บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 ผลของชนิดถุงพลาสติกที่ใช้ในการบรรจุและอุณหภูมิที่เก็บรักษาต่ออาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์

1. การสูญเสียน้ำหนัก

การศึกษาผลของชนิดของถุงพลาสติกที่ใช้ในการบรรจุและระดับอุณหภูมิในการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ พบว่าผลมะม่วงสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษา (ภาพที่ 6) การเก็บรักษาผลมะม่วงโดยไม่ได้บรรจุในถุงพลาสติกหรือชุดควบคุมสูญเสียน้ำหนักสูงกว่าผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกทั้งสองชนิดก่อนการเก็บรักษา โดยในวันที่ 25 ของการเก็บรักษา พบว่าผลมะม่วงชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สูญเสียน้ำหนักสูงสุดคือ 6.45 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผลมะม่วงชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส สูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 3.77 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส และผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส สูญเสียน้ำหนักต่ำสุดคือ 0.43, 0.69, 0.37 และ 0.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 7) ผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกทั้งสองชนิดสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา โดยในวันที่ 25 ของการเก็บรักษาผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE สูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 0.40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE ซึ่งสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 0.46 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวกที่ 1) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษาและชนิดของถุงพลาสติกที่ใช้ในการบรรจุมีปฏิสัมพันธ์กันตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา ($P<0.01$) การบรรจุผลมะม่วงในถุงพลาสติกช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักได้ โดยการสูญเสียน้ำหนักตามธรรมชาตินั้นเกิดเนื่องจากการคายน้ำของผลมะม่วงทาง stomata lenticel และรอยเปิดอื่น ๆ (Mendoza and Will,1984) การบรรจุผลมะม่วงในถุงพลาสติกเป็นการป้องกันการระเหยของน้ำออกจากผลิตผล และรักษาสภาพบรรยากาศรอบผลิตผลให้อิ่มตัวด้วยไอน้ำ (Ben–Yehoshua, 1979) สอดคล้องกับการทดลองของ Miller *et al.* (1983) ที่บรรจุผลมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkin ในถุงพลาสติกฟิล์มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 2 สัปดาห์ แล้วนำมาบ่มให้สุกที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส พบว่าผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าชุดควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 7 การสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE และ HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1±1 และ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน

กรรมวิธี	การสูญเสียน้ำหนัก (%)				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)				
	5	10	15	20	25
ชุดควบคุมเก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	0.75[b]	1.40[b]	2.01[b]	2.59[b]	3.77[b]
ชุดควบคุมเก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	1.73[a]	3.17[a]	4.20[a]	5.33[a]	6.45[a]
บรรจุ LDPE เก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	0.12[c]	0.04[c]	0.17[c]	0.28[c]	0.43[c]
บรรจุ LDPE เก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	0.02[c]	0.18[c]	0.28[c]	0.48[c]	0.69[c]
บรรจุ HDPE เก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	0.01[c]	0.06[c]	0.18[c]	0.27[c]	0.37[c]
บรรจุ HDPE เก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	0.04[c]	0.13[c]	0.25[c]	0.41[c]	0.57[c]
LSD 0.05	0.07	0.12	0.16	0.19	0.24
CV (%)	22.73	24.10	22.42	21.26	20.11

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

2. การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์

การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของผลมะม่วงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษาที่นานขึ้น (ภาพที่ 6) โดยการเก็บรักษาจากวันเริ่มต้นจนถึงวันที่ 10 การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ทุกกรรมวิธีมีค่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย หลังจากนั้นพบว่าผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนและโดยผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ส่วนผลมะม่วงในชุดควบคุมมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นและเพิ่มขึ้นน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติก (ภาพที่ 6) เมื่อเก็บรักษาครบ 25 วัน พบว่าผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 1 องศาเซลเซียสมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์สูงสุดคือ 73.49 และ 75.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 8) รองลงมาคือผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส และผลมะม่วงในชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 54.85, 49.83, 19.82 และ 13.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 8 การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE และ HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1±1 และ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน

กรรมวิธี	การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ (%) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)				
	5	10	15	20	25
ชุดควบคุมเก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	11.43^{b}	13.82^{c}	13.75^{c}	15.39^{c}	19.82^{d}
ชุดควบคุมเก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	10.81^{b}	12.75^{c}	14.45^{de}	13.34^{c}	13.28^{d}
บรรจุ LDPE เก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	10.79^{b}	16.11^{ab}	18.91^{c}	45.61^{d}	54.85^{b}
บรรจุ LDPE เก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	11.83^{b}	14.24^{bc}	17.85^{cd}	25.48^{c}	49.83^{c}
บรรจุ HDPE เก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	13.63^{a}	16.61^{a}	44.88^{a}	54.29^{b}	73.49^{a}
บรรจุ HDPE เก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	11.92^{b}	17.12^{a}	33.77^{b}	70.23^{a}	75.71^{a}
LSD 0.05	1.69	2.25	3.54	4.31	4.50
CV (%)	8.18	8.42	8.33	6.47	5.29

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

การศึกษาผลของอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาต่อการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ในผลมะม่วง พบว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์สูงกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ซึ่งเมื่อเก็บรักษาครบ 25 วัน การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 49.39 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 46.27 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง ภาคผนวกที่ 2) ส่วนผลของชนิดถุงพลาสติกที่ใช้ในการบรรจุผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษาต่อการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ พบว่าการบรรจุผลมะม่วงในถุงพลาสติกชนิด HDPE มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์สูงกว่าการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE ซึ่งเมื่อเก็บรักษาครบ 25 วัน ผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์สูงสุดเท่ากับ 74.60 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวกที่ 2) รองลงมาคือผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE ซึ่งมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 52.34 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลมะม่วงในชุดควบคุมที่ไม่ได้บรรจุในถุงพลาสติกมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ต่ำสุดเท่ากับ 16.55 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(ตารางภาคผนวกที่ 2) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษาและชนิดของถุงพลาสติกที่ใช้ในการบรรจุมีปฏิสัมพันธ์กันในวันที่ 15 20 และ 25 ของการเก็บรักษา ($P<0.01$, $P<0.01$ และ $P=0.02$ ตามลำดับ) (ตารางภาคผนวกที่ 2)

การบรรจุผลมะม่วงในถุงพลาสติกเป็นการเก็บรักษาในสภาพดัดแปลงบรรยากาศ เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถลดความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวได้โดยมีผลช่วยลดระดับของก๊าซออกซิเจนลง เนื่องจากถูกใช้ไปในการหายใจของผลไม้ และมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นเนื่องจากการหายใจ เป็นผลให้ผลิตผลมีการหายใจลดลง รวมทั้งยังชะลอการสุก การเสื่อมสภาพ การเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพ (สายชล, 2528) แต่จากผลการทดลอง การบรรจุผลมะม่วงในถุงพลาสติกทั้งสองชนิดไม่สามารถลดระดับการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ ซึ่งเป็นตัวชี้ระดับการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ได้ แม้ว่าได้มีรายงานที่เกี่ยวกับการบรรจุผลมะม่วงในถุงพลาสติกหรือห่อด้วยฟิล์มก่อนการเก็บรักษาที่สามารถลดอาการสะท้านหนาวในผลมะม่วงลงได้ อาทิ การเก็บรักษาผลมะม่วงในถุง PE แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน สามารถลดอาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงพันธุ์ Carrie, Common, Kensington และ Zill ได้ (Grantly *et al.*, 1982) แต่การดัดแปลงสภาพบรรยากาศก็อาจมีผลเสียต่อผลิตผลได้ เช่น การเกิดไส้สีน้ำตาลในผลสาลี่และแอปเปิล เกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติในผลมะเขือเทศและผลมะม่วง (Nakashi *et al.*, 1991 และ Miller *et al.*, 1983) และการสุกไม่สม่ำเสมอในผลสาลี่ (Sornsrivichai, 1990) เนื่องจากสภาพออกซิเจนที่ต่ำเกินไปหรือคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงเกินไปเมื่อเก็บรักษาผลิตผลในสภาพดัดแปลงสภาพบรรยากาศ ทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Kader *et al.*, 1985) ผลิตผลตอบสนองเมื่อเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนโดยเกิดกระบวนการทางชีวเคมีที่ผิดปกติ มีการสะสมสารพิษ เช่น อะซิตัลดีไฮด์และแอลกอฮอล์ ทำให้เซลล์และเยื่อหุ้มเกิดการเสื่อมสภาพ (ดนัย, 2540) อาจส่งผลให้ผลิตผลมีความอ่อนแอและตอบสนองต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวเพิ่มมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

3. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลมะม่วงในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจนจากวันเริ่มต้นจนถึงวันที่ 15 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 7) เมื่อเก็บรักษาครบ 25 วัน พบว่า ผลมะม่วงชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงสุดเท่ากับ 9.40 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผลมะม่วงชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 8.24 เปอร์เซ็นต์ และผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 7.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส และผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 7.37, 7.27 และ 7.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P<0.01$) (ตารางที่ 9)

การศึกษาระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาและชนิดของถุงพลาสติกที่ใช้บรรจุต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พบว่า เมื่อเก็บรักษาครบ 25 วัน ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 7.63 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 7.93 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ผลมะม่วงชุดควบคุมมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 8.82 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE และ HDPE ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 7.33 และ 7.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P=0.03$) (ตารางภาคผนวกที่ 3)

ตารางที่ 9 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE และ HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1±1 และ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน

กรรมวิธี	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%)				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)				
	5	10	15	20	25
ชุดควบคุมเก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	8.40	8.47	7.33	8.50^{ab}	8.24^{b}
ชุดควบคุมเก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	8.73	8.93	8.33	9.06^{a}	9.40^{a}
บรรจุ LDPE เก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	8.40	8.90	7.17	9.23^{a}	7.27^{c}
บรรจุ LDPE เก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	8.27	8.20	7.33	8.47^{ab}	7.40^{c}
บรรจุ HDPE เก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	8.67	7.93	7.67	7.77^{ab}	7.37^{c}
บรรจุ HDPE เก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	8.40	8.23	7.50	7.20^{b}	7.00^{c}
LSD 0.05	1.08	1.08	1.17	1.72	0.77
CV (%)	7.08	7.21	8.77	11.64	5.60

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงครบ 25 วัน พบว่าผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกทั้งสองชนิดมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่าผลมะม่วงชุดควบคุม ซึ่งผลไม้เมื่อพัฒนาเข้าสู่กระบวนการสุก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการไฮโดรไลซ์สตาร์ชไปเป็นน้ำตาล (สายชล, 2536) ในการทดลองเป็นการเก็บรักษาผลมะม่วงในสภาพดัดแปลงบรรยากาศโดยการบรรจุในถุงพลาสติก ซึ่งสภาพดัดแปลงบรรยากาศช่วยลดปริมาณก๊าซออกซิเจนและเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้อัตราการเกิดเมแทบอลิซึมภายในผลมะม่วงลดลง (จริงแท้, 2542) และการเก็บรักษาผลมะม่วงไว้ในสภาวะอุณหภูมิต่ำมีผลทำให้อัตราการหายใจและอัตราการเกิดเมแทบอลิซึมภายในผลมะม่วงลดลง ทำให้กระบวนการสุกเกิดได้ช้าลง เป็นผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าลดลง สอดคล้องกับภานุมาศ (2530) ที่รายงานว่าการห่อผลมะม่วงด้วยถุง PE, PVC และ PP แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25 และ 13 องศาเซลเซียส ผลมะม่วงมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยกว่าชุดควบคุม การเกิดอาการสะท้านหนาวมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำในผลมะม่วงด้วย โดยพบว่าผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกทั้งสองชนิดมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์และเกิดอาการสะท้านหนาวสูงกว่าผลมะม่วงชุดควบคุม (ตารางภาคผนวกที่ 2 และ 11) และยังมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงชุดควบคุมที่แสดงอาการสะท้านหนาวน้อยกว่า สอดคล้องกับ Chaplin *et al.*(1991) ที่รายงานว่าการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์ Kensington ที่ อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 และ 4 สัปดาห์ ก่อนนำมาบ่มให้สุกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ผลมะม่วงเกิดอาการสะท้านหนาวและมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่าผลมะม่วงที่ไม่เกิดอาการสะท้านหนาวที่มีการสุกปกติ

4. ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้

ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ในผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ในแต่ละวันที่เก็บรักษาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ตารางที่ 10 ภาพที่ 7) โดยในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ผลมะม่วงในทุกกรรมวิธีมีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้เพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวันเริ่มต้น หลังจากนั้นปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้จะมีค่าลดลงในวันที่ 25 ของการเก็บรักษา (ตารางที่ 10) และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลมะม่วงชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้เท่ากับ 0.91 และ 0.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 10) ผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้เท่ากับ 0.79 และ 0.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 10) ส่วนผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้เท่ากับ 0.84 และ 0.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 13 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE และ HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1±1 และ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน

กรรมวิธี	ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรต (%) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	5	10	15	20	25
ชุดควบคุมเก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	0.94[a]	0.89[ab]	0.97	1.03	0.92	0.91
ชุดควบคุมเก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	0.89[ab]	0.85[b]	1.00	0.93	1.04	0.88
บรรจุ LDPE เก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	0.82[c]	0.87[ab]	0.97	0.97	0.93	0.79
บรรจุ LDPE เก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	0.94[a]	0.85[b]	1.02	1.02	0.96	0.80
บรรจุ HDPE เก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	0.84[bc]	0.97[a]	0.95	0.95	0.93	0.84
บรรจุ HDPE เก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	0.82[c]	0.92[ab]	0.87	0.87	0.90	0.81
LSD 0.05	0.06	0.12	0.15	0.15	0.18	0.15
CV (%)	3.69	7.11	10.42	9.22	11.04	10.65

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

ผลการศึกษาระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาและชนิดของถุงพลาสติกที่ใช้บรรจุต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ พบว่าการเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในวันที่ 25 ของการเก็บรักษา ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียสมีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้เท่ากับ 0.85 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้เท่ากับ 0.83 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การบรรจุผลมะม่วงในถุงพลาสติกชนิด LDPE มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้เท่ากับ 0.86 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงชุดควบคุมและผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE ที่มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้เท่ากับ 0.89 และ 0.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 4) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษาและชนิดของถุงพลาสติกที่ใช้ในการบรรจุไม่มีปฏิสัมพันธ์กันตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา (ตารางภาคผนวกที่ 4) เนื่องจากการเก็บรักษาผลิตผลที่อุณหภูมิต่ำมีผลช่วยชะลออัตราการหายใจและกระบวนการทางชีวเคมีให้เกิดช้าลง (Pantastico *et al.*,1984)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณกรดที่ถูกนำไปใช้ในการหายใจจึงลดลงตามไปด้วย ทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดของผลมะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยและไม่แตกต่างกันเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา ภานุมาศ (2530) รายงานว่า การหุ้มผลมะม่วงเขียวเสวยด้วยพลาสติก PE, PP และ PVC แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 และ 13 องศาเซลเซียส ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ มีแนวโน้มลดลง

5. การเปลี่ยนแปลงสีผิว

ค่า L* เป็นค่าที่บอกถึงความสว่างของผิวผลมะม่วง พบว่าค่า L* ของผิวผลมะม่วงในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 8) เมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงครบ 25 วัน พบว่าผลมะม่วงชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส มีค่า L* เท่ากับ 55.51 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะม่วงชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่มีค่า L* เท่ากับ 55.64 แต่มีความความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่า L* เท่ากับ 50.17 และ 51.11 รวมทั้งผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส ที่มีค่า L* เท่ากับ 49.58 และ 49.94 ตามลำดับ (P=0.02) (ตารางที่ 11 และภาพที่ 8)

ตารางที่ 11 ค่า L* ของเปลือกผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE และ HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1±1 และ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน

กรรมวิธี	ค่า L* ของเปลือก					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	5	10	15	20	25
ชุดควบคุมเก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	56.76	59.18	57.69	54.72	55.56^{a}	55.51^{a}
ชุดควบคุมเก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	60.48	57.43	57.95	57.47	56.99^{a}	55.64^{a}
บรรจุ LDPE เก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	59.94	61.09	56.67	56.72	54.12^{ab}	50.17^{b}
บรรจุ LDPE เก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	55.75	60.28	57.32	54.34	53.95^{ab}	51.11^{b}
บรรจุ HDPE เก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	56.19	59.96	57.37	54.13	54.13^{ab}	49.58^{b}
บรรจุ HDPE เก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	58.20	59.63	57.79	53.74	51.69^{b}	49.94^{b}
LSD 0.05	4.77	4.37	4.85	4.23	3.23	4.31
CV (%)	3.01	2.68	3.06	2.80	2.17	41.17

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การศึกษาระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาและชนิดของถุงพลาสติกที่ใช้บรรจุต่อการเปลี่ยนแปลงค่า L* พบว่าผลมะม่วงชุดควบคุมมีค่า L* สูงที่สุดเท่ากับ 55.57 รองลงมาคือผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE ที่มีค่า L* เท่ากับ 50.64 และผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE ที่มีค่า L* เท่ากับ 49.76 (P =0.04) (ตารางภาคผนวกที่ 5)

ค่า chroma เป็นค่าที่แสดงถึงความเข้มของสีผิวผลมะม่วง พบว่าค่า chroma ของผิวผลมะม่วงในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 8) และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ตารางที่ 12) เมื่อพิจารณาชนิดของถุงพลาสติกที่ใช้บรรจุต่อการเปลี่ยนแปลงค่า chroma พบว่า เมื่อเก็บรักษาครบ 25 วัน ผลมะม่วงในชุดควบคุมมีค่า chroma เท่ากับ 33.66 ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE และ HDPE ที่มีค่า chroma เท่ากับ 19.97 และ 18.06 ตามลำดับ (P=0.01) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษาและชนิดของถุงพลาสติกที่ใช้ในการบรรจุมีปฏิสัมพันธ์กันในวันที่ 15, 20 และ 25 ของการเก็บรักษา (P=0.04, P=0.02 และ P=0.01 ตามลำดับ) (ตารางภาคผนวกที่ 6)

ตารางที่ 12 ค่า chroma ของเปลือกผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE และ HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1±1 และ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน

กรรมวิธี	ค่า chroma ของเปลือก				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)				
	5	10	15	20	25
ชุดควบคุมเก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	37.94	35.58	32.56	35.77	31.44
ชุดควบคุมเก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	37.67	35.03	34.33	35.45	34.54
บรรจุ LDPE เก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	38.20	36.10	31.81	35.82	34.80
บรรจุ LDPE เก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	37.45	34.63	33.90	35.47	33.53
บรรจุ HDPE เก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	37.41	34.53	32.03	34.52	32.46
บรรจุ HDPE เก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	37.89	35.49	33.79	32.95	33.45
LSD 0.05	1.71	3.37	7.55	5.42	4.37
CV (%)	1.65	3.50	8.32	5.65	4.75

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่า H° เป็นค่าที่บอกถึงช่วงสีที่ปรากฏบนผิวผลมะม่วง พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในผลมะม่วงทุกกรรมวิธีเมื่อเก็บรักษานาน 10 วัน หลังจากนั้นค่า H° ที่ได้จากผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE จะมีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจน ส่วนผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษานั้น ค่า H° มีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจนภายหลังการเก็บรักษานาน 15 วัน สำหรับผลมะม่วงชุดควบคุมพบว่ามีค่า H° ลดลงอย่างชัดเจนภายหลังการเก็บรักษานาน 20 วัน (ภาพที่ 8) เมื่อเก็บรักษาครบ 25 วัน พบว่าค่า H° มีแนวโน้มลดลงในทุกกรรมวิธี (ภาพที่ 8) ผลมะม่วงชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส มีค่า H° สูงสุดเท่ากับ 118.78 และ 116.84 ตามลำดับ (ตารางที่ 13) รองลงมาคือผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส รวมทั้งผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส ที่มีค่า H° เท่ากับ 107.35, 106.35, 106.15 และ 102.25 ตามลำดับ (ตารางที่ 13) เมื่อพิจารณาชนิดของถุงพลาสติกที่ใช้บรรจุ พบว่าผลมะม่วงชุดควบคุมมีค่า H° สูงสุดเท่ากับ 117.80 รองลงมาคือผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE ที่มีค่า H° เท่ากับ 107.14 และผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE มีค่า H° ต่ำสุดเท่ากับ 103.70 ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษาและชนิดของถุงพลาสติกที่ใช้ในการบรรจุมีปฏิสัมพันธ์กันในวันที่ 20 ของการเก็บรักษา ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวกที่ 7)

การเปลี่ยนสีผิวของผลมะม่วงเป็นกระบวนการที่เกิดเมื่อผลมะม่วงพัฒนาเข้าสู่กระบวนการสุก (จริงแท้, 2542) โดยมีการหายไปของสีเขียวและการปรากฏสีอื่นขึ้นมาแทน ซึ่งเป็นผลมาจากการทำงานของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสในการสลายคลอโรฟิลล์ และมีการปรากฏของแคโรทีนอยด์ซึ่งมีสีเหลือง (Jacobi and Wong, 1992) จากผลการทดลองพบว่าผลมะม่วงจากทุกกรรมวิธีมีสีเขียวลดลง และมีสีเหลืองเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น โดยพิจาณาจากค่า H° ที่ลดลง การบรรจุผลมะม่วงในถุงพลาสติกไม่สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลมะม่วงได้ และการเกิดอาการสะท้านหนาวมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลมะม่วง โดยผลมะม่วงที่เกิดอาการสะท้านหนาวจะมีสีคล้ำกว่าปกติ (สายชล, 2536) จากผลการทดลองพบว่าผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์และเกิดอาการสะท้านหนาวสูงสุด ซึ่งพบว่าสีผิวมีค่า L* ค่า chroma และ ค่า H° ต่ำสุด แสดงว่าผลมะม่วงมีสีผิวคล้ำลงและเกิดสีเขียวคล้ำมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงจากกรรมวิธีอื่น (ภาพที่ 11, และภาพที่ 12)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เลขหมู่.....
49 สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตารางที่ 13 ค่า H° ของเปลือกผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE และ HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1±1 และ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน

กรรมวิธี	ค่า H° ของเปลือก (องศา)				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)				
	5	10	15	20	25
ชุดควบคุมเก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	119.51	119.74	119.92^{a}	119.94^{a}	118.78^{a}
ชุดควบคุมเก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	120.11	119.04	119.93^{a}	120.66^{a}	116.84^{a}
บรรจุ LDPE เก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	118.17	119.52	119.19^{ab}	112.33^{c}	107.35^{b}
บรรจุ LDPE เก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	118.47	119.22	118.23^{b}	117.21^{b}	106.35^{b}
บรรจุ HDPE เก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	118.84	118.71	115.62^{c}	111.55^{c}	106.15^{bc}
บรรจุ HDPE เก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	118.46	119.94	116.35^{c}	105.89^{d}	102.25^{c}
LSD 0.05	1.97	1.72	1.26	2.09	3.51
CV (%)	0.93	0.82	0.60	1.03	1.80

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

6. การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ

ตั้งแต่วันเริ่มต้นจนถึงวันที่ 10 ของการเก็บรักษา พบว่าค่า L* ของเนื้อมะม่วงจากทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเก็บรักษานาน 15 วันค่า L* ของผลมะม่วงจากทุกกรรมวิธีมีค่าลดลง และเพิ่มขึ้นอีกครั้งในวันที่ 20 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้นพบว่าค่า L* ที่ได้จากผลมะม่วงทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยจนสิ้นสุดการเก็บรักษานาน 25 วัน จากผลการทดลองพบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาค่า L* ที่วัดได้จากผลมะม่วงทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 14 ภาพที่ 9) เมื่อเก็บรักษาครบ 25 วัน ผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส มีค่า L* เท่ากับ 84.87 เท่ากันซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส ที่มีค่า L* เท่ากับ 84.17 และ 84.45 ตามลำดับ (ตารางที่ 14) รวมทั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส ที่มีค่า L* เท่ากับ 85.08 และ 84.91 ตามลำดับ (ตารางที่ 14) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษาและชนิดของถุงพลาสติกที่ใช้ในการบรรจุไม่มีปฏิสัมพันธ์กันตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา (ตารางภาคผนวกที่ 8)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 14 ค่า L* ของเนื้อผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE และ HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1±1 และ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน

กรรมวิธี	ค่า L* ของเนื้อ				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)				
	5	10	15	20	25
ชุดควบคุมเก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	84.11	85.06	79.24	84.00	85.08
ชุดควบคุมเก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	84.01	84.86	79.29	84.80	84.91
บรรจุ LDPE เก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	84.39	85.62	77.97	83.62	84.87
บรรจุ LDPE เก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	84.54	85.92	80.63	84.81	84.87
บรรจุ HDPE เก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	84.50	85.84	82.59	85.12	84.17
บรรจุ HDPE เก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	84.23	85.29	81.57	85.27	84.45
LSD 0.05	0.71	1.47	5.05	1.85	0.99
CV (%)	0.99	0.62	3.55	1.23	0.66

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

ค่า chroma ของเนื้อมะม่วงที่ได้จากทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา (ภาพที่ 9) และเมื่อเก็บรักษาครบ 25 วันเนื้อมะม่วงชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่า chroma สูงสุดเท่ากับ 36.39 (ตารางที่ 15) รองลงมาได้แก่เนื้อมะม่วงชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ที่มีค่า chroma เท่ากับ 30.43 ส่วนผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่า chroma ของเนื้อเท่ากับ 16.48 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส และผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ที่มีค่า chroma เท่ากับ 19.93, 20.00 และ 19.64 ตามลำดับ (ตารางที่ 15) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษาและชนิดของถุงพลาสติกที่ใช้บรรจุมีปฏิสัมพันธ์กันในวันที่ 15, 20 และ 25 ของการเก็บรักษา ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวกที่ 9)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 15 ค่า chroma ของเนื้อผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE และ HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1±1 และ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน

กรรมวิธี	ค่า chroma ของเนื้อ				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)				
	5	10	15	20	25
ชุดควบคุมเก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	35.36	35.24	32.01^{a}	33.64^{a}	30.43^{b}
ชุดควบคุมเก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	34.85	35.34	34.33^{a}	34.15^{a}	36.39^{a}
บรรจุ LDPE เก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	36.40	35.04	33.98^{a}	25.53^{bc}	19.93^{c}
บรรจุ LDPE เก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	37.75	36.85	32.22^{a}	25.99^{b}	20.00^{c}
บรรจุ HDPE เก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	38.16	34.07	27.08^{b}	23.94^{c}	19.64^{c}
บรรจุ HDPE เก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	35.79	35.34	24.78^{b}	20.61^{d}	16.48^{c}
LSD 0.05	3.20	3.54	2.65	2.00	4.16
CV (%)	4.93	5.64	4.87	4.09	9.76

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

สำหรับค่า H° นั้นพบว่าตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา ค่า H° ของเนื้อผลมะม่วงที่ได้จากทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงครบ 25 วันพบว่าสีเนื้อผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส มีค่า H° เท่ากับ 97.59 และ 98.05 ตามลำดับ (ตารางที่ 16 และ ภาพที่ 9) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส ที่มีค่า H° ของเนื้อเท่ากับ 98.61 และ 97.42 ตามลำดับ (ตารางที่ 16) และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส ที่มีค่า H° เท่ากับ 97.84 และ 97.48 ตามลำดับ (ตารางที่ 16) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษาและชนิดของถุงพลาสติกที่ใช้ในการบรรจุไม่มีปฏิสัมพันธ์กันตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ตารางภาคผนวกที่ 10)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 16 ค่า H° ของเนื้อผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE และ HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1±1 และ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน

กรรมวิธี	ค่า H°ของเนื้อ (องศา) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)				
	5	10	15	20	25
ชุดควบคุมเก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	96.94	97.38	97.14	98.46	97.84
ชุดควบคุมเก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	96.90	97.31	96.56	98.43	97.48
บรรจุ LDPE เก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	96.38	96.17	97.27	98.30	97.59
บรรจุ LDPE เก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	97.67	98.99	96.59	99.23	98.05
บรรจุ HDPE เก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	96.81	97.13	96.93	99.46	98.61
บรรจุ HDPE เก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	96.95	97.41	96.87	99.62	97.42
LSD 0.05	1.62	3.52	1.76	1.48	1.36
CV (%)	0.61	1.32	1.01	0.85	0.79

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

การเปลี่ยนสีของเนื้อมะม่วงเกิดขึ้นเมื่อผลมะม่วงพัฒนาเข้าสู่กระบวนการสุก เช่น มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เมื่อเข้าสู่ระยะการสุกเนื้อจะมีสีเหลือง และผลมะม่วงมีแคโรทีนอยด์เพิ่มมากขึ้นเมื่อผลสุก (ดวงตรา, 2536) การเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิต่ำ 5 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิต่ำมีผลต่อการชะลอกระบวนการเมแทบอลิซึม กระบวนการสุกและการเสื่อมสภาพของผลิตผล (Kader *et al.*, 1985) ส่งผลให้ชะลอการเปลี่ยนสีของเนื้อมะม่วง ทำให้ผลมะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อเพียงเล็กน้อยและมีสีเนื้อใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 13 และภาพที่ 14)

การบรรจุผลมะม่วงในถุงพลาสติกทั้งสองชนิดแล้วเก็บรักษา มีผลทำให้ค่า chroma ลดลงมากกว่าผลมะม่วงชุดควบคุม (ตารางภาคผนวกที่ 9) และผลมะม่วงแสดงอาการสะท้านหนาวสูงกว่าผลมะม่วงชุดควบคุมที่ไม่ได้บรรจุในถุงพลาสติก (ตารางที่ 17 และตารางภาคผนวกที่ 11) คาดว่าการเกิดอาการสะท้านหนาวมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของผลมะม่วง สอดคล้องกับ Ketsa and Raksritong. (1992) ที่รายงานว่า สีเนื้อบริเวณใกล้เมล็ดของผลมะม่วงที่เกิดอาการสะท้านหนาวมีสีผิดปกติ ผลมะม่วงดิบผิวและเนื้อบางส่วนมีสีคล้ำ ซึ่งอาจเป็นสีม่วงหรือสีเทา เนื้อส่วนที่ติดกับเมล็ดจะมีสีเทาหรือดำคล้ำ การสุกเกิดไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งผล เนื้อพัฒนาไปสู่การสุก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไม่สมบูรณ์ ความรุนแรงของความเสียหายที่เกิดขึ้นอยู่กับระดับอุณหภูมิและความยาวนานของระยะเวลาที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ (สายชล, 2536)

7. การเกิดอาการสะท้านหนาว

ลักษณะปรากฏของอาการสะท้านหนาวที่เกิดขึ้นกับผลมะม่วงคือ เกิดอาการยุบตัวของเนื้อเยื่อ ผิวมีสีคล้ำลง เกิดจุดสีคล้ำที่ผิว และเกิดปื้นสีน้ำตาล (ดนัย, 2540) จากผลการทดลองพบว่าอาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงในแต่ละกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น (ภาพที่ 10) โดยผลมะม่วงที่บรรจุถุงพลาสติกชนิด HDPE แล้วเก็บรักษามีอาการสะท้านหนาวเพิ่มขึ้นภายหลังการเก็บรักษานาน 5 วัน ส่วนผลมะม่วงที่บรรจุถุงพลาสติกชนิด LDPE และผลมะม่วงชุดควบคุม มีแนวโน้มของอาการสะท้านหนาวเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนภายหลังการเก็บรักษานาน 10 วัน และเพิ่มขึ้นในสัดส่วนที่ต่ำกว่าผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 10) เมื่อเก็บรักษาครบ 25 วัน พบว่าผลมะม่วงในชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีอาการสะท้านหนาวเท่ากับ 3.00 คะแนน (มีอาการปานกลางตั้งแต่ 26-50 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะม่วงในชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส, ผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส และผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติก HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ที่มีอาการสะท้านหนาวเท่ากับ 3.33, 3.67, 3.00 และ 4.00 คะแนน (มีอาการปานกลางตั้งแต่ 26-50 เปอร์เซ็นต์ ถึงมีอาการรุนแรงตั้งแต่ 51-75 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ (ตารางที่ 17 ; ภาพที่ 11และภาพที่ 12)

การศึกษาระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาและชนิดของถุงพลาสติกที่ใช้บรรจุต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว พบว่าการเกิดอาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น (ภาพที่ 10) ระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส มีระดับอาการสะท้านหนาวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเก็บรักษาครบ 25 วันผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE แสดงอาการสะท้านหนาวที่ระดับ 4.17 คะแนน (มีอาการรุนแรงตั้งแต่ 51-75 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE และผลมะม่วงที่ในชุดควบคุมที่แสดงอาการสะท้านหนาวที่ระดับ 3.50 และ 3.17 คะแนน (แสดงอาการปานกลางตั้งแต่ 26-50 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 11) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิที่เก็บรักษาและชนิดของถุงพลาสติกที่ใช้ในการบรรจุมีปฏิสัมพันธ์กันในวันที่ 20 และ 25 ของการเก็บรักษา (P= 0.39 และ 0.39 ตามลำดับ) (ตารางภาคผนวกที่ 11)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 17 อาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE และ HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1±1 และ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน

กรรมวิธี	อาการสะท้านหนาว (คะแนน) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)				
	5	10	15	20	25
ชุดควบคุมเก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	1.00	1.00^{b}	1.67^{b}	2.00^{b}	3.33^{ab}
ชุดควบคุมเก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	1.00	1.00^{b}	1.33^{b}	2.00^{b}	3.00^{b}
บรรจุ LDPE เก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	1.00	1.00^{b}	1.67^{b}	2.67^{ab}	3.67^{ab}
บรรจุ LDPE เก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	1.00	1.00^{b}	1.67^{b}	2.33^{ab}	3.00^{b}
บรรจุ HDPE เก็บ 1±1 องศาเซลเซียส	1.00	1.67^{a}	2.33^{a}	3.00^{ab}	4.00^{ab}
บรรจุ HDPE เก็บ 5±1 องศาเซลเซียส	1.00	2.00^{a}	2.33^{a}	3.33^{a}	4.33^{a}
LSD 0.05	-	0.67	1.57	1.14	1.28
CV (%)	-	19.14	31.39	16.11	12.99

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

ระบบการให้คะแนน 5 ระดับ

1 = ไม่มีอาการ

2 = มีอาการเล็กน้อย ตั้งแต่ 1 - 25 เปอร์เซ็นต์

3 = มีอาการปานกลาง ตั้งแต่ 26 - 50 เปอร์เซ็นต์

4 = มีอาการรุนแรง ตั้งแต่ 51 - 75 เปอร์เซ็นต์

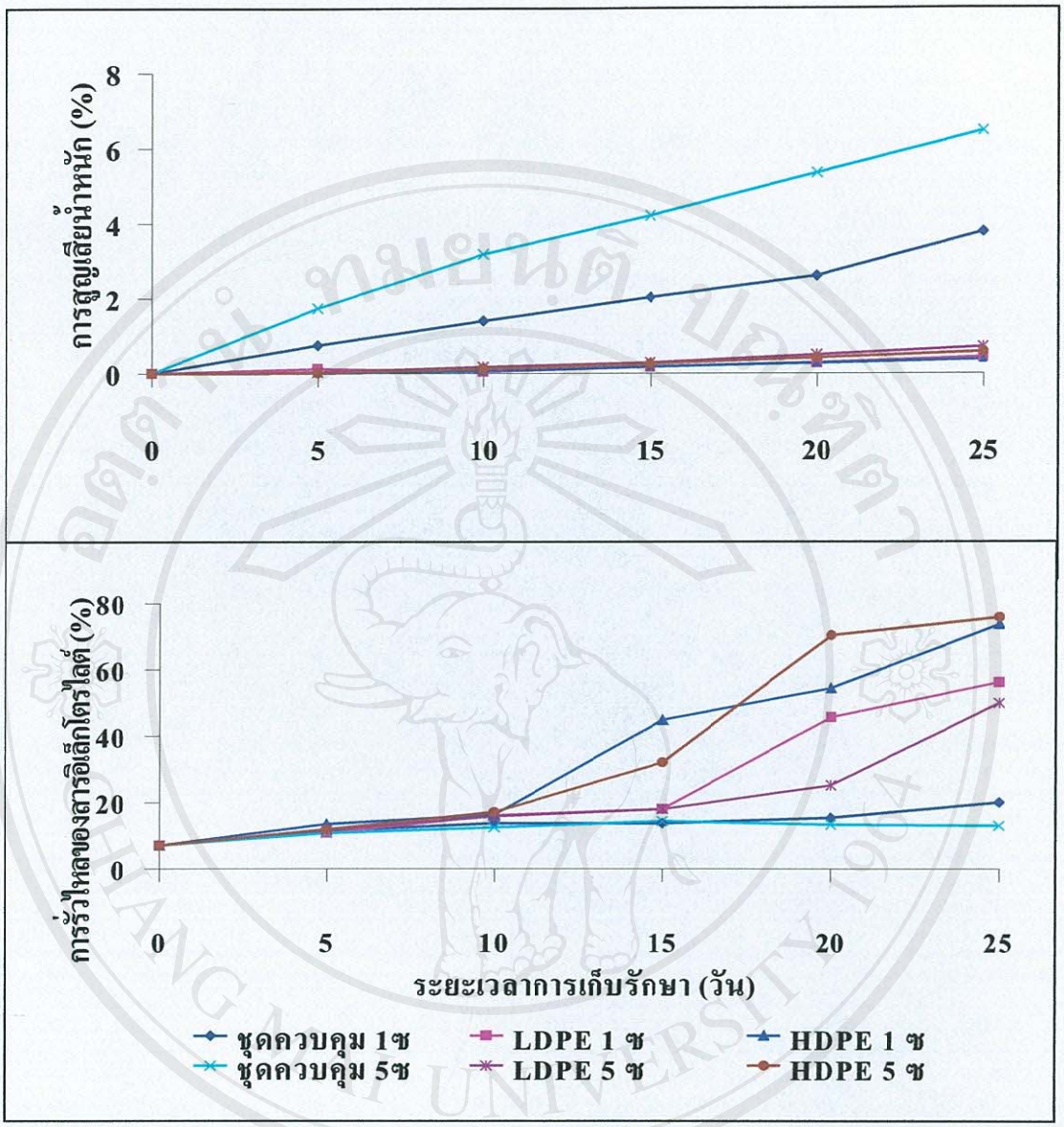
5 = มีอาการรุนแรงมากตั้งแต่ 76 - 100 เปอร์เซ็นต์

จากผลการทดลองที่ได้ แสดงว่าการบรรจุผลมะม่วงในถุงพลาสติกทั้งสองชนิดแล้วนำไปเก็บรักษาไม่สามารถลดระดับการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ได้ แม้ว่ามีรายงานที่เกี่ยวกับการบรรจุผลมะม่วงในถุงพลาสติกหรือฟิล์มที่สามารถลดอาการสะท้านหนาวในผลมะม่วงลงได้ อาทิ การบรรจุผลมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins และ Kiett ในถุง PE และ XF film (Xtend® film) ที่ผิวมีรูขนาดเล็กจำนวนมากก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส สามารถลดอาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงได้ (Pesis *et al.*, 2000) และ Ketsa and Raksritong (1992) รายงานว่าการหุ้มผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ด้วยฟิล์ม PVC แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10, 12.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

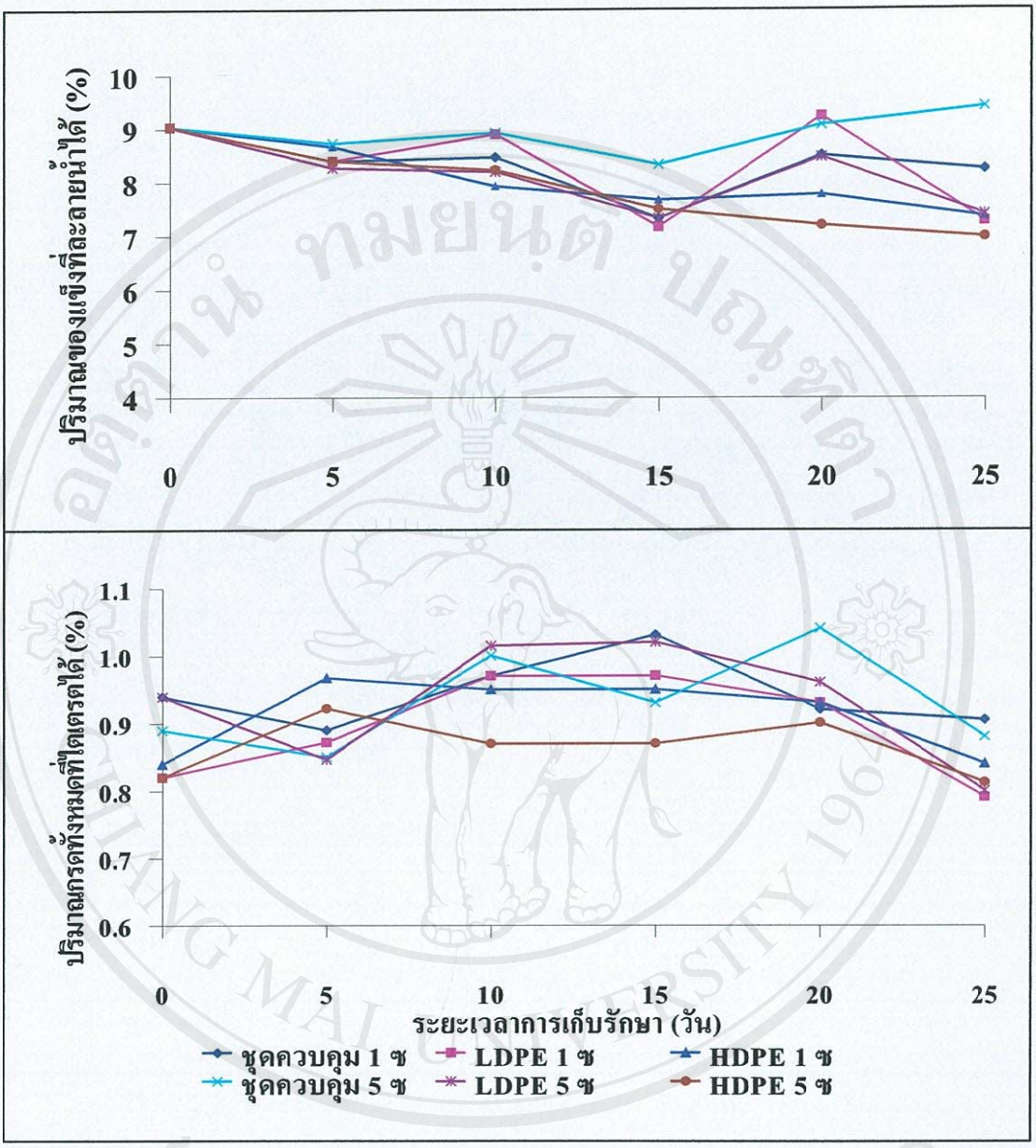
องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง ผลมะม่วงแสดงอาการสะท้านหนาวช้ากว่าผลมะม่วงในชุดควบคุมที่ไม่มีการห่อฟิล์ม 4 วัน แต่การดัดแปลงสภาพบรรยากาศก็อาจมีผลเสียต่อผลิตผลได้ เช่น การเปลี่ยนแปลงกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติในมะม่วงและมะเขือเทศ (Nakashi *et al.*, 1991 และ Miller *et al.*, 1983) ผลสุกไม่สม่ำเสมอในสาลี่ (Sornsrivichai, 1990) เนื่องจากสภาพออกซิเจนที่ต่ำเกินไปหรือคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงเกินไปเมื่อเก็บรักษาผลิตผลในสภาพดัดแปลงบรรยากาศ ทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Kader *et al.*, 1985) และผลิตผลมีการตอบสนองในระดับเซลล์ต่อการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนโดยเกิดกระบวนการทางชีวเคมีที่ผิดปกติ มีการสะสมสารพิษ อาทิ อะซิตัลดีไฮด์ เอทิลแอลกอฮอล์ เอทิลอะซิเตต และแลกเตต ซึ่งสารเหล่านี้นอกจากจะทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติในผลิตผลแล้ว (Mattheis and Fellman, 2000) ยังส่งผลให้เซลล์และเยื่อหุ้มเกิดการเสื่อมสภาพ (ดนัย, 2540) ทำให้ผลิตผลมีความอ่อนแอและตอบสนองต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวเพิ่มมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



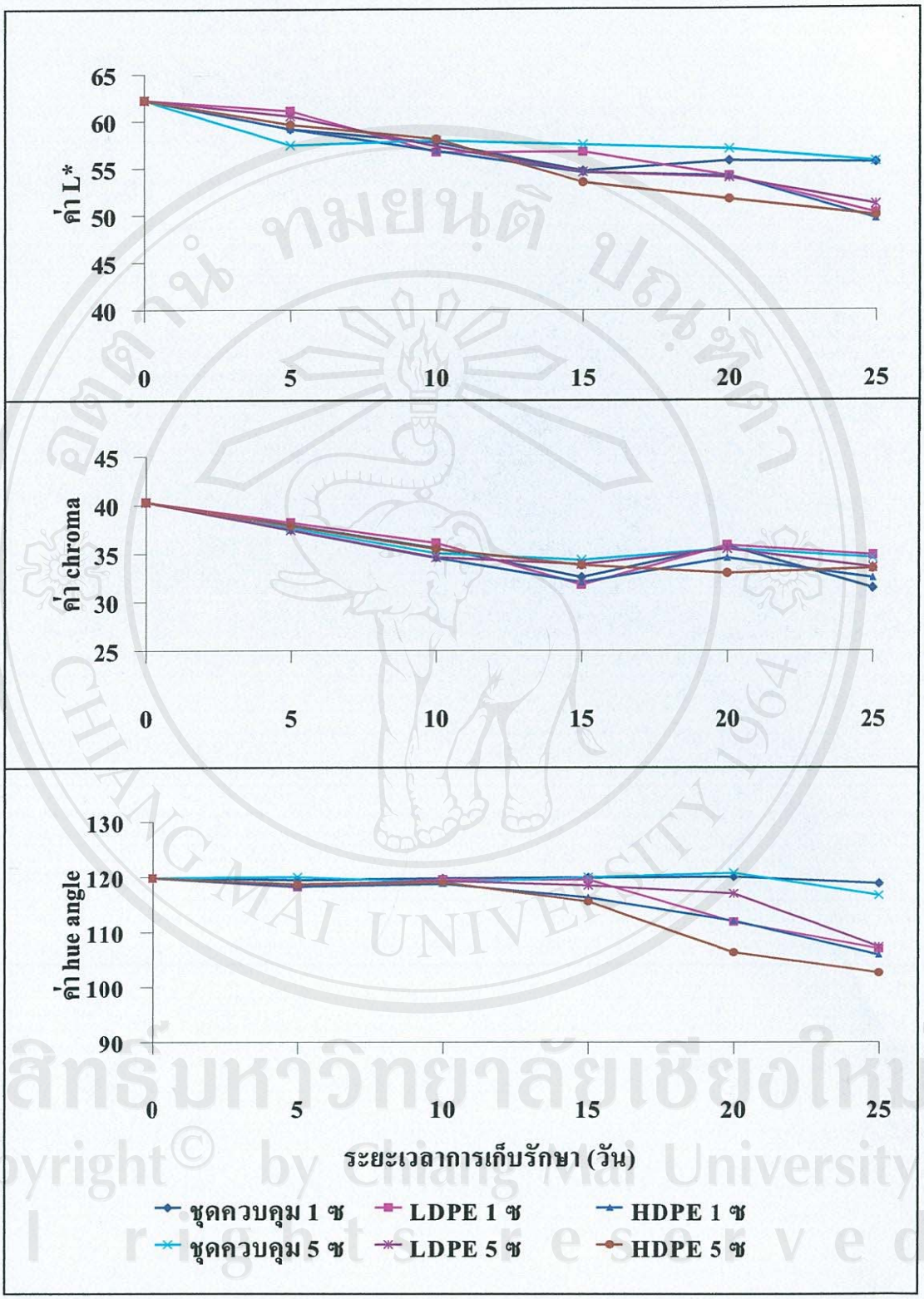
ภาพที่ 6 การสูญเสียน้ำหนัก และการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE และ LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1±1 และ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



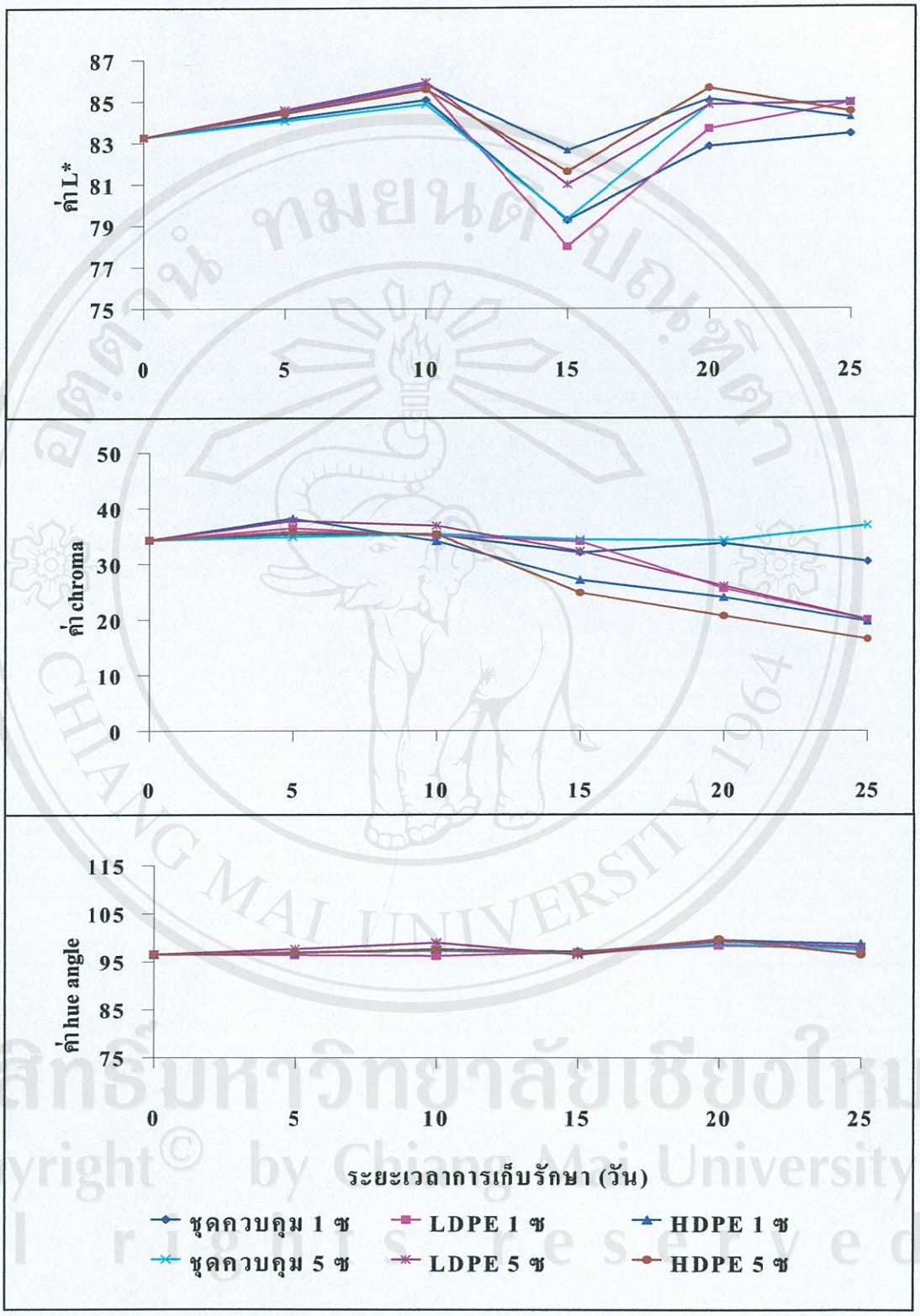
ภาพที่ 7 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE และ LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1±1 และ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



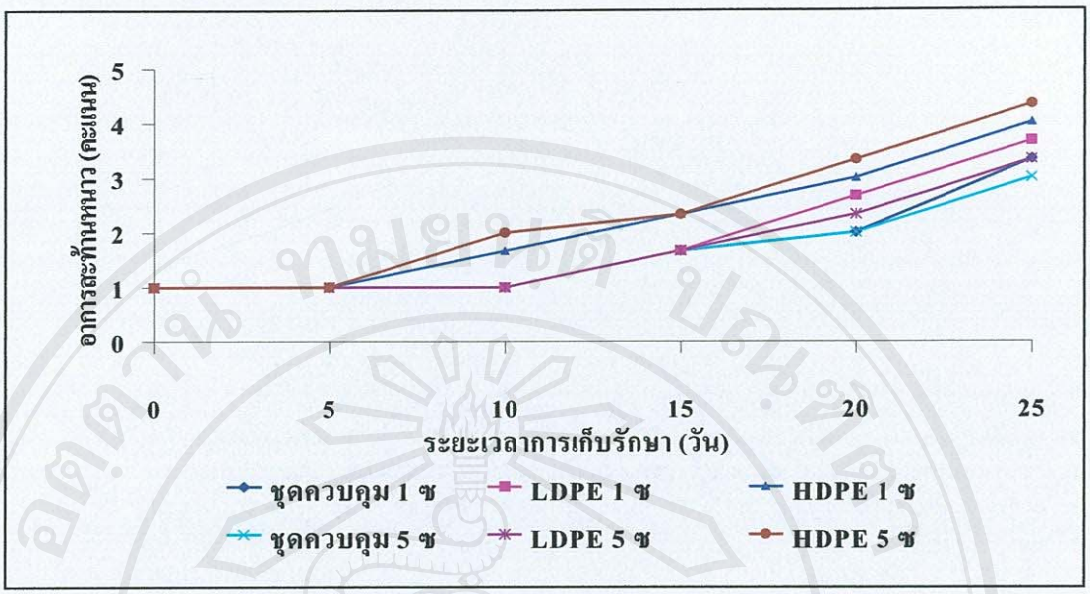
ภาพที่ 8 ค่า L* ค่า chroma และ ค่า hue angle ของผิวเปลือกผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE และ LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1±1 และ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



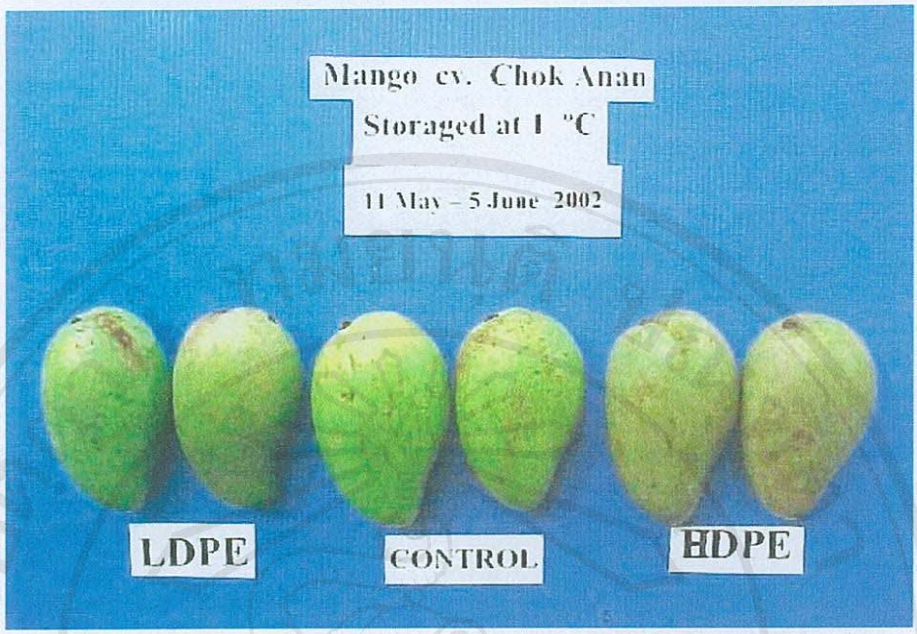
ภาพที่ 9 ค่า L* ค่า chroma และค่า hue angle ของเนื้อผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE และ LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1±1 และ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

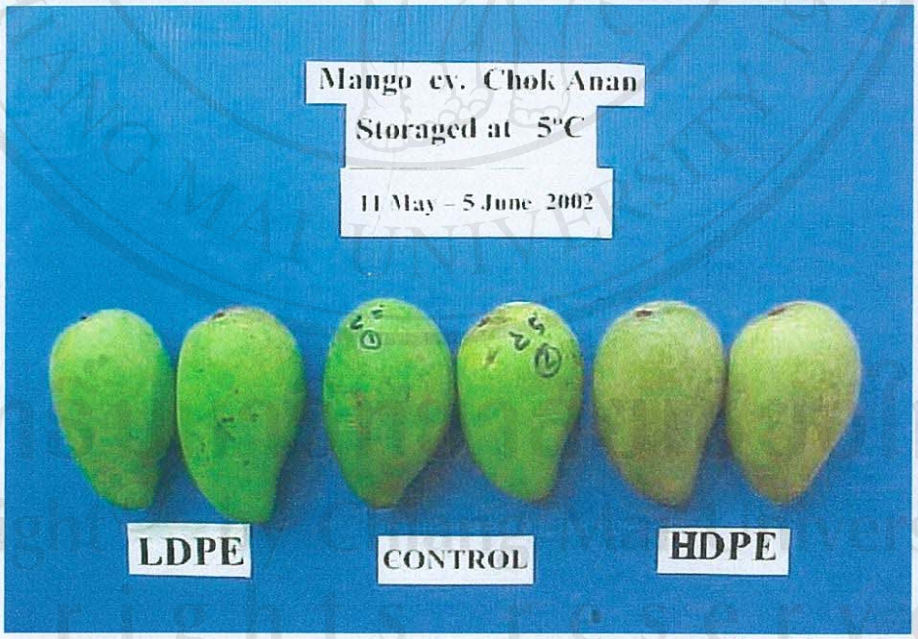


ภาพที่ 10 อาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE และ LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1±1 และ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



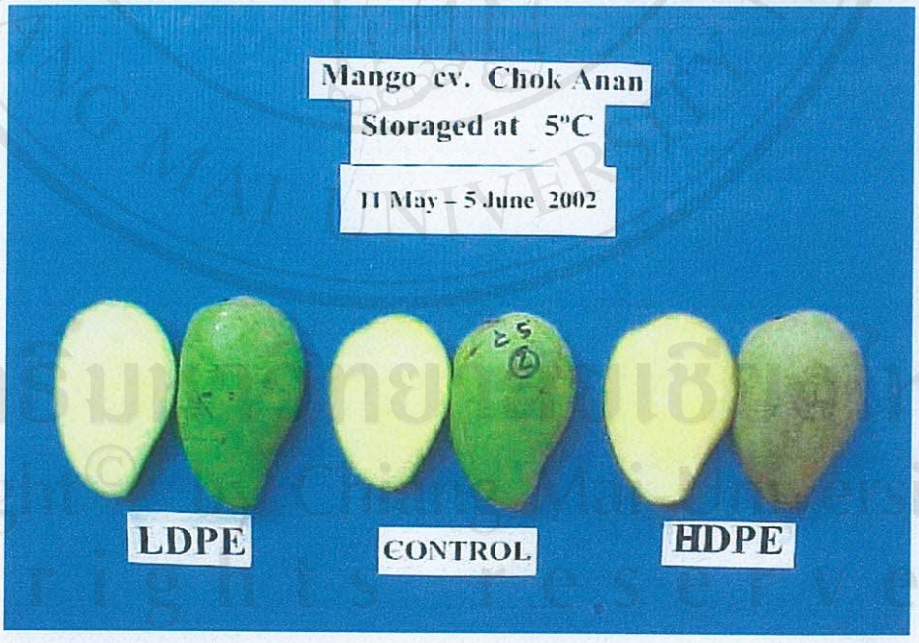
ภาพที่ 11 ลักษณะภายนอกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมและที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE และ HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1±1 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน



ภาพที่ 12 ลักษณะภายนอกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมและที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE และ HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 13 ลักษณะภายนอกและภายในของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมและที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE และ HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1±1 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน



ภาพที่ 14 ลักษณะภายนอกและภายในของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ชุดควบคุมและที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE และ HDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 2

ผลการทดลองที่ 2 ผลของอุณหภูมิสูงในรูปน้ำร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณและรูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์

1. การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีน

ปริมาณโปรตีนทั้งหมดที่ละลายได้ในเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ได้จากทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ตารางที่ 18 และภาพที่ 15) โดยในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษาปริมาณโปรตีนทั้งหมดที่ละลายได้มีค่าผันแปรอยู่ระหว่าง 0.28-0.35 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และเมื่อเก็บรักษาครบ 24 วัน ปริมาณโปรตีนทั้งหมดที่ละลายได้ในเนื้อมะม่วงมีค่าผันแปรอยู่ระหว่าง 0.31-0.40 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (ตารางที่ 18)

เมื่อศึกษาผลของระดับอุณหภูมิของน้ำร้อนที่ใช้ในการแช่ผลมะม่วงต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีนทั้งหมดที่ละลายได้ พบว่าในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา ปริมาณโปรตีนทั้งหมดที่ละลายได้ในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 0.34 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส ที่มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 0.31 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (ตารางภาคผนวกที่ 12) และเมื่อพิจารณาด้านระยะเวลาในการแช่น้ำร้อนของผลมะม่วงต่อปริมาณโปรตีนทั้งหมดที่ละลายได้ พบว่าเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 16 วัน ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนเป็นระยะเวลา 75 นาที มีปริมาณโปรตีนทั้งหมดที่ละลายได้เท่ากับ 0.29 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (ตารางภาคผนวกที่ 12) ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 30, 45 และ 60 นาที รวมทั้งชุดควบคุมที่มีปริมาณโปรตีนทั้งหมดที่ละลายได้ เท่ากับ 0.31, 0.32, 0.33 และ 0.34 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสดตามลำดับ ($P<0.01$) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิของน้ำและระยะเวลาในการแช่มีปฏิสัมพันธ์กันในการเก็บรักษาวันเริ่มต้น วันที่ 4 และวันที่ 8 ของการเก็บรักษา (ตารางภาคผนวกที่ 12)

ผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่าเมื่อแช่ผลมะม่วงในน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาณโปรตีนทั้งหมดที่ละลายได้ในเนื้อมะม่วงลดลง (ตารางภาคผนวกที่ 12) ซึ่งจากรายงานพบว่าพืชมีการสังเคราะห์โปรตีนลดลงเมื่อได้รับอุณหภูมิสูงขึ้น เช่น Key *et al.* (1981) รายงานว่าต้นถั่วเหลืองมีการสังเคราะห์โปรตีนและมีปริมาณโปรตีนโดยรวมทั้งหมด (total protein) ลดลงเมื่อได้รับอุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียสหรืออุณหภูมิที่สูงกว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

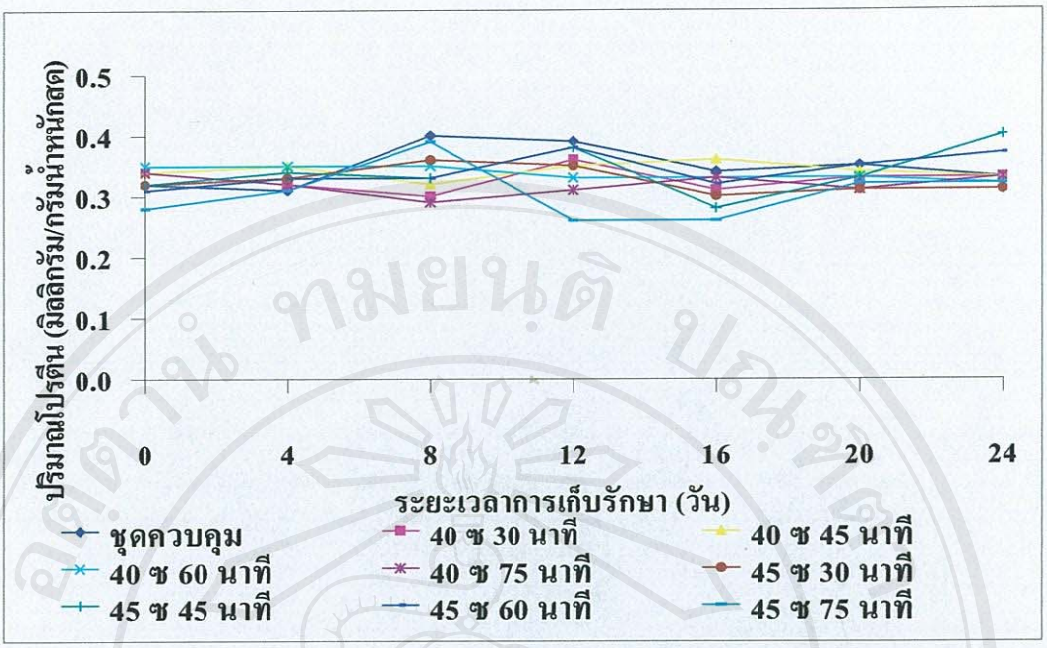
ตารางที่ 18 ปริมาณโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 วัน

กรรมวิธี	ปริมาณโปรตีน (มิลลิกรัม / กรัมน้ำหนักสด)						
ระยะเวลาที่แช่และระดับอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่ผลมะม่วง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)						
	0	4	8	12	16	20	24
ชุดควบคุม (ไม่แช่น้ำร้อน)	0.32	0.31	0.40	0.39^{a}	0.34	0.35^{a}	0.33
30 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	0.34	0.32	0.30	0.36^{ab}	0.31	0.33^{ab}	0.33
45 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	0.34	0.35	0.32	0.35^{ab}	0.36	0.34^{ab}	0.33
60 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	0.35	0.35	0.35	0.33^{ab}	0.33	0.33^{ab}	0.32
75 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	0.34	0.32	0.29	0.31^{ab}	0.33	0.31^{ab}	0.33
30 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	0.32	0.33	0.36	0.35^{ab}	0.30	0.31^{ab}	0.31
45 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	0.32	0.34	0.33	0.38^{a}	0.28	0.33^{ab}	0.40
60 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	0.31	0.33	0.33	0.38^{a}	0.32	0.35^{a}	0.37
75 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	0.28	0.31	0.39	0.26^{b}	0.26	0.32^{ab}	0.32
LSD 0.05	0.09	0.11	0.17	0.11	0.17	0.06	0.11
CV (%)	5.95	9.58	10.97	6.43	14.24	3.04	7.20

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

สอดคล้องกับ Ferguson *et al.* (1994) ที่รายงานว่าผลสาลี่ที่ได้รับความร้อนที่ระดับอุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาตั้งแต่ 1-8 ชั่วโมง มีการสังเคราะห์ Heat Shock Protein (HSPs) ขึ้น แต่เมื่อผลสาลี่ได้รับอุณหภูมิตั้งแต่ 40±1 องศาเซลเซียสขึ้นไปพบว่าการสังเคราะห์ HSPs ลดลง และเมื่อระยะเวลาที่ได้รับอุณหภูมิสูงเพิ่มขึ้น การเสื่อมสลายของโปรตีน (protein degradation) จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และผลสาลี่ที่ได้รับความร้อนที่ระดับอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง มีการสลายตัวของโปรตีนสูงกว่าผลสาลี่ที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 และ 39 องศาเซลเซียส ที่ได้รับความร้อนเป็นระยะเวลาเท่ากัน คาดว่าอุณหภูมิที่สูงเกินไปทำให้ mRNA เกิดการสลายตัว และลดการเกิด transcription และ translation ของ mRNA ลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 15 ปริมาณโปรตีนทั้งหมดในเนื้อผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 วัน

ในกระบวนการเสื่อมสลายของโปรตีนนั้น พบว่า ubiquitin เป็นโพลีเปปไทด์จำเพาะชนิดหนึ่ง ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของกระบวนการเริ่มต้นในระบบเอนไซม์ที่ย่อยสลายโปรตีน โดย ubiquitin จะเข้าจับกับโปรตีนเป้าหมายก่อนที่จะเกิดกระบวนการย่อยสลายโปรตีน (Hershko and Ciechanover, 1992) ในพืชที่ได้รับอุณหภูมิสูง พบว่ามีการเกาะจับของ ubiquitin กับโปรตีนที่มวลโมเลกุลสูง (high molegular weight protein) ที่มีลักษณะเป็นก้อนเพิ่มขึ้น ก่อนที่กระบวนการ protein turnover ในเนื้อเยื่อของพืชจะเกิด (Wettern *et al.*, 1990)

2. การเปลี่ยนแปลงรูปแบบโปรตีน

เมื่อนำโปรตีนที่ได้จากการสกัดเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ปริมาณ 20 ไมโครกรัมจากแต่ละกรรมวิธีมาวิเคราะห์หารูปแบบของโปรตีนโดยวิธี SDS-PAGE พบว่าเจลที่เหมาะสมในการแยกแถบโปรตีนคือ polyacrylamide gel ที่มีความเข้มข้นของ acrylamide เท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ และใช้ระบบบัฟเฟอร์ที่มีสารละลาย Tris–HCl ความเข้มข้น 0.0083 โมลาร์ ความเป็นกรด-ด่าง 8.3 ที่มีส่วนผสมของไกลซีน 0.192 โมลาร์ และ SDS 0.1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทำให้สามารถสังเกตแถบของโปรตีนที่แยกได้แต่ละแถบที่ย้อมติดสีน้ำเงินของสารละลาย coomassies brilliant blue R-250 0.1%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่มีเมทานอล 50% และ กรดอะซีติก 10% โดยสกัดโปรตีนจากเนื้อของผลมะม่วงในทุกกรรมวิธีทุก 4 วัน แล้วนำมาวิเคราะห์หารูปแบบของโปรตีนเปรียบเทียบกับโปรตีนมาตรฐานที่ทราบน้ำหนักโมเลกุล รูปแบบของโปรตีนที่ได้จากชุดควบคุมตลอดระยะการเก็บรักษามีจำนวนแถบที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่าเท่ากัน คือมีจำนวนแถบเท่ากับ 36 แถบ ซึ่งแถบโปรตีนส่วนใหญ่จะอยู่ชิดกัน (ภาพที่ 16-22) เมื่อกำหนดช่วงของแถบที่ปรากฏโดยใช้แถบโปรตีนมาตรฐานเป็นตัวกำหนด สามารถระบุตำแหน่งการปรากฏของแถบโปรตีนแต่ละแถบที่ได้จากแต่ละกรรมวิธี ดังนี้

แถบที่ 1-5 พบว่าปรากฏอยู่ในช่วงระหว่างแถบโปรตีนมาตรฐานแถบที่ 1 และ 2 โดยแต่ละแถบมีลักษณะเป็นเส้นจางอยู่ชิดกัน และมีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 116.25-200.00 กิโลดาลตัน (ภาพที่ 16-22) โดยทั้ง 5 แถบมีลักษณะใกล้เคียงกันในทุกกรรมวิธีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

แถบที่ 6-8 พบว่าปรากฏอยู่ในช่วงระหว่างแถบโปรตีนมาตรฐานแถบที่ 2 และ 3 โดยแต่ละแถบติดสีเข้มและหนากว่า 5 แถบแรก อยู่ชิดกัน มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วงระหว่าง 97.40 -116.25 กิโลดาลตัน (ภาพที่ 16-22) และมีลักษณะใกล้เคียงกันในทุกกรรมวิธีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

แถบที่ 9-12 พบว่าปรากฏอยู่ในช่วงระหว่างแถบโปรตีนมาตรฐานแถบที่ 3 และ 4 โดยพบว่าแถบที่ 9 และ 10 จะติดสีเข้มและหนา ปรากฏชัดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งทั้ง 4 แถบมีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วงระหว่าง 66.20-97.40 กิโลดาลตัน (ภาพที่ 16-22) และมีลักษณะใกล้เคียงกันในทุกกรรมวิธีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

แถบที่ 13-19 พบว่าปรากฏอยู่ในช่วงระหว่างแถบโปรตีนมาตรฐานแถบที่ 4 และ 5 โดยแต่ละแถบมีลักษณะติดสีเข้ม อยู่ค่อนข้างชิดกัน และมีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วงระหว่าง 45.00-66.20 กิโลดาลตัน (ภาพที่ 16-22) และมีลักษณะใกล้เคียงกันในทุกกรรมวิธีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

แถบที่ 20-27 พบว่าปรากฏอยู่ในช่วงระหว่างแถบโปรตีนมาตรฐานแถบที่ 5 และ 6 โดยแถบที่ 22 มีลักษณะเป็นแถบหนาติดสีเข้มมาก สามารถสังเกตเห็นได้ชัดเจนตลอดระยะเวลาเก็บรักษา ส่วนแถบที่ 27 มีลักษณะเป็นแถบที่ติดสีเข้มและมีความหนามากที่สุด และปรากฏชัดเจนที่สุดในทุกกรรมวิธีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งทั้ง 8 แถบมีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 31.00-45.00 กิโลดาลตัน (ภาพที่ 16-22) และมีลักษณะใกล้เคียงกันในทุกกรรมวิธีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

แถบที่ 28-32 พบว่าปรากฏอยู่ในช่วงระหว่างแถบโปรตีนมาตรฐานแถบที่ 6 และ 7 แต่ละแถบมีลักษณะติดสีเข้มปานกลาง อยู่ชิดกัน มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วงระหว่าง 21.50-31.00 กิโลดาลตัน (ภาพที่ 16-22) ทั้ง 5 แถบมีลักษณะใกล้เคียงกันในทุกกรรมวิธีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

แถบที่ 33-36 พบว่าปรากฏอยู่ในช่วงระหว่างแถบโปรตีนมาตรฐานแถบที่ 7 และ 8 โดยแต่ละแถบมีลักษณะเป็นเส้นหนาอยู่ห่างกัน แถบที่ 34 มีลักษณะเป็นแถบหนาและติดสีเข้ม ทั้ง 4 แถบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 14.40-21.50 กิโลดาลตัน (ภาพที่ 16-22) และมีลักษณะใกล้เคียงกันในทุกกรรมวิธีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

สำหรับเจลส่วนที่อยู่ต่ำกว่าระดับของแถบโปรตีนมาตรฐานแถบที่ 8 ไม่สามารถสังเกตและระบุตำแหน่งแถบโปรตีนที่ปรากฏได้เนื่องจากไม่ปรากฏเป็นแถบชัดเจน (ภาพที่ 16-22) เมื่อพิจารณารูปแบบของแถบโปรตีนที่ได้ในแต่ละวันผลที่ได้มีดังนี้คือ

ในวันเริ่มต้น พบว่าทุกกรรมวิธีมีจำนวนแถบโปรตีนที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่าเท่ากันกับแถบโปรตีนชุดควบคุม คือ 36 แถบ และแถบโปรตีนแถบที่ 27 (ติดสีเข้มและหนาที่สุดในทุกกรรมวิธี) ในผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 75 นาที มีความหนาและความเข้มของแถบน้อยกว่าแถบโปรตีนแถบที่ 27 ในกรรมวิธีอื่น ๆ

ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา พบว่าทุกกรรมวิธีมีจำนวนแถบโปรตีนที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่าเท่ากันกับแถบโปรตีนชุดควบคุม คือ 36 แถบ และแถบโปรตีนแถบที่ 27 ในผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 60 และ 75 นาที แถบโปรตีนมีลักษณะที่บางกว่า และติดสีเข้มน้อยกว่าแถบโปรตีนแถบที่ 27 ในชุดควบคุมและกรรมวิธีอื่น

ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา พบว่าทุกกรรมวิธีมีจำนวนแถบโปรตีนที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่าเท่ากันกับแถบโปรตีนชุดควบคุม คือ 36 แถบ และแถบโปรตีนแถบที่ 27 ในผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 75 นาที แถบโปรตีนมีลักษณะที่บางกว่าและติดสีเข้มน้อยกว่าแถบโปรตีนแถบที่ 27 ในชุดควบคุมและกรรมวิธีอื่น

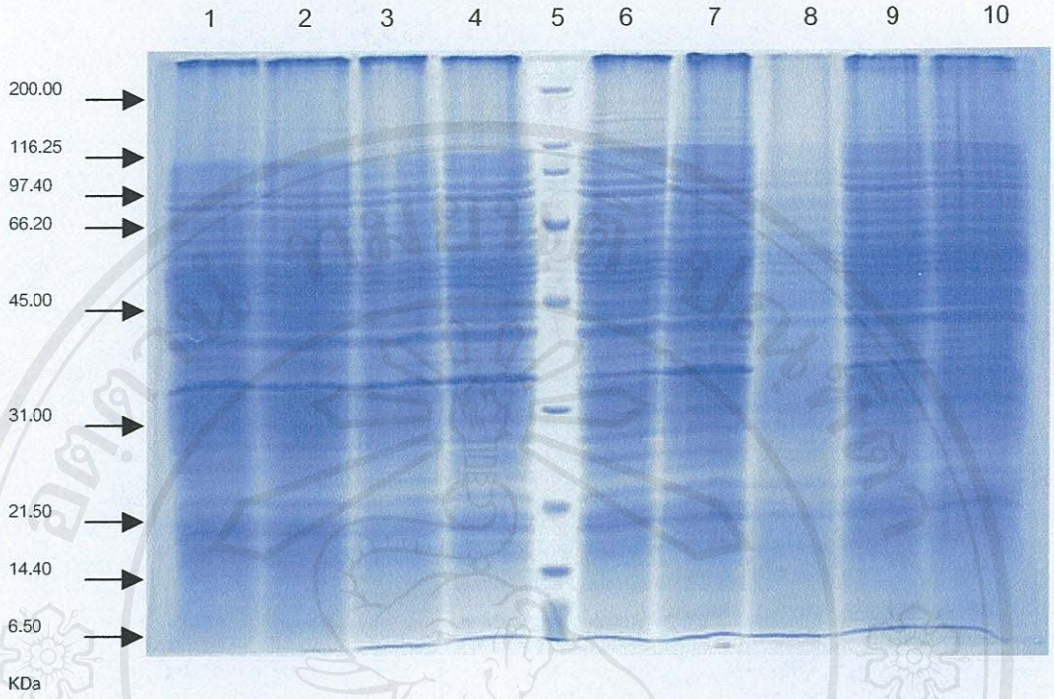
ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ทุกกรรมวิธีมีจำนวนแถบโปรตีนที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่าเท่ากับแถบโปรตีนชุดควบคุม คือ 36 แถบ และแถบโปรตีนที่ได้จากผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 75 นาที ติดสีเข้มน้อยกว่าแถบโปรตีนแถบที่ได้จากกรรมวิธีอื่น

ในวันที่ 16 ของการเก็บรักษา พบว่าทุกกรรมวิธีมีจำนวนแถบโปรตีนที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่าเท่ากันกับแถบโปรตีนชุดควบคุม คือ 36 แถบ และแต่ละแถบมีลักษณะใกล้เคียงกันกับแถบโปรตีนชุดควบคุม โดยมีความหนาและความเข้มของแถบใกล้เคียงกันในทุกกรรมวิธี

ในวันที่ 20 ของการเก็บรักษา ทุกกรรมวิธีมีจำนวนแถบโปรตีนที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่าเท่ากันกับแถบโปรตีนชุดควบคุม คือ 36 แถบ และแถบโปรตีนแถบที่ 27 จากผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 60 และ 75 นาทีมีแถบบางกว่าและติดสีเข้มน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น

เมื่อเก็บรักษาครบ 24 วัน พบว่าทุกกรรมวิธีมีจำนวนแถบโปรตีนที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่าเท่ากันกับแถบโปรตีนชุดควบคุม คือ 36 แถบ และแถบโปรตีนแถบที่ 27 จากผลมะม่วงชุดควบคุม ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 75 นาที และที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 75 นาที มีแถบบางกว่าและติดสีเข้มน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

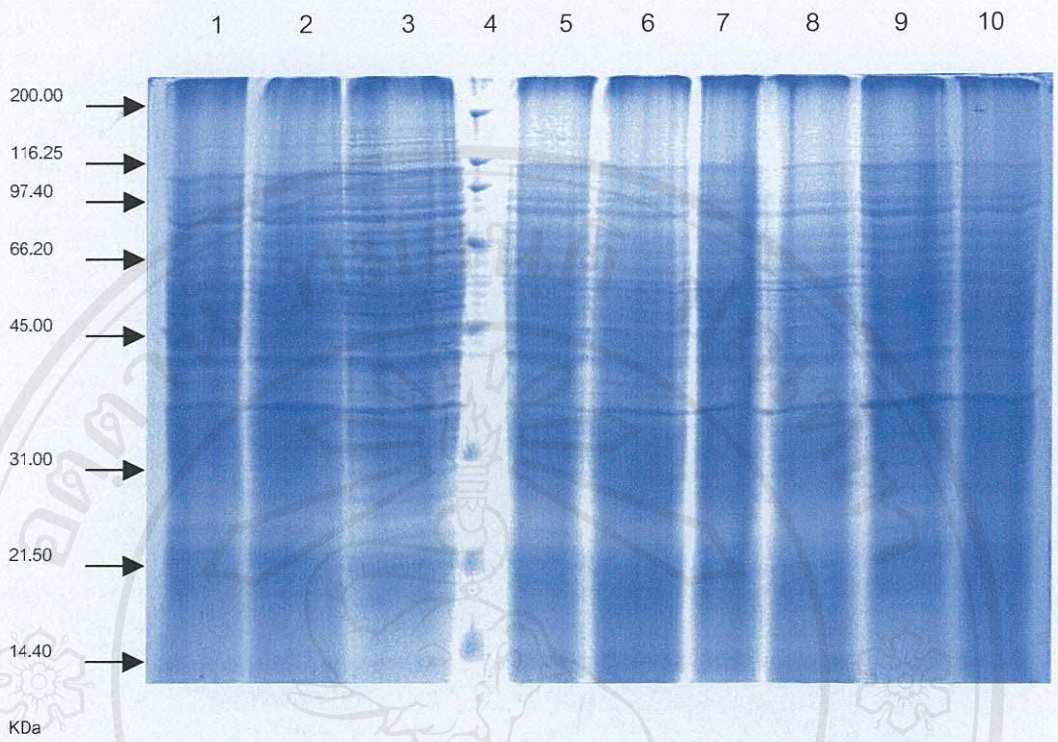


ภาพที่ 16 รูปแบบของโปรตีนจากเนื้อผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที ในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา

ช่องที่ 1 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงชุดควบคุม
ช่องที่ 2 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 3 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 4 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 5 รูปแบบของโปรตีนมาตรฐาน
ช่องที่ 6 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 75 นาที
ช่องที่ 7 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 8 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 9 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 10 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 75 นาที

หมายเหตุ ภาพที่ปรากฏมีขนาดเล็กกว่าภาพจริง 45 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

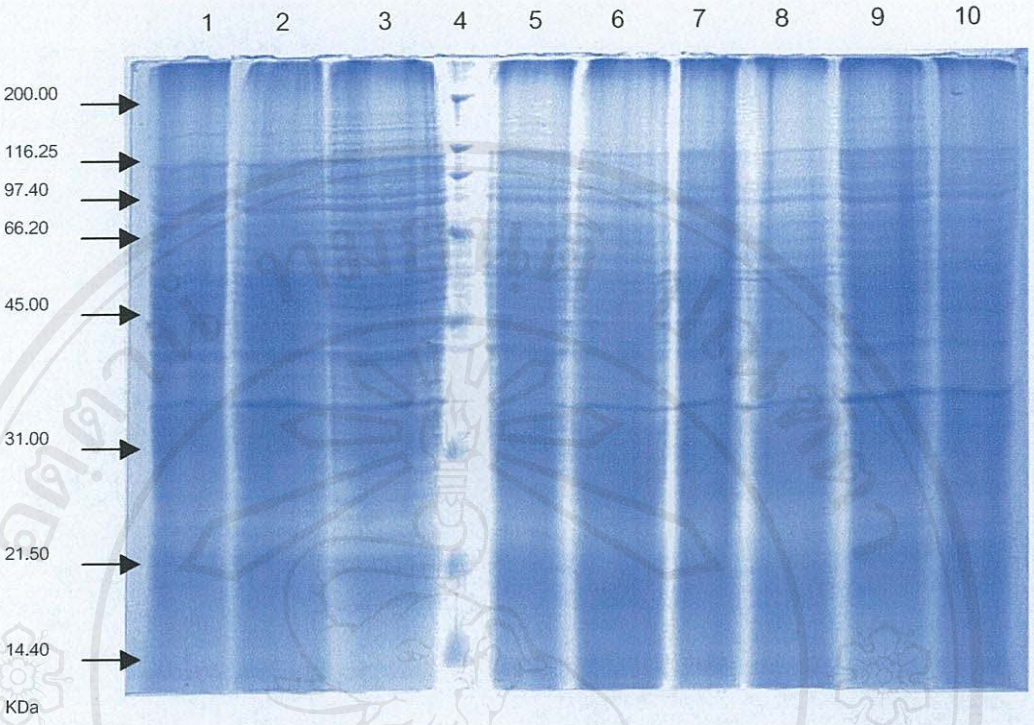


ภาพที่ 17 รูปแบบของโปรตีนจากเนื้อผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในร้อนน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน

ช่องที่ 1 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงชุดควบคุม
ช่องที่ 2 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 3 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 4 รูปแบบของโปรตีนมาตรฐาน
ช่องที่ 5 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 6 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 75 นาที
ช่องที่ 7 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 8 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 9 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 10 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 75 นาที

หมายเหตุ ภาพที่ปรากฏมีขนาดเล็กกว่าภาพจริง 45 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

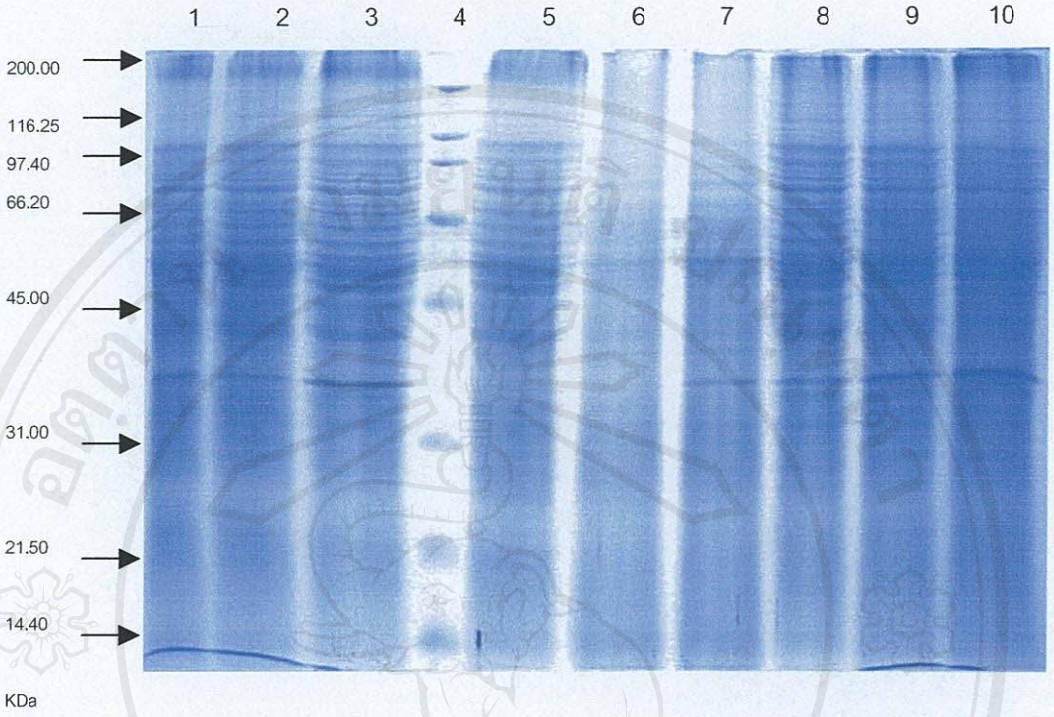


ภาพที่ 18 รูปแบบของโปรตีนจากเนื้อผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน

ช่องที่ 1 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงชุดควบคุม
ช่องที่ 2 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 3 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 4 รูปแบบของโปรตีนมาตรฐาน
ช่องที่ 5 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 6 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 75 นาที
ช่องที่ 7 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 8 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 9 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 10 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 75 นาที

หมายเหตุ ภาพที่ปรากฏมีขนาดเล็กกว่าภาพจริง 45 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

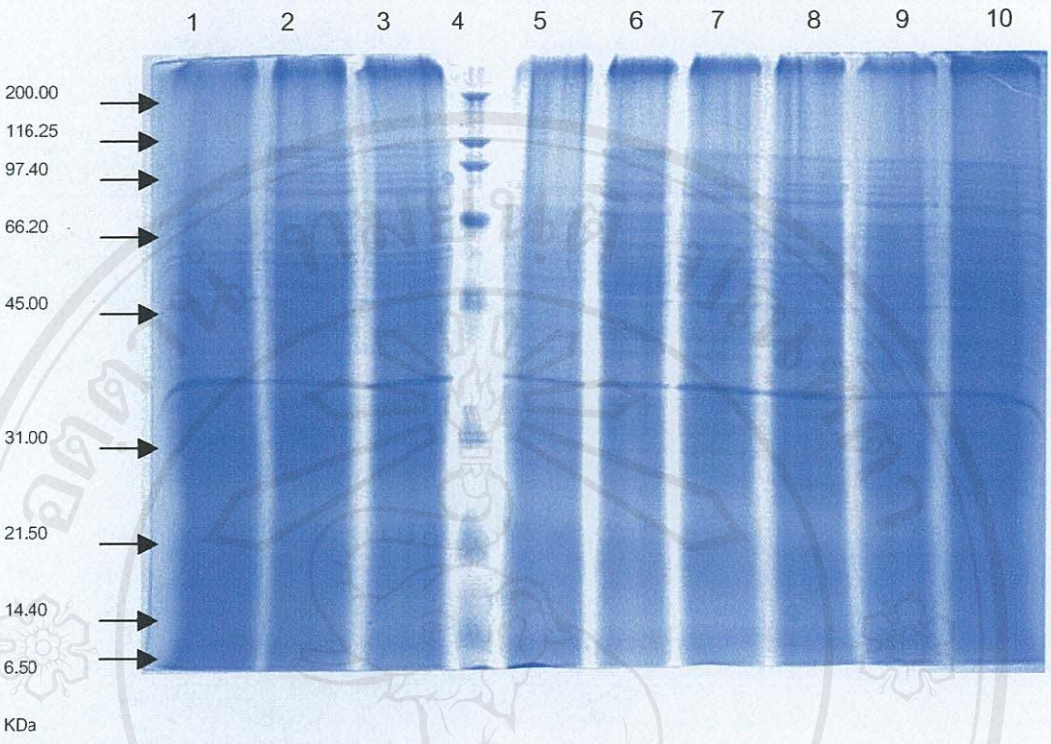


ภาพที่ 19 รูปแบบของโปรตีนจากเนื้อผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน

ช่องที่ 1 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงชุดควบคุม
ช่องที่ 2 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 3 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 4 รูปแบบของโปรตีนมาตรฐาน
ช่องที่ 5 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 6 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 75 นาที
ช่องที่ 7 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 8 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 9 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 10 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 75 นาที

หมายเหตุ ภาพที่ปรากฏมีขนาดเล็กกว่าภาพจริง 45 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

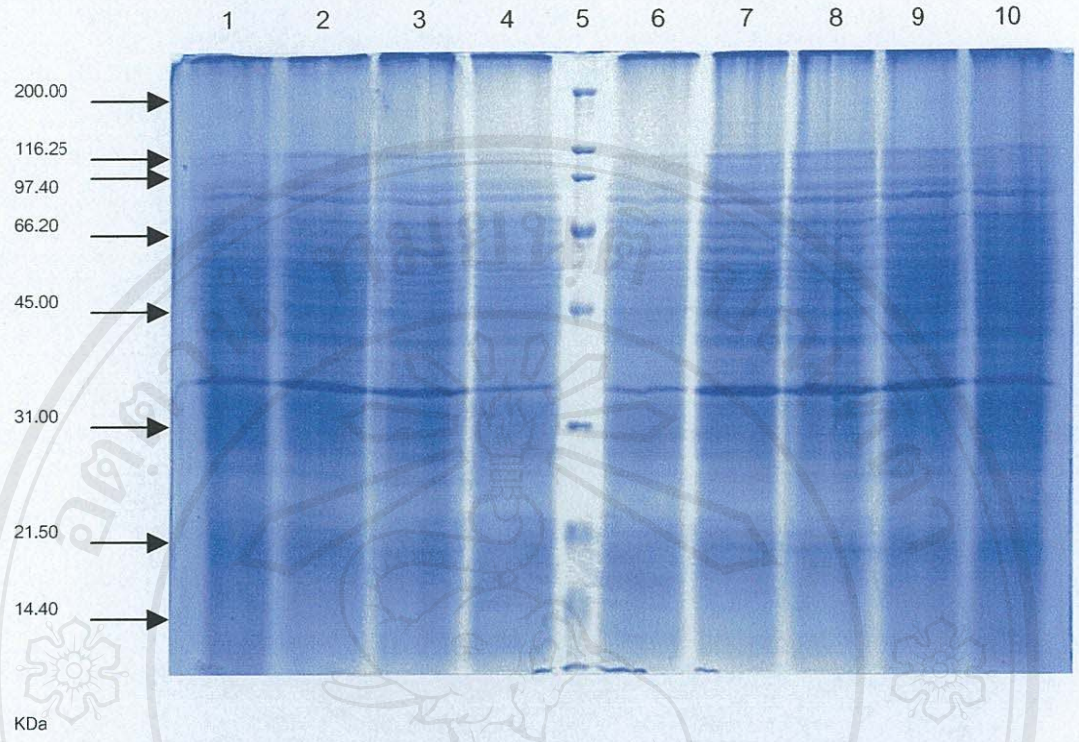


ภาพที่ 20 รูปแบบของโปรตีนจากเนื้อผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 วัน

ช่องที่ 1 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงชุดควบคุม
ช่องที่ 2 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 3 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 4 รูปแบบของโปรตีนมาตรฐาน
ช่องที่ 5 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 6 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 75 นาที
ช่องที่ 7 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 8 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 9 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 10 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 75 นาที

หมายเหตุ ภาพที่ปรากฏมีขนาดเล็กกว่าภาพจริง 45 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

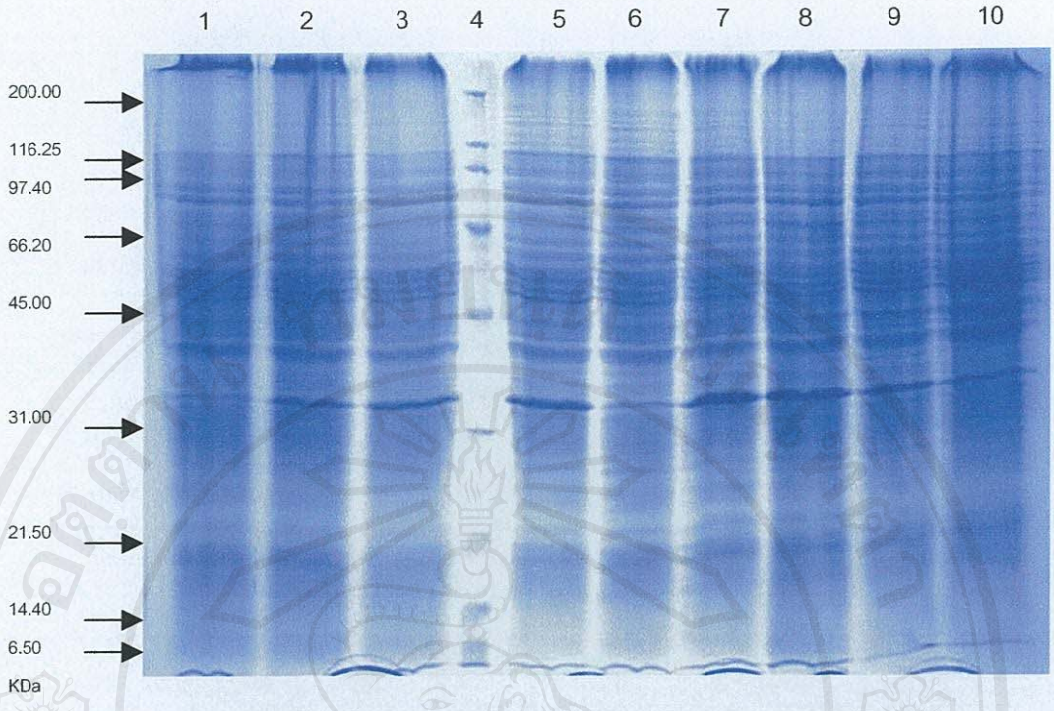


ภาพที่ 21 รูปแบบของโปรตีนจากเนื้อผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ช่องที่ 1 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงชุดควบคุม
ช่องที่ 2 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 3 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 4 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 5 รูปแบบของโปรตีนมาตรฐาน
ช่องที่ 6 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 75 นาที
ช่องที่ 7 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 8 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 9 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 10 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 75 นาที

หมายเหตุ ภาพที่ปรากฏมีขนาดเล็กกว่าภาพจริง 45 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 22 รูปแบบของโปรตีนจากเนื้อผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 วัน

ช่องที่ 1 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงชุดควบคุม
ช่องที่ 2 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 3 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 4 รูปแบบของโปรตีนมาตรฐาน
ช่องที่ 5 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 6 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 75 นาที
ช่องที่ 7 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 8 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 9 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 10 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 75 นาที

หมายเหตุ ภาพที่ปรากฏมีขนาดเล็กกว่าภาพจริง 45 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อนำแผ่นเจลจากการทำอิเล็กโตรโฟรีซีสของโปรตีนไปถ่ายภาพและวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลของโปรตีนโดยใช้เครื่อง Gel Documentation and Analysis System ที่วิเคราะห์แถบโปรตีนหลักที่ปรากฏบนแผ่นเจล ซึ่งสามารถวิเคราะห์หาน้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีนที่ได้ ซึ่งมีความแม่นยำกว่าการสังเกตด้วยตาเปล่าโดยกำหนดความกว้างของ peak ต่ำสุดเท่ากับ 7 พิกเซล ความสูงของ peak ต่ำสุดเท่ากับ 3 พิกเซล volume ของ peak ต่ำสุดเท่ากับ 1% และความสูงของ Filter ระบบ Savisky-Golay filter ต่ำสุดเท่ากับ 3 พิกเซล และเลือกใช้วิธีการแบบ Lowest slope ตามลำดับ พบว่าในวันแรกของการเก็บรักษา ชุดควบคุมมีแถบโปรตีน 18 แถบ น้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีนทั้ง 18 แถบ มีค่าประมาณ 104.32, 94.32, 76.93, 65.72, 61.55, 55.99, 51.68, 49.47, 43.87, 39.21, 33.98, 29.49, 27.44, 25.11, 21.98, 18.75 และ 16.36 กิโลดาลตัน ตามลำดับ (ตารางที่ 19 ภาพที่ 23) การแช่ผลมะม่วงในน้ำอุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30, 45, 60 และ 75 นาที พบแถบโปรตีน 18 แถบ โดยแถบโปรตีนแต่ละแถบมีน้ำหนักโมเลกุลใกล้เคียงกับชุดควบคุม มีเพียงการแช่ผลมะม่วงในน้ำอุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 60 และ 75 นาที ที่ตรวจพบแถบโปรตีนหลักเพียง 17 แถบ โดยแถบโปรตีนที่พบในกรรมวิธีอื่น แต่ไม่พบในกรรมวิธีทั้งสองคือแถบโปรตีนแถบที่ 15 ซึ่งแถบดังกล่าวมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 25.11-26.84 กิโลดาลตัน (ตารางที่ 19 ภาพที่ 23)

ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ชุดควบคุมตรวจพบแถบโปรตีนหลักจำนวน 17 แถบมีน้ำหนักโมเลกุลเมื่อเปรียบเทียบกับแถบโปรตีนมาตรฐานมีค่าประมาณ 103.00, 95.63, 82.54, 76.69, 65.80, 61.51, 57.85, 53.75, 49.64, 44.82, 40.71, 38.49, 35.52, 32.53, 29.02, 24.01 และ 21.69 ตามลำดับ (ตารางที่ 20 ภาพที่ 24) ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 30 และ 45 นาที พบจำนวนแถบโปรตีนหลักเท่ากับชุดควบคุมและแถบโปรตีนแต่ละแถบมีน้ำหนักโมเลกุลใกล้เคียงกับน้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีนหลักในชุดควบคุม ส่วนผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 60 และ 75 นาที และผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที ตรวจพบแถบโปรตีนหลักจำนวน 16 แถบ โดยแถบโปรตีนหลักที่พบมีน้ำหนักโมเลกุลใกล้เคียงกับแถบโปรตีนหลักที่พบในชุดควบคุม แต่ไม่พบแถบโปรตีนหลักที่มีน้ำหนักโมเลกุลระหว่าง 23.28-24.01 กิโลดาลตันที่พบในผลมะม่วงชุดควบคุมและผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 30 และ 45 นาที (ตารางที่ 20 ภาพที่ 24)

ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา ชุดควบคุมมีแถบโปรตีนหลักจำนวน 16 แถบ มีน้ำหนักโมเลกุลเมื่อเปรียบเทียบกับแถบโปรตีนมาตรฐานมีค่าประมาณ 105.00, 94.65, 83.54, 78.69, 65.82, 62.35, 57.85, 53.65, 48.63, 44.81, 40.68, 38.39, 35.12, 32.51, 28.63 และ 21.58 กิโลดาลตันตามลำดับ (ตารางที่ 21 และภาพที่ 25) กรรมวิธีอื่น ๆ พบแถบโปรตีนหลักเท่ากับแถบโปรตีนหลักที่พบในชุดควบคุม และมีน้ำหนักโมเลกุลใกล้เคียงกับน้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีนหลักใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชุดควบคุม ทั้งนี้ไม่พบแถบโปรตีนหลักที่มีน้ำหนักโมเลกุลใกล้เคียงกับแถบโปรตีนหลักที่มีน้ำหนักโมเลกุล 21.86–24.56 และ 16.06-16.66 กิโลดาลตัน ซึ่งพบในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา (ตารางที่ 21 และภาพที่ 25)

ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ชุดควบคุมมีแถบโปรตีนหลักจำนวน 16 แถบ ซึ่งแต่ละแถบมีน้ำหนักโมเลกุลเมื่อเปรียบเทียบกับแถบโปรตีนมาตรฐานมีค่าประมาณ 107.46, 97.40, 87.81, 81.44, 71.38, 65.32, 60.31, 56.43, 53.50, 49.72, 42.21, 37.14, 33.80, 31.59, 29.65 และ 21.11 กิโลดาลตัน ตามลำดับ (ตารางที่ 22 และภาพที่ 26) กรรมวิธีอื่น ๆ มีจำนวนแถบโปรตีนหลักเท่ากับชุดควบคุม และมีน้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีนหลักแต่ละแถบใกล้เคียงกับแถบโปรตีนหลักในชุดควบคุม ทั้งนี้ไม่พบแถบโปรตีนหลักที่มีน้ำหนักโมเลกุล 21.86-24.56 และ 16.06-16.66 กิโลดาลตัน ซึ่งพบในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา (ตารางที่ 22 ภาพที่ 26)

ในวันที่ 16 ของการเก็บรักษา ผลมะม่วงในชุดควบคุมตรวจพบแถบโปรตีนหลักจำนวน 16 แถบ มีน้ำหนักโมเลกุลเมื่อเปรียบเทียบกับแถบโปรตีนมาตรฐานมีค่าประมาณ 104.76, 97.40, 89.29, 81.86, 65.35, 60.11, 56.73, 52.51, 48.93, 45.58, 42.11, 39.55, 36.33, 32.52, 29.30 และ 20.42 กิโลดาลตัน ตามลำดับ (ตารางที่ 23 และภาพที่ 27) กรรมวิธีอื่น ๆ มีจำนวนแถบโปรตีนหลักเท่ากับชุดควบคุม และมีน้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีนหลักแต่ละแถบใกล้เคียงกับแถบโปรตีนหลักในชุดควบคุม แต่ไม่พบแถบโปรตีนหลักที่มีน้ำหนักโมเลกุล 21.86-24.56 และ 16.06-16.66 กิโลดาลตัน ซึ่งพบในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา (ตารางที่ 23 และ ภาพที่ 27)

ในวันที่ 20 ของการเก็บรักษา ผลมะม่วงในชุดควบคุมตรวจพบแถบโปรตีนหลักจำนวน 16 แถบ น้ำหนักโมเลกุลเมื่อเปรียบเทียบกับแถบโปรตีนมาตรฐานมีค่าประมาณ 109.93, 99.23, 93.31, 86.56, 73.70, 66.20, 63.03, 55.94, 51.06, 47.60, 42.52, 39.62, 36.05, 33.27, 29.67 และ 21.15 กิโลดาลตัน ตามลำดับ (ตารางที่ 24 และ ภาพที่ 28) กรรมวิธีอื่น ๆ มีจำนวนแถบโปรตีนหลักเท่ากับชุดควบคุม และมีน้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีนหลักแต่ละแถบใกล้เคียงกับแถบโปรตีนหลักในชุดควบคุม ทั้งนี้ไม่พบแถบโปรตีนหลักที่มีน้ำหนักโมเลกุล 21.86-24.56 และ 16.06-16.66 กิโลดาลตัน ซึ่งพบในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา (ตารางที่ 24 และ ภาพที่ 28)

ในวันที่ 24 ของการเก็บรักษา ชุดควบคุมตรวจพบแถบโปรตีนหลักจำนวน 16 แถบ น้ำหนักโมเลกุลเมื่อเปรียบเทียบกับแถบโปรตีนมาตรฐานมีค่าประมาณ 105.86, 97.40, 86.90, 80.30, 69.17, 63.38, 58.81, 53.24, 51.29, 49.10, 44.60, 40.77, 37.10, 34.68, 29.63 และ 21.32 กิโลดาลตัน ตามลำดับ (ตารางที่ 25 และ ภาพที่ 29) กรรมวิธีอื่น ๆ มีจำนวนแถบโปรตีนหลักเท่ากับชุดควบคุม และมีน้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีนหลักแต่ละแถบใกล้เคียงกับแถบโปรตีนหลักใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชุดควบคุม ทั้งนี้ไม่พบแถบโปรตีนหลักที่มีน้ำหนักโมเลกุล 21.86-24.56 และ 16.06-16.66 กิโลดาลตัน ซึ่งพบในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา (ตารางที่ 19 และ ภาพที่ 29)

ผลการตรวจสอบด้วยเครื่อง Gel Documentation and Analysis System พบว่า ในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา ระดับอุณหภูมิของน้ำและระยะเวลาที่แช่ผลมะม่วงมีผลต่อรูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงโดย การแช่ผลมะม่วงในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30, 45, 60 และ 75 นาที พบแถบโปรตีน 18 แถบ โดยแถบโปรตีนแต่ละแถบมีน้ำหนักโมเลกุลใกล้เคียงกับชุดควบคุม มีเพียงการแช่ผลมะม่วงในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 60 และ 75 นาที ที่ตรวจพบแถบโปรตีนหลักเพียง 17 แถบ โดยแถบโปรตีนที่พบในกรรมวิธีอื่นแต่ไม่พบในกรรมวิธีทั้งสองคือแถบโปรตีนแถบที่ 15 ซึ่งแถบดังกล่าวมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 25.11-26.84 กิโลดาลตัน (ตารางที่ 19 ภาพที่ 20) ซึ่งคาดว่าการได้รับอุณหภูมิที่สูงขึ้นและการได้รับอุณหภูมิสูงเป็นระยะเวลานานขึ้นมีผลทำให้เกิดการสลายตัวของโปรตีนบางชนิดในผลมะม่วง ซึ่งสอดคล้องกับ Leon and Gomez. (2001) ที่รายงานว่าผลมะม่วงพันธุ์ Manila ที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 36 ชั่วโมงแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส เมื่อศึกษารูปแบบโปรตีน (protein pattern) พบว่าผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนก่อนการเก็บรักษาไม่พบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 73 กิโลดาลตัน ซึ่งพบในผลมะม่วงชุดควบคุม แต่ตรวจพบโปรตีนกลุ่มใหม่ที่มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 64, 62, 32, 26, 24, และ 19 กิโลดาลตันซึ่งคาดว่าเป็น HSPs และ Woolf *et al.* (1995) รายงานว่ายีนส์ที่ทำหน้าที่สังเคราะห์ HSP17 และ HSP70 ในผลอะโวกาโดพันธุ์ Hass ที่ได้รับความร้อนก่อนนำไปเก็บรักษา ถูกกระตุ้นให้แสดงออกเพิ่มขึ้นเมื่อผลอะโวกาโดได้รับอุณหภูมิ 38 และ 40 องศาเซลเซียสนาน 3-10 ชั่วโมง และมีการแสดงออกของยีนส์สูงสุดเมื่อผลอะโวกาโดได้รับอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส แต่เมื่อได้รับอุณหภูมิเพิ่มสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส การแสดงออกของยีนส์ดังกล่าวลดลง ในผลสาลี่ที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสนาน 6 ชั่วโมง มีการสลายตัวของโปรตีนสูงกว่าผลสาลี่ที่ได้รับความร้อน 42 และ 39 องศาเซลเซียส ซึ่งได้รับความร้อนเป็นระยะเวลานานเท่ากัน และพบว่ามีการสังเคราะห์ HSPs สูงสุดเมื่อผลสาลี่ได้รับความร้อนอุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส และการสังเคราะห์ HSPs ดังกล่าวจะลดลงเมื่อผลสาลี่ได้รับอุณหภูมิที่สูงขึ้น คาดว่าอุณหภูมิสูงไปมีผลในการทำให้ mRNA เกิดการสลายตัว และลดการ transcription และ translation ของ mRNA ลง ทำให้การสังเคราะห์โปรตีนปกติลดลงหรือถูกยับยั้ง (Ferguson *et al.*, 1994)

ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษาผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 60 และ 75 นาที และผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30, 45, 60 และ 75 นาที ไม่พบแถบโปรตีนหลักที่มีน้ำหนักโมเลกุลระหว่าง 23.28-24.01 กิโลดาลตัน ซึ่งพบในผลมะม่วง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชุดควบคุมและผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 30 และ 45 นาที (ตารางที่ 20 และภาพที่ 24) และภายหลังการเก็บรักษา วันที่ 8 เป็นต้นไปทุกกรรมวิธีมีจำนวนแถบโปรตีนหลักเท่ากับ 16 แถบ โดยไม่พบแถบโปรตีนหลักที่มีน้ำหนักโมเลกุลระหว่าง 21.86-24.52 กิโลดาลตัน และ 16.06-16.66 กิโลดาลตัน ซึ่งพบในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา แสดงว่าเมื่อเก็บรักษานานขึ้นโปรตีนในเนื้อมะม่วงมีการเปลี่ยนแปลง โดยผลิตผลที่เก็บรักษาเป็นเวลานานโปรตีนอาจมีการสลายตัวหรือเปลี่ยนจากโปรตีนไปเป็นกรดอะมิโนอิสระ (จริงแท้, 2542)

การได้รับความร้อนยังมีผลในการลดการสังเคราะห์และการทำงานของเอนไซม์บางชนิด เช่นเอนไซม์ที่อยู่ในกระบวนการสังเคราะห์เอทธิลีน พบว่าเอนไซม์ดังกล่าวมีการเสื่อมสภาพหรือหยุดการทำงานเมื่อผลิตผลได้รับความร้อน เป็นผลให้กระบวนการสังเคราะห์เอทธิลีนถูกยับยั้ง โดย Yang *et al.* (1990) ได้เก็บรักษาผลมะเขือเทศภายหลังที่ได้รับความร้อน มีผลทำให้การทำงานของเอนไซม์ ACC synthase และ ACC oxidase ถูกยับยั้ง เป็นผลให้ปริมาณเอทธิลีนในผลมะเขือเทศลดลง ชะลอการสุกและผลมะเขือเทศไม่มีการตอบสนองต่อเอทธิลีนที่ได้รับจากภายนอก โดยการได้รับอุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส พบว่า ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ทั้งสองชนิดได้ดีที่สุด

ผลการทดลอง พบว่า ไม่ปรากฏแถบโปรตีนบางแถบเมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงเป็นระยะเวลานานขึ้นเมื่อตรวจสอบด้วยเครื่อง Gel Documentation and Analysis System นั้นอาจเกิดจากการที่โปรตีนมีการสลายตัวหรือเปลี่ยนรูปไปเป็นโปรตีนที่มีขนาดเล็กหรือเปลี่ยนเป็นกรดอะมิโนอิสระ โดยในธรรมชาติพบว่าโปรตีนเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีในผักและผลไม้ มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมากภายหลังการเก็บเกี่ยว โดยในผลไม้ประเภท climacteric พบปริมาณกรดอะมิโนที่เป็นอิสระน้อยลงเมื่อผลิตผลเข้าสู่ระยะ climacteric แสดงให้เห็นว่ามีการสร้างโปรตีนในระยะดังกล่าว แต่เมื่อผลิตผลเข้าสู่ระยะ senescence พบว่าปริมาณกรดอะมิโนที่เป็นอิสระเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าเกิดการสลายตัวของโปรตีน จึงอาจกล่าวได้ว่าโปรตีนในผักและผลไม้เป็นโปรตีนสำหรับการทำงาน หรือเพื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ (Functional protein) (จริงแท้, 2542)

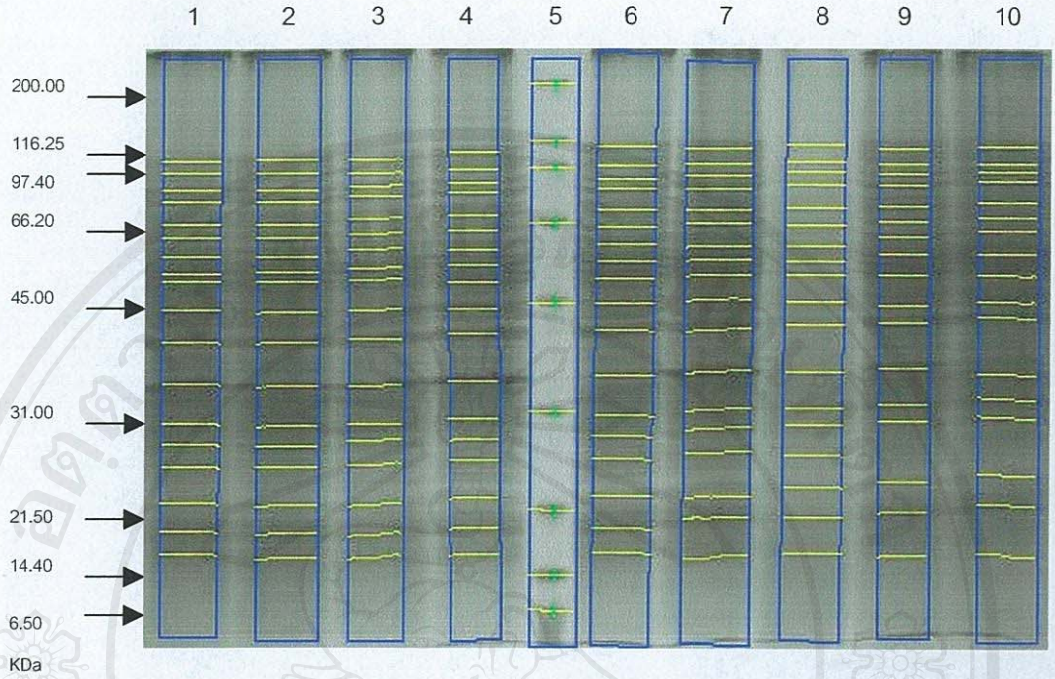
อย่างไรก็ตามผลการทดลองที่ได้แตกต่างจาก Sabehat *et al.* (1996) ที่รายงานว่าผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง มีการสังเคราะห์ HSPs ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุล 70 กิโลดาลตัน (HSP70) และโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 18-21 กิโลดาลตัน และพบว่าผลมะเขือเทศที่ได้รับอุณหภูมิดังกล่าวแสดงอาการสะท้านหนาวน้อยกว่าผลมะเขือเทศชุดควบคุม จึงเชื่อว่า HSPs ที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นเป็นกลุ่มโปรตีนที่ทำหน้าที่เหมือน molecular chaperone ที่จับกับโปรตีนที่เสียสภาพเนื่องจากสภาพเครียดต่าง ๆ แล้วทำให้เกิดการรวมตัวสร้างเป็นโปรตีนที่สมบูรณ์อีกครั้ง และยังช่วงป้องกันการรวมตัวที่ผิดระเบียบของโปรตีน ส่วนโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำจะช่วยป้องกันความเสียหายที่เกิดกับโปรตีนภายในเซลล์และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โปรตีนที่เกี่ยวกับเยื่อหุ้ม ดังนั้น HSPs จึงสามารถเพิ่มความทนทานของเนื้อเยื่อพืชต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวเมื่อนำมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำได้ สอดคล้องกับ Woolf. (1997) ที่รายงานว่าผลอะโวกาโดที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 120 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสนาน 10 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียสนาน 1 สัปดาห์ สามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลอะโวกาโดได้ เมื่อศึกษา HSPs พบว่า ผลอะโวกาโดที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียสนาน 120 นาที ก่อนนำไปแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 10 นาทีมีการแสดงออกของยีนส์ที่สังเคราะห์ HSPs เพิ่มสูงขึ้น และไม่พบการแสดงออกของยีนส์ดังกล่าวในผลอะโวกาโดที่ไม่ได้รับความร้อน

การศึกษา HSPs ที่มีมวลโมเลกุลต่ำ หรือ เป็น Small Heat Shock Proteins (smHSPs) ในเปลือกผลแอปเปิลพันธุ์ Fuji โดยวิธี Western immunoblot analyses พบว่ามีการสร้างและสะสม smHSPs ในเปลือกผลแอปเปิลที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสนาน 2 ชั่วโมง และการสะสม smHSPs ดังกล่าวสามารถตรวจพบได้เมื่อนำผลแอปเปิลไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เมื่อแยกโปรตีนโดยวิธีอิเล็กโตรโฟรีซิสแบบอลิอะคริลาไมด์เจล 2 มิติ พบว่ามีแถบโปรตีนเพิ่มขึ้น 17 แถบ ที่มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 15.00, 17.00, 18.10, 18.20, 18.30, 20.00, 21.50, 22.00, 22.50, 23.00, 23.50, 25.00, 26.00, 28.00 และ 29.00 ku (u = unified atomic mass unit) ซึ่งเป็น smHSPs และแถบโปรตีนที่ได้แตกต่างจากแถบโปรตีนในชุดควบคุมที่ไม่ได้รับความร้อนจำนวน 7 แถบ แสดงว่าเนื้อเยื่อของแอปเปิลมีการตอบสนองต่อการได้รับสภาพเครียดเนื่องจากการได้รับอุณหภูมิสูงโดยการสังเคราะห์ smHSPs ขึ้น ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญของเนื้อเยื่อพืชที่ตอบสนองต่อสภาพเครียดเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นภายในเซลล์ (Ritenour *et al.*, 2001)

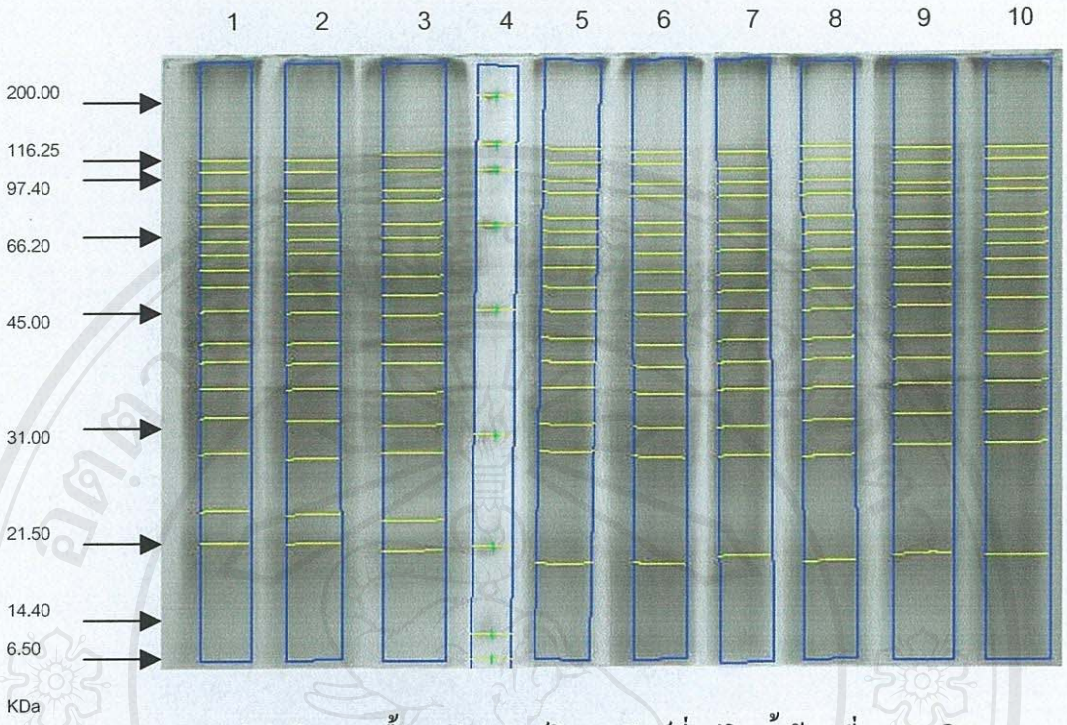
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 23 รูปแบบของโปรตีนจากเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส ในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา ซึ่งวิเคราะห์โดยเครื่อง Gel Documentation and Analysis System

ช่องที่ 1 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงชุดควบคุม
ช่องที่ 2 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 3 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 4 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 5 รูปแบบของโปรตีนมาตรฐาน
ช่องที่ 6 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 75 นาที
ช่องที่ 7 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 8 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 9 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 10 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 75 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 24 รูปแบบของโปรตีนจากเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน ซึ่งวิเคราะห์โดยเครื่อง Gel Documentation and Analysis System

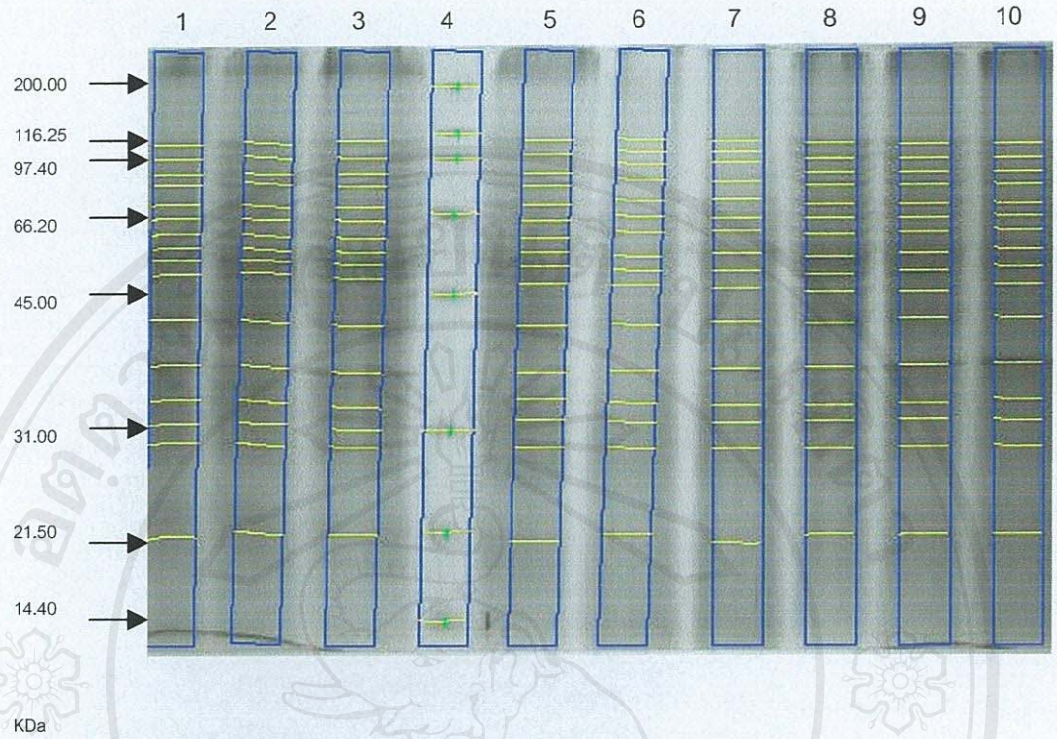
ช่องที่ 1 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงชุดควบคุม
ช่องที่ 2 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 3 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 5 รูปแบบของโปรตีนมาตรฐาน
ช่องที่ 4 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 6 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 75 นาที
ช่องที่ 7 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 8 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 9 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 10 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 75 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 25 รูปแบบของโปรตีนจากเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน ซึ่งวิเคราะห์โดยเครื่อง Gel Documentation and Analysis System

ช่องที่ 1 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงชุดควบคุม
ช่องที่ 2 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 3 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 4 รูปแบบของโปรตีนมาตรฐาน
ช่องที่ 5 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 6 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 75 นาที
ช่องที่ 7 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 8 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 9 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 10 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 75 นาที

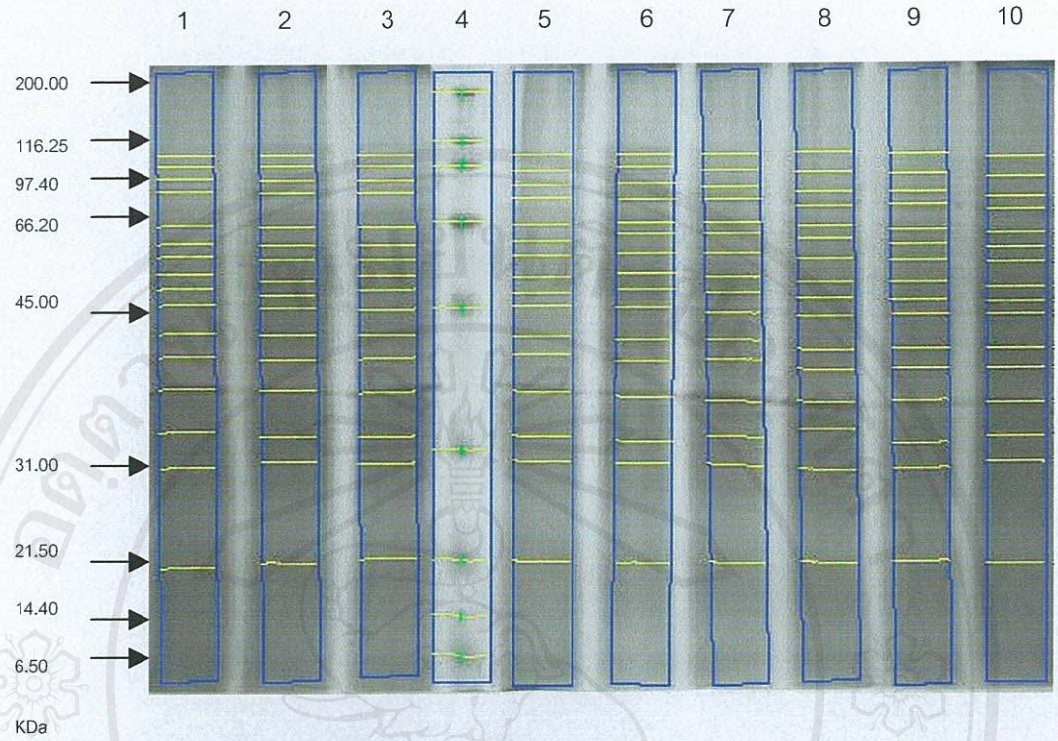
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 26 รูปแบบของโปรตีนจากเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ซึ่งวิเคราะห์โดยเครื่อง Gel Documentation and Analysis System

ช่องที่ 1 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงชุดควบคุม
ช่องที่ 2 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 3 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 4 รูปแบบของโปรตีนมาตรฐาน
ช่องที่ 5 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 6 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 75 นาที
ช่องที่ 7 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 8 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 9 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 10 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 75 นาที

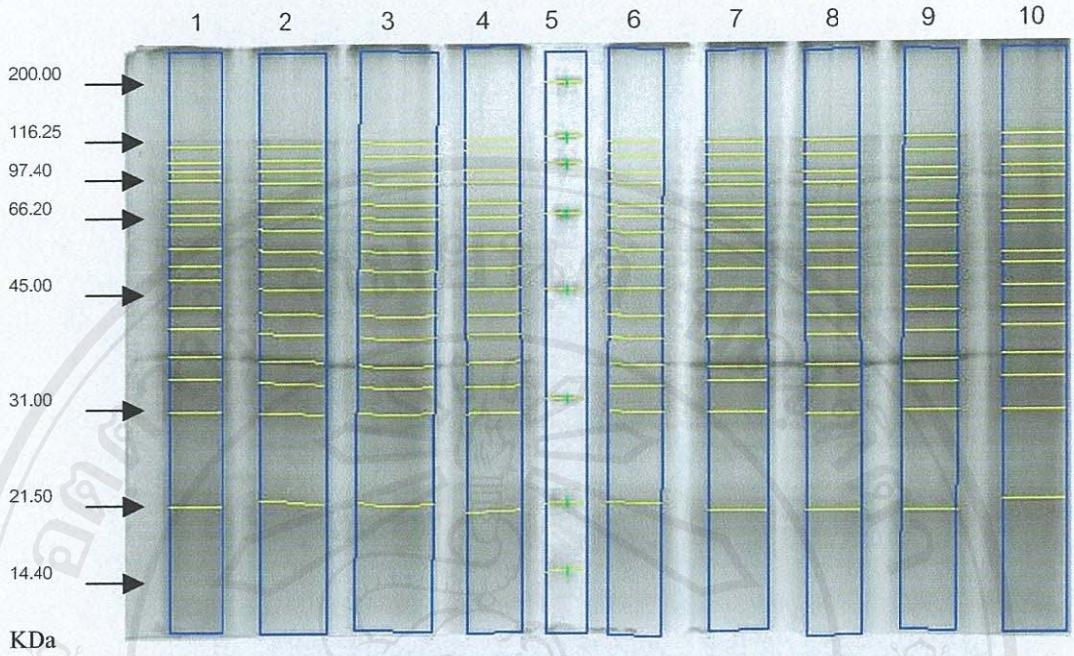
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 27 รูปแบบของโปรตีนจากเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 วัน ซึ่งวิเคราะห์โดยเครื่อง Gel Documentation and Analysis System

ช่องที่ 1 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงชุดควบคุม
ช่องที่ 2 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 3 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 4 รูปแบบของโปรตีนมาตรฐาน
ช่องที่ 5 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 6 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 75 นาที
ช่องที่ 7 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 8 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 9 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 10 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 75 นาที

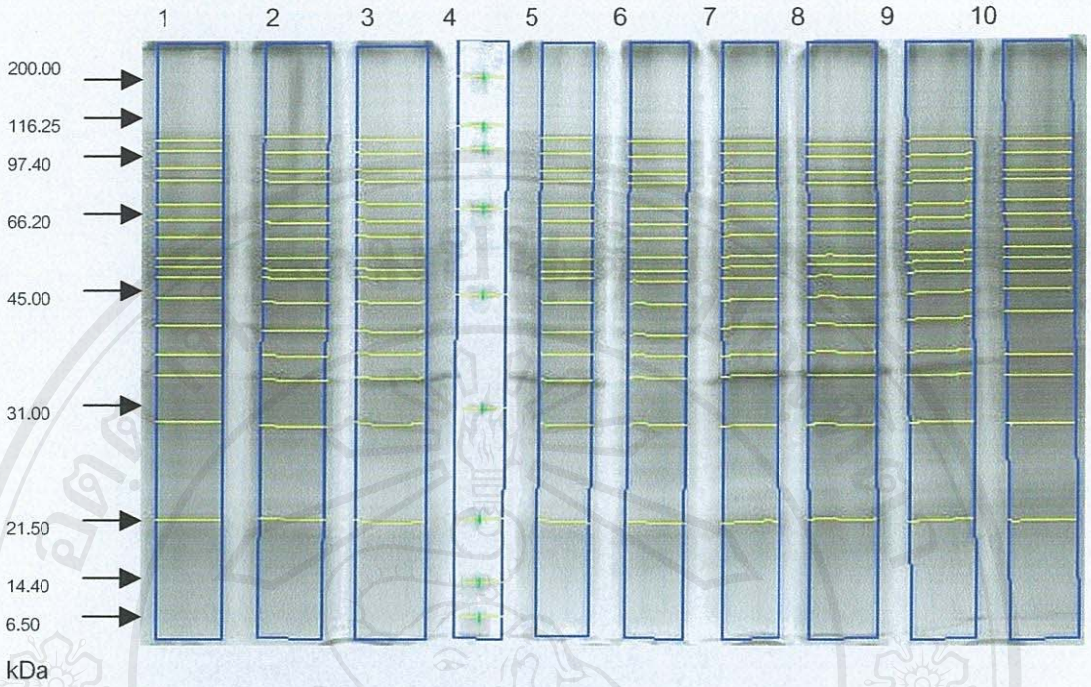
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 28 รูปแบบของโปรตีนจากเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน ซึ่งวิเคราะห์โดยเครื่อง Gel Documentation and Analysis System

ช่องที่ 1 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงชุดควบคุม
ช่องที่ 2 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 3 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 4 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 5 รูปแบบของโปรตีนมาตรฐาน
ช่องที่ 6 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 75 นาที
ช่องที่ 7 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 8 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 9 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 10 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 75 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 29 รูปแบบของโปรตีนจากเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60, และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 วัน ซึ่งวิเคราะห์โดยเครื่อง Gel Documentation and Analysis System

ช่องที่ 1 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงชุดควบคุม
ช่องที่ 2 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 3 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 4 รูปแบบของโปรตีนมาตรฐาน
ช่องที่ 5 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 6 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1°ซ นาน 75 นาที
ช่องที่ 7 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 30 นาที
ช่องที่ 8 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 45 นาที
ช่องที่ 9 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 60 นาที
ช่องที่ 10 รูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 45±1°ซ นาน 75 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 19 จำนวนแถบโปรตีนหลักและน้ำหนักโมเลกุลของโปรตีนที่ได้จากการทำ SDS - PAGE ของเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส ในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา

		น้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีน (กิโลดาลตัน)							
		แช่น้ำอุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส				แช่น้ำอุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส			
แถบที่	ชุดควบคุม	30 นาที	45 นาที	60 นาที	75 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที	75 นาที
1	104.32	105.32	105.32	107.46	110.68	111.77	112.87	110.68	111.77
2	94.32	93.31	94.32	96.36	98.36	101.31	101.31	100.31	100.31
3	82.92	82.92	85.64	87.49	89.39	93.31	95.33	93.31	95.33
4	76.93	76.93	79.44	82.04	82.92	85.64	86.56	86.56	88.44
5	65.72	65.72	67.64	69.85	71.36	73.70	73.70	74.49	76.11
6	61.55	61.55	62.45	63.83	64.30	66.91	65.24	66.91	69.10
7	55.99	55.99	58.07	58.07	59.35	59.35	59.35	62.00	63.83
8	51.68	52.06	52.82	53.99	54.38	55.99	55.18	56.81	57.23
9	49.47	49.47	50.19	49.47	50.19	51.68	51.68	51.30	51.30
10	43.87	43.42	43.87	44.09	44.77	45.99	45.33	44.54	45.33
11	39.21	39.21	39.61	40.43	40.84	41.26	41.68	42.11	42.98
12	33.98	33.81	33.81	34.51	35.04	35.76	35.58	36.13	35.40
13	29.49	29.33	29.49	30.32	30.49	31.48	31.48	31.96	32.46
14	27.44	27.29	27.75	27.90	28.21	29.33	29.66	29.99	30.49
15	25.11	25.25	25.39	25.96	25.96	26.84	26.40	-	-
16	21.98	21.86	21.86	22.48	22.60	22.73	23.49	24.02	24.56
17	18.75	18.58	18.42	19.27	19.10	20.73	20.73	21.31	21.98
18	16.36	16.06	16.06	16.36	16.36	16.36	16.66	16.36	16.36

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 20 จำนวนแถบโปรตีนหลักและน้ำหนักโมเลกุลของโปรตีนที่ได้จากการทำ SDS – PAGE ของเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน

	น้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีน (กิโลดาลตัน)								
		แช่น้ำอุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส				แช่น้ำอุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส			
แถบที่	ชุดควบคุม	30 นาที	45 นาที	60 นาที	75 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที	75 นาที
1	103.00	103.96	106.90	109.93	107.91	107.91	112.00	110.96	110.96
2	95.63	95.63	96.51	100.16	98.31	95.63	102.04	99.23	102.04
3	82.54	84.08	84.08	88.03	85.64	87.23	88.84	87.23	88.84
4	76.69	78.11	78.11	81.04	78.84	78.84	81.04	81.04	82.54
5	65.80	66.20	66.20	68.05	65.80	66.20	69.31	68.68	69.95
6	61.51	61.89	62.27	63.42	62.65	62.65	63.42	63.42	63.81
7	57.85	58.21	57.85	58.92	57.50	58.21	58.56	58.92	60.02
8	53.75	53.10	52.13	53.75	52.77	52.13	53.75	53.75	55.76
9	49.64	48.43	47.84	49.03	47.84	48.43	49.03	49.94	51.18
10	44.82	44.46	44.11	44.46	43.93	44.46	44.82	45.28	46.69
11	40.71	40.71	40.39	40.87	40.06	40.71	41.04	41.37	41.70
12	38.49	38.18	38.18	38.18	37.57	38.03	38.64	38.64	39.11
13	35.52	35.38	34.96	35.24	34.68	35.10	35.38	35.81	36.10
14	32.53	32.27	31.75	31.63	31.25	31.37	32.14	32.79	32.92
15	29.02	28.63	29.02	29.02	28.51	28.63	28.76	29.79	29.93
16	24.01	23.79	23.28	-	-	-	-	-	-
17	21.69	21.59	20.86	19.51	19.51	20.23	19.87	20.61	20.36
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 21 จำนวนแถบโปรตีนหลักและน้ำหนักโมเลกุลของโปรตีนที่ได้จากการทำ SDS – PAGE ของเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน

	น้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีน (กิโลดาลตัน)								
		แช่น้ำอุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส				แช่น้ำอุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส			
แถบที่	ชุดควบคุม	30 นาที	45 นาที	60 นาที	75 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที	75 นาที
1	105.00	106.90	106.90	108.91	107.91	107.91	108.91	110.96	110.96
2	94.65	95.63	96.51	98.31	97.40	95.63	101.10	99.23	98.31
3	83.54	84.08	84.08	88.03	85.64	87.23	88.84	91.33	88.84
4	78.69	78.11	78.11	78.84	78.84	78.84	81.04	81.04	82.54
5	65.82	66.20	66.20	66.81	65.80	65.80	67.43	68.68	69.95
6	62.35	61.89	62.27	63.42	62.65	62.65	63.42	63.42	63.81
7	57.85	58.21	57.85	58.92	57.50	58.21	58.56	58.92	60.02
8	53.65	53.10	52.13	53.75	52.77	53.10	53.75	53.75	55.76
9	48.63	48.43	47.84	49.03	47.84	48.43	49.03	49.94	51.18
10	44.81	44.46	44.11	44.46	43.93	44.46	44.82	45.28	46.69
11	40.68	40.71	40.39	40.55	40.06	40.71	41.04	41.37	41.70
12	38.39	38.18	38.18	38.18	37.57	38.03	38.64	38.64	39.11
13	35.12	35.38	34.96	35.24	34.68	35.10	35.38	35.81	36.10
14	32.51	32.27	31.75	31.63	31.25	31.37	32.14	32.79	32.92
15	28.63	28.63	29.02	29.02	28.51	28.63	28.76	29.79	29.93
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	21.58	21.59	20.86	21.24	21.24	20.48	20.98	21.50	21.37
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 22 จำนวนแถบโปรตีนหลักและน้ำหนักโมเลกุลของโปรตีนที่ได้จากการทำ SDS – PAGE ของเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน

	น้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีน (กิโลดาลตัน)								
		แช่น้ำอุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส				แช่น้ำอุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส			
แถบที่	ชุดควบคุม	30 นาที	45 นาที	60 นาที	75 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที	75 นาที
1	107.46	108.52	109.59	109.59	110.68	108.52	107.46	106.41	106.41
2	97.40	98.36	97.40	99.33	101.31	100.31	96.49	96.49	96.49
3	87.81	87.81	86.99	87.81	92.92	93.80	87.81	86.99	86.99
4	81.44	82.21	79.92	80.68	83.78	82.21	80.68	80.68	80.68
5	71.38	70.71	69.39	70.71	72.06	72.74	70.71	70.71	70.71
6	65.32	64.89	64.03	64.03	65.32	64.89	64.89	64.89	65.32
7	60.31	59.91	59.12	59.12	60.71	61.12	59.91	60.31	61.12
8	56.43	56.05	55.31	54.94	53.86	54.58	53.86	54.58	55.68
9	53.50	53.15	52.10	51.75	50.39	50.39	49.39	50.06	51.07
10	49.72	50.06	48.74	47.46	46.83	46.21	45.30	45.60	46.83
11	42.21	41.89	41.42	41.27	41.42	41.74	41.58	42.21	42.21
12	37.14	37.00	36.31	36.31	36.45	36.72	36.86	37.00	37.14
13	33.80	33.68	33.05	33.80	33.42	33.17	33.17	33.30	33.68
14	31.59	31.71	31.12	31.95	31.71	31.71	31.83	31.95	31.83
15	29.65	29.50	29.21	29.21	29.07	29.07	28.93	29.21	29.21
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	21.11	21.50	21.24	20.59	21.24	20.47	21.24	21.24	21.24
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 23 จำนวนแถบโปรตีนหลักและน้ำหนักโมเลกุลของโปรตีนที่ได้จากการทำ SDS – PAGE ของเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 วัน

	น้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีน (กิโลดาลตัน)								
		แช่น้ำอุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส				แช่น้ำอุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส			
แถบที่	ชุดควบคุม	30 นาที	45 นาที	60 นาที	75 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที	75 นาที
1	104.76	104.76	104.76	104.76	104.76	104.76	105.86	104.76	102.60
2	97.40	97.40	97.40	93.71	95.54	93.71	91.92	91.04	89.29
3	89.29	87.59	87.59	84.27	85.91	83.46	80.30	80.30	78.01
4	81.86	80.30	80.30	78.01	77.26	76.51	72.91	74.33	71.52
5	65.35	64.52	64.93	65.35	65.78	65.78	64.52	63.69	62.48
6	60.11	59.72	59.72	60.50	62.48	62.48	60.89	59.72	58.58
7	56.73	56.00	56.00	56.73	57.46	57.46	56.00	55.64	54.93
8	52.51	50.85	51.84	51.51	52.51	51.51	50.20	50.20	49.24
9	48.93	47.38	48.61	47.68	48.61	47.99	46.77	46.17	45.88
10	45.58	45.00	44.67	45.29	44.83	44.34	43.85	44.01	44.18
11	42.11	41.80	41.80	41.64	41.34	41.34	40.14	40.28	40.43
12	39.55	39.26	39.40	39.69	39.11	39.26	38.12	38.26	38.26
13	36.33	36.20	36.06	36.06	35.53	35.27	35.14	35.27	35.14
14	32.52	32.05	32.17	32.17	31.69	32.05	32.64	31.46	32.17
15	29.30	29.86	29.72	29.86	29.58	29.44	29.03	29.17	29.86
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	20.42	21.06	21.60	21.28	21.06	21.06	21.06	21.28	21.06
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 24 จำนวนแถบโปรตีนหลักและน้ำหนักโมเลกุลของโปรตีนที่ได้จากการทำ SDS – PAGE ของเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

		น้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีน (กิโลดาลตัน)							
		แช่น้ำอุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส				แช่น้ำอุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส			
แถบที่	ชุดควบคุม	30 นาที	45 นาที	60 นาที	75 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที	75 นาที
1	109.93	109.93	112.00	113.05	110.96	112.00	113.05	115.17	116.25
2	99.23	100.16	102.04	104.93	102.04	102.04	103.00	104.93	106.90
3	93.31	92.31	90.35	91.33	89.39	89.39	90.35	93.31	94.32
4	86.56	84.72	82.92	83.82	82.04	82.04	82.92	85.64	86.56
5	73.70	73.70	70.60	70.60	69.10	69.85	69.85	72.13	73.70
6	66.20	65.28	64.37	64.37	64.37	64.37	64.37	65.74	66.20
7	63.03	61.28	60.00	59.58	59.58	60.43	60.43	61.71	62.59
8	55.94	54.77	54.39	54.77	54.39	54.39	54.39	53.26	54.01
9	51.06	50.00	49.30	50.00	49.65	49.65	49.65	50.35	51.06
10	47.60	45.32	45.00	45.00	44.79	44.79	44.37	45.00	45.64
11	42.52	41.53	40.95	41.14	40.76	40.95	40.95	41.73	42.12
12	39.62	38.69	37.97	38.33	37.79	38.15	38.33	38.88	39.43
13	36.05	35.21	34.55	34.88	34.55	34.55	34.72	35.38	35.88
14	33.27	32.65	32.04	32.19	32.04	32.96	32.34	32.65	33.27
15	29.67	29.38	29.24	29.24	29.38	29.38	29.24	29.67	29.67
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	21.15	21.50	21.15	20.30	21.15	20.47	20.47	20.47	21.71
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 25 จำนวนแถบโปรตีนหลักและน้ำหนักโมเลกุลของโปรตีนที่ได้จากการทำ SDS – PAGE ของเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 วัน

	น้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีน (กิโลดาลตัน)								
		แช่น้ำอุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส				แช่น้ำอุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส			
แถบที่	ชุดควบคุม	30 นาที	45 นาที	60 นาที	75 นาที	30 นาที	45 นาที	60 นาที	75 นาที
1	105.86	108.08	105.86	106.96	103.68	103.68	101.54	104.76	105.86
2	97.40	96.55	96.55	95.71	93.22	94.87	93.22	94.04	94.87
3	86.90	85.39	86.14	85.39	83.17	85.39	84.64	85.39	85.39
4	80.30	79.60	80.30	79.60	78.90	79.60	78.90	79.60	80.30
5	69.17	67.97	69.78	68.57	66.78	69.17	68.57	69.17	70.39
6	63.38	62.59	63.38	62.98	62.20	63.38	63.38	64.17	64.97
7	58.81	58.09	59.18	58.45	58.09	59.18	59.55	59.92	60.67
8	53.24	53.24	53.57	52.91	53.24	53.90	53.90	54.92	55.96
9	51.29	50.65	50.97	50.34	50.02	51.29	51.61	52.58	53.57
10	49.10	48.79	49.10	48.49	47.89	48.79	49.10	50.02	50.34
11	44.60	44.00	44.20	44.00	43.80	44.40	44.80	45.56	46.42
12	40.77	40.04	40.04	39.86	39.51	40.58	40.77	41.69	42.64
13	37.10	36.93	37.27	37.10	36.93	37.10	37.27	37.43	37.10
14	34.68	34.07	34.37	34.07	34.22	34.53	34.53	34.68	34.68
15	29.63	29.23	29.50	29.36	29.36	29.36	29.36	29.63	29.50
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	21.32	21.32	21.14	21.14	20.96	21.14	21.32	21.32	21.32
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. การสูญเสียน้ำหนัก

เมื่อเปรียบเทียบผลของการใช้ความร้อนต่อการสูญเสียน้ำหนักในผลมะม่วงเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้แช่ในน้ำร้อน พบว่าตลอดระยะเวลาเก็บรักษาผลมะม่วงในทุกกรรมวิธีสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการสูญเสียน้ำหนักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 26 ตารางภาคผนวกที่ 13 และ ภาพที่ 27)

เมื่อเก็บรักษาครบ 24 วัน พบว่าผลมะม่วงในชุดควบคุมสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 4.82 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที และที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที ซึ่งสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 5.11, 5.11, 4.34, 4.75, 5.03, 4.26, 4.76, และ 5.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 26) ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส สูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 4.82 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส ซึ่งสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 4.77 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 30 นาทีสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 5.06 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 45, 60 และ 75 นาที ที่สูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 4.68, 4.58 และ 4.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 13) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่และระยะเวลาในการแช่ผลมะม่วงไม่มีปฏิสัมพันธ์กันตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา (ตารางภาคผนวกที่ 13) แสดงว่าระยะเวลาและระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการแช่ผลมะม่วงไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนัก การสูญเสียน้ำหนักตามธรรมชาตินั้นเกิดขึ้นได้เนื่องจากการคายน้ำของผลมะม่วงทาง stomata lenticel และรอยเปิดอื่น ๆ (Mendoza and Will, 1984) เนื่องจากการเก็บรักษาผักและผลไม้ที่อุณหภูมิต่ำมีผลช่วยลดกิจกรรมของเอนไซม์ ทำให้เซลล์ผักและผลไม้มีเมแทบอลิซึมช้าลงและชะลอการสุก จึงทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักลดลง (Wiley, 1993) ซึ่ง Luric and Klein (1990) รายงานว่าผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 34 และ 38 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนัก ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองครั้งนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 26 การสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในร้อนที่น้ำอุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 วัน

กรรมวิธี	การสูญเสียน้ำหนัก (%)						
ระยะเวลาที่แช่และระดับอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่ผลมะม่วง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)						
	0	4	8	12	16	20	24
ชุดควบคุม (ไม่แช่ในน้ำร้อน)	0	0.96	1.67	2.71	3.30	3.99	4.82
30 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	0	1.19	1.91	2.96	3.62	4.27	5.11
45 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	0	1.29	1.74	2.92	3.61	4.28	5.11
60 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	0	1.11	1.94	2.48	3.02	3.64	4.34
75 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	0	1.80	1.92	2.73	3.33	4.01	4.75
30 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	0	1.20	1.56	2.79	3.53	4.44	5.03
45 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	0	1.02	1.70	2.28	2.95	3.71	4.26
60 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	0	1.01	1.82	2.50	3.27	4.09	4.76
75 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	0	1.49	1.90	2.62	3.42	4.31	5.06
LSD0.05	-	2.07	1.68	2.24	3.02	3.58	2.80
CV (%)	-	42.67	24.08	21.60	22.80	22.19	21.95

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

4. การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์

การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของผลมะม่วงในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มลดลงในระหว่างการเก็บรักษาจากวันแรกจนถึงวันที่ 12 หลังจากนั้นการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของผลมะม่วงจากทุกกรรมวิธีเพิ่มขึ้นจนกระทั่งสิ้นสุดการเก็บรักษา (ตารางที่ 27 และภาพที่ 27) เมื่อเก็บรักษาครบ 24 วันผลมะม่วงในชุดควบคุมที่ไม่ได้แช่ในน้ำร้อนมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 11.98 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียสนาน 30 และ 45 นาที และผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30, 45 และ 60 นาทีที่มีค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 13.65, 13.61, 12.51, 13.29, และ 14.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 27) แต่พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 60 และ 75 นาที และผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 75 นาทีที่มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 15.51, 14.96 และ 15.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P<0.05$) (ตารางที่ 27) และผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 12.53 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสที่มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 13.86 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวกที่ 14) ขณะที่ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 75 นาทีมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 15.36 เปอร์เซ็นต์ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 60 นาที ที่มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 14.88 เปอร์เซ็นต์ แต่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 30 และ 45 นาทีที่มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 12.90 และ 13.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P=0.04$) (ตารางภาคผนวกที่ 14) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างระดับอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่และระยะเวลาในการแช่ผลมะม่วงมีปฏิสัมพันธ์กันในวันที่ 4, 8, 12 และวันที่ 20 ของการเก็บรักษา ($P<0.01$, $P=0.03$, $P=0.02$ และ $P=0.04$) ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 14) สอดคล้องกับผลการศึกษารูปแบบของโปรตีนจากเนื้อมะม่วงในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา ที่พบว่า การแช่ผลมะม่วงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 และ 75 นาที ไม่พบแถบโปรตีนหลักที่มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 25.11-26.84 กิโลดาลตัน ซึ่งพบในกรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 19)

การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของผลมะม่วงเกิดจากการเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิต่ำ เป็นเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของฟอสโฟลิพิดซึ่งเป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เซลล์เกิดความเสียหายและสารผ่านเข้าออกได้ง่าย (L' Heureux *et al.*, 1993) การวัดอัตราการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ เป็นตัวบ่งชี้ระดับของการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ เมื่อเกิดอาการสะท้านหนาวเนื้อเยื่อพืชมีอัตราการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เพิ่มขึ้น เยื่อหุ้มเซลล์สูญเสียคุณสมบัติในการยอมให้สารต่าง ๆ ผ่านเข้าออก อาทิ อิออนหรืออนุมูล กรดอะมิโน น้ำตาล และสารสีเกิดการรั่วไหลออกจากเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิด enzyme-substrate interaction นำไปสู่อาการผิดปกติต่าง ๆ ที่เป็นผลกระทบจากอาการสะท้านหนาวของพืช (McCollum and Mcdonald, 1991) ผลมะม่วงที่แช่น้ำนาน 60 และ 75 นาทีแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์สูงสุดเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 24 วัน แสดงว่าการแช่ผลมะม่วงในน้ำร้อนนานเกินไปไม่สามารถลดการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ในผลมะม่วงได้ แต่กลับมีผลเร่งหรือส่งเสริมให้เกิดการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

มากขึ้น โดยความร้อนอาจไปมีผลเร่งกระบวนการหายใจและกระบวนการสุกของผลมะม่วง ซึ่งพบว่าผลมะม่วงที่พัฒนาเข้าสู่กระบวนการสุกเยื่อหุ้มต่าง ๆ จะมีการเสื่อมสภาพ (intiation of membrane leakage) (ดนัย, 2540) เยื่อหุ้มยอมให้สารต่าง ๆ ผ่านเข้าออกได้มากขึ้น ทำให้การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้น

เนื่องจากมีรายงานวิจัยพบว่า การใช้ความร้อนสามารถช่วยป้องกันการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ โดยชักนำให้มีการสังเคราะห์ heat shock protein (HSPs) ระหว่างที่ได้รับความร้อน ซึ่ง HSPs ช่วยป้องกันความเสียหายที่เกิดกับโปรตีนในเซลล์และโปรตีนที่เกี่ยวกับเยื่อหุ้มเซลล์ และยังช่วยป้องกันเอนไซม์และโปรตีนไม่ให้เสียหายหรือหยุดการทำงานในขณะที่เก็บรักษาผลิตผลที่อุณหภูมิต่ำ (Lafuente *et al.*, 1991 ; Sabehat *et al.*, 1995) Hakim and Voipio (1995) รายงานว่าการแช่ผลมะเขือเทศดิบในน้ำอุณหภูมิ 38-46 องศาเซลเซียส นาน 90 นาทีก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2, 4 และ 6 สัปดาห์ ช่วยลดอาการสะท้านหนาวของผลมะเขือเทศได้ เช่นเดียวกับ Mcdonald and McCollum. (1996) ที่รายงานว่าการแช่ผลมะเขือเทศดิบในน้ำที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมงก่อนเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ผลมะเขือเทศมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ต่ำกว่าทุกกรรมวิธี และช่วยลดอาการสะท้านหนาวของมะเขือเทศได้

อย่างไรก็ตาม การได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูงเกินไปหรือการได้รับความร้อนนานเกินไปอาจมีการสังเคราะ HSPs ลดลงหรือไม่พบการสังเคราะห์ HSPs ซึ่ง Ferguson *et al.* (1994) รายงานว่าผลสาลี่ที่ได้รับอุณหภูมิ 39-42 องศาเซลเซียส มีการสังเคราะห์ HSP17 และ HSP70 แต่พบการเสื่อมสภาพของโปรตีนเมื่อผลสาลี่ได้รับอุณหภูมิตั้งแต่ 42 องศาเซลเซียสถึง 45 องศาเซลเซียส จึงเชื่อว่าการที่ผลสาลี่ได้รับอุณหภูมิที่สูงเกินไป ส่งผลให้เกิดการยับยั้งการสังเคราะห์ HSPs และส่งเสริมการเสื่อมสภาพของโปรตีน ซึ่ง Florisan *et al.* (1996) ได้รายงานว่าผลอะโวกาโดพันธุ์ Hass มีการสังเคราะห์ HSPs สูงสุดที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส เมื่อได้รับอุณหภูมิที่สูงกว่านี้การสังเคราะห์ HSPs จะลดลง และไม่พบการสังเคราะห์ HSPs ที่อุณหภูมิสูงกว่า 44 องศาเซลเซียส ส่วนระยะเวลาที่กระตุ้นการสังเคราะห์ HSPs ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส คือระยะเวลา 30-120 นาที ซึ่งในการทดลองนี้พบว่าผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 60 และ 75 นาทีมีจำนวนแถบโปรตีนหลักน้อยกว่าผลมะม่วงชุดควบคุม ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที และผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 และ 45 นาที จำนวน 1 แถบ และคาดว่าการแช่ผลมะม่วงในน้ำอุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 60 และ 75 นาทีมีผลทำให้โปรตีนบางชนิดในผลมะม่วงเกิดการสลายตัวหรือมีการสังเคราะห์ที่ลดลงจนไม่สามารถตรวจสอบได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 27 การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 24 วัน

กรรมวิธี	การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ (%)						
ระยะเวลาที่แช่และระดับอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่ผลมะม่วง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)						
	0	4	8	12	16	20	24
ชุดควบคุม (ไม่แช่ในน้ำร้อน)	10.60	9.15^{bc}	10.28^{ab}	9.44^{a}	10.79^{a}	10.13^{c}	11.98^{b}
30 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	11.27	8.92^{c}	8.84^{c}	8.87^{abc}	9.70^{bc}	10.74^{bc}	13.65^{ab}
45 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	10.30	9.60^{bc}	9.69^{abc}	9.16^{ab}	9.67^{bc}	11.20^{b}	13.61^{ab}
60 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	10.67	8.97^{bc}	8.43^{c}	7.46^{d}	11.52^{a}	11.31^{b}	15.51^{a}
75 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	11.04	9.70^{b}	10.15^{a}	7.95^{cd}	11.13^{ab}	10.79^{bc}	14.96^{a}
30 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	11.84	10.50^{a}	10.85^{a}	8.14^{bcd}	8.91^{c}	10.51^{bc}	12.51^{b}
45 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	11.13	11.18^{a}	8.80^{c}	8.77^{abc}	10.90^{a}	11.37^{b}	13.29^{ab}
60 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	10.66	9.58^{bc}	9.55^{bc}	9.05^{abc}	11.66^{a}	12.94^{a}	14.25^{ab}
75 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	9.82	7.61^{d}	10.42^{a}	9.36^{a}	10.79^{a}	12.44^{a}	15.75^{a}
LSD0.05	4.32	1.29	2.08	1.84	1.74	1.74	4.36
CV (%)	13.91	4.70	7.60	7.39	5.79	5.32	10.90

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

5. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลมะม่วงทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และพบว่าในการเก็บรักษาผลมะม่วงเป็นระยะเวลา 8 วันถึง 24 วัน ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 60 และ 75 นาที มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าผลมะม่วงในชุดควบคุมและผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 30 และ 45 นาที (ตารางภาคผนวกที่ 15 และภาพที่ 31) ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 60 และ 75 นาที มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 11.80 และ 12.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 28) ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 60 และ 75 นาทีที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 11.67 และ 12.33

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 28) แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 30 และ 45 นาที และผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 และ 45 นาที รวมทั้งผลมะม่วงในชุดควบคุมที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 8.70, 8.80, 8.87, 9.07 และ 8.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P<0.01$) (ตารางที่ 28) สอดคล้องกับรูปแบบของโปรตีนจากเนื้อมะม่วงในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา ที่พบว่า การแช่ผลมะม่วงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 และ 45 นาที พบแถบโปรตีนหลักที่มีน้ำหนักโมเลกุลระหว่าง 25.11-26.84 กิโลดาลตัน แต่ไม่พบแถบโปรตีนดังกล่าวในผลมะม่วงที่แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 60 และ 75 นาที (ตารางที่ 19) เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษานาน 24 วัน ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 14.54 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 14.42 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวกที่ 15) ขณะที่ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 75 นาที มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงสุดเท่ากับ 18.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 60, 45 และ 30 นาทีที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 15.92, 12.75 และ 10.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวกที่ 15) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิของน้ำที่แช่และระยะเวลาในการแช่ผลมะม่วงมีปฏิสัมพันธ์กันในวันที่ 20 และ 24 ของการเก็บรักษา ($P= 0.05$ และ $P= 0.04$) (ตารางภาคผนวกที่ 15) ผลการทดลองที่ได้แสดงว่าผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลานานตั้งแต่ 60 นาทีขึ้นไป ผลมะม่วงมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าผลมะม่วงชุดควบคุมและผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 30 และ 45 นาที การได้รับความร้อนในระดับอุณหภูมิและระยะเวลาที่เพียงพอ ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลมะม่วงมีค่าเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับธเนศวร์ (2541) ที่รายงานว่าผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่ได้รับความร้อนอุณหภูมิ 34 และ 38 องศาเซลเซียสนาน 24 และ 48 ชั่วโมงก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสนาน 11 วันมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้รับความร้อน และ McColum *et al.*,(1993) รายงานว่าผลมะม่วงพันธุ์ Keitt ที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนเก็บรักษา นันทวุฒิ (2545) ยังรายงานว่าผลมะเขือเทศที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาทีก่อนหั่นชิ้นมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้น คาดว่าความร้อนไปมีผลกระตุ้นให้เกิดการหายใจและเกิดเมแทบอลิซึมเพิ่มขึ้น มีการไฮโดรไลซ์สตาร์ชไปเป็นน้ำตาลมากขึ้น (สายชล, 2536)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 28 ปริมาณแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 วัน

กรรมวิธี	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%)						
ระยะเวลาที่แช่และระดับอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่ผลมะม่วง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)						
	0	4	8	12	16	20	24
ชุดควบคุม (ไม่แช่ในน้ำร้อน)	7.83	7.67^{c}	8.33^{de}	8.53^{b}	10.33^{de}	10.33^{cd}	12.67^{d}
30 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	8.00	7.83^{bc}	7.83^{e}	8.70^{b}	10.33^{de}	10.33^{cd}	11.83^{d}
45 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	7.33	8.00^{bc}	7.83^{e}	8.80^{b}	11.17^{cd}	11.67^{c}	12.50^{d}
60 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	7.67	8.17^{bc}	9.67^{ab}	11.80^{a}	12.33^{bc}	14.67^{ab}	16.17^{bc}
75 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	7.83	8.33^{bc}	9.33^{bc}	12.33^{a}	13.00^{ab}	14.00^{b}	17.67^{ab}
30 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	7.33	8.00^{bc}	9.83^{ab}	8.87^{b}	9.67^{e}	9.00^{d}	10.00^{c}
45 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	7.33	8.17^{bc}	8.83^{cd}	9.07^{b}	10.17^{de}	11.33^{c}	13.00^{d}
60 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	7.33	8.50^{ab}	10.33^{a}	11.67^{a}	13.50^{ab}	14.83^{ab}	15.67^{c}
75 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	7.17	9.17^{a}	10.33^{a}	12.33^{a}	13.67^{a}	15.83^{a}	19.00^{a}
LSD0.05	1.49	1.19	1.29	2.08	2.08	2.83	2.58
CV (%)	6.89	5.03	4.89	7.27	6.35	7.96	6.34

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

ความร้อนยังมีผลเร่งให้ผลมะม่วงพัฒนาเข้าสู่กระบวนการสุกเร็วขึ้น โดย McGuire. (1991) รายงานว่าผลมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins, พันธุ์ Keitt และ พันธุ์ Palmer ที่ได้รับอากาศร้อนที่อุณหภูมิ 46 และ 48 องศาเซลเซียส นาน 2.5-3.25 ชั่วโมง และที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 44 องศาเซลเซียส นาน 25 นาที ทำให้สีผิวและสีเนื้อของมะม่วงเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น ผลนิ่มขึ้น และทำให้สีผิวและสีเนื้อมีความสม่ำเสมอเมื่อผลสุก ซึ่งสอดคล้องกับ Mitcham and McDonald (1993) ที่รายงานว่าผลมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins, และ พันธุ์ Keitt ที่ได้รับลมร้อนอุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 3-4 ชั่วโมง และอุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง ผลมะม่วงมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นและสุกเร็วขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6, ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้

ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ในทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ตารางที่ 29 และภาพที่ 31) โดยในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษาปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ในแต่ละกรรมวิธีมีค่าผันแปรอยู่ระหว่าง 1.02-1.75 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 29) เมื่อเก็บรักษาครบ 24 วัน ผลมะม่วงในชุดควบคุมมีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้เท่ากับ 1.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที และผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที ที่มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้เท่ากับ 1.17, 1.32, 1.02, 1.14, 1.27, 1.05, 1.00 และ 0.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 29) สอดคล้องกับผลการศึกษารูปแบบของโปรตีนในเนื้อผลมะม่วงในวันที่ 24 ของการเก็บรักษา ที่พบว่าทุกกรรมวิธีมีรูปแบบของโปรตีนที่ไม่แตกต่างกัน ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้เท่ากับ 1.16 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส ที่มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้เท่ากับ 1.05 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวกที่ 16) ขณะที่ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 30 นาทีมีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้เท่ากับ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 45, 60 และ 75 นาทีที่มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้เท่ากับ 1.19, 1.02 และ 1.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 16) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่และระยะเวลาในการแช่ผลมะม่วงไม่มีปฏิสัมพันธ์กันตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา (ตารางภาคผนวกที่ 16) เนื่องจากการเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้อัตราการหายใจของผลมะม่วงช้าลง ปริมาณกรดที่ถูกนำไปใช้ใน กระบวนการหายใจจึงลดลงตามไปด้วย ทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับธเนศวร์ (2541) ที่รายงานว่าผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 34 และ 38 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้มีค่าไม่แตกต่างกัน และนิพนธ์ (2536) ได้รายงานว่าในการเก็บรักษาผลมะเขือเทศที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ไม่มีผลต่อปริมาณกรดโดยรวม ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดแอสคอร์บิคด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 29 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 วัน

กรรมวิธี	ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ (%)						
ระยะเวลาที่แช่และระดับอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่ผลมะม่วง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)						
	0	4	8	12	16	20	24
ชุดควบคุม (ไม่แช่ในน้ำร้อน)	1.13^{b}	1.33^{b}	1.12	0.82	1.03	1.05	1.00
30 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	1.09^{ab}	1.15^{ab}	1.04	1.02	0.98	0.99	1.17
45 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	1.13^{b}	1.22^{ab}	1.02	1.07	1.02	1.07	1.32
60 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	1.25^{a}	1.15^{b}	1.06	1.03	1.28	1.09	1.02
75 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	1.57^{a}	1.24^{ab}	1.22	1.19	1.02	1.06	1.14
30 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	1.66^{a}	1.25^{ab}	1.17	1.24	1.23	1.09	1.27
45 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	1.75^{a}	1.18^{ab}	1.23	1.18	1.11	1.02	1.05
60 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	1.02^{b}	1.24^{ab}	1.05	1.23	0.99	0.95	1.00
75 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	1.17^{ab}	1.23^{ab}	1.04	1.15	1.07	1.02	0.87
LSD0.05	1.09	0.30	0.50	0.40	0.60	0.25	0.64
CV (%)	28.56	8.20	15.60	13.09	18.69	9.62	20.51

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

7. การเปลี่ยนแปลงสีผิว

ค่า L* ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงความสว่างของสีผิวเปลือก พบว่าค่า L* ที่วัดได้จากผลมะม่วงในทุกกรรมวิธี มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ตารางที่ 30 และภาพที่ 32) เมื่อเก็บรักษาครบ 24 วัน ค่า L* ที่ได้จากผลมะม่วงทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าเปลี่ยนแปลงจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษาเพียงเล็กน้อย โดยชุดควบคุมมีค่า L* เท่ากับ 57.39 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที และผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที ที่มีค่า L* เท่ากับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

55.67, 55.53, 59.34, 59.65, 55.32, 57.96, 58.57 และ 60.67 ตามลำดับ (ตารางที่ 30) การแช่ผลมะม่วงในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส ผลมะม่วงมีค่า L* ของผิวเปลือกเท่ากับ 57.55 (ตารางภาคผนวกที่ 17) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส ที่ผลมะม่วงมีค่า L* เท่ากับ 59.40 ขณะที่ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 75 นาทีมีค่า L* สูงสุดเท่ากับ 62.69 รองลงมาได้แก่ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 60, 45 และ 30 นาทีที่มีค่า L* เท่ากับ 58.95, 56.74 และ 55.49 ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 17) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่และระยะเวลาในการแช่ผลมะม่วงไม่มีปฏิสัมพันธ์กันตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา (ตารางภาคผนวกที่ 17)

ค่า chroma เป็นค่าที่แสดงถึงความเข้มของสีผิวผลมะม่วง พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาค่า chroma มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย (ภาพที่ 32) เมื่อเก็บรักษาครบ 24 วัน ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 75 นาทีและผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 75 นาที มีค่า chroma สูงสุดเท่ากันคือ 40.84 (ตารางที่ 31) ซึ่งค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 60 นาทีที่มีค่า chroma เท่ากับ 38.07 รองลงมาได้แก่ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 60 และ 45 นาทีที่มีค่า chroma เท่ากับ 37.63 และ 37.41 ตามลำดับ (ตารางที่ 31) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 30 และ 45 นาที ผลมะม่วงในชุดควบคุมและผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที ที่มีค่า chroma เท่ากับ 35.70, 37.25, 36.81 และ 34.66 ตามลำดับ (ตารางที่ 31) การแช่ผลมะม่วงในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียสมีค่า chroma เท่ากับ 37.97 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส ที่มีค่า chroma เท่ากับ 37.64 ขณะที่ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 75 นาที ผลมะม่วงมีค่า chroma สูงสุดเท่ากับ 40.84 รองลงมาคือผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 60 และ 45 นาที ที่มีค่า chroma เท่ากับ 37.85 และ 37.33 ตามลำดับ ส่วนผลมะม่วงในชุดควบคุมมีค่า chroma ต่ำสุดเท่ากับ 35.18 (P=0.01) (ตารางภาคผนวกที่ 18) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่และระยะเวลาในการแช่ผลมะม่วงมีปฏิสัมพันธ์กันในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 30 ค่า L* เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 วัน

กรรมวิธี	ค่า L* เปลือก						
ระยะเวลาที่แช่และระดับอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่ผลมะม่วง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)						
	0	4	8	12	16	20	24
ชุดควบคุม (ไม่แช่ในน้ำร้อน)	56.89	57.14	54.87	57.65	53.93^{ab}	59.06^{a}	57.39
30 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	57.74	57.47	54.22	55.32	54.92^{ab}	53.94^{bc}	55.67
45 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	48.43	55.43	55.00	56.35	55.80^{ab}	55.20^{bc}	55.53
60 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	56.51	55.19	58.11	57.73	56.31^{ab}	56.75^{ab}	59.34
75 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	56.38	55.47	58.05	56.42	56.31^{ab}	57.44^{ab}	59.65
30 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	55.47	55.29	55.50	57.99	53.64^{b}	54.43^{bc}	55.32
45 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	55.02	53.79	54.49	57.62	52.52^{b}	54.84^{c}	57.96
60 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	59.31	55.45	56.13	57.24	57.92^{a}	55.73^{ab}	58.57
75 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	55.62	53.29	55.81	56.93	55.07^{ab}	57.29^{a}	60.67
LSD0.05	4.27	6.70	4.86	6.25	7.04	6.20	6.35
CV (%)	9.77	4.21	3.05	3.83	4.49	3.88	7.38

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 31 ค่า chroma เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 วัน

กรรมวิธี	ค่า chroma เปลือก						
ระยะเวลาที่แช่และระดับอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่ผลมะม่วง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)						
	0	4	8	12	16	20	24
ชุดควบคุม (ไม่แช่ในน้ำร้อน)	35.57	37.17	38.46^{a}	37.88	35.62	37.38	36.81^{bc}
30 นาที 40±1 องศาเซลเซียส	35.37	37.60	32.84^{d}	35.10	36.36	34.83	35.70^{bc}
45 นาที 40±1 องศาเซลเซียส	35.84	37.13	36.66^{ab}	36.78	36.39	35.88	37.25^{bc}
60 นาที 40±1 องศาเซลเซียส	37.39	36.50	37.41^{ab}	36.60	37.29	37.63	38.07^{a}
75 นาที 40±1 องศาเซลเซียส	35.91	35.27	36.76^{ab}	37.14	36.39	36.60	40.84^{a}
30 นาที 45±1 องศาเซลเซียส	36.31	37.76	35.52^{bc}	37.05	34.20	35.48	34.66^{c}
45 นาที 45±1 องศาเซลเซียส	36.13	36.54	33.87^{cd}	36.60	34.39	34.50	37.41^{bc}
60 นาที 45±1 องศาเซลเซียส	37.54	37.61	35.65^{bc}	36.37	38.13	36.72	37.63^{bc}
75 นาที 45±1 องศาเซลเซียส	35.35	37.60	35.21^{bc}	36.28	35.87	36.73	40.84^{a}
LSD0.05	6.00	4.96	4.17	3.47	5.16	4.17	5.36
CV (%)	5.78	4.66	4.09	3.30	4.97	4.01	4.95

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

ค่า H° เป็นค่าที่บอกถึงการเปลี่ยนแปลงสีของผลมะม่วง พบว่าการเก็บรักษาผลมะม่วงในทุกกรรมวิธี ค่า H° ที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 32) เมื่อเก็บรักษาครบ 24 วันผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีมีค่า H° สูงสุดเท่ากับ 119.37 องศา (ตารางที่ 32) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที และผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 45 นาทีที่มีค่า H° เท่ากับ 118.15 และ 118.24 องศา ตามลำดับ (ตารางที่ 32) รองลงมาคือผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 45 นาทีที่มีค่า H° เท่ากับ 117.63 องศา และผลมะม่วงชุดควบคุมที่มีค่า H° เท่ากับ 116.41 องศา ซึ่งค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียสนาน 60 และ 75 นาทีและผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 60 นาทีที่มีค่า H° เท่ากับ 115.96, 115.36 และ 115.50 องศา ตามลำดับ ส่วนผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 75 นาทีมีค่า H° ต่ำสุดเท่ากับ 112.34 องศา (ตารางที่ 32) การแช่ผลมะม่วงในน้ำอุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส มีค่า H° เท่ากับ 116.78 องศา ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส ที่มีค่า H° เท่ากับ 116.36 องศา (ตารางภาคผนวกที่ 19) ขณะที่ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 30 นาที มีค่า H° สูงสุดเท่ากับ 118.76 องศา รองลงมาคือผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 45 และ 60 นาทีที่มีค่า H° เท่ากับ 117.94 และ 115.73 องศา ตามลำดับ ส่วนผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 75 นาทีมีค่า H° ต่ำสุดเท่ากับ 113.85 องศา ($P<0.01$) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่และระยะเวลาในการแช่ผลมะม่วงมีปฏิสัมพันธ์กันในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา (ตารางภาคผนวกที่ 19)

โดยปกติการเปลี่ยนสีผิวมะม่วงจะเกิดเมื่อมะม่วงพัฒนาเข้าสู่กระบวนการสุกโดยมีการทำงานของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (chlorophyllase) ในการสลายคลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นสารสีที่มีสีเขียวที่อยู่ในส่วนเปลือกมะม่วง (Jacobi and Wong, 1992) ผลการวิจัยพบว่าความร้อนที่ได้รับมีผลเร่งกระบวนการสลายคลอโรฟิลล์ที่เปลือกของผลมะม่วง และเร่งการสังเคราะห์สารสีชนิดอื่น อาทิ แคโรทีนอยด์ให้เพิ่มขึ้น เช่น การแช่ผลมะม่วงพันธุ์ Kensington ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 47 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที พบว่ามีผลเร่งการเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเหลืองและทำให้เกิดการเปลี่ยนสีอย่างสม่ำเสมอ (Jacobi and Wong, 1992) และ Jacobi and Giles (1997) ได้รายงานว่าผลมะม่วงพันธุ์ Kensington ที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียส นาน 5 นาทีก่อนได้รับอากาศร้อนอุณหภูมิ 47 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน ผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองที่ผิวมากกว่าผลมะม่วงชุดควบคุม และมีการสุกเกิดขึ้นเร็วกว่าผลมะม่วงชุดควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้ โดยพบว่าผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 75 นาทีผิวเปลือกมีการเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีเหลืองมากกว่าผลมะม่วงชุดควบคุมและผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนในระยะเวลาที่สั้นกว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 32 ค่า H° เปลือกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 วัน

กรรมวิธี	ค่า H° เปลือก (องศา)						
ระยะเวลาที่แช่และระดับอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่ผลมะม่วง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)						
	0	4	8	12	16	20	24
ชุดควบคุม (ไม่แช่ในน้ำร้อน)	120.43	119.93^{bc}	120.05^{bc}	119.56	120.06	117.76	116.41^{c}
30 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	120.80	118.69^{cd}	122.31^{a}	120.32	118.92	118.53	118.15^{a}
45 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	120.69	120.69^{ab}	118.23^{c}	119.95	119.09	119.09	117.63^{b}
60 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	118.74	120.53^{ab}	118.36^{c}	120.55	118.94	118.27	115.96^{c}
75 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	120.53	121.46^{a}	119.68^{bc}	119.72	119.71	119.19	115.36^{c}
30 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	119.59	118.01^{d}	121.03^{ab}	119.34	120.07	119.34	119.37^{a}
45 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	120.06	119.68^{bc}	121.04^{ab}	119.72	119.66	119.13	118.24^{a}
60 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	118.82	119.29^{bcd}	120.91^{ab}	120.18	116.57	118.31	115.50^{c}
75 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	121.56	120.05^{abc}	119.91^{bc}	119.99	119.06	116.45	112.34^{d}
LSD0.05	4.27	2.38	3.47	4.02	4.07	2.98	4.61
CV (%)	1.24	0.70	1.01	1.16	1.19	0.88	1.38

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

8. การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ

ค่า L* ของเนื้อมะม่วงที่ได้จากทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ตารางที่ 33 และภาพที่ 33) เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 16 วัน พบว่า ค่า L* ของเนื้อมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 75 นาที มีค่าเท่ากับ 82.44 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 45 และ 60 นาที และผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที มีค่า L* ของเนื้อเท่ากับ 83.80, 83.52 และ 82.48 ตามลำดับ (ตารางที่ 33) แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงชุดควบคุม ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45 และ 75

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นาทีที่มีค่า L* ของเนื้อมะม่วงเท่ากับ 84.51, 84.59, 84.96, 84.36 และ 83.41 ตามลำดับ (ตารางที่ 33) แต่เมื่อเก็บรักษาครบ 24 วันพบว่าค่า L* ของเนื้อมะม่วงที่ได้จากผลการทดลองทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 33) ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสมีค่า L* ของเนื้อที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ตารางภาคผนวกที่ 20) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่และระยะเวลาในการแช่ผลมะม่วงมีปฏิสัมพันธ์กันในวันที่ 16 ของการเก็บรักษา (ตารางภาคผนวกที่ 20) (P=0.01)

ตารางที่ 33 ค่า L* ของเนื้อผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 วัน

กรรมวิธี	ค่า L* เนื้อ						
ระยะเวลาที่แช่และระดับอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่ผลมะม่วง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)						
	0	4	8	12	16	20	24
ชุดควบคุม (ไม่แช่ในน้ำร้อน)	86.13	84.49	85.11	85.09^{ab}	84.51^{a}	82.17	74.03
30 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	85.86	83.45	84.71	84.41^{ab}	84.59^{a}	82.44	84.61
45 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	86.04	83.20	85.48	84.13^{bc}	83.80^{ab}	80.34	83.87
60 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	85.51	85.65	85.34	83.09^{c}	83.52^{ab}	83.21	78.07
75 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	85.70	85.74	85.01	84.91^{ab}	82.44^{b}	81.02	80.39
30 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	86.07	85.90	85.22	84.89^{ab}	84.96^{a}	84.70	83.57
45 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	84.81	85.40	85.35	85.60^{a}	84.36^{a}	83.00	82.53
60 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	85.63	86.30	85.02	84.29^{b}	82.48^{b}	81.42	77.38
75 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	86.92	86.69	84.28	85.01^{ab}	83.41^{a}	80.30	74.88
LSD0.05	2.48	4.12	2.38	1.98	2.63	6.60	18.55
CV (%)	1.01	1.68	0.98	0.83	1.09	2.82	8.10

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่า chroma ของเนื้อมะม่วงที่ได้จากทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ตารางที่ 34 และภาพที่ 33) ค่า chroma ของเนื้อมะม่วงในวันเริ่มต้นจนถึงวันที่ 20 ของการเก็บรักษาในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 34) แต่เมื่อเก็บรักษาครบ 24 วันพบว่าผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 75 นาทีมีค่า chroma สูงสุดเท่ากับ 52.10 รองลงมาคือผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียสนาน 60 นาทีที่มีค่า chroma ของเนื้อเท่ากับ 40.64 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงชุดควบคุมและผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 30 และ 75 นาที และผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45 และ 60 นาที ที่มีค่า chroma ของเนื้อมะม่วงเท่ากับ 36.80, 35.12, 38.38, 35.11, 37.73 และ 40.30 ตามลำดับ (ตารางที่ 34) ส่วนผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียสนาน 45 นาที มีค่า chroma ต่ำสุดคือ 33.06 การแช่ผลมะม่วงในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส ค่า chroma ของเนื้อมะม่วงที่วัดได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 24 วัน (ตารางภาคผนวกที่ 21) ขณะที่ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 30 นาที มีค่า chroma ของเนื้อเท่ากับ 35.11 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะม่วงที่แช่น้ำร้อนนาน 45 นาที แต่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 60 และ 75 นาที ที่มีค่า chroma ของเนื้อเท่ากับ 40.47 และ 42.24 ตามลำดับ ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวกที่ 21) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่และระยะเวลาในการแช่ผลมะม่วงมีปฏิสัมพันธ์กันในวันที่ 24 ของการเก็บรักษา (ตารางภาคผนวกที่ 21)

ค่า H° ของเนื้อผลมะม่วงทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ตารางที่ 35 และภาพที่ 33) เมื่อเก็บรักษาครบ 24 วัน พบว่าผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที เนื้อมะม่วงมีค่า H° สูงสุดเท่ากับ 97.74 องศา ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงชุดควบคุม ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียสนาน 30 และ 45 นาที และผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 45 นาที เนื้อมะม่วงมีค่า H° เท่ากับ 96.35, 97.11, 97.12 และ 96.28 องศา ตามลำดับ (ตารางที่ 35) รองลงมาคือผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 60 นาที ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 60 และ 75 นาทีที่มีค่า H° เท่ากับ 95.39, 95.31 และ 95.18 องศา ตามลำดับ ส่วนผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 75 นาทีมีค่า H° ของเนื้อต่ำสุดเท่ากับ 93.04 องศา (ตารางที่ 35)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 34 ค่า Chroma ของเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 วัน

กรรมวิธี	ค่า chroma เนื้อ						
ระยะเวลาที่แช่และระดับอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่ผลมะม่วง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)						
	0	4	8	12	16	20	24
ชุดควบคุม (ไม่แช่ในน้ำร้อน)	32.81	31.14	32.77	35.05	35.52	35.06	36.80^{bc}
30 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	32.52	31.21	32.63	35.09	35.00	33.34	35.12^{bc}
45 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	29.14	30.26	32.82	36.23	36.16	31.93	33.06^{c}
60 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	31.56	30.24	31.15	36.37	31.15	32.16	40.64^{b}
75 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	31.59	28.53	31.84	33.05	34.75	33.30	38.38^{bc}
30 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	29.81	30.39	31.67	34.90	34.60	33.17	35.11^{bc}
45 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	30.73	32.87	32.83	32.61	33.30	35.00	37.73^{bc}
60 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	31.08	27.92	34.04	35.33	35.18	37.36	40.30^{b}
75 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	29.46	29.17	29.87	33.95	37.61	35.82	52.10^{a}
LSD0.05	6.30	6.00	8.58	15.28	9.28	12.70	5.64
CV (%)	7.10	6.96	9.33	14.89	9.31	12.97	8.49

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสเนื้อมะม่วงมีค่า H° ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ขณะที่ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 30 นาทีมีค่า H° สูงสุดเท่ากับ 97.42 รองลงมาคือผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 45, 60 และ 75 นาทีที่มีค่า H° ของเนื้อมะม่วงเท่ากับ 96.70, 95.35 และ 94.11 องศาตามลำดับ ($P<0.01$) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่และระยะเวลาในการแช่ผลมะม่วงมีปฏิสัมพันธ์กันในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ($P<0.01$) (ตารางภาคผนวกที่ 22)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 35 ค่า H° ของเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 วัน

กรรมวิธี	ค่า H° เนื้อ (องศา)						
ระยะเวลาที่แช่และระดับอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่ผลมะม่วง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)						
	0	4	8	12	16	20	24
ชุดควบคุม (ไม่แช่ในน้ำร้อน)	97.35	97.39	97.46	98.13^{ab}	96.16	96.84	96.35^{ab}
30 นาที 40±1 องศาเซลเซียส	97.27	97.35	97.61	98.11^{ab}	96.99	96.66	97.11^{ab}
45 นาที 40±1 องศาเซลเซียส	95.44	98.53	97.04	97.92^{abc}	96.18	96.51	97.12^{ab}
60 นาที 40±1 องศาเซลเซียส	99.07	96.87	97.40	95.26^{d}	96.99	96.40	95.31^{b}
75 นาที 40±1 องศาเซลเซียส	101.03	96.49	97.20	96.93^{bc}	95.68	96.49	95.18^{b}
30 นาที 45±1 องศาเซลเซียส	101.38	97.39	98.55	97.63^{abc}	97.95	96.98	97.74^{a}
45 นาที 45±1 องศาเซลเซียส	101.60	96.62	97.28	98.60^{a}	96.99	97.11	96.28^{ab}
60 นาที 45±1 องศาเซลเซียส	97.19	97.18	96.38	96.34^{cd}	95.89	95.34	95.39^{b}
75 นาที 45±1 องศาเซลเซียส	98.17	97.51	97.34	96.41^{cd}	95.48	95.41	93.04^{c}
LSD0.05	8.73	2.18	4.22	2.78	2.63	3.37	3.42
CV (%)	3.08	0.78	1.51	0.99	0.95	1.21	1.38

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

การเปลี่ยนสีของเนื้อมะม่วงตามธรรมชาติเกิดเมื่อผลมะม่วงมีการพัฒนาเข้าสู่กระบวนการสุก เช่น มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เนื้อจะมีสีเหลือง โดยพบแคโรทีนอยด์เพิ่มมากขึ้นเมื่อสุก (ดวงตรา, 2536) ระยะเวลาที่แช่ในน้ำร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า chroma และค่า H° ของเนื้อมะม่วง โดยพบว่าผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 60 และ 75 นาทีมีค่า chroma สูงกว่าผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 30 และ 45 นาที (ตารางภาคผนวกที่ 21) และการแช่ในน้ำร้อนนาน 75 นาที ค่า H° ของเนื้อมะม่วงที่วัดได้มีค่าต่ำกว่าผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 30, 45 และ 60 นาที (ตารางภาคผนวกที่ 22) แสดงว่าระยะเวลาในการแช่น้ำร้อนที่นานขึ้นทำให้เนื้อมะม่วงมีสีเข้มขึ้นและมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากขึ้น ซึ่งการได้รับความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อในผลมะม่วง โดย McGuire (1991) รายงานว่าผลมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins พันธุ์ Keitt และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พันธุ์ Palmer ที่ได้รับอากาศร้อน 46 และ 48 องศาเซลเซียส นาน 2.5-3.25 ชั่วโมง และที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 44 องศาเซลเซียส นาน 25 นาที สีผิวและสีเนื้อของมะม่วงเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น ผลนิ่มขึ้น และทำให้สีผิวและสีเนื้อมีความสม่ำเสมอเมื่อผลสุก คาดว่าอุณหภูมิสูงที่ได้รับไปมีผลในการเร่งกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ ในผลมะม่วง อาทิ กระบวนการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์และการสลายคลอโรฟิลล์ (Jacobi *et al.*, 2001) ซึ่งสอดคล้องกับ Mitcham and McDonald (1993) ที่รายงานว่าผลมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins และพันธุ์ Keitt ที่ได้รับลมร้อนที่อุณหภูมิ 46 องศาเซลเซียส นาน 3-4 ชั่วโมง และ อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง ผลมะม่วงมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นและมีผลเร่งให้เกิดกระบวนการสุกในมะม่วงเร็วขึ้น

9. การเกิดอาการสะท้านหนาว

การเกิดอาการสะท้านหนาวในผลมะม่วงทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 34) ผลมะม่วงในทุกกรรมวิธีเมื่อเก็บรักษาในช่วงแรก 12 วันไม่ปรากฏอาการสะท้านหนาว เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้นพบว่าระยะเวลาที่ใช้แช่น้ำร้อนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ผลมะม่วงแสดงอาการสะท้านหนาวเพิ่มขึ้น (ตารางภาคผนวกที่ 23 และ ภาพที่ 34) เมื่อเก็บรักษาครบ 24 วัน พบว่าผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 75 นาที มีอาการสะท้านหนาวสูงสุดเท่ากับ 3.00 คะแนน (มีอาการปานกลางตั้งแต่ 26-50 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 75, 60 และ 45 นาทีที่มีอาการสะท้านหนาวเท่ากับ 2.33, 2.00 และ 1.67 คะแนน (มีอาการเล็กน้อยตั้งแต่ 1-25 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ (ตารางที่ 36) และผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส นาน 45, 60 และ 75 นาทีมีอาการสะท้านหนาวเท่ากัน คือ 1.67 คะแนน (มีอาการเล็กน้อยตั้งแต่ 1-25 เปอร์เซ็นต์) ส่วนผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีและผลมะม่วงชุดควบคุมมีอาการสะท้านหนาวต่ำสุดเท่ากับ 1.33 คะแนน (มีอาการเล็กน้อยตั้งแต่ 1-25 เปอร์เซ็นต์) (P= 0.03) (ตารางที่ 36)

การแช่ผลมะม่วงในน้ำที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส ทำให้ผลมะม่วงแสดงอาการสะท้านหนาวเท่ากับ 2.00 คะแนน (มีอาการเล็กน้อยตั้งแต่ 1-25 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสที่มีอาการสะท้านหนาวเท่ากับ 1.83 คะแนน (มีอาการเล็กน้อยตั้งแต่ 1-25 เปอร์เซ็นต์) (ตารางภาคผนวกที่ 23) ขณะที่ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 75 นาทีมีอาการสะท้านหนาวสูงสุดเท่ากับ 2.67 คะแนน (มีอาการปานกลางตั้งแต่ 26-50 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 60, 45 และ 30 นาที ที่มีอาการสะท้านหนาวเท่ากับ 1.84, 1.67 และ 1.50 คะแนน ตามลำดับ (มีอาการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เล็กน้อยตั้งแต่ 1-25 เปอร์เซ็นต์) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิของน้ำร้อนที่ใช้แช่และระยะเวลาในการแช่ผลมะม่วงไม่มี ปฏิสัมพันธ์กันตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ตารางภาคผนวกที่ 23)

การใช้ความร้อนสามารถช่วยป้องกันการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ โดยชักนำให้มีการสังเคราะห์ heat shock protein (HSPs) ระหว่างที่ได้รับความร้อน ซึ่ง HSPs ช่วยป้องกันความเสียหายที่เกิดกับโปรตีนในเซลล์และโปรตีนที่เกี่ยวกับเยื่อหุ้มเซลล์ และยังช่วยป้องกันเอนไซม์และโปรตีนไม่ให้เสียหายหรือหยุดการทำงานในขณะที่เก็บรักษาผลิตผลที่อุณหภูมิต่ำ (Lafuente *et al.*, 1991; Sabehat *et al.*, 1995) ได้มีรายงานว่าพบ HSPs ในผลมะเขือเทศ (Sabehat *et al.*, 1995) ผลอะโวกาโด (Woolf, 1997) มันฝรั่ง (Berkel *et al.*, 1994) มะละกอ (Paull and Chen, 1990) แอปเปิล (Lurie and Klein, 1990) และมะม่วง (Leon and Gomez, 2001) ที่ได้รับความร้อนก่อนเก็บรักษา นอกจากนี้ยังมีรายงานที่แสดงถึงอิทธิพลของการใช้อุณหภูมิสูงต่อลักษณะทางสรีรวิทยาของผลิตผลบางชนิด อาทิ เช่น เพชรดา (2540) รายงานว่าพริกหวานที่ได้รับอากาศร้อนที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 30 และ 45 นาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส ช่วยลดอาการสะท้านหนาวได้ สอดคล้องกับ Mencarelli *et al.* (1993) ที่ได้รายงานว่าพริกหวานที่ได้รับอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 20 ชั่วโมง ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 วัน แล้วจึงย้ายมาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงไม่ปรากฏอาการสะท้านหนาว และพบว่าผลพริกหวานที่ได้รับความร้อนก่อนเก็บรักษามีรูปแบบของโปรตีนปรากฏเพิ่มขึ้น 2 แถบ เมื่อศึกษารูปแบบของโปรตีนจากการทำ electrophoresis ซึ่งไม่พบแถบโปรตีนดังกล่าวในผลที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนการเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 36 อาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 วัน

กรรมวิธี	อาการสะท้านหนาว (คะแนน)						
ระยะเวลาที่แช่และระดับอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่ผลมะม่วง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)						
	0	4	8	12	16	20	24
ชุดควบคุม (ไม่แช่ในน้ำร้อน)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.17	1.33	1.33^{b}
30 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	1.00	1.00	1.00	1.00	1.17	1.33	1.67^{ab}
45 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	1.00	1.00	1.00	1.00	1.17	1.33	1.67^{ab}
60 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	1.00	1.00	1.00	1.00	1.17	1.67	1.67^{ab}
75 นาที 40 ± 1 องศาเซลเซียส	1.00	1.00	1.00	1.00	1.33	1.50	3.00^{a}
30 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	1.00	1.00	1.00	1.00	1.17	1.33	1.33^{b}
45 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	1.00	1.00	1.00	1.00	1.17	1.33	1.67^{ab}
60 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	1.00	1.00	1.00	1.00	1.33	1.50	2.00^{ab}
75 นาที 45 ± 1 องศาเซลเซียส	1.00	1.00	1.00	1.00	1.33	2.00	2.33^{ab}
LSD0.05	-	-	-	-	1.09	1.34	0.86
CV (%)	-	-	-	-	33.51	37.39	29.30

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

ระบบการให้คะแนน 5 ระดับ

1 = ไม่มีอาการ

2 = มีอาการเล็กน้อย ตั้งแต่ 1 - 25 เปอร์เซ็นต์

3 = มีอาการปานกลาง ตั้งแต่ 26 - 50 เปอร์เซ็นต์

4 = มีอาการรุนแรง ตั้งแต่ 51 - 75 เปอร์เซ็นต์

5 = มีอาการรุนแรงมากตั้งแต่ 76 - 100 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในผลอะโวกาโดที่ได้รับอุณหภูมิสูงก่อนการเก็บรักษา พบว่ามีอาการสะท้านหนาวลดลง โดย Florisan *et al.* (1996) รายงานว่าผลอะโวกาโดพันธุ์ Hass ที่เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียสนาน 6-12 ชั่วโมงแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส สามารถป้องกันการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ และพบว่าผลอะโวกาโดที่เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมงมีการสังเคราะห์ HSPs มากที่สุด จึงเชื่อว่าความต้านทานต่ออาการสะท้านหนาวนั้นเกิดขึ้นในช่วงที่ผลิตผลได้รับอุณหภูมิสูง โดยเนื้อเยื่อสามารถที่จะเมแทบอไลท์สารพิษซึ่งสะสมขึ้นในระหว่างที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ และเนื้อเยื่อสามารถสร้างสารที่ขาดหายไปขึ้นมาทดแทนได้ (ดนัย, 2540) และพบว่า HSPs บางชนิดสามารถทำหน้าที่ได้เช่นเดียวกับ molecular chaperone (Jinn *et al.*, 1989) ซึ่งในสภาพปกติ molecular chaperone จะทำหน้าที่จับกับโปรตีนที่สังเคราะห์ขึ้นใหม่ ๆ แล้วเกิดการรวมตัวกันเกิดเป็นโครงสร้างขนาดใหญ่ ทำให้เกิดเป็น conformation ของโปรตีนได้อย่างปกติ (ดนัยและอังสนา, 2540) ส่วน HSPs chaperone จะทำหน้าที่จับกับโปรตีนที่เสียสภาพเนื่องจากสภาวะเครียดต่าง ๆ แล้วทำให้เกิดการรวมตัวสร้างเป็นโปรตีนที่สมบูรณ์และถูกต้องอีกครั้ง รวมทั้งป้องกันไม่ให้โปรตีนรวมตัวกันอย่างผิดระเบียบ (Landry and Gierasch, 1994) ในสภาพ *in vivo* พบว่า HSPs chaperones ในเซลล์ของต้นเครสหูหนู (Arabidopsis) จะทำหน้าที่ป้องกันและกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ luciferase (Forrieter *et al.*,1997) HSPs บางชนิดสามารถป้องกันเซลล์พืชจากการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยป้องกันการเสื่อมสภาพของโปรตีนจากการได้รับอุณหภูมิต่ำ เช่น ในผลมะเขือเทศที่ถูกกระตุ้นด้วยความร้อน พบว่ามีการสร้าง HSPs และผลมะเขือเทศมีความต้านทานต่ออาการสะท้านหนาว (Sabehat *et al.*, 1996) HSPs ยังมีผลต่อการปรับตัวของพืชตามธรรมชาติต่อสภาพอุณหภูมิต่ำ โดย Ukaji *et al.* (1999) รายงานว่าต้นหม่อน (mulberry) ที่สามารถเจริญเติบโตได้ในช่วงฤดูหนาวในญี่ปุ่น ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า –5 องศาเซลเซียส มีการสังเคราะห์และสะสม smHSPs ที่มีน้ำหนักโมเลกุล 20, 21 และ 27 กิโลดาลตันในเอนโดพลาสมิคเรติคิวลัมของเซลล์คอร์ติคอลพาเรนไคมา คาดว่า smHSPs ไปมีผลต่อการปรับตัวของพืชให้เกิดความเคยชิน (acclimation) และความทนทาน (tolerance) ต่ออุณหภูมิต่ำในพืช

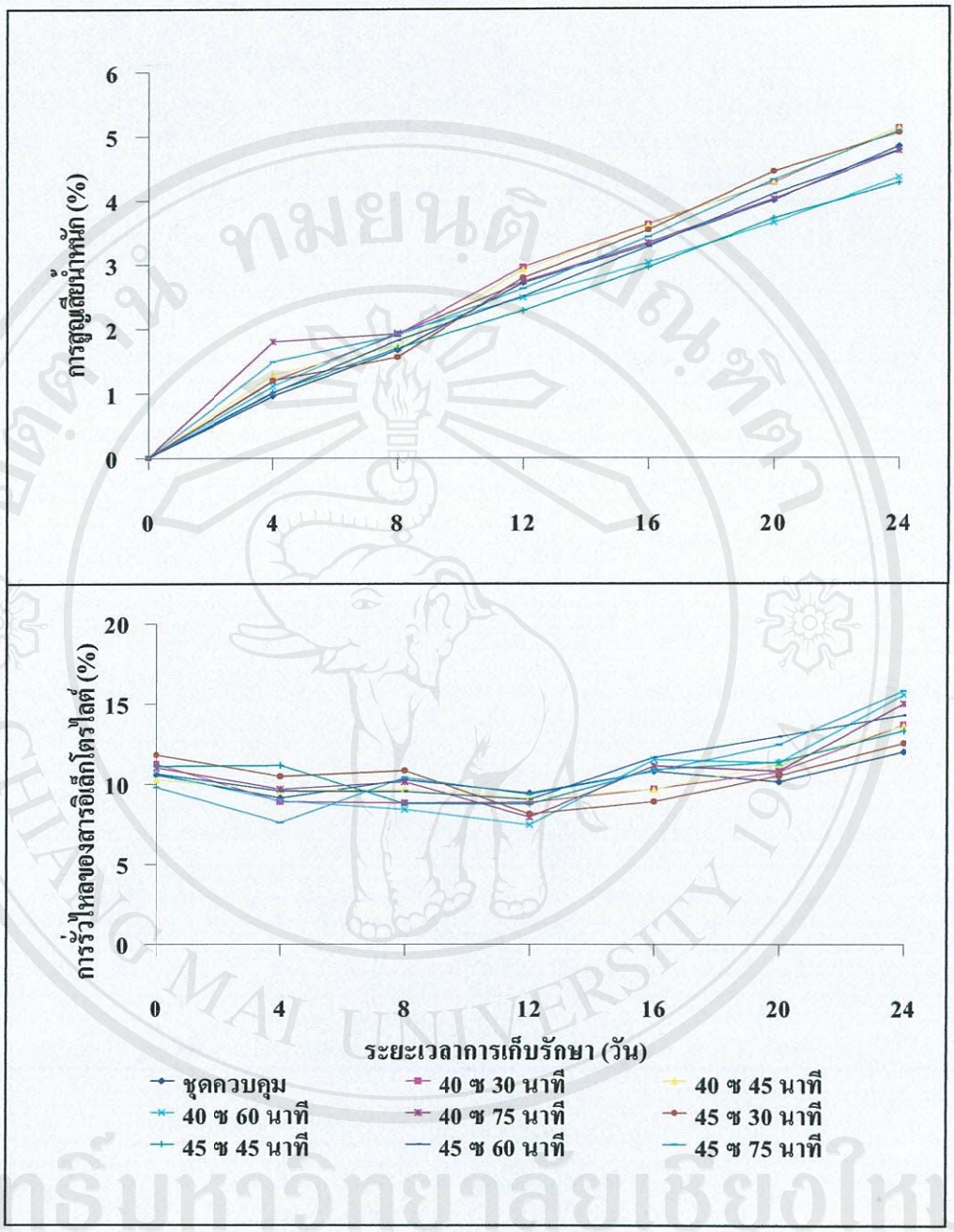
ผลการศึกษาอิเล็กโตรโฟรีซีสของโปรตีนที่ได้จากเนื้อมะม่วงในแต่ละกรรมวิธีแล้วนำมาศึกษารูปแบบของโปรตีน ไม่พบแถบโปรตีนที่ถูกสร้างขึ้นหลังจากผลมะม่วงได้รับความร้อนตลอดระยะการเก็บรักษา และพบว่าผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนนาน 75 นาทีก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส มีคะแนนการเกิดอาการสะท้านหนาวสูงสุดเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 24 วัน ซึ่งสอดคล้องกับค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ระดับของการเกิดอาการสะท้านหนาวที่ได้จากผลการทดลอง (ตารางที่ 27) แสดงว่าการได้รับความร้อนเป็นระยะเวลานานเกินไปไม่สามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ได้ แต่กลับมีผลเร่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

และส่งเสริมให้เกิดอาการสะท้านหนาว (ตารางที่ 27 และ ตารางที่ 36) โดยอาจมีความสัมพันธ์กับการเกิดความเสียหายอันเนื่องมาจากการได้รับความร้อน (heat damage) โดย Jacobi *et al.* (2000) ได้รายงานว่าผลมะม่วงพันธุ์ Kensington ที่ได้รับอุณหภูมิตั้งแต่ 22-42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมงก่อนนำมาจุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที และจุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 47 องศาเซลเซียสนาน 15 นาที แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส พบว่าผลมะม่วงเกิด lenticel spoting และ skin scalding สูงกว่าผลมะม่วงชุดควบคุม ซึ่งโดยทั่วไปความเสียหายอันเนื่องมาจากการได้รับความร้อนจะทำให้ผลิตผลเกิดสีน้ำตาล (Kerbel *et al.*, 1987) ผิวยุบตัว (Jacobi and Gowanlock, 1995) เนื้อเยื่อถูกทำลายและเกิดการเน่าเสียได้ง่าย (Jacobi and Wong, 1992) ในผลมะม่วงยังมีการพัฒนาสีผิวผิดปกติ มีการนิ่มของผลผิดปกติ การเปลี่ยนรูปของสตาร์ชเป็นน้ำตาลภายในผลเกิดช้าหรือผิดปกติ (An and Paull, 1990) และหากนำผลิตผลที่ได้รับความร้อนดังกล่าวไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะส่งเสริมให้เกิดอาการสะท้านหนาวเพิ่มขึ้นได้ (Lurie, 1998)

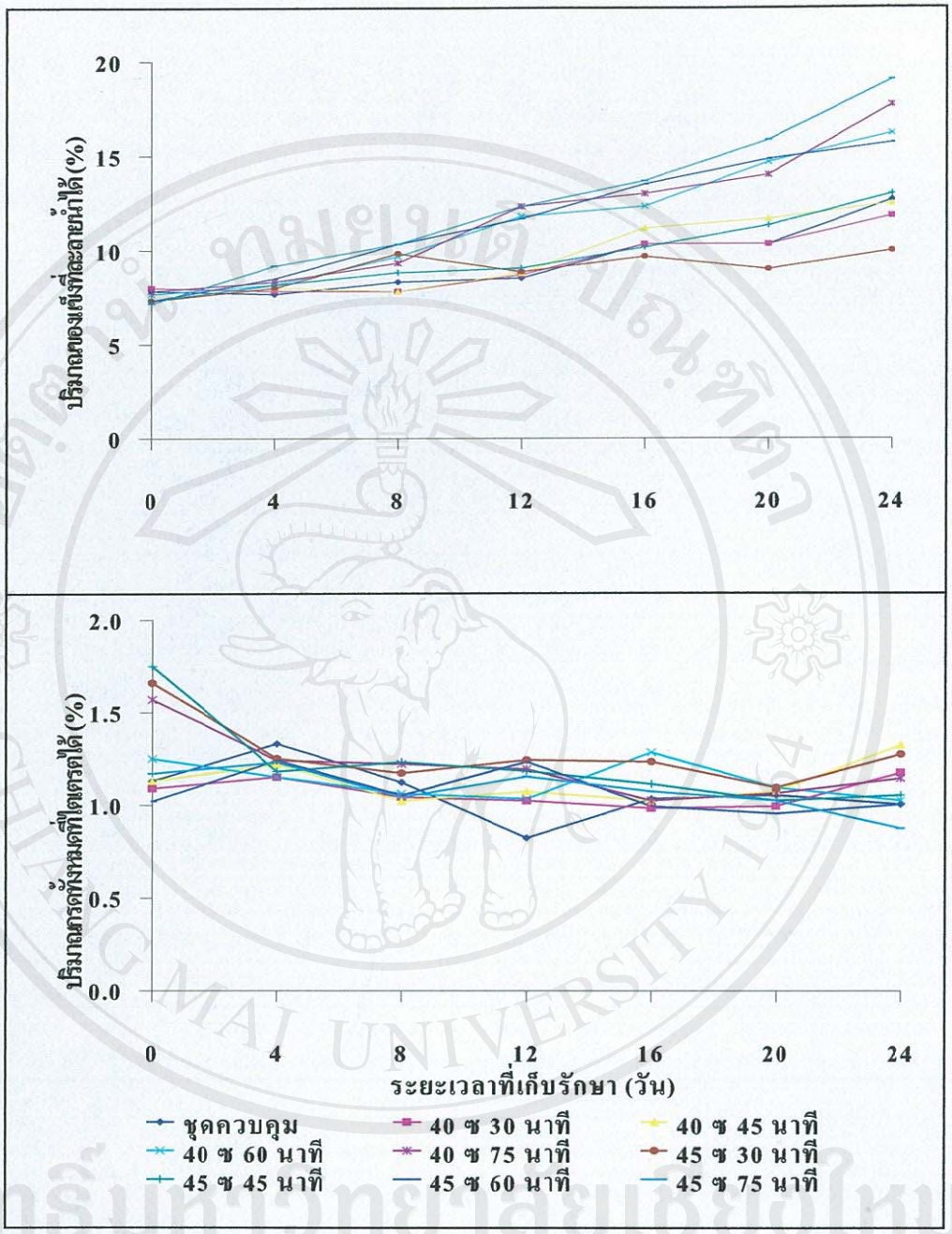
ผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่า ไม่มีการเพิ่มขึ้นของแถบโปรตีนภายหลังการแช่ผลมะม่วงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส และ 45±1 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลานาน 30, 45, 60 และ 75 นาที และพบว่าการแช่น้ำอุณหภูมิและระยะเวลาดังกล่าวไม่สามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวและการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ ซึ่งเป็นค่าที่บ่งชี้ระดับความรุนแรงของการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ได้ แสดงว่าระดับอุณหภูมิของน้ำและระยะเวลาที่ใช้แช่ดังกล่าวไม่สามารถชักนำให้เกิดการสังเคราะห์ HSPs ขึ้นในผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ ทำให้ไม่มีผลในการลดการเกิดอาการสะท้านหนาวที่เกิดกับผลมะม่วงโดยการทำงานของ HSPs ซึ่งระดับอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการได้รับความร้อนเพื่อกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์ HSPs ในมะม่วงยังไม่มีการศึกษาที่ชัดเจน (Jacobi *et al.*, 2001) แต่พบว่าผลไม้บางชนิดถูกกระตุ้นให้มีการสังเคราะห์ HSPs ได้เมื่อได้รับอุณหภูมิสูงในช่วงระหว่าง 38-40 องศาเซลเซียส อาทิ มะละกอ (Paull and Chen., 1990) มะเขือเทศ (Sabehat *et al.*, 1995) และผลอะโวกาโด (Woolf, 1997) Florissen *et al.* (1996) ได้รายงานว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสังเคราะห์ HSPs ในผลอะโวกาโดพันธุ์ "Hass" อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 34-38 องศาเซลเซียส ส่วนระยะเวลาที่กระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์ HSPs เมื่อได้รับอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส คือระยะเวลา 30-120 นาที ทั้งนี้จากผลการทดลองที่ได้แม้ว่าไม่สามารถตรวจสอบพบแถบโปรตีนที่สังเคราะห์ขึ้นใหม่จากการได้รับความร้อน แต่ทำให้ทราบถึงรูปแบบของโปรตีนในผลมะม่วงซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาถึงรูปแบบของโปรตีนที่เปลี่ยนไปเมื่อเกิดการสังเคราะห์หรือสลายของโปรตีน รวมทั้งใช้เป็นแนวทางในการหาวิธีการที่เหมาะสมที่ทำให้มีการสังเคราะห์ HSPs เพื่อให้ผลมะม่วงมีความต้านทานต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวต่อไปในอนาคต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



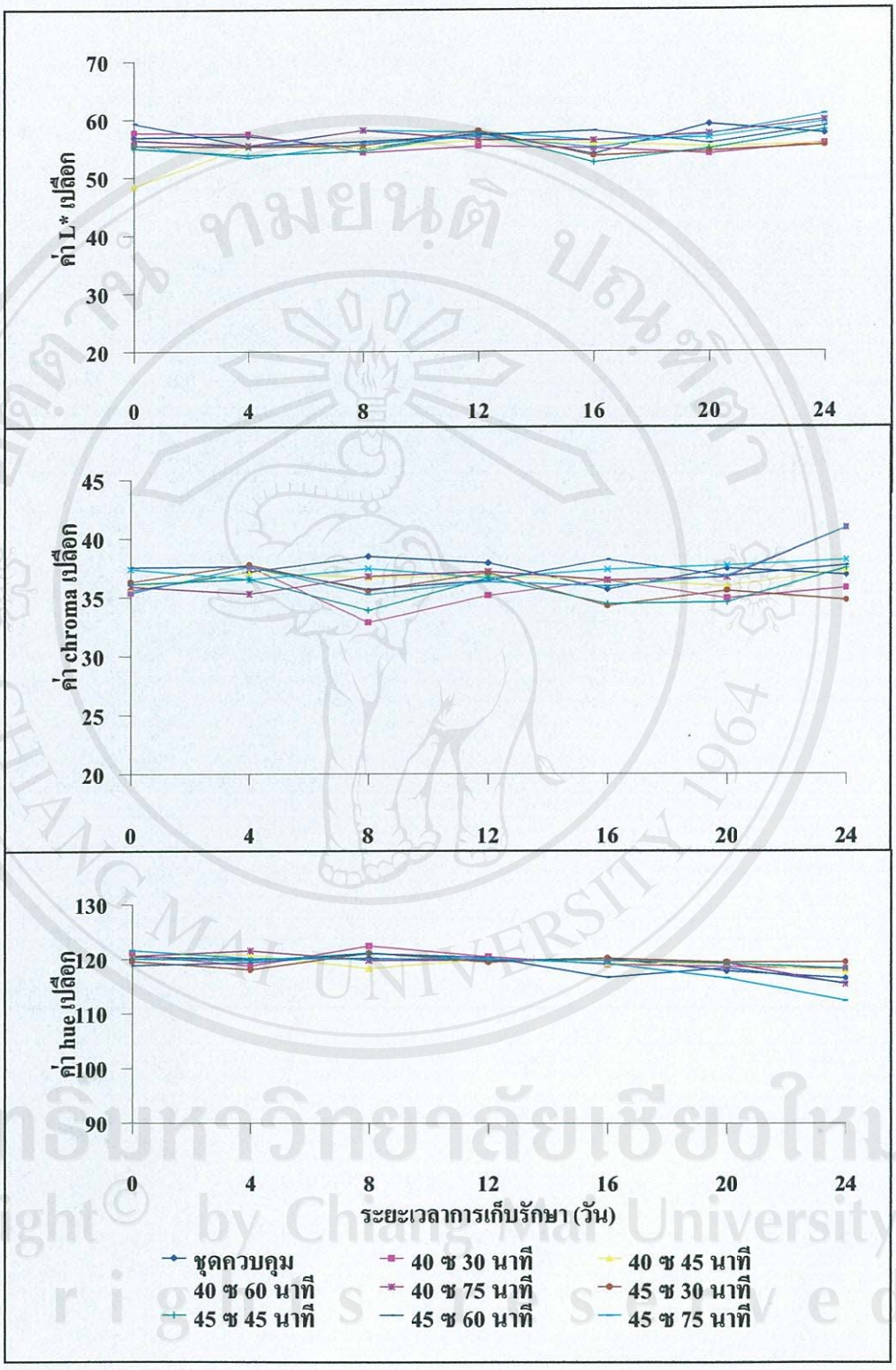
ภาพที่ 30 การสูญเสียน้ำหนักและการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 24 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



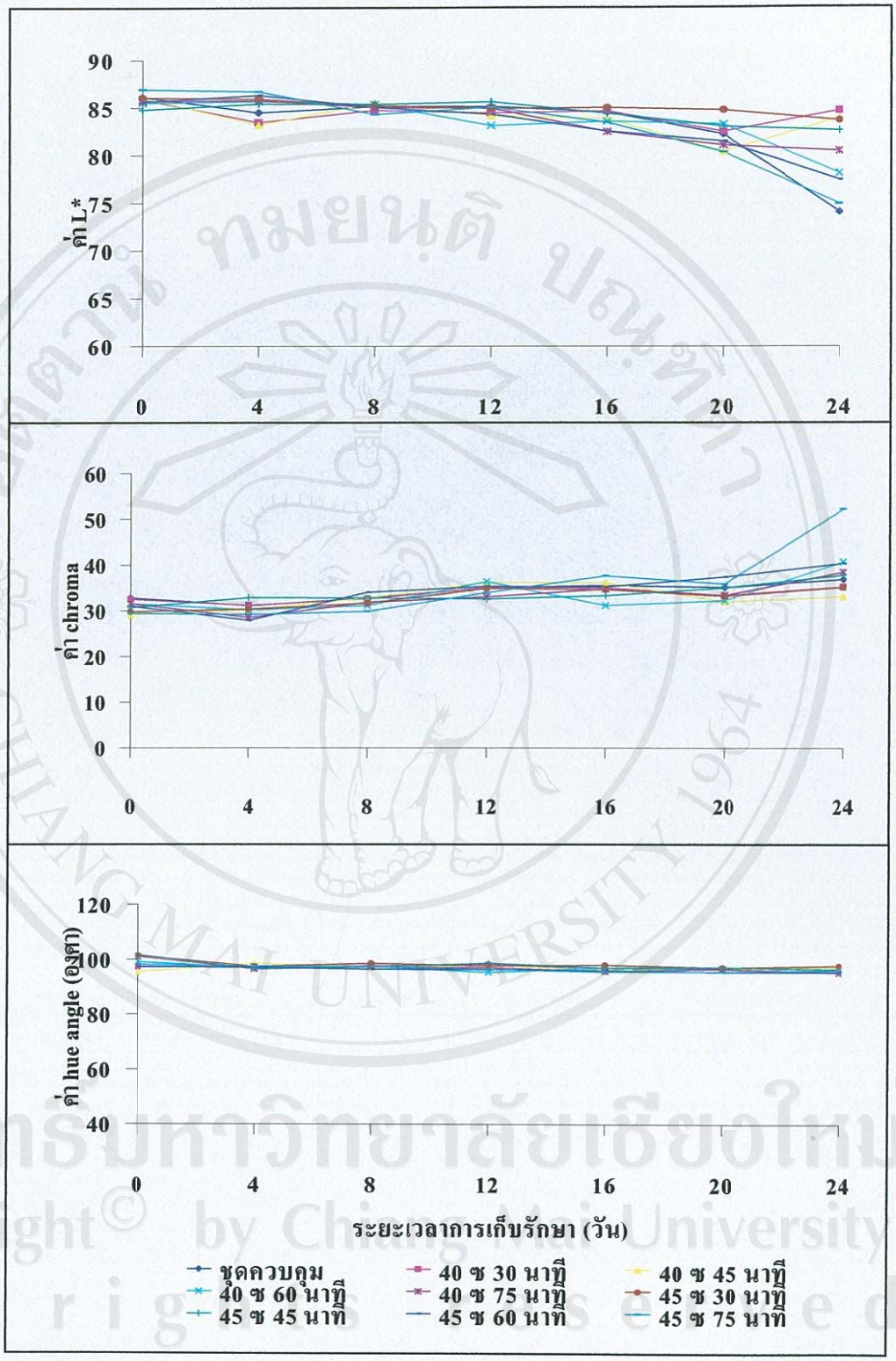
ภาพที่ 31 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 24 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



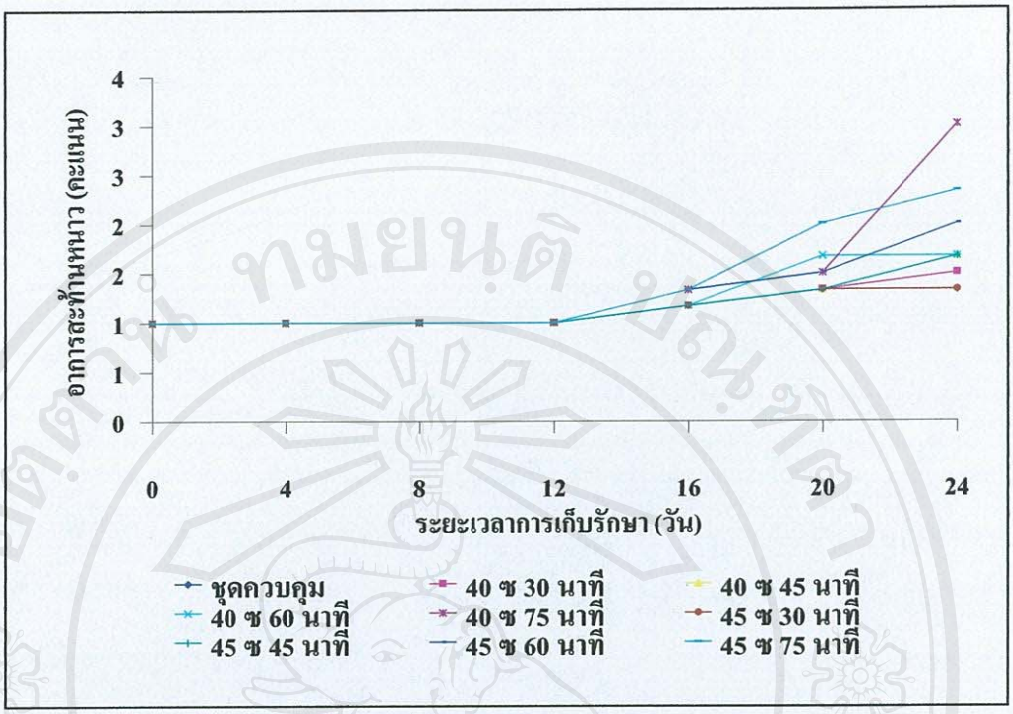
ภาพที่ 32 ค่า L* ค่า chroma และค่า hue angle (H°) ของผิวเปลือกผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 24 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



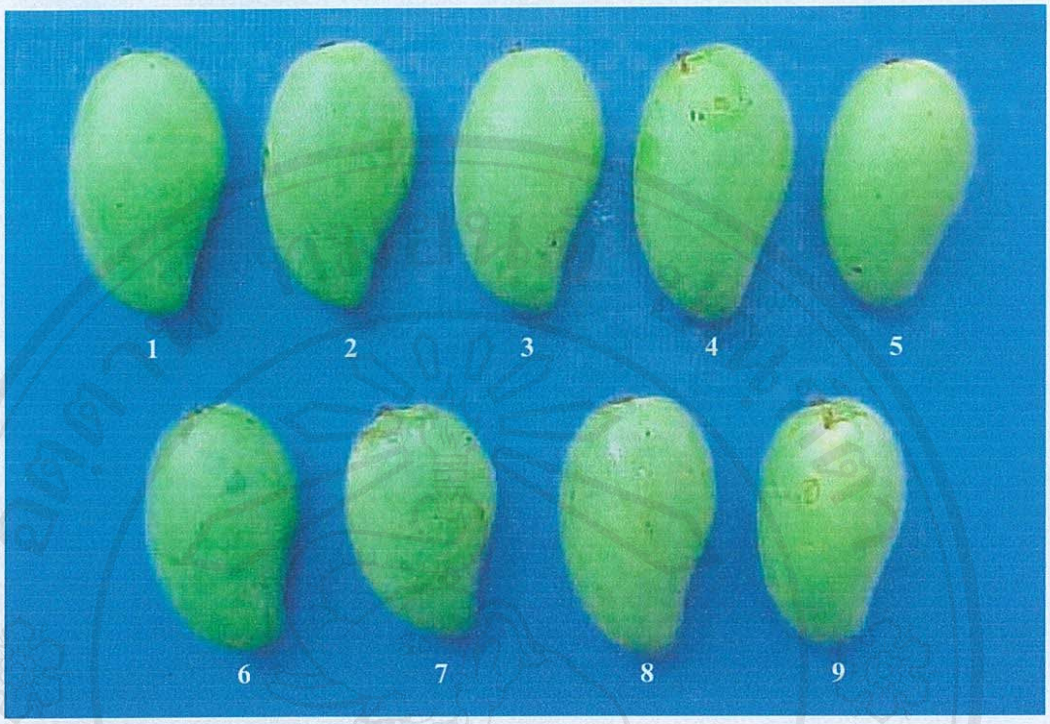
ภาพที่ 33 ค่า L* ค่า chroma และค่า hue angle (H°) ของเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 24 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 34 อาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 24 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

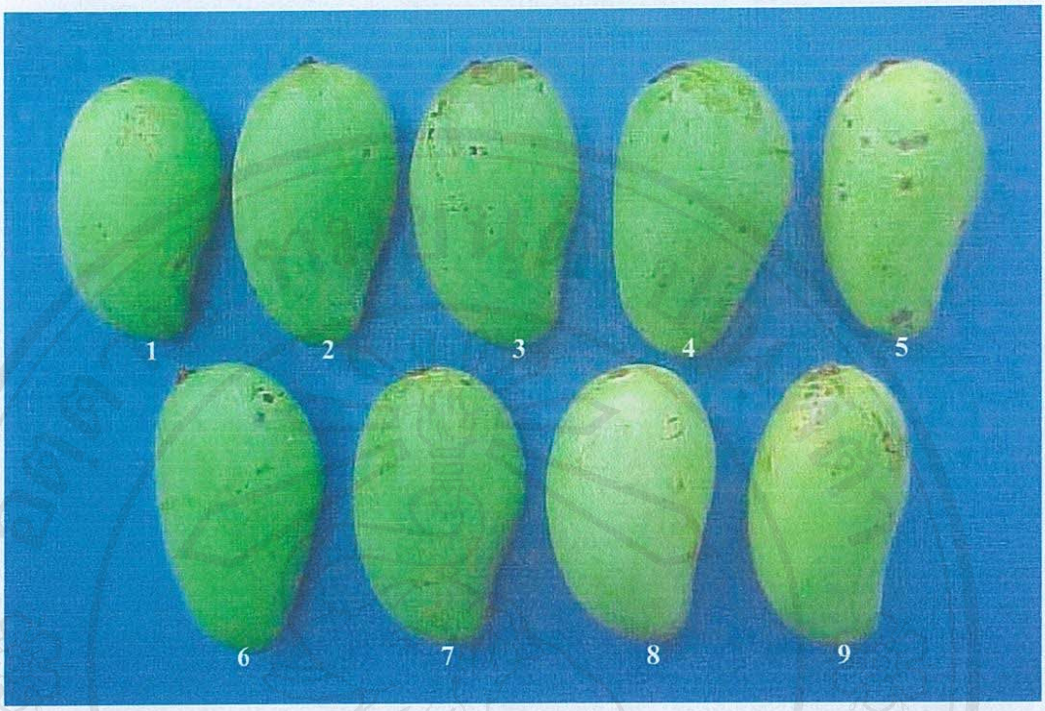


ภาพที่ 35 ลักษณะภายนอกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส วันเริ่มต้นของการเก็บรักษา

หมายเหตุ

1 = ผลมะม่วงชุดควบคุม
2 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที
3 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียสนาน 45 นาที
4 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียสนาน 60 นาที
5 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียสนาน 75 นาที
6 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที
7 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 45 นาที
8 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 60 นาที
9 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 75 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

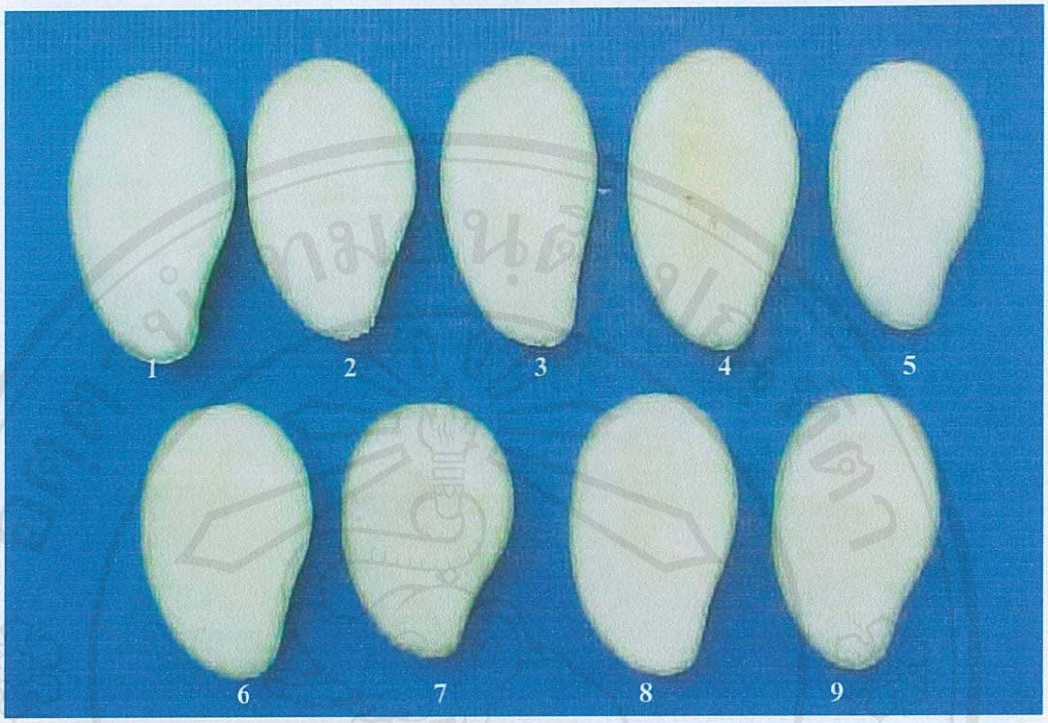


ภาพที่ 36 ลักษณะภายนอกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส นาน 24 วัน

หมายเหตุ

1 = ผลมะม่วงชุดควบคุม
2 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที
3 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียสนาน 45 นาที
4 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียสนาน 60 นาที
5 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียสนาน 75 นาที
6 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที
7 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 45 นาที
8 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 60 นาที
9 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 75 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

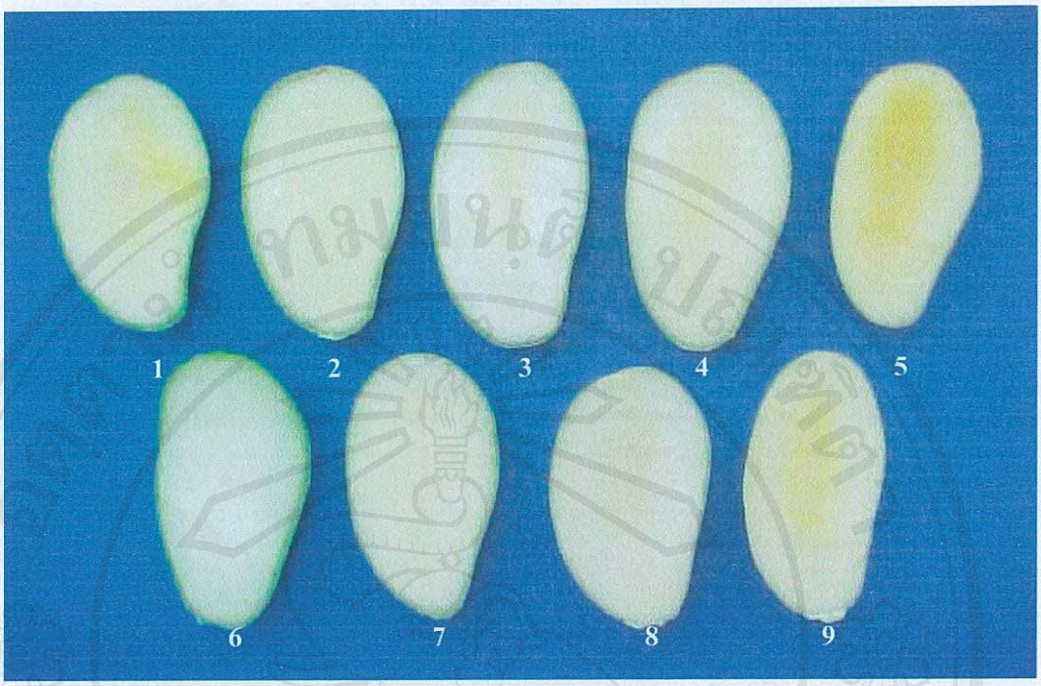


ภาพที่ 37 ลักษณะภายในของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส วันเริ่มต้นของการเก็บรักษา

หมายเหตุ

1 = ผลมะม่วงชุดควบคุม
2 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที
3 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียสนาน 45 นาที
4 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียสนาน 60 นาที
5 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียสนาน 75 นาที
6 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที
7 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 45 นาที
8 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 60 นาที
9 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 75 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 38 ลักษณะภายในของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 และ 45±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30, 45, 60 และ 75 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสนาน 24 วัน

หมายเหตุ

1 = ผลมะม่วงชุดควบคุม
2 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที
3 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียสนาน 45 นาที
4 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียสนาน 60 นาที
5 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียสนาน 75 นาที
6 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที
7 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 45 นาที
8 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 60 นาที
9 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 75 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 3 ผลของอุณหภูมิสูงในรูปน้ำร้อนและการบรรจุในถุงพลาสติกต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์

การศึกษาผลของถุงพลาสติกที่ใช้บรรจุผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์แล้วเก็บรักษาต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยนำผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE และ LDPE ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1±1 องศาเซลเซียส และ 5±1 องศาเซลเซียส เมื่อเก็บรักษาครบ 25 วันพบว่า ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE แสดงอาการสะท้านหนาวที่ระดับ 4.17 คะแนน ซึ่งสูงกว่าผลมะม่วงชุดควบคุมและผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE ที่แสดงอาการสะท้านหนาวที่ระดับ 3.17 และ 3.50 คะแนน ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 11) และการเก็บรักษาผลมะม่วงอุณหภูมิที่ 1±1 องศาเซลเซียส ผลมะม่วงมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ซึ่งเป็นค่าที่บ่งชี้ระดับของการเกิดอาการสะท้านหนาวเท่ากับ 49.39 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส ซึ่งผลมะม่วงมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 46.27 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวกที่ 2)

สำหรับผลของอุณหภูมิสูงในรูปน้ำร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณและรูปแบบของโปรตีนในเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ โดยการแช่ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ในน้ำอุณหภูมิ 40±1 องศาเซลเซียส หรือ 45±1 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30, 45, 60 หรือ 75 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 วัน สุ่มผลมะม่วงจากการทดลองทุกกรรมวิธีมาศึกษาปริมาณและรูปแบบของโปรตีนทุก 4 วัน โดยวัดปริมาณโปรตีนด้วยวิธี dye binding พบว่าปริมาณโปรตีนในเนื้อมะม่วงที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อศึกษารูปแบบของโปรตีนด้วยวิธี SDS-PAGE พบว่าการแช่ผลมะม่วงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 60 และ 75 นาที ไม่พบแถบโปรตีนหลักที่มีน้ำหนักโมเลกุลระหว่าง 25.11-26.83 กิโลดาลตันในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา (ตารางที่ 19 และภาพที่ 23) และตรวจสอบไม่พบแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลระหว่าง 21.86-24.52 และ 16.06-16.66 กิโลดาลตัน เมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงเป็นระยะเวลานานขึ้น (ตารางที่ 20-25 ภาพที่ 24-29)

เมื่อพิจารณาด้านคุณภาพ พบว่าการแช่ผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 30 นาที ผลมะม่วงแสดงอาการสะท้านหนาวไม่แตกต่างจากชุดควบคุมซึ่งแสดงอาการสะท้านหนาวน้อยกว่าผลมะม่วงจากกรรมวิธีอื่น ดังนั้นจึงนำผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 30 นาทีมาบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพและการเกิดอาการสะท้านหนาว ผลการทดลองที่ได้มีดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. การสูญเสียน้ำหนัก

การสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยผลมะม่วงที่ไม่ได้บรรจุถุงในพลาสติกชนิด LDPE สูญเสียน้ำหนักสูงกว่าผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 39) เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 24 วัน พบว่าผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที และผลมะม่วงชุดควบคุม (ไม่แช่ในน้ำร้อนและไม่บรรจุในถุงพลาสติก) สูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 5.03 และ 4.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE และผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE เพียงอย่างเดียวแล้วเก็บรักษามีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 0.74 เปอร์เซ็นต์ และ 0.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P<0.01$) (ตารางที่ 37) ผลการทดลองที่ได้แสดงว่าการบรรจุผลมะม่วงในถุงพลาสติกสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้ เนื่องจากการบรรจุผลิตผลในถุงพลาสติกหรือห่อด้วยแผ่นพลาสติกเป็นการป้องกันการระเหยของน้ำออกจากผลิตผล และรักษาสภาพบรรยากาศรอบผลิตผลให้อิ่มตัวด้วยไอน้ำ (Ben–Yehoshua, 1979) จึงลดการสูญเสียน้ำออกจากผลิตผล ทำให้การสูญเสียน้ำหนักของผลิตผลลดลง สอดคล้องกับผลการวิจัยของวิศักดิ์ (2529) ที่ทดลองห่อผลเกรปฟรุตด้วยพลาสติกโพลีเอทธิลีนสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้ และการห่อผลส้มเขียวหวานด้วยพลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์แล้วเก็บรักษา พบว่า สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักของผลส้มได้ Sornsrivichai *et al.*, 1992)

2. การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์

การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของผลมะม่วงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกแล้วเก็บรักษามีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนภายหลังการเก็บรักษา นาน 16 วัน ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนภายหลังการเก็บรักษานาน 20 วัน ส่วนผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีและผลมะม่วงชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้นเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 39) เมื่อเก็บรักษาครบ 24 วัน พบว่า ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษามีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 37.05 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่บรรจุ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 37 การสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 วัน

กรรมวิธี	การสูญเสียน้ำหนัก (%) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)						
	0	4	8	12	16	20	24
ชุดควบคุม	0.00	0.95 [a]	1.67 [a]	2.70 [a]	3.29 [a]	3.98 [a]	4.82 [a]
แช่ในน้ำ 45±1 °ซ 30 นาที	0.00	1.20 [a]	1.92 [a]	2.79 [a]	3.53 [a]	4.44 [a]	5.03 [a]
แช่ในน้ำ 45±1 °ซ 30 นาที + LDPE	0.00	0.01 [b]	0.08 [b]	0.28 [b]	0.35 [b]	0.60 [b]	0.74 [b]
บรรจุในถุง LDPE	0.00	0.00 [b]	0.07 [b]	0.16 [b]	0.28 [b]	0.53 [b]	0.70 [b]
LSD 0.05	-	0.69	0.85	1.20	1.89	1.15	2.59
CV (%)	-	32.08	31.90	29.45	36.86	33.73	33.08

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

ในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษา ที่มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 40.94 เปอร์เซ็นต์ แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงชุดควบคุมและผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีแล้วเก็บรักษาซึ่งมีค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 11.98 และ 12.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P=0.03$) (ตารางที่ 38)

การบรรจุผลิตผลในถุงพลาสติกเป็นการเก็บรักษาผลิตผลในสภาพดัดแปลงบรรยากาศ เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถลดความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวได้ โดยมีผลในการลดระดับของก๊าซออกซิเจนลง เนื่องจากก๊าซออกซิเจนถูกใช้ไปในการหายใจของผักและผลไม้ และมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น เป็นผลให้ผลิตผลมีการหายใจลดลง มีการสุก การเสื่อมสภาพ การเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพช้าลง (สายชล, 2528) ผลการทดลองที่ได้ พบว่าการแช่ผลมะม่วงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาและการบรรจุผลมะม่วงในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษา มีการรั่วไหล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 38 การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที และที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 วัน

กรรมวิธี	การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ (%) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)						
	0	4	8	12	16	20	24
ชุดควบคุม	10.60	9.15b	10.28 ^{b}	9.44 ^{d}	10.79 ^{b}	10.13 ^{b}	11.98 ^{b}
แช่ในน้ำ 45±1 °ซ 30 นาที	11.84	10.50^{a}	10.85^{ab}	8.14 ^{c}	8.91 ^{c}	10.51 ^{b}	12.51 ^{b}
แช่ในน้ำ 45±1°ซ 30 นาที + LDPE	11.13	8.93 ^{b}	10.14 ^{b}	10.68^{b}	10.84 ^{b}	12.60^{ab}	37.05 ^{a}
บรรจุในถุง LDPE	10.60	9.08 ^{b}	11.70 ^{a}	12.38^{a}	14.78 ^{a}	35.30 ^{a}	40.94 ^{a}
LSD 0.05	1.62	0.68	1.09	1.18	1.43	23.69	22.37
CV (%)	11.04	9.42	10.74	10.16	11.33	17.14	25.53

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

ของสารอิเล็กโตรไลต์สูงกว่าผลมะม่วงชุดควบคุมและผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที ซึ่งการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เป็นค่าชี้วัดระดับของการเกิดอาการสะท้านหนาว แสดงว่าการบรรจุผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาไม่สามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ แม้ว่าจะมีรายงานที่เกี่ยวกับการบรรจุผลมะม่วงในถุงพลาสติกหรือห่อด้วยแผ่นพลาสติกก่อนการเก็บรักษาที่สามารถลดอาการสะท้านหนาวในผลมะม่วงลงได้ อาทิ การเก็บรักษาผลมะม่วงในถุงโพลีเอทธิลีน แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน สามารถลดอาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงพันธุ์ Carrie, Common, Kensington และ Zill ได้ (Grantly *et al.*, 1982) แต่การดัดแปลงบรรยากาศที่ไม่เหมาะสมก็อาจมีผลเสียต่อผลิตผลได้ เช่น ทำให้ผลสาลี่สุกไม่สม่ำเสมอ (Somsrivichai, 1990) เกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติในผลมะม่วง (Miller, 1983) เนื่องจากสภาพก๊าซออกซิเจนที่ต่ำเกินไปหรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงเกินไป เมื่อเก็บรักษาผลิตผลในสภาพดัดแปลงสภาพบรรยากาศ ทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนขึ้น (Kader *et al.*, 1985) ผลิตผลเกิดกระบวนการทางชีวเคมีที่ผิดปกติ มีการสะสมสารพิษ เช่น อะซีตัลดีไฮด์และเอทิลแอลกอฮอล์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เป็นผลให้เซลล์และเยื่อหุ้มเกิดการเสื่อมสภาพ (ดนัย, 2540) ส่งผลให้ผลิตผลมีความอ่อนแอและตอบสนองต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวเพิ่มมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

3. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลมะม่วงชุดควบคุมและผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น แต่ผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE และผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 40) เมื่อเก็บรักษาครบ 24 วันผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 8.17 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่บรรจุถุงพลาสติกชนิด LDPE และผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 นาทีแล้วเก็บรักษา ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 7.33 และ 10.00 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงชุดควบคุมที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 12.67 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.01$) (ตารางที่ 39) ผลการทดลองที่ได้ พบว่าผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่าชุดควบคุม แสดงว่าการบรรจุผลมะม่วงในถุงพลาสติกชนิด LDPE ก่อนการเก็บรักษามีผลในการชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น ซึ่งปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มสูงขึ้นเมื่อผลไม้พัฒนาเข้าสู่กระบวนการสุก เนื่องจากมีการไฮโดรไลซ์สตาร์ชไปเป็นน้ำตาล (สายชล, 2536) การเก็บรักษาผลมะม่วงโดยการบรรจุในถุงทำให้เกิดสภาพดัดแปลงบรรยากาศ ซึ่งช่วยลดปริมาณก๊าซออกซิเจนและเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมภายในผลมะม่วงเกิดขึ้นช้า (จริงแท้, 2542) การไฮโดรไลซ์สตาร์ชไปเป็นน้ำตาลจึงเกิดได้ช้าลงด้วย เป็นผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีการเพิ่มขึ้นน้อยลง สอดคล้องกับผลการวิจัยที่ได้รายงานว่าผลมะม่วงที่ห่อด้วยถุงโพลีเอทธิลีน ถุงโพลีไวนีลคลอไรด์ และ ถุงโพลีโพพิลีน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 และ 13 องศาเซลเซียส เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาผลมะม่วงมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยกว่าชุดควบคุม (ภานุมาศ, 2530)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 39 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที และที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 วัน

กรรมวิธี	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)						
	0	4	8	12	16	20	24
ชุดควบคุม	7.83	7.67 ^{b}	8.33 ^{b}	8.53 ^{ab}	10.33 ^{a}	10.33 ^{a}	12.67 ^{a}
แช่ในน้ำ 45±1 °ซ 30 นาที	7.33	8.00 ^{ab}	9.83 ^{a}	8.87 ^{a}	9.67 ^{a}	9.00 ^{ab}	10.00 ^{ab}
แช่ในน้ำ 45±1 °ซ 30 นาที + LDPE	7.33	8.00 ^{ab}	8.17 ^{bc}	8.00 ^{b}	8.00 ^{b}	7.67 ^{bc}	8.17 ^{b}
บรรจุในถุง LDPE	7.83	8.33 ^{a}	7.67 ^{c}	8.20 ^{ab}	7.83 ^{b}	7.00 ^{c}	7.33 ^{bc}
LSD 0.05	0.86	0.61	0.54	0.67	1.33	1.54	1.63
CV (%)	6.05	3.95	3.33	4.29	7.90	9.63	9.08

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

4. ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้

เมื่อเริ่มต้นเก็บรักษา ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที และผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้สูงกว่าผลมะม่วงชุดควบคุมและผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกแล้วเก็บรักษา (ตารางที่ 40 และภาพที่ 40) หลังจากนั้นปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ในทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ตารางที่ 40 และภาพที่ 40) เมื่อเก็บรักษาครบ 24 วัน พบว่าผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษา มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้เท่ากับ 1.07 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงชุดควบคุม ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีแล้วเก็บรักษา และผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE เพียงอย่างเดียวแล้วเก็บรักษา ที่มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้เท่ากับ 1.00, 1.27 และ 0.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 40)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 40 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที และ ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 วัน

กรรมวิธี	ปริมาณ กรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ (%) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)						
	0	4	8	12	16	20	24
ชุดควบคุม	1.14 [b]	1.33	1.12	0.82 [b]	1.03	1.05 [ab]	1.00
แช่ในน้ำ 45±1 °ซ 30 นาที	1.66 [a]	1.25	1.17	1.24 [a]	1.23	1.09 [a]	1.27
แช่ในน้ำ 45±1 °ซ 30 นาที + LDPE	1.75 [a]	1.19	1.10	1.01 [ab]	1.05	1.06 [ab]	1.07
บรรจุในถุง LDPE	1.13 [b]	1.25	1.22	1.12 [a]	1.13	0.96 [b]	0.99
LSD 0.05	0.49	0.23	0.12	0.28	0.42	0.12	0.39
CV (%)	18.63	30.74	5.50	13.47	20.14	6.08	18.35

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

ผักและผลไม้ทั่วไปมีกรดอินทรีย์และสารประกอบอื่นที่ให้ความเป็นกรดอยู่หลายชนิด สารเหล่านี้เป็นสารสำคัญในขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการหายใจ (จริงแท้, 2542) ในระหว่างกระบวนการสุกของผลไม้ปริมาณกรดทั้งหมดจะลดลงเนื่องจากมีการนำกรดอินทรีย์ไปใช้ในกระบวนการหายใจ (ดนัย, 2540) ในผลมะม่วงมีปริมาณกรดซิตริกมากกว่ากรดชนิดอื่น ซึ่งปริมาณกรดทั้งหมดจะมีมากขณะที่ผลอ่อน และลดลงเมื่อผลแก่ (Mendoza and Will, 1984) เนื่องจากในระหว่างการเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิต่ำ ทำให้อัตราการหายใจของผลมะม่วงลดลง ปริมาณกรดอินทรีย์จึงถูกนำไปใช้เป็นสับสเตรตในกระบวนการหายใจลดน้อยลงด้วย ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้จึงไม่แตกต่างกันเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา สอดคล้องกับผลการวิจัยที่รายงานว่าการเก็บรักษาผลมะเขือเทศที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสไม่มีผลต่อปริมาณกรดทั้งหมดโดยรวมและความเป็นกรด-ด่าง (นิพนธ์, 2536) และ ผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนอุณหภูมิ 34 และ 38 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมงก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสมีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ไม่แตกต่างกัน (ธเนศวร์, 2541)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6. การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก

ค่า L* เป็นค่าที่บอกถึงความสว่างของผิวเปลือกมะม่วง พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ตารางที่ 41 และภาพที่ 41) โดยพบว่าผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษามีค่า L* ลดลงมากที่สุดเมื่อเก็บรักษาตั้งแต่ 12 วันจนสิ้นสุดการเก็บรักษานาน 24 วัน (ตารางที่ 41 และภาพที่ 41) และเมื่อเก็บรักษาครบ 24 วัน ผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษามีค่า L* ของผิวเปลือกเท่ากับ 44.92 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่มีค่า L* เท่ากับ 51.89 แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงชุดควบคุมและผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีแล้วเก็บรักษา ที่มีค่า L* เท่ากับ 57.39 และ 55.32 ตามลำดับ (P=0.03) (ตารางที่ 41)

ตารางที่ 41 ค่า L* ของเปลือกมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 วัน

กรรมวิธี	ค่า L* เปลือกมะม่วง						
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)						
	0	4	8	12	16	20	24
ชุดควบคุม	56.89	57.14	54.87	57.65 ^{a}	53.92	59.06^{a}	57.39^{a}
แช่ในน้ำ 45±1 °ซ 30 นาที	55.47	55.28	55.49	55.99 ^{a}	53.64	54.43^{ab}	55.32^{a}
แช่ในน้ำ 45±1 °ซ 30 นาที + LDPE	55.02	54.19	57.30	55.39 ^{b}	52.21	54.17^{b}	51.89^{ab}
บรรจุในถุง LDPE	56.90	54.26	55.69	54.56 ^{b}	51.06	50.16^{b}	44.92^{b}
LSD 0.05	3.23	4.79	3.51	2.18	3.86	4.65	8.02
CV (%)	3.06	4.61	3.34	1.48	3.89	4.54	4.69

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่า chroma เป็นค่าที่แสดงถึงความเข้มของสีผิวเปลือกมะม่วง พบว่าผลมะม่วงชุดควบคุมและที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีแล้วเก็บรักษามีค่า chroma เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และมีค่าสูงกว่าค่า chroma ของผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกแล้วเก็บรักษา และผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษา (ภาพที่ 41) เมื่อเก็บรักษาครบ 24 วัน พบว่าผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษามีค่า chroma เท่ากับ 27.48 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE เพียงอย่างเดียวแล้วเก็บรักษา ที่มีค่า chroma เท่ากับ 30.09 แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีแล้วเก็บรักษา และผลมะม่วงในชุดควบคุมที่มีค่า chroma เท่ากับ 34.66 และ 36.81 ตามลำดับ ($P<0.01$) (ตารางที่ 42)

ตารางที่ 42 ค่า chroma ของเปลือกมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที และที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 วัน

กรรมวิธี	ค่า chroma เปลือกมะม่วง ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)						
	0	4	8	12	16	20	24
ชุดควบคุม	35.57	37.17	38.46^{a}	37.88^{a}	35.62^{a}	37.38^{a}	36.81^{a}
แช่ในน้ำ 45±1 °ซ 30 นาที	36.31	37.76	35.52^{b}	37.05^{a}	34.19^{ab}	35.48^{a}	34.66^{a}
แช่ในน้ำ 45±1 °ซ 30 นาที + LDPE	36.13	36.94	35.57^{b}	32.77^{b}	32.49^{b}	33.53^{a}	27.48^{b}
บรรจุในถุง LDPE	35.57	38.13	36.10^{b}	31.34^{b}	31.36^{b}	25.29^{b}	30.09^{b}
LSD 0.05	6.32	5.22	2.14	2.94	3.04	6.02	3.69
CV (%)	7.41	7.71	3.62	4.49	5.47	12.35	5.23

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Signiticant Difference tests (LSD)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่า H° แสดงถึงการเปลี่ยนสีของผิวเปลือกมะม่วง พบว่าผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษามีค่า H° ลดลงมากที่สุดเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น (ภาพที่ 41) ทำให้สีผิวเปลือกของผลมะม่วงเปลี่ยนไป (ภาพที่ 44 และ 45) เมื่อเก็บรักษาครบ 24 วัน พบว่าผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษามีค่า H° เท่ากับ 109.72 องศา ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงชุดควบคุมและผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่มีค่า H° เท่ากับ 116.41 และ 102.01 องศา ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่มีค่า H° เท่ากับ 119.37 องศา ($P<0.01$) (ตารางที่ 43)

ผลมะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงสีผิวเมื่อพัฒนาเข้าสู่กระบวนการสุก (จริงแท้, 2542) โดยสีเขียวหายไปและปรากฏสีอื่นขึ้นมาแทน ซึ่งเกิดจากการที่เอนไซม์คลอโรฟิลเลสสลายโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ และมีการสังเคราะห์สารแคโรทีนอยด์ซึ่งมีสีเหลืองเพิ่มขึ้น (Jacobi and Wong, 1992) ผลการทดลองที่ได้ พบว่าผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษามีค่า L* ค่า chroma และ ค่า H° น้อยกว่าผลมะม่วงที่ไม่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE (ตารางที่ 41, 42 และ 43) แสดงว่าการบรรจุผลมะม่วงในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาไม่สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลมะม่วงได้ แต่กลับมีผลเร่งให้เกิดการเปลี่ยนสีเร็วขึ้นและพบว่าผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษามีอาการสะท้านหนาวมากกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE (ตารางที่ 47) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของสีผิวของผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยผลมะม่วงที่เกิดอาการสะท้านหนาวมีสีผิวคล้ำกว่าปกติ (สายชล, 2536) และมีการพัฒนาสีผิวที่ผิดปกติเมื่อเก็บรักษานานขึ้น (Kane *et al.*, 1982) แม้ว่าผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษามีการหายไปของสีเขียวที่ผิวเปลือกมากกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้บรรจุในถุงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น (มีค่า H° น้อยกว่า) คาดว่าการหายไปของสีเขียวในผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกดังกล่าวเป็นผลมาจากการที่ผลมะม่วงเกิดอาการสะท้านหนาวแล้วเกิดการเสื่อมสภาพของเซลล์ เนื่องจากมีการสะสมสารพิษ และเกิดเมแทบอลิซึมที่ผิดปกติ ทำให้คลอโรฟิลล์ที่อยู่ในเซลล์บางส่วนสลายไป ผลมะม่วงจึงมีสีเขียวลดลง ซึ่งการเปลี่ยนสีผิวดังกล่าวไม่ได้เกิดจากการสุกของผลมะม่วง สอดคล้องกับค่า L* และค่า chroma ของผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาซึ่งเกิดอาการสะท้านหนาวสูงสุดมีค่าต่ำกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้บรรจุในถุงพลาสติกแล้วเก็บรักษา ทำให้ผลมะม่วงมีสีผิวคล้ำลงและมีสีเข้มลดลง (ภาพที่ 44 และ 45)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 43 ค่า H° ของเปลือกมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที และที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 วัน

กรรมวิธี	ค่า H° เปลือกมะม่วง (องศา)						
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)						
	0	4	8	12	16	20	24
ชุดควบคุม	120.43	119.93	120.05^{ab}	119.56	120.06^{a}	117.76^{ab}	116.41^{ab}
แช่ในน้ำ 45±1 °ซ 30 นาที	119.59	118.01	121.03^{a}	119.34	120.07^{a}	119.34^{a}	119.37^{a}
แช่ในน้ำ 45±1 °ซ 30 นาที + LDPE	120.06	119.28	119.46^{b}	118.88	118.29^{a}	117.26^{ab}	109.72^{bc}
บรรจุในถุง LDPE	120.42	119.75	120.95^{ab}	118.03	115.11^{b}	111.60^{b}	102.01^{c}
LSD 0.05	3.66	3.17	1.54	3.24	2.18	6.94	8.37
CV (%)	1.62	1.41	0.68	1.58	0.98	3.17	1.40

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

7. การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อมะม่วง

ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาพบว่าค่า L* ของเนื้อมะม่วงที่ได้จากทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น ทำให้เนื้อมะม่วงมีสีคล้ำลง (ภาพที่ 42, 46 และ 47) เมื่อเก็บรักษาครบ 24 วัน พบว่าสีเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE มีค่า L* เท่ากับ 83.47 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับค่า L* ของเนื้อมะม่วงที่ได้จากผลมะม่วงชุดควบคุม ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที และผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกเพียงอย่างเดียวแล้วเก็บรักษาที่มีค่า L* เท่ากับ 84.03, 83.57 และ 83.91 ตามลำดับ (ตารางที่ 44)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 44 ค่า L* ของเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 วัน

กรรมวิธี	ค่า L* เนื้อมะม่วง ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)						
	0	4	8	12	16	20	24
ชุดควบคุม	86.13	84.49^{bc}	85.10	85.09^{a}	84.51	82.17^{b}	84.03
แช่ในน้ำ 45±1 °ซ 30 นาที	86.07	85.90^{a}	85.22	84.89^{a}	84.96	84.70^{ab}	83.57
แช่ในน้ำ 45±1 °ซ 30 นาที + LDPE	84.80	85.86^{ab}	84.89	84.02^{b}	85.37	85.19^{a}	83.47
บรรจุในถุง LDPE	86.13	84.13^{c}	85.25	84.73^{ab}	84.31	83.75^{ab}	83.91
LSD 0.05	1.62	1.38	1.89	0.87	1.97	2.75	2.36
CV (%)	0.98	0.83	1.44	0.29	1.46	1.57	2.17

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

ค่า chroma ของเนื้อมะม่วงในทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และพบว่าผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE และผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษามีค่า chroma น้อยกว่าผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แล้วเก็บรักษาและผลมะม่วงชุดควบคุมเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น (ภาพที่ 42) เมื่อเก็บรักษาครบ 24 วัน ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษามีค่า chroma ของเนื้อมะม่วงเท่ากับ 27.43 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษา ที่เนื้อมะม่วงมีค่า chroma เท่ากับ 30.09 แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงในชุดควบคุมและผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่เนื้อมะม่วงมีค่า chroma เท่ากับ 36.81 และ 35.11 ตามลำดับ ($P=0.02$) (ตารางที่ 45)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 45 ค่า chroma ของเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที และที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 วัน

กรรมวิธี	ค่า chroma เนื้อมะม่วง ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)						
	0	4	8	12	16	20	24
ชุดควบคุม	32.81	31.14	32.77	35.05^{a}	35.52^{a}	35.06^{a}	36.81^{a}
แช่ในน้ำ 45±1 °ซ 30 นาที	29.81	30.39	31.67	34.90^{a}	34.60^{a}	33.17^{ab}	35.11^{ab}
แช่ในน้ำ 45±1 °ซ 30 นาที + LDPE	30.10	32.32	30.57	32.77^{ab}	32.30^{b}	30.99^{ab}	27.43^{c}
บรรจุในถุง LDPE	32.81	32.52	30.09	31.34^{b}	33.70^{b}	28.20^{b}	30.09^{bc}
LSD 0.05	4.71	3.58	8.11	2.51	6.24	5.91	5.72
CV (%)	7.93	6.02	9.77	3.97	12.61	9.86	9.38

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

ค่า H° เป็นค่าที่แสดงถึงการเปลี่ยนสีของเนื้อมะม่วง พบว่าเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ค่า H° ที่ได้จากผลมะม่วงทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ทำให้สีเนื้อของผลมะม่วงไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 46; ภาพที่ 42, 46 และ 47) และเมื่อเก็บรักษาครบ 24 วัน พบว่าผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษามีค่า H° เท่ากับ 97.89 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษา เนื้อผลมะม่วงในชุดควบคุมและเนื้อผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่มีค่า H° เท่ากับ 97.33, 96.85 และ 96.37 ตามลำดับ (ตารางที่ 46)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 46 ค่า H° ของเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 วัน

กรรมวิธี	ค่า H° เนื้อมะม่วง (องศา) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)						
	0	4	8	12	16	20	24
ชุดควบคุม	97.35	97.39	97.46	98.13	96.16	96.84	96.85
แช่ในน้ำ 45±1 °ซ 30 นาที	101.35	97.39	99.55	97.63	97.95	96.98	96.37
แช่ในน้ำ 45±1 °ซ 30 นาที + LDPE	101.60	97.60	98.34	98.74	96.52	96.48	97.89
บรรจุในถุง LDPE	97.35	98.02	98.54	97.99	97.83	98.28	97.33
LSD 0.05	4.24	2.74	2.89	2.86	3.80	4.08	1.85
CV (%)	2.28	1.49	1.45	1.55	2.02	2.23	1.21

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของผลมะม่วงจะเกิดขึ้นเมื่อมะม่วงพัฒนาเข้าสู่กระบวนการสุก เช่น มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เมื่อเข้าสู่ระยะการสุกเนื้อจะมีสีเหลือง และผลมะม่วงมีแคโรทีนอยด์เพิ่มมากขึ้นเมื่อผลสุก (ดวงตรา, 2536) ซึ่งผลการทดลองที่ได้ พบว่าผลมะม่วงในทุกกรรมวิธีมีสีเนื้อที่ใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 46 และ 47) โดยมีเพียงค่า chroma ที่ชี้บ่งระดับความเข้มสีของเนื้อมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษามีค่าน้อยกว่าค่า chroma ของเนื้อผลมะม่วงชุดควบคุม แสดงว่ากรรมวิธีที่ใช้ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโดยรวมของสีเนื้อผลมะม่วง เนื่องจากการเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมีผลชะลอกระบวนการเมแทบอลิซึมและการสังเคราะห์เอทธิลีนของผลิตผลให้ช้าลง (ดนัย, 2540) ส่งผลให้ชะลอการสุก การเปลี่ยนสี และการเสื่อมสภาพของผลิตผล (Kader *et al.*, 1985 ; Sornsrivichai *et al.*, 1990) ดังนั้นจึงทำให้ผลมะม่วงมีสีเนื้อที่ไม่แตกต่างกัน ซึ่งผลการทดลองที่ได้แตกต่างจาก McCollum *et al* (1993) ที่รายงานว่า ผลมะม่วงพันธุ์ Keitt ที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 24 และ 48 ชั่วโมง แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 11 วัน สามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลมะม่วง เมื่อวัดค่า a*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และ ค่า b* ของเนื้อมะม่วง ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงปริมาณของสีแดงและสีเหลืองตามลำดับ พบว่าเนื้อของผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนมีค่า a* และ ค่า b* สูงกว่าค่า a* และ ค่า b* ของเนื้อผลมะม่วงในชุดควบคุม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความร้อนที่ได้รับมีผลเร่งกระบวนการพัฒนาของสีเนื้อในผลมะม่วง

7. อาการสะท้านหนาว

เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ผลมะม่วงแสดงอาการสะท้านหนาวเพิ่มขึ้น โดยผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE และผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE เพียงอย่างเดียวแล้วเก็บรักษามีอาการสะท้านหนาวเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนภายหลังการเก็บรักษาได้นาน 12 วัน ขณะที่ผลมะม่วงชุดควบคุมและผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีมีอาการสะท้านหนาวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยเริ่มปรากฏอาการในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา (ตารางที่ 47 และภาพที่ 43) เมื่อเก็บรักษาครบ 24 วัน พบว่าผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แสดงอาการสะท้านหนาวมีคะแนนเท่ากับ 4.67 คะแนน คือมีอาการรุนแรงมากตั้งแต่ 76-100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE เพียงอย่างเดียวแล้วเก็บรักษาที่มีระดับอาการสะท้านหนาวเท่ากับ 5.00 คะแนน คือมีอาการรุนแรงมากตั้งแต่ 76-100 เปอร์เซ็นต์ แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงชุดควบคุมและผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีแล้วเก็บรักษาที่มีระดับอาการสะท้านหนาวเท่ากับ 1.46 และ 1.50 คะแนน คือมีอาการเล็กน้อยตั้งแต่ 1-25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P<0.01$) (ตารางที่ 47)

ผลการทดลองที่ได้ ยังพบว่าผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีแสดงอาการสะท้านหนาวใกล้เคียงกับผลมะม่วงชุดควบคุมซึ่งแสดงอาการสะท้านหนาวต่ำสุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แต่เมื่อนำผลมะม่วงที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีมาบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษา พบว่าผลมะม่วงแสดงอาการสะท้านหนาวเพิ่มขึ้น ซึ่งคะแนนที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE เพียงอย่างเดียวแล้วเก็บรักษา (ตารางที่ 47) ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ที่เป็นตัวชี้บ่งระดับของการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยพบว่าผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ที่สูงกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้บรรจุในถุงพลาสติกชนิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

LDPE ก่อนเก็บรักษา (ตารางที่ 38) แสดงให้เห็นว่าการบรรจุผลมะม่วงในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษา รวมทั้งการแช่ผลมะม่วงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีแล้วบรรจุในถุงไม่สามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวในผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ได้ แต่กลับมีผลส่งเสริมให้เกิดอาการสะท้านหนาวเพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าได้มีรายงานที่เกี่ยวกับการบรรจุผลมะม่วงในถุงพลาสติกหรือห่อด้วยแผ่นพลาสติกสามารถลดอาการสะท้านหนาวในผลมะม่วงลงได้ อาทิ การบรรจุผลมะม่วงในถุงโพลีเอทธิลีน (polyethylene, PE) แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 วัน สามารถลดอาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงพันธุ์ Carrie, Common, Kensington และ Zill ได้ โดยเฉพาะพันธุ์ Common ไม่พบอาการสะท้านหนาวเมื่อเก็บรักษาครบ 15 วัน (Grantly *et al.*, 1982) ซึ่งการบรรจุผลิตผลในถุงพลาสติกเป็นการเก็บรักษาผลิตผลในสภาพดัดแปลงบรรยากาศ เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถลดความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวได้ โดยมีผลในการลดระดับของก๊าซออกซิเจนลง เนื่องจากถูกใช้ไปในการหายใจของผลิตผล และมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น เป็นผลให้ผลิตผลมีการหายใจช้าลง รวมทั้งยังชะลอการสุก การเสื่อมสภาพ การเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพ (สายชล, 2528) แต่การเก็บรักษาโดยการดัดแปลงสภาพบรรยากาศก็อาจมีผลเสียต่อผลิตผลได้ เช่น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติในผลมะเขือเทศและมะม่วง (Nakashi *et al.*, 1991 และ Miiler *et al.*, 1983) และผลสุกไม่สุม่ำเสมอในสาลี่ (Sornsrivichai, 1990) เนื่องจากสภาพก๊าซออกซิเจนที่ต่ำเกินไปหรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงเกินไปเมื่อเก็บรักษาผลิตผลในสภาพดัดแปลงบรรยากาศ ทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Kader *et al.*, 1985) ผลิตผลมีการตอบสนองในระดับเซลล์ต่อการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนโดยการเกิดกระบวนการทางชีวเคมีที่ผิดปกติ มีการสะสมสารพิษ อาทิ อะซีตัลดีไฮด์ เอทิลแอลกอฮอล์ เอทิลอะซิเตต และกรดแลกติก ซึ่งสารเหล่านี้นอกจากจะทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติในผลิตผลแล้ว (Mattheis and Fellman, 2000) ยังส่งผลให้เซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์เกิดการเสื่อม ทำให้ผลิตผลมีความอ่อนแอและตอบสนองต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวเพิ่มมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ สภาพ (ดนัย, 2540)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 47 อาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที และ ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 วัน

กรรมวิธี	อาการสะท้านหนาว (คะแนน) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)						
	0	4	8	12	16	20	24
ชุดควบคุม	1.00	1.00	1.00	1.00	1.33[c]	1.33[b]	1.46[b]
แช่ในน้ำ 45±1 °ซ 30 นาที	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00[c]	1.33[b]	1.50[b]
แช่ในน้ำ 45±1 °ซ 30 นาที + LDPE	1.00	1.00	1.33	1.33	2.00[b]	2.33[a]	4.67[a]
บรรจุในถุง LDPE	1.00	1.00	1.00	1.38	3.00[a]	3.67[a]	5.00[a]
LSD 0.05	-	-	0.54	0.46	0.38	0.94	0.94
CV (%)	-	-	26.19	16.53	19.46	27.32	16.23

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อทดสอบด้วยวิธี Least Significant Difference tests (LSD)

ระบบการให้คะแนน 5 ระดับ

1 = ไม่มีอาการ

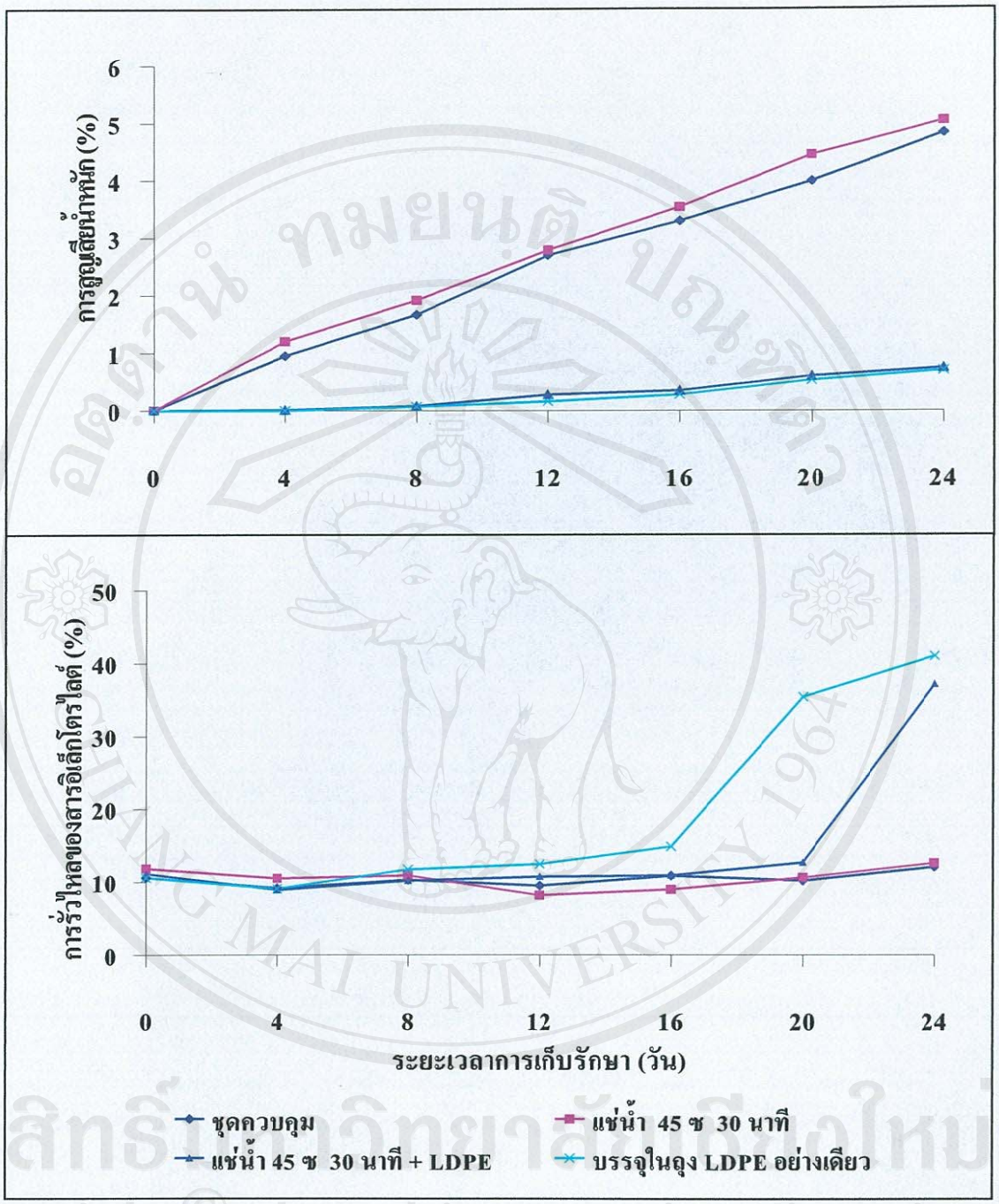
2 = มีอาการเล็กน้อยตั้งแต่ 1 – 25 เปอร์เซ็นต์

3 = มีอาการปานกลางตั้งแต่ 26 – 50 เปอร์เซ็นต์

4 = มีอาการรุนแรงตั้งแต่ 51 – 75 เปอร์เซ็นต์

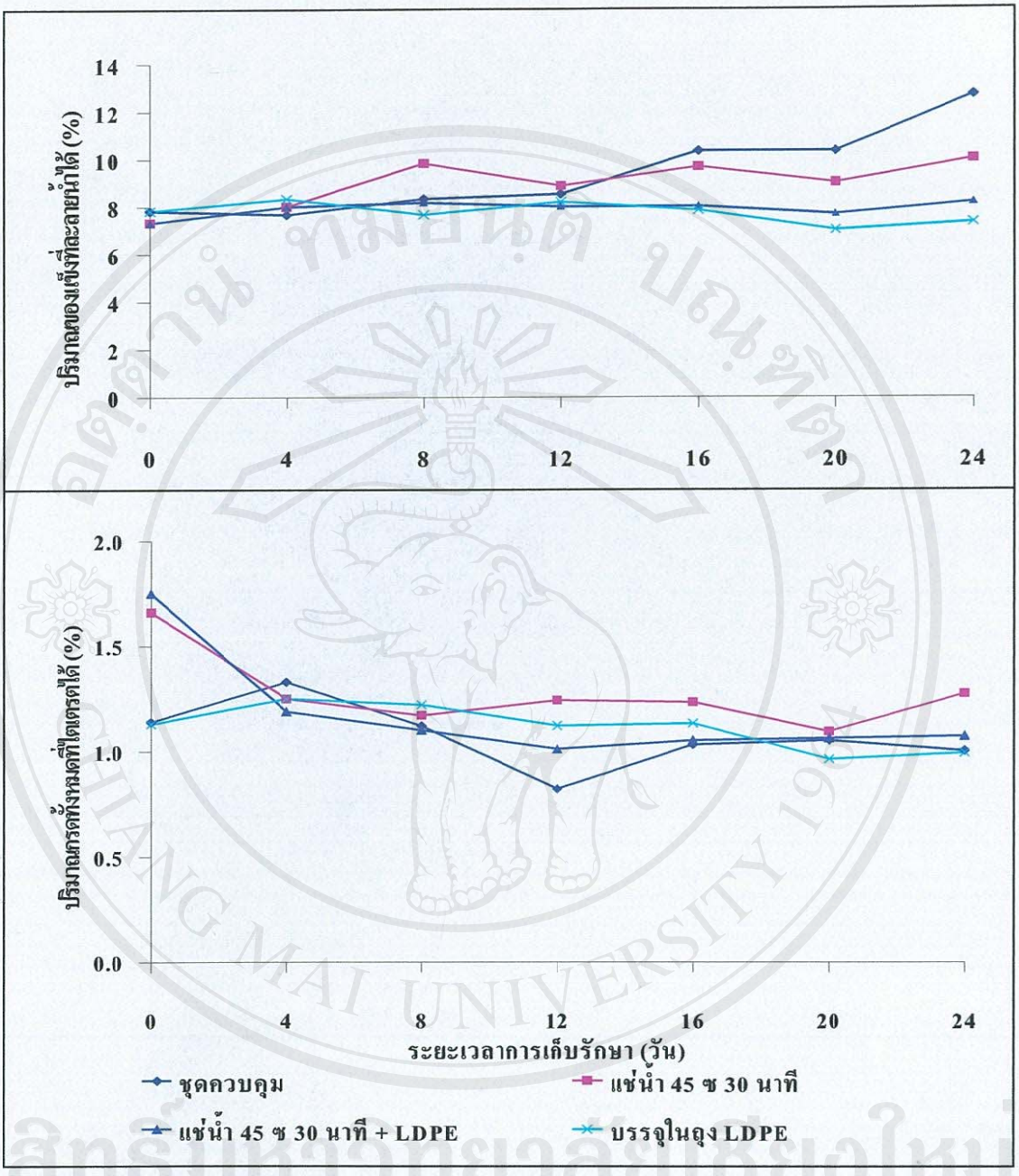
5 = มีอาการรุนแรงมาก ตั้งแต่ 76 – 100 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



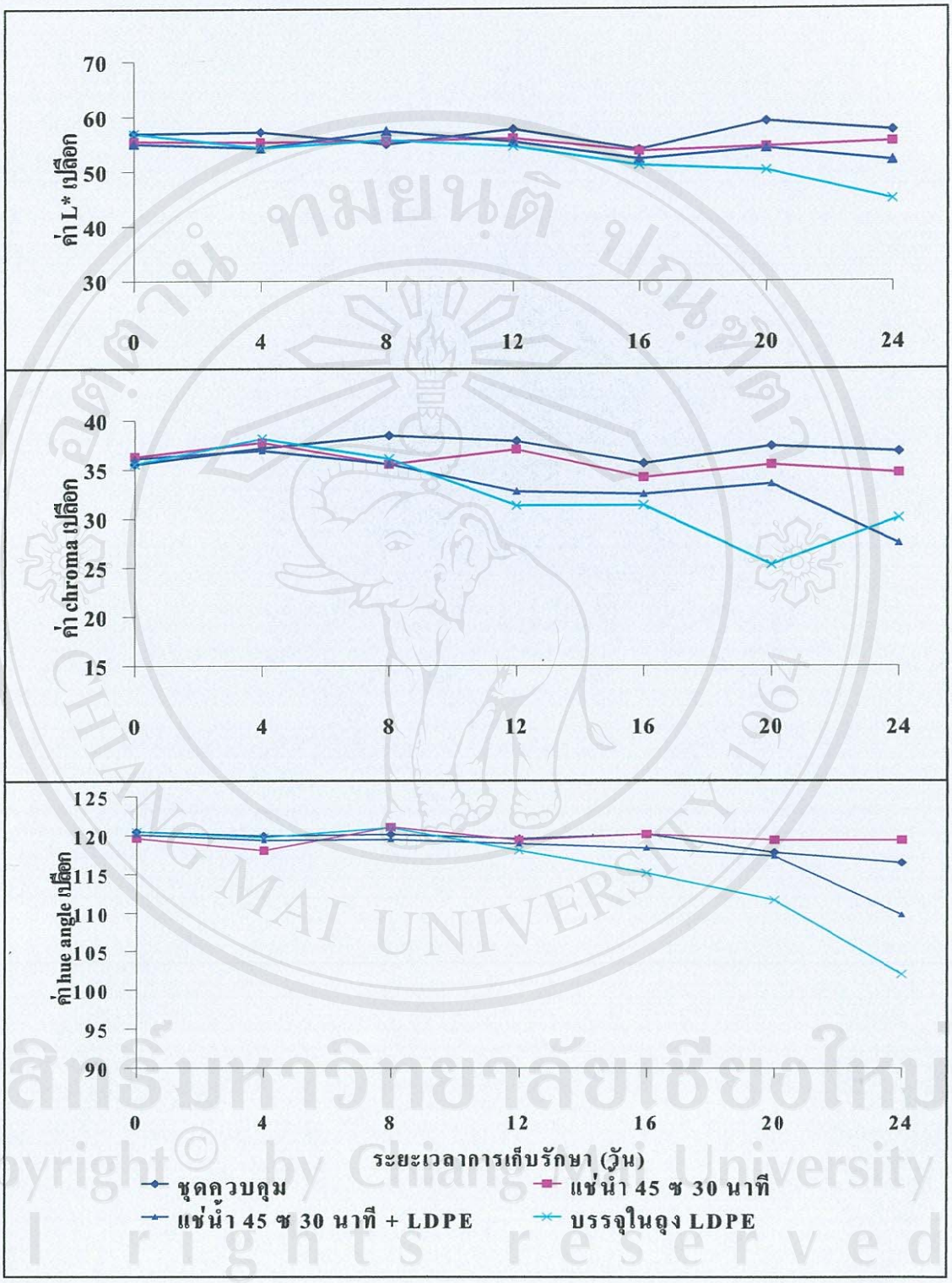
ภาพที่ 39 การสูญเสียน้ำหนักและการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที และที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติก LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



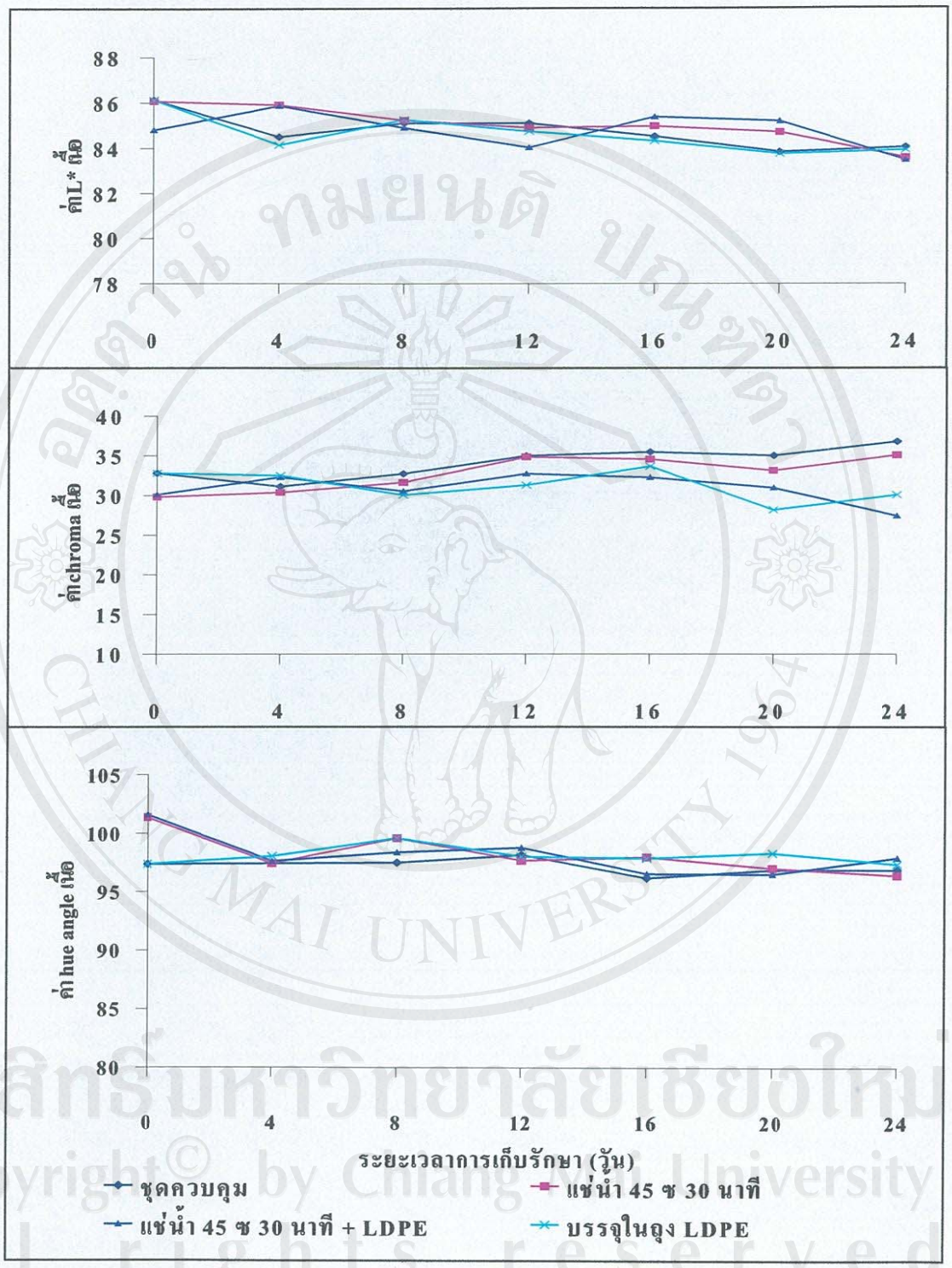
ภาพที่ 40 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที และที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติก LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



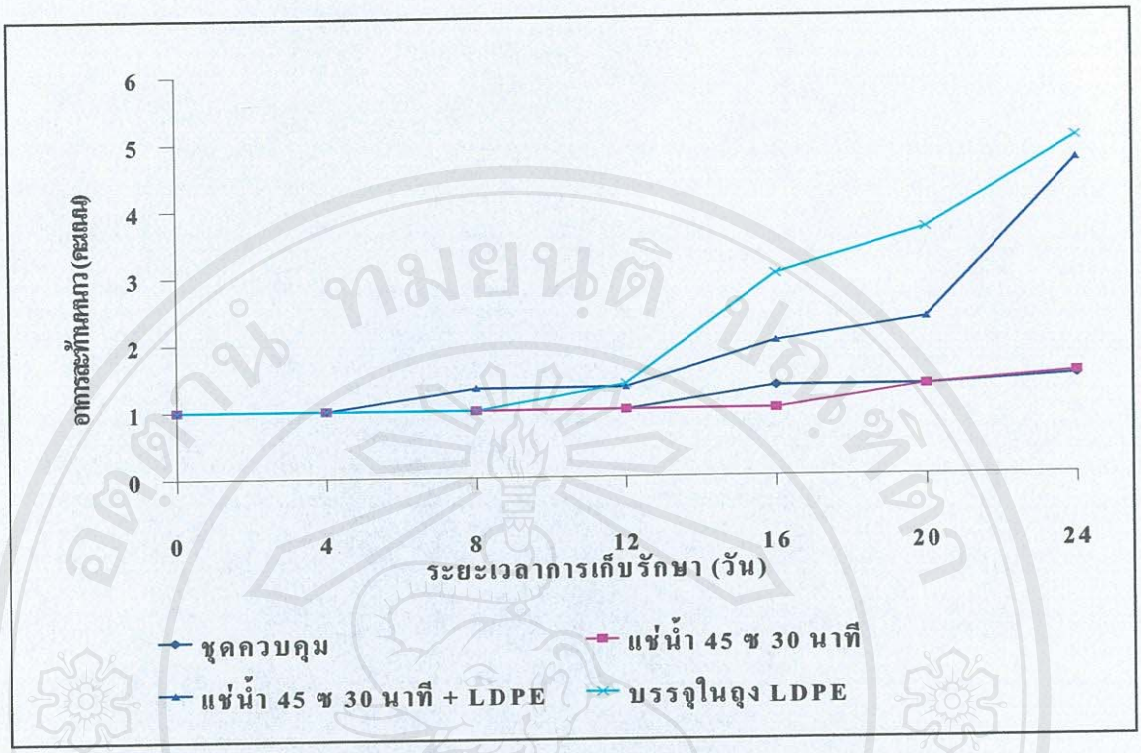
ภาพที่ 41 ค่า L* ค่า chroma และค่า H ° ของเปลือกผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที และที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติก LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



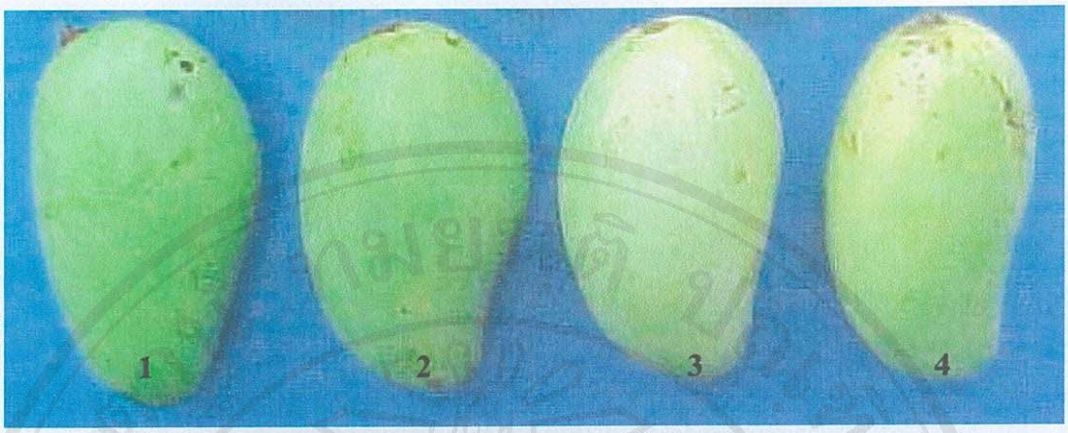
ภาพที่ 42 ค่า L* ค่า chroma และค่า hue angle ของเนื้อมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที และที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติก LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 43 อาการสะท้านหนาวของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที และที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติก LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



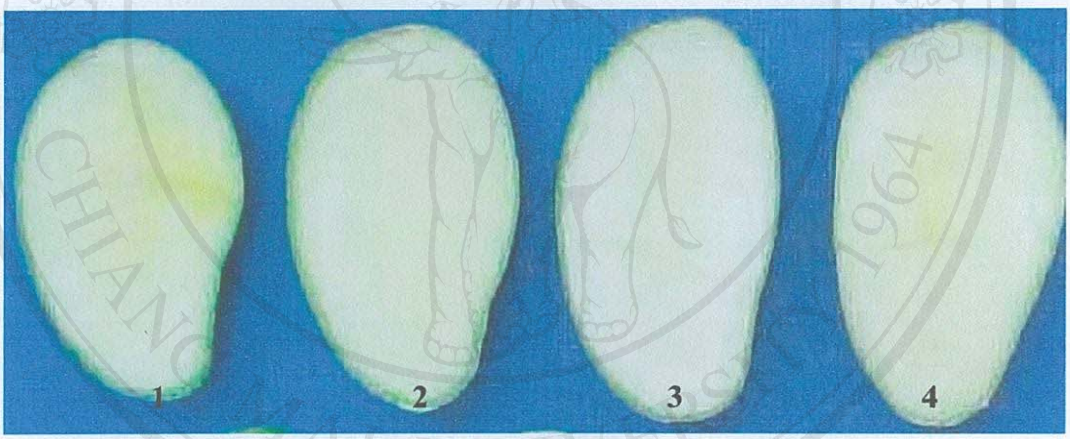
ภาพที่ 44 ลักษณะภายนอกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส วันเริ่มต้นของการเก็บรักษา

ภาพที่ 45 ลักษณะภายนอกของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 วัน

หมายเหตุ 1 = ผลมะม่วงชุดควบคุม
2 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที
3 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที ร่วมกับการบรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษา
4 = ผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 46 ลักษณะภายในของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียสวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา



ภาพที่ 47 ลักษณะภายในของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 วัน

หมายเหตุ 1 = ผลมะม่วงชุดควบคุม
2 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที
3 = ผลมะม่วงที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที ร่วมกับการบรรจุถุงพลาสติกชนิด LDPE แล้วเก็บรักษา
4 = ผลมะม่วงที่บรรจุถุงพลาสติก LDPE แล้วเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved