บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของหม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่ที่ระยะความสุกแตกต่างกัน

จากการคัดเลือกโดยพิจารณาสีผิวของผลหม่อนสดให้มีระยะความสุกแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ระยะแก่จัดหรือห่าม (สีแดงทั้งผล) สุก (ผลสีแดงผสมดำ) และสุกจัด (สีดำทั้งผล) เมื่อนำไปวัดค่าสีของผลหม่อนสด พบว่าผลหม่อนสดในแต่ละระยะความสุกมีค่าสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่ค่า L*เป็นค่าความสว่าง a*เป็นค่าของสีแดง และ b*เป็นค่าของสีเหลือง ของผลหม่อนสดระยะแก่จัดมีค่าสูงกว่าผลหม่อนสด 2 ระยะ (28.90±0.33 17.37±2.31 และ 9.29±1.10) ผลหม่อนสดที่ระยะสุกและสุกจัด มีค่า a* และ b* ใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ (7.09±3.17 2.65±0.33 และ 4.72±1.19 3.17±0.72) แต่ค่า L* ของผลหม่อนสดระยะสุกมีค่าสูงกว่าระยะสุกจัด (23.08±2.64 และ17.25±2.15 ตามลำดับ) สำหรับค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อผล ขนาดความกว้าง และความยาวของผลหม่อนสดในแต่ระยะความสุกมีค่าใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยอยู่ในช่วงต่าง ๆ ดังนี้คือ 1.70-2.96 กรัมต่อผล 1.06-1.23 เซนติเมตร และ2.10-2.46 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งน้ำหนักและขนาดของผลหม่อนสดในแต่ละระยะความสุกนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปัทมาภรณ์ (2546)

ลักษณะคุณภาพทางเคมีของผลหม่อนสดในแต่ละระยะความสุกนี้มีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าผลหม่อนสดระยะสุกมีปริมาณความชื้นสูงสุด (ร้อยละ 86.60± 0.76) รองลงมาคือ ระยะแก่จัดและสุกจัด (ร้อยละ 85.18±0.54 และ ร้อยละ 81.56±0.56 ตามลำดับ) สำหรับค่าความเป็นกรด–ด่าง (pH) และปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริค) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) พบว่าผลหม่อนสดระยะสุกจัดมีค่า pH สูงสุด (4.55± 1.52) และมีปริมาณกรดต่ำสุด (13.75±2.16 กรัมต่อลิตร) เมื่อพิจารณาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ในผลหม่อนสดแต่ระยะความสุก มีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) พบว่าผลหม่อนสดระยะสุกจัด มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และค่าน้ำตาลรีดิวซ์สูงสุด (13.50±1.50 องศาบริกซ์ และ 84.33±0.28 มิลลิกรัมต่อ100กรัม ตามลำดับ) แสดงว่าเมื่อผลหม่อนสดมีระยะความสุกเพิ่มขึ้น ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณความชื้นและปริมาณกรดมีแนวโน้มลดลง (ตาราง 4.1) ซึ่งภายหลังการเก็บเกี่ยวปริมาณน้ำในเซลล์ของผลไม้จะลดลงเมื่อผลไม้มีการเจริญเติบโตขึ้น และปริมาณกรดภายในผลไม้จะลดลงทำให้ผลไม้มีรสชาติดีขึ้น ขณะที่ผลไม้ยังอ่อนจะมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณกรดอยู่สูง ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าต่ำไม่เหมาะกับการรับประทานของผู้บริโภค แต่เมื่อผลไม้มีความแก่เพิ่มขึ้นปริมาณกรดจะลดลงทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าสูงขึ้น และผลไม้จะสะสมอาหารในรูปของน้ำตาลเป็นส่วนใหญ่ยิ่งผลไม้มีความแก่มากขึ้นการสะสมน้ำตาลจะยิ่งมีมากขึ้น (จริงแท้, 2544) โดยลักษณะคุณภาพทางเคมีนี้เป็นตัวชี้บ่งถึงความอ่อนและความแก่ของผลไม้และใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวผลไม้เพื่อให้ได้คุณภาพที่เหมาะสมต่อการบริโภค ดังนั้นผลหม่อนสดระยะสุกจัดจึงเหมาะที่จะบริโภค รองลงมาคือ ระยะสุก เนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลสูงกรดต่ำ

ตาราง 4.1 คุณภาพทางกายภาพ และเคมีของหม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่ที่ระยะความสุกแตกต่างกัน

ลักษณะคุณภาพ	ระยะความสุกของผลหม่อนสด		
	แก่จัด	สุก	สุกจัด
คุณภาพทางกายภาพ			
คุณภาพด้านสี			
L*	$28.90^{a} \pm 0.33$	$23.08^{b} \pm 2.64$	$17.25^{c} \pm 2.15$
a*	$17.37^{a} \pm 2.31$	$7.09^{b} \pm 0.31$	$2.65^{b} \pm 0.33$
b*	$9.29^{a} \pm 1.10$	$4.72^{b} \pm 1.19$	$3.17^{b} \pm 0.72$
น้ำหนักเฉลี่ยต่อผล (กรัมต่อผล)	$1.70^{b} \pm 0.48$	$2.19^{ab} \pm 0.54$	$2.96^{a} \pm 0.69$
ขนาดความกว้างของผล (เซนติเมตร)$^{ns.}$	1.06 ± 0.57	1.03 ± 0.15	1.23 ± 0.15
ขนาดความยาวของผล (เซนติเมตร)$^{ns.}$	2.10 ± 0.51	2.16 ± 0.20	2.46 ± 0.28
คุณภาพทางเคมี			
ความชื้น (ร้อยละ)	$85.18^{b} \pm 0.54$	$86.60^{a} \pm 0.76$	$81.56^{c} \pm 0.56$
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	$3.01^{c} \pm 2.08$	$3.34^{b} \pm 0.57$	$4.55^{a} \pm 1.52$
กรดทั้งหมด(ในรูปกรดซิตริค) (กรัมต่อลิตร)	$48.75^{a} \pm 0.99$	$25.00^{b} \pm 0.43$	$13.75^{b} \pm 2.16$
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	$5.66^{b} \pm 1.04$	$7.16^{b} \pm 1.04$	$13.50^{a} \pm 1.50$
น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมต่อ100กรัม)	$41.33^{b} \pm 0.28$	$51.16^{b} \pm 0.28$	$84.33^{a} \pm 0.28$

หมายเหตุ - เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอนโดยวิธี Dancan's New Multiple Rang Test (DMRT) ตัวอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

- ns. หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 ผลของภาชนะบรรจุต่ออายุการเก็บรักษาของหม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่

ผลจากการทดลองข้อ 4.1 ผลหม่อนสดระยะสุกจัดมีความเหมาะสมที่จะรับประทานสดจึงนำไปศึกษาการเก็บรักษาในภาชนะบรรจุที่แตกต่างกัน 3 แบบคือ (1) ถาดโฟมห่อหุ้มด้วยฟิล์ม PVC (2) ถุงพลาสติก PP ไม่เจาะรูด้านข้าง และ (3) ถุงพลาสติก PP เจาะรูด้านข้าง 4 รู โดยได้สังเกตการเน่าเสียของผลหม่อนสดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (31±4 องศาเซลเซียส) พบว่าถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์ม PVC สามารถเก็บรักษาผลหม่อนสดไว้ได้นานที่สุดถึง 2 วัน จึงเริ่มเน่าเสีย ส่วนภาชนะรูปแบบอื่นเก็บรักษาผลหม่อนสดได้เพียง 1 วัน ก็เริ่มเน่าเสีย โดยการเน่าเสียมีลักษณะไอน้ำเกาะตามถุง ผลมีสีดำคล้ำ เนื้อผลเริ่มเละมีน้ำออกมาจากผล มีจุดสีขาวเกิดขึ้นตามผลและผลมีกลิ่นเปรี้ยว และถุงพลาสติก PP ที่ไม่เจาะรูมีลักษณะของถุงพองตัว (ตาราง 4.4)

เมื่อนำผลหม่อนสดไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีทุกวัน พบว่าการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาในวันที่ 1 มีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละภาชนะบรรจุอยู่ในช่วง ร้อยละ 0.32-0.99 และในวันที่ 2 ถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์ม PVC มีการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น (ร้อยละ2.75±0.26) โดยที่ปริมาณความชื้นระหว่างการเก็บรักษา พบว่าปริมาณความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในวันที่ 1 และ 2 ซึ่งถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์ม PVC จะมีปริมาณความชื้นค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ร้อยละ83.40±0.53 และร้อยละ83.68±0.42) ส่วนถุงพลาสติก PP ที่ไม่เจาะรูและเจาะรูมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นสูงในวันที่ 1 (ร้อยละ84.18±0.82 และ ร้อยละ85.53±0.32 ตามลำดับ) ส่วนปริมาณความเป็นกรด–ด่าง (pH) และปริมาณกรดทั้งหมดระหว่างการเก็บรักษา พบว่าค่า pH มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ปริมาณกรดมีแนวโน้มลดลงในวันที่ 1 และ 2 ถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์ม PVC มีค่า pH ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเล็กน้อย (4.55±0.47 และ 4.64±0.12) แต่ปริมาณกรดทั้งหมดจะค่อย ๆ ลดลง (13.75±2.16 และ 12.50±2.16 กรัมต่อลิตร) ส่วนถุงพลาสติก PP ที่ไม่เจาะรูและเจาะรู มีค่า pH เพิ่มขึ้นสูงในวันที่ 1 (4.60±0.46 และ 4.93±0.20 ตามลำดับ) แต่ปริมาณกรดลดลงเท่ากัน (10.00±2.16 กรัมต่อลิตร) และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด พบว่ามีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในวันที่ 1 และ 2 ถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์ม PVC มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดค่อย ๆ เพิ่มขึ้น (13±0.50 และ 14±0.86 องศาบริกซ์) ส่วนถุงพลาสติก PP ที่เจาะรูมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้นมากที่สุดในวันที่ 1 (14.10±0.79 องศาบริกซ์) รองลงมาคือ ถุงพลาสติกที่ไม่เจาะรู (13.16±0.57 องศาบริกซ์) สำหรับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ระหว่างการเก็บรักษา พบว่ามีมีการลดลงอย่างรวดเร็ว ในวันที่ 1 ถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์ม PVC และถุงพลาสติก PP ที่ไม่เจาะรูมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลงใกล้เคียงกัน (35.66±1.75 และ 36.50±1.00 มิลลิกรัมต่อ100กรัม ตามลำดับ) รองลงมาคือ ถุงพลาสติก PP ที่เจาะรู (28.00±0.50 มิลลิกรัมต่อ100กรัม) (ตาราง 4.3)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด พบว่าในวันเริ่มต้นมีเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ในปริมาณสูง (2.5-9.9×10^7CFU/g) ทำให้ผลหม่อนสดเน่าเสียได้ง่าย ในวันที่ 1 ถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์ม PVC มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด (1.9×10^8 CFU/g) รองลงมาคือ ถุงพลาสติก PP ไม่เจาะรูและเจาะรู (1.6×10^9CFU/g และ 2.1×10^9CFU/g ตามลำดับ) เมื่อตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ด้วยการย้อมแกรมและนำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะพบว่าเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นจะเป็นพวกแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างกลม (cocci) เมื่อผลหม่อนเกิดการเน่าเสียจะพบพวกแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างเป็นแท่งยาว (bacilli) รูปร่างกลม (cocci) และเชื้อยีสต์ (yeast) อยู่รวมกัน (ตาราง 4.2)

ตาราง 4.2 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษาของหม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่ระยะความสุกจัด ที่อุณหภูมิห้อง (31±4 องศาเซลเซียส)

ภาชนะบรรจุ	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษา (CFU/g)		
	0 วัน	1 วัน	2 วัน
ถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์ม PVC	$2.5\text{-}9.9 \times 10^7$	1.9×10^8	$>2.5 \times 10^9$
ถุงพลาสติก PP ไม่เจาะรู	$2.5\text{-}9.9 \times 10^7$	1.6×10^9	(เน่าเสีย)
ถุงพลาสติก PP เจาะรู	$2.5\text{-}9.9 \times 10^7$	2.1×10^9	(เน่าเสีย)

จากผลการทดลองที่ได้แสดงว่าถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์ม PVC มีการซึมผ่านเข้า–ออกของไอน้ำได้ดีกว่าถุงพลาสติก PP ที่ไม่เจาะรูและเจาะรู ซึ่งมีไอน้ำเกาะอยู่เป็นหยดน้ำทำให้มีน้ำขังอยู่ภายในถุง ซึ่งเหมาะแก่การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทำให้เกิดการเน่าเสียได้อย่างรวดเร็ว และการวางเรียงผลหม่อนสดในแต่ละภาชนะก็มีผลต่ออายุการเก็บรักษา โดยการวางเรียงผลหม่อนสดในถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์ม PVC จะมีการวางเรียงผลหม่อนสดไม่ทับกันมาก ซึ่งต่างจากการวางเรียงผลหม่อนในถุงพลาสติก PP ที่เจาะรูและไม่เจาะรู ที่มีการวางเรียงผลหม่อนทับกันหนาแน่น ทำให้ผลหม่อนเกิดการบอบช้ำและเน่าเสียได้ง่าย นอกจากนี้ถุงพลาสติก PP ที่ไม่เจาะรูมีลักษณะของถุงพองตัวซึ่งอาจมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากกระบวนการหมัก จึงเป็นการเร่งปฏิกิริยาต่างๆ ขึ้นภายในเซลล์ของผลหม่อนสดอีกด้วย แม้ว่าถุงพลาสติก PP ที่เจาะรูให้มีการระบายอากาศและความร้อนที่ผลหม่อนคายออกมาไม่ให้สะสมอยู่ภายในถุงก็ตาม แต่อายุการเก็บรักษาก็ไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ปนเปื้อนเมื่อเริ่มต้นและ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยการเน่าเสียจะมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ 10^9 CFU/g (ตาราง4.2) และปริมาณความชื้นของผลหม่อนเกิดจากการคายน้ำเพื่อระบายความร้อนที่เกิดจากการหายใจ ขณะเดียวกันความชื้นภายในผลหม่อนมักมีอยู่สูงกว่าความชื้นของอากาศภายนอก ซึ่งผันแปรไปตามสภาพแวดล้อมและภาชนะที่บรรจุ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงจึงเร่งปฏิกิริยาทางชีวเคมีภายในเซลล์ของผลหม่อนอย่างรวดเร็วทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้นปริมาณกรดลดลง โดยปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดจะเพิ่มขึ้น สำหรับการลดลงของน้ำตาลรีดิวซ์เกิดจากการที่เชื้อจุลินทรีย์มีการใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหารเพื่อการเจริญเติบโต ดังนั้นสรุปได้ว่าภาชนะบรรจุถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์ม PVC มีความเหมาะสมต่อการเก็บรักษาผลหม่อนสดระยะสุกจัดได้ดีที่สุด โดยผลหม่อนมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ค่อนข้างน้อยจึงเหมาะที่จะคัดเลือกใช้เป็นภาชนะบรรจุต่อไป

ตาราง 4.3 ผลของภาชนะบรรจุต่ออายุการเก็บรักษาของหม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (31±4 องศาเซลเซียส)

ภาชนะบรรจุ	คุณภาพทางกายภาพและเคมี	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)		
		0	1	2
ถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์ม PVC	การสูญเสียน้ำหนัก (ร้อยละ)	0	0.32 ± 0.35	2.75 ± 0.26
	ความชื้น (ร้อยละ)	82.69 ± 0.85	83.40 ± 0.53	83.68 ± 0.42
	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	4.50 ± 0.40	4.55 ± 0.47	4.64 ± 0.12
	กรดทั้งหมด (กรัมต่อลิตร)	15.01 ± 1.52	13.75 ± 2.16	12.50 ± 2.16
	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	12 ± 0.50	13 ± 0.50	14 ± 0.86
	น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมต่อ100กรัม)	84.33 ± 1.25	35.66 ± 1.75	14.00 ± 0.50
ถุงพลาสติก PP ไม่เจาะรู	การสูญเสียน้ำหนัก (ร้อยละ)	0	0.42 ± 0.10	
	ความชื้น (ร้อยละ)	82.69 ± 0.85	84.18 ± 0.82	
	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	4.50 ± 0.40	4.60 ± 0.46	(เน่าเสีย)
	กรดทั้งหมด (กรัมต่อลิตร)	15.01 ± 1.52	10.00 ± 2.16	
	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	12 ± 0.50	13.16 ± 0.57	
	น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมต่อ100กรัม)	84.33 ± 1.25	36.50 ± 1.00	
ถุงพลาสติก PP เจาะรูด้านข้าง 4 รู	การสูญเสียน้ำหนัก (ร้อยละ)	0	0.99 ± 0.10	
	ความชื้น (ร้อยละ)	82.69 ± 0.85	85.53 ± 0.32	
	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	4.50 ± 0.40	4.93 ± 0.20	(เน่าเสีย)
	กรดทั้งหมด (กรัมต่อลิตร)	15.01 ± 1.52	10.00 ± 2.16	
	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	12 ± 0.50	14.10 ± 0.79	
	น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมต่อ100กรัม)	84.33 ± 1.25	28.00 ± 0.50	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.4 ลักษณะที่สังเกตได้ของหม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่ระหว่างการเก็บรักษาในภาชนะบรรจุ 2 แบบ ที่อุณหภูมิห้อง (31±4 องศาเซลเซียส)

ภาชนะบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)		
	วันที่ 0	**วันที่ 1**	**วันที่ 2**
ถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์ม PVC	ผลสีดำสด เนื้อผลแน่น	ผลสีดำ เนื้อผลเริ่มนิ่ม ไม่มีไอน้ำเกาะตามภาชนะ	ผลมีลักษณะสีดำคล้ำ เนื้อผลเริ่มและไม่มีไอน้ำเกาะตามภาชนะ ผลมีกลิ่นเปรี้ยว มีจุดสีขาวเกิดขึ้น (เน่าเสีย)
ถุงพลาสติก PP ไม่เจาะรู	ผลสีดำสด เนื้อผลแน่น	ผลมีลักษณะเริ่มเละ มีน้ำออกมาจากผล มีไอน้ำเกาะที่ถุงมาก ถุงมีลักษณะพองตัว ผลมีกลิ่นเปรี้ยว มีจุดสีขาวเกิดขึ้น (เน่าเสีย)	(เน่าเสีย)
ถุงพลาสติก PP เจาะรูด้านข้าง 4รู	ผลสีดำสด เนื้อผลแน่น	ผลมีลักษณะเริ่มเละ มีน้ำออกมาจากผล มีไอน้ำเกาะที่ถุง ผลมีกลิ่นเปรี้ยว มีจุดสีขาวเกิดขึ้น (เน่าเสีย)	(เน่าเสีย)

4.3 ผลของระยะความสุกและอุณหภูมิต่ออายุการเก็บรักษาของหม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่

จากผลการทดลองข้อ 4.2 ได้คัดเลือกถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์ม PVC ซึ่งมีความเหมาะสมที่จะนำมาเป็นภาชนะบรรจุผลหม่อนสดที่ระยะความสุกแตกต่างกันคือ ระยะแก่จัด (สีแดงทั้งผล) สุก (สีแดงผสมดำ) และสุกจัด (สีดำทั้งผล) โดยนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 10±1 องศาเซลเซียส จนหมดอายุการเก็บรักษา พบว่าปริมาณความชื้นของผลหม่อนสด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

แต่ละระยะความสุกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่อุณหภูมิไม่มีความแตกต่างกัน โดยระยะสุกจัดมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด (ร้อยละ84.14±0.62) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) พบว่าระยะความสุกและอุณหภูมิมีผลต่อค่า pH โดยผลหม่อนสดระยะสุกจัดมีค่า pH สูงสุด (4.63±0.14) ปริมาณกรดทั้งหมดของผลหม่อนสดแต่ละระยะความสุกมีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนอุณหภูมิไม่มีผลต่อปริมาณกรด พบว่าระยะสุกและสุกจัดมีปริมาณกรดใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 26.25–26.28 กรัมต่อลิตร ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผลหม่อนสดระยะสุกและสุกจัดมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงสุดอยู่ในช่วง 9.91-11.16 องศาบริกซ์ และน้ำตาลรีดิวซ์ที่ระยะความสุกและอุณหภูมิมีความแตกต่างกัน มีผลต่อน้ำตาลรีดิวซ์ พบว่าระยะสุกและสุกจัดมีค่าน้ำตาลรีดิวซ์สูงสุดอยู่ในช่วง 23.60–24.46 มิลลิกรัมต่อ100กรัม (ตาราง 4.5)

ตาราง 4.5 ผลของปัจจัยเดี่ยว (ระยะความสุกและอุณหภูมิ) ต่อคุณภาพทางเคมีในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาผลหม่อนสดพันธุ์เชียงใหม่

คุณภาพทางเคมี	ระยะความสุกของผลหม่อนสด			อุณหภูมิการเก็บรักษา	
	แก่จัด	สุก	สุกจัด	4 °C	10-12 °C
ความชื้น (ร้อยละ)	86.90 ± 1.99^{b}	87.19 ± 0.39^{b}	84.14 ± 0.62^{a}	85.79 ± 0.33^{a}	86.35 ± 2.14^{a}
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	3.16 ± 0.04^{c}	3.54 ± 0.23^{b}	4.19 ± 0.47^{a}	3.88 ± 0.14^{a}	3.37 ± 0.25^{b}
กรดทั้งหมด (กรัมต่อลิตร)	48.12 ± 2.16^{b}	26.28 ± 0.42^{a}	26.25 ± 0.42^{a}	31.27 ± 2.16^{a}	33.83 ± 2.68^{a}
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	7.08 ± 0.28^{b}	9.91 ± 1.60^{a}	11.16 ± 0.50^{a}	10.88 ± 0.50^{a}	7.88 ± 0.12^{b}
น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมต่อ100กรัม)	16.75 ± 0.52^{b}	23.6 ± 0.31^{a}	24.46 ± 0.53^{a}	23.17 ± 0.56^{a}	14.86 ± 0.56^{b}

หมายเหตุ - เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอนโดยวิธี Dancan's New Multiple Rang Test (DMRT) ตัวอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

- ns. หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลของปัจจัยร่วมระหว่างระยะความสุกและอุณหภูมิในการเก็บรักษา มีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) พบว่าค่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะความสุกและอุณหภูมิ มีผลต่อปริมาณความชื้น โดยผลหม่อนสดระยะสุกจัดที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด (ร้อยละ 83.07±0.62) ส่วนระยะความสุกและอุณหภูมิอื่น ๆ มีปริมาณความชื้นสูง

ใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง ร้อยละ 85.22-87.64 ค่าความเป็นกรด–ด่างและปริมาณกรดทั้งหมดมีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) พบว่าค่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะความสุกและอุณหภูมิ มีผลต่อค่าความเป็นกรด–ด่างและปริมาณกรดทั้งหมด โดยผลหม่อนสดระยะสุกและสุกจัดเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่า pH สูงสุดอยู่ในช่วง 3.83-4.63 ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดอยู่ในช่วง 26.07-27.50 กรัมต่อลิตร ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์มีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) พบว่าค่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะความสุกและอุณหภูมิ มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์ โดยผลหม่อนสดระยะสุกและสุกจัดเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและน้ำตาลรีดิวซ์สูงสุดอยู่ในช่วง 12.50–13.16 องศาบริกซ์ และ 25.13-25.47 มิลลิกรัมต่อ100กรัม (ตาราง 4.6)

ผลการวิเคราะห์การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลหม่อนสด พบว่าระยะสุกจัดมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นมากที่สุด ($2.5\text{-}9.9\times10^{7}$CFU/g) ส่วนระยะสุกและแก่จัดมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 3.1×10^{2} - 4.8×10^{2}CFU/g และเมื่อเก็บรักษาผลหม่อนสดไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าผลหม่อนสดระยะแก่จัดเก็บรักษานาน 21 วัน จะมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น ($< 1\times10^{4}$CFU/g) ระยะสุกและสุกจัดเก็บรักษานาน 14 และ 12 วัน มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น (6.3×10^{8} และ $> 2.5\times10^{9}$CFU/g ตามลำดับ) ส่วนการเก็บรักษาผลหม่อนสดที่อุณหภูมิ 10±1 องศาเซลเซียส พบว่าผลหม่อนสดระยะแก่จัดเก็บรักษานาน 9 วัน มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น ($< 1\times10^{5}$ CFU/g) ระยะสุกและสุกจัดเก็บรักษานาน 7 และ 6 วัน ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น (2.2×10^{9} และ 5.6×10^{9}CFU/g ตามลำดับ) (ตาราง 4.7) จากผลการทดลองแสดงว่าระหว่างการเก็บรักษาผลหม่อนสดที่ระยะความสุกแตกต่างกัน ปริมาณความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บรักษา แต่ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีแนวโน้มลดลงซึ่งเกิดจากเชื้อจุลินทรีย์มีการใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหารเพื่อการเจริญเติบโต การเก็บรักษาผลหม่อนสดที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยชลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ ทำให้เพิ่มระยะเวลาการเก็บรักษาผลหม่อนสดให้นานขึ้น โดยพบว่าผลหม่อนสดระยะสุกและสุกจัดมีคุณภาพทางเคมีที่ใกล้เคียงกัน และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาหม่อนผลสดที่ระยะความสุกต่าง ๆ ได้นานกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10±1องศาเซลเซียส นอกจากนี้ลักษณะสีของผลหม่อนแต่ละระยะความสุกไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ดังนั้นผลหม่อนสดระยะสุกและสุกจัดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมีคุณภาพทางเคมีในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาใกล้เคียงกัน โดยสามารถเก็บรักษาได้นาน 14 และ 12 วัน ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.6 ผลของปัจจัยร่วมระหว่างระยะความสุกและอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อคุณภาพทางเคมีของหม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่

คุณภาพทางเคมี	ปัจจัยร่วมระหว่างระยะความสุกและอุณหภูมิ					
	แก่จัด		สุก		สุกจัด	
	4°C	10±1°C	4°C	10±1°C	4°C	10±1°C
ความชื้น (ร้อยละ)	87.64±0.59^{b}	86.16±0.31^{b}	86.69±0.62^{b}	87.69±0.39^{b}	83.07±0.62^{a}	85.22±0.10^{b}
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	3.21±0.02^{c}	3.11±0.04^{c}	3.83±0.20^{ab}	3.26±0.23^{c}	4.63±0.14^{a}	3.76±0.47^{b}
ปริมาณกรดทั้งหมด (กรัมต่อลิตร)	50.25±0.78^{c}	50.00±2.16^{c}	26.07±0.42^{a}	32.50±0.43^{b}	27.5±0.43^{a}	30.0±0.43^{b}
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	7.00±1.00^{c}	7.17±0.28^{bc}	12.50±0.50^{a}	7.33±0.76^{bc}	13.17±1.60^{a}	10.17±1.60^{b}
น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัมต่อ100กรัม)	11.00±1.00^{c}	22.5±0.86^{ab}	25.47±1.00^{a}	21.83±0.76^{b}	25.13±1.66^{a}	21.20±0.32^{b}
อายุการเก็บรักษา	21 วัน	9 วัน	14 วัน	7 วัน	12 วัน	6 วัน

หมายเหตุ - เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอนโดยวิธี Dancan's New Multiple Rang Test (DMRT) ตัวอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

- ns. หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตาราง 4.7 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษาของหม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่ที่ระยะความสุกและอุณหภูมิแตกต่างกัน

ระยะความสุก	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (CFU/g)		
	เริ่มเก็บรักษา	หลังเก็บรักษา 4 °C	หลังเก็บรักษา 10±1 °C
แก่จัด	4.8×10^{2}	$<10 \times 10^{4}$ (21 วัน)	$<1 \times 10^{5}$ (9 วัน)
สุก	3.1×10^{2}	6.3×10^{8} (14 วัน)	2.2×10^{9} (7 วัน)
สุกจัด	$2.5\text{-}9.9 \times 10^{7}$	$>2.5 \times 10^{9}$ (12 วัน)	5.6×10^{9} (6 วัน)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved