

## การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารไลโคปีนหลังการเก็บเกี่ยวของผลพักข้าวและการทำนาย

### Variation of Lycopene Contents after Harvesting of Gac Fruit and its Prediction

อภิญญา ภูมิสายตอน<sup>1</sup> และ มนต์ทิพย์ ชำของ<sup>1</sup>

Apinya Bhumsaidorn<sup>1</sup> and Montip Chamchong<sup>1</sup>

#### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระยะเก็บเกี่ยว 3 ระยะ คือระยะผลเปลี่ยนสี ระยะผลสุกปานกลางและระยะผลสุกเต็มที่ ระยะการเก็บรักษาที่เวลา 0 3 6 9 12 และ 15 วัน และวิธีการเตรียมตัวอย่าง 2 วิธี คือ Waring blender method (WBM) และ Ball mill method (BMM) ที่มีต่อปริมาณสารไลโคปีนที่สกัดได้จากเยื่อหุ้มเมล็ดพักข้าว พบว่าปริมาณสารไลโคปีนในระยะผลเปลี่ยนสี ระยะผลสุกปานกลางและระยะผลสุกเต็มที่ของผลพักข้าวอยู่ในช่วง 0.11-8.99, 3.88-22.94 และ 18.95-50.11 mg/100 g FW ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบผลจากวิธีการเตรียมตัวอย่างทั้ง 2 วิธี พบว่าปริมาณสารไลโคปีนในทุกระยะเก็บเกี่ยวทั้ง 3 ระยะและทุกระยะการเก็บรักษาให้ผลไม่แตกต่างกัน ( $P>0.05$ ) นอกจากนี้พักข้าวที่ระยะผลสุกเต็มที่และเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน ให้ปริมาณสารไลโคปีนมากที่สุดที่  $50.11\pm 4.59$  mg/100 g FW อย่างไรก็ตามเมื่อนำข้อมูลมาสร้างสมการทำนายปริมาณสารไลโคปีนในเยื่อหุ้มเมล็ดพักข้าวของทุกระยะเก็บเกี่ยวตลอดระยะเวลา 15 วันของการเก็บรักษาพบว่าสมการเอ็กซ์โปเนนเชียลของระยะผลสุกปานกลางใช้ได้ดีที่สุด ( $R^2 = 0.966$ )

#### ABSTRACT

The objectives of this study were to investigate the effect of three harvesting stages :- color break, medium ripe and fully ripe stage, effect of storage time :- at 0, 3 6, 9, 12, and 15 days and effect of two preparation methods :- using waring blender (WBM) and ball mill (BMM) on the lycopene contents extracting from gac aril. It was found that lycopene contents from color break, medium ripe and fully ripe stage of gac fruit were in the range of 0.11-8.99, 3.88-22.94 and 18.95-50.11 mg/100g FW, respectively. When comparing the results between 2 preparation methods, the lycopene contents from all three harvesting stages and all storage times demonstrated no significantly difference ( $P>0.05$ ). In addition, gac fruit at fully ripe stage and after 6 days of storage provided highest lycopene contents of  $50.11\pm 4.59$  mg/100g FW. However, after formulating the equations to predict lycopene contents in gac aril for each harvesting stage during 15 days of storage, the exponential equation used for medium ripe stage was the best fit ( $R^2 = 0.966$ ).

Key Words: Gac fruit, lycopene, prediction

e-mail address: apinya.bhum@gmail.com, fengmoc@ku.ac.th

<sup>1</sup>ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73140

<sup>1</sup>Department of Food Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140

## คำนำ

ฟักข้าว (gac fruit) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Momordica cochinchinensis* Spreng. จัดอยู่ในพืชตระกูลแตงและมะระ มีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ ทางตอนใต้ของประเทศจีน พม่า ญีปุ่น อินเดีย ไทย ลาว กัมพูชา เวียดนาม ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย และบังคลาเทศ (Vuong *et al.*, 2002) ประเทศเวียดนามนิยมปลูกฟักข้าวเพื่อการค้า ในประเทศไทยฟักข้าวเป็นผักโบราณพื้นบ้านนิยมนำมาบริโภคกันทุกภูมิภาคโดยนำยอดอ่อนและผลอ่อนมาลวกรับประทานกับน้ำพริกหรือทำแกงเลียง พันธุ์ของฟักข้าวที่มีการปลูกเพื่อการค้าในเวียดนามนั้นจะมีขนาดของผลใหญ่กว่าของไทย โดยมีน้ำหนักผลเฉลี่ย 710.80 กรัม(g) และมีเยื่อหุ้มเมล็ด 124.68 g คิดเป็นร้อยละ 17.54 โดยน้ำหนัก ในขณะที่พันธุ์พื้นเมืองของไทยมีน้ำหนักผลเฉลี่ย 437.90 g มีส่วนเยื่อหุ้มเมล็ด 110.28 g คิดเป็นร้อยละ 20.5 โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นสัดส่วนที่มากกว่าผลสุกเต็มที่ของแหล่งพันธุ์จากเวียดนาม (ยุทธนา และคณะ, 2553)

ผลสุกของฟักข้าวอุดมไปด้วยสารสีในกลุ่มแคโรทีนอยด์ที่ให้สีเหลือง ส้มและส้มแดง สารสีเหล่านี้พบมากที่เยื่อหุ้มเมล็ดซึ่งมีปริมาณสารไลโคปีนมากและมีความแปรปรวนของข้อมูลอยู่ในช่วงกว้างตั้งแต่ 38.00-372.80 mg/100 g FW และมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนอยู่ในช่วง 8.30-83.60 mg/100 g FW (Table 1) ความแปรปรวนในช่วงกว้างนี้อาจเนื่องจากปัจจัยต่างๆ เช่น พันธุ์ ฤดูกาล พื้นที่การผลิต ระยะเก็บเกี่ยว และการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน ส่วนในเนื้อผลฟักข้าวมีปริมาณสารเบต้าแคโรทีนอยู่ในช่วง 1.60-5.80 mg/100 g FW แต่ไม่พบปริมาณสารไลโคปีนอยู่เลย (Ishida *et al.*, 2004)

**Table 1** Lycopene and  $\beta$ -carotene contents (mg/100 g FW) in gac aril from different provenance. Data were collected from various sources

Reference	Cultivar	Season	Stage	Lycopene	$\beta$ -carotene	method
Vuong <i>et al.</i> (2002)	Hanoi, Vietnam	NA	NA	80.20	17.50	HPLC
Aoki <i>et al.</i> (2002)	Ho Chi minh, Vietnam	NA	NA	38.00	10.10	HPLC
Ishida <i>et al.</i> (2004)	Northern, Vietnam	NA	Fully ripe	154.60-305.40	63.60-83.60	HPLC
Vuong <i>et al.</i> (2006)	Vietnam	NA	Fully ripe	40.80	8.30	HPLC
Nhung <i>et al.</i> (2010)	Hai Duong, Vietnam	Nov 2008	Colour break to fully ripe	237.80-372.80	25.70-37.90	HPLC
Kubola and Siriamornpun (2011)	Nakhonphanom, Thailand	May-July 2009	Fully ripe	70.00	-	HPLC

ปริมาณสารไลโคปีนในเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวมีปริมาณมากกว่ามะละกอ แตงโม ฝรั่งและมะเขือเทศ ถึงประมาณ 13 10 10 และ 7 เท่า ตามลำดับ (Bauernfeld, 1971) นอกจากนี้ในผลฟักข้าวยังประกอบด้วยกรดไขมันที่จำเป็นและเป็นแหล่งของวิตามินอีที่มีปริมาณ 7.60 mg/ 100 g อีกด้วย (Vuong, 2000) ประโยชน์ของการ

บริโภคอาหารที่มีสารไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในร่างกายเหล่านี้จะสามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ ได้แก่ โรคเกี่ยวกับการมองเห็น โรคหัวใจ โรคมะเร็ง เช่น มะเร็งต่อมลูกหมาก (Tran *et al.*, 2008 ; Guns and Cowell, 2005; Chan *et al.*, 2009 ) และโรคหลอดเลือดหัวใจ (Rao and Agarwal, 1999) อีกทั้งช่วยเพิ่มพลาสมาในเลือดได้ด้วย (Vuong *et al.*, 2002)

เนื่องจากในเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวมีสารไลโคปีนปริมาณมากจึงได้มีความพยายามที่จะหาวิธีการที่เหมาะสมในการเตรียมตัวอย่างเพื่อใช้ในการสกัดไลโคปีนให้มีความแปรปรวนของข้อมูลน้อยที่สุด โดยวิธีการเตรียมตัวอย่าง เช่น การใช้วิธีการบดละเอียดเยื่อหุ้มเมล็ดตั้งแต่ระยะผลเปลี่ยนสีถึงระยะผลสุกเต็มที่ซึ่งใช้การเตรียมตัวอย่างบดละเอียดแบบธรรมดาโดยใช้ Warring blender method (WBM) และอีกวิธีนำไปแช่เยือกแข็งด้วยไนโตรเจนเหลวก่อนการบดละเอียดด้วย Ball mill method (BMM) โดยมีสมมติฐานว่าในสภาพเยื่อหุ้มเมล็ดที่อ่อนนุ่มจากระยะผลสุกเต็มที่ จะบดละเอียดกว่าเมื่อผ่านการทำให้เป็นของแข็งก่อนนำไปสกัดสารไลโคปีนออกมา จึงทำให้เกิดความแปรปรวนน้อยกว่าและทำให้ได้ปริมาณสารไลโคปีนมากกว่า

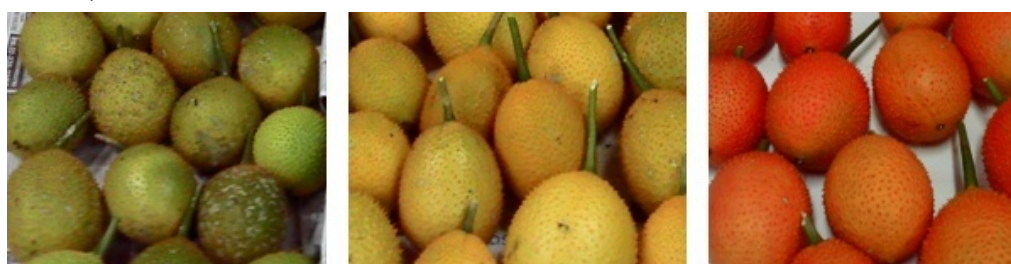
ดังนั้นเพื่อสามารถใช้ประโยชน์จากสารต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในผลฟักข้าวได้มากขึ้น โครงการวิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของระยะเก็บเกี่ยว ระยะเวลาในการเก็บรักษา และวิธีการเตรียมตัวอย่างของ ฟักข้าวที่มีต่อการสกัดสารไลโคปีนในผลฟักข้าวที่เป็นสายพันธุ์พืชพื้นเมืองของไทย

## อุปกรณ์และวิธีการ

### การเตรียมตัวอย่าง

ผลฟักข้าวจากสวนบ้านปลักไม้ลาย ต.ทุ่งขวาง อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม จำนวน 46 กิโลกรัม ถูกเก็บเกี่ยวและคัดเลือกมาในเดือนกุมภาพันธ์ 2555 จากนั้นนำไปแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามระยะเก็บเกี่ยวของผล ได้แก่ ระยะผลเปลี่ยนสี (color break stage) มีเปลือกสีเขียวทั้งผล ระยะผลสุกปานกลาง (medium ripe) มีเปลือกสีแดงไม่เกิน 2/3 ของผล และระยะผลสุกเต็มที่ (fully ripe) มีเปลือกสีแดงมากกว่า 2/3 ของผล (Figure 1) เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ  $26 \pm 1$  องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 0 3 6 9 12 และ 15 วัน ในระหว่างการเก็บรักษาสุ่มหยิบผลฟักข้าวระยะเก็บเกี่ยวละ 3 ผล/วัน เพื่อใช้เก็บข้อมูลเป็น 3 ซ้ำ

จากนั้นแบ่งเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวในแต่ละผลเป็น 2 ส่วน เพื่อนำไปศึกษาถึงความแตกต่างของวิธีการเตรียมตัวอย่าง 2 วิธี โดยเตรียมส่วนที่ 1 ด้วย WBM ซึ่งนำมาบดละเอียดด้วยเครื่อง Maxi Chopper (ยี่ห้อ Tomex รุ่น T-1128 ประเทศจีน) เป็นเวลา 3 นาที ด้วยกำลังไฟฟ้า 750 วัตต์ และเตรียมส่วนที่ 2 ด้วย BMM โดยนำเยื่อหุ้มฟักข้าวมาแช่เยือกแข็งด้วยไนโตรเจนเหลว 5 นาที จากนั้นทำการบดด้วยเครื่อง ball mill mixer (ยี่ห้อ Retsch® รุ่น MM 301 ประเทศเยอรมนี) ใช้ความถี่ 30 รอบต่อวินาที เป็นเวลา 30 วินาที



(A) color break stage

(B) medium ripe

(C) fully ripe

Figure 1 Gac fruit of three harvesting stages

## การวิเคราะห์ปริมาณสารไลโคปีนระหว่างการเก็บรักษา

นำเยื่อหุ้มเมล็ดพริกขี้หนูที่ได้จากแต่ละผลของแต่ละระยะเก็บเกี่ยวและในแต่ละวิธีการเตรียมปริมาณ 1 กรัม มาเติมตัวทำละลายผสมระหว่าง acetone:hexane อัตราส่วน 4:6 (v/v) เพื่อสกัดสารไลโคปีนและทำการเจือจางสารละลายทั้งหมด 3 ระดับความเข้มข้น โดยระยะผลเปลี่ยนสี ระยะผลสุกปานกลางและระยะผลสุกเต็มที่ ใช้ความเข้มข้นอยู่ในช่วง 1:10-1:18, 1:38-1:46 และ 1:58-1:66 ตามลำดับ วิเคราะห์หาปริมาณสาร ไลโคปีนตามวิธี Kimura method (Nagata and Yamashita, 1992) โดยนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-visible spectrophotometer (ยี่ห้อ Thermo Spectronic รุ่น GENESYS 10 UV-Vis ประเทศอเมริกา) ที่ความยาวคลื่น 663 645 505 และ 453 นาโนเมตร แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณสารไลโคปีนในสมการที่ (1)

$$\text{Lycopene (mg/100 g fresh weight; FW)} = -0.0458A_{663} + 0.204 A_{645} + 0.372 A_{505} - 0.0806 A_{453} \quad (1)$$

เปรียบเทียบปริมาณสารไลโคปีนในแต่ละระยะเก็บเกี่ยว ระยะเวลากการเก็บรักษา ระหว่างวิธีการเตรียมตัวอย่างด้วย WBM และ BMM โดยใช้แผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design : RCBD) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเปรียบเทียบปริมาณสาร ไลโคปีนจากการเตรียมตัวอย่างด้วย WBM และ BMM โดยวิธี T-test

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารไลโคปีนในระหว่างการเก็บรักษา

การศึกษาปริมาณสารไลโคปีนในเยื่อหุ้มเมล็ดพริกขี้หนูทั้ง 3 ระยะการเก็บเกี่ยว คือ ระยะผลเปลี่ยนสี ระยะผลสุกปานกลางและระยะผลสุกเต็มที่ เก็บรักษาเป็นเวลา 0 3 6 9 12 และ 15 วัน และจากการเตรียมตัวอย่างด้วย WBM และ BMM มีสมมติฐานว่าผลพริกขี้หนูที่นำมาแบ่งออกเป็น 3 ระยะนั้น ในแต่ละระยะควรมีปริมาณสารไลโคปีนเริ่มต้นจากแต่ละลูกที่เท่ากัน โดยระยะผลเปลี่ยนสีมีสารไลโคปีนน้อยที่สุด ระยะผลสุกปานกลางมีสารไลโคปีนมากขึ้นและระยะผลสุกเต็มที่ที่มีสารไลโคปีนมากที่สุด โดยแต่ละระยะเวลาที่นำมาตรวจวิเคราะห์สารไลโคปีนเป็นคนละผลกัน

ผลการศึกษาพบว่าเยื่อหุ้มเมล็ดพริกขี้หนูที่เตรียมด้วยวิธี WBM และ BMM ของระยะผลเปลี่ยนสีที่ระยะเวลากการเก็บรักษา 0-15 วัน มีปริมาณน้อยมากซึ่งอยู่ระหว่าง 0.11-8.99 mg/100 g FW ขณะที่ระยะผลสุกปานกลางและระยะผลสุกเต็มที่ที่มีปริมาณสารไลโคปีนอยู่ในช่วง 3.89 - 22.94 และ 18.95 - 50.11 mg/100 g FW ตามลำดับ (Table 2) ระยะผลสุกเต็มที่เก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน มีปริมาณสารไลโคปีนมากที่สุดจากการเตรียมตัวอย่างด้วย BMM กับ WBM ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p>0.05$ ) เท่ากับ  $50.11\pm 4.59$  และ  $49.61\pm 3.92$  mg/100 g FW ตามลำดับ ซึ่งปริมาณสารไลโคปีนที่ตรวจสอบได้นี้น้อยกว่าที่พบโดย Kubola and Siriamornpun (2011) (Table 1) ทั้งนี้เนื่องจากระยะเก็บเกี่ยว พื้นที่การผลิต การให้ปุ๋ย และตัวทำละลายที่แตกต่างกันโดยเก็บเกี่ยวพริกขี้หนูในฤดูฝน พื้นที่เพาะปลูกอยู่ในจังหวัดนครพนมและใช้ตัวทำละลายผสม hexane:acetone:ethanol (50:25:25 v/v/v) เป็นสารสกัดไลโคปีนในเยื่อหุ้มเมล็ดพริกขี้หนู ซึ่งปัจจัยเหล่านี้อาจส่งผลต่อความแตกต่างกันของปริมาณสารไลโคปีนที่ตรวจสอบได้

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารไลโคปีนในเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวทั้ง 3 ระยะเก็บเกี่ยว จากการเตรียมตัวอย่างด้วย WBM และ BMM พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0-15 มีปริมาณไม่แตกต่างกัน ( $P>0.05$ ) ดังนั้นการเตรียมตัวอย่างด้วยวิธี WBM จึงเหมาะสมกว่าเนื่องจากสามารถประหยัดต้นทุนการใช้ไนโตรเจนเหลว และสามารถใช้เครื่องบดละเอียดแบบธรรมดาซึ่งมีราคาต่ำกว่า ball mill mixer แทนได้

**Table 2** Lycopene contents in gac aril from 2 preparation methods (WBM; BMM) during storage

Storage (days)	Lycopene contents (mg/100 g FW)					
	Colour break		Medium ripe		Fully ripe	
	WBM	BMM	WBM	BMM	WBM	BMM
0	0.11±0.06 <sup>b</sup>	0.33±0.40	3.89±1.66 <sup>d</sup>	6.25±3.80 <sup>c</sup>	19.74±3.69 <sup>f</sup>	18.95±2.31 <sup>e</sup>
3	0.51±0.36 <sup>b</sup>	0.39±0.32	4.52±2.97 <sup>d</sup>	6.06±3.79 <sup>c</sup>	30.24±3.22 <sup>d</sup>	31.64±8.09 <sup>c</sup>
6	2.63±1.44 <sup>b</sup>	2.01±1.11	9.01±1.53 <sup>c</sup>	9.18±1.18 <sup>bc</sup>	49.61±3.92 <sup>a</sup>	50.11±4.59 <sup>a</sup>
9	3.35±4.09 <sup>b</sup>	3.47±4.27	9.64±3.54 <sup>c</sup>	9.45±2.91 <sup>bc</sup>	43.46±2.58 <sup>b</sup>	43.70±3.11 <sup>b</sup>
12	2.54±2.00 <sup>b</sup>	2.98±2.72	14.26±4.82 <sup>b</sup>	12.52±3.24 <sup>b</sup>	33.41±6.88 <sup>c</sup>	34.38±3.32 <sup>c</sup>
15	8.99±12.98 <sup>a</sup>	4.37±6.17	21.05±5.09 <sup>a</sup>	22.94±3.08 <sup>a</sup>	25.43±4.65 <sup>e</sup>	28.01±7.25 <sup>d</sup>
Average	3.02±3.49	2.26±2.50	10.40±4.16	11.07±4.78	33.65±4.16	34.47±4.78
Prob>F	0.02	0.06 (ns)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
C.V. (%)	115.56	110.62	40.00	43.18	12.36	13.87

Remark: Values in the same column followed by different letter (a, b, c superscript) were significantly different ( $P\leq 0.05$ )

ns = not significant ( $P>0.05$ )

เยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวในระยะผลสุกเต็มที่เมื่อเก็บเกี่ยวมาและไม่มีการเก็บรักษา (0 วัน) มีปริมาณสารไลโคปีนมากที่สุดและมากกว่าระยะผลสุกปานกลางและระยะผลเปลี่ยนสี (Figure 2) แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารไลโคปีนตามระยะเวลาการเก็บรักษานั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระยะผลเปลี่ยนสีและผลสุกปานกลาง ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 15 วัน อาจเนื่องมาจากว่าผลในระยะเปลี่ยนสีและระยะผลสุกปานกลางนั้นอาจเป็นระยะที่ผลยังไม่สุกเต็มที่ทำให้ผลผักขาวมีอัตราของกระบวนการเปลี่ยนแปลงไปสู่การสุกเพิ่มมากขึ้นได้น้อย จึงทำให้การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีและอัตราการผลิตเอทิลีนในกระบวนการสุก เช่น การสังเคราะห์ปริมาณสารไลโคปีนที่มีในผลผักขาว มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นในอัตราที่น้อยกว่าการเก็บเกี่ยวผลิตผลที่เป็นระยะผลสุกเต็มที่ (Cantwell and Reid, 1993) แต่อย่างไรก็ตามในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ระยะผลเปลี่ยนสีและผลสุกปานกลางมีลักษณะทางกายภาพที่แสดงอาการเหี่ยวเฉาเกิดขึ้น

เยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวในระยะผลสุกเต็มที่ที่มีปริมาณสารไลโคปีนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและสูงสุดในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา จากนั้นจึงลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นและเริ่มเกิดผลเน่าเสียในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Nhung *et al.* (2010) ที่พบว่าในระยะการเก็บรักษาผลผักขาวสัปดาห์ที่ 1 (7 วัน) ปริมาณสารไลโคปีนในเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาวเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดทั้ง 3 ระยะเก็บเกี่ยว (ระยะผลเปลี่ยนสี ระยะผลสุกปานกลางและระยะผลสุกเต็มที่) และในสัปดาห์ที่ 2 (14 วัน) ปริมาณสารไลโคปีน

ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณสารไลโคปีนในผลพริกขี้หนูที่มีความแปรปรวนในช่วงกว้างทั้งภายในผลเดียวกันและต่างผล

ดังนั้นเพื่อให้สามารถสกัดสารไลโคปีนจากพริกขี้หนูได้มากที่สุดเกษตรกรควรเก็บพริกขี้หนูในระยะผลสุกเต็มที่และเก็บรักษาเป็นเวลา 6-9 วัน เท่านั้น อย่างไรก็ตามในระยะผลสุกเต็มที่เมื่อเก็บรักษาจนกระทั่งถึงวันที่ 10 จะเริ่มเน่าเสียอาจไม่เหมาะสมในการนำไปใช้ ซึ่งถ้าใช้ผลระยะเปลี่ยนสีและผลระยะสุกปานกลางจะแสดงอาการเหี่ยวเฉาในวันที่ 15 แต่ยังไม่เน่าเสียจึงสามารถยืดระยะเวลาในการนำไปใช้ประโยชน์ได้นานขึ้นเมื่อเทียบกับผลระยะสุกเต็มที่ที่มีปริมาณสารไลโคปีนมากแต่เน่าเสียเร็วกว่า

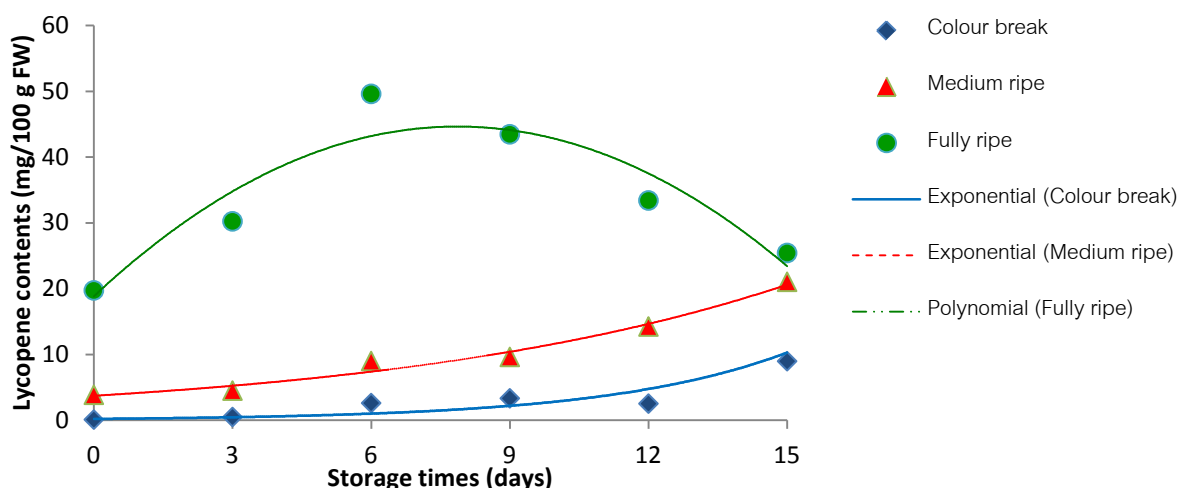


Figure 2 Lycopene contents of gac aril during storage at  $26\pm 1$  °C for 15 days prepared by WBM

เมื่อทำการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงพหุจะเห็นว่าสามารถสร้างสมการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารไลโคปีนในเยื่อหุ้มเมล็ดพริกขี้หนูจากระยะผลเปลี่ยนสีกับระยะเวลาการเก็บรักษาได้ดังสมการที่ (2) (Table 3) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) เท่ากับ 0.844 หมายความว่า เมื่อใช้สมการดังกล่าวทำนายปริมาณสารไลโคปีนตามสัดส่วนของตัวแปรอิสระที่เปลี่ยนไป (x หรือ ระยะเวลาการเก็บรักษา) อธิบายความผันแปรของปริมาณไลโคปีน (Y) ได้ถูกต้องร้อยละ 84.40

สำหรับสมการทำนายระยะผลสุกปานกลางดังสมการที่ (3) (Table 3) สามารถใช้ทำนายได้ดีที่สุดเนื่องจากมีค่า  $R^2$  มากถึง 0.966 และเมื่อพิจารณาระยะผลสุกเต็มที่ดังสมการที่ (4) มีค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.865 นอกจากนี้เมื่อนำปริมาณสารไลโคปีนของผลพริกขี้หนูทั้งหมดมาคละโดยไม่แยกระยะเก็บเกี่ยวแล้วสามารถสร้างสมการทำนายปริมาณสารไลโคปีนที่มีค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.771 เท่านั้น

ดังนั้นการใช้สมการทำนายปริมาณสารไลโคปีนควรแยกตามระยะเก็บเกี่ยว โดยสมการเอ็กซ์โปเนนเชียลเหมาะสมที่จะใช้กับระยะผลเปลี่ยนสีและระยะผลสุกปานกลาง ส่วนสมการโพลีโนเมียลกำลังสองเหมาะสมกับระยะผลสุกเต็มที่

Table 3 Predicted equations of lycopene contents in gac aril

Ripeness groups	Preparation methods	Equation	R <sup>2</sup>	No.
Colour break	WBM	$Y = 0.218e^{0.256x}$	0.844	(2)
Medium ripe	WBM	$Y = 3.733e^{0.114x}$	0.966	(3)
Fully ripe	WBM	$Y = -0.416x^2 + 6.555x + 18.87$	0.865	(4)
Mixed ripe	WBM	$Y = -0.104x^2 + 2.249x + 7.001$	0.771	(5)

### สรุป

1. ปริมาณสารไลโคปีนที่ได้จากการเตรียมตัวอย่างโดยวิธี BMM ร่วมกับการใช้ในโตรเจนเหลวไม่แตกต่างทางสถิติกับการเตรียมตัวอย่างด้วยวิธี WBM
2. ระยะเวลาเปลี่ยนสีและระยะเวลาสุกปานกลางมีปริมาณสารไลโคปีนเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน แต่ในระยะเวลาสุกเต็มที่ที่มีปริมาณสารไลโคปีนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนกระทั่งมากสุดในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาจากนั้นลดลงเรื่อยๆ และเริ่มเน่าเสียในวันที่ 10 โดยมีเชื้อราเกิดขึ้นบริเวณเปลือกผลและเยื่อหุ้มเมล็ด ขณะที่ระยะเวลาเปลี่ยนสีและผลสุกปานกลางเกิดการเหี่ยวเฉาในวันที่ 15
3. สมการทำนายปริมาณสารไลโคปีนที่ใช้ได้ดีที่สุดเป็นของระยะเวลาสุกปานกลาง โดยใช้สมการ เอ็กซ์โปเนนเชียลที่มีค่า R<sup>2</sup> เท่ากับ 0.966

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

### เอกสารอ้างอิง

- ยุทธนา บรรจง, มะลิวัลย์ หฤทัยธนาสันต์, เกษม หฤทัยธนาสันต์ และ วิชัย หฤทัยธนาสันต์. 2553. สมรรถภาพการเจริญเติบโตและผลผลิตของฟักข้าวแหล่งพันธุ์ไทยและเวียดนามในการเก็บเกี่ยวปีแรก. *ว. วิทย. กษ.* 41(3/1)(พิเศษ): 1-4.
- Aoki H., N.T.M. Kieu, N. Kuze, K. Tomisaka and N.V. Chuyen. 2002. Carotenoid pigments in gac fruit (*Momordica cochinchinensis* Spreng). *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 66(11): 2479-2482.
- Bauernfield, J.C. 1971. Carotenoid vitamin A precursors and analogs in foods and feeds. *J. Agric. Food Chem.* 20(3): 456-473.
- Cantwell, M. I. and M. S. Reid. 1993. Postharvest physiology and handling of fresh culinary herbs. *J. Herbs Spices Med. plants* 1: 93-127.
- Chan, R., K. Lok and J. Woo. 2009. Prostate cancer and vegetable consumption. *Mol. Nutr. Food Res.* 53(2): 201-216.
- Guns, E.S. and S.P. Cowell. 2005. Drug insight: lycopene in the prevention and treatment of prostate cancer. *Nat. Clin. Pract. Urol.* 2(1): 38-43.

- Ishida, B. K., C. Turner, M. H. Chapman and T. A. McKeon. 2004. Fatty acid and carotenoid composition of Gac (*Momordica cochinchinensis* Spreng) fruit. **J. Agric. Food Chem.** 52: 274–279.
- Kubola, J. and S. Siriamornpun. 2011. Phytochemicals and antioxidant activity of different fruit fractions (peel, pulp, aril and seed) of Thai gac (*Momordica cochinchinensis* Spreng). **Food Chem.** 127: 1138–1145.
- Nagata, M. and I. Yamashita. 1992. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **J. Jap. Soc. Food Sci. Technol.** 39: 925–926.
- Nhung, D.T.T., P.N. Bung, N.T. Ha, T.K. Phong. 2010. Changes in lycopene and beta carotene contents in aril and oil of gac fruit during storage. **Food Chem.** 121: 326–331.
- Rao, A.V. and S. Agarwal. 1999. Role of lycopene as antioxidant carotenoid in the prevention of chronic diseases: A review. **Nutr. Res.** 19(2): 305–323.
- Tran, T. H., M. H. Nguyen, D. Zabaras and L.T.T. Vu. 2008. Process development of Gac powder by using different enzymes and drying techniques. **J. Food Eng.** 85: 359–365.
- Vuong, L.T. 2000. Under-utilized beta-carotene-rich crops of Viet Nam. **Food Nutr. Bull.** 2: 173–181.
- \_\_\_\_\_, S.R. Dueker and S.P. Murphy. 2002. Plasma beta-carotene and retinol concentrations of children increase after a 30-d supplementation with the fruit *Momordica cochinchinensis* (gac). **Amer. J. Clin. Nutr.** 75(5): 872–879.
- \_\_\_\_\_, A.A. Franke, L.J. Custer and S.P. Murphy. 2006. *Momordica cochinchinensis* Spreng. (gac) Fruit Carotenoids Reevaluated. **J. Food Compos. Anal.** 19: 664–668.