การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีระหว่างการสุกของมะม่วงพันธุ์เขียวมรกต

Biochemical Changes during Ripening of 'Keaw Morakot' Mango

ยงยุทธ ข้ามสี[1] และ ดนัย บุณยเกียรติ [1]

Yongyut Khamsee and Danai Boonyakiat

Abstract

A study on the biochemical changes during ripening of "Keaw Morakot" mango at different maturity was done by floating mango fruits in 4, 6 and 8% brine water. The biochemical change was evaluated everyday up to 7 days at ambient condition (26-32 °C, 65-70%RH). The result showed that the treatment in 6% brine water had the highest of total soluble solid, vitamin C and reducing sugar, whereas, treatment in 8% brine water had the highest of dry weight, starch and β-carotene. The mango fruits floated in 4% brine water had significantly these values compared to 6 and 8 % brine water. Long term storage of mango fruits found increasing values of total soluble solid, reducing sugar and β-carotene increased, whereas, titrable acid, vitamin C and starch decreased.

Key words : Keaw Morakot" mango, during ripening, biochemical changes

บทคัดย่อ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีระหว่างการสุกของมะม่วงพันธุ์เขียวมรกตในระยะความแก่ต่างๆ กัน โดยนำมะม่วงพันธุ์เขียวมรกตมาลอยในน้ำเกลือความเข้มข้นต่างๆ กัน 3 ระดับ คือ เข้มข้น 4, 6 และ 8% แล้วเก็บรักษาไว้ที่สภาพอุณหภูมิห้อง (26-32 °C, 65-70% RH) ทำการประเมินคุณภาพทุกวันเป็นเวลา 7 วัน พบว่า ผลมะม่วงที่ลอยในน้ำเกลือ 6% มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ วิตามินซี และน้ำตาลรีดิวซ์สูงสุด ขณะที่ผลมะม่วงที่ลอยในน้ำเกลือ 8% มีน้ำหนักแห้ง แป้ง และบีตาแคโรทีนสูงสุด โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับผลมะม่วงที่ลอยในน้ำเกลือ 4% ส่วนปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และคลอโรฟิลล์รวมไม่มีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบอีกว่า การเก็บรักษาเป็นนานขึ้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ น้ำตาลรีดิวซ์ และบีตาแคโรทีนมีปริมาณเพิ่มขึ้น ส่วนกรดที่ไทเทรตได้ วิตามินซี และแป้งมีปริมาณลดลง

คำสำคัญ มะม่วงพันธุ์เขียวมรกต ระหว่างการสุก การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี

คำนำ

มะม่วงเป็นไม้ผลเขตร้อนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งพันธุ์ที่มีการปลูกเพื่อการค้านั้นมีหลายพันธุ์ เช่น น้ำดอกไม้ หนังกลางวัน อกร่อง ทองดำ เขียวเสวย แรด แก้ว ฟ้าลั่น และโชคอนันต์ เป็นต้น สำหรับมะม่วงพันธุ์เขียวมรกตเป็นพันธุ์ใหม่ที่จัดได้ว่าเป็นพันธุ์หนัก ผลแก่และเก็บเกี่ยวผลได้ประมาณเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม ผลมีขนาดใหญ่ เนื้อแน่น เมื่อแก่จัดยังคงสามารถทิ้งไว้บนต้นได้อีกระยะหนึ่งโดยไม่สุก นิยมบริโภคผลสุก มีแหล่งปลูกที่สำคัญที่จังหวัดลำพูน โดยทั่วไประยะความแก่ของผลมะม่วงนับว่าเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว มะม่วงแต่ละพันธุ์มีดัชนีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมแตกต่างกันไป ซึ่งการวัดความถ่วงจำเพาะเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถใช้ในการประเมินอายุการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วงได้ เนื่องจากเมื่อผลมะม่วงแก่ขึ้นจะมีค่าความถ่วงจำเพาะสูงขึ้น ในทางปฏิบัติการวัดความถ่วงจำเพาะทำโดยการนำผลมะม่วงลอยในน้ำหรือน้ำเกลือความเข้มข้นต่างๆ (นิธิยาและดนัย, 2533) ค่าความถ่วงจำเพาะจะมีความสัมพันธ์กับคุณภาพและส่วนประกอบทางเคมี โดยผลมะม่วงที่มีค่าความถ่วงจำเพาะมากกว่า 1.00 จะมีคุณภาพและส่วนประกอบทางเคมีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ค่าความถ่วงจำเพาะยังมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักแห้งของผล มีมะม่วงหลายพันธุ์ที่ใช้น้ำหนักแห้งเป็นดัชนีความแก่ได้ดี เช่น Alphonso (Subremanyan *et al*., 1976) Carabao (Cua and Lizada, 1990) และ Kensington Pride (Baker, 1984) เป็นต้น มะม่วงเป็นผลไม้ประเภทบ่มสุกซึ่งในระหว่างการสุกจะมีการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีภายในผลหลายอย่างเกิดขึ้น เช่น การเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล โดยปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของผลมะม่วงมี

[1]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50202

[1] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chaingmai University, Chaingmai, 50202

ความแตกต่างกันตามพันธุ์ เช่น Carabao มีปริมาณมากกว่า 20% (Peacock and Brown, 1984) ขณะที่พันธุ์ Golek มีปริมาณไม่สูงมากนัก (Lam *et al*., 1982) ชนิดของน้ำตาลที่พบมากในมะม่วงนั้น ถ้าเป็นชนิด non-reducing sugar คือ น้ำตาลซูโครส ซึ่งมีการเพิ่มขึ้นในช่วงสุดท้ายของการสุก ส่วนชนิด reducing sugar ที่พบมากคือ น้ำตาลฟรุกโทส (Lizada, 1993) ขณะที่ปริมาณกรดอินทรีย์นั้นจะมีการลดลงระหว่างการสุก ชนิดกรดที่พบในมะม่วง เช่น กรดซิตริก มาลิก ทาร์ทาริก กลัยคอลลิก และออกซาลิก โดยกรดส่วนใหญ่ถูกใช้เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการหายใจและสร้างน้ำตาล ดังนั้นจึงพบว่าการลดลงของกรดอินทรีย์เกิดขึ้นพร้อมๆ กับการลดลงของแป้งและกรดที่ไทเทรตได้ และการเพิ่มขึ้นของน้ำตาลระหว่างการสุก (Medlicott and Thompson, 1985)

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บเกี่ยวมะม่วงจากสวนเกษตรกร อำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน แล้วขนส่งมายังห้องปฏิบัติการภาควิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ทำการคัดแยกความแก่ของผลมะม่วงออกเป็น 3 ระยะโดยการลอยในน้ำเกลือเข้มข้น 4, 6 และ 8% แล้วนำมาเก็บรักษาไว้ที่สภาพอุณหภูมิห้อง (26-31 °C, 60-70%RH) ทำการประเมินคุณภาพด้านต่างๆ ทุกวันเป็นเวลา 7 วัน วางแผนการทดลองแบบ CRD

การประเมินคุณภาพ ทำการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) โดยใช้เครื่อง hand refractometer กรดที่ไทเทรตได้ (TA) และวิตามินซี (vitamin C) วิเคราะห์ตามวิธีของ A.O.A.C. (1995) น้ำหนักแห้ง (D.W.) โดยใช้เครื่อง Moisture balance แป้ง (starch) วิเคราะห์ตามวิธีของ Khalafalla and Palzkill (1990) น้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) วิเคราะห์ตามวิธีของ Hodge and Hofreiter (1962) คลอโรฟิลล์รวม (total chlorophyll) วิเคราะห์ตามวิธีของ Hiscox and Israelstam (1979) และบีตาแคโรทีน (β-carotene) วิเคราะห์ตามวิธีของ Ranganna (1977)

ผล

<u>ของแข็งที่ละลายน้ำได้</u>

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลมะม่วงที่เก็บรักษานาน 6 วัน พบว่า ผลที่ลอยน้ำเกลือเข้มข้น 6% มีปริมาณสูงสุดคือ 19.63% ขณะที่ผลที่ลอยน้ำเกลือเข้มข้น 4% มีปริมาณต่ำสุด คือ 16.60% (ตารางที่ 1) ส่วนการเปลี่ยนแปลงในแต่ละวัน พบว่า ช่วงแรกของการเก็บรักษามีปริมาณที่ใกล้เคียงกันทั้ง 3 ระดับความแก่ แต่เมื่อเก็บรักษานานขึ้น ผลที่ลอยในน้ำเกลือเข้มข้น 6 และ 8% มีปริมาณสูงกว่าที่ลอยในน้ำเกลือเข้มข้น 4% และทุกระดับความแก่มีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น (ภาพที่ 1)

<u>กรดที่ไทเทรตได้</u>

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลมะม่วงที่เก็บรักษานาน 6 วัน พบว่า ผลที่ลอยในน้ำเกลือเข้มข้น 4, 6 และ 8% มีปริมาณเท่ากับ 0.797, 0.717 และ 0.729% ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ส่วนการเปลี่ยนแปลงในแต่ละวัน พบว่า ในช่วงแรกของการเก็บรักษา ผลที่ลอยน้ำเกลือเข้มข้น 8% มีแนวโน้มมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ต่ำกว่าที่ลอยน้ำเกลือเข้มข้น 4 และ 6% แต่ในช่วงท้ายๆ ของการเก็บรักษาจะมีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลมะม่วงทุกระดับความแก่มีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 2)

<u>วิตามินซี</u>

ปริมาณวิตามินซีของผลมะม่วงที่เก็บรักษานาน 6 วัน พบว่า ผลที่ลอยน้ำเกลือเข้มข้น 6% มีปริมาณสูงสุด คือ 67.30 mg/100 ml juice ขณะที่ผลที่ลอยน้ำเกลือเข้มข้น 4% มีปริมาณต่ำสุด คือ 55.96 mg/100 ml juice (ตารางที่ 1) ส่วนการเปลี่ยนแปลงในแต่ละวัน พบว่า ผลที่ลอยในน้ำเกลือเข้มข้น 6 และ 8% มีแนวโน้มมีปริมาณวิตามินซีใกล้เคียงกันและมีปริมาณสูงกว่าที่ลอยในน้ำเกลือเข้มข้น 4% และในทุกระดับความแก่มีปริมาณวิตามินซีลดลงอย่างมากเมื่อเก็บรักษานานมากกว่า 5 วัน (ภาพที่ 3)

<u>น้ำหนักแห้ง</u>

ปริมาณน้ำหนักแห้งของผลมะม่วงที่เก็บรักษานาน 6 วัน พบว่า ผลที่ลอยน้ำเกลือเข้มข้น 8% มีปริมาณสูงสุด คือ 28.07% ขณะที่ผลที่ลอยน้ำเกลือเข้มข้น 4% มีปริมาณต่ำสุด คือ 22.73% (ตารางที่ 1) ส่วนการเปลี่ยนแปลงในแต่ละวัน พบว่า เมื่อเก็บรักษานานขึ้นมีแนวโน้มมีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยผลที่ลอยในน้ำเกลือเข้มข้น 6 และ 8% มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำหนักแห้งมากกว่าที่ลอยในน้ำเกลือเข้มข้น 4% (ภาพที่ 4)

แป้ง

ปริมาณแป้งของผลมะม่วงที่เก็บรักษานาน 6 วัน พบว่า ผลที่ลอยในน้ำเกลือเข้มข้น 8% มีปริมาณสูงสุด คือ 3.456% ขณะที่ผลที่ลอยน้ำเกลือเข้มข้น 4% มีปริมาณต่ำสุด คือ 2.891% (ตารางที่ 1) ส่วนการเปลี่ยนแปลงในแต่ละวัน พบว่า เมื่อเก็บรักษานานขึ้นจะมีปริมาณลดลง โดยผลที่ลอยในน้ำเกลือเข้มข้น 6 และ 8% มีแนวโน้มยังคงมีปริมาณแป้งมากกว่าที่ลอยในน้ำเกลือเข้มข้น 4% เล็กน้อย (ภาพที่ 5)

น้ำตาลรีดิวซ์

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของผลมะม่วงที่เก็บรักษานาน 6 วัน พบว่า ผลที่ลอยในน้ำเกลือเข้มข้น 6% มีปริมาณสูงสุด คือ 3.556% ขณะที่ผลที่ลอยน้ำเกลือเข้มข้น 4% มีปริมาณต่ำสุด คือ 3.028% (ตารางที่ 1) ส่วนการเปลี่ยนแปลงในแต่ละวัน พบว่า เมื่อเก็บรักษานานขึ้นจะมีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยผลที่ลอยในน้ำเกลือเข้มข้น 6 และ 8% มีแนวโน้มมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากกว่าที่ลอยในน้ำเกลือเข้มข้น 4% ในช่วงท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 6)

คลอโรฟิลล์รวม

ปริมาณคลอโรฟิลล์ของเปลือกผลมะม่วงที่เก็บรักษานาน 6 วัน พบว่า ผลที่ลอยในน้ำเกลือเข้มข้น 8% มีปริมาณสูงสุด คือ 0.280% อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่ลอยน้ำเกลือเข้มข้น 6 และ 4% ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 0.260 และ 0.222% ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ส่วนการเปลี่ยนแปลงในแต่ละวัน พบว่า เมื่อเก็บรักษานานขึ้นจะมีปริมาณลดลง โดยทุกระยะความแก่มีแนวโน้มมีปริมาณไม่แตกต่างกันมากนัก (ภาพที่ 7)

บีตาแคโรทีน

ปริมาณบีตาแคโรทีนของผลมะม่วงที่เก็บรักษานาน 6 วัน พบว่า ผลที่ลอยในน้ำเกลือเข้มข้น 8% มีปริมาณสูงสุด คือ 0.787 mg% ขณะที่ผลที่ลอยน้ำเกลือเข้มข้น 4% มีปริมาณต่ำสุด คือ 0.635 mg% (ตารางที่ 1) ส่วนการเปลี่ยนแปลงในแต่ละวัน พบว่า เมื่อเก็บรักษานานขึ้นจะมีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยผลที่ลอยในน้ำเกลือเข้มข้น 6 และ 8% มีแนวโน้มมีปริมาณมากกว่าที่ลอยในน้ำเกลือเข้มข้น 4% (ภาพที่ 8)

Table 1 Effect of maturity on chemical composition of 'Keaw Morakot" mango fruits stored 6 days in ambient condition (26-31 °C, 60-70%RH).

brine water	TSS (brix)*	TA (%)*	vitamin C (mg /100ml)*	D.W. (%)*	starch (%)*	reducing sugar (%)*	chlorophyll (%)*	β-carotene (mg%)*
4%	16.60 b	0.797 a	55.96 b	22.73 b	2.891 b	3.028 b	0.222 a	0.635 b
6%	19.63 a	0.717 a	67.30 a	27.81 a	3.256 a	3.556 a	0.260 a	0.780 a
8%	18.66 a	0.729 a	62.32 a	28.07 a	3.456 a	3.415 a	0.281 a	0.787 a
CV. (%)	12.58	20.32	15.06	10.84	7.65	18.28	21.96	19.27

Means within the same column followed by different letter differ significantly at $\rho<0.05$

วิจารณ์และสรุป

จากการศึกษาซึ่งพบว่าผลมะม่วงที่ลอยน้ำเกลือเข้มข้น 6% และ 8% มีแนวโน้มปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ วิตามินซี แป้ง น้ำตาลรีดิวซ์ น้ำหนักแห้ง และบีตาแคโรทีนมากกว่าที่ลอยในน้ำเกลือเข้มข้น 4% อาจเป็นเพราะว่าผลมะม่วงที่ลอยในน้ำเกลือความเข้มข้นสูงมีความแก่มากกว่า จึงมีการสะสมแป้งได้มากกว่า (สายชล, 2528) ดังจะเห็นได้จากการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่าผลมะม่วงที่ลอยในน้ำเกลือเข้มข้น 8%, 6% และ 4% มีปริมาณแป้งจากมากไปหาน้อยตามลำดับ เมื่อผลมะม่วงสุกจึงมีการสะสมของน้ำตาลมากกว่า เพราะว่าในระหว่างการสุกของผล แป้งจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาล (Medlicott and Thomson, 1985) ซึ่งสัมพันธ์กับการศึกษาที่พบว่าน้ำตาลรีดิวซ์ของผลมะม่วงที่ลอยในน้ำเกลือเข้มข้น 6% และ 8% มีปริมาณมากกว่าที่ 4 % ผลมะม่วงที่ลอยน้ำเกลือความเข้มข้นสูงกว่ายังมีแนวโน้มมีปริมาณวิตามินซีมากกว่าที่ลอยน้ำเกลือความเข้มข้นต่ำกว่า ซึ่งให้ผลการศึกษาคล้ายกับผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้และหนังกลางวัน ส่วนน้ำหนักแห้งก็พบว่ามะม่วงที่ลอยในน้ำเกลือเข้มข้น 8% มีแนวโน้มมีปริมาณน้ำหนักแห้งมากกว่าที่ลอยน้ำเกลือเข้มข้น 6 และ 4% ตามลำดับ ซึ่งให้ผลการศึกษาคล้ายคลึงกับผลมะม่วงพันธุ์ Alphonso (Subramanyam *et al*., 1976) เพราะว่าเมื่อผลมะม่วงแก่จะเกิดการสะสมของน้ำหนักแห้งเพิ่มมากขึ้น (Mendoza and Will, 1984) สำหรับปริมาณของบีตาแคโรทีนในเนื้อผลนั้น Mitra and Baldwin (1997) รายงานว่า ผลมะม่วง

สุกที่เก็บเกี่ยวในระยะที่แก่กว่ามีสีเนื้อเหลืองเข้มกว่าผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่อ่อนกว่า เนื่องจากผลมะม่วงที่มีความแก่มากมีบีตาแคโรทีนมากกว่าผลที่มีอายุน้อยกว่า ขณะที่ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลมะม่วงที่ลอยในน้ำเกลือเข้มข้น 4 และ 6% ในช่วงแรกมีปริมาณสูงมากกว่าที่ 8% เนื่องจากผลมะม่วงที่มีความแก่น้อยมีการนำเอากรดอินทรีย์ไปใช้ในการหายใจ การสังเคราะห์กรดแอมิโนและกิจกรรมอื่นๆ ไม่มากนัก สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของผลมะม่วงที่ลอยในน้ำเกลือ 4% และ 6% มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมมากกว่าผลมะม่วงที่ลอยในน้ำเกลือ 8% อาจเนื่องจากผลมะม่วงที่แก่น้อยกว่าจะยังคงมีปริมาณคลอโรฟิลล์อยู่มาก (Stanley, 1991) ขณะที่เมื่อเก็บรักษานานขึ้น มะม่วงทุกระยะความแก่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มขึ้น เพราะว่าเมื่อเก็บรักษานานขึ้นจะทำให้ผลเกิดการสุกเพิ่มมากขึ้น โดยสัมพันธ์กับการลดลงของปริมาณแป้ง อาจเนื่องจากแป้งถูกไฮโดรไลซ์เปลี่ยนไปเป็นน้ำตาล (จริงแท้, 2538) และที่พบว่า ปริมาณบีตาแคโรทีนของผลมะม่วงนั้นมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมากหลังเก็บรักษานาน 4 วัน เป็นเพราะว่าในระหว่างการสุกของผลมะม่วงมีการสังเคราะห์บีตาแคโรทีนในเนื้อผลมาก โดยจะเห็นได้จากสีเนื้อของผลมะม่วงที่มีการเปลี่ยนสีจากสีขาวครีมเป็นสีเหลืองและสีเหลืองเข้ม ซึ่งให้ผลการศึกษาคล้ายคลึงกับมะม่วงหลายพันธุ์ เช่น Carabao, Tommy Atkins (Lizada, 1991) และ Alphonso (Mitra *et al*., 1997) โดยพันธุ์ Alphonso เมื่อผลสุกจะมีปริมาณบีตาแคโรทีนเพิ่มขึ้นประมาณ 20 เท่า โดยมีการสะสม mevalonic acid และ geroniol ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ ตั้งแต่ก่อนการเกิด climacteric rise และลดลงในระหว่างการสุก (Gomez-Lim, 1997) ส่วนที่พบว่า มีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงเล็กน้อย อาจเป็นเพราะว่าโมเลกุลของคลอโรฟิลล์เกิดการสลายตัว (Tucker, 1993) โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ก่อนเก็บรักษากับวันสุดท้ายของการเก็บรักษาของมะม่วงพันธุ์เขียวมรกตไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งสีเปลือกเปลี่ยนจากสีเขียวเข้มเป็นสีเขียวอ่อนตามระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อเนื้อผลสุกแล้วเปลือกยังคงมีสีเขียวอยู่เช่นเดียวกับพันธุ์ Harumanis และ Katchamita อาจเพราะว่าเมื่อผลมะม่วงแก่ขึ้นปริมาณของคลอโรฟิลล์มีสลายตัวน้อยมาก ส่งผลให้สารสีอื่นไม่ปรากฏออกมา (Lizada, 1993)

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2538. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม. 396 น.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และดนัย บุณยเกียรติ. 2533. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้เศรษฐกิจ. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่. 213 น.

สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรม การเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม. 364 น.

A.O.A.C. 1995. Official Method of Analysis. George Banta Co.Inc. Washington.

Baker, I.W. 1984. Mango maturity investigations. Proceeding of the First Australian Mango Workshop. pp. 271-273.

Cua, A.U. and M.C.C. Lizada. 1990. Ethylene production in the 'Carabao' mango (*Mangifera indica* L.) fruit during maturation and ripening. Acta Hort. 269 : 169-179.

Gomez-Lim, M.A. 1997. Postharvest Physiology, pp. 428-433. *In* E.L. Richard (ed.). The Mango : Botany, Production and Uses. University Press. Cambridge.

Hiscox, J.D. and G.F. Israelstam. 1979. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. Can. J. Bot. 57: 1332-1334.

Hodge, J.E. and B.T. Hofreiter. 1962. Determination of Reducing Sugar and Carbohydrate : Methods in Carbohydrate Chemistry. Academic press, New York. pp. 380-394.

Khalafalla, M.S and D.A. Palzkill. 1990. Seasonal patterns of carbohydrates and proline in jojoba clones that differ in frost susceptibility. HortScience 25 : 103-105.

Lam, P.F. , D. Omar and Y. Talib. 1982. Physical, physiological and chemical changes of 'Golek' mango after harvest. Proceedings of Workshop on Mango and Rambutan, ASEAN Postharvest Training Collage, Laguna, Philippines. pp. 96-112.

Lizada, M.C.C. 1991. Postharvest Physiology of the mango : A Review. Acta Hort. 291 : 411-412.

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

Medticott, A.P. and A.K Thompson. 1985. Analysis of sugars and organic acid in ripening mango fruit (*Mangifera indica* L. var. Keitt) by high performance liquid chromatography. J. Sci. Food Agri. 36: 561-566.

Mendoza Jr, D.B. and R.B.H. Wills. 1984. Mango : Fruit development. Postharvest Physiology andMarketing in ASEAN Food Handling Bureau, Kuala Lumpur, Malaysia. 111 p.

Mitra, S.K. and E.A. Baldwin. 1997. Mango, pp. 85-122. *In* S.K. Mitra (ed.). Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits. Biddles Ltd, Guildford.

Peacock, B.C. and B.I. Brown. 1984. Quality comparison of several mango varieties. Proceeding of the First Australian Mango Workshop. pp. 271-273.

Ranganna, S. 1977. Plant pigments, pp. 72-93. *In* S. Ranganna (ed.). Manual of Fruit and Vegetable Products. Tata McGraw-Hill Publishing Co. Ltd., New Delhi.

Stanley, J.K. 1991. Postharvest Physiology of Plant Product. Van Nostrand Reinhold, New York. 532 p.

Subremanyan, H. , S. Gowri and S. Krishnamurthy. 1976. Ripening behavior of mango fruits graded on specific gravity basis. J. Food Sci. Technol. 13 : 84 – 86.

Tucker, G.A. 1993. Introduction, pp.1-51. *In* G.B. Seymour , J.E. Taylor and G.A. Tucker (eds.). Biochemistry of Fruit Ripening. Chapman & Hall, London.

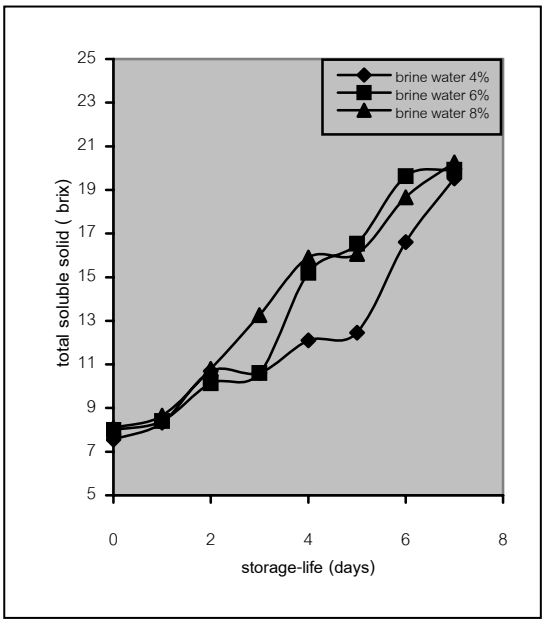

Figure 1 The changes of total soluble solid of 'Keaw Morakot' mango fruits were kept at ambient condition (26-31 °C, 60-70%RH).

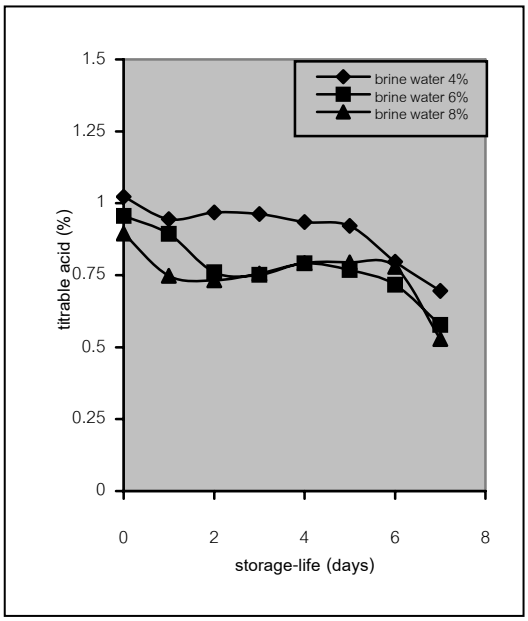

Figure 2 The changes of titrable acid of 'Keaw Morakot' mango fruits were kept at ambient condition (26-31 °C, 60-70%RH).

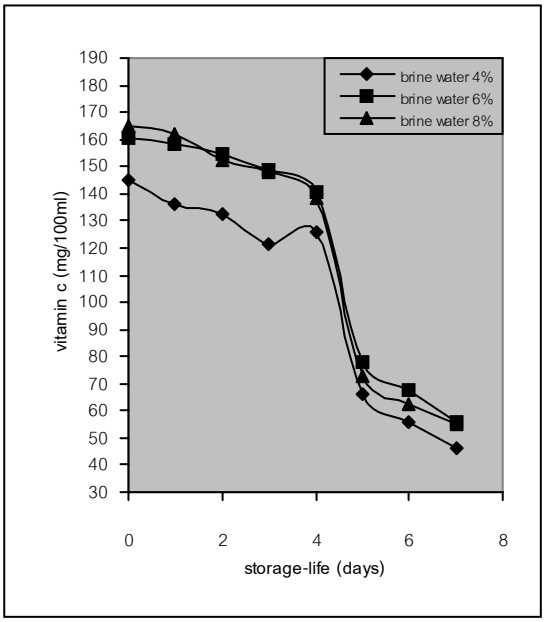

Figure 3 The changes of vitamin c of 'Keaw Morakot' mango fruits were kept at ambient condition (26-31 °C, 60-70%RH).

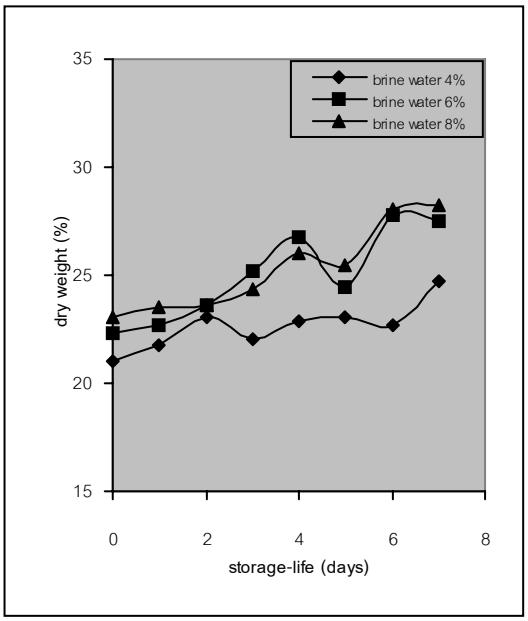

Figure 4 The changes of dry weight of 'Keaw Morakot' mango fruits were kept at ambient condition (26-31 °C, 60-70%RH).

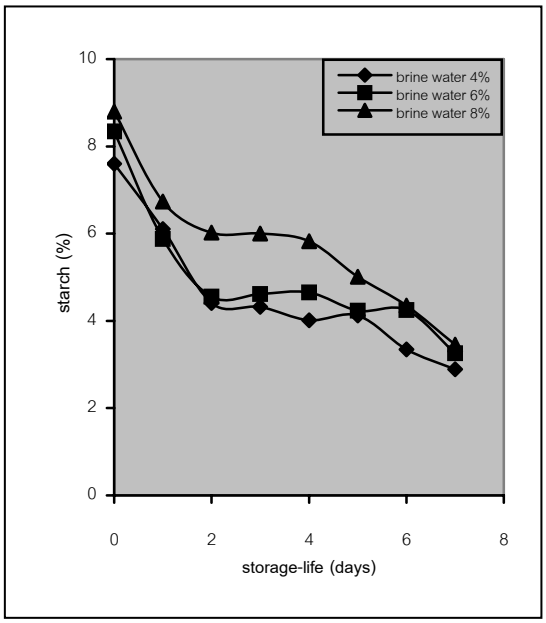

Figure 5 The changes of starch content of 'Keaw Morakot' mango fruits were kept at ambient condition (26-31 °C, 60-70%RH).

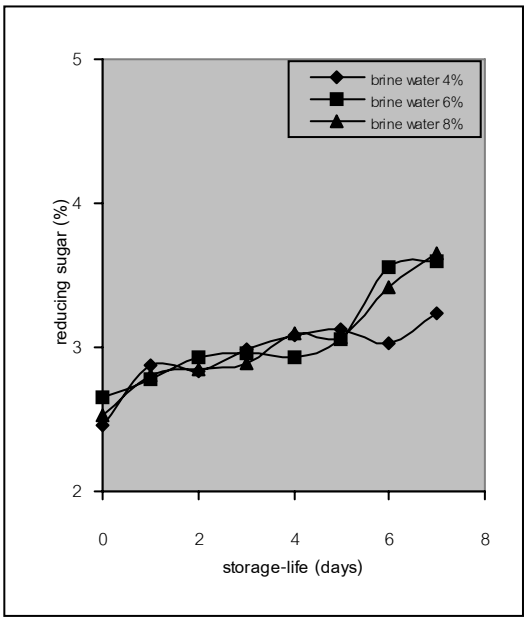

Figure 6 The changes of reducing sugar of 'Keaw Morakot' mango fruits were kept at ambient condition (26-31 °C, 60-70%RH).

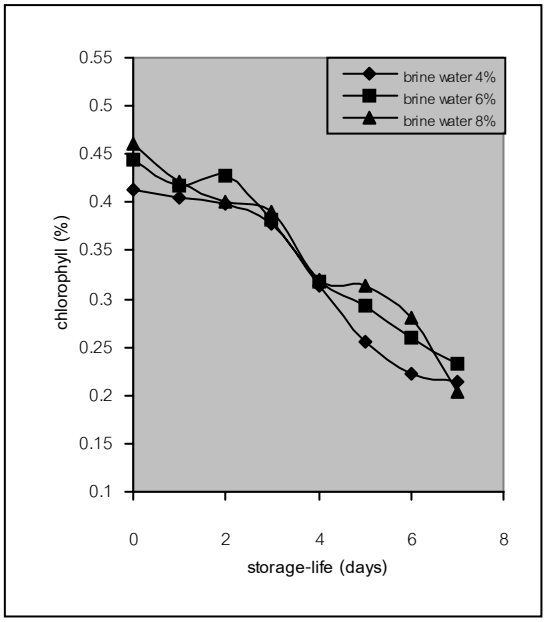

Figure 7 The changes of total chlorophyll of 'Keaw Morakot' mango fruits were kept at ambient condition (26-31 °C, 60-70%RH).

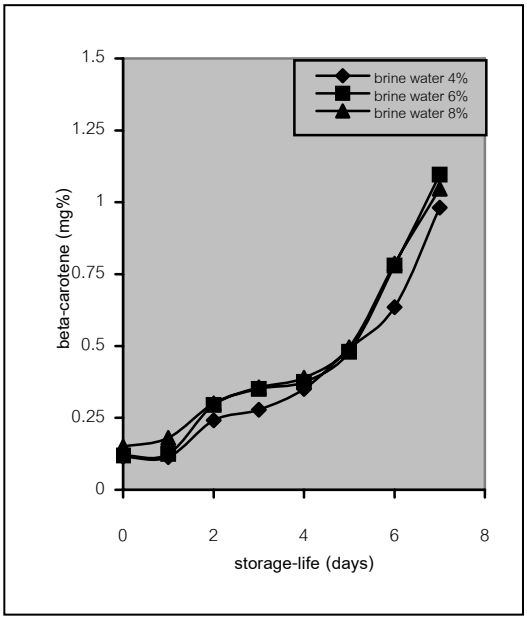

Figure 8 The changes of β-carotene of 'Keaw Morakot' mango fruits were kept at ambient condition (26-31 °C, 60-70%RH).