad, R. E. 2002. Anthocyanins, Phenolics, and Antioxidant Capacity in Diverse Small Fruits: *Vaccinium, Rubus and Ribes*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 519-525.

12. Davalos, A., Bartolome, B. and Gomez-Cordoves, C. 2005. Antioxidant Properties of Commercial Grape Juices and Vinegar. *Food Chemistry* 93: 325-330.

13. Tanriöven, D. and Eksi, A. 2005. Phenolic Compounds in Pear Juice from Different Cultivars. *Food Chemistry* 93: 89-93.

14. Landbo, A.-K. and Meyer, A. S. 2004. Effects of Different Enzymatic Maceration Treatments on Enhancement of Anthocyanins and Other Phenolics in Black Currant Juice. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 5: 503-513.

15. Markakis, P. 1974. Anthocyanins and Their Stability in Foods. *CRC Critical Reviews in Food Technology* 4: 437-456.

16.Kirca, A., Özkan, M. and Cemeroglu, B. 2007. Effects of Temperature, Solid Content and pH on the Stability of Black Carrot Anthocyanins. Food Chemistry 101: 212-218.

17. Tsai, P. J., Delva, L., Yu, T. Y., Huang, Y. T. and Dufossé, L. 2005. Effect of Sucrose on the Anthocyanin and Antioxidant Capacity of Mulberry Extract during High Temperature Heating. *Food research international* 38: 1059-1065.

18. Yu, J., Ahmedna, M., Goktepe, I. and Dai, J. 2006. Peanut Skin Procyanidins: Composition and Antioxidant Activities as Affected by Processing. *Journal of Food Composition and Analysis* 19: 364-371.

ได้รับบทความวันที่ 20 ตุลาคม 2549
ยอมรับตีพิมพ์วันที่ 20 มีนาคม 2550