รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์
โครงการวิจัยทุนอุดหนุนวิจัย มก. ปีงบประมาณ 2551

โครงการวิจัยรหัส ก-ษ(ด) 15.51

การพัฒนาสีผิวของผลมังคุดระหว่างการเจริญเติบโตและหลังการเก็บเกี่ยว

Colour Development of Mangosteen Fruit during Growth and Development and after Harvest

สายชล เกตุษา และยศพล ผลาผล [1]
Saichol Ketsa and Yossapol Palapol

บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ ปริมาณของแอนโทไซยานิน และกลไกในการสังเคราะห์แอนโทไซยานินผลมัวคุดระหว่างการเจริญเติบโตและหลังการเก็บเกี่ยวของผล พบว่าผลมังคุดหลังการเก็บเกี่ยวเปลี่ยนผิวสีเขียวเป็นสีม่วงดำระหว่างการสุกอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 25 ^{o}ซ (85-90% RH). ผลมังคุดที่เก็บเกี่ยววัยต่างๆตั่งแต่ระยะที่ 1 – 5 สามารถพัฒนาสีผิวและสุกจนถึงวัยระยะที่ 6 สีผิวม่วงดำและมีองค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพการรับประทานไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมังคุดที่เก็บเกี่ยวในวัยสีม่วงดำ (วัยระยะที่ 6) ผลมังคุดเก็บเกี่ยวระยะที่ 4-6 พบว่าหลังการเก็บเกี่ยวสีผิวมีค่า hue และความแน่นเนื้อของเปลือกของผลลดลง ขณะที่ ค่า total soluble solids เพิ่มขึ้นและ ปริมาณกรด9titatable acidity, TA)ลดลง ปริมาณแอนโทไซยานินในเปลือกผลมังคุดเพิ่มขึ้นตลอดเวลาระหว่างการเจริญเติบโตของผลจนกระทั่งผลแก่และปริมาณแอนโทไซยานินในเปลือกผลด้านนอกมีมากกว่าหลายเท่าในเปลือกผลด้านใน แอนโทไซยานินในเปลือกผลด้านนอกประกอบด้วยแอนโทไซยานิน 5 ชนิด คือ cyanidin-sophoroside, cyanidin-glucoside, cyanidin-glucoside-pentoside, cyanidin-glucoside-X, cyanidin-X_2 และ cyanidin-X สาร cyanidin-3-sophoroside และ

---

[1] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University

cyanidin-3-หลักglucoside เป็นสารแอนโทไซยานินหลักที่ทำให้เกิดสีม่วงในสีผิวเปลือกผลมังคุด การสังเคราะห์แอนโทไซยานินในเปลือกผลมังคุดถูกควบคุมโดยกลุ่มยีน MYB-super family ที่ระดับ transcription factor โดยทำการโคลนยีนและหาลำดับเบสเต็มเส้นของยีนในกลุ่ม MYB-super family ทั้ง 3 ตัว คือ *GmMYB1*, *GmMYB7* และ *GmMYB10* และได้โคลนและตรวจสอบลำดับเบส (amino sequencing) ของยีนทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แอนโทไซยานินคือ *GmPAL, GmCHS, GmCHI, GmF3H, GmF3'H* และ *GmF3'H* การแสดงออกของยีน *GmMYB10* และ *GmUFGT* มีความสัมพันธุ์โดยตรงอย่างมากกับการเริ่มต้นการพัฒนาสีผิวและการเกิดสีม่วงแดงของผลมังคุด การแสดงออกของยีน *GmMYB10* และ *GmUFGT* ขึ้นอยู่กับการสร้างเอทิลีนของผลมังคุด อุณหภูมิต่ำ (15 ^{o}C) และสารยับยั้งการทำงานของเอทิลีน (1-MCP) ชะลอการพัฒนาสีม่วงแดงของผลมังคุด และลดกาสแสดงออกของยีน *GmMYB10* ดังนั้นการสังเคราะห์สารสีม่วงแดงของเปลือกผลมังคุดระหว่างการสุกน่าจะถูกควบคุมโดยยีน *GmMYB10*

คำสำคัญ: ผลมังคุด อุณหภูมิ เอทิลีน สีผิว สารยั้บยั้งการทำงานของเอทิลีน เอ็นไซม์ แอนโทไซยานิน

ABSTRACT

The colour of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) fruit changes from green to purple black after harvest as the fruit ripening advances. The relationships between anthocyanin composition and content during colour development and fruit maturity and postharvest quality were determined. Fruit at different stages of maturity (light greenish-yellow with 5% scattered pink spots to purple black) were harvested and kept at 25°C (85-90% RH). Fruit from each maturity stage all developed to the final purple black stage. During the postharvest period, hue values and pericarp firmness decreased significantly, while soluble solids content increased concomitant with a decrease in titratable acidity (stage 4-6). Anthocyanin content in the outer pericarp was higher than in the inner pericarp and increased to a maximum at the final stage. Sensory evaluation and fruit quality (hue values, soluble solids and titratable acidity) of fruit harvested at the different stages did not differ once the fruit had finally developed to the purple black stage. Anthocyanins in the outer pericarp mainly consisted of five compounds, identified by HPLC/MS as cyanidin-sophoroside, cyanidin-glucoside, cyanidin-glucoside-pentoside, cyanidin-glucoside-X, cyanidin-X_2 and cyanidin-X, where X denotes an unidentified residue of *m/z* 190, a mass which did not correspond to any common sugar residue. Cyanidin-3-sophoroside and cyanidin-3-glucoside were the major compounds that increased with fruit colour development. In all plant species previously studied, the anthocyanin pathway is co-ordinatively regulated by transcription factors of the MYB-super family. Three full-length mangosteen MYB transcription factors (GmMYB1, GmMYB7 and GmMYB10) and all the anthocyanin biosynthesis genes (GmPal to GmUFGT) were characterized. Sequence analysis at the protein level of the R2R3-MYB transcription factor family showed GmMYB10 had a high degree of similarity with production of anthocyanin pigment1 (PAP1) in *Arabidopsis* and as well as sequences from other plant species related to the elevation of anthocyanin pigmentation. In transient transactivation assays, *GmMYB10*, co-expressed with *AtbHLH2*, strongly activated the *GmDFR* and *AtDFR* promoters. Transcript levels of *GmMYB10* and *GmUFGT* were highly abundant with onset of pigmentation and subsequently during red colouration. The expression patterns of *GmMYB10* and *GmUFGT* correlated with ethylene production that increased linearly until stage 5 (dark purple) and decreased thereafter. 1-Methycyclopropene (1-MCP) and low temperature storage (15°C) clearly delayed red colouration with resulting down-regulation of *GmMYB10.* These results suggest that the effect of ethylene on anthocyanin biosynthesis may be via the regulation of *GmMYB10* expression.

Key words: mangosteen fruit, temperature, ethylene, surface colour, 1-methylcyclopropene, enzyme, anthocyanin