บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการทดลองที่ 1 การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ เคมี และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่ทำการทดลองมี 2 ชุด คือ ชุดที่ 1 (ผลมะม่วงเก็บเกี่ยวเดือนพฤศจิกายน 2545) และชุดที่ 2 (ผลมะม่วงเก็บเกี่ยวเดือนกรกฎาคม 2546) เมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน และสุ่มตัวอย่างผลมะม่วงออกมาทุกๆ 5 วัน เพื่อวิเคราะห์ สมบัติทางกายภาพ เคมี และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และย้ายผลมะม่วงชุดที่ 1 ส่วนหนึ่งมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพ ส่วนผลมะม่วงชุดที่ 2 ทำการทดลองเช่นเดียวกับชุดที่ 1 แต่ย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน แล้ววิเคราะห์คุณภาพของผลมะม่วงทุกๆ 2 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

ผลการวิเคราะห์ สมบัติทางกายภาพ เคมี และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 เมื่อวันเริ่มต้นเก็บรักษาเมื่อนำมาเปรียบเทียบกันโดยการทำ pair test พบว่าผลมะม่วงมีความแน่นเนื้อ ค่า h° และ C* ของเปลือกผลมะม่วง การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือกและเนื้อผลมะม่วง ปริมาณ TA อัตราส่วน TSS/TA ค่าพีเอช และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเปลือกผลมะม่วง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) ในขณะที่ ค่า L* ของเปลือกผลมะม่วง ค่า L*, h° และ C* ของเนื้อผลมะม่วง ปริมาณ TSS กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเนื้อผลมะม่วง และปริมาณสารประกอบฟีนอลของเปลือกและเนื้อผลมะม่วงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) (ตารางผนวก 1)

การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพระหว่างเก็บรักษา

4.1.1. การสูญเสียน้ำหนัก

ผลมะม่วงทั้ง 2 ชุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 85±2, 87±3 และ 90±2 เปอร์เซ็นต์ (ชุดที่ 1) และความชื้นสัมพัทธ์ 83±1, 87±1และ 89±1 เปอร์เซ็นต์ (ชุดที่ 2) ตามลำดับ เป็นเวลา 30 วัน สูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น (ตาราง 4.1 และภาพ 4.1)

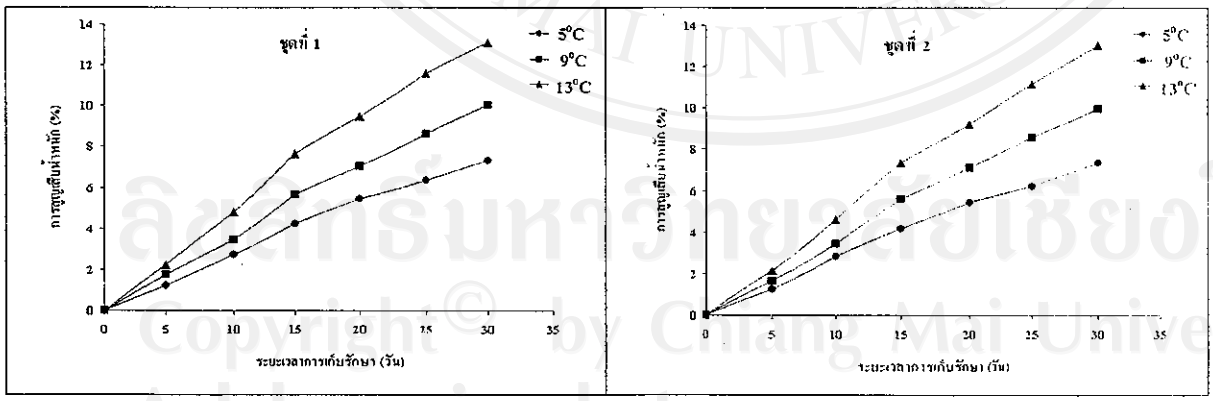
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.1 อิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วง

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	การสูญเสียน้ำหนัก (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
5	3.90a	3.92a
9	5.22b	5.14b
13	6.98c	6.81c
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 2)	การสูญเสียน้ำหนัก (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
0	0.00a	0.00a
5	1.74b	1.70b
10	3.66c	3.65c
15	5.86d	5.73d
20	7.33e	7.28e
25	8.85g	8.65f
30	10.16f	10.15g
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
1X2	*	*

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพ 4.1. การสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน ผลมะม่วงชุดที่ 1 สูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 7.32, 10.06 และ 13.09 เปอร์เซ็นต์ ผลมะม่วงชุดที่ 2 สูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 7.37, 9.98 และ 13.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางผนวก 2) เมื่อพิจารณาปัจจัยผลของอุณหภูมิที่เก็บรักษาที่ 5, 9 และ13 องศาเซลเซียส ผลมะม่วง (ชุดที่ 1) สูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 3.90, 5.22 และ 6.98 เปอร์เซ็นต์ และผลมะม่วง (ชุดที่ 2) สูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 3.92, 5.14 และ 6.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งผลของอุณหภูมิที่เก็บรักษาส่งผลให้มีการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นผลมะม่วงสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น ภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน ผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 สูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยเป็น 10.16 และ 10.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับวันเริ่มต้นเก็บรักษาเช่นเดียวกัน (ตาราง 4.1)

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่าอุณหภูมิที่ใช้การเก็บรักษามีอิทธิพลร่วมกับระยะเวลาการเก็บรักษาต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วง โดยการเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สูญเสียน้ำหนักมากที่สุด และผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นผลมะม่วงสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เช่นเดียวกันทั้ง 2 ชุดการทดลอง (ตาราง 4.1)

การที่ผลมะม่วงชุดที่ 2 สูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลมะม่วงชุดที่ 1 เล็กน้อยอาจเนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ที่ใช้ในการเก็บรักษามีความผันแปรแตกต่างกัน จึงส่งผลทำให้ผลมะม่วงมีอัตราการคายน้ำแตกต่างกัน การสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงที่เกิดจากอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษากับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา แสดงว่าการเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 5 และ 9 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการสูญเสียน้ำออกจากผลมะม่วงได้ดีกว่าการเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่อุณหภูมิ 5, 13 และ 25 องศาเซลเซียส พบว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส สูญเสียน้ำหนักรวดเร็วที่สุด (Keawpet and Kanlayanarat, 2546) และการเก็บรักษาผลมะม่วงระยะเวลาสั้น สูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าการเก็บรักษาเป็นเวลานาน เนื่องจากการสูญเสียน้ำหนักตามธรรมชาตินั้นเกิดจากการคายน้ำของผลมะม่วงทาง stomata lenticel และรอยเปิดอื่นๆ (Mendoza and Wills, 1984) การสูญเสียน้ำเป็นปัจจัยหลักของการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วง โดยความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิของผลิตผลและสิ่งแวดล้อม มีผลต่อการสูญเสียน้ำของผลิตผล (Wilson, 2006) ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงจะส่งผลให้เกิดการคายน้ำมากกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (สายชล, 2530) เพราะอุณหภูมิมีบทบาทสำคัญต่อการเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีของผลมะม่วง การเก็บรักษาผลมะม่วงในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงจะเร่งกิจกรรมภายในผลมะม่วงให้มีอัตราการหายใจสูง (Wilson, 2006) และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื่องจากการเก็บรักษาผลไม้ที่อุณหภูมิต่ำมีผลช่วยลดกิจกรรมของเอนไซม์ ทำให้เซลล์ผลไม้กระบวนการเมแทบอลิซึมช้าลงและชะลอการสุกได้ จึงทำให้การสูญเสียน้ำหนักลดลง (Petterson, 1987)

การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ไม่เท่ากัน จะสูญเสียน้ำไม่เท่ากันด้วย เพราะความชื้นสัมพัทธ์แสดงถึงความสามารถของอากาศที่จะรับจำนวนไอน้ำไว้ได้ ณ อุณหภูมิที่เป็นอยู่ขณะนั้น (รุ่งนภา, 2541) ความดันไอของน้ำในผลมะม่วงค่อนข้างสูง เพราะฉะนั้นจึงสูญเสียน้ำออกจากผลิตผลตลอดเวลา ขึ้นอยู่กับว่าบรรยากาศภายนอกจะมีความชื้นสัมพัทธ์เท่าใด แม้แต่ในกรณีที่ความชื้นบรรยากาศรอบๆ อิ่มตัวด้วยน้ำ หรือมีความชื้นสัมพัทธ์ เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ น้ำก็ยังมีโอกาสสูญเสียออกจากผลิตผลให้กับบรรยากาศได้ ทั้งนี้เนื่องจากผลิตผลเป็นสิ่งที่มีชีวิต มีการหายใจและคายพลังงานความร้อนออกมาสู่บรรยากาศรอบๆ ทำให้อุณหภูมิของอากาศสูงขึ้น และทำให้อากาศรับน้ำได้มากกว่าเดิม (จริงแท้, 2542) และการที่อุณหภูมิในการเก็บรักษาสูงขึ้น มีผลทำให้ความแตกต่างของความดันไอของผลมะม่วงและอากาศแตกต่างกันมากขึ้น นอกจากนี้ ระหว่างการพัฒนาการสุกของผลมะม่วงจะทำให้สูญเสียน้ำมากขึ้นตามไปด้วย (Kader and Rolle, 2004) ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลที่ทำให้ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สูญเสียน้ำหนักมากที่สุด

4.1.2. ความแน่นเนื้อของผลมะม่วง

วันเริ่มต้นเก็บรักษาผลมะม่วง ชุดที่ 1 และชุดที่ 2 มีความแน่นเนื้อเฉลี่ยเท่ากับ 46.84 และ 63.17 นิวตัน ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน พบว่า มีความแน่นเนื้อลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยผลมะม่วงชุดที่ 1 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็ว หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลานานกว่า 10 วัน ในขณะที่ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 9 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อลดลงอย่างช้าๆ เพียงเล็กน้อย (ตาราง 4.2 และภาพ 4.2)

ความแน่นเนื้อของผลมะม่วงที่ลดลงระหว่างการเก็บรักษา เป็นผลมาจากอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และระยะเวลาในการเก็บรักษา โดยผลมะม่วงชุดที่ 1 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อเฉลี่ยเท่ากับ 25.35 นิวตัน น้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 9 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อเฉลี่ยเท่ากับ 44.23 และ 42.49 (ตาราง 4.2) เมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงเป็นเวลา 10 วัน ผลมะม่วงมีความแน่นเนื้อเฉลี่ยเท่ากับ 42.21 นิวตัน และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับความแน่นเนื้อเฉลี่ยเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน มีค่าเท่ากับ 35.27 นิวตัน และลดลงอย่างต่อเนื่อง และหลังจากนั้นมีค่าไม่แตกต่างกัน (ตาราง 4.2)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลมะม่วงชุดที่ 2 มีความแน่นเนื้อเมื่อวันเริ่มต้นเก็บรักษาเท่ากับ 63.17 นิวตัน และลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน เช่นเดียวกับผลมะม่วงชุดที่ 1 โดยผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีค่าความแน่นเนื้อเฉลี่ยเท่ากับ 19.89 นิวตัน น้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 9 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.88 และ 41.92 นิวตัน ตามลำดับ ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 20 วัน หลังจากนั้นความแน่นเนื้อของผลมะม่วงมีแนวโน้มคงที่กระทั่งสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา ในขณะที่ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 9 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อลดลงอย่างช้าๆ (ตาราง 4.2 และภาพ 4.2)

การลดลงของความแน่นเนื้อของผลมะม่วง เป็นผลมาจากอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษา และเมื่อเปรียบเทียบความแน่นเนื้อของผลมะม่วงที่ลดลงพบว่า เมื่อเริ่มต้นเก็บรักษา ผลมะม่วงชุดที่ 1 มีความแน่นเนื้อต่ำกว่าผลมะม่วงชุดที่ 2 แต่เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 5 วันขึ้นไป ผลมะม่วงชุดที่ 1 กลับมีความแน่นเนื้อสูงกว่าผลมะม่วงชุดที่ 2

Kader (2000) อธิบายว่าการลดลงของความแน่นเนื้อเป็นผลมาจากการสูญเสียน้ำออกจากเซลล์ เมื่อผลิตผลอยู่ในระยะแก่บริบูรณ์ เซลล์พืชจะมีแวคคิวโอลที่ทำให้เกิดแรงดันเต่ง ซึ่งเป็นแรงดันที่เพิ่มความแข็งของผนังเซลล์ เมื่อเซลล์สูญเสียน้ำเซลล์จะเหี่ยว (สมบุญ, 2544) ทำให้ความแข็งแรงลดลง นอกจากนี้การเกิดอาการสะท้านหนาว ยังทำให้ผลไม้สูญเสียน้ำออกจากเซลล์ และทำให้โครงสร้างเซลล์เกิดการอ่อนนิ่ม (Kader, 2000) ความแน่นเนื้อของผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเมื่อผลไม้มีการพัฒนากระบวนการสุกร่วมด้วย จึงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของผนังเซลล์ เช่น สารประกอบเพกทินเปลี่ยนไป ทำให้ผลไม้อ่อนตัว (จริงแท้, 2542) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำทำให้สารประกอบเพกทินที่ไม่ละลายน้ำเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบเพกทินที่ละลายน้ำได้น้อยลง ซึ่งส่งผลกระทบทำให้ค่าความแน่นเนื้อลดลงอย่างช้าๆ (Ketsa *et al.*, 1999)

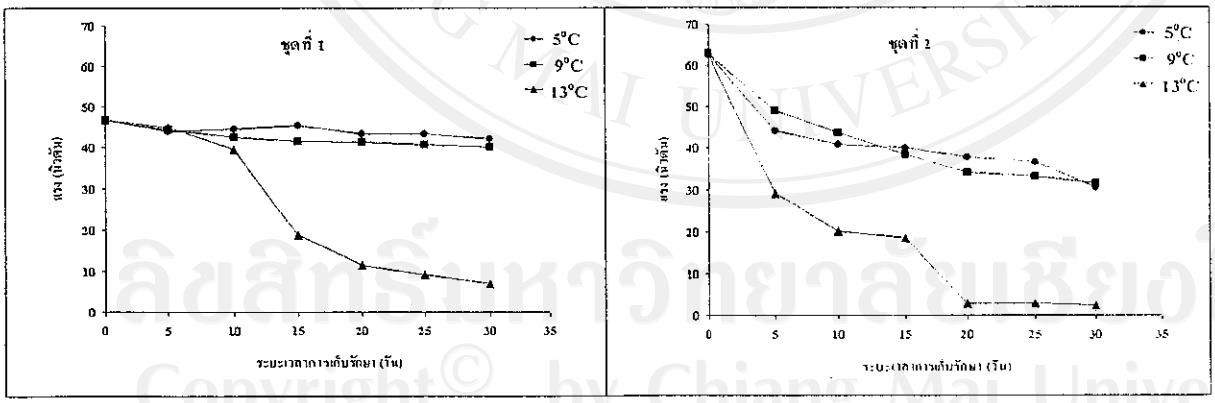
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.2 อิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อความแน่นเนื้อของผลมะม่วง

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
5	44.23b	41.88b
9	42.49b	41.92b
13	25.35a	19.89a
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 2)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
0	46.84b	63.17d
5	44.44b	40.77c
10	42.21b	34.97b
15	35.27a	32.35b
20	32.05a	25.00a
25	30.99a	24.16a
30	29.70a	21.52a
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
1X2	*	*

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพ 4.2. การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.3. ค่าสีของผลมะม่วง

4.1.3.1. ค่าสีของเปลือกผลมะม่วง

เปลือกผลมะม่วงเมื่อวันเริ่มต้นเก็บรักษาชุดที่ 1 และ ชุดที่ 2 มีค่า L* เท่ากับ 63.01 และ 65.69 ตามลำดับ การเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน เปลือกผลมะม่วงยังคงมีสีเขียวอมเหลือง และผลมะม่วงทั้ง 2 ชุด มีค่า L* เฉลี่ยไม่แตกต่างกันระหว่างอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษา โดยชุดที่ 1 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 66.90 – 68.03 และชุดที่ 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 69.33 – 69.85 (ตารางที่ 4.3) แสดงว่าสีเปลือกผลมะม่วงยังคงมีสีเขียวอมเหลืองไม่แตกต่างจากวันเริ่มต้น

ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน เปลือกผลมะม่วงทั้งชุดที่ 1 และชุดที่ 2 มีค่า L* ค่อยๆ เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ (ตาราง 4.3) โดยเมื่อเริ่มต้นผลมะม่วงชุดที่ 1 มีค่า L* เท่ากับ 63.01 และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับค่า L* ของผลมะม่วงที่เก็บรักษาเป็นเวลา 5 และ 20 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 65.65 และ 69.38 แสดงว่าเปลือกผลมะม่วงมีสีสว่างขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น ความสว่างที่เพิ่มขึ้นดังในภาพ 4.3 แสดงว่าผลมะม่วงค่อยๆ สุกอย่างช้าๆ การเพิ่มขึ้นของค่า L* เปลือกผลมะม่วงเป็นผลมาจากอิทธิพลของระยะเวลาในการเก็บรักษา โดยระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นมีอิทธิพลต่อทำให้ค่า L* เพิ่มขึ้น

เปลือกผลมะม่วงชุดที่ 1 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส มีค่า C* เฉลี่ยเท่ากับ 34.33, 35.71 และ 36.04 และมีค่า h° เฉลี่ยเท่ากับ 94.59, 96.03 และ 93.38 ชุดที่ 2 มีค่า C* เฉลี่ยเท่ากับ 40.44, 40.60 และ 41.15 และมีค่า h° เฉลี่ยเท่ากับ 90.00, 89.08 และ 89.48 ตามลำดับ และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) (ตาราง 4.4 และ 4.5) แสดงว่าความแตกต่างของอุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส ที่ใช้ในการเก็บรักษาไม่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นของค่า L*, C* และ h° ของเปลือกผลมะม่วง

ผลมะม่วงทั้งชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน พบว่าเปลือกผลมะม่วงเปลี่ยนจากสีเขียวอมเหลืองเป็นสีเหลืองและมีสีเข้มขึ้น โดยเปลือกผลมะม่วง มีค่า C* และ h° เมื่อวันเริ่มต้นเก็บรักษาเท่ากับ 32.66, 37.20 และ 99.10, 98.10 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน ซึ่งมีค่า C* และ h° เฉลี่ยเท่ากับ 40.36, 44.68 และ 88.37, 81.96 ตามลำดับ (ตาราง 4.4 และ 4.5) แสดงว่า ความแตกต่างของผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 เมื่อเริ่มต้นเก็บรักษาไม่ได้ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของเปลือกผลมะม่วงที่มีอิทธิพลจากอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษา (5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส) แต่มีผลต่อระยะเวลาการเก็บรักษา โดยเปลือกผลมะม่วงชุดที่ 2 เปลี่ยนเป็นสีเหลืองเร็วกว่าผลมะม่วงชุดที่ 1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 15 และ 5 วัน ตามลำดับ มีค่า h° ของเปลือกผลมะม่วงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับวันเริ่มต้นเก็บรักษา (ตาราง 4.5) ในขณะเปลือกผลม่วงทั้งชุดที่ 1 และชุดที่ 2 มีค่า C* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) จากวันเริ่มต้นเก็บรักษาเท่ากัน คือ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 5 และ 15 วัน แสดงว่าผลมะม่วงชุดที่ 2 มีการสุกเร็วกว่าผลมะม่วงชุดที่ 1 เพราะเปลือกผลมะม่วงชุดที่ 2 เปลี่ยนเป็นสีเหลืองเร็วกว่าผลมะม่วงชุดที่ 1 สอดคล้องกับความแน่นเนื้อที่ลดลงเร็วกว่าเช่นกัน จึงสรุปได้ว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน เปลือกผลมะม่วงเปลี่ยนจากสีเขียวอมเหลืองเป็นสีเหลือง และมีความเข้มของสีเพิ่มขึ้น โดยเปลือกผลมะม่วงมีค่า h° ลดลง และค่า C* เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพ 4.3) การที่สีเปลือกของผลมะม่วงเปลี่ยนไปเป็นเพราะคลอโรพลาสต์ที่ประกอบด้วยคลอโรฟิลล์เป็นส่วนใหญ่ ย้อนกลับเข้าไปในโครโมพลาสต์ (Lizada, 1993) เนื่องจากการทำงานของเอนไซม์คลอโรฟิเลส และมีการปรากฏของแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้น ทำให้ปรากฏเป็นสีเหลืองเข้มขึ้น (Jacobi and Wong, 1992)

4.1.3.2. ค่าสีของเนื้อผลมะม่วง

วันที่เริ่มต้นเก็บรักษา เนื้อผลมะม่วงชุดที่ 1 มีค่า L* เท่ากับ 82.13 เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เนื้อผลมะม่วงมีค่า L* เฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 74.48 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 9 องศาเซลเซียส มีค่า L* เฉลี่ยเท่ากับ 77.20 และ 77.84 ตามลำดับ

เนื้อผลมะม่วงชุดที่ 2 เมื่อเริ่มต้นเก็บรักษา มีค่า L* เท่ากับ 79.65 การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีค่า L* เฉลี่ยเท่ากับ 73.51 ส่งผลให้เนื้อผลมะม่วงมีสีคล้ำกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 9 องศาเซลเซียส และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 9 องศาเซลเซียส ที่มีค่า L* เฉลี่ยเท่ากับ 74.96 และ 75.72 ตามลำดับ แต่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 9 องศาเซลเซียส มีค่า L* เฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) (ตาราง 4.6) การที่ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีค่า L* เฉลี่ยลดต่ำลงมากที่สุด แสดงว่าเนื้อผลมะม่วงมีสีคล้ำลง ซึ่งเป็นผลจากกระบวนการสุก ทำให้เนื้อมะม่วงเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เพราะผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงจะมีกระบวนการสุกเร็วกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (จริงแท้, 2542) ซึ่งสอดคล้องกับความแน่นเนื้อที่ลดต่ำลงด้วย (ตาราง 4.2)

ระหว่างการเก็บรักษาผลมะม่วงเป็นเวลา 30 วัน เนื้อผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 มีค่า L* เฉลี่ยลดลงเป็น 72.59 และ 69.04 ตามลำดับ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อเริ่มต้นและระหว่างการเก็บรักษาเช่นเดียวกัน แสดงว่าอุณหภูมิและระยะเวลาที่เก็บรักษาผลมะม่วงมีอิทธิพลร่วมกันต่อการลดลงของค่า L* ของเนื้อผลมะม่วง (ตาราง 4.6) ผลมะม่วงชุดที่ 1 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีค่า C* เฉลี่ยเท่ากับ 28.70 มากกว่า และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 9 องศาเซลเซียส มีค่า C* เฉลี่ยเท่ากับ 24.33 และ 23.62 ตามลำดับ แสดงว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีสีเหลืองเข้มที่สุด มีการสังเคราะห์แคโรทีนมากที่สุด และการปรากฏของแคโรทีนขึ้นอยู่กับสภาวะในการเก็บรักษาด้วย (Howitt and Pogson, 2006) การเพิ่มขึ้นของสีเหลืองของเนื้อผลมะม่วงสอดคล้องกับการลดลงของค่าความแน่นเนื้อ (ตาราง 4.2)

เนื้อผลมะม่วงชุดที่ 2 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่า C* เฉลี่ยเท่ากับ 34.32 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 13 องศาเซลเซียส มีค่า C* เฉลี่ยเท่ากับ 36.06 และ 38.21 แต่เนื้อผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 9 องศาเซลเซียส มีค่า C* เฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) (ตาราง 4.7)

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่า C* ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน พบว่าเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 เมื่อวันเริ่มต้นเก็บรักษามีค่า C* เท่ากับ 22.04 และ 31.63 ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษานานขึ้น มีค่า C* เพิ่มขึ้นและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อผลมะม่วงที่เก็บรักษาเป็นเวลา 25 และ 30 วัน ที่มีค่า C* เท่ากับ 30.58 และ 31.85 ตามลำดับ (ตาราง 4.7 และภาพ 4.5 – 4.6) แสดงว่าการเก็บรักษานานขึ้นทำให้เนื้อผลมะม่วงมีสีเหลืองเพิ่มขึ้นและสอดคล้องกับค่าความแน่นเนื้อที่ลดลง และปัจจัยของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาผลมะม่วงมีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นของค่า C* แต่ไม่มีอิทธิพลร่วมกัน (ตาราง 4.7)

เนื้อผลมะม่วงชุดที่ 1 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส มีค่า h° เฉลี่ยเท่ากับ 90.40, 90.61 และ 89.99 เนื้อผลมะม่วงชุดที่ 2 มีค่า h° เฉลี่ยเท่ากับ 82.26, 82.36 และ 82.31 ตามลำดับ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกันไม่มีผลทำให้ค่า h° เฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05)

เนื้อผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 เมื่อเริ่มต้นเก็บรักษามีค่า h° เท่ากับ 94.45 และ 85.41 ตามลำดับ และมีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นเวลา 30 วัน เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษามีค่า h° เท่ากับ 87.29 และ 79.23 ตามลำดับ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) (ตาราง 4.8) แสดงว่าเมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงเป็นเวลานานขึ้น เนื้อผลมะม่วงเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเข้มขึ้น และระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาผลมะม่วงมีอิทธิพลต่อการลดลงของค่า h° (ตาราง 4.8)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.3 อิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อค่า L* ของเปลือกผลมะม่วง

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	ค่า L* ของเปลือก	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
5	67.43	69.33
9	66.90	69.85
13	68.03	69.58
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 2)	ค่า L* ของเปลือก	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
0	63.01a	65.69a
5	65.65b	70.75cd
10	67.18bc	68.16b
15	68.21bc	71.70d
20	69.38c	69.79bcd
25	69.61c	69.08bc
30	69.11c	71.93d
ปัจจัยที่ 1	ns	ns
ปัจจัยที่ 2	*	*
1X2	ns	*

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.4 อิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อค่า C* ของเปลือกผลมะม่วง

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	ค่า C* ของเปลือก	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
5	34.33	40.44
9	35.71	40.60
13	36.04	41.15
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 2)	ค่า C* ของเปลือก	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
0	32.66ab	37.20a
5	31.63a	38.46ab
10	34.19ab	39.34ab
15	35.53c	40.30bc
20	36.13bc	42.02cd
25	37.01c	43.10de
30	40.36d	44.68e
ปัจจัยที่ 1	ns	ns
ปัจจัยที่ 2	*	*
1X2	ns	ns

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

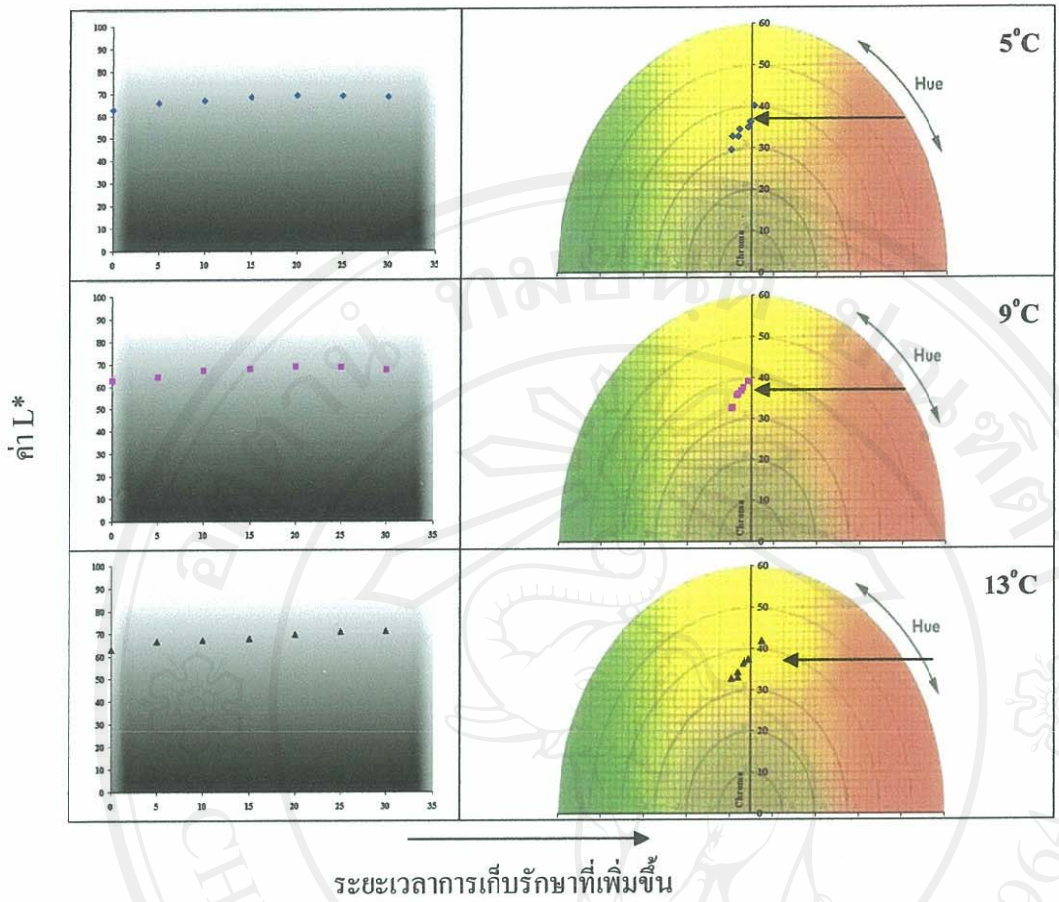
ตาราง 4.5 อิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อค่า h° ของเปลือกผลมะม่วง

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	ค่า h° ของเปลือก	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
5	94.59	90.00
9	96.03	89.08
13	93.38	89.48
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 2)	ค่า h° ของเปลือก	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
0	99.10e	98.10f
5	98.45de	94.93e
10	96.56cde	91.09d
15	95.22cd	89.27cd
20	93.19bc	87.07bc
25	91.77b	84.20ab
30	88.37a	81.96a
ปัจจัยที่ 1	ns	ns
ปัจจัยที่ 2	*	*
1X2	ns	ns

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

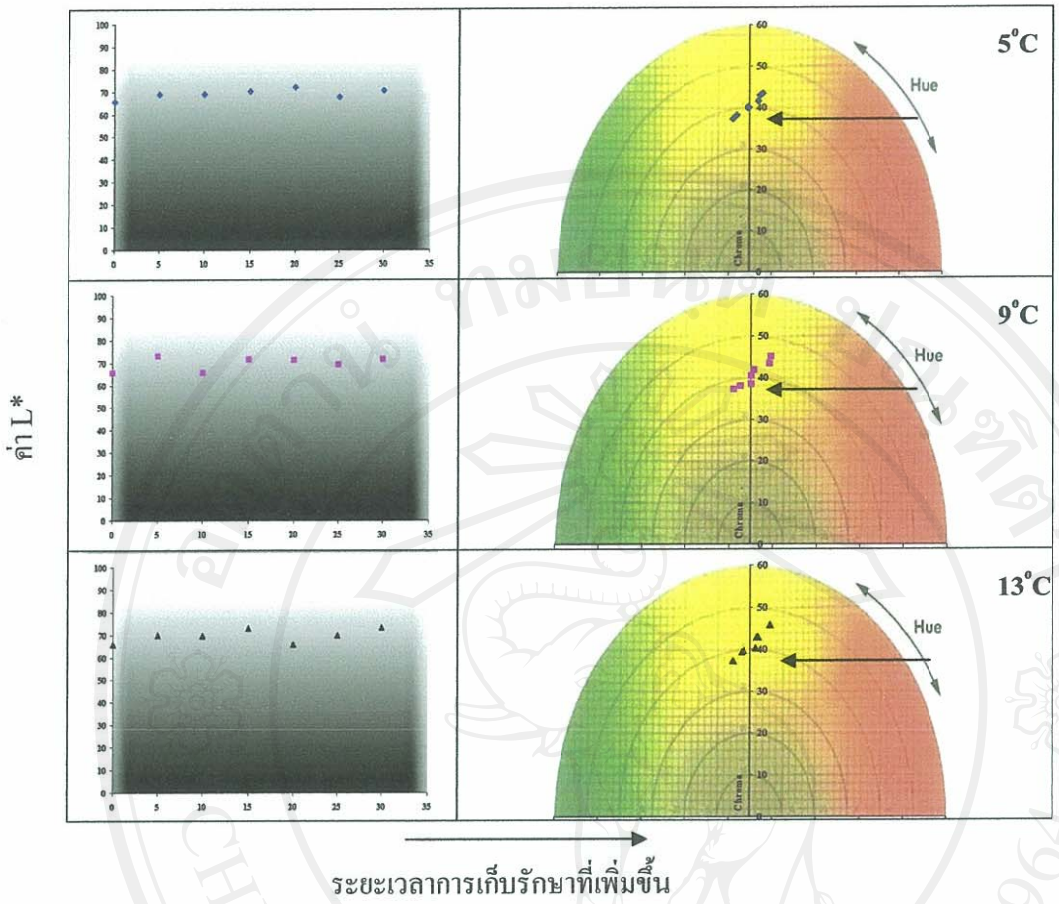
* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.3. การเปลี่ยนแปลงของค่า L*, C* และ h° ของเปลือกผลมะม่วงชุดที่ 1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.4. การเปลี่ยนแปลงของค่า L*, C* และ h° ของเปลือกผลมะม่วงชุดที่ 2 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.6 อิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อค่า L* ของเนื้อผลมะม่วง

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	ค่า L* ของเนื้อ	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
5	77.20b	74.96b
9	77.84b	75.72b
13	74.48a	73.51a
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 2)	ค่า L* ของเนื้อ	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
0	82.13d	79.65d
5	74.96b	78.62d
10	76.45bc	75.33c
15	77.52c	73.26bc
20	76.83bc	72.77b
25	75.08b	74.46bc
30	72.59a	69.04a
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
1X2	*	*

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) โดยวิธี LSD

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.7 อิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อค่า C* ของเนื้อผลมะม่วง

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	ค่า C* ของเนื้อ	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
5	24.33a	34.32a
9	23.62a	36.06ab
13	28.70b	38.21b
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 2)	ค่า C* ของเนื้อ	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
0	22.04a	31.63a
5	22.68a	32.81a
10	23.93a	34.07ab
15	24.17a	34.99abc
20	23.59a	36.74bc
25	30.58b	38.07c
30	31.85b	45.07d
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
1X2	ns	ns

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

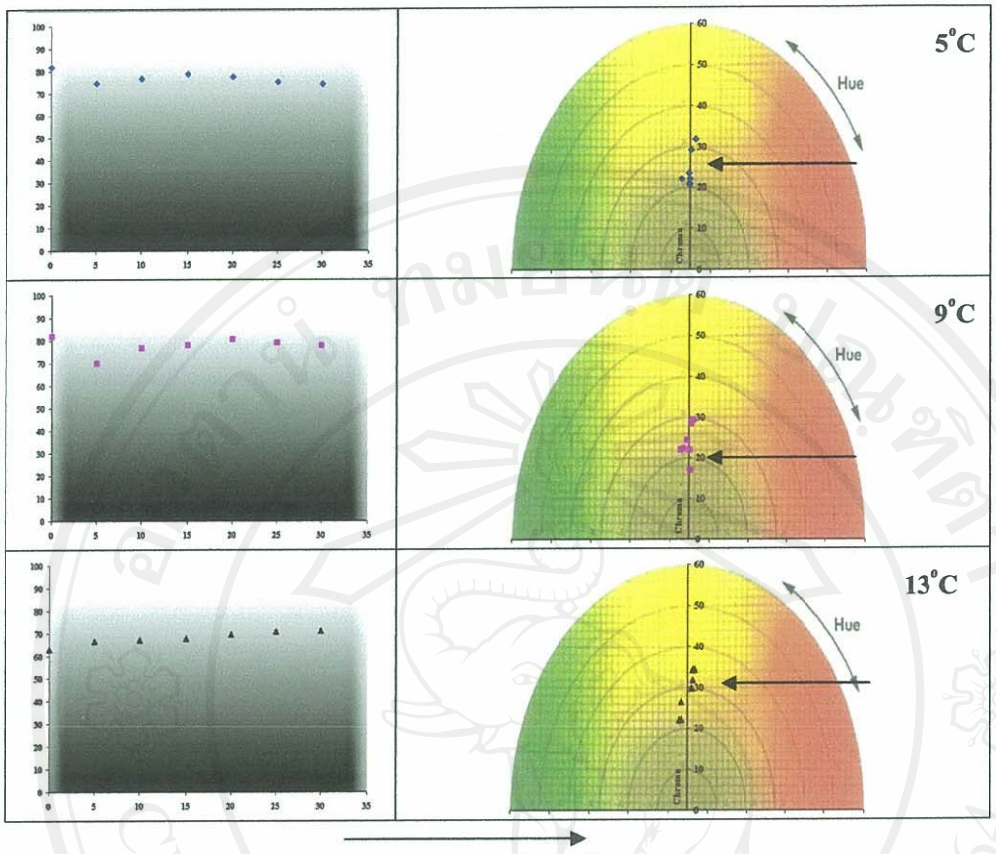
ตาราง 4.8 อิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อค่า h° ของเนื้อผลมะม่วง

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	ค่า h° ของเนื้อ	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
5	90.40	82.26
9	90.61	82.36
13	89.99	82.31
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 2)	ค่า h° ของเนื้อ	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
0	94.45d	85.41d
5	92.33c	84.30d
10	91.52c	83.97d
15	89.26b	82.01c
20	88.95b	81.07bc
25	88.53b	80.18ab
30	87.29a	79.23a
ปัจจัยที่ 1	ns	ns
ปัจจัยที่ 2	*	*
1X2	ns	ns

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

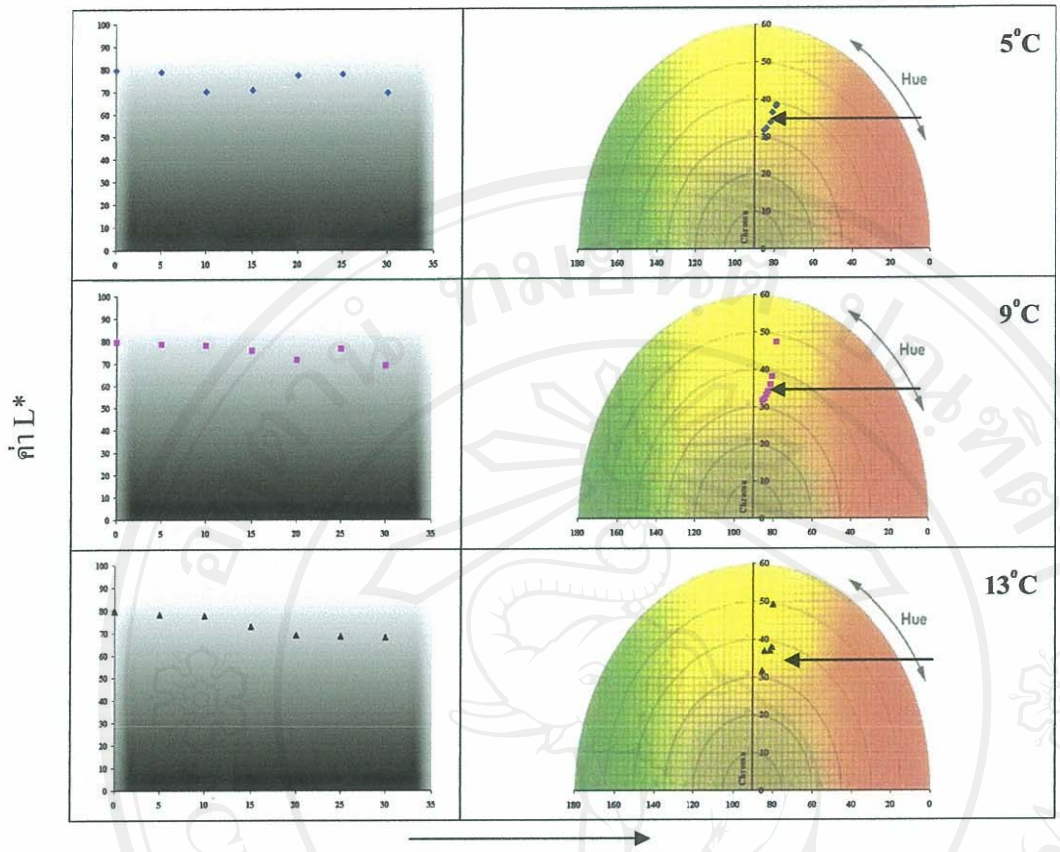
* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.5. การเปลี่ยนแปลงของค่า L*, C* และ h° ของเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 1 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.6. การเปลี่ยนแปลงของค่า L*, C* และ h° ของเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 2 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีระหว่างการเก็บรักษา

4.1.4. การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์

4.1.4.1. การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือกผลมะม่วง

การเก็บรักษาผลมะม่วงชุดที่ 1 ที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน ส่งผลให้เปลือกผลมะม่วงมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.80, 15.29 และ 18.56 เปอร์เซ็นต์ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) (ตาราง 4.9)

เปลือกผลมะม่วงชุดที่ 2 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ใกล้เคียงกัน แต่การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือกผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ9 องศาเซลเซียส ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส แสดงว่าอุณหภูมิที่เก็บรักษามีอิทธิพลและส่งผลให้มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) (ตาราง 4.9)

เปลือกของผลมะม่วงชุดที่ 1 และ ชุดที่ 2 เมื่อเริ่มต้นเก็บรักษามีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 12.22 และ11.28 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 24.32 และ 22.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) (ตาราง 4.9)

การที่เปลือกผลมะม่วงมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (ภาพ 4.7) เนื่องจากการวัดการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ เป็นการวัดปริมาณสารที่มีประจุที่รั่วไหลออกมาจากเซลล์ เช่น โพแทสเซียมเป็นไอออนประจุบวกหลักที่แสดงถึงการรั่วไหลที่เกิดจากผนังเซลล์สูญเสียความสามารถในการยอมให้สารซึมผ่านผนังเซลล์ได้เหมือนปกติ (Whitlow *et al.*, 1992) การสูญเสียความสามารถในการยอมให้สารซึมผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ขึ้นอยู่กับระยะการสุกและการเสื่อมสภาพของผลไม้ (Wang, 1990) จึงเป็นสาเหตุที่เปลือกผลมะม่วงทั้งชุดที่ 1 และชุดที่ 2 มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นเวลา 30 วัน สอดคล้องกับการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ที่เปลือกเพิ่มขึ้น (Angsooksiri and Kanlayanarat, 2546)

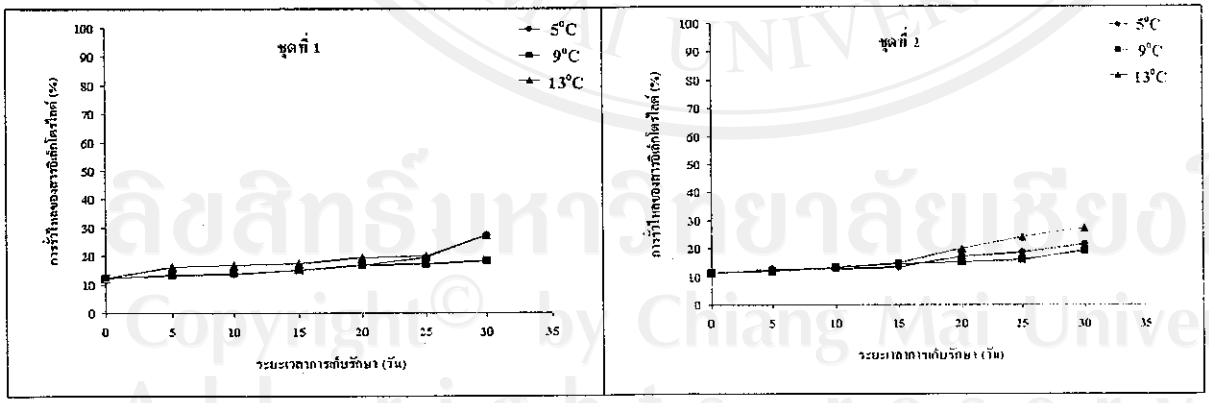
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.9 อิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือกผลมะม่วง

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือก (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
5	16.80b	15.36a
9	15.29a	14.52a
13	18.56c	17.55b
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 2)	การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือก (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
0	12.22a	11.28a
5	14.35b	12.28ab
10	14.81b	13.23bc
15	15.89b	14.26c
20	17.80c	17.42d
25	18.81c	19.59e
30	24.32d	22.61f
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
1X2	*	*

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพ 4.7. การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือกผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.4.2. การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเนื้อผลมะม่วง

เมื่อวันเริ่มต้นเก็บรักษาเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 23.60 และ 17.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน ส่งผลให้มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เฉลี่ยของเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 1 เพิ่มขึ้นเป็น 22.24, 26.64 และ 46.05 เปอร์เซ็นต์ และของเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 2 เพิ่มขึ้นเป็น 20.21, 28.40 และ 43.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) ระหว่างอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษา (ตาราง 4.10) เนื้อผละม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์สูงที่สุด แสดงว่าเนื้อผลมะม่วงมีการเสื่อมสภาพมากที่สุด เนื่องมาจากเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา ผลมะม่วงเริ่มสุกมากกว่าที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 9 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับความแน่นเนื้อที่ลดลง และเนื้อผลมะม่วงมีสีเหลืองเข้มมากกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 9 องศาเซลเซียส

เมื่อพิจารณาการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) (ตาราง 4.10)

อุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาและระยะเวลาการเก็บรักษา มีอิทธิพลส่งผลให้เนื้อผลมะม่วงทั้งชุดที่ 1 และชุดที่ 2 มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้น และแตกต่างจากวันเริ่มต้นเก็บรักษา ภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 15 และ 10 วันขึ้นไป ตามลำดับ แสดงว่าเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 2 มีการเสื่อมสภาพเร็วกว่าผลมะม่วงชุดที่ 1 สอดคล้องกับการลดลงของความแน่นเนื้อและการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองของเปลือกและเนื้อของผลมะม่วง

การลดลงของความแน่นเนื้อของผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์กันแบบโพลิโนเมียนกับการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเนื้อผลมะม่วง โดยมีค่าสหสัมประสิทธิ์ (R^2) เท่ากับ 0.99 สำหรับผลมะม่วงชุดที่ 1 และ (R^2) เท่ากับ 0.81 สำหรับผลมะม่วงชุดที่ 2 แสดงว่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเนื้อผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เกิดจากการเสื่อมสภาพของเซลล์เนื่องจากผลมะม่วงมีการพัฒนาการสุก

การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเนื้อผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน จนกระทั่งสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพ 4.8) สอดคล้องกับการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้นสูงกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส (เพ็ญวิภา, 2541) การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์สามารถบ่งชี้ถึงความรุนแรงของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การสะท้านหนาวได้ (Wang, 1990) เช่นเดียวกับผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ เมื่อเกิดอาการสะท้านหนาวรุนแรงขึ้น มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มมากขึ้น (ธเนศวร์, 2541)

อิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา ส่งผลให้เนื้อผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์แตกต่างจากวันที่เริ่มต้นเก็บรักษา ภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 15 และ 10 วันขึ้นไป ตามลำดับ แสดงว่าเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 2 มีการเสื่อมสภาพเร็วกว่าผลมะม่วงชุดที่ 1 สอดคล้องกับการลดลงของความแน่นเนื้อและการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองของเปลือกและเนื้อของผลมะม่วง

ผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 และ 5 วัน ตามลำดับ มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเนื้อผลมะม่วงเพิ่มขึ้นจากวันที่เริ่มต้นเก็บรักษา (ภาพ 4.8) แต่เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน เนื้อผลมะม่วงกลับมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ลดลง อาจเนื่องจากเมื่อผลมะม่วงเกิดอาการสะท้านหนาว demethylated pectin สามารถรวมตัวกับประจุของแคลเซียม ทำให้มีประจุรั่วไหลออกจากเซลล์น้อยลง ค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ที่วัดได้จึงลดลง เช่นเดียวกับการลดลงของการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือกผลกล้วยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 วัน (Ratule, 2006) และสอดคล้องกับการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือกผลมะม่วง โดยการรั่วไหลของเปลือกและเนื้อของผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ถึง 30 วัน มีความสัมพันธ์กันแบบโพลิโนเมียน มีค่าสหสัมประสิทธิ์ (R^2) เท่ากับ 0.87 ในขณะที่ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 13 องศาเซลเซียส การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือกและเนื้อไม่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งแสดงว่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือกและเนื้อผลมะม่วงแปรผันตามกันเมื่อเกิดอาการสะท้านหนาว และการที่ส่วนประกอบของเปลือกผลมะม่วงที่ส่วนใหญ่เป็นเซลล์อิพิเดอมิส และเป็นเซลล์ชั้นเดียวเรียงตัวชิดติดกันไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ผนังเซลล์หนา และมีชั้นคิวตินที่ปกคลุมด้วยไข ช่วยรักษาความชื้นของเนื้อเยื่อที่อยู่ภายใน สร้างความแข็งแรงให้แก่พืช และป้องกันเนื้อเยื่อไม่ให้เป็นอันตราย ในขณะที่เนื้อผลมะม่วงส่วนใหญ่เป็นเซลล์พาเรนไคม่า ผนังเซลล์บาง มีแวคคิวโอลใหญ่ และมีการเรียงตัวกันแบบหลวมๆ เป็นที่สะสมน้ำและน้ำตาล (Schroeder, 1953 ; สมบุญ, 2544) จึงทำให้เนื้อผลมะม่วงมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์สูงกว่าเปลือกผลมะม่วงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

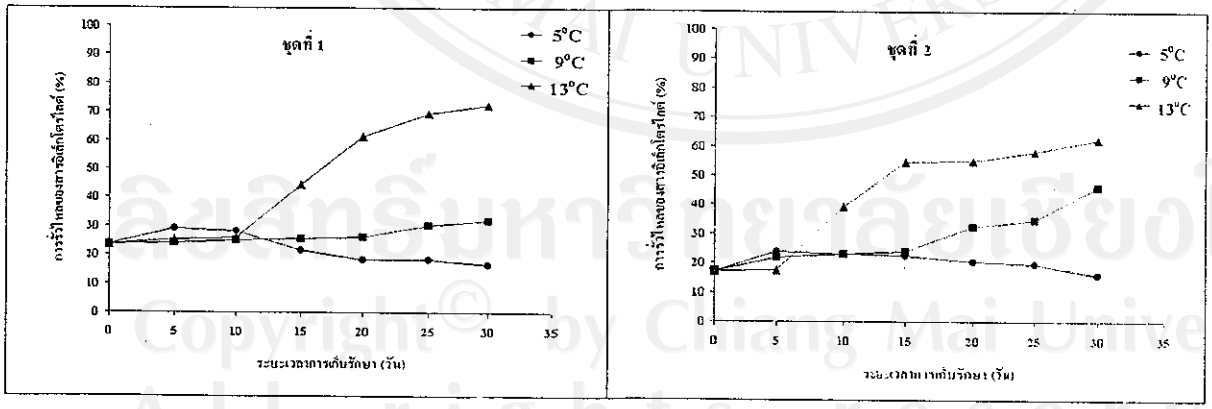
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.10 อิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเนื้อผลมะม่วง

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเนื้อ (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
5	22.24a	20.21a
9	26.64b	28.40b
13	46.05c	43.40c
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 2)	การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเนื้อ (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
0	23.60a	17.20a
5	26.14ab	20.98a
10	26.41ab	28.39b
15	30.55b	33.65bc
20	35.22c	35.78bc
25	39.32cd	37.42c
30	40.25d	41.27c
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
1X2	*	*

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพ 4.8. การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.5. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)

ผลมะม่วงชุดที่ 1 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS เฉลี่ยตลอดเวลาการเก็บรักษา 30 วันเท่ากับ 10.71, 11.91 และ 13.78 เปอร์เซ็นต์ และผลมะม่วงชุดที่ 2 มีค่าเท่ากับ 12.74, 15.04 และ 17.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เช่นเดียวกับผลมะม่วงชุดที่ 1 (ตารางที่ 4.11) เนื่องจากอุณหภูมิต่ำชะลอกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ให้ช้าลง อาจทำให้สตาร์ชสลายตัวเป็นน้ำตาลได้น้อยกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง จึงส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้แตกต่างกัน (จริงแท้, 2542) และส่งผลทำให้ผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และน้อยกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 13 องศาเซลเซียส (ภาพ 4.9) การเพิ่มขึ้นของปริมาณ TSS เกิดจากอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาที่เก็บรักษา (ตาราง 4.11) สอดคล้องกับการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์ Keitt ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส (Lederman *et al*., 1997)

ระหว่างการเก็บรักษาผลมะม่วงเป็นเวลา 30 วัน เมื่อเก็บรักษานานขึ้นปริมาณ TSS มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น โดยผลมะม่วงชุดที่ 1 และ ชุดที่ 2 เพิ่มขึ้นจาก 7.87 และ 9.23 เมื่อเริ่มต้นเป็น 15.41 และ 18.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) การเพิ่มขึ้นของปริมาณ TSS ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เนื่องมาจากการสลายตัวของสตาร์ชเป็นน้ำตาล และยังพบว่าอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาและระยะเวลาการเก็บรักษา มีอิทธิพลต่อปริมาณ TSS ของเนื้อผลมะม่วงทั้งชุดที่ 1 และชุดที่ 2 และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ตาราง 4.11)

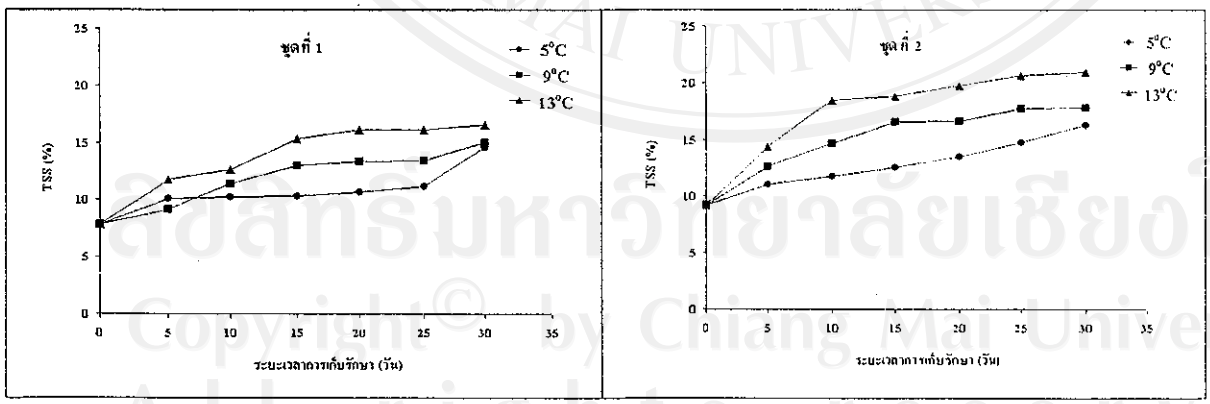
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.11 อิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อปริมาณ TSS ของผลมะม่วง

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	ปริมาณ TSS (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
5	10.71a	12.74a
9	11.91b	15.04b
13	13.78c	17.46c
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 2)	ปริมาณ TSS (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
0	7.87a	9.23a
5	10.33b	12.69b
10	11.45c	14.97c
15	12.86d	15.97d
20	13.42de	16.66d
25	13.60e	17.69e
30	15.41f	18.34e
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
1X2	*	*

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพ 4.9. ปริมาณ TSS ของเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.6. ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (TA)

ผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA เฉลี่ยเท่ากับ 2.11 และ 1.55 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณ TA เฉลี่ยของผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 13 องศาเซลเซียส ซึ่งผลมะม่วงชุดที่ 1 มีปริมาณ TA เฉลี่ยเท่ากับ 1.82 และ 1.71 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลมะม่วงชุดที่ 2 มีปริมาณ TA เฉลี่ยเท่ากับ 1.25 และ 1.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตาราง 4.12)

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TA เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 30 วัน ผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 เมื่อเริ่มต้นเก็บรักษามีปริมาณ TA เท่ากับ 3.22 และ 22.22 เปอร์เซ็นต์ และค่อยๆ ลดลง โดยมีปริมาณ TA เฉลี่ยลดลงเป็น 1.10 และ 0.86 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา (ตาราง 4.12) การลดลงของปริมาณ TA เนื่องจากผลมะม่วงหลังจากที่เก็บเกี่ยวมาจากต้นแล้วจะขาดแหล่งอาหารที่เคยได้รับจากลำต้นเดิม และอาหารที่เก็บสะสมอยู่ในผลมะม่วงจะมีปริมาณลดลงเรื่อยๆ ตามระยะเวลาที่เก็บรักษา เพราะผลมะม่วงที่ถูกเก็บเกี่ยวมานั้นไม่สามารถสังเคราะห์อาหารเองได้ (จริงแท้, 2542) การยืดอายุการเก็บรักษาผลมะม่วงโดยใช้อุณหภูมิต่ำ จะทำให้อัตราการหายใจลดลง กระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ ภายในเซลล์ของผลมะม่วงลดลง (Kala, 1995) และเนื่องจากกรดในผลมะม่วงส่วนใหญ่เป็นกรดซิตริก หรือกรดมาลิก (นิธิยาและดนัย, 2533) จึงถูกนำไปใช้เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการหายใจได้ (สมบุญ, 2544) เมื่อระยะเวลาผ่านไปกรดอินทรีย์มีปริมาณลดลงเรื่อยๆ ตามระยะเวลาที่เก็บรักษา จึงทำให้เมื่อการเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณ TA ลดลง และผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TA ลดลงช้ากว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 13 องศาเซลเซียส (ภาพ 4.10) เนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิต่ำที่ใช้ในการเก็บรักษาส่งผลต่ออัตราเร็วของกระบวนการเมแทบอลิซึมของกรดซิตริก (Vela *et al.*, 2003) เช่นเดียวกับการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์ Kent ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน มีปริมาณ TA ลดลงน้อยกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส (Lederman, 1997)

อุณหภูมิและระยะเวลาที่เก็บรักษาผลมะม่วง มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TA ของผลมะม่วงทั้ง 2 ชุด และอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษามีอิทธิพลร่วมกันระหว่าง 2 ปัจจัย ในผลมะม่วงชุดที่ 1 แต่ไม่มีอิทธิพลร่วมกันในผลมะม่วงชุดที่ 2 (ตาราง 4.12)

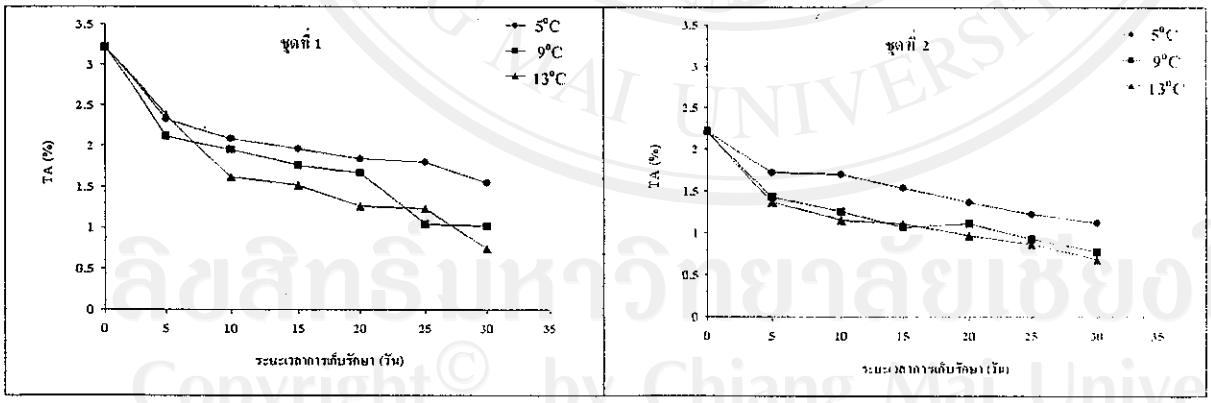
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.12 อิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อปริมาณ TA ของผลมะม่วง

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	ปริมาณ TA (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
5	2.11b	1.55b
9	1.82a	1.25a
13	1.71a	1.19a
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 2)	ปริมาณ TA (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
0	3.22f	2.22f
5	2.28e	1.50e
10	1.89d	1.37de
15	1.74cd	1.24cd
20	1.59c	1.14bc
25	1.36b	1.00ab
30	1.10a	0.86a
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
1X2	*	ns

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพ 4.10. ปริมาณ TA ของเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.7. อัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA)

ผลมะม่วงที่ชุดที่ 1 และชุดที่ 2 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีอัตราส่วนของ TSS/TA เฉลี่ยเท่ากับ 5.62 และ 10.44 ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 13 องศาเซลเซียส มีอัตราส่วนของ TSS/TA เฉลี่ยเท่ากับ 9.93 และ 11.59 สำหรับผลมะม่วงชุดที่ 1 และเท่ากับ 14.35 และ 18.95 สำหรับผลมะม่วงชุดที่ 2 ตามลำดับ การเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส มีอัตราส่วนของ TSS/TA แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) (ตาราง 4.13) แสดงว่าความแตกต่างของอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราส่วน TSS/TA

อัตราส่วนของ TSS/TA เป็นค่าที่แสดงว่าเนื้อมะม่วงมีความหวานเพิ่มขึ้นเนื่องจากปริมาณกรดลดลง จึงทำให้อัตราส่วนเพิ่มขึ้น (Vasquez-Caicedo *et al.*, 2002) แสดงว่าการเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลา 30 วัน สามารถชะลอการสุกได้มากที่สุด และผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการพัฒนาการสุก และมีรสหวานมากที่สุด การเก็บรักษาผลมะม่วงชุดที่ 1 ที่อุณหภูมิ 9 และ 13 องศาเซลเซียส มีอัตราส่วน TSS/TA ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ผลมะม่วงชุดที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) (ตาราง 4.13) แสดงว่าการตอบสนองต่ออุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส ของผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 แตกต่างกันระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราส่วนของ TSS/TA โดยวันที่เริ่มต้นเก็บรักษาผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 มีอัตราส่วนของ TSS/TA เฉลี่ยเท่ากับ 2.54 และ 4.70 เพิ่มขึ้นและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$)เป็น 19.81 และ 25.57 เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา (ตาราง 4.13) การที่ผลมะม่วงมีความหวานเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากผลมะม่วงเริ่มมีการพัฒนาการสุกสอดคล้องกับค่าความแน่นเนื้อที่ลดลง สีเปลือกและสีเนื้อของผลมะม่วงที่มีสีเหลืองมากขึ้น และปริมาณ TA ที่ลดลง เมื่อเก็บรักษนานขึ้น และการเพิ่มขึ้นของอัตราส่วนTSS/TA เป็นอิทธิพลจากระยะเวลาร่วมกับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาเฉพาะผลมะม่วงชุดที่ 1 เท่านั้น

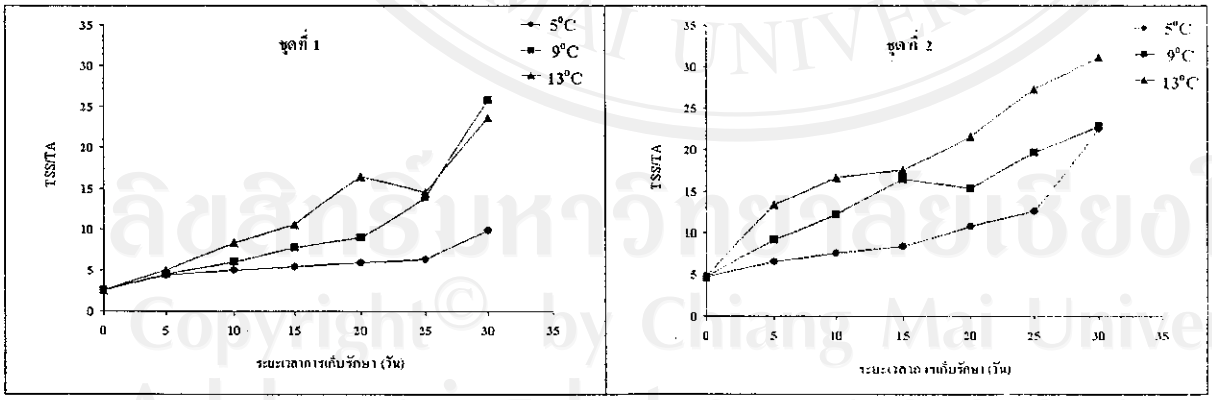
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.13 อิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่ออัตราส่วนของ TSS/TA ของผลมะม่วง

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	อัตราส่วนของ TSS/TA	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
5	5.62a	10.44a
9	9.93b	14.35b
13	11.59b	18.95c
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 2)	อัตราส่วนของ TSS/TA	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
0	2.54a	4.70a
5	4.60ab	9.68b
10	6.46bc	12.13bc
15	7.88cd	14.13cd
20	10.46de	15.91d
25	11.59e	19.92e
30	19.81f	25.57f
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
1X2	*	ns

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพ 4.11. ปริมาณ TSS/TA ของเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.8. ค่าพีเอช (pH)

ผลมะม่วงที่ชุดที่ 1 เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 9 องศาเซลเซียส มีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 2.95 และ 2.92 ผลมะม่วงชุดที่ 2 มีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 3.02 และ 3.07 ต่ำกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ที่มีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 3.08 และ 3.32 และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นค่าพีเอชของผลมะม่วงเพิ่มขึ้นด้วย เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษาผลมะม่วงมีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 3.12 และ 3.24 อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษามีอิทธิพลร่วมกันต่อการเพิ่มขึ้นของค่าพีเอช (ตาราง 4.14)

เมื่อเริ่มต้นเก็บรักษาผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 มีค่าพีเอชเท่ากับ 2.95 และ 2.95 ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 13 องศาเซลเซียส มีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 2.99, 3.57 และ3.25, 3.67 ซึ่งแปรผกผันกับค่า TA ของผลมะม่วง แต่ผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน มีค่าพีเอชเพิ่มขึ้น เป็น 3.09 และ 3.25 หลังจากนั้นค่าพีเอชของผลมะม่วงลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน มีค่าเท่ากับ 2.79 และ 2.80 (ตารางผนวก 15) (ภาพ 4.12) ซึ่งแปรผกผันกับค่า TA

การเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิสูงขึ้นส่งผลให้ผลิตผลมีการหายใจเพิ่มขึ้น จึงสามารถนำกรดอินทรีย์ไปใช้ในกระบวนการหายใจเพิ่มขึ้น (จริงแท้, 2542) ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิสูงมีค่าพีเอชสูงขึ้น เช่นเดียวกับการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 วัน ก่อนย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (Mohammaed and Brecht, 2002)

เนื่องจากการวัดค่าพีเอชเป็นการวัดปริมาณไฮโดรเจนไอออน [H^+] ที่แตกตัวออกมาจากกรดอินทรีย์ ซึ่งเป็นกรดอ่อนและจะแตกตัวได้เพียงบางส่วนเท่านั้น (Seibold, 2000) เช่น กรดอินทรีย์สารประกอบฟีนอล กรดแอสคอร์บิก และกรดอะมิโน เป็นต้น แต่ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้เป็นการหาปริมาณกรดทั้งหมดที่มีอยู่ในสารละลายนั้น (Goodwine, 2006)

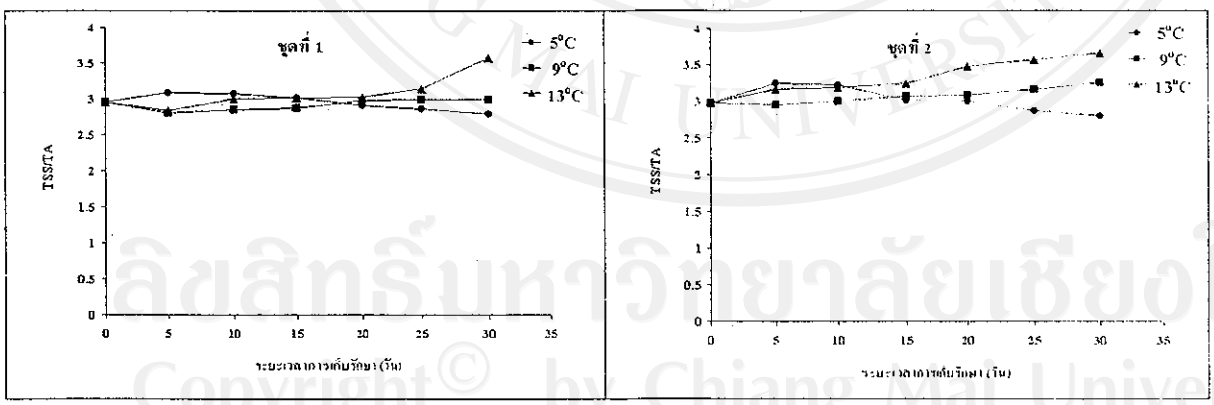
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.14 อิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อค่าพีเอชของผลมะม่วง

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา	ค่าพีเอช	
(องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
5	2.95a	3.02a
9	2.92a	3.07a
13	3.08b	3.32b
ระยะเวลาการเก็บรักษา	ค่าพีเอช	
(วัน) (ปัจจัยที่ 2)	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
0	2.95ab	2.98a
5	2.91a	3.12bc
10	2.97ab	3.13bc
15	2.97ab	3.11b
20	2.97ab	3.19bcd
25	2.99b	3.20cd
30	3.12c	3.24d
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
1X2	*	*

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพ 4.12. ค่าพีเอชของเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.9. การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO

4.1.9.1. กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในเปลือกผลมะม่วง

เปลือกผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 เมื่อเริ่มต้นเก็บรักษา มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เท่ากับ 0.30 และ 0.40 หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เปลือกผลมะม่วงชุดที่ 1 มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เฉลี่ยเท่ากับ 0.61, 0.54 และ 0.53 หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน และชุดที่ 2 มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เฉลี่ยเท่ากับ 0.54, 0.57 และ 0.54 หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน ตามลำดับ (ตาราง 4.15) และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) และความแตกต่างของอุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส ที่ใช้ในการเก็บรักษา ไม่มีอิทธิพลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในเปลือกผลมะม่วง (ตาราง 4.15)

ในระหว่างการเก็บรักษาผลมะม่วงรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน ผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงสุด ในวันที่ 15 และ 20 ตามลำดับ และลดลงในช่วงหลังของการเก็บรักษา และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) อิทธิพลของระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาผลมะม่วงส่งผลให้เปลือกผลมะม่วงมีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยผลมะม่วงชุดที่ 2 มีกิจกรรมเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเก็บรักษา 20 วัน มีค่าเท่ากับ 1.17 หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน แตกต่างจากผลมะม่วงชุดที่ 1 ที่มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงสุดเท่ากับ 0.79 ในวันที่ 15 หลังจากนั้นผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ลดลงจนกระทั่งสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน เท่ากับ 0.32 และ 0.33 หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน (ตาราง 4.15 และภาพ 4.13) แสดงว่าระยะเวลาในการเก็บรักษา มีอิทธิพลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และส่งผลให้ความแตกต่างของอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษา มีอิทธิพลร่วมกันต่อกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเปลือกผลมะม่วงชุดที่ 1 แต่ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อเปลือกผลมะม่วงชุดที่ 2 (ตาราง 4.15)

4.1.9.2. กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในเนื้อผลมะม่วง

ในวันเริ่มต้นเก็บรักษาเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 กิจกรรมของเอนไซม์ PPO เท่ากับ 0.46 และ 0.25 หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน การศึกษาผลของอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาผลมะม่วงชุดที่ 1 พบว่าการเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เนื้อผลมะม่วงมีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 0.59 หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับกิจกรรมของเอนไซม์ในเนื้อผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.80 หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เฉลี่ยเท่ากับ 0.71 หน่วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีนและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 13 องศาเซลเซียส

สำหรับผลมะม่วงชุดที่ 2 การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เนื้อผลมะม่วงมีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 0.71 หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 13 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.57 และ 0.63 หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์ Manila ที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO สูงกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส (Vela *et al.*, 2003)

เมื่อพิจารณาอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษาผลมะม่วงชุดที่ 1 เป็นเวลา 15 วัน มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงสุด เท่ากับ 0.94 หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน หลังจากนั้นกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ค่อยๆ ลดลง จนกระทั่งสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษาในวันที่ 30 มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เฉลี่ยเท่ากับ 0.62 หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน ส่วนการเก็บรักษาผลมะม่วงชุดที่ 2 เป็นเวลา 20 วัน เนื้อผลมะม่วงมีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงสุด เท่ากับ 1.47 หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน หลังจากนั้นกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ลดลง จนกระทั่งสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษามีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เฉลี่ยเท่ากับ 0.50 หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน (ตาราง 4.16)

ปัจจัยของอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษา มีอิทธิพลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเนื้อผลมะม่วง แต่เมื่อพิจารณาอุณหภูมิร่วมรักษากับระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 1 (ตาราง 4.16)

ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในเนื้อผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่เพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 6 แล้วค่อยๆ ลดลง และเพิ่มขึ้นอีกครั้งในวันที่ 27 และลดลงกระทั่งสิ้นสุดการเก็บรักษา 30 วัน (สายชลและสุกันยา, 2546)

สรุปได้ว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (5 องศาเซลเซียส) มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในเนื้อผลมะม่วงมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง (13 องศาเซลเซียส)

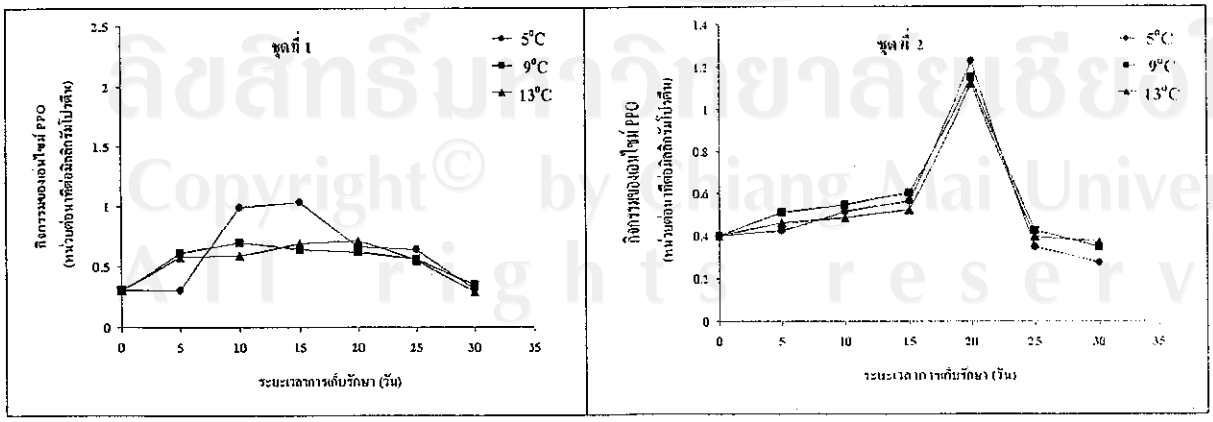
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.15 อิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในเปลือกผลมะม่วง

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในเปลือก (หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
5	0.61	0.54
9	0.54	0.57
13	0.53	0.54
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 2)	กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในเปลือก (หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
0	0.30a	0.40ab
5	0.50b	0.47bc
10	0.76d	0.52c
15	0.79d	0.56c
20	0.67cd	1.17d
25	0.59bc	0.39ab
30	0.32a	0.33a
ปัจจัยที่ 1	ns	ns
ปัจจัยที่ 2	*	*
1X2	*	ns

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพ 4.13. กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเปลือกผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

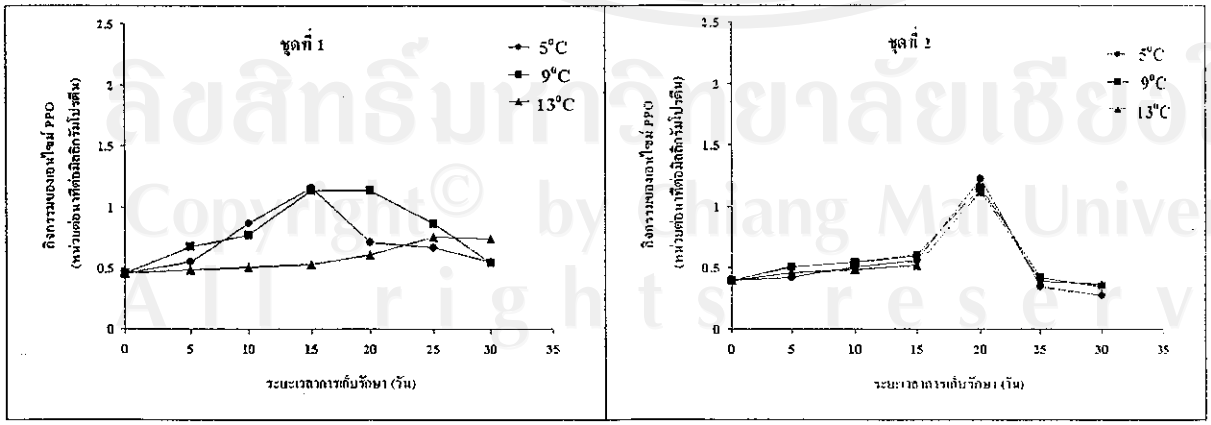
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.16 อิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในเนื้อผลมะม่วง

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในเนื้อ (หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
5	0.71ab	0.71b
9	0.80b	0.57a
13	0.59a	0.63a
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 2)	กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในเนื้อ (หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
0	0.46a	0.25a
5	0.57ab	0.35ab
10	0.72bcd	0.44abc
15	0.94d	0.82d
20	0.82cd	1.47e
25	0.77bcd	0.63cd
30	0.62abc	0.50bc
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
1X2	ns	*

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพ 4.14. กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.10. ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด

4.1.10.1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลในเปลือกผลมะม่วง

อิทธิพลของระยะเวลาที่ใช้เก็บรักษามีผลทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลเฉลี่ยในเปลือกผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ลดลงจาก 64.10 และ 31.08 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด เมื่อวันเริ่มต้นเก็บรักษาเป็น 13.80 และ 16.03 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน (ตาราง 4.17) ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (Lounds - Singleton, 2003) และผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลสูง เมื่อเริ่มต้นเก็บรักษา และค่อยๆ ลดลงอย่างช้าๆ กระทั่งถึงวันที่ 30 (สายชลและสุกันยา, 2546)

การเก็บรักษาผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน เปลือกผลมะม่วงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลเฉลี่ยเท่ากับ 29.90 และ 25.30 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด สูงกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 9 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.26, 23.62 และ 25.57, 22.52 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ (ตาราง 4.17) แสดงว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส อาจมีการเปลี่ยนสารประกอบฟีนอลไปเป็นสารประกอบชนิดอื่นๆ น้อยกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 9 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับผลการทดลองที่กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ที่เปลือกผลมะม่วงต่ำที่สุด เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษากับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีอิทธิพลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลในเปลือกผลมะม่วง ในขณะที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ตาราง 4.17)

4.2.10.1. ปริมาณสารประกอบฟีนอลในเนื้อผลมะม่วง

การเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน เนื้อผลมะม่วงชุดที่ 1 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลเฉลี่ยเท่ากับ 1.36, 1.26 และ 1.21 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 2 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลเฉลี่ยเท่ากับ 1.22, 1.23 และ 1.33 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) (ตาราง 4.18) แสดงว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลในเนื้อผลมะม่วง

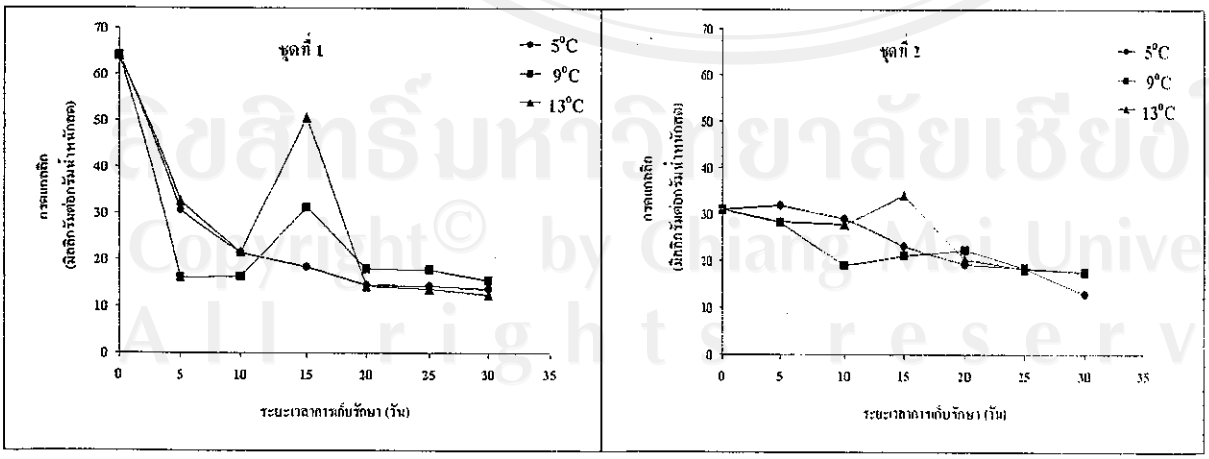
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.17 อิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลในเปลือกผลมะม่วง

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลในเปลือก (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
5	25.26a	23.62a
9	25.57a	22.52a
13	29.90b	25.30b
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 2)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลในเปลือก (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
0	64.10e	31.08d
5	26.48c	29.46d
10	19.76b	25.18c
15	33.43d	26.10c
20	15.58ab	20.58b
25	15.25ab	18.25ab
30	13.80a	16.03a
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
1X2	*	*

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) โดยวิธี LSD

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพ 4.15. ปริมาณสารประกอบฟีนอลในเปลือกผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื้อผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 เมื่อเริ่มต้นเก็บรักษามีปริมาณสารประกอบฟีนอลเท่ากับ 2.42 และ 1.12 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และปริมาณค่อยๆ ลดลงอย่างต่อเนื่องในผลมะม่วงชุดที่ 1 เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.74 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด แต่ในผลมะม่วงชุดที่ 2 มีปริมาณเพิ่มขึ้นและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่เก็บรักษาเป็นเวลา 15 - 25 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 132 - 1.60 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (ตาราง 4.18)

การลดลงของปริมาณสารประกอบฟีนอลในเนื้อผลมะม่วงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ไม่มีปัจจัยจากอิทธิพลของอุณหภูมิ แต่มีปัจจัยจากอิทธิพลของระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษา และอิทธิพลร่วมกันของระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา เช่นเดียวกันทั้งเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 (ตาราง 4.18) สอดคล้องกับการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ปริมาณสารประกอบฟีนอลในเนื้อมีปริมาณลดลง เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา 24 วัน (Lounds-Singleton, 2003) การเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์ Irwin ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน มีปริมาณสารประกอบฟีนอลเพิ่มขึ้นจากวันที่เริ่มต้นเก็บรักษา (Shivashankara *et al.*, 2004) เนื่องจากอัตราการนำสารประกอบฟีนอลไปใช้ในการทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ PPO เพื่อทำให้เกิดสารสีน้ำตาลมีน้อยกว่าการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอล (สายชลและสุกันยา, 2546) พืชจะสังเคราะห์สารประกอบฟีนอลเมื่อเกิดความเครียดจากสิ่งแวดล้อม (Wang, 1990) ในขณะที่เนื้อผลมะม่วงชุดที่ 1 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น แต่ผลมะม่วงชุดที่ 1 และ ชุดที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลที่เนื้อผลมะม่วงแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมและสารอาหารที่ผลมะม่วงได้รับ เพราะปริมาณไนโตรเจนมีผลต่อการสังเคราะห์กรดแกลลิก (Luke, 2005)

4.1.11. การเกิดอาการสะท้านหนาวของผลมะม่วง

ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน เริ่มแสดงอาการสะท้านหนาว โดยการเกิด จุดฉ่ำน้ำที่ผิว แต่เมื่อนำไปวางไว้ให้สุกที่อุณหภูมิห้อง ผลมะม่วงยังสามารถพัฒนาการสุกปกติ ดังภาพ 4.17 และเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน ผลมะม่วงมีการสุกผิดปกติ ดังภาพ 4.18 ส่วนผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 วัน เมื่อนำมาวางไว้ให้สุกที่อุณหภูมิห้อง ผลมะม่วงเกิดสีน้ำตาลที่บริเวณเนื้อติดเมล็ด ดังภาพ 4.19

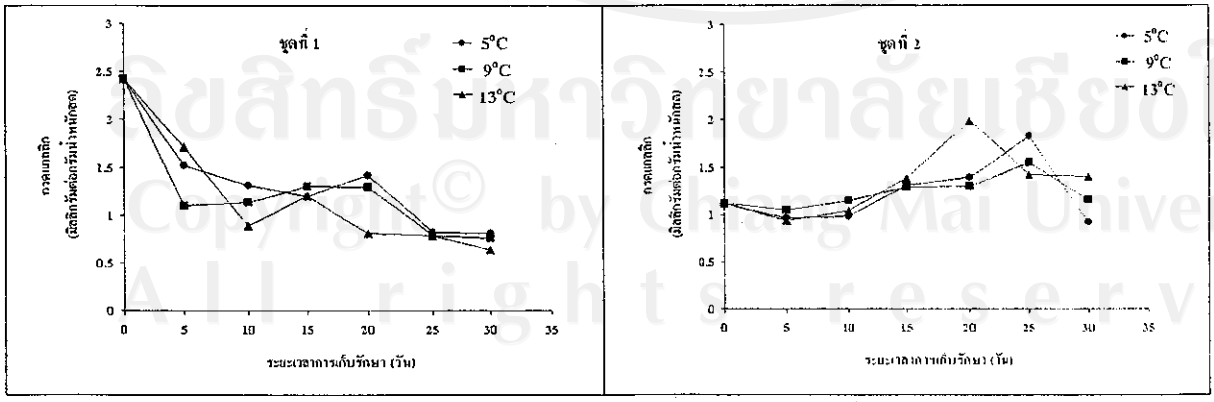
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.18 อิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลในเนื้อผลมะม่วง

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลในเนื้อ (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
5	1.36	1.22
9	1.26	1.23
13	1.21	1.33
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 2)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลในเนื้อ (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 1	ผลมะม่วงชุดที่ 2
0	2.42d	1.12ab
5	1.44c	0.98a
10	1.11b	1.06ab
15	1.24bc	1.32c
20	1.18b	1.56d
25	0.80a	1.60d
30	0.74a	1.16b
ปัจจัยที่ 1	ns	ns
ปัจจัยที่ 2	*	*
1X2	*	*

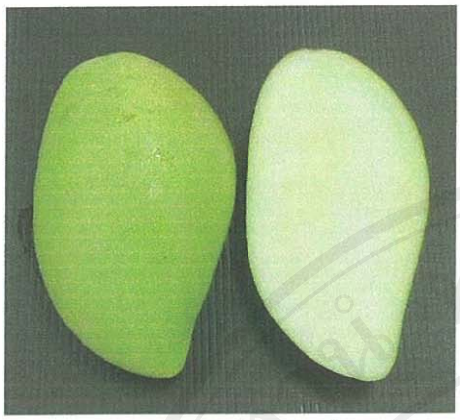
หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

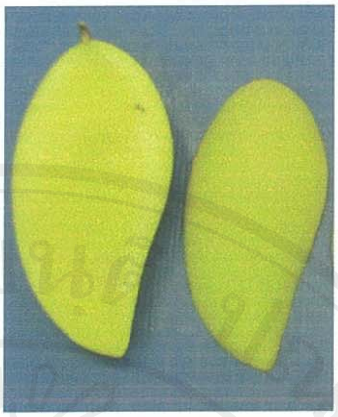


ภาพ 4.16. ปริมาณสารประกอบฟีนอลในเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



5 องศาเซลเซียส 10 วัน



5 องศาเซลเซียส 10 วัน
และ 25 องศาเซลเซียส 4 วัน

ภาพ 4.17. ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน และเมื่อย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน

ภาพ 4.18. การสุกที่ผิดปกติของผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ภาพ 4.19. ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 วัน เมื่อย้ายมาวางไว้ให้สุกที่อุณหภูมิห้อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.12. คุณภาพของผลมะม่วงสุกภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

ผลมะม่วงชุดที่ 1 ที่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน มีการสุกผิดปกติ โดยเมื่อผลสุกมีสมบัติทางกายภาพและเคมี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน ดังตาราง 4.21 - 4.22 แสดงว่าผลมะม่วงชุดที่ 1 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน สามารถสุกได้มีคุณภาพไม่แตกต่างกัน แต่ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน มีความแน่นเนื้อสูงกว่า และอัตราส่วน TSS/TA ต่ำกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน (ตาราง 4.21 - 4.22)

การเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลานาน จะทำให้ผลมะม่วงมีการพัฒนาการสุกที่ผิดปกติ และการเกิดอาการสะท้านหนาว โดยเฉพาะผลมะม่วงที่เริ่มจะแก่บริบูรณ์ (จริงแท้, 2542; Wang, 1990 ; Paull and Chen, 2001) และผลมะม่วงชุดที่ 1 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน มีคุณภาพเมื่อผลสุกดีที่สุด แต่ถ้าเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 วันขึ้นไป ผลมะม่วงจะแสดงอาการสะท้านหนาว เมื่อนำมาวางไว้ให้สุก ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

สำหรับผลมะม่วงชุดที่ 2 ที่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน เมื่อย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน มีความแน่นเนื้อ และเปลือกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมส้มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) โดยพิจารณาจากค่า h° และค่า L^* ของเปลือกผลมะม่วง (ตาราง 4.21) แต่เนื้อผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เมื่อผลสุกมีสีส้มและคล้ำมากกว่าเนื้อผลมะม่วงที่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 13 องศาเซลเซียส ในขณะที่การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือกและเนื้อผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน เมื่อผลสุกมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) แต่มีความหวาน (อัตราส่วน TSS/TA) และค่าพีเอชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) ดังตาราง 4.22 แสดงว่าผลมะม่วงที่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน สามารถสุกได้ปกติ

ผลมะม่วงชุดที่ 2 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน เมื่อย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน มีการสุกปกติ แต่ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการสุกผิดปกติ โดยมีความแน่นเนื้อ ความคล้ำของสีเปลือก การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือกและเนื้อ ความหวาน และค่าพีเอช แตกต่างจากผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) ในขณะที่ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีการสุกปกติ แต่มีระยะการสุกน้อยกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ดังตาราง 4.23-4.24

ผลการทดลองสรุปได้ว่า ผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 จะเกิดอาการสะท้านหนาว เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน และเปลือกและเนื้อของผลมะม่วงที่เกิดอาการสะท้านหนาวมีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO สูงกว่าผลมะม่วงที่ไม่เกิดอาการสะท้านหนาว และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ที่เพิ่มขึ้นสูงสุดแล้วจะลดลงในภายหลัง ถึงแม้ว่าผลมะม่วงจะเกิดอาการสะท้านหนาว มากขึ้นก็ตาม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.19 สมบัติทางกายภาพของผลมะม่วงชุดที่ 1 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน แล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

อุณหภูมิต่ำที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	ค่า h° ของ		ค่า L*ของ	
		เปลือกมะม่วง	เนื้อมะม่วง	เปลือกมะม่วง	เนื้อมะม่วง
5	2.51	81.44	81.35	63.85	63.49
9	2.14	80.31	81.20	62.40	63.58
13	1.84	78.92	80.95	62.94	61.94
$LSD_{0.05}$	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	43.63	2.87	1.98	9.04	6.77

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 4.20 สมบัติทางเคมีของผลมะม่วงชุดที่ 1 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน แล้วย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

อุณหภูมิต่ำที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ (%)		TSS/TA	pH
	เปลือกผลมะม่วง	เนื้อผลมะม่วง		
5	25.00	52.96	9.50a	4.09a
9	24.29	53.05	18.72a	4.72b
13	25.27	55.00	55.91b	4.75b
$LSD_{0.05}$	ns	ns	10.21	0.30
CV (%)	14.80	12.81	37.43	6.88

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.21 สมบัติทางกายภาพของผลมะม่วงชุดที่ 2 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน

อุณหภูมิต่ำที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	ค่า h° ของ		ค่า L*ของ	
		เปลือกมะม่วง	เนื้อมะม่วง	เปลือกมะม่วง	เนื้อมะม่วง
5	1.44	78.06	76.48	66.65a	59.76a
9	1.67	78.42	76.11	69.27b	63.10ab
13	1.39	77.89	75.63	70.71b	65.31b
$LSD_{0.05}$	ns	ns	ns	2.52	4.21
CV (%)	26.00	2.58	2.82	3.75	6.95

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 4.22 สมบัติทางเคมีของผลมะม่วงชุดที่ 2 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

อุณหภูมิต่ำที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ (%)		TSS/TA	pH
	เปลือกผลมะม่วง	เนื้อผลมะม่วง		
5	28.65	59.86	116.01a	4.66a
9	28.69	55.61	118.71b	5.06b
13	26.81	56.60	121.71c	5.32c
$LSD_{0.05}$	ns	ns	2.58	0.08
CV (%)	9.59	9.86	20.72	1.65

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.23 สมบัติทางกายภาพของผลมะม่วงชุดที่ 2 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน

อุณหภูมิต่ำที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	ค่า h° ของ		ค่า L*ของ	
		เปลือกมะม่วง	เนื้อมะม่วง	เปลือกมะม่วง	เนื้อมะม่วง
5	3.83b	81.82	78.00	63.74a	69.56
9	1.39a	79.10	75.12	68.07ab	67.83
13	1.60a	79.12	76.83	70.08b	66.91
$LSD_{0.05}$	1.08	ns	ns	4.89	ns
CV (%)	9.05	5.04	3.31	7.46	6.75

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 4.24 สมบัติทางเคมีของผลมะม่วงชุดที่ 2 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน

อุณหภูมิต่ำที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ (เปอร์เซ็นต์)		TSS/TA	pH
	เปลือกผลมะม่วง	เนื้อผลมะม่วง		
5	21.79a	51.82a	30.75a	3.85a
9	23.44b	60.10b	110.51c	4.73b
13	28.44c	65.01b	70.71b	4.90c
$LSD_{0.05}$	1.38	5.98	19.82	0.16
CV (%)	5.76	10.73	28.84	3.59

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 ผลการทดลองที่ 2 ผลของเมทิลจัสโมเนตต่อสมบัติทางกายภาพ เคมี และการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่นำมาทดลองเพื่อศึกษาผลของ MJ แบ่งออกเป็น 2 ชุด คือชุดที่ 3 (ผลมะม่วงเก็บเกี่ยวเดือนธันวาคม 2546) และชุดที่ 4 (ผลมะม่วงเก็บเกี่ยวเดือนมีนาคม 2547) โดยนำผลมะม่วงมารมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 0, 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน และสุ่มตัวอย่างผลมะม่วงออกมาทุกๆ 5 วัน เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เคมี และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และย้ายผลมะม่วงส่วนหนึ่งมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน ทำการวิเคราะห์คุณภาพผลมะม่วงสุกทุกๆ 2 วันได้ผลการทดลองดังนี้

ผลการวิเคราะห์ สมบัติทางกายภาพ เคมี และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ภายหลังการรมด้วยไอสารละลาย MJ พบว่าการรมด้วยไอสารละลาย MJ ที่มีระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน ส่งผลให้เมื่อเริ่มต้นการเก็บรักษา ผลมะม่วงมีสมบัติทางกายภาพ เคมี และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) (ตารางผนวก 20 -22)

ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่ผ่านการรมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน และสุ่มตัวอย่างผลมะม่วงออกมาทุกๆ 5 วัน เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เคมี และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของผลมะม่วง และย้ายผลมะม่วงส่วนหนึ่งมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน ทำการวิเคราะห์คุณภาพผลมะม่วงสุก ทุกๆ 2 วัน นำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาเปรียบเทียบกันด้วยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง โดยกำหนดให้วันเริ่มต้นการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์

เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง (% relative) (Dadzie and Orchard, 1997) คำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\% \text{ relative} = \frac{\text{ค่าของวันที่เก็บรักษา}}{\text{ค่าของวันเริ่มต้นเก็บรักษาของผลมะม่วงที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้นเดียวกัน}} \times 100$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ

4.2.1. การสูญเสียน้ำหนัก

ผลมะม่วงชุดที่ 3 ที่เป็นชุดควบคุม และที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86±2, 87±1 และ 93±2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนชุดที่ 4 เก็บรักษาที่ความชื้นสัมพัทธ์ 83±2, 86±1 และ 92±1 เปอร์เซ็นต์ สูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 20 วัน (ภาพ 4.19) ผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส และผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) ผลมะม่วงชุดที่ 3 สูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าผลมะม่วงชุดที่ 4 (ตาราง 4.25)

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่าผลมะม่วงทั้ง 2 ชุดการทดลอง สูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) ในขณะที่ระดับความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ ไม่มีอิทธิพลต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงชุดที่ 3 แต่มีอิทธิพลต่อผลมะม่วงชุดที่ 4 โดยการรมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-5} โมลาร์ ส่งผลให้ผลมะม่วงสูญเสียน้ำหนักมากกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ตาราง 4.25)

ความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ ร่วมกับอุณหภูมิในการเก็บรักษา และอุณหภูมิในการเก็บรักษาร่วมกับระยะเวลาการเก็บรักษา ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงชุดที่ 4 แต่มีอิทธิพลร่วมกันต่อผลมะม่วงชุดที่ 3 สอดคล้องกับผลมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน สูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าผลมะม่วงชุดควบคุม (González-Aguilar *et al.*, 2000) เพราะไอสารละลาย MJ เข้าไปมีส่วนร่วมในการช่วยลดความดันไอในผลไม้ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (Gonzalez-Aguilar *et al.*, 2006) การที่ผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ตอบสนองต่อไอสารละลาย MJ แตกต่างกัน อาจเนื่องจากความแตกต่างทางสมบัติทางกายภาพของผลมะม่วงชุดที่ 3 และ 4 เมื่อวันเริ่มต้นเก็บรักษา ดังนั้นเมื่อวันที่สิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา 20 วัน ผลมะม่วงชุดที่ 3 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด 2.82 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สูญเสียน้ำหนักมากที่สุด 6.84 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวก 4.23) ผลมะม่วงชุดที่ 4 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

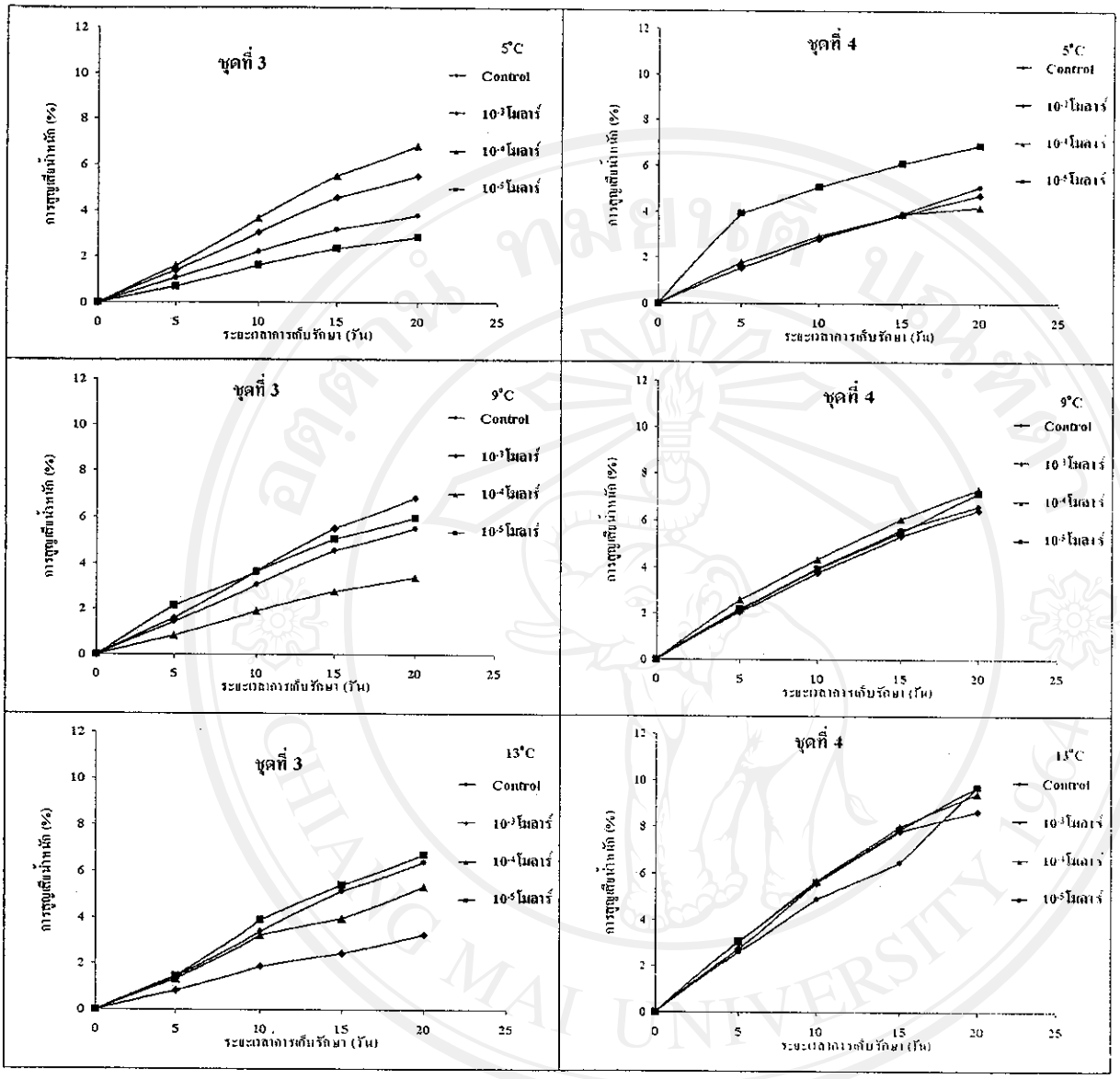
รักษา 20 วัน สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด 4.20 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สูญเสียน้ำหนักมากที่สุด 9.70 เปอร์เซ็นต์ (ภาพ 4.19 และตารางผนวก 24) และจากผลการทดลองผลมะม่วงทั้งชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน สูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) แสดงว่า การรมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3} และ 10^{-5} โมลาร์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงได้

4.2.2. ความแน่นเนื้อของผลมะม่วง

ผลมะม่วงทั้งชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่เป็นชุดควบคุม และที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เมื่อวันเริ่มต้นเก็บรักษาได้กำหนดให้ผลมะม่วงมีความแน่นเนื้อ 100 เปอร์เซ็นต์ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน มีความแน่นเนื้อลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพ 4.26) ซึ่งเกิดจากอิทธิพลของความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ อุณหภูมิ และระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษา

เมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 เป็นเวลา 20 วัน ผลมะม่วงมีความแน่นเนื้อเฉลี่ยเท่ากับ 26.90 และ 27.06 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.26) แสดงว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ผลมะม่วงทั้ง 2 ชุด มีความแน่นเนื้อลดลง ผลมะม่วง (ชุดที่ 3 และชุดที่ 4) ชุดควบคุม มีความแน่นเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3} โมลาร์ แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-5} โมลาร์ (ตาราง 4.26) แสดงว่าการรมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3} โมลาร์ สามารถชะลอการลดลงของความแน่นเนื้อของผลมะม่วงได้ อิทธิพลของอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาส่งผลให้ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) และการเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ผลมะม่วงมีความแน่นเนื้อลดลงน้อยที่สุด (ตาราง 4.26)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.20. การสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 0, 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.25 อิทธิพลของความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วง

ความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ (โมลาร์) (ปัจจัยที่ 1)	การสูญเสียน้ำหนัก (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	2.82	3.69a
10^{-3}	2.64	3.69a
10^{-4}	2.80	3.95a
10^{-5}	2.65	4.47b
อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 2)	การสูญเสียน้ำหนัก (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
5	1.75a	3.05a
9	2.98b	3.75b
13	3.45c	5.04c
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 3)	การสูญเสียน้ำหนัก (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	0.00a	0.00a
5	1.31b	2.44b
10	2.93c	4.28c
15	4.20d	5.88d
20	5.20e	7.15e
ปัจจัยที่ 1	ns	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
ปัจจัยที่ 3	*	*
1X2	*	ns
1X3	ns	ns
2X3	*	*
1X2X3	ns	ns

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

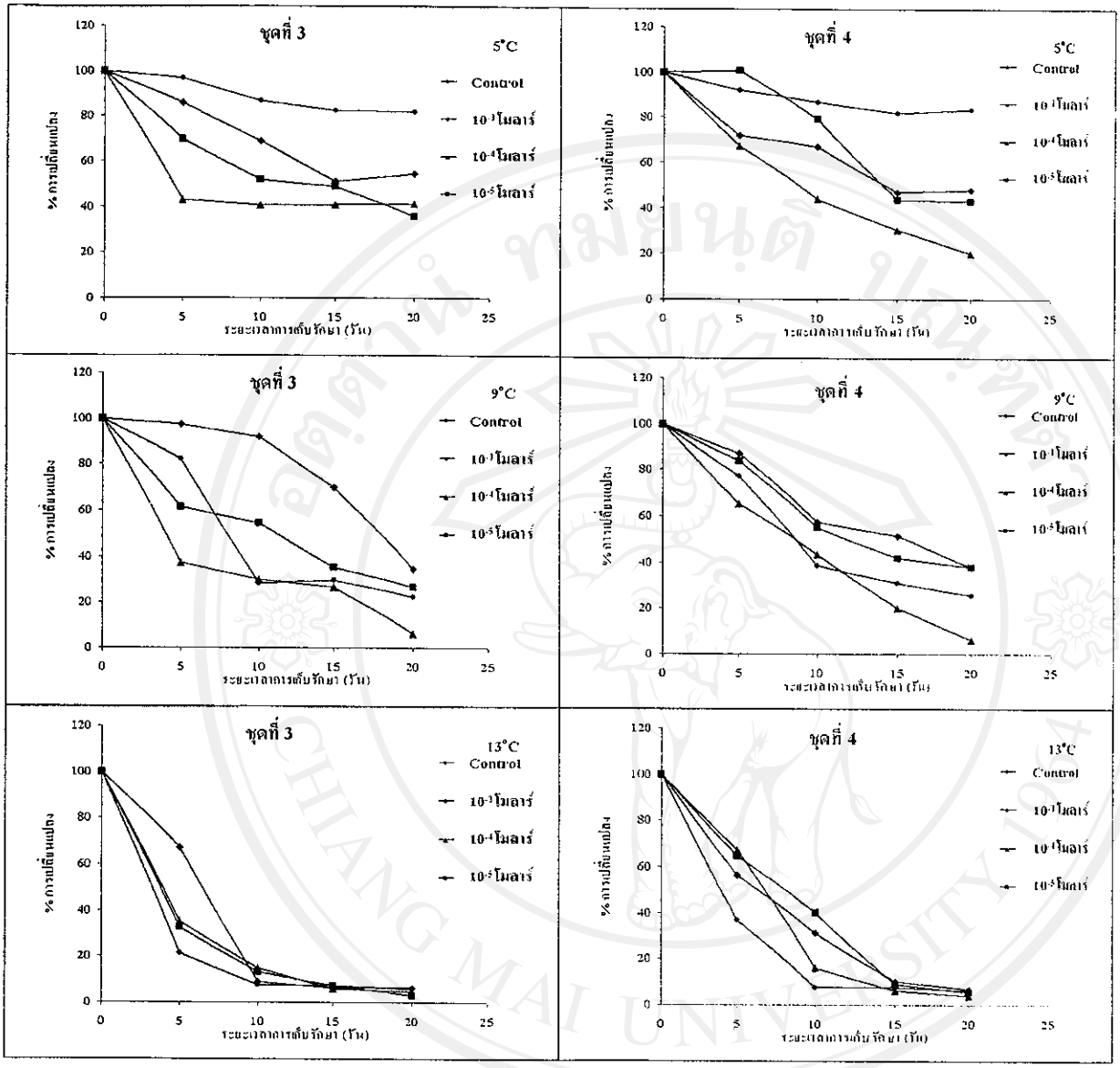
ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความแน่นเนื้อของผลมะม่วงทั้งชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่ลดลงยังเกิดจากอิทธิพลของความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ ร่วมกับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา และอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาร่วมกับระยะเวลาการเก็บรักษา แต่เนื่องจากผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 วันที่เริ่มต้นเก็บรักษามีความแตกต่างกัน ดังตารางผนวก 20 – 22 การลดลงของความแน่นเนื้อของผลมะม่วงชุดที่ 4 จึงเกิดจากอิทธิพลของความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ ร่วมกับระยะเวลาการเก็บรักษา และอิทธิพลของปัจจัยทั้ง 3 ร่วมกันด้วย ทำให้เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 20 วัน ผลมะม่วงชุดที่ 3 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-5} โมลาร์ และผลมะม่วงชุดที่ 4 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อน้อยที่สุด เท่ากับ 3.04 เปอร์เซ็นต์ (1.44 นิวตัน) และ 4.10 เปอร์เซ็นต์ (1.08 นิวตัน) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงชุดควบคุม (ชุดที่ 3 และชุดที่ 4) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อมากที่สุด เท่ากับ 81.73 เปอร์เซ็นต์ (35.96 นิวตัน) และ 83.46เปอร์เซ็นต์ (7.60 นิวตัน) (ตารางผนวก 25 และ 26) ซึ่งผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน มีความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) แสดงว่าการรมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ผลมะม่วงนิ่มที่สุดเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา แสดงว่าความแน่นเนื้อของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่ลดลงไม่ได้แปรผันตามความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ ซึ่งผลของ MJ ต่อความแน่นเนื้อยังเป็นข้อโต้แย้งกันอยู่ อาจขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตผลด้วย (González-Aguilar *et al.*, 2006) เช่น ผลมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน มีความแน่นเนื้อลดลงมากกว่าผลมะม่วงชุดควบคุม (Gonzalez-Aguilar *et al.*, 2000) ในขณะที่ผลมะม่วงพันธุ์ Kent ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน มีความแน่นเนื้อลดลงน้อยกว่าผลมะม่วงชุดควบคุม (Gonzalez-Aguilar *et al.*, 2001)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.21. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 0, 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.26 อิทธิพลของความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลมะม่วง

ความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ (โมลาร์) (ปัจจัยที่ 1)	การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	50.80b	58.13b
10^{-3}	62.84c	46.05a
10^{-4}	41.78a	60.27b
10^{-5}	49.28ab	58.13b
อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 2)	การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
5	68.95c	70.26c
9	56.68b	57.98b
13	32.39a	38.83a
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 3)	การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	100.00d	100.01d
5	60.75c	72.51c
10	41.43b	47.23b
15	34.30ab	31.64a
20	26.90a	27.06a
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
ปัจจัยที่ 3	*	*
1X2	*	*
1X3	ns	*
2X3	*	*
1X2X3	ns	*

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.3. ค่าสีของผลมะม่วง

4.2.3.1. ค่าสีของเปลือกผลมะม่วง

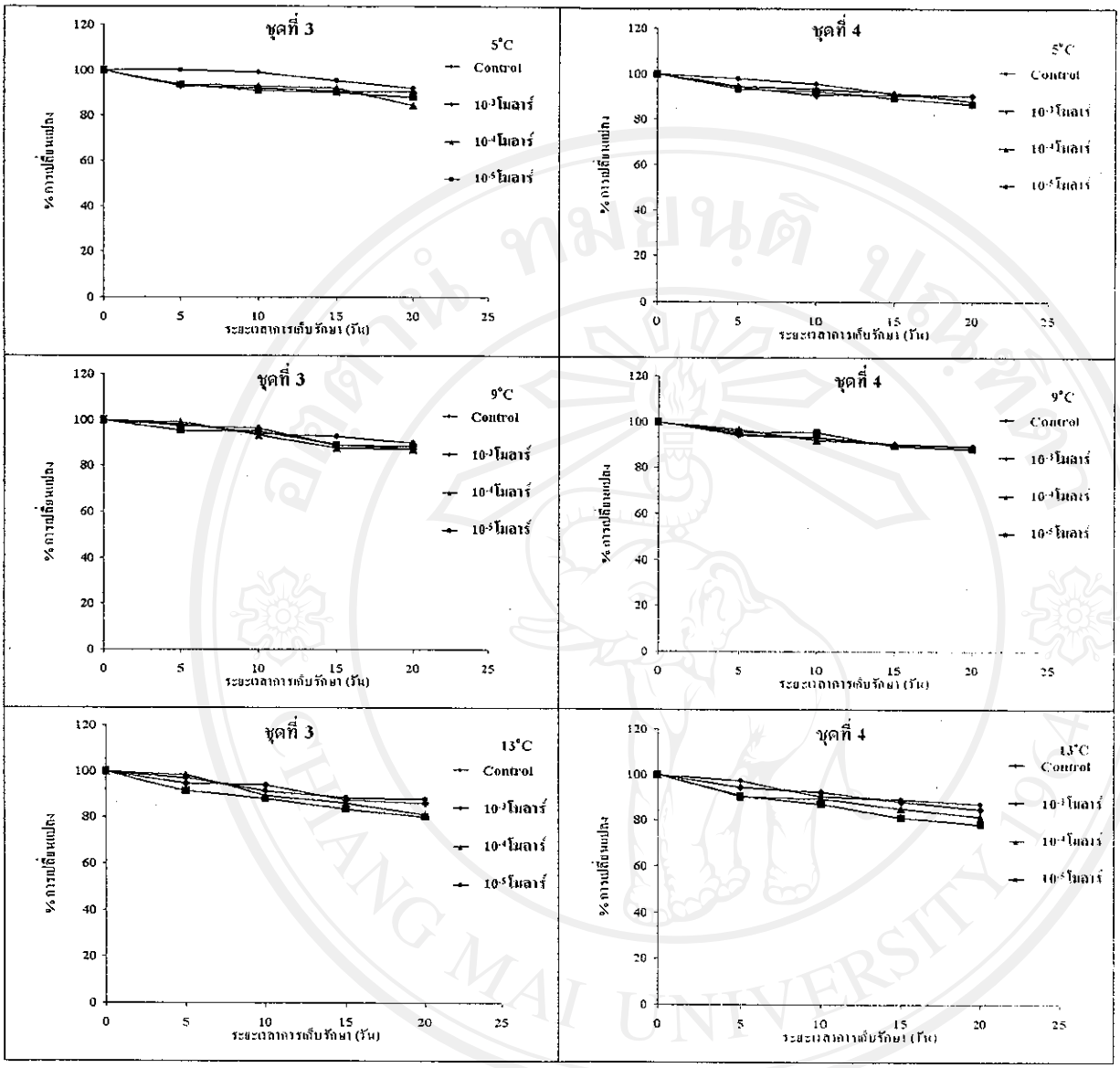
ผลมะม่วงทั้ง 2 ชุดทดลองที่เป็นชุดควบคุมและที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน เปลือกผลมะม่วงเปลี่ยนจากสีเขียวอมเหลืองเป็นสีเหลือง และมีความเข้มของสีเพิ่มขึ้น โดยเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา 20 วัน เปลือกผลมะม่วงมีค่า h° ลดลง และมีค่า L* และ C* เพิ่มขึ้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับวันเริ่มต้นเก็บรักษา (ตาราง 4.27 – 4.29)

อิทธิพลของการเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เปลือกผลมะม่วงทั้ง 2 ชุดการทดลอง มีค่า h° เฉลี่ยต่ำกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 9 องศาเซลเซียส (ตาราง 4.27) แสดงว่าการเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เปลือกผลมะม่วงเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเร็วกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 9 องศาเซลเซียส และการรมด้วยไอสารละลาย MJ ส่งผลให้เปลือกผลมะม่วงมีสีเหลืองกว่าผลมะม่วงชุดควบคุม โดยเปลือกผลมะม่วงชุดควบคุมมีค่า h° สูงสุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ (ตาราง 4.27) เช่นเดียวกับการที่ MJ กระตุ้นการสร้างเบต้าแคโรทีนในผลมะเขือเทศ (Saniewski and Czapski, 1983) และในผลแอปเปิลพันธุ์ Golden Delicious (Perez *et al.*, 1993)

การที่ความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ มีอิทธิพลร่วมกันกับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาเปลือกผลมะม่วงชุดที่ 3 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-5} โมลาร์ และผลมะม่วงชุดที่ 4 ชุดควบคุม ที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา 20 วัน มีสีเหลืองที่สุด มีค่า h° น้อยที่สุด เท่ากับ 80.15 เปอร์เซ็นต์ (h° = 82.81) และ 91.95 เปอร์เซ็นต์ (h° = 88.54) (ตารางผนวก 27 – 28) และผลมะม่วงชุดควบคุม และที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-5} โมลาร์ ทั้ง 2 ชุดการทดลอง ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน มีค่า h° ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เช่นเดียวกับผลมะม่วงพันธุ์ Kensington ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน มีค่า h° ต่ำกว่าผลมะม่วงชุดควบ (Lalel *et al.*, 2003)

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าผลมะม่วงชุดที่ 3 และ 4 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เปลือกผลมะม่วงมีการพัฒนาสีเหลืองมากที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.22. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่า h° ของเปลือกผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 0, 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.27 อิทธิพลของความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงค่า h° ของเปลือกผลมะม่วง

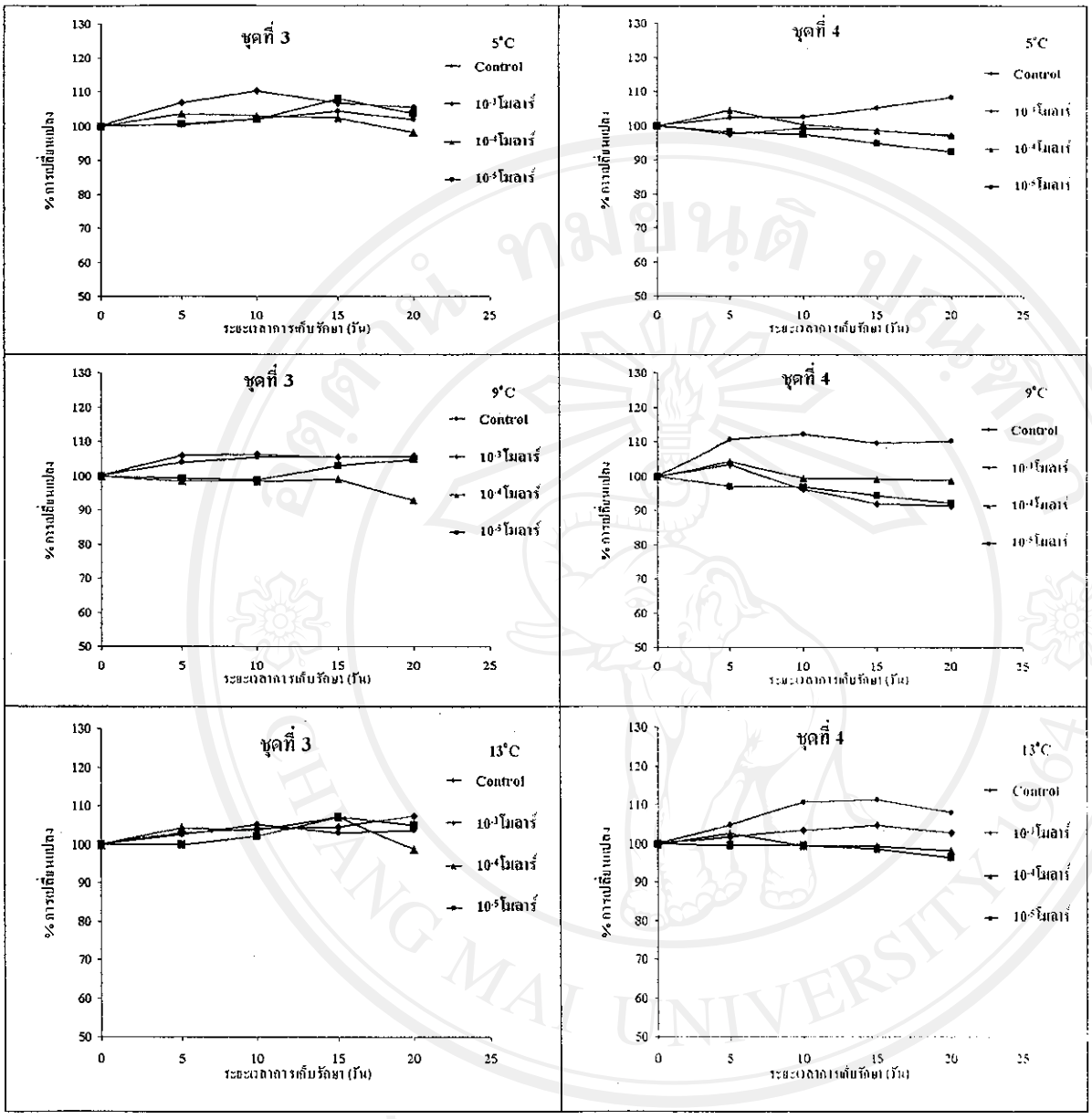
ความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ (โมลาร์) (ปัจจัยที่ 1)	การเปลี่ยนแปลงค่า h° ของเปลือก (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	95.00c	93.70c
10^{-3}	93.16b	92.87bc
10^{-4}	92.29ab	92.05ab
10^{-5}	91.52a	91.12a
อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 2)	การเปลี่ยนแปลงค่า h° ของเปลือก (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
5	93.86b	93.51b
9	93.97b	93.49b
13	91.14a	90.31a
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 3)	การเปลี่ยนแปลงค่า h° ของเปลือก (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	100.00e	100.00e
5	95.82d	94.45d
10	93.00c	92.03c
15	89.27b	88.81b
20	86.86a	86.89a
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
ปัจจัยที่ 3	*	*
1X2	*	*
1X3	ns	ns
2X3	*	ns
1X2X3	ns	ns

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) โดยวิธี LSD

ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.23. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่า L* ของเปลือกผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 0, 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.28 อิทธิพลของความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงค่า L* ของเปลือกผลมะม่วง

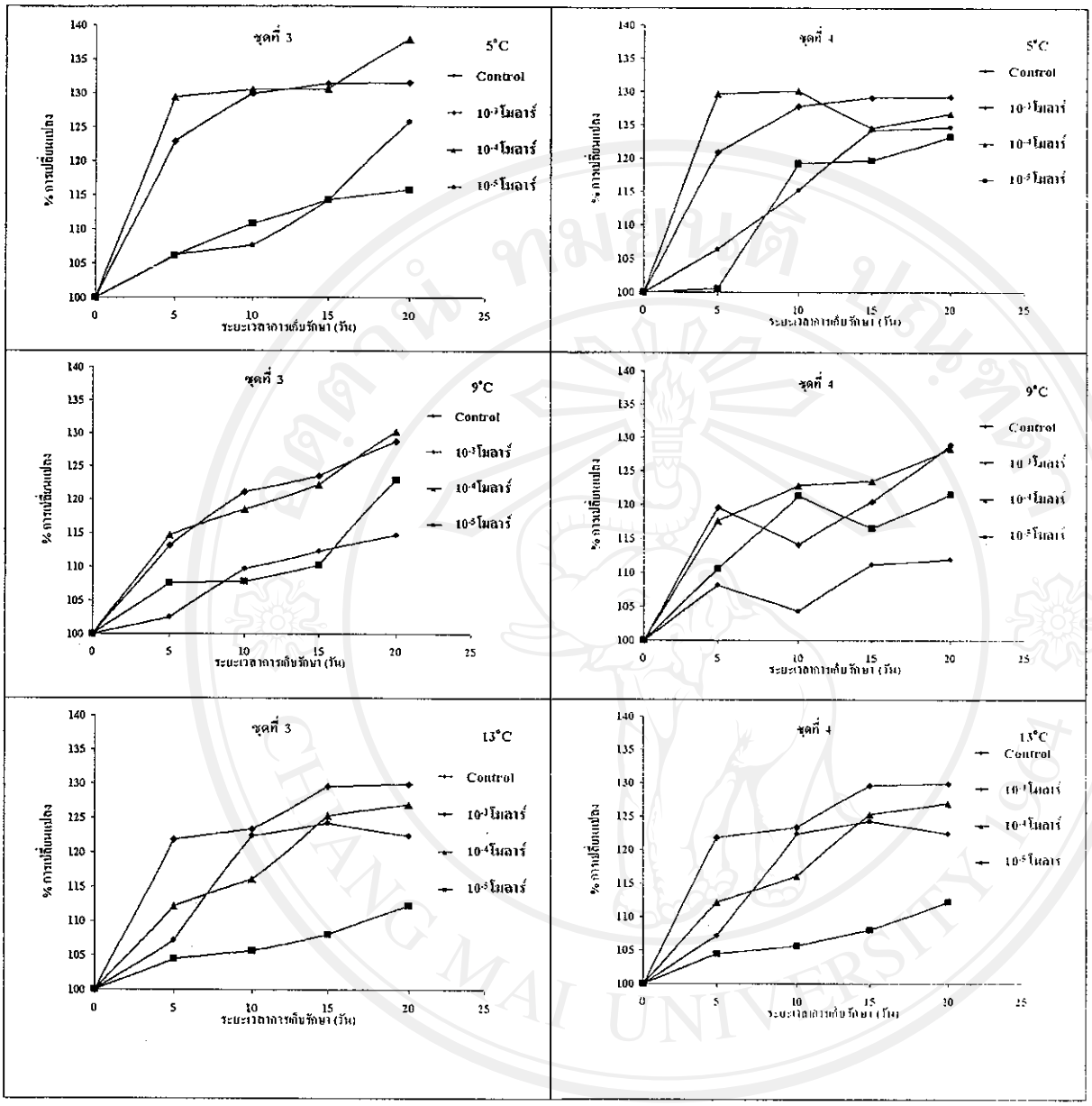
ความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ (โมลาร์) (ปัจจัยที่ 1)	การเปลี่ยนแปลงค่า L* ของเปลือก (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	102.86b	106.37c
10^{-3}	104.75c	99.17b
10^{-4}	100.62a	100.11b
10^{-5}	102.25b	97.13a
อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 2)	การเปลี่ยนแปลงค่า L* ของเปลือก (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
5	102.91	99.71a
9	101.89	100.36a
13	103.06	102.01b
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 3)	การเปลี่ยนแปลงค่า L* ของเปลือก (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	100.00a	100.00a
5	102.31b	100.36a
10	103.40bc	100.50a
15	104.68c	101.44b
20	102.70b	102.71c
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	ns	*
ปัจจัยที่ 3	*	*
1X2	*	*
1X3	*	*
2X3	ns	ns
1X2X3	ns	ns

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.24. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่า C* ของเปลือกผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่รมโอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 0, 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.29 อิทธิพลของความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงค่า C* ของเปลือกผลมะม่วง

ความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ (โมลาร์) (ปัจจัยที่ 1)	การเปลี่ยนแปลงค่า C* ของเปลือก (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	111.26b	112.44a
10^{-3}	120.45c	119.59b
10^{-4}	119.63c	119.51b
10^{-5}	108.39a	111.94a
อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 2)	การเปลี่ยนแปลงค่า C* ของเปลือก (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
5	117.22b	117.96b
9	112.99a	114.04a
13	114.59a	115.60ab
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 3)	การเปลี่ยนแปลงค่า C* ของเปลือก (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	100.00a	100.00a
5	112.34b	114.33b
10	116.94c	120.21c
15	120.46d	120.16c
20	124.92e	124.65d
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
ปัจจัยที่ 3	*	*
1X2	*	*
1X3	*	ns
2X3	ns	ns
1X2X3	ns	ns

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.3.2. ค่าสีของเนื้อผลมะม่วง

เนื้อผลมะม่วงทั้ง 2 ชุดทดลองที่เป็นชุดควบคุม และที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน เนื้อผลมะม่วงเปลี่ยนจากสีขาวอมเหลืองเป็นสีเหลืองอมส้ม และมีความเข้มของสีเพิ่มขึ้น โดยเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา เนื้อผลมะม่วงมีค่า h° ลดลง และมีค่า C* เพิ่มขึ้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่เก็บรักษาเป็นเวลา 20 วัน (ตาราง 4.30 – 4.32)

ความแตกต่างของอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา ส่งผลให้ค่า h°, L* และ C* ของเนื้อผลมะม่วงทั้ง 2 ชุดการทดลอง ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยเนื้อผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่า h° เฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 98.22 และ 98.14 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือเนื้อผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีค่า h° เฉลี่ยเท่ากับ 97.32 และ 97.06 เปอร์เซ็นต์ และเนื้อผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีค่า h° เฉลี่ยเท่ากับ 95.16 และ 95.74 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.30) เช่นเดียวกับค่า L* ของเนื้อผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส ผลมะม่วงชุดที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.22, 97.32 และ95.16 ผลมะม่วงชุดที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.14, 97.06 และ 95.74 ตามลำดับ (ตาราง 4.31) แสดงว่าการเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เนื้อผลมะม่วงเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และมีสีคล้ำเร็วกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 9 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับการเปลี่ยนสีของเปลือกผลมะม่วง ในขณะที่ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีค่า C* สูงที่สุด และผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่า C* ต่ำที่สุด (ตาราง 4.32) และไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ ส่งผลให้เนื้อผลมะม่วงทั้ง 2 ชุดการทดลอง มีค่า h° เฉลี่ยต่ำกว่า และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงชุดควบคุม แต่ผลมะม่วงชุดควบคุมมีค่า h° เฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3} และ 10^{-5} โมลาร์ (ตาราง 4.32) เช่นเดียวกับผลมะม่วงพันธุ์ Kensington ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน มีค่า h° ต่ำกว่าผลมะม่วงชุดควบคุม (Lalel *et al.*, 2003) เพราะ MJ จากภายนอกกระตุ้นการสุกของ climateric fruit โดยการเพิ่มการผลิตเอทิลีนและเร่งการสลายคลอโรฟิลล์ และสังเคราะห์เบต้าแคโรทีน (Fan *et al.*,1998)

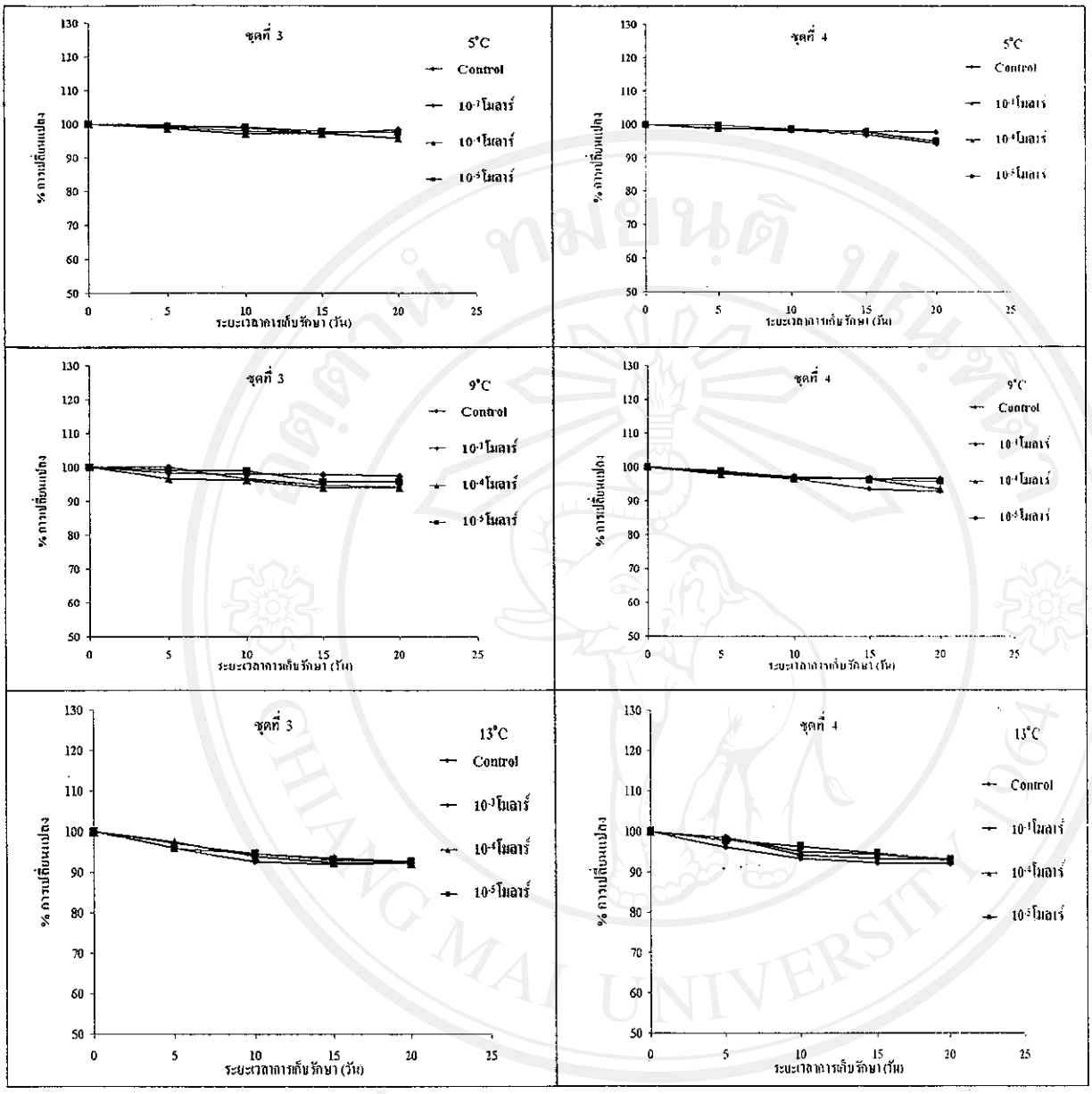
การที่อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษามีอิทธิพลร่วมกันต่อค่า h° ของเนื้อผลมะม่วงเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา 20 วัน จึงส่งผลให้เนื้อผลมะม่วงชุดที่ 3 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากที่สุด มีค่า h° เท่ากับ 92.10 เปอร์เซ็นต์ (h° = 83.44) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่า h° มากที่สุด เท่ากับ 98.19 เปอร์เซ็นต์ (h° = 88.60) (ตารางผนวก 33) ในขณะที่เนื้อผลมะม่วงชุดที่ 4 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา 20 วัน เปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากที่สุด มีค่า h° เท่ากับ 92.80 เปอร์เซ็นต์ (h° = 83.12) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ (ตารางผนวก 34) อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของผลมะม่วงชุดที่ 3 และ 4 เมื่อวันเริ่มต้นเก็บรักษา (ตารางผนวก 20 - 22)

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าผลมะม่วงชุดที่ 3 และ 4 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เนื้อผลมะม่วงมีการพัฒนาสีเหลืองมากที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.25. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่า h° ของเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่รมโอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 0, 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.30 อิทธิพลของความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงค่า h° ของเนื้อผลมะม่วง

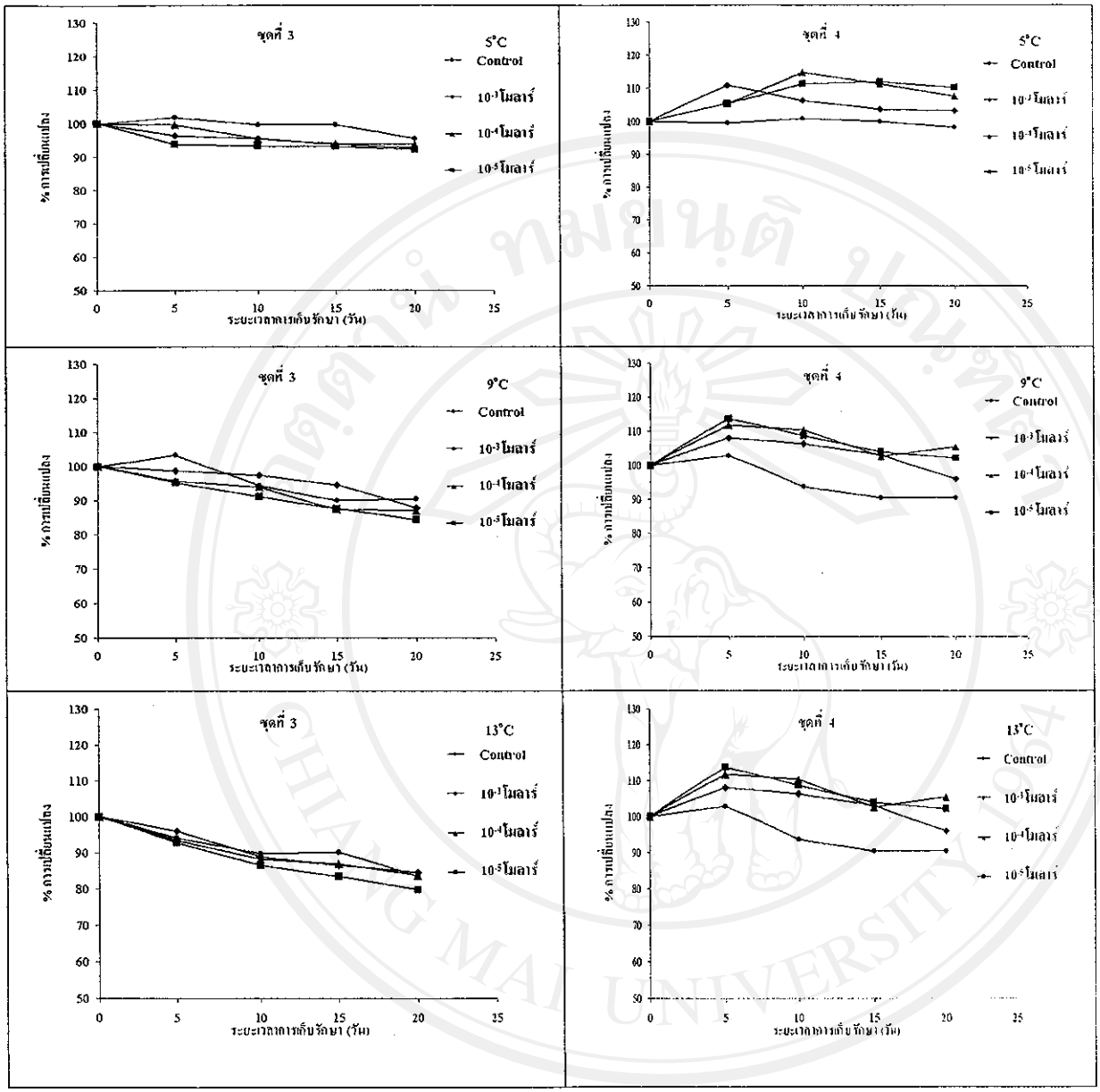
ความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ (โมลาร์) (ปัจจัยที่ 1)	การเปลี่ยนแปลงค่า h° ของเนื้อ (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	97.26b	97.37b
10^{-3}	97.42b	97.08ab
10^{-4}	96.28a	96.47a
10^{-5}	96.64ab	97.00ab
อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 2)	การเปลี่ยนแปลงค่า h° ของเนื้อ (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
5	98.22c	98.14c
9	97.32b	97.06b
13	95.16a	95.74a
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 3)	การเปลี่ยนแปลงค่า h° ของเนื้อ (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	100.00d	100.00e
5	98.02c	98.39d
10	96.46b	96.60c
15	95.20a	95.62b
20	94.81a	94.29a
ปัจจัยที่ 1	*	ns
ปัจจัยที่ 2	*	*
ปัจจัยที่ 3	*	*
1X2	ns	ns
1X3	ns	ns
2X3	*	*
1X2X3	ns	ns

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.26. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่า L* ของเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 0, 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.31 อิทธิพลของความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงค่า L* ของเนื้อผลมะม่วง

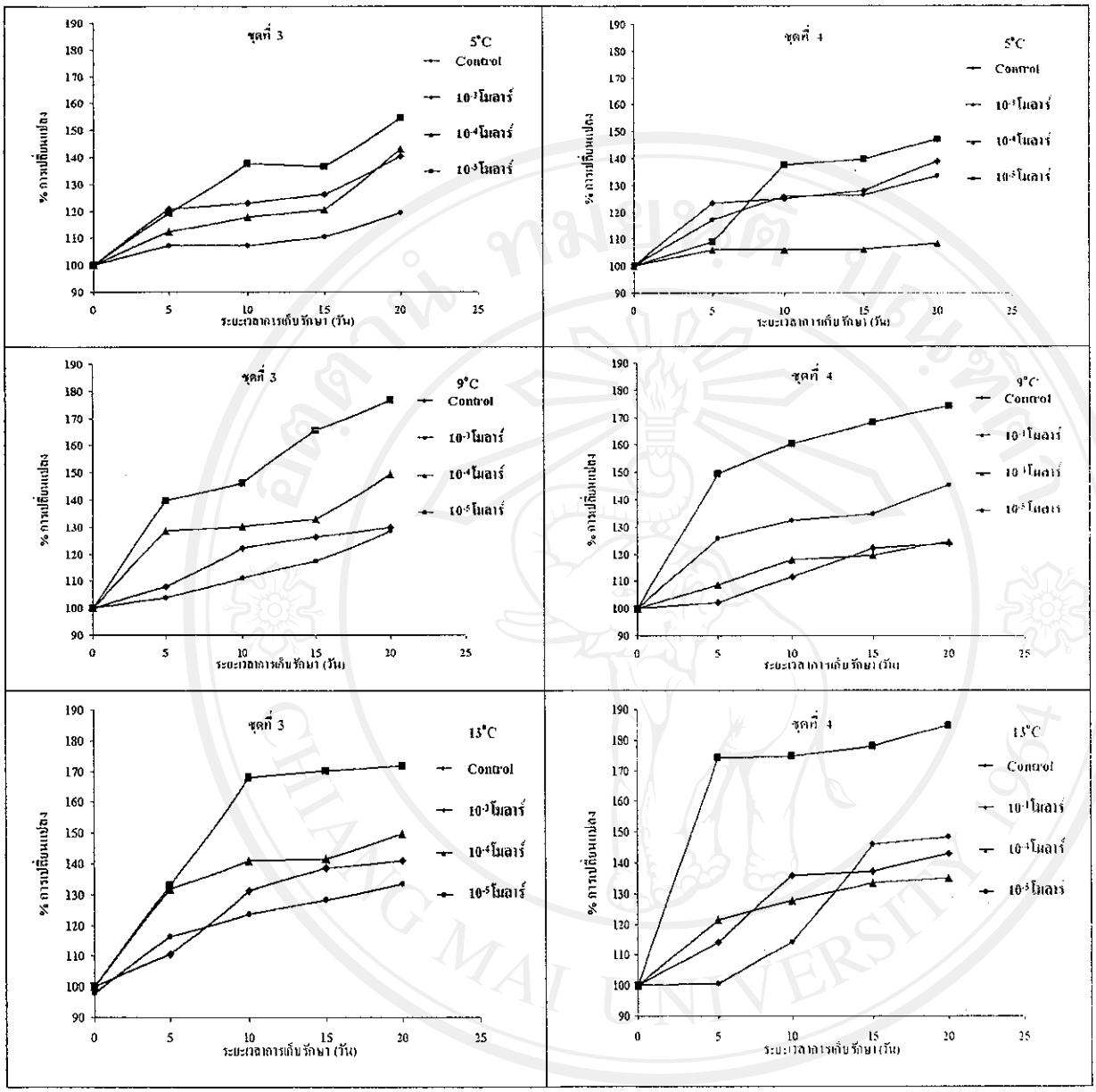
ความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ (โมลาร์) (ปัจจัยที่ 1)	การเปลี่ยนแปลงค่า L* ของเนื้อ (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	95.47c	95.98a
10^{-3}	94.17bc	102.30b
10^{-4}	93.23b	105.32c
10^{-5}	91.53a	105.32c
อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 2)	การเปลี่ยนแปลงค่า L* ของเนื้อ (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
5	96.46c	105.04c
9	93.91b	102.48b
13	90.43a	99.18a
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 3)	การเปลี่ยนแปลงค่า L* ของเนื้อ (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	100.00e	100.00a
5	96.72d	105.95b
10	92.82c	104.51b
15	90.56b	101.18a
20	87.89a	99.50a
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
ปัจจัยที่ 3	*	*
1X2	ns	ns
1X3	ns	*
2X3	*	*
1X2X3	ns	ns

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.27. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่า C* ของเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 0, 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.32 อิทธิพลของความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงค่า C* ของเนื้อผลมะม่วง

ความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ (โมลาร์) (ปัจจัยที่ 1)	การเปลี่ยนแปลงค่า C* ของเนื้อ (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	113.64a	123.35b
10^{-3}	121.24b	120.41ab
10^{-4}	126.61c	114.39a
10^{-5}	141.24d	146.49c
อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 2)	การเปลี่ยนแปลงค่า C* ของเนื้อ (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
5	119.76a	118.89a
9	125.86b	126.13b
13	131.44c	133.45c
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 3)	การเปลี่ยนแปลงค่า C* ของเนื้อ (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	100.00a	100.00a
5	119.29b	121.03b
10	129.92c	130.79c
15	134.58c	136.67cd
20	144.81d	142.32d
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
ปัจจัยที่ 3	*	*
1X2	*	*
1X3	*	*
2X3	*	ns
1X2X3	ns	ns

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) โดยวิธี LSD

ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี

4.2.4. การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์

4.2.4.1. การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือกผลมะม่วง

เปลือกผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-5} โมลาร์ มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากวันเริ่มต้นเก็บรักษามากที่สุด เท่ากับ 162.02 และ 169.10 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงชุดควบคุม แสดงว่าการรมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-5} โมลาร์ มีผลต่อการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือกผลมะม่วง (ตาราง 4.33) เช่นเดียวกับการพ่นสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3} โมลาร์ ก่อนการเก็บรักษาผลกล้วยที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน เปลือกกล้วยมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ต่ำกว่าชุดควบคุม (Chaiprasart *et al.*, 2002)

การเก็บรักษาผลมะม่วงทั้งชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เปลือกผลมะม่วงมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) โดยเปลือกผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 217.81 และ 220.57 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 170.60 และ 182.73 เปอร์เซ็นต์ และผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เฉลี่ยน้อยที่สุด 144.47 และ 152.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตาราง 4.33)

ระยะเวลาการเก็บรักษามีอิทธิพลให้เปลือกผลมะม่วงทั้ง 2 ชุดทดลองมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้น เมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงเป็นเวลา 20 วัน เปลือกผลมะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้นสูงสุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 244.19 และ 272.67 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจากวันเริ่มต้นเก็บรักษา (ตาราง 4.33) และการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือกผลมะม่วงเกิดจากอิทธิพลร่วมของทั้ง 3 ปัจจัย ส่งผลให้เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา 20 วัน เปลือกผลมะม่วงชุดที่ 3 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้นจากวันเริ่มต้นเก็บรักษาน้อยที่สุดเท่ากับ 157.65 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวก 39) (มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 18.00 เปอร์เซ็นต์) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับเปลือกผลมะม่วงที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์มากที่สุดเท่ากับ 345.67 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวก 39) (มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 36.71 เปอร์เซ็นต์) และผลมะม่วงชุดที่ 4 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

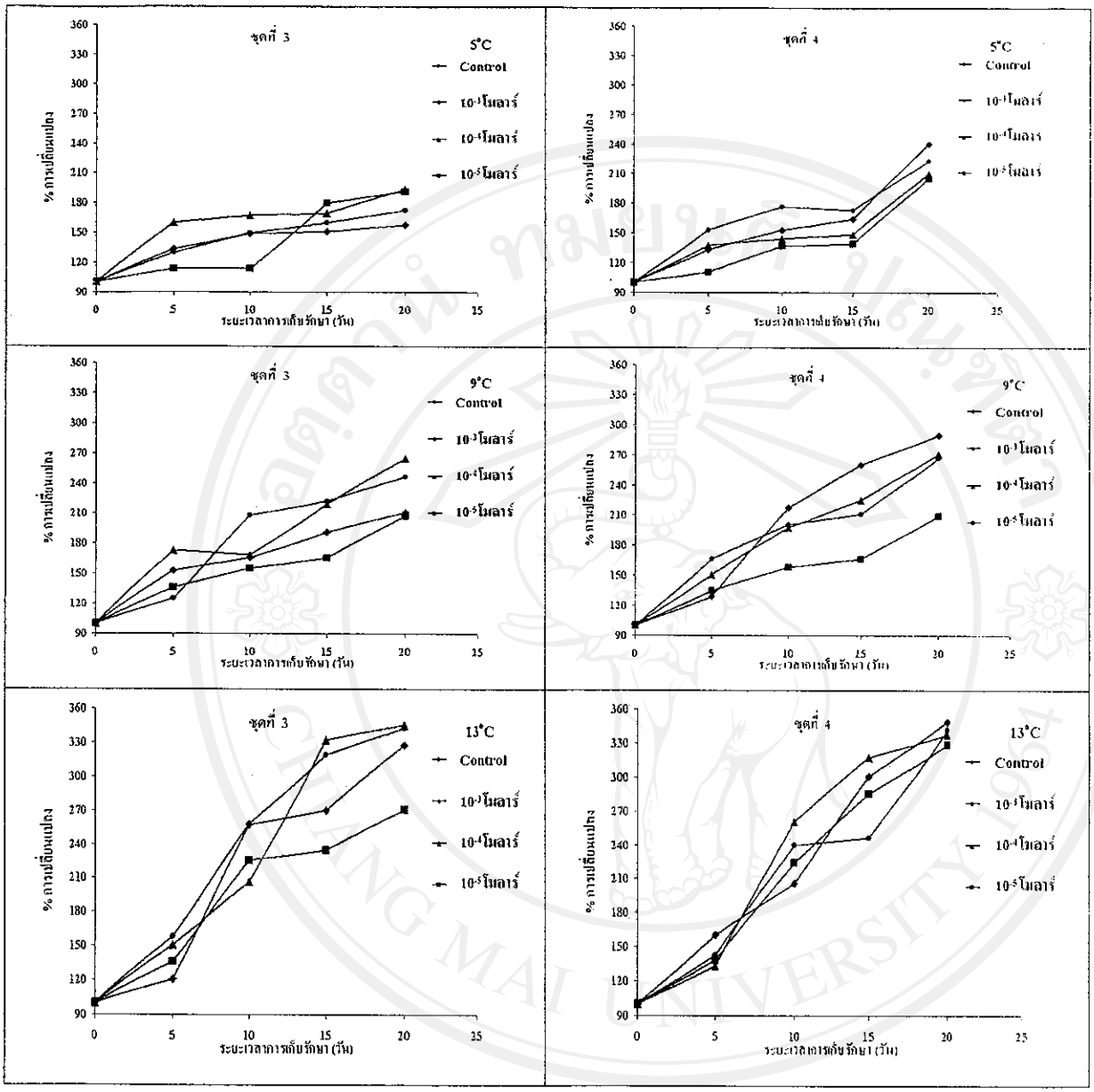
ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้นจากวันเริ่มต้นเก็บรักษาน้อยที่สุดเท่ากับ 205.3 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวก 40) (มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 22.91 เปอร์เซ็นต์) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับเปลือกผลมะม่วงที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์มากที่สุด เท่ากับ 349.22 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวก 40) (มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 37.69 เปอร์เซ็นต์) แสดงว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือกผลมะม่วงมากกว่าการรมไอสารละลาย MJ

4.2.4.2. การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเนื้อผลมะม่วง

ผลมะม่วงทั้ง 2 ชุดการทดลองที่เป็นชุดควบคุมและที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) จากตาราง 4.34 การรมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3} โมลาร์ ช่วยลดการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเนื้อผลมะม่วงได้ เช่นเดียวกับผลฝรั่งที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของสาร อิเล็กโตรไลต์ต่ำกว่าผลฝรั่งชุดควบคุม (Gonzalez-Aguilar *et al.*, 2004) และการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins ที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน ผลมะม่วงที่รมด้วยไอสาระลาย MJ มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ต่ำกว่าผลมะม่วงชุดควบคุม (Gonzalez-Aguilar *et al.*, 2000)

การเก็บรักษาผลมะม่วงทั้ง 2 ชุดการทดลองที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เนื้อผลมะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เฉลี่ย เพิ่มขึ้นจากเมื่อเริ่มต้นเก็บรักษาน้อยที่สุด เท่ากับ 146.73 และ 143.97 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส (ตาราง 4.34) และระยะเวลาการเก็บรักษามีอิทธิพลทำให้เนื้อผลมะม่วงมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้น เมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงเป็นเวลา 20 วัน เนื้อผลมะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงสุดเท่ากับ 183.82 และ 186.36 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจากวันเริ่มเก็บรักษา (ตาราง 4.34)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.28. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือกผลมะม่วง ชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 0, 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.33 อิทธิพลของความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือกผลมะม่วง

ความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ (โมลาร์) (ปัจจัยที่ 1)	การเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือก (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	185.98c	189.42b
10^{-3}	172.52b	193.59b
10^{-4}	189.99c	189.01b
10^{-5}	162.02a	169.10a
อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 2)	การเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือก (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
5	144.47a	152.54a
9	170.60b	182.73b
13	217.81c	220.57c
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 3)	การเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือก (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	100.00a	100.01a
5	140.81b	140.97b
10	185.35c	193.08c
15	217.79d	219.67d
20	244.19e	272.67e
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
ปัจจัยที่ 3	*	*
1X2	*	*
1X3	*	*
2X3	*	*
1X2X3	*	*

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) โดยวิธี LSD

ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

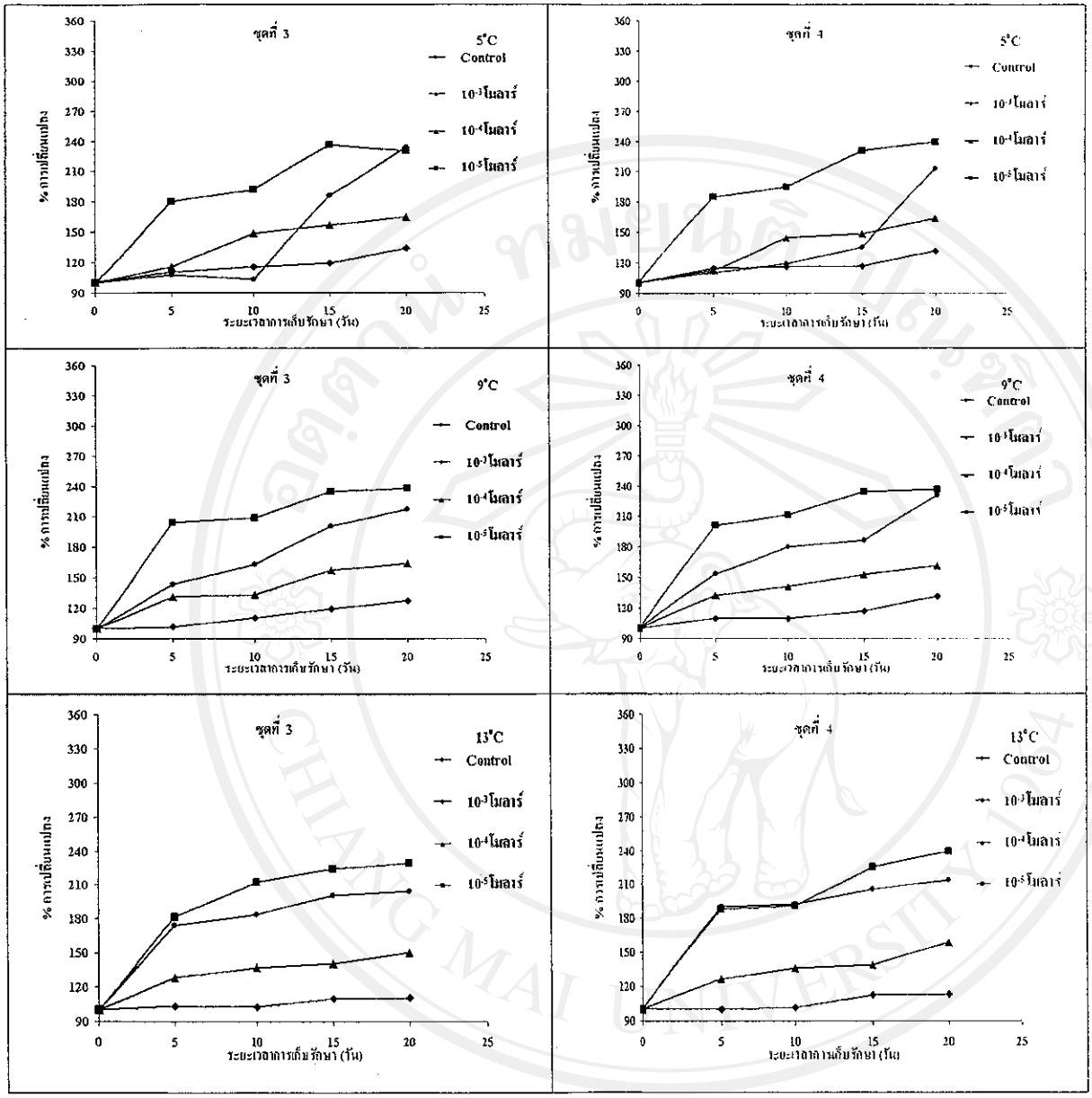
* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 3 เกิดจากอิทธิพลร่วมของทั้ง 3 ปัจจัย ในขณะที่ผลมะม่วงชุดที่ 4 เกิดจากอิทธิพลของไอสารละลาย MJ ร่วมกับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา และอิทธิพลของไอสารละลาย MJ ร่วมกับระยะเวลาการเก็บรักษาเท่านั้น อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของปัจจัยร่วมส่งผลให้เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา 20 วัน เนื้อผลมะม่วงทั้ง 2 ชุดการทดลอง ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้นจากเมื่อเริ่มต้นเก็บรักษาน้อยที่สุดเท่ากับ 110.26 และ 113.23 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวก 4.41 – 4.42) (มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 64.76 และ 65.64 เปอร์เซ็นต์) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อผลมะม่วงที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากเมื่อเริ่มต้นเก็บรักษามากที่สุดเท่ากับ 237.88 และ 239.57 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวก 4.41 – 4.42) (มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 74.60 และ 74.70 เปอร์เซ็นต์) สรุปได้ว่า การรมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3} โมลาร์ ร่วมกับเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเนื้อผลมะม่วงทั้ง 2 ชุดการทดลองได้

เปลือกผลมะม่วงทั้ง 2 ชุดการทดลอง ที่เป็นชุดควบคุม และที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วันมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) (ตารางผนวก 39 – 40) แต่เนื้อผลมะม่วง (ชุดที่ 3) ชุดควบคุมและที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-5}โมลาร์ มีการเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้นจากวันเริ่มต้นเป็น 233.82 และ 230.26 เปอร์เซ็นต์ (มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ = 82.12 และ 72.21 เปอร์เซ็นต์) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3} และ 10^{-4}โมลาร์ ที่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเป็น 134.24 และ 165.16 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวก 41) (มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ = 78.83 และ 82.61เปอร์เซ็นต์) และผลมะม่วง (ชุดที่ 4) ชุดควบคุม และที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) คือมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากวันเริ่มต้นเก็บรักษาเป็น 213.34, 132.09, 163.80 และ 239.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางผนวก 42) (มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ = 70.77, 76.57, 82.13 และ 74.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) แสดงว่า การรมด้วยไอสารละลาย MJ สามารถชะลอการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ที่เนื้อผลมะม่วงได้ แต่ไม่สามารถชะลอการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ที่เปลือกได้ จึงสรุปได้ว่าการรมไอสารละลาย MJ สามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวที่เนื้อผลมะม่วงได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.29. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 0, 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.34 อิทธิพลของความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเนื้อผลมะม่วง

ความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ (โมลาร์) (ปัจจัยที่ 1)	การเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเนื้อ (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	161.32c	162.23c
10^{-3}	111.00a	111.78a
10^{-4}	135.15b	134.74b
10^{-5}	191.45d	191.99d
อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 2)	การเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเนื้อ (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
5	146.73a	143.97a
9	149.63ab	154.73b
13	152.83b	151.86b
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 3)	การเปลี่ยนแปลงการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเนื้อ (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	100.00a	100.00a
5	140.06b	143.96b
10	150.90c	153.40c
15	173.88d	167.20d
20	183.82e	186.36e
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
ปัจจัยที่ 3	*	*
1X2	*	*
1X3	*	*
2X3	*	ns
1X2X3	*	ns

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) โดยวิธี LSD

ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.5. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)

ผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS เฉลี่ยจากเมื่อเริ่มต้นเก็บรักษา เท่ากับ 125.72 และ 123.73 เปอร์เซ็นต์ และและที่ความเข้มข้น 10^{-5} โมลาร์ มีการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 123.96 และ 121.44 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงชุดควบคุมที่มีการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 118.04 และ 116.99 เปอร์เซ็นต์ และที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3} โมลาร์ มีการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 120.19 และ 117.95 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.35) เช่นเดียวกับการรมผลมะม่วงพันธุ์ Kent ด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำตาลซูโครสเพิ่มขึ้น และที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-5} โมลาร์ มีปริมาณน้ำตาลฟรักโทสและกลูโคสเพิ่มขึ้น (Gonzalez-Aguilar *et al.*, 2001)

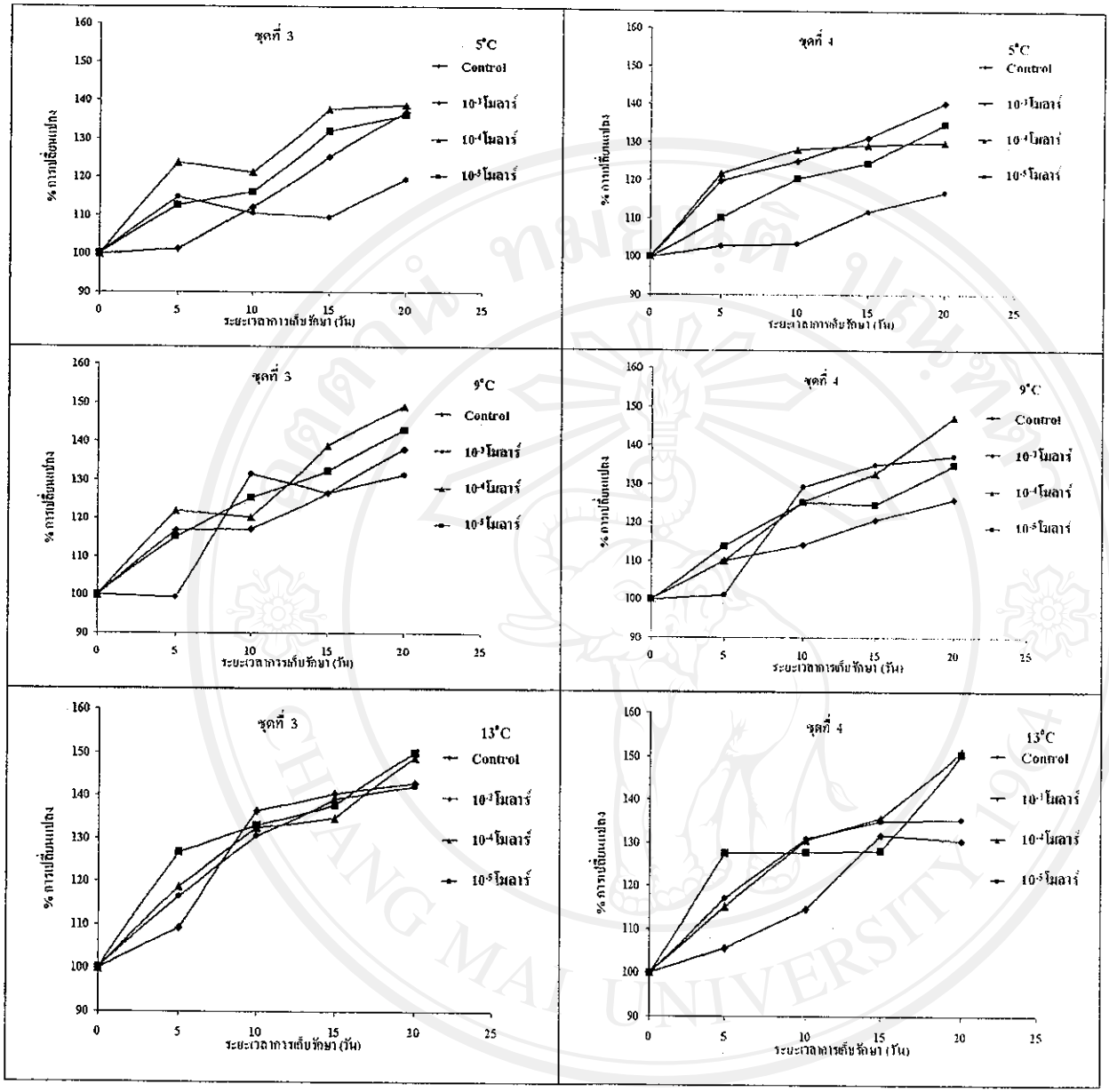
ความแตกต่างของอุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส ที่ใช้ในการเก็บรักษา มีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณ TSS โดยผลมะม่วงชุดที่ 3 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณ TSS เฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากวันเริ่มต้นเก็บรักษาน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 117.35 และ117.47 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS เฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากวันเริ่มต้นเก็บรักษาสูงที่สุด เท่ากับ 126.96 และ 123.29 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.31) แต่ผลมะม่วงชุดที่ 3 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS เฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากวันเริ่มต้นเก็บรักษาเท่ากับ 121.63 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 13 องศาเซลเซียส ในขณะที่ผลมะม่วงชุดที่ 4 มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS เฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากวันเริ่มต้นเก็บรักษา เท่ากับ 119.33 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (ตาราง 4.35) แสดงว่าการเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ผลมะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นสูงกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และความแตกต่างของผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 อาจส่งผลให้ผลมะม่วงตอบสนองต่ออุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส แตกต่างกัน (ตารางผนวก 20 – 22)

เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นปริมาณ TSS เพิ่มขึ้น ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และการเพิ่มขึ้นของปริมาณ TSS เกิดจากอิทธิพลร่วมกันของทั้ง 3 ปัจจัย (ตาราง 4.35)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เช่นเดียวกับการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณ TSS เกิดจากอิทธิพลร่วมระหว่าง ไอสารละลาย MJ กับระยะเวลาการเก็บรักษา (Gonzalez-Aguilar *et al.*, 2000) ดังนั้นเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา 20 วัน ผลมะม่วงชุดที่ 3 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-5} โมลาร์ และผลมะม่วงชุดที่ 4 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นจากเมื่อเริ่มต้นเก็บรักษาสูงสุด เท่ากับ 149.83 และ 150.99 เปอร์เซ็นต์ (มีค่าเท่ากับ 18.44 และ 19.10 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณ TSS ของผลมะม่วงที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน ของทั้ง 2 ชุดการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) (ตารางผนวก 43 – 44) แสดงว่าการรมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณ TSS ของผลมะม่วงมากที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.30. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS ของผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 0, 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.35 อิทธิพลของความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS ของผลมะม่วง

ความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ (โมลาร์) (ปัจจัยที่ 1)	การเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	118.04a	116.99a
10^{-3}	120.19a	117.95a
10^{-4}	125.72b	123.73b
10^{-5}	123.96b	121.44b
อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 2)	การเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
5	117.35a	117.47a
9	121.63b	119.33a
13	126.96c	123.29b
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 3)	การเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	100.00a	99.99a
5	114.71b	112.87b
10	123.88c	122.84c
15	131.66d	128.27d
20	139.64e	136.17e
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
ปัจจัยที่ 3	*	*
1X2	*	*
1X3	*	*
2X3	*	*
1X2X3	*	*

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.6. ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (TA)

ผลมะม่วงชุดที่ 3 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TA เฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากเมื่อเริ่มต้นเก็บรักษา เท่ากับ 76.00 และ 56.56 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงชุดควบคุมและที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3} โมลาร์ มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 84.84 และ 85.68 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.36) แสดงว่าการรมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ สามารถเร่งกระบวนการสลายปริมาณ TA ของผลมะม่วงได้ เช่นเดียวกับผลแอปเปิลพันธุ์ Golden Delicious และพันธุ์ Fuji ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ มีปริมาณ TA ต่ำกว่าชุดควบคุม (Fan *et al.*, 1998)

ความแตกต่างของอุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส ที่ใช้ในการเก็บรักษา มีอิทธิพลต่อปริมาณ TA โดยผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TA เฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากเมื่อเริ่มต้นเก็บรักษาสูงที่สุด เท่ากับ 90.61 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 72.43 เปอร์เซ็นต์ และที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TA ต่ำสุด เท่ากับ 64.27 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.36) ปริมาณ TA ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น และการลดลงของปริมาณ TA เกิดจากอิทธิพลร่วมกันของทั้ง 3 ปัจจัย (ตาราง 4.36) และเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา 20 วัน ผลมะม่วงชุดที่ 3 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TA ลดลงจากเมื่อเริ่มต้นเก็บรักษามากที่สุด เท่ากับ 25.37 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวก 45) (มีปริมาณ TA = 0.36 เปอร์เซ็นต์) และที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TA เพิ่มขึ้นจากวันเริ่มต้นเก็บรักษาเป็น 123.91 เปอร์เซ็นต์ (มีปริมาณ TA = 1.84 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งเป็นปริมาณ TA ที่สูงที่สุด

ผลมะม่วงชุดที่ 4 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ มีปริมาณ TA เฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากเมื่อเริ่มต้นเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเท่ากับ 81.24, 72.64 และ75.80 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงชุดควบคุม ที่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TA เฉลี่ยเท่ากับ 59.12 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.36) เช่นเดียวกับผลมะม่วงชุดที่ 3 แสดงว่าการรมด้วยไอสารละลาย MJ สามารถชะลอการลดลงของปริมาณ TA ของผลมะม่วงได้ และความแตกต่างของอุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส ที่ใช้ในการเก็บรักษามีอิทธิพลต่อปริมาณ TA โดยผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TA เฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 82.65 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผลมะม่วงที่เก็บ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

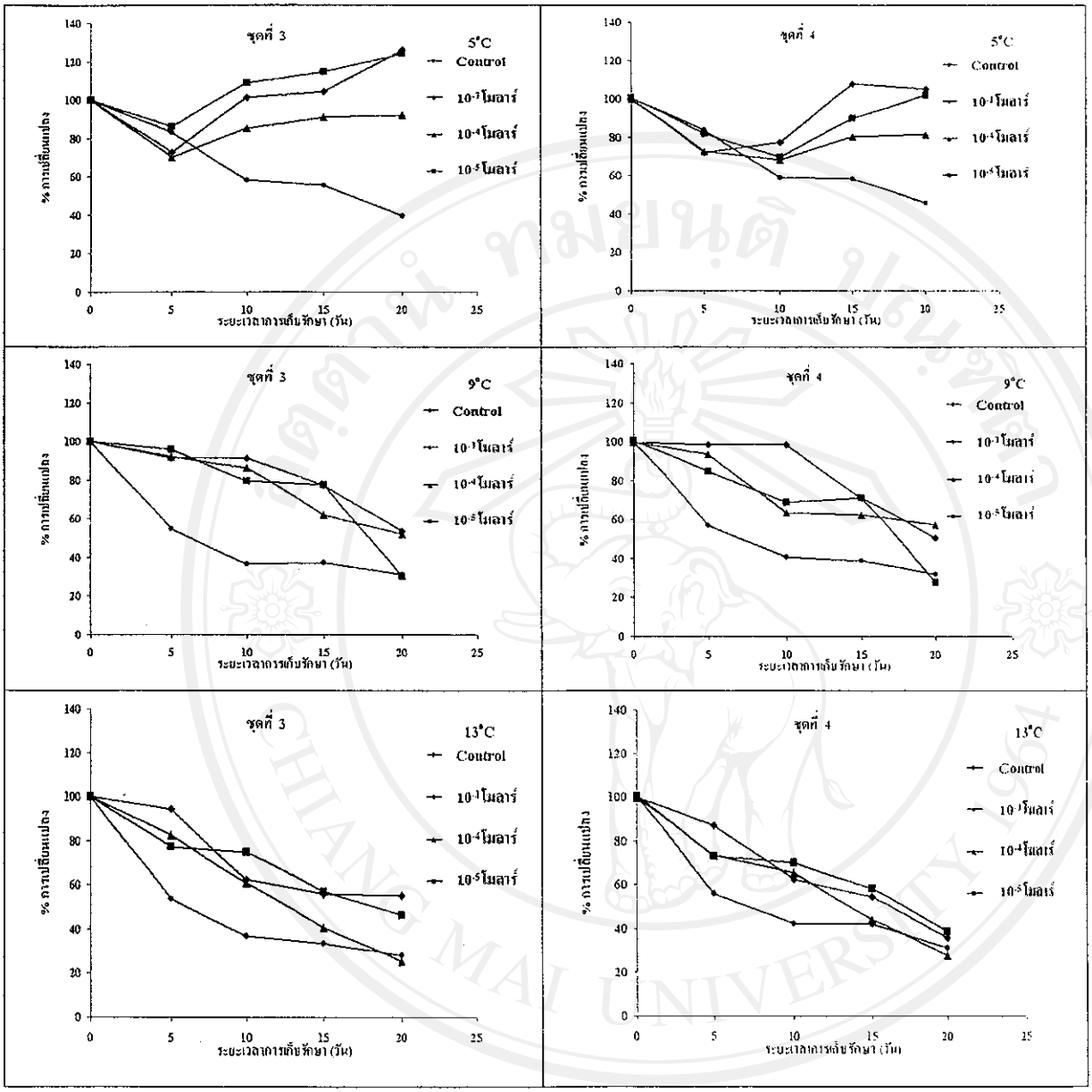
รักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 70.85 เปอร์เซ็นต์ และที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TA ต่ำสุด เท่ากับ 63.10 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.36) เช่นเดียวกับผลมะม่วงชุดที่ 3 และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณ TA ลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และการลดลงของปริมาณ TA เกิดจากอิทธิพลร่วมกันของทั้ง 3 ปัจจัย (ตาราง 4.36) เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา 20 วัน ผลมะม่วงชุดที่ 4 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TA ลดลงจากเมื่อเริ่มต้นเก็บรักษามากที่สุด เท่ากับ 27.91 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวก 45) (มีปริมาณ TA = 0.42 เปอร์เซ็นต์) เช่นเดียวกับผลมะม่วงชุดที่ 3

4.2.7. อัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (TSS/TA)

ผลมะม่วงชุดที่ 3 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ มีอัตราส่วนของ TSS/TA เฉลี่ยเท่ากับ 154.50, 204.15 และ 170.85 เปอร์เซ็นต์ และชุดที่ 4 เท่ากับ 164.42, 212.61 และ 189.72 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มขึ้นจากเมื่อเริ่มต้นเก็บรักษา น้อยกว่าผลมะม่วงชุดควบคุม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 272.85 และ 244.00 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.37) เนื่องจากไอสารละลาย MJ ไปเร่งกระบวนการลดลงของปริมาณ TA ของผลมะม่วง และการเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส มีอัตราส่วนของ TSS/TA แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) โดยผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีอัตราส่วนของ TSS/TA เฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 140.54 และ 151.09 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 205.30 และ 205.41 เปอร์เซ็นต์ และที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีอัตราส่วนของ TSS/TA เฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 255.92 และ 251.56 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.37)

เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น อัตราส่วนของ TSS/TA เพิ่มขึ้น และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับวันเริ่มต้นเก็บรักษา ความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษา มีอิทธิพลร่วมกันต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราส่วนของ TSS/TA เมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงเป็นเวลา 20 วัน ผลมะม่วงที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีอัตราส่วนของ TSS/TA สูงที่สุด ผลมะม่วงชุดที่ 3 เพิ่มขึ้นเป็น 604.28 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวก 4.47) (มีค่า = 26.16) และผลมะม่วงชุดที่ 4 เพิ่มขึ้นเป็น 738.23 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวก 4.48) (มีค่า = 63.56) แสดงว่าการรมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีความหวานที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.31. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณ TA ของผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 0, 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.36 อิทธิพลของความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TA ของผลมะม่วง

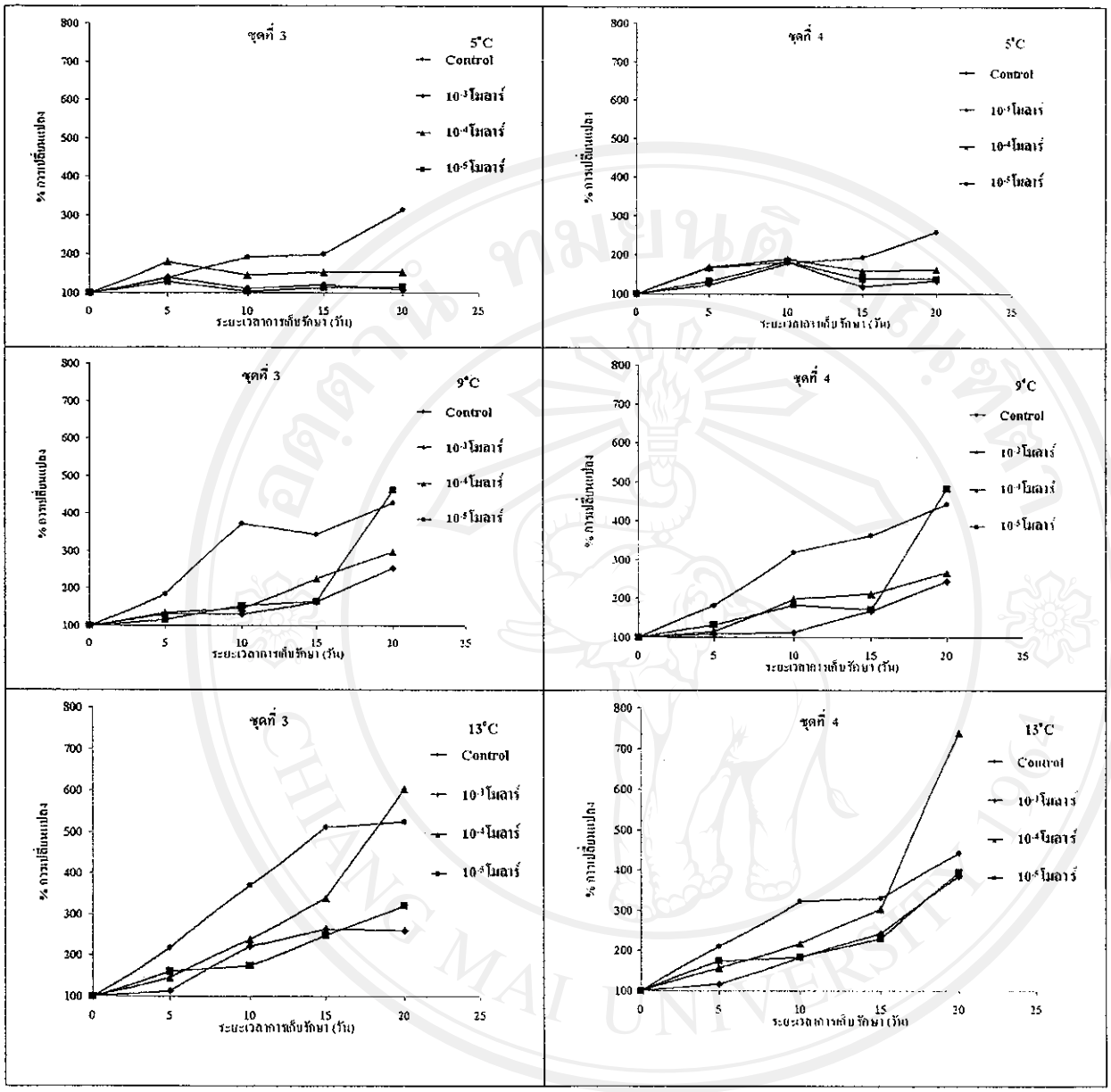
ความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ (โมลาร์) (ปัจจัยที่ 1)	การเปลี่ยนแปลงปริมาณ TA (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	84.84c	59.12a
10^{-3}	85.68c	81.24c
10^{-4}	76.00b	72.64b
10^{-5}	56.56a	75.80b
อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 2)	การเปลี่ยนแปลงปริมาณ TA (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
5	90.61c	82.65c
9	72.43b	70.85b
13	64.27a	63.10a
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 3)	การเปลี่ยนแปลงปริมาณ TA (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	99.98e	99.98d
5	79.41d	77.74c
10	73.52c	65.50b
15	67.30b	64.86b
20	58.65a	52.91a
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
ปัจจัยที่ 3	*	*
1X2	*	*
1X3	*	*
2X3	*	*
1X2X3	*	*

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.32. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS/TA ของผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 0, 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.37 อิทธิพลของความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของ TSS/TA ของผลมะม่วง

ความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ (โมลาร์) (ปัจจัยที่ 1)	การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของ TSS/TA (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	272.85d	244.00d
10^{-3}	154.50a	164.42a
10^{-4}	204.15c	212.61c
10^{-5}	170.85b	189.72b
อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 2)	การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของ TSS/TA (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
5	140.54a	151.09a
9	205.30b	205.41b
13	255.92c	251.56c
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 3)	การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของ TSS/TA (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	99.97a	99.98a
5	149.09b	149.06b
10	196.68c	204.52c
15	237.31d	218.93c
20	319.89e	340.96d
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
ปัจจัยที่ 3	*	*
1X2	*	*
1X3	*	*
2X3	*	*
1X2X3	*	*

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.8. ค่าพีเอช (pH)

ผลการวิเคราะห์ค่าพีเอชของผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ได้นำมาเปรียบเทียบกันด้วยเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง โดยกำหนดให้ค่าพีเอชเมื่อวันเริ่มต้นการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์

ผลมะม่วงชุดที่ 3 ที่เป็นชุดควบคุม และที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3} โมลาร์ มีการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 111.05 และ 106.83 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่า และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ มีค่าเท่ากับ 102.87 และ 102.57 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.38) แต่ขัดแย้งกับผลมะม่วงชุดที่ 4 ที่ผลมะม่วงชุดควบคุม มีการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 101.03 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่า และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ มีค่าเท่ากับ 134.85, 105.32 และ111.31 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.38) อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 เมื่อเริ่มต้นเก็บรักษา จึงส่งผลให้ผลมะม่วงตอบสนองต่อไอสารละลาย MJ แตกต่างกัน (ตารางผนวก 20 – 22)

ผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส มีค่าพีเอชเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) โดยผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชเฉลี่ยลดลงมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 99.43 และ109.03 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส 106.81 และ112.98 เปอร์เซ็นต์ และที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 111.25 และ 117.38 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.38) เนื้อผลมะม่วงมีค่าพีเอชเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อเริ่มต้นเก็บรักษา และเนื่องจากปัจจัยทั้ง 3 มีอิทธิพลร่วมกันต่อการเพิ่มขึ้นของค่าพีเอช เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 20 วัน

ผลมะม่วงชุดที่ 3 ชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน มีการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชเพิ่มขึ้นจากวันเริ่มต้นเก็บรักษาสูงที่สุด เท่ากับ 165.90 เปอร์เซ็นต์ (พีเอช = 5.03) และผลมะม่วงที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชต่ำที่สุด เท่ากับ 95.59 เปอร์เซ็นต์ (พีเอช = 3.01) และลดลงต่ำกว่าวันเริ่มต้นเก็บรักษา เช่นเดียวกับผลมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน ผลมะม่วงชุดควบคุม มีค่าพีเอชต่ำกว่าวันเริ่มต้นเก็บรักษา และต่ำกว่าผลมะม่วงที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ (Gonzalez-Aguilar *et al.*, 2000)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลมะม่วงชุดที่ 4 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-5} โมลาร์ ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน มีการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชเพิ่มขึ้นจากวันเริ่มต้นเก็บรักษาน้อยที่สุด เท่ากับ 130.94 เปอร์เซ็นต์ (พีเอช = 3.99) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีในการเก็บรักษาผลมะม่วงชุดที่ 3 คือ ผลมะม่วงชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับพีเอช เท่ากับ 3.21 แสดงว่า ความแตกต่างของค่าพีเอชของผลมะม่วงชุดที่ 3 และ 4 หลังการเก็บเกี่ยวมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO

4.2.9. กิจกรรมของเอนไซม์ PPO

4.2.9.1. กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเปลือกผลมะม่วง

เปลือกของผลมะม่วงชุดที่ 3 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากวันเริ่มต้นเก็บรักษาเท่ากับ 143.21, 211.09 และ 157.12 เปอร์เซ็นต์ และชุดที่ 4 เท่ากับ 329.24, 218.04 และ 290.32 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าผลมะม่วงชุดควบคุม ที่มีการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยเท่ากับ 98.19 และ 149.61 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าไอสารละลาย MJ กระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเปลือกผลมะม่วง (ตาราง 4.39) เช่นเดียวกับผลมะเขือเทศที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-5} และ 10^{-6} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO สูงกว่าชุดควบคุม (Ding *et al.*, 2002 ; Koussevitzky *et al.*, 2004)

การเก็บรักษาผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เปลือกผลมะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากวันเริ่มต้นเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 197.79 และ 399.29 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 9 องศาเซลเซียส ที่มีการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยเท่ากับ 123.31, 155.27 และ 136.11, 185.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตาราง 4.39)

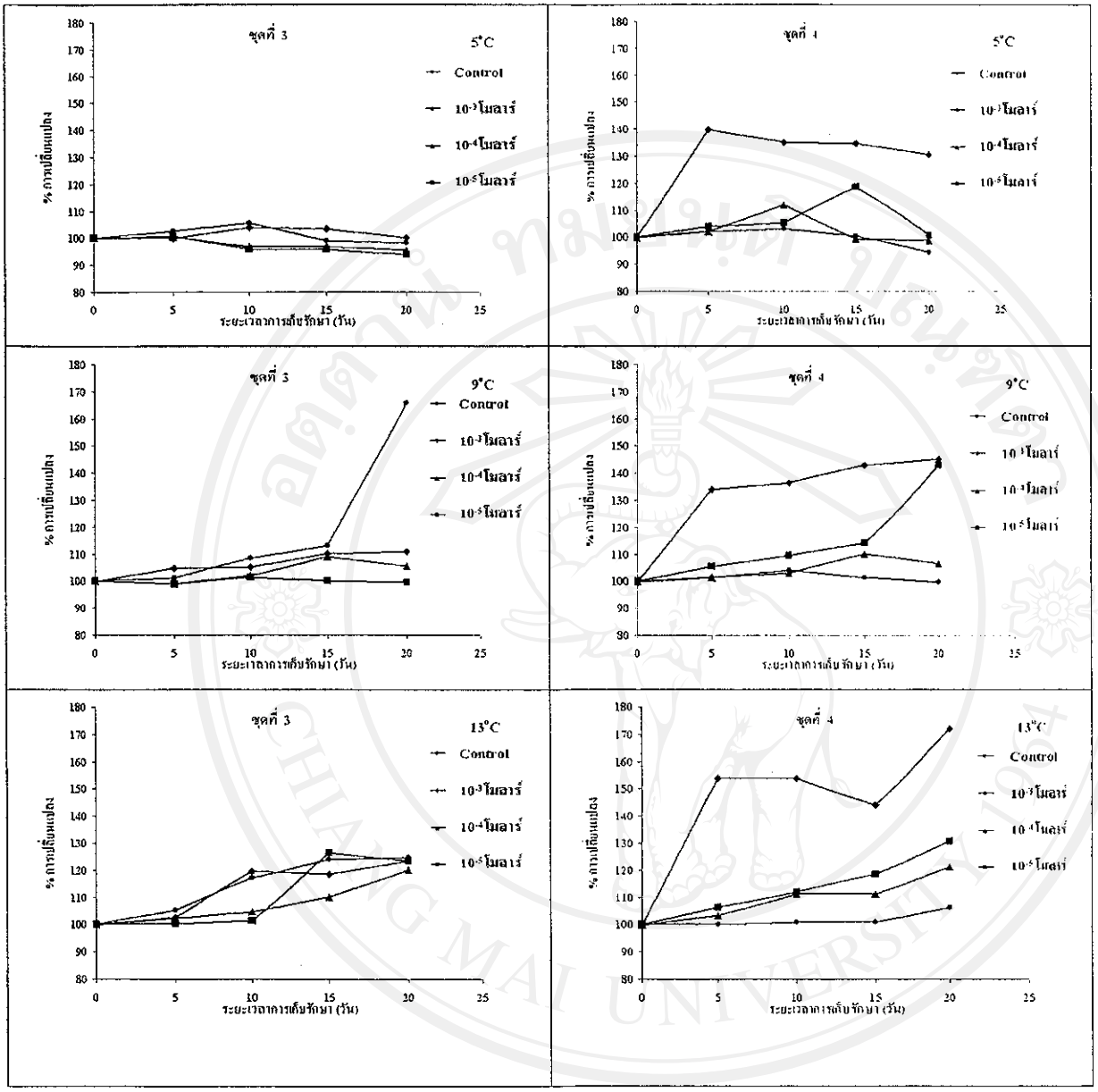
เมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงเป็นเวลานานขึ้น เปลือกผลมะม่วงมีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน จากนั้นกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ลดลงกระทั่งสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา (ตาราง 4.39) และจากการที่กิจกรรมเอนไซม์ PPO ของเปลือกเกิดจากอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ และระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษา อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษา และความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ ร่วมกับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา และร่วมกับระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงเป็นเวลา 20 วัน เปลือกผลมะม่วงชุดที่ 3 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลมะม่วงชุดที่ 4 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO สูงที่สุด เท่ากับ 393.57 และ 838.24 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวก 51 – 52) (มีกิจกรรม = 0.98 และ 1.68 หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน) และผลมะม่วงชุดควบคุม ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ของทั้ง 2 ชุดการทดลอง มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ต่ำที่สุด เท่ากับ 51.60 และ 48.11 เปอร์เซ็นต์ (มีกิจกรรม = 0.29 และ 0.26 หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน)

เมื่อเปรียบเทียบผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน พบว่าผลมะม่วงชุดที่ 3 ที่เป็นชุดควบคุม และที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3} และ 10^{-5} โมลาร์ มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เพิ่มขึ้นจากเมื่อเริ่มต้นเก็บรักษา 51.60, 68.24 และ 86.73 เปอร์เซ็นต์ (มีกิจกรรม = 0.29, 0.23 และ 0.18 หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน) และชุดที่ 4 มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมเพิ่มขึ้นเป็น 48.12, 101.58 และ 255.47 เปอร์เซ็นต์ (มีกิจกรรม = 0.26, 0.20 และ 0.41 หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน) สูงกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมเพิ่มขึ้นเป็น 497.25 และ 164.80 เปอร์เซ็นต์ (มีกิจกรรม = 0.41 และ 1.24 หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน) (ตารางผนวก 51 – 52) แสดงว่าการรมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ กระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเปลือกผลมะม่วงมากที่สุดเมื่อผลมะม่วงเกิดอาการสะท้านหนาว เพราะผลมะม่วงทั้ง 2 ชุดการทดลอง ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีเป็นเวลา 20 วัน มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเปลือก ชุดควบคุม และที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) (ตารางผนวก 51 – 52)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.33. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 0, 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.38 อิทธิพลของความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของผลมะม่วง

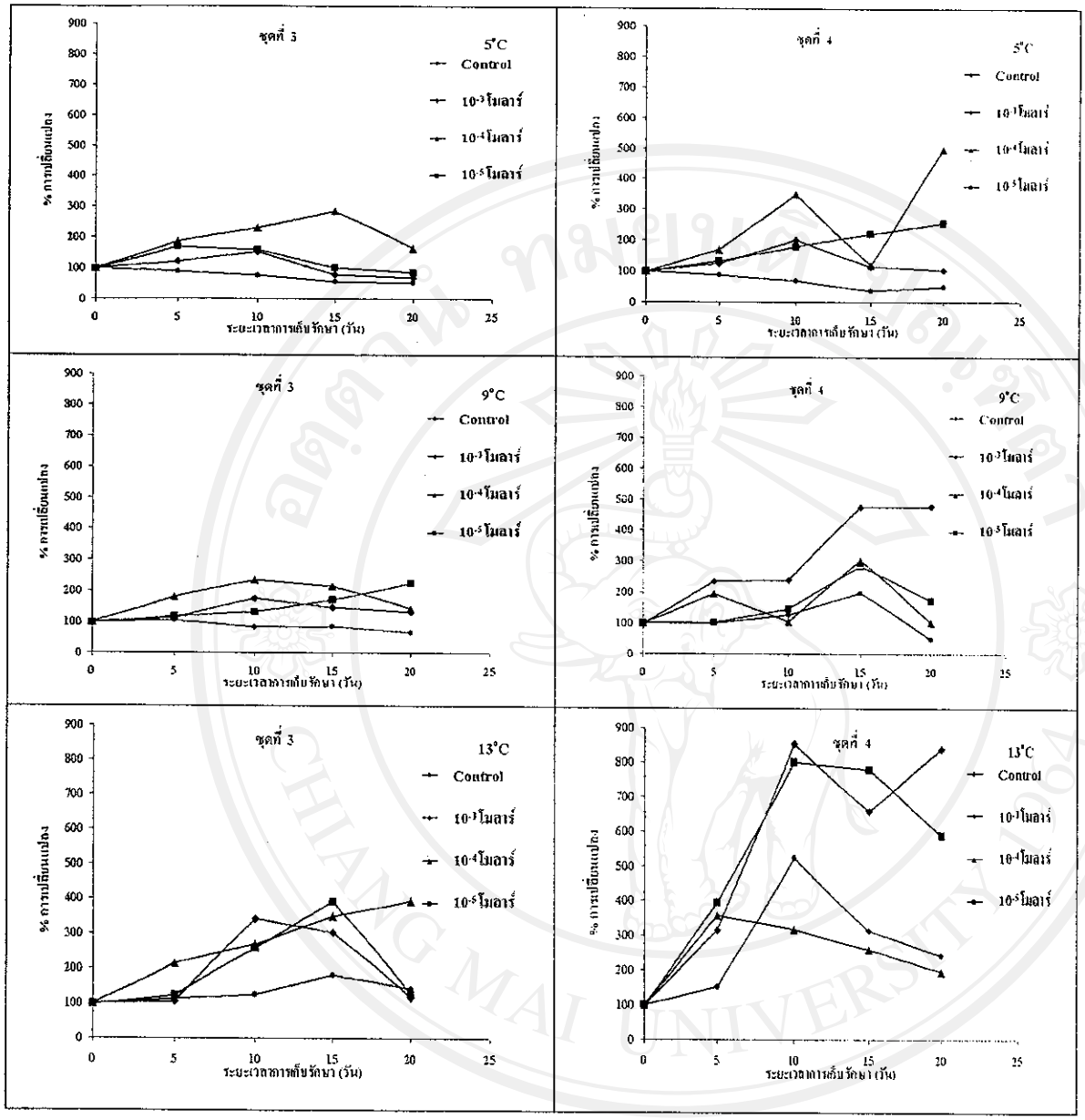
ความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ (โมลาร์) (ปัจจัยที่ 1)	การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	111.05c	101.03a
10^{-3}	106.83b	134.85d
10^{-4}	102.87a	105.32b
10^{-5}	102.57a	111.31c
อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 2)	การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
5	99.43a	109.03a
9	106.81b	112.98b
13	111.25c	117.38c
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 3)	การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	100.04a	99.97a
5	101.49a	112.86b
10	105.23b	115.60c
15	108.91c	116.38c
20	113.51d	120.83d
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
ปัจจัยที่ 3	*	*
1X2	*	*
1X3	*	*
2X3	*	*
1X2X3	*	*

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.34. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเปลือกผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 0, 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.39 อิทธิพลของความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเปลือกผลมะม่วง

ความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ (โมลาร์) (ปัจจัยที่ 1)	การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเปลือก (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	98.19a	149.61a
10^{-3}	143.21b	329.24c
10^{-4}	211.09c	218.04b
10^{-5}	157.12b	290.32bc
อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 2)	การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเปลือก (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
5	123.31a	155.27a
9	136.11a	185.85a
13	197.79b	399.29b
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 3)	การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเปลือก (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	99.43a	100.43a
5	136.08b	197.05b
10	186.36c	325.92c
15	196.92c	313.30c
20	143.24b	297.31c
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
ปัจจัยที่ 3	*	*
1X2	ns	*
1X3	*	ns
2X3	*	*
1X2X3	*	*

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) โดยวิธี LSD

ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.9.2. กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเนื้อผลมะม่วง

เนื้อของผลมะม่วงชุดที่ 3 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เพิ่มขึ้นจากเมื่อเริ่มต้นเก็บรักษาเป็น 350.47, 377.95 และ 377.28 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับ ผลมะม่วงชุดควบคุม มีค่าเท่ากับ 259.04 เปอร์เซ็นต์ และผลมะม่วงชุดที่ 4 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4}โมลาร์ มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เพิ่มขึ้นจากเมื่อเริ่มต้นเก็บรักษาเป็น 1147.23 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงชุดควบคุม และที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3} และ 10^{-5} โมลาร์ มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมเป็น 361.97, 445.24 และ 374.21 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.40) แสดงว่าไอสารละลาย MJ กระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเนื้อผลมะม่วง เช่นเดียวกับกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เปลือกผลมะม่วง และความแตกต่างของอุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส ที่ใช้ในการเก็บรักษา มีอิทธิพลทำให้เนื้อผลมะม่วงชุดที่ 3 มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยเนื้อผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO สูงที่สุดเท่ากับ 466.74 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือเนื้อผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 302.90 เปอร์เซ็นต์ และที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 253.91 เปอร์เซ็นต์ และผลมะม่วงชุดที่ 4 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เท่ากับ 314.88 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 13 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมเท่ากับ 716.06 และ 715.54 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.40)

เมื่อเก็บรักษาผลมะม่วง เป็นเวลานานขึ้น เนื้อผลมะม่วงทั้ง 2 ชุดการทดลอง มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO เพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน จากนั้นกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ลดลงกระทั่งสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา (ตาราง 4.40)

เนื่องจากปัจจัยทั้ง 3 มีอิทธิพลร่วมกันต่อกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในเนื้อผลมะม่วง ส่งผลให้เนื้อผลมะม่วงชุดที่ 3 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO สูงสุดเท่ากับ 1341.21 เปอร์เซ็นต์ (มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO = 1.07 หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน) ผลมะม่วงชุดที่ 4 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO สูงสุด เท่ากับ 2,803.93

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เปอร์เซ็นต์ (มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO = 0.56 หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน) ในขณะที่เนื้อผลมะม่วงชุดที่ 3 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ต่ำสุด เท่ากับ 61.88 เปอร์เซ็นต์ (มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO = 0. 05 หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน) และเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 4 ชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ต่ำสุด เท่ากับ 46.21 เปอร์เซ็นต์ (มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO = 0.04 หน่วยต่อนาทีต่อมิลลิกรัมโปรตีน) แสดงว่าอุณหภูมิที่ใช้การเก็บรักษาส่งผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเนื้อผลมะม่วงมากกว่าความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ และระยะเวลาการเก็บรักษา

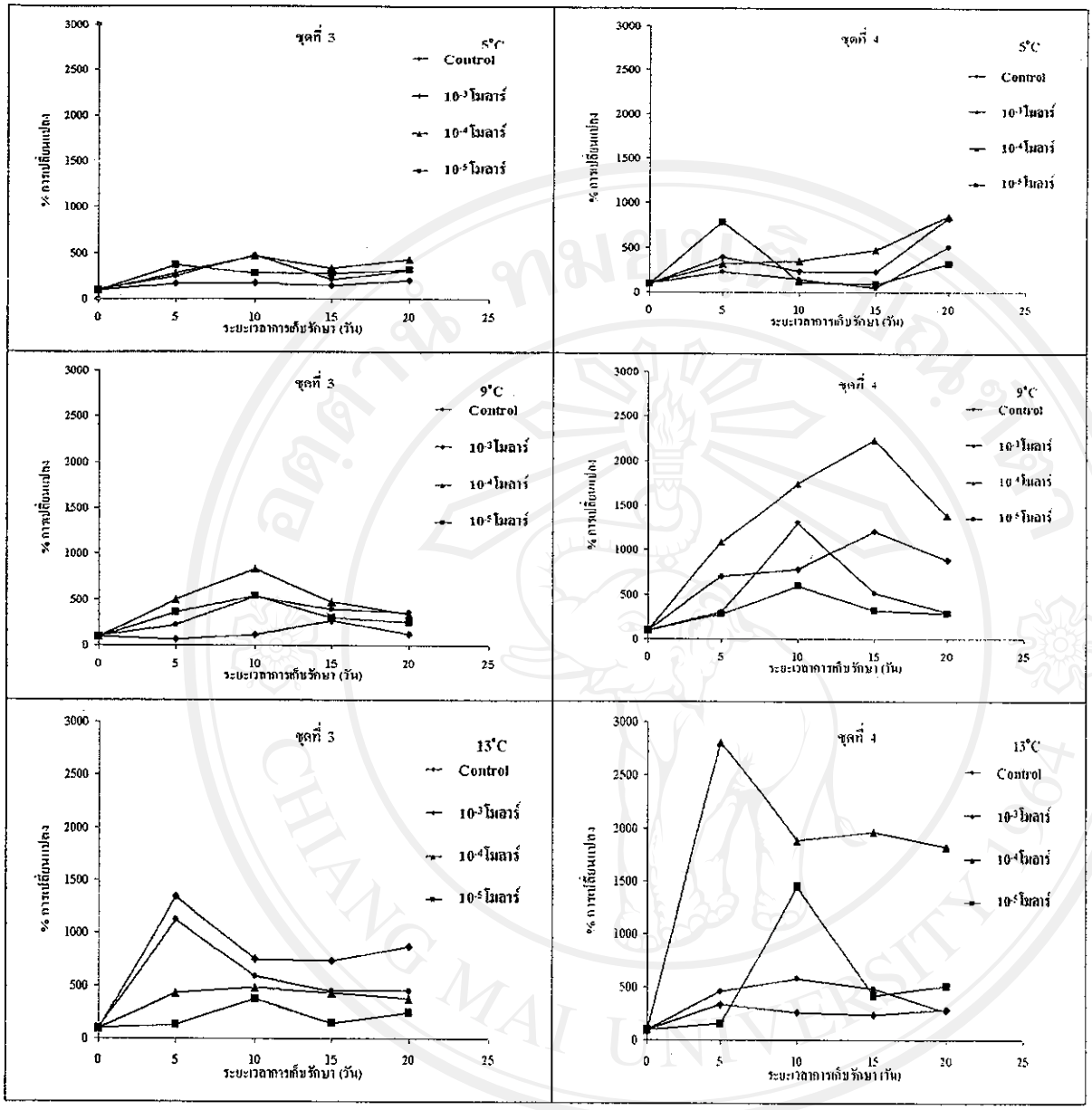
4.2.10. ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด (Total phenol)

4.2.10.1. ปริมาณสารประกอบฟีนอลของเปลือกผลมะม่วง

เปลือกผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่เป็นชุดควบคุม มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลเฉลี่ยลดลงจากวันเริ่มต้นเก็บรักษาเป็น 62.67 และ 58.11 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลเฉลี่ยลดลงเป็น 57.95 และ 57.54 เปอร์เซ็นต์ และที่ความเข้มข้น 10^{-5} โมลาร์ มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลเฉลี่ยลดลงเป็น 57.51 และ 56.57 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3} โมลาร์ มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลเฉลี่ยลดลงเป็น 62.67 และ 58.11 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.41)

การเก็บรักษาผลมะม่วงชุดที่ 3 ที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เปลือกผลมะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลเฉลี่ยเท่ากับ 58.77 เปอร์เซ็นต์ของวันเริ่มต้นเก็บรักษาน้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 13 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลเฉลี่ยเท่ากับ 62.00 และ61.52 เปอร์เซ็นต์ การเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส ไม่มีผลทำให้เปลือกผลมะม่วงชุดที่ 4 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) (ตาราง 4.41) ซึ่งขัดแย้งกับผลมะม่วงชุดที่ 3 อาจเนื่องจากพืชจะสังเคราะห์สารประกอบฟีนอล เมื่อเกิดความเครียดจากสิ่งแวดล้อม (Wang, 1990) และธาตุอาหารที่ผลมะม่วงได้รับก่อนการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน เพราะปริมาณไนโตรเจนมีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลในพืช (Keski-Saari and Julkunen-Tiitto, 2003)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.35. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 0, 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.40 อิทธิพลของความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเนื้อผลมะม่วง

ความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ (โมลาร์) (ปัจจัยที่ 1)	การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเนื้อ (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	259.04a	361.97a
10^{-3}	350.47b	445.24a
10^{-4}	377.95b	1147.23b
10^{-5}	377.28b	374.21a
อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 2)	การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเนื้อ (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
5	253.91a	314.88a
9	302.90b	716.06b
13	466.74c	715.54b
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 3)	การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเนื้อ (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	101.05a	100.37a
5	435.73c	653.05b
10	465.66c	787.15c
15	346.30b	683.55bc
20	357.18b	686.69bc
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
ปัจจัยที่ 3	*	*
1X2	*	*
1X3	*	*
2X3	*	*
1X2X3	*	*

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

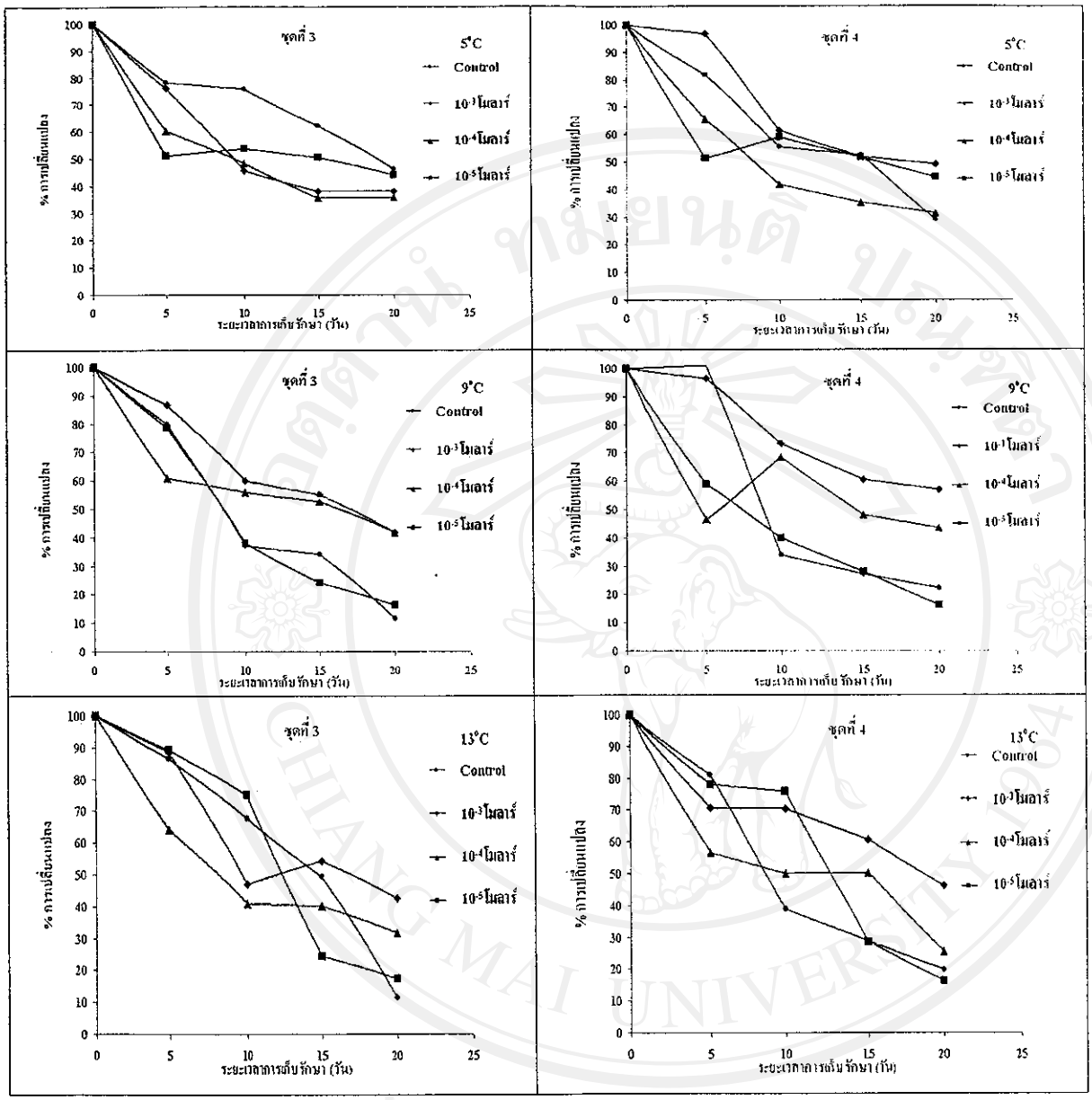
เปลือกผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลานาน มีปริมาณสารประกอบฟีนอลลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ตาราง 4.41) และจากอิทธิพลร่วมของทั้ง 3 ปัจจัย เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 20 วัน เปลือกผลมะม่วงชุดที่ 3 ที่เป็นชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลน้อยที่สุด เท่ากับ 11.37 เปอร์เซ็นต์ (มีปริมาณ = 3.29 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณสูงสุด เท่ากับ 46.12 เปอร์เซ็นต์ (มีปริมาณ = 3.24 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) (ตารางผนวก 55) เปลือกผลมะม่วงชุดที่ 4 ที่ความเข้มข้น 10^{-3} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลมากที่สุด เท่ากับ 57.03 เปอร์เซ็นต์ (มีปริมาณ = 15.63มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) (ตารางผนวก 56) สอดคล้องกับการลดลงของปริมาณสารประกอบฟีนอลของผลฝรั่ง (Gonzalez-Aguilar *et al*., 2004) และแอปเปิลพันธุ์ Fuji ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงกว่าชุดควบคุม เพราะ MJ ที่กระตุ้นยีนหรือโปรตีนที่ทำหน้าที่สังเคราะห์ฟีนอล (Gonzalez-Aguilar *et al*., 2006) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าระยะเวลาการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลของเปลือกผลมะม่วงชุดที่ 3 และ 4 มากกว่าอุณหภูมิที่ใช้การเก็บรักษาและความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ

4.2.10.2. ปริมาณสารประกอบฟีนอลของเนื้อผลมะม่วง

เนื้อผลมะม่วงทั้ง 2 ชุดการทดลอง ทั้งที่เป็นชุดควบคุม และที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลลดลงและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) แสดงว่าการรมด้วยไอสารละลาย MJ ไม่มีผลต่อปริมาณของสารประกอบฟีนอลในเนื้อผลมะม่วง (ตาราง 4.42)

การเก็บรักษาผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เนื้อผลมะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารฟีนอลเฉลี่ยเท่ากับ 77.04 และ 69.55 เปอร์เซ็นต์ของวันที่เริ่มต้นเก็บรักษา สูงกว่าการเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารฟีนอลเฉลี่ยเท่ากับ 59.06 และ 55.08 เปอร์เซ็นต์ และที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารฟีนอลเฉลี่ยเท่ากับ 56.77 และ 54.81 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.42) และเมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงเป็นเวลานานขึ้น เนื้อผลมะม่วงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลลดลง ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อเริ่มต้นเก็บรักษา (ตาราง 4.42)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.36. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลของเปลือกผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 0, 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.41 อิทธิพลของความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลของเปลือกผลมะม่วง

ความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ (โมลาร์) (ปัจจัยที่ 1)	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลของเปลือก (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	62.67ab	58.11a
10^{-3}	64.92b	72.96b
10^{-4}	57.95a	57.54a
10^{-5}	57.51a	56.57a
อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 2)	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลของเปลือก (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
5	62.00b	62.95
9	58.77a	61.09
13	61.52b	59.85
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 3)	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลของเปลือก (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	99.99e	100.00e
5	74.99d	73.71d
10	53.78c	55.70c
15	43.46b	43.63b
20	31.59a	33.43a
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	ns
ปัจจัยที่ 3	*	*
1X2	*	*
1X3	*	*
2X3	*	ns
1X2X3	*	*

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) โดยวิธี LSD

ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

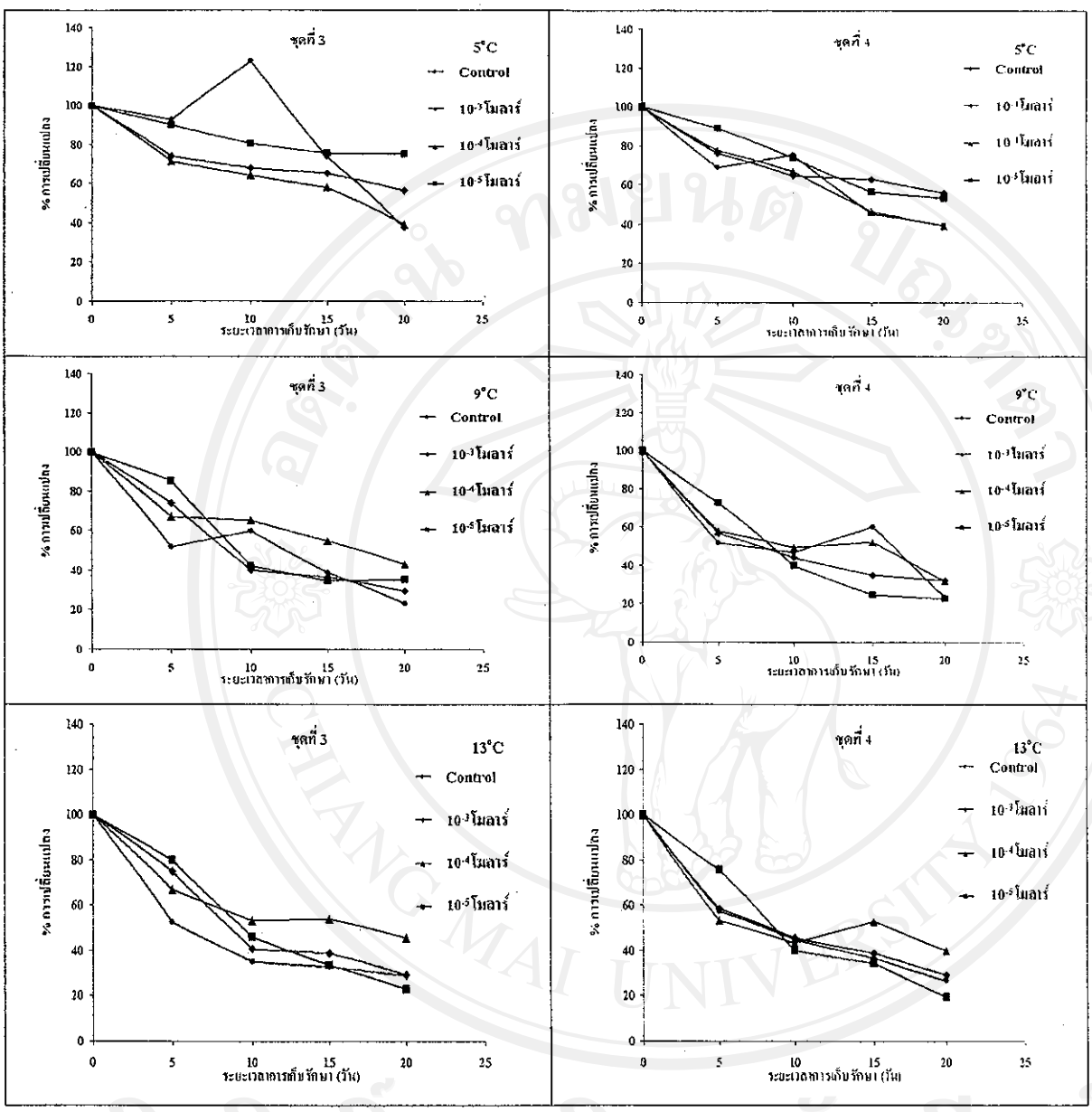
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การลดลงของปริมาณสารประกอบฟีนอลของเนื้อผลมะม่วง มีอิทธิพลร่วมกันของทั้ง 3 ปัจจัย เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 20 วัน เนื้อผลมะม่วงชุดที่ 3 และ 4 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลน้อยที่สุด เท่ากับ 22.99 และ 19.38 เปอร์เซ็นต์ (มีปริมาณสารประกอบฟีนอล = 0.43 และ 0.47 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) (ตารางผนวก 57 – 58) และเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 3 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-5} โมลาร์ และเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 4 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงที่สุด เท่ากับ 74.85 และ 55.92 เปอร์เซ็นต์ (มีปริมาณสารประกอบฟีนอล = 1.41 และ 1.33 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) แสดงว่าการรมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-5} โมลาร์ ร่วมกับการเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ส่งผลให้สารประกอบฟีนอลถูกแคทาบอไลต์น้อยลง (สายชลและสุกันยา, 2546) สอดคล้องกับกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของเนื้อผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ต่ำที่สุด (ตาราง 4.42) อิทธิพลของความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลของเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 3 และ 4 เป็นไปในทิศทางเดียวกัน (ตาราง 4.42)

4.2.11. การเกิดอาการสะท้านหนาวของผลมะม่วง

ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน ทุกกรรมวิธี เริ่มแสดงอาการสะท้านหนาว โดยการเกิด จุดฉ่ำน้ำที่ผิว ไม่ชัดเจน แต่เมื่อนำไปวางไว้ให้สุกที่อุณหภูมิ25 องศาเซลเซียส ผลมะม่วงยังสามารถพัฒนาการสุกปกติ เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 และเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน ผลมะม่วงมีการสุกผิดปกติ เมื่อนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ดังภาพ 4.37 ผลมะม่วงชุดควบคุม และที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-5} โมลาร์ แสดงอาการสะท้านหนาวที่ผิวมากที่สุด และที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ แสดงอาการสะท้านหนาวที่ผิวน้อยที่สุด ในขณะที่ผลมะม่วงที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3} โมลาร์ แสดงอาการสะท้านหนาวที่เนื้อผลมะม่วงน้อยที่สุด สรุปว่าการรมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3} และ 10^{-4} โมลาร์ ลดการแสดงอาการสะท้านหนาวที่เนื้อและที่เปลือกผลมะม่วงได้ ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.37. เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลของเนื้อผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 0, 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.42 อิทธิพลของความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลของเนื้อผลมะม่วง

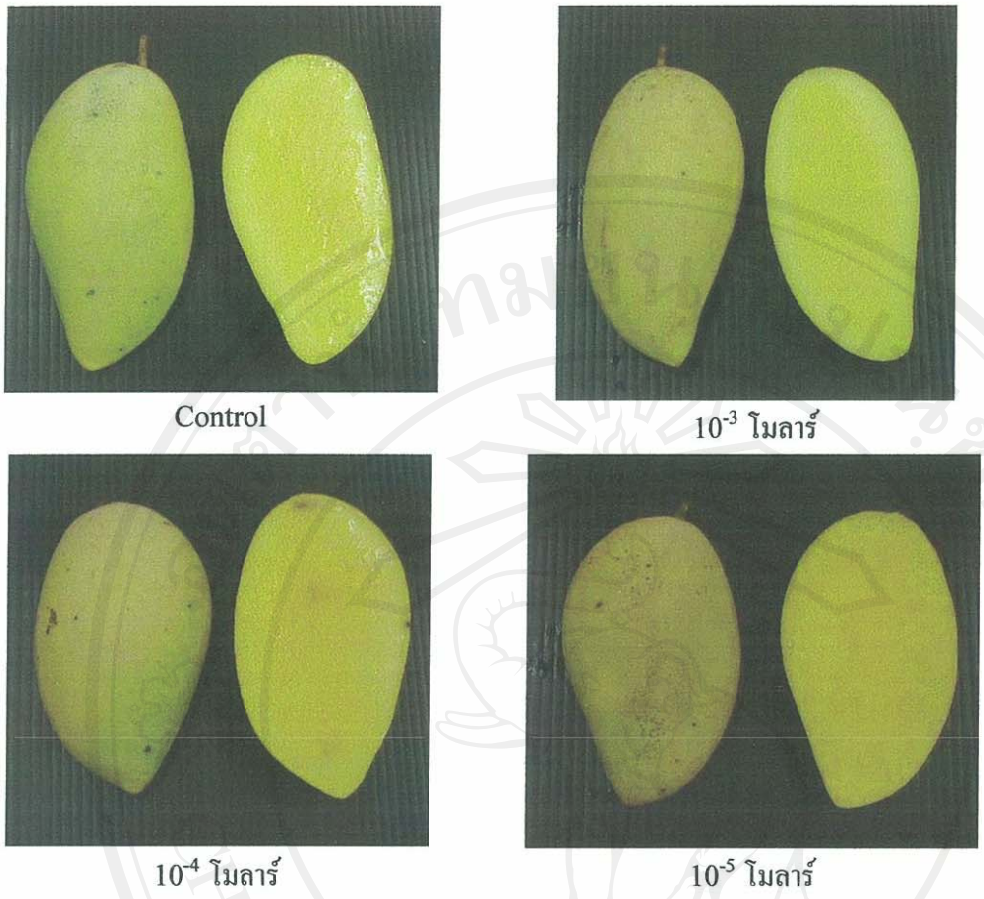
ความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ (โมลาร์) (ปัจจัยที่ 1)	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลของเนื้อ (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	63.22	58.41
10^{-3}	61.83	59.95
10^{-4}	65.50	60.72
10^{-5}	66.62	60.17
อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 2)	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลของเนื้อ (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
5	77.04b	69.55b
9	59.06a	55.08a
13	56.77a	54.81a
ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (ปัจจัยที่ 3)	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลของเนื้อ (%)	
	ผลมะม่วงชุดที่ 3	ผลมะม่วงชุดที่ 4
0	100.01e	99.94e
5	73.34d	66.30d
10	59.70c	52.91c
15	49.63b	45.44b
20	38.78a	34.48a
ปัจจัยที่ 1	ns	ns
ปัจจัยที่ 2	*	*
ปัจจัยที่ 3	*	*
1X2	*	ns
1X3	*	ns
2X3	*	*
1X2X3	ns	ns

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งของแต่ละปัจจัยแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) โดยวิธี LSD

ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.38. ผลมะม่วงที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 0, 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน แล้วย้ายมาวางไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.12. คุณภาพของผลมะม่วงสุกภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

ผลการทดลองชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ได้ข้อมูลว่าสามารถเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 9 หรือ 13 องศาเซลเซียส ได้ไม่เกิน 20 วัน ก่อนนำมาวางไว้ให้สุก แต่ผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 มีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เพียง 20 วัน อาจเนื่องจากผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ทุกกรรมวิธีเข้าสู่กระบวนการสุกเร็วกว่าผลมะม่วงชุดที่ 1 และ 2 เพราะหลังทำความสะอาดและคัดความอ่อนแก่แล้ว ผลมะม่วงทุกกรรมวิธีของชุดที่ 3 ยังคงได้รับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง กระบวนการเมแทบอลิซึมจึงยังคงดำเนินต่อไป ในขณะที่ผลมะม่วงชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ได้นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำทันที กระบวนการเมแทบอลิซึมจึงช้าลง และการรมด้วยไอสารละลาย MJ ไปกระตุ้นการสังเคราะห์เอทิลีน (González-Aguilar *et al.*, 2006) จึงอาจช่วยเร่งให้ผลมะม่วงเข้าสู่กระบวนการสุกเร็วขึ้น ส่งผลให้ผลมะม่วงที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-3}, 10^{-4} และ 10^{-5} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วัน เมื่อย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ได้เพียง 1 วัน และผลมะม่วงกรรมวิธีอื่นๆ สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ได้เพียง 2 วัน ซึ่งเป็นระยะเวลาที่สั้นมากสำหรับการวางจำหน่าย ดังนั้นการประเมินคุณภาพการสุกของผลมะม่วงชุดที่ 3 และชุดที่ 4 จึงเลือกวิเคราะห์ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) ของสมบัติทางกายภาพ และเคมี ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 15 วัน และย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน เพื่อศึกษาว่าผลของไอสารละลาย MJ ส่งผลให้ผลมะม่วงมีการพัฒนาการสุกแตกต่างจากชุดควบคุมหรือไม่

ผลการทดลองพบว่า ผลมะม่วงทุกกรรมวิธีในชุดที่ 3 มีความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) แต่มีค่า h° ของเปลือกและเนื้อผลมะม่วง (ตาราง 4.43) และสมบัติทางเคมี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) (ตาราง 4.44)

ผลการทดลองในตาราง 4.39 และ 4.40 แสดงว่าผลมะม่วงชุดที่ 3 ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน เมื่อย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน ผลมะม่วงสามารถสุกและให้คุณภาพดีที่สุด แตกต่างจากผลมะม่วงชุดควบคุม สอดคล้องกับการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins ที่รมด้วยไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน และนำมาวางให้สุกที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ให้คุณภาพโดยรวมดีกว่าผลมะม่วงชุดควบคุม (González-Aguilar *et al.*, 2000) แต่ข้อมูลในตาราง 4.45 และ 4.46 แสดงให้เห็นว่าผลมะม่วงชุดที่ 4 ที่รมไอสารละลาย MJ ความเข้มข้น 10^{-4} โมลาร์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน เมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน ผลมะม่วงสามารถสุกและให้คุณภาพดีที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.43 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของผลมะม่วงชุดที่ 3 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ก่อนย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน

ความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ (โมลาร์)	อุณหภูมิต่ำที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	ความแน่นเนื้อ (%)	ค่า h° (%)		ค่า L* (%)	
			เปลือกมะม่วง	เนื้อมะม่วง	เปลือกมะม่วง	เนื้อมะม่วง
0	5	7.41c	78.17bcd	89.39de	108.16bcd	84.81cd
	9	5.47abc	80.32d	85.56a	106.16bc	83.73bcd
	13	4.25ab	76.47abc	85.88ab	106.50bc	75.97ab
3	5	7.44c	77.67abcd	88.14cde	111.65de	84.28bcd
	9	6.57bc	76.94abc	89.02de	113.07e	83.97bcd
	13	4.36ab	77.98bcd	87.65bcd	110.11cde	77.20abc
4	5	6.51bc	89.77e	89.72e	99.56a	87.15d
	9	4.69ab	78.56cd	88.25cde	97.08a	85.53cd
	13	4.58ab	77.27abcd	86.71abc	95.78a	78.40abcd
5	5	5.27abc	75.25ab	89.11de	96.11a	80.63abcd
	9	5.42abc	74.56a	86.47abc	108.56bcd	74.78a
	13	3.81a	76.65abc	89.20de	105.72b	80.89abcd

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.44 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของผลมะม่วงชุดที่ 3 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ก่อนย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน

ความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ (โมลาร์)	อุณหภูมิต่ำที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ (%)		TSS/TA (%)
		เปลือกผลมะม่วง	เนื้อผลมะม่วง	
0	5	214.78b	123.47a	1036.26abc
	9	316.90cde	195.87d	1949.97d
	13	344.87e	206.08de	2365.73e
3	5	236.16b	125.12a	703.30a
	9	222.21b	118.73a	724.43ab
	13	283.82c	118.72a	1165.43bc
4	5	239.75b	156.66c	801.36ab
	9	440.17f	141.33b	958.98abc
	13	323.69de	152.05bc	1307.53c
5	5	145.67a	215.63e	996.98abc
	9	220.14b	238.26f	1028.47abc
	13	305.60cd	251.17g	994.88abc

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.45 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของผลมะม่วงชุดที่ 4 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ก่อนย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน

ความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ (โมลาร์)	อุณหภูมิต่ำที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	ความแน่นเนื้อ (%)	ค่า h° (%)		ค่า L* (%)	
			เปลือกมะม่วง	เนื้อมะม่วง	เปลือกมะม่วง	เนื้อมะม่วง
0	5	5.62	77.63a	88.24	105.69bc	81.79
	9	5.87	76.59a	83.36	107.78c	85.52
	13	5.64	77.08a	86.14	107.11bc	77.18
3	5	5.17	75.50a	86.11	110.18c	84.34
	9	2.89	74.00a	86.33	119.43d	85.00
	13	5.05	73.80a	85.52	102.76b	82.00
4	5	2.48	83.08b	87.79	102.05b	86.17
	9	4.38	79.57ab	88.25	92.27a	76.99
	13	5.17	77.50a	84.30	93.19a	80.07
5	5	3.29	75.63a	83.18	93.34a	85.21
	9	4.79	74.33a	84.69	91.42a	81.89
	13	3.11	74.34a	87.72	102.70b	84.23

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.46 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของผลมะม่วงชุดที่ 4 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 9 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ก่อนย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน

ความเข้มข้นของไอสารละลาย MJ (โมลาร์)	อุณหภูมิต่ำที่ใช้ในการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ (%)		TSS/TA (%)
		เปลือกผลมะม่วง	เนื้อผลมะม่วง	
0	5	200.39def	228.68ab	694.12c
	9	403.12b	240.68bc	641.49c
	13	449.25ab	264.46f	598.51bc
3	5	354.01de	244.56cd	764.31c
	9	387.41ef	220.60a	709.27c
	13	384.58ab	262.20ef	574.53bc
4	5	242.92de	255.30def	431.54b
	9	433.86def	260.98ef	615.82c
	13	382.10c	253.44cdef	621.73c
5	5	244.47f	253.05cdef	245.30a
	9	280.26def	231.05ab	725.12c
	13	408.27a	248.31cde	746.70c

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) โดยวิธี LSD

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved