Agricultural Sci. J. 41 : 1 (Suppl.) : 259-262 (2010) ว. วิทย. กษ. 41 : 1 (พิเศษ) : 259-262 (2553)

อิทธิพลของระยะเวลาและระดับอุณหภูมิในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วต่อการเปลี่ยนแปลงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนและอายุการเก็บรักษามะพร้าวอ่อน

Influences of Time and Temperature Levels of Deep Precooling on Changing of Carbondioxide and Oxygen and Storage Life of Young Coconut

ปรีชา พวงพิกุล[1] **และ สมชาย กล้าหาญ**[1]
Preecha Poungpigon [1] and Somchai Glahan

Abstract

Study on influences of time and temperature levels of deep precooling on changing of carbondioxide and oxygen and storage life of young coconut. The statistical model was 4 x 4 factorial in completely randomized design composed of two factors, four levels of temperature as followed 0, -5, -20 and -30°C, and four levels of precooling time as followed 20, 25, 30 and 35 minutes then storage at 5 ± 2°C and flow rate CO_2:O_2 10:5 PSI. The results showed that precooling times and temperature levels effected on carbondioxide and oxygen changing, a* and b* value pulp and internal temperature of young coconuts. Weight loss of young coconuts increased according to storage time increased young coconut precooled for 30 minutes at 0°C had most weight loss at the mean of 0.68 percent. On 40 days storage young coconut showed sensory evaluation scale at 5.00 points, sensory scale of juice and pulp decreased according to storage time increased. Young coconut those precooled for 20 minutes at 0 and -30°C, 25 minutes at -30°C, 30 minutes at 0°C and 35 minutes at -20°C had the longest storage life of 40 days.

Key word: young coconut, modified atmosphere packaging, precooling

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาและระดับอุณหภูมิในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วต่อการเปลี่ยนแปลงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนและอายุการเก็บรักษามะพร้าวอ่อน วางแผนการทดลองแบบ 4x4 factorial in completely randomized design ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว 4 ระดับ คือ 20 25 30 และ 35 นาที และระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว 4 ระดับ คือ 0 -5 -20 และ -30 องศาเซลเซียส ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ± 2 องศาเซลเซียสและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนในอัตราส่วน 10:5 PSI (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) พบว่า ระยะเวลาและระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีผลต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจน ค่า a* และ b* ของเนื้อมะพร้าวอ่อน และอุณหภูมิภายในผลมะพร้าวอ่อน เปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักสดของมะพร้าวอ่อนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นโดยการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด มากที่สุดคือ 0.68 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำและเนื้อมะพร้าวอ่อน ลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยมีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส เท่ากับ 5.00 คะแนน เมื่อเก็บรักษาได้ 40 วัน มะพร้าวอ่อนที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่เวลา 20 นาทีที่อุณหภูมิ 0 และ -30 องศาเซลเซียส, 25 นาทีที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส, 30 นาทีที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และ 35 นาทีที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 40 วัน

คำสำคัญ มะพร้าวอ่อน, การดัดแปลงสภาพบรรยากาศภายในภาชนะบรรจุ, การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว

คำนำ

มะพร้าวอ่อนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น ใช้ผลิตกรดโคจิกที่ใช้ในเครื่องสำอาง (สุกัญญา, 2541) น้ำพริกมังสวิรัติ (อมรรัตน์ และ อัจฉราภรณ์, 2540) และใช้เป็นส่วนประกอบในของหวานต่างๆ ส่วนน้ำมะพร้าวอ่อนมีรสอร่อย

[1] ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
[1] Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520

ประกอบไปด้วย น้ำตาล วิตามินซี และวิตามินพวกนิโคติดแอซิค แพนโธเทนนิคแอซิค ไมโอดิน ไรโบฟลาวิน และโฟลิคแอซิค เป็นต้น (นพรัตน์, 2536) มะพร้าวอ่อนที่ส่งออกขายต่างประเทศจะอยู่ในรูปของมะพร้าวควั่นและมะพร้าวเจียนเท่านั้น (สุทธ์สินี, 2543) ซึ่งมีมูลค่าส่งออกรวมประมาณ 266.4 ล้านบาท ในปี 2546คิดเป็นปริมาณการส่งออก 26,550 ตัน ขยายตัวร้อยละ 7.0 จากปี 2545 โดยตลาดมะพร้าวอ่อนของไทยที่สำคัญได้แก่ สิงคโปร์ ฮ่องกง ไต้หวัน ญี่ปุ่น สหรัฐฯ ออสเตรเลีย แคนาดา บาร์เรน บรูไน และซาอุดิอาระเบีย (กลุ่มศึกษาเพื่อติดตามและประเมินผลการเจรจาจัดทำเขตการค้าเสรี, 2551) ดังนั้นการปฏิบัติระหว่างการเก็บเกี่ยวและภายหลังการเก็บเกี่ยว ร่วมกับการเก็บรักษาที่เหมาะสม จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อลักษณะทางกายภาพและคุณภาพหลังการเก็บรักษา อันจะก่อให้เกิดประโยชน์ทางด้านการตลาด ทั้งภายในและต่างประเทศ

อุปกรณ์และวิธีการ

นำมะพร้าวอ่อน(มะพร้าวควั่น)ที่ผ่านการชุบสารฟอกขาวและสารฆ่าเชื้อราเข้าตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ระยะเวลาและระดับอุณหภูมิต่างๆกัน หลังจากนั้นบรรจุใส่ถุงพลาสติก (PE) ที่ภายในบรรจุสารดูดความชื้นและสารดูดซับเอทธิลีน 4 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสด ผนึกปากถุงด้วยเครื่องผนึกสุญญากาศพร้อมกับเติมก๊าซ CO_2 และ O_2 ในอัตราส่วน 10:5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (PSI) แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 5 ± 2 องศาเซลเซียส

วางแผนการทดลองแบบ 4 x 4 factorial in completely randomized design มี 16 treatment combinations แต่ละ treatment มี 3 ซ้ำ (replication) ซ้ำละ 1 ผล ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัย A และ B คือ ระยะเวลาและระดับอุณหภูมิในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มี 4 ระดับ คือ

a1 = 20 นาที	b1 = 0 องศาเซลเซียส
a2 = 25 นาที	b2 = -5 องศาเซลเซียส
a3 = 30 นาที	b3 = -20 องศาเซลเซียส
a4 = 35 นาที	b4 = -30 องศาเซลเซียส

บันทึกผลทุกๆ 5 วัน บันทึกข้อมูลดังนี้ ปริมาณ CO_2 และ O_2 อุณหภูมิภายในผลมะพร้าวอ่อน น้ำหนักสด สีเปลือกและเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้ำและเนื้อมะพร้าวอ่อน ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของน้ำและเนื้อมะพร้าวอ่อน คุณภาพทางประสาทสัมผัส คุณภาพกลิ่น และ อายุการเก็บรักษา

ผลการทดลอง

จากการศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาและระดับอุณหภูมิในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วต่อการเปลี่ยนแปลงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนและอายุการเก็บรักษามะพร้าวอ่อน ผลปรากฏดังนี้

เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของมะพร้าวอ่อนที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที ที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส มีปริมาณสูงสุดคือ 9.70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนมะพร้าวอ่อนที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 25 นาที ที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส มีปริมาณก๊าซออกซิเจนสูงสุดคือ 6.23 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างทางสถิติ (Tab.1)

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity) ของน้ำมะพร้าวอ่อนที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วทุกวิธีการและเนื้อมะพร้าวอ่อนที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 และ 30 นาที ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้สูงที่สุด คือ 0.02 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid) ของน้ำและเนื้อมะพร้าวอ่อนที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที และ 25 นาที ที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส มีค่ามากที่สุด คือ 6.60 และ 1.27 บริกซ์ ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาพบว่าอุณหภูมิภายในผลมะพร้าวอ่อนที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที ที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในสูงที่สุด คือ 6.20 องศาเซลเซียส และมะพร้าวอ่อนที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 25 นาที ที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิภายในต่ำที่สุด คือ 4.10 องศาเซลเซียส โดยมีความแตกต่างทางสถิติ (Fig.1)

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาพบว่า มะพร้าวอ่อนที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.68 เปอร์เซ็นต์ และไม่ส่งผลทำให้เปลือกมะพร้าวอ่อนเกิดอาการเหี่ยว โดยมีความแตกต่างทางสถิติ (Fig.2)

เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาค่า L ของเปลือกและเนื้อมะพร้าวอ่อนที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 และ 30 นาที ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีค่าสูงสุด คือ 87.67 และ 88.82 ตามลำดับ ค่า a* ของเปลือกและเนื้อมะพร้าวอ่อนที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 25 นาที ที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส และ 30 นาที ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีค่าต่ำสุด คือ 1.70 และ -0.64 ตามลำดับ และค่า b* ของเปลือกและเนื้อมะพร้าวอ่อนที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และ 25 นาที ที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส มีค่าต่ำสุดคือ 12.95 และ 2.35 ตามลำดับ

คุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำและเนื้อมะพร้าวอ่อน มีแนวโน้มลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา น้ำและเนื้อมะพร้าวอ่อนที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที ที่อุณหภูมิ 0 และ -30 องศาเซลเซียส, 25 นาที ที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส, 30 นาที ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และ 35 นาที ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส เท่ากับ 5.00 คะแนน ส่วนคุณภาพกลิ่นของมะพร้าวอ่อนทุกวิธีการยังคงจัดอยู่ในเกณฑ์ปกติ

มะพร้าวอ่อนที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที ที่อุณหภูมิ 0 และ -30 องศาเซลเซียส, 25 นาที ที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส, 30 นาที ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และ 35 นาที ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 40 วัน แต่วิธีการอื่นๆมีอายุการเก็บรักษา 35 วัน (Fig.3 ,Fig.4)

Table 1 Percent carbondioxide and oxygen content in packaging

Treatment combination	Percent carbondioxide and oxygen																	
	0 Day		5 Day		10 Day		15 Day		20 Day		25 Day		30 Day		35 Day		40 Day	
	CO_2	O_2	CO_2	O_2	CO_2	O_2	CO_2	O_2	CO_2	O_2	CO_2	O_2	CO_2	O_2	CO_2	O_2	CO_2	O_2
20 min, 0 °C	36.50	24.33	9.30	16.87	5.83	7.80	4.00	7.40	2.93	11.47	2.90	10.67	3.87	5.73	3.47	5.17	8.00	3.63
20 min, -5 °C	40.47	24.27	7.93	17.00	5.23	7.13	4.10	9.10	3.43	6.20	2.63	10.03	2.07	12.93	3.27	5.47	-	-
20 min, -20 °C	41.47	23.67	5.00	17.63	4.03	5.87	3.07	10.50	2.37	12.13	2.90	7.33	2.37	9.13	2.57	4.23	-	-
20 min, -30 °C	39.13	23.70	5.00	11.57	3.80	6.33	3.23	6.10	2.67	10.23	3.07	6.97	3.07	5.53	3.63	6.80	9.70	2.23
25 min, 0 °C	40.17	23.63	5.80	18.70	3.80	8.03	2.80	9.07	2.13	12.27	2.50	11.07	1.97	13.77	2.50	8.13	-	-
25 min, 5 °C	43.93	23.77	4.47	17.27	2.97	11.17	3.23	7.60	2.70	10.83	2.30	11.33	2.60	8.40	2.10	11.00	-	-
25 min, -20 °C	44.40	23.37	5.10	8.43	2.87	10.23	3.30	5.83	2.70	7.97	2.80	10.60	3.03	7.70	2.70	9.60	-	-
25 min, -30 °C	43.67	23.33	5.13	17.27	3.67	9.63	3.10	10.00	2.83	6.00	2.53	10.23	2.43	10.77	3.10	6.23	8.53	6.23
30 min, 0 °C	45.73	23.43	4.53	11.60	3.57	13.30	2.70	10.70	2.60	9.77	3.70	4.17	2.80	8.83	3.97	5.47	7.70	2.57
30 min, 5 °C	45.00	23.47	7.43	14.67	6.07	3.07	5.47	2.33	4.20	2.70	3.30	7.20	3.47	5.80	2.63	5.70	-	-
30 min, -20 °C	45.23	23.33	8.73	4.27	5.73	3.20	4.47	3.40	3.87	6.07	5.13	1.40	4.77	1.87	4.83	1.00	-	-
30 min, -30 °C	42.03	23.17	4.40	16.23	3.67	8.83	3.80	9.17	2.77	9.13	3.63	4.20	3.83	8.20	3.33	2.70	-	-
35 min, 0 °C	39.87	23.20	4.87	14.10	4.10	9.17	3.00	9.73	2.47	11.00	2.27	12.53	2.00	12.90	1.80	12.63	-	-
35 min, 5 °C	40.17	23.10	7.07	17.60	4.10	14.87	2.60	13.63	3.07	11.70	2.23	11.53	1.87	13.03	3.80	6.40	-	-
35 min, -20 °C	41.70	23.10	5.07	17.13	3.30	12.80	2.87	8.70	2.73	9.47	2.30	10.47	1.97	13.33	2.40	10.27	7.23	2.53
35 min, -30 °C	43.20	23.30	4.33	17.47	3.47	10.60	2.80	11.37	2.53	11.40	2.23	11.67	1.97	11.70	2.27	10.30	-	-

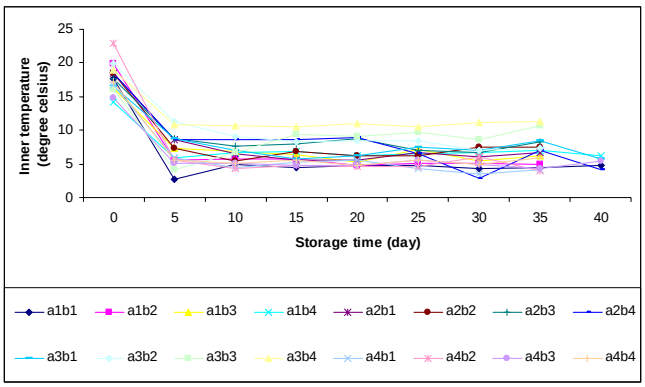


Figure 1 Inner temperature of young coconut

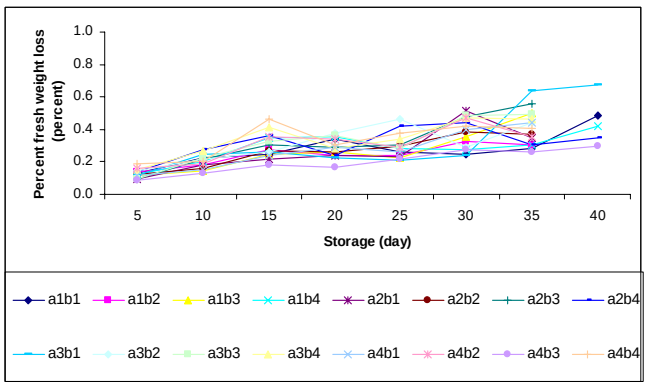


Figure 2 Percent fresh weight loss of young coconut

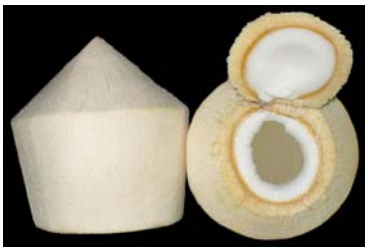
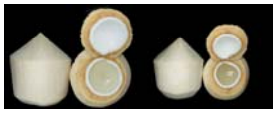


Figure 3 Young coconut 0 day after storage

a1b1 a1b4 a2b4



a3b1 a4b3

Figure 4 Young coconut 40 day after storage

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาและระดับอุณหภูมิในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วต่อการเปลี่ยนแปลงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนและอายุการเก็บรักษามะพร้าวอ่อน พบว่ามะพร้าวอ่อนที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 20 นาที ที่อุณหภูมิ 0 และ -30 องศาเซลเซียส, 25 นาที ที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส, 30 นาที ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และ 35 นาที ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 40 วัน โดยที่คุณภาพของผลมะพร้าวอ่อนยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (Fig.3 ,Fig.4)

การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นการลดความร้อนแฝง (field heat) (Palanikumar, S. et.al. 2000) ซึ่งความร้อนแฝงนี้จะทำให้พืชมีอัตราการคายน้ำและการหายใจสูง ทำให้สูญเสียน้ำเหี่ยวและเน่าเร็ว จำเป็นต้องลดอุณหภูมิหรือกำจัดความร้อนแฝง (pre-cooling) ในผลิตผลอย่างรวดเร็ว ก่อนเก็บรักษาและขนส่ง เพื่อชะลออัตราการคายน้ำยืดอายุของผลิตผล (นิพนธ์, 2552) เมื่อใช้ร่วมกับการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง ซึ่งการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในความเข้มข้นสูงร่วมกับออกซิเจนที่ความเข้มข้นต่ำ จะช่วยลดอัตราการหายใจของผลิตผล การออกซิไดซ์สารประกอบฟีนอลจนได้สารสี (pigment) สีน้ำตาล และคาร์บอนไดออกไซด์ ยังไปแย่งที่ active site ของเอทิลีน ทำให้เสียสภาพไป (จริงแท้, 2549) คาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงจะส่งผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่สำคัญได้ (Wikipedia, 2009) ดังนั้นการใช้การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วร่วมสภาพบรรยากาศดัดแปลงจึงช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตได้

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มศึกษาเพื่อติดตามและประเมินผลการเจรจาจัดทำเขตการค้าเสรี. 2551. [online]. Available http://www.ftamonitoring.org/FTA%20RelatedTopics/FTArelated052.asp

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.396 น.

นพรัตน์ บำรุงรักษ์. 2536. พืชหลักปักษ์ใต้. สำนักพิมพ์ปิรามิด.กรุงเทพฯ. 184 น.

นิพนธ์ ไชยมงคล. 2552. การลดอุณหภูมิเฉียบพลัน. [online].Available http://www.agric-prod.mju.ac.th/vegetable/File_link /precooling.pdf

สุกัญญา สายธิ. 2541. การผลิตกรดโคจิกโดยเชื้อ *Aspergilus oryzae* NRRL 484 จากน้ำมะพร้าว. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุทธ์สินี หักกะยานนท์.2543. ไม้ผลเศรษฐกิจ. นาคา อินเตอร์มีเดีย. กรุงเทพฯ : 168 น.

อมรรัตน์ อินทรเกษม และ อัจฉราภรณ์ วารีวนิช. 2540. การใช้ประโยชน์จากกากมะพร้าวโดยนำมาทำเป็นน้ำพริกมังสวิรัติ. วิทยาศาสตร์บัณฑิตภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Palanikumar, S. Chatterjee, S. R. Guha, S. K. Bhattacharjee, S. K. 2000. Effect of precooling and packaging on the biochemical changes of 'Raktagandha' cut roses. Journal of Plant Biology. 27: 77-79.

Wikipedia. 2009. Modified atmosphere. [online]. Available http://en.wikipedia.org/wiki/Modified_atmosphere