การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ ในระหว่างการพัฒนาของผล

Physical and chemical changes of Karanda fruit during fruit development

ธนิตชยา พุทธมี[1*], ภาวินีย์ ผิวจันทร์[1], มาริษา รัตนโชติ[1] และ รุสมา มฤบดี[1]

Thanidchaya Puthmee[1*], Pawinee Pewchan[1], Marisa Rattanachot[1] and Rusama Marubodee[1]

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ในระหว่างการพัฒนาของผล ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 10 ระยะตามขนาดของผลและอายุหลังดอกบาน คือ S1 (9 วัน) S2 (18 วัน) S3 (23 วัน) S4 (34 วัน) S5 (42 วัน) S6 (50 วัน) S7 (59 วัน) S8 (67 วัน) S9 (74 วัน) และ S10 (82 วัน) พบว่าขนาดของผล ขนาดของเมล็ด ความหนาของเนื้อ น้ำหนักของผลและน้ำหนักของเมล็ด มีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามระยะการพัฒนาของผล โดยเฉพาะในระยะ S3-S6 สีเปลือกเริ่มเปลี่ยนจากสีขาวไปเป็นสีแดงตั้งแต่ระยะ S2-S7 และเปลี่ยนเป็นสีม่วงดำเมื่อสุกแก่เต็มที่ สีเนื้อเริ่มเปลี่ยนจากสีขาวปนชมพูไปจนถึงสีแดงเมื่อผลสุก การเปลี่ยนแปลงทางเคมีทั้งปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณแอนโทไซยานินมีการเปลี่ยนแปลงชัดเจนและมีค่าสูงสุดเมื่อผลสุก การใช้ประโยชน์ในอนาคตจากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่จึงควรเลือกในระยะที่ผลสุกแก่เต็มที่

คำสำคัญ: มะม่วงหาวมะนาวโห่, การพัฒนาของผล, ลักษณะทางกายภาพ, องค์ประกอบทางเคมี

ABSTRACT: The aim of this research was studied physical and chemical changes of Karanda fruit during fruit development which can be divided in to 10 stages based on size of fruit and days after pollination: S1 (9 days) S2 (18 days) S3 (23 days) S4 (34 days) S5 (42 days) S6 (50 days) S7 (59 days) S8 (67 days) S9 (74 days) and S10 (82 days). The results showed that size of fruit, size of seed, thickness of pulp, weight of fruit and seed were increased followed fruit development especially in S3-S6. Color of peel was changed from white to red from S2-S7 and turned purple when the fruit ripening. Pulp color was changed from white-pink to red when the fruit ripening. Chemical change in both total soluble solids and anthocyanin were changed clearly and showed maximum value in ripening stage. For the future utilization from Karanda fruit should be used the fruit in ripening stage.

Keywords: Karanda, fruit development, physical characteristics, chemical compositions

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
Department of plant production, Faculty of agricultural and natural resources, Rajamangala University of Technology Tawan-ok

* Corresponding author: thanid_9@hotmail.com

บทนำ

มะม่วงหาวมะนาวโห่ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Carissa carandas* เป็นผลไม้พื้นบ้านของไทย ดอกมีสีชมพูหรือสีแดงอ่อน ผลอ่อนมีสีชมพูอ่อนและเข้มขึ้นเป็นสีแดงจนกระทั่งสุกกลายเป็นสีดำ เป็นพืชที่ทนแล้งและเจริญเติบโตได้ง่าย ปลูกได้ในทุกพื้นที่ (สกุลกานต์, 2559) ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่มีศักยภาพในการนำมาเป็นผลไม้เพื่อสุขภาพ มีประโยชน์และสรรพคุณต่างๆ มากมาย โดยอาจจะนำมาใช้สำหรับการแต่งสีและรสในการปรุงอาหารหรือนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อสุขภาพ หรือแม้แต่นำมาใช้ประโยชน์ทางยา จากคุณประโยชน์และสรรพคุณของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ การศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาของผลและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีน่าจะเป็นประโยชน์ในการแปรรูป โดยเฉพาะปริมาณสารแอนโทไซยานิน ซึ่งถือเป็นสารสำคัญตัวหนึ่งในผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ ดังนั้นงานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ระหว่างการพัฒนาของผล

วิธีการศึกษา

ในการทดลองครั้งนี้ใช้ต้นมะนาวโห่ จากแปลงทดลองของสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ที่มีอายุ 5-6 ปี โดยสุ่มเลือกต้นมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีทรงพุ่มและความสมบูรณ์ใกล้เคียงกัน จำนวน 10 ต้น เริ่มติดตามการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 5 ผล ในแต่ละระยะการพัฒนาของผลและจดบันทึก ขนาดของผล ขนาดของเมล็ด ความหนาของเนื้อ น้ำหนักของผล น้ำหนักของเมล็ด การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยทดสอบปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (A.O.A.C, 1990) ทดสอบปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณสารแอนโทไซยานิน โดยนำผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ 1 กรัม บดให้ละเอียด นำไปสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล ไฮโดรคลอริก ปริมาตร 25 มิลลิลิตร (1.5 M ไฮโดรคลอริก และ 95% เอทานอล = 85 : 15) นำไปสกัดที่อุณหภูมิ 70°C โดยใช้เวลาในการสกัด 30 นาที นำสารละลายตัวอย่างมากรองจะได้สารสกัดที่จะนำไปวิเคราะห์หาปริมาณแอนโทไซยานินต่อไป โดยวิธี pH-differential (ดัดแปลงจาก Satharut, J and Sudarat J, 2012) ปิเปตสารตัวอย่าง 1.0 มิลลิลิตร มาปรับพีเอชด้วยสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ บัฟเฟอร์ พีเอช 1.0 จนมีปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร และนำสารตัวอย่าง 1.0 มิลลิลิตร มาปรับพีเอชด้วยโซเดียมอะซีเตต บัฟเฟอร์ พีเอช 4.5 นำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 และ700 นาโนเมตร ตามลำดับ คำนวณหาค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่างจากสูตร $A = (A_{510nm} - A_{700nm})pH1.0 - (A_{510nm} - A_{700nm})pH4.5$

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ระหว่างการพัฒนาของผลพบว่าลักษณะทางกายภาพของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่สามารถแบ่งตามระยะการพัฒนาของผลตามขนาดและอายุผลหลังดอกบานได้เป็น 10 ระยะ ดังนี้ S1 (9 วัน) S2 (18 วัน) S3 (23 วัน) S4 (34 วัน) S5 (42 วัน) S6 (50 วัน) S7 (59 วัน) S8 (67 วัน) S9 (74 วัน) และ S10 (82 วัน) **(Figure 1)** ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่มีรูปร่างทรงกลม สังเกตเห็นได้ชัดเจน เปลือกผลมีสีชมพู ในระยะ S1 ขนาดของผลจะค่อยๆ ขยายขนาดในช่วงแรกระยะ S2-S3 หลังจากนั้นขนาดของผลทั้งด้านกว้างและด้านยาวจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะ S3-S4 **(Figure 2)** และยังคงเพิ่มสูงขึ้นอีกในระยะ S5-S6 เมื่อผลสุกเต็มที่ในระยะ S10 ผลจะมีความกว้างและความยาวประมาณ 1.94 และ 2.38 ซม. ตามลำดับ สำหรับขนาดของเมล็ดและความหนาของเนื้อจะเริ่มจดบันทึกได้ในระยะ S4 เนื่องจากขนาดของเมล็ดและความหนาของเนื้อในระยะ R1-R3 ไม่สามารถวัดได้ ขนาดของเมล็ดค่อยๆ เพิ่มขึ้นตั้งแต่ระยะ S4-S7 หลังจากนั้นขนาดของเมล็ดจะค่อนข้างคงที่ เช่นเดียวกับความหนาของเนื้อที่ค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้นจนถึงระยะ S7 **(Figure 1)** ขนาดของ

เมล็ดสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงขนาดของผล เนื่องจากเมล็ดเป็นแหล่งของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช โดยเฉพาะออกซินที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเมล็ดมีการพัฒนาและขยายขนาดของเซลล์ทำให้ผลมีขนาดใหญ่ขึ้น (จริงแท้, 2549) น้ำหนักของผลและน้ำหนักของเมล็ดเริ่มวัดได้ในระยะ S4 โดยน้ำหนักผลมีอัตราเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระยะ S4-S5 และมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะ S5-S7 หลังจากนั้นจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นทีละน้อย โดยเมื่อผลสุกเต็มที่มีน้ำหนักผลประมาณ 4.01 กรัม ในขณะที่น้ำหนักเมล็ดมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเท่านั้นในระยะ S6-S7 เมล็ดของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่มีน้ำหนักประมาณ 0.23 กรัม เมื่อผลสุกแก่เต็มที่ (Figure 3A) ทั้งนี้เนื่องจากช่วงแรกในการพัฒนาของผลมาจากการแบ่งเซลล์ในรังไข่และส่วนประกอบของรังไข่ต่อมาเมื่อผนังรังไข่หรือส่วนเพอริคาร์พหยุดการเจริญเติบโต ส่วนของเอมบริโอและเอนโดสเปิร์มจะเริ่มเติบโตจนมีการขยายขนาดเต็มที่เป็นช่วงการพัฒนาของเมล็ดที่มีการขยายขนาดและการสะสมอาหารภายในเมล็ดเพิ่มขึ้น ช่วงสุดท้ายเพอริคาร์พจะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเป็นผลมาจากการเพิ่มปริมาตรของเซลล์ทำให้ผลพองโตอย่างรวดเร็วในระยะใกล้แก่ (สมบุญ, 2544) สีเปลือกของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ มีผลโดยตรงต่อการรับแสง บริเวณที่ได้รับแสงมากจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสีอย่างรวดเร็วแม้ว่าผลจะมีขนาดเล็ก สีเปลือกของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่เปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีแดงในระยะ S2-S7 และเปลี่ยนเป็นสีแดงเข้มจนถึงม่วงดำในระยะ S8-S9 และเป็นสีม่วงดำเมื่อมีการสุกแก่เต็มที่ (Figure 1) สำหรับสีเนื้อของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ จะเปลี่ยนจากสีขาวไปเป็นสีดำแดง โดยในระยะ S4-S7 เนื้อของมะนาวโห่จะมีสีขาว ลักษณะเนื้อสัมผัสค่อนข้างแข็ง เมื่อเข้าสู่ระยะ S8 พบว่าสีเนื้อบางส่วนเริ่มเปลี่ยนเป็นสีขาวปนชมพู แต่เมื่อเข้าสู่ระยะ S9 เนื้อผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ทุกผลมีสีแดงเข้ม เนื้อสัมผัสเริ่มนิ่ม และเมื่อผลสุกแก่เต็มที่ในระยะ S10 เนื้อผลจะเปลี่ยนเป็นสีแดงดำ เนื้อสัมผัสนิ่ม (ไม่แสดงข้อมูล) สำหรับการเปลี่ยนแปลงทางเคมีพบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่เริ่มวัดได้ในระยะ S4 โดยมีค่าเท่ากับ 5.2 °Brix หลังจากนั้นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะการพัฒนาของผล โดยเมื่อผลเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกใน S8 จนถึง S10 ผลมะนาวโห่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ค่อนข้างสูงโดยมีค่าเท่ากับ 7.76 8.92 และ 11.34 °Brix ตามลำดับ (Figure 3B) เช่นเดียวกับปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ที่มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะการพัฒนาของผล มีค่าสูงสุดในระยะ S7 แต่เมื่อเข้าสู่ระยะ S8 ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่เริ่มสุก ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้เริ่มลดลง และยังคงลดลงอย่างต่อเนื่องในระยะ S9-S10 โดยมีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้เท่ากับ 0.46 และ 0.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 3C) แม้ว่าผลมะม่วงหาวมะนาวโห่จะมีรสชาติเปรี้ยวและปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ไม่ได้สูงมากนัก ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่สอดคล้องกับรายงานของ สังคม (2536) รายงานว่า ปริมาณกรดในผลไม้ส่วนใหญ่จะลดลง จากการถูกใช้ไปเป็นสารประกอบของการหายใจและการนำไปเป็นโครงสร้างคาร์บอนของสารสังเคราะห์สารชนิดใหม่ในระหว่างการสุก เช่นเดียวกับในผลมะม่วง (Lizada, 1993) สำหรับปริมาณแอนโทไซยานินเริ่มวัดในระยะ S4 โดยมีปริมาณแอนโทไซยานินเริ่มต้นเท่ากับ 2.99 มก./100 ก. จากนั้นปริมาณแอนโทไซยานินจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนถึงระยะ S8 มีค่าเท่ากับ 10.24 มก./100 ก. แต่เมื่อเข้าสู่ระยะที่เริ่มมีการสุกแก่ในระยะ S9 และ S10 ปริมาณแอนโทไซยานินกลับเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน โดยมีค่าเท่ากับ 81.06 และ 138.06 มก./100 ก. ตามลำดับ (Figure 3D) ปริมาณแอนโทไซยานินที่เพิ่มสูงขึ้นในระยะการสุกแก่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและเนื้อของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ การเพิ่มขึ้นของปริมาณแอนโทไซยานินในแต่ละระยะการพัฒนาเกิดจากการสะสมของปริมาณแอนโทไซยานินทำให้มีปริมาณเพิ่มขึ้น (Pornanong et al., 2010) ปริมาณแอนโทไซยานินมีค่าน้อยที่สุดในระยะผลสีขาวและมากที่สุดในระยะผลสีดำซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ (อดิศักดิ์, 2554) ที่รายงานผลว่า ผลหม่อนระยะสีดำมีปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุด

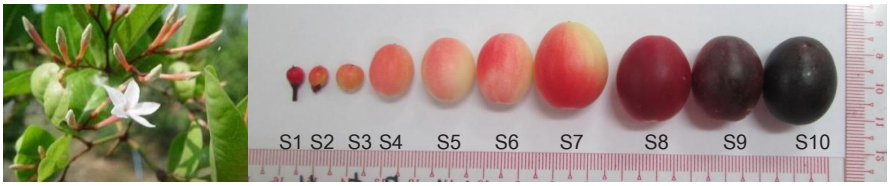

Figure 1 Inflorescense characteristics and fruit development of Karanda fruit at 9 (S1), 18 (S2), 23 (S3), 34 (S4), 42 (S5), 50 (S6), 59 (S7), 67 (S8), 74 (S9) and 82 (S10) days after flowering, respectively.

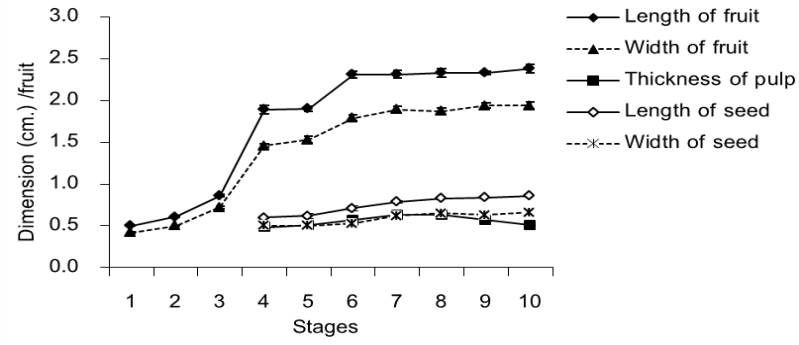

Figure 2 Physical characteristics of Karanda fruit during fruit development at S1 to S10 respectively.

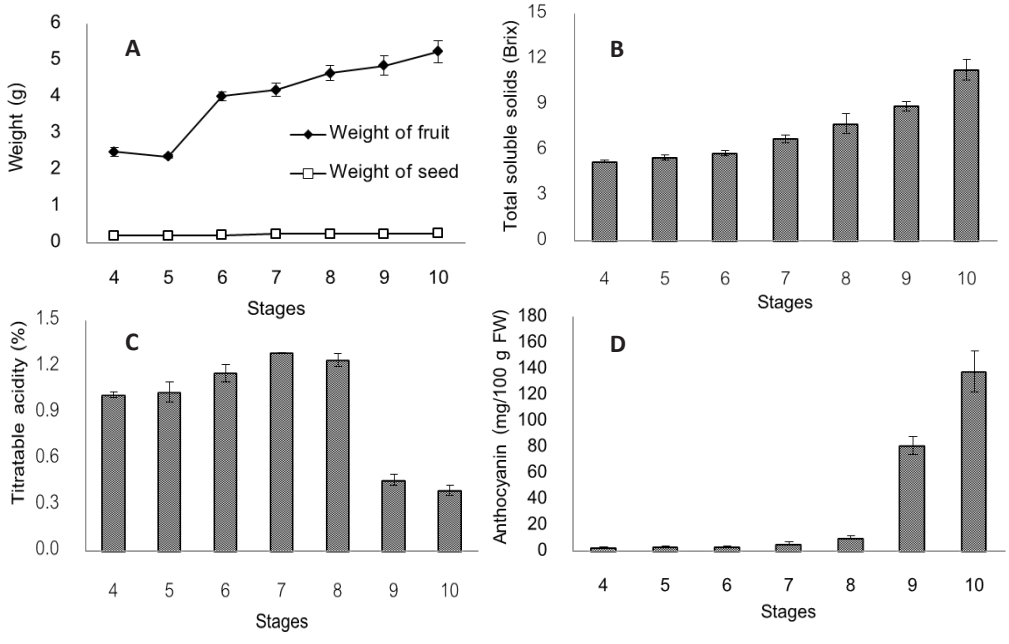

Figure 3 Changes in fruit and seed weight (A), total soluble solids (B), titratable acidity (C) and total anthocyanins (D) of Karanda fruit during fruit development from S4 to S10 stage.

สรุป

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเปลี่ยนแปลงชัดเจนในระยะ S3-S6 ทั้งขนาดของผล ขนาดของเมล็ด ความหนาของเนื้อ รวมทั้งน้ำหนักของผลและน้ำหนักของเมล็ด สีเปลือกเริ่มเปลี่ยนจากสีขาวไปเป็นสีแดงตั้งแต่ระยะ S2-S7 และเปลี่ยนเป็นสีม่วงดำเมื่อสุกแก่เต็มที่ สีเนื้อเริ่มเปลี่ยนจากสีขาวปนชมพูไปจนถึงสีแดงเมื่อผลสุก ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงทางเคมีทั้งปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณแอนโทไซยานินมีการเปลี่ยนแปลงชัดเจนและมีค่าสูงสุดเมื่อผลสุก การเลือกใช้ประโยชน์จากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่จึงควรเลือกในระยะที่ผลสุกแก่เต็มที่

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 453 หน้า.

สกุลกานต์ สิมลา. 2559. มะนาวโห่: พืชในวรรณคดีไทยที่มากมายด้วยประโยชน์. แก่นเกษตร. 44(3): 557-566.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2544. สรีรวิทยาของพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สังคม เตชะวงค์เสถียร. 2536. การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน. สาขาวิชาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 157 หน้า.

อดิศักดิ์ จูมวงษ์. 2554. ผลของระยะเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลหม่อนสายพันธุ์บุรีรัมย์ 60. วิทยาศาสตร์เกษตร. 42(ฉบับพิเศษ 1) : 249-251.

A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 2 vols. 15th ed. Washinton, DC.

Lizada, M.C.C. 1993. Mango. pp. 255-271. In: G.B. Seymour, J.E. Taylor and G.A. Tucker (eds.). Biochemistry of FruitRipening. Chapman & Hall, London.

Pornanong A., B. Nipaporn, and S. Teerapol. 2010. The properties and stability of anthocyanins in mulberry fruit. In Food Research International. 43(1): 1093-1097.

Satharut, J., and J. Sudarat. 2012. Total anthocyanin content and antioxidant activity of germinated colored rice. International Food Research Journal. 19(1): 215-221.