

การประเมินสารเบต้าแคโรทีนของฟักทองช่วงอายุการพัฒนาดifferent maturity stage

Beta-carotene Evaluation of Flesh Pumpkin in Different Fruit Maturity Stage

กมลภัทร สมบุญ¹ สิทธิพงษ์ กลั่นทกพันธ์¹ ธนพัฒน์ ศิริสัญญาลักษณ์¹ กรรณิกา แก้วส่องแสง¹ และ อัญมณี อวูชานนท์¹

Kamonpat Sombun¹, Sitthiphong Klantokphan¹, Tanapat Sirisanyaluk¹,

Kannikar Kaewsongsang¹ and Anyamanee Auvuchanon¹

บทคัดย่อ

ฟักทองเป็นพืชผักที่มีสารเบต้าแคโรทีนซึ่งมีประโยชน์ในด้านการต้านทานมะเร็งหลายชนิด แต่ปัญหาที่พบมากในการผลิตฟักทองคือ ฟักทองบางพันธุ์อ่อนแอต่อโรคเป็นผลให้ต้องทำการเก็บเกี่ยวฟักทองก่อนผลแก่ ซึ่งอาจมีผลต่อปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในผล ดังนั้นจึงทำการประเมินการพัฒนาสารเบต้าแคโรทีนในผลฟักทองพันธุ์การค้าช่วงอายุการพัฒนาดifferent maturity stage โดยทำการปลูกฟักทองพันธุ์การค้า 8 พันธุ์ และพันธุ์พื้นเมือง 1 พันธุ์ โดยเก็บฟักทองที่อายุ 3 4 5 และ 6 สัปดาห์หลังดอกบาน จากนั้นนำไปวิเคราะห์ปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ตามวิธีของ Nagata and Yamashita (1992) พบว่า ฟักทองแต่ละพันธุ์มีอายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมแตกต่างกัน ฟักทองกลุ่มที่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนต่ำถึงปานกลางคือพันธุ์ K-โกลเด้น เกษตร-019 และกระโถน สามารถเก็บเกี่ยวเมื่ออายุผล 3 สัปดาห์หลังดอกบานเป็นต้นไป ฟักทองพันธุ์ Early price และชัยพฤกษ์ อายุผลตั้งแต่ 4 สัปดาห์หลังดอกบานเป็นต้นไป เป็นช่วงอายุผลที่เหมาะสมแก่การเก็บเกี่ยวผลผลิต ฟักทองพันธุ์บึงกาฬ จินดา-2003 และศรีเชียงใหม่-TA040 เก็บผลที่ 6 สัปดาห์หลังดอกบาน จึงมีปริมาณเบต้าแคโรทีนมากที่สุดคือ 1.102 0.974 และ 0.956 mg/100 g FW ตามลำดับ ส่วนฟักทองพันธุ์ชัยพฤกษ์ มีสารเบต้าแคโรทีนสูงสุดเมื่ออายุ 4 5 และ 6 สัปดาห์หลังดอกบาน โดยมีค่าระหว่าง 0.884-1.050 mg/100 g FW จึงสรุปได้ว่า การพัฒนาของสารเบต้าแคโรทีนขึ้นอยู่กับพันธุ์ และอายุการพัฒนาดifferent maturity stage

ABSTRACT

Pumpkin is a high beta-carotene vegetable known as cancer prevention vegetable. The pumpkin production problem is disease susceptible such as virus, downy mildew and bacterial wilt which is the cause for early harvesting. The hypothesis was that the beta-carotene may not be high in young pumpkin fruit. To investigate the beta-carotene development on pumpkin during fruit development, the experiment was conducted with different harvesting of fruit maturity stage as 3, 4, 5 and 6 weeks after pollination (WAP) on 8 commercial cultivars and a landrace. The different pumpkin cultivars were recommended to harvest in different stage as K-golden, Kaset-019 and Katoan should be harvested after 3 WAP. The cultivars should be harvested after 4 WAP which were Earlyprice and Chaiyapeung. The highest beta-carotene cultivars were Beungkarn, Jinda-2003 and Sricheingmai-TA040 that should be harvested at 6 WAP with 1.102, 0.974, and 0.956 mg/100 g FW of beta-carotene

¹ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

¹Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

respectively. Nevertheless, Chaiyapeung can be harvest at 4, 5, and 6 WAP with the highest of beta-carotene between 0.884-1.050 mg/ 100g FW. The results are summarized as beta-carotene development in pumpkin relied on cultivar and stage of maturity.

Key Words: pumpkin, beta-carotene, total soluble solid, dry weight, day after pollination

e-mail address: agrana@ku.ac.th

คำนำ

ฟักทอง (*Cucurbita* spp.) จัดอยู่ในวงศ์ Cucurbitaceae เป็นพืชผักที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ฟักทองมีการปลูกในทุกสภาพอากาศทั้งเขตหนาวไปจนถึงเขตร้อน ซึ่ง 60 เปอร์เซ็นต์ของการผลิตทั้งหมดอยู่ในทวีปเอเชีย โดยประเทศจีนเป็นประเทศที่มีการผลิตมากที่สุด (FAO, 2005; FAOSTAT, 2008) ปัจจุบันประเทศไทยมีการปลูกฟักทองเพื่อใช้เป็นการค้าเพิ่มมากขึ้น มีผลผลิตภายในประเทศโดยรวมประมาณ 18,000 ตัน แหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ ศรีสะเกษ สกลนคร ขอนแก่น กาญจนบุรี เชียงใหม่ หนองคาย ชุมพร และฉะเชิงเทรา (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2551; นิพนธ์, 2546) เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าฟักทองเป็นพืชผักที่มีสารเบต้าแคโรทีนสูง สารดังกล่าวเป็นสารที่อยู่ในกลุ่มแคโรทีนอยด์ (Carotenoid) เป็นรงควัตถุ สีเหลืองถึงแดง พบมากในพืชที่มีสีเหลืองหรือสีส้ม เช่น ฟักทอง แครอท หัวผักกาดแดง และมะเขือเทศ (Challen, 1997) ซึ่ง Bushway (1986) รายงานว่า *C. maxima* เป็นแหล่งของ carotenoid ประกอบด้วย alpha-carotene 0.4-7.5 mg·100 g⁻¹ และ beta-carotene 1.4-8.4 mg·100 g⁻¹ ปริมาณของ carotenoid ขึ้นอยู่กับพันธุ์ ซึ่ง *Cucurbita moschata* พบ carotenoids 19 ชนิดสะสมในผล 320 µg g⁻¹ ของ retinol equivalent และเป็น beta-carotene ถึง 74% (Murkovic et al., 2002) ปัจจุบันผู้บริโภคหันมาใส่ใจสุขภาพกันมากขึ้น การเลือกรับประทานอาหารที่มีคุณค่าทางอาหารสูงจึงมีมากตามไปด้วย ฟักทองจึงเป็นทางเลือกหนึ่ง เนื่องจากฟักทองสามารถนำมาประกอบอาหารไทยได้หลากหลาย แต่ปัญหาที่พบคือ เกษตรกรผู้ปลูกฟักทองมักพบโรคที่เกิดจากไวรัส เชื้อรา และแบคทีเรีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคเหี่ยวซึ่งมีลักษณะใบในเถาจะเหี่ยวลงทีละใบ เมื่อเหี่ยวจากปลายเถามาโคนเถาแล้ว จะเหี่ยวพร้อมกันหมดทั้งต้น และโรคน้ำค้างซึ่งมีลักษณะอาการคือ ใบฟักทองมีแผลสีเหลี่ยมสีน้ำตาลอ่อนประปราย ทั่วใบ ทำให้ใบแห้งและเหี่ยวอาการจะปรากฏบนใบแก่โคนเถาก่อนทำให้เกษตรกรต้องเก็บเกี่ยวผลผลิตฟักทองก่อนกำหนด ซึ่งอาจมีผลต่อสารเบต้าแคโรทีนและคุณภาพการบริโภคของฟักทอง จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นจึงทำการศึกษาการพัฒนามลฟักทองโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาการพัฒนาระเบตต้าแคโรทีนในผลฟักทองช่วงอายุต่างๆ (2) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะคุณภาพผลฟักทองเมื่ออายุการพัฒนามลที่ต่างกัน เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับประโยชน์สูงสุดจากการรับประทานฟักทอง

อุปกรณ์และวิธีการ

พันธุ์ฟักทอง

ทำการปลูกฟักทองระหว่าง เดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2554 ณ แปลงทดลอง 2 ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม จำนวน 9 พันธุ์ เป็นพันธุ์การค้า 8 พันธุ์ ได้แก่ บึงกาฬ ชัยพฤกษ์ Earlyprice ข้าวตอก-573 เกษตร-01, K-โกลเด้น ศรีเชียงใหม่-TA040 จินดา-2003 และพันธุ์พื้นเมือง 1 พันธุ์คือ กระจิโถน เก็บเกี่ยวผลผลิตที่อายุ 3 4 5 และ 6 สัปดาห์หลังดอก

บาน โดยพักทองแต่ละผลแบ่งจำนวน 3 ส่วน เพื่อทำการวัดสี วัดค่า Total soluble solid (TSS) เเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง และปริมาณเบต้าแคโรทีน โดยทำการทดลองจำนวน 4 ซ้ำ

การประเมินเบต้าแคโรทีน สี TSS และ เเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง

นำเนื้อพักทองวัดสีผลพักทองด้วยเครื่อง color reader รุ่น CR-10 ใช้วิธี Hunter System ซึ่งมีการแสดงค่า +a หมายถึง สีแดง +b หมายถึง สีเหลือง แล้ววัดปริมาณ Total soluble solid (TSS) นำตัวอย่างพักทองข้างต้น มาสับให้ละเอียด คั้นน้ำพักทองแล้วนำไปวัดปริมาณ TSS ด้วยเครื่อง Digital handheld refractometer จากนั้นวิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง นำตัวอย่างพักทองน้ำหนักประมาณ 20 กรัม ไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์ จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง

วิเคราะห์หาปริมาณเบต้าแคโรทีน ด้วยการนำตัวอย่างพักทองแต่ละชิ้นมาสับให้ละเอียด ตัวอย่างละ 1 กรัม ใส่ในหลอดทดลอง ทำ 2 ซ้ำ เตรียมสารที่ใช้ในการวัดค่าการดูดกลืนแสง ซึ่งใช้ Acetone:Hexane อัตราส่วน 4:6 เติมสารละลายที่เตรียมไว้ใส่ในหลอดทดลองหลอดละ 20 มิลลิลิตร นำไปปั่นด้วยเครื่อง Homogenizer เป็นเวลา 1 นาที รินส่วนใส่ไปวิเคราะห์หาการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ช่วงความยาวคลื่น 663 645 505 และ 453 นาโนเมตร (nm) (Nagata and Yamashita, 1992) เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ดังสมการ

$$\text{เบต้าแคโรทีน (mg/100 g FW)} = 0.216A_{663} - 1.22A_{645} - 0.034A_{505} + 0.452A_{453}$$

วิเคราะห์ข้อมูลด้วย Analysis of variance ตามแผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design โดยมี 2 ปัจจัยคือ พันธุ์และระยะเวลาหลังดอกบาน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Fisher's Least Significant Difference (LSD)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปริมาณเบต้าแคโรทีน

พักทองพันธุ์ต่างกันมีช่วงเวลาในการสะสมปริมาณสารเบต้าแคโรทีนที่แตกต่างกัน พักทองที่มีสารเบต้าแคโรทีนสูงที่สุดคือ บึงกาฬจินดา-2003 และศรีเชียงใหม่-TA040 ที่เก็บผลเมื่ออายุ 6 สัปดาห์หลังดอกบาน โดยมีปริมาณเบต้าแคโรทีน ที่ 1.102 0.974 และ 0.956 mg/100 g FW ตามลำดับ ส่วนพักทองพันธุ์ชัยพฤกษ์ พบว่ามีปริมาณเบต้าแคโรทีนไม่แตกต่างทางสถิติกับพักทองทั้งสองพันธุ์ข้างต้น แต่มีการพัฒนาของสารเบต้าแคโรทีนสูงขึ้นหลังจาก 4 สัปดาห์หลังดอกบาน ซึ่งมีปริมาณเบต้าแคโรทีนที่อายุผล 4 5 6 สัปดาห์หลังดอกบาน คือ 1.016 0.884 และ 1.050 mg/100 g FW ตามลำดับ พักทองที่มีสารเบต้าแคโรทีนสูงรองลงมาคือพันธุ์ Early price ซึ่งมีการพัฒนาของสารเบต้าแคโรทีนเพิ่มขึ้นที่ 4 สัปดาห์หลังดอกบานเป็นต้นไป พันธุ์เกษตร-019 และพันธุ์ข้าวตอก-573 มีการพัฒนาของสารเบต้าแคโรทีนสูงสุดตั้งแต่ผลมีอายุ 3 สัปดาห์หลังดอกบาน โดยมีสารเบต้าแคโรทีนเป็น 0.620-0.788 และ 0.735-0.876 mg/100 g FW ตามลำดับ พักทองพันธุ์กระโดน เป็นพักทองพันธุ์พื้นเมืองที่มีสารเบต้าแคโรทีนต่ำคือ 0.122 mg/100 g FW เมื่อเก็บเกี่ยวเมื่อมีอายุ 6 สัปดาห์หลังดอกบาน (Table 1) จากการศึกษาการพัฒนาสารเบต้าแคโรทีนในผลพักทองคล้ายคลึงกับการศึกษาของ Lester and Dunlap (1985) ที่พบว่าการพัฒนาเบต้าแคโรทีนใน muskmelon ตั้งแต่อายุ 20 วันไปจนถึง 50 วันหลังการดอกบาน อย่างไรก็ตาม พักทองต่างพันธุ์มีการพัฒนาสารเบต้าแคโรทีนที่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับการศึกษาในรากแครอท ที่มีการพัฒนาสารเบต้าแคโร

ที่น้อยอย่างรวดเร็วหลังจากการหยอดเมล็ด 9 สัปดาห์ในพันธุ์ Nutired แต่ในพันธุ์ Bolero กลับมีการพัฒนาสารดังกล่าวเมื่อ 11 สัปดาห์หลังหยอดเมล็ด (Clotault *et al.*, 2008)

แม้ว่าการพัฒนาสารเบต้าแคโรทีนในเนื้อผลจะมีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์และอายุของการพัฒนาผล แต่พบว่า พักทองทุกพันธุ์มีการพัฒนาของสีเหลืองในเนื้อผล ตั้งแต่พักทองมีอายุ 3 สัปดาห์หลังดอกบาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งพันธุ์ที่มีเนื้อผลเป็นสีเหลืองอ่อนคือพันธุ์กระโดน พบว่ามีการพัฒนาสีผลหลังจากพักทองมีอายุ 3 สัปดาห์หลังดอกบาน ไม่แตกต่างจากพักทองที่มีอายุ 6 สัปดาห์หลังดอกบาน แต่พักทองที่มีเนื้อสีส้ม เช่น พักทองพันธุ์ Early price พบว่ามีการพัฒนาของสีเหลือง เมื่ออายุ 3 4 5 6 สัปดาห์หลังดอกบาน ไม่แตกต่างกัน แต่มีการพัฒนาสีแดงมากขึ้น เมื่ออายุ 4 สัปดาห์หลังดอกบาน จากนั้นไม่พบการเปลี่ยนแปลงของสีแดงที่อายุการเก็บเกี่ยว 5 และ 6 สัปดาห์หลังดอกบาน ส่วนพันธุ์บึงกาฬ ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนสูงสุด เมื่อผลมีอายุ 6 สัปดาห์หลังดอกบาน แต่ไม่พบการพัฒนาสีเหลืองของเนื้อผลเพิ่มขึ้นหลังจากผลมีอายุ 3 สัปดาห์หลังดอกบาน แต่พบการพัฒนาสีแดงของเนื้อผล เมื่อผลมีอายุ 5 สัปดาห์หลังดอกบาน (Figure 1)

ผลการวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid: TSS) และน้ำหนักแห้ง

ค่า TSS เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความหวานของเนื้อผล จากการวัดค่า TSS พบว่า ไม่พบปฏิกริยาร่วมระหว่างพันธุ์และอายุการเก็บเกี่ยวหลังดอกบาน พักทองส่วนใหญ่มีค่า TSS สูงกว่า 11% ซึ่งเป็นค่าที่ผู้บริโภคยอมรับ (Loy, 2006) เมื่อมีการพัฒนาผลไปแล้ว 4 สัปดาห์หลังดอกบาน ยกเว้นพันธุ์จินดา-2003 และพันธุ์ชัยพฤกษ์ ที่มีค่า TSS สูงกว่า 11% เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตหลังดอกบาน 5 สัปดาห์ พักทองที่มี TSS ในเกณฑ์มาตรฐานเมื่อมีอายุหลังดอกบาน 3 สัปดาห์คือพันธุ์บึงกาฬและพันธุ์ข้าวตอก-573 โดยมีค่า TSS อยู่ระหว่าง 13.7-19.2 % และ 11.1-15 % ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พักทองพันธุ์บึงกาฬมี TSS สูงสุดเมื่ออายุผล 5 สัปดาห์และลดลงเมื่อมีอายุผล 6 สัปดาห์หลังดอกบาน ซึ่งต่างจากพักทองพันธุ์อื่นที่ไม่มีความแตกต่างของค่า TSS ระหว่างอายุผล 5 และ 6 สัปดาห์หลังดอกบาน (Table 1)

จากการศึกษาครั้งนี้ไม่พบว่าความแตกต่างทางสถิติที่เกิดจากปฏิกริยาร่วมระหว่างพันธุ์และระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวของน้ำหนักแห้ง แต่พบว่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของพักทองขึ้นกับพันธุ์ กล่าวคือ พักทองที่มีค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งสูงสุดคือพันธุ์บึงกาฬ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งเป็น 13.21 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับพักทองพันธุ์ Early price ข้าวตอก-573 และ K-golden ซึ่งมีค่า เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งเป็น 11.86 10.40 และ 9.53 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนพักทองพันธุ์เกษตร-019 กระโดน จินดา-2003 ชัยพฤกษ์ และศรีเชียงใหม่-TA040 พบว่ามีค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งแตกต่างทางสถิติกับพักทองพันธุ์ที่กล่าวข้างต้น มีค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งเป็น 8.70 8.13 8.01 7.89 และ 7.02 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Beta-carotene (mg/100 g FW) after pollination date

Cultivars	Beta-carotene (mg/100g FW)				Total Soluble Solid (%)				Dry Weight (%)
	3 weeks	4 weeks	5 weeks	6 weeks	3 weeks	4 weeks	5 weeks	6 weeks	
K-golden	0.552	0.439	0.304	0.443	6.9	11.8	11	13.6	9.53
Early price	0.496	0.840	0.861	0.827	10.6	14.9	12.6	12.1	11.86
Sricheingmai-TA040	0.147	0.457	0.694	0.956	8.7	12.1	14.1	12.2	7.02
Katoan	0.053	0.069	0.074	0.122	9.6	11.6	13.5	12.3	8.13
Koatok-573	0.800	0.833	0.876	0.735	11.1	11.1	15	14.1	10.4
Beungkan	0.625	0.853	0.778	1.102	13.7	14.8	19.2	15.2	13.21
Jinda-2003	0.229	0.195	0.746	0.974	5.8	8.7	13.5	13.7	8.01
Chaiyapeung	0.685	1.016	0.884	1.050	8.9	8.4	12.6	13.8	7.89
Kaset-019	0.620	0.788	0.732	0.755	10.1	11.9	12.6	12	8.7
Cultivars x Weeks	**				ns				ns
Cultivars	**				**				**
Weeks	**				**				ns
LSD	0.170				2.672				4.47

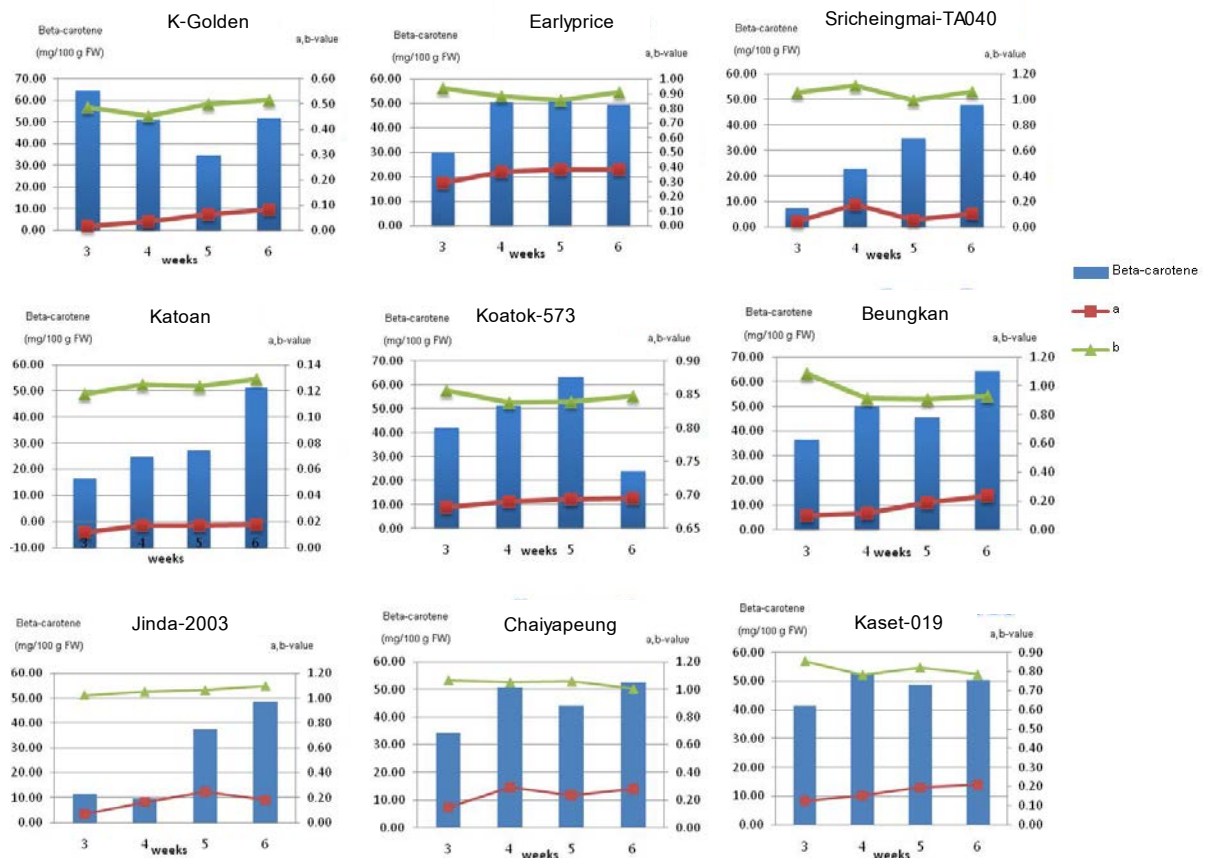


Figure 1 Beta-carotene and color (a and b) in pumpkin flesh

สรุป

พืชทองต่างพันธุ์กันมีระยะเวลาการพัฒนารสชาติและเนื้อผลที่แตกต่างกัน

1. พืชทองที่สามารถเก็บเกี่ยวผลตั้งแต่มีอายุ 3 สัปดาห์หลังดอกบานเป็นต้นไป คือพืชทองพันธุ์ K-golden ข้าวตอก-573 เกษตร-019 และกระโดน
2. พืชทองที่สามารถเก็บเกี่ยวผลตั้งแต่มีอายุ 4 สัปดาห์หลังดอกบานเป็นต้นไป คือพันธุ์ Early price และชัยพฤกษ์
3. พืชทองที่สามารถเก็บเกี่ยวผลตั้งแต่มีอายุผล 6 สัปดาห์หลังดอกบาน คือพันธุ์ บึงกาฬ จินดา-2003 และศรีเชียงใหม่-TA040
4. พืชทองทุกพันธุ์มีการพัฒนาของสีเหลืองของเนื้อผลเสร็จสิ้นหลังดอกบาน 3 สัปดาห์ พืชทองในกลุ่มที่มีสารเบต้าแคโรทีนสูงมีการพัฒนาสีแดงเพิ่มขึ้นหลังดอกบาน 3 สัปดาห์เป็นต้นไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้ทุนสนับสนุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2551. **ศูนย์สารสนเทศ กรมส่งเสริมการเกษตร**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- นิพนธ์ ไชยมงคล. 2546. **พืชทอง/พืชเทศ**. ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
- Bushway, R.J. 1986. Determination of α - and β -carotene in some raw fruits and vegetables by high-performance liquid chromatography. *J. Agric. Food Chem.* 34: 409-412.
- Challen, J.J. 1997. Beta-carotene and other carotenoids : promises, failures and a new vision. *Ortho Molec Med.*, 12: 11-19.
- Cloutault, J., D. Peltier, R. Berruyer, M. Thomas, M. Briard and E. Geoffriau. 2008. Expression of carotenoid biosynthesis genes during carrot root development. *Journal of Experimental Botany* 59: 3563–3573.
- FAO. 2005. **ProdSTAT**. Available Source: <http://faostat.fao.org/faostat/colections?subset=agriculture>, February 13, 2012.
- FAOSTAT. 2008. **Food and Agricultural commodities production**. Available Source: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>, February 13, 2012.
- Lester, G.E. and J.R. Dunlap. 1985. Physiological changes during and ripening of Perlita muskmelon fruits. *Scientia Horticulturae* 26: 323-331

- Loy, J.B. 2006. Harvest period and storage affect biomass partitioning and attributes of eating quality in acorn squash (*Cucurbita pepo*), pp. 568-577. In G.J. Holmes(ed.), **Cucurbitaceae Proceedings 2006**. Universal Press, Raleigh, North Carolina
- Murkovic M., U. Muelleder and H. Neuteufl. 2002. Carotenoid content in different varieties of pumpkins. **J. Food Comp. Anal.** 15: 633-638.
- Nagata, M. and I. Yamashita. 1992. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and Carotenoids in tomato fruit. **Journal of Japanese Society of Food Science and Technology.** 39: 925-928.