

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลของอุณหภูมิของน้ำร้อนและเวลาแช่ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลมะนาวไทยพันธุ์แป้น

ผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อน 49, 52 และ 55°C เป็นเวลา 5 และ 10 นาที เมื่อนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% และ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% แล้วนำมาตรวจวัดผล ได้ผลการทดลองดังนี้

1. การวิเคราะห์ทางกายภาพ

1.1 การสูญเสียน้ำหนัก

การแช่ผลมะนาวในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาแช่ต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% พบว่าเมื่อเก็บรักษาได้ 10 วัน อุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาแช่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลมะนาว โดยผลที่แช่ในน้ำร้อน 49°C และ 52°C มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยคือ 2.04 และ 1.94% ขณะที่ผลที่แช่ในน้ำร้อน 55°C มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดคือ 3.01% ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนระยะเวลาในการแช่ปรากฏว่าผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อนนาน 5 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยคือ 1.98% ขณะที่การแช่นาน 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดคือ 2.68% ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อหาผลกระทบรวมระหว่างอุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาแช่ พบว่าผลที่แช่ในน้ำร้อน 49°C 5 นาที, 49°C 10 นาที, 52°C 5 นาที, 52°C 10 นาที และ 55°C 5 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยคือ 2.13, 1.95, 1.85, 2.04 และ 1.89% ขณะที่การแช่ในน้ำร้อน 55°C 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดคือ 4.12% ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้นไม่สามารถตรวจวัดผลได้ เนื่องจากผลเน่า (ตาราง 1 และภาพผนวก 14)

การแช่ผลมะนาวในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาแช่ต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% พบว่าเมื่อเก็บรักษาได้ 10 วัน อุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาแช่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลมะนาว โดยผลที่แช่ในน้ำร้อน 49°C และ 52°C มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยคือ 1.51 และ 1.50% ขณะที่การแช่ในน้ำร้อน 55°C มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดคือ 2.70% ส่วนระยะเวลาในการแช่ ปรากฏว่าผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อนนาน 5 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยคือ 1.38% ขณะที่การแช่นาน 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดคือ 2.40% ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อหาผลกระทบรวมระหว่างอุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาแช่ พบว่าผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อน 49°C 5 นาที, 49°C 10 นาที, 52°C 5 นาที,

52°ซ 10 นาที และ 55°ซ 5 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยคือ 1.47, 1.54, 1.09, 1.93 และ 1.61% ขณะที่การแช่ในน้ำร้อน 55°ซ 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดที่ 3.74% ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้นผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาแช่ต่างๆ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสูงขึ้นทุกวัน จนกระทั่งในวันที่ 50 ของการเก็บรักษา พบว่าอุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาแช่ไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลมะนาวเมื่อหาผลกระทบบรรวบรวมระหว่างอุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาแช่ พบว่าผลที่แช่ในน้ำร้อน 52°ซ 5 นาที, 52°ซ 10 นาที และ 55°ซ 5 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยคือ 10.58, 10.85 และ 10.30% ขณะที่การแช่ในน้ำร้อน 49°ซ 5 นาที และ 49°ซ 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดที่ 13.69 และ 13.97% เมื่อเก็บรักษาได้ 60 วัน ผลที่แช่ในน้ำร้อน 55°ซ 5 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 11.13% ส่วนผลที่แช่ในน้ำร้อน 52°ซ 5 และ 10 นาที หมดยุการเก็บรักษาในวันที่ 54 ของการเก็บรักษา เนื่องจากเปลือกผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (ตาราง 2 และภาพผนวก 1B)

ตาราง 1 การสูญเสียน้ำหนักของผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลา
แช่ต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 25°C เป็นเวลา 10 วัน		
อุณหภูมิ (°C)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
	5	10	
49	2.13a	1.95a	2.04a
52	1.85a	2.04	1.94a
55	1.89a	4.12b	3.01b
เฉลี่ย (เวลา)	1.98a	2.68b	2.33
อุณหภูมิ x เวลา	0.30		
อุณหภูมิ	0.75		
เวลา	0.04		
CV(%)	8.72		

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 2 การสูญเสียน้ำหนักของผสมธัญพืชเป็นต้นที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาแตกต่างกันไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 °ซ

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผสมธัญพืชที่ 13 °ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)											
	10				20				30			
	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)		เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)		เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	
อุณหภูมิ (°ซ)	5	10			5	10			5	10		
49	1.47 ab	1.54 ab	1.51 a	4.91 b	4.97 b	4.94 ns	8.37 ab	9.76 a	9.07 b			
52	1.09 a	1.93 b	1.50 a	4.49 ab	3.41 a	3.96 ns	8.67 ab	7.81 b	8.25 ab			
55	1.61 b	3.74 c	2.70 b	4.24 ab	-	4.24 ns	7.27 b	-	7.27 a			
เฉลี่ย (เวลา)	1.38a	2.40b	1.89	4.55ns	4.19ns	4.41	8.13ns	8.78ns	8.39			
LSD อุณหภูมิ x เวลา	0.66		1.24		1.23		1.47					
อุณหภูมิ	0.54		1.03		1.32		29.03					
เวลา	4.46		0.87									
CV (%)	71.32		45.72									

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหมดอายุการเก็บรักษา

ตาราง 2 (ต่อ) การสูญเสียน้ำหนักของผลมะนาวพันธุ์เป็นการเข้าในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาแตกต่างกัน แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13°ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)											
	40				50				60			
	เวลา (นาที่)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที่)	เวลา (นาที่)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที่)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที่)	
อุณหภูมิ(°ซ)	5	10			5	10		5	10		5	10
49	10.33 ns	10.66 ns	10.50 b	13.69 b	13.97 b	13.83 ns	-	-	-	-	-	-
52	9.85 ns	9.97 ns	9.91 b	10.58 a	10.85 a	10.7 ns	-	-	-	-	-	-
55	8.76 ns	-	8.76 a	10.30 a	-	10.30 ns	11.13	-	11.13	-	11.13	-
เฉลี่ย (เวลา)	9.67 ns	10.32 ns	9.93	11.52 ns	12.41 ns	11.61	11.13	-	11.13	-	11.13	-
อุณหภูมิ x เวลา	1.89		1.28									
อุณหภูมิ	1.54		10.4									
เวลา	1.06		1.71									
CV (%)	30.38		21.61									

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหมดอายุการเก็บรักษา

1.2 การเกิดโรคและอาการผิดปกติของผลมะนาว

การแช่ผลมะนาวในน้ำร้อน 49, 52 และ 55°C เป็นเวลา 5 และ 10 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% พบว่าเมื่อเก็บรักษาได้ 14 วัน ผลมะนาวในทุกกรรมวิธียกเว้นชุดที่แช่ในน้ำร้อน 55°C 10 นาที ถูกเชื้อราเข้าทำลาย โดยพบเส้นใยของเชื้อราที่ขั้วและเปลือกผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อน 49°C 5 นาที, 52°C 5 นาที และ 55°C 5 นาที มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 10, 10 และ 5% ตามลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากโรคเกิน 20% ของจำนวนผลทั้งหมดในวันที่ 16 ของการเก็บรักษา ในขณะที่ผลที่แช่ในน้ำร้อน 49°C 10 นาที และ 52°C 10 นาที พบการเข้าทำลายของโรคในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ที่เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 15 และ 10% ตามลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากโรคเกิน 20% ของจำนวนผลทั้งหมดในวันที่ 17 ของการเก็บรักษา (ตาราง 3) ส่วนการเก็บรักษาผลมะนาวไว้ที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% ไม่พบการเข้าทำลายของโรคตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา แต่พบอาการผิดปกติเกิดขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 10 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% และ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% เกิดอาการผิดปกติ โดยเปลือกผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ำในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา ในขณะที่กรรมวิธีอื่นๆ มีสภาพปกติ (ภาพ 8B, 9B) เมื่อเก็บรักษาไว้ที่ 13°C เป็นเวลานานขึ้น พบว่าผลที่แช่ในน้ำร้อน 49°C 5 นาที, 49°C 10 นาที, 52°C 5 นาที และ 52°C 10 นาที เปลือกผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ในวันที่ 48, 48, 51 และ 52 ของการเก็บรักษา คิดเป็นเปอร์เซ็นต์อาการผิดปกติของผลเท่ากับ 10, 5, 5 และ 5% ตามลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์อาการผิดปกติเกิน 20% ของจำนวนผลทั้งหมดในวันที่ 50, 51, 53 และ 54 ของการเก็บรักษาตามลำดับ ส่วนผลที่แช่ในน้ำร้อน 55°C 5 นาที เกิดอาการผิดปกติที่ผลในวันที่ 60 ของการเก็บรักษา โดยมีเปอร์เซ็นต์อาการผิดปกติเพียง 5% และมีอาการผิดปกติของผลเกิน 20% ของจำนวนผลทั้งหมด ในวันที่ 64 ของการเก็บรักษา (ตาราง 4)

ตาราง 3 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคของผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาแช่ต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคที่พบเมื่อเก็บรักษาที่ 25°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)							
	13	14	15	16	17	18	19	20
1. แช่น้ำร้อน 49°C เป็นเวลา 5 นาที	0	10	10	35	35	45	45	70
2. แช่น้ำร้อน 49°C เป็นเวลา 10 นาที	0	0	15	15	30	30	55	55
3. แช่น้ำร้อน 52°C เป็นเวลา 5 นาที	0	10	10	35	35	60	60	75
4. แช่น้ำร้อน 52°C เป็นเวลา 10 นาที	0	0	10	10	25	25	25	40
5. แช่น้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 5 นาที	0	5	5	25	25	45	45	65
6. แช่น้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 10 นาที	หมดอายุการเก็บรักษาเมื่อวันที่ 10 ของการเก็บรักษา							

ตาราง 4 เปรอร์เซ็นต์ของการผิดปกติของผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาแตกต่างกัน แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 13°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์อาการผิดปกติที่พบเมื่อเก็บรักษาที่ 13°ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)																			
	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	
1. แช่น้ำร้อน 49°ซ เป็นเวลา 5 นาที	0	10	10	10	25	25	75	75	100											
2. แช่น้ำร้อน 49°ซ เป็นเวลา 10 นาที	0	5	5	30	30	30	55	55	80	80	100									
3. แช่น้ำร้อน 52°ซ เป็นเวลา 5 นาที	0	0	0	0	0	5	5	25	25	45	45	45	45	65	65	85	85	100		
4. แช่น้ำร้อน 52°ซ เป็นเวลา 10 นาที	0	0	0	0	5	5	35	35	35	35	35	50	50	50	75	75	75	75	100	
5. แช่น้ำร้อน 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	10	25	25	
6. แช่น้ำร้อน 55°ซ เป็นเวลา 10 นาที	หมดอายุการเก็บรักษาเมื่อวันที่ 10 ของการเก็บรักษา																			

1.3 การเปลี่ยนแปลงของสีผิว

หลังจากแช่ผลมะนาวในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาแช่ต่าง ๆ แล้วนำมาตรวจวัดค่า L^* a^* b^* C^* และค่า h° ทันที พบว่าทั้งอุณหภูมิและระยะเวลาในการแช่ไม่มีผลต่อค่าต่าง ๆ ข้างต้น แต่เมื่อนำมาเก็บรักษาไว้ที่ 25°C และ 13°C จะพบว่าผลมะนาวในชุดที่แช่ในน้ำร้อน 55°C 10 นาที เมื่อเก็บรักษาไว้ทั้งที่ 25°C และ 13°C เป็นเวลา 10 วัน มีค่า a^* เพิ่มขึ้น ส่วน C^* และค่า h° มีค่าลดลง ซึ่งแตกต่างจากที่พบในชุดอื่นๆ และมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 5-14) และเมื่อเก็บไว้นานขึ้นค่า L^* b^* และ C^* ของผิวผลมะนาวในทุกกรรมวิธี ยกเว้นผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อน 55°C 10 นาที มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น ในขณะที่ค่า a^* และ h° มีแนวโน้มลดลงตลอดอายุการเก็บรักษาที่ 13°C (ภาพผนวก 2,4,5 และ 3,6) จากผลการศึกษา พบว่าผลการใช้อุณหภูมิ 55°C 5 นาที สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของค่า L^* a^* b^* C^* และ h° ได้ดีกว่าในชุดการทดลองอื่นๆ และทำให้ผลยังคงมีสีเขียวอยู่ได้นานโดยพิจารณาจากค่า h° ที่ลดลงช้ากว่าชุดการทดลองอื่นๆ (ตาราง 12) นอกจากนี้อาจพิจารณาจากค่า b^* และค่า C^* ที่เพิ่มขึ้นในขณะที่ค่า h° ลดลง (ตาราง 10 และ 12)

ตาราง 5 ค่า L* ของเปลือกผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลา แช่ต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

กรรมวิธี	ค่า L* ของเปลือกผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 25°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)					
	0 วัน			10 วัน		
	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
5	10	5		10		
49	42.35 ns	41.53 ns	41.93 ns	44.32 ns	43.62 ns	43.97 ns
52	42.36 ns	42.63 ns	42.49 ns	44.64 ns	44.32 ns	44.48 ns
55	42.45 ns	41.28 ns	41.86 ns	45.01 ns	43.78 ns	44.39 ns
เฉลี่ย (เวลา)	42.38 ns	41.81 ns	42.10	44.66 ns	43.91 ns	44.28
อุณหภูมิ x เวลา	1.90			3.37		
อุณหภูมิ	1.33			2.33		
เวลา	0.29			0.43		
CV (%)	5.04			8.47		

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ค่า L = the lightness factor (value) ค่า L มีค่าเข้าใกล้ศูนย์หมายถึงวัตถุมีสีคล้ำ หากค่า L มีค่าสูงเข้าใกล้ 100 วัตถุจะมีสีใส

ตาราง 6 ค่า L* ของเปลือกผลมะนาวพันธุ์เป็นต้นผ่านการแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาแช่ต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°C

ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	ค่า L* ของเปลือกผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)											
	0 วัน			10 วัน			20			30		
	เวลา (นาที)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
อุณหภูมิ (°ซ)	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10
49	41.97ns	41.03 ns	42.06 abc	41.18 ab	41.62 ns	41.85 a	46.15 a	45.85 a	49.42 ab	48.17 ab	48.80 ns	
52	42.14 ns	41.48ns	43.25 c	41.57 abc	42.41 ns	45.60 a	48.67 b	45.60 a	50.88 b	47.51 a	49.20 ns	
55	42.44 ns	40.18 ns	42.50 bc	40.24 a	41.37 ns		47.27 b	-	51.04 b	-	51.04 ns	
เฉลี่ย (เวลา)	42.18ns	41.30 ns	42.60b	41.00a	41.80	45.72a	47.37b	45.72a	50.45 b	47.84 a	49.40	
อุณหภูมิ x เวลา	1.82		1.84		2.27				3.31			
อุณหภูมิ	1.32		1.34		1.90				2.74			
เวลา	3.04		3.00		2.20				2.45			
CV (%)	7.20		7.02		7.74				10.65			

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหาค่าเฉลี่ยการเก็บรักษา

ค่า L = the lightness factor (value) ค่า L มีค่าเข้าใกล้ศูนย์หมายถึงวัตถุมีสีคล้ำ หากค่า L มีค่าสูงเข้าใกล้ 100 วัตถุจะมีสีใต

ตาราง 6 (ต่อ) ค่า L* ของเปลือกผลมะนาวพันธุ์เป็นต้นที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาแตกต่างกันแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	ค่า L* ของเปลือกผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)											
	40				50				60			
	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
อุณหภูมิ (°C)	5	10		5	10		5	10		5	10	
	55.76 ab	53.61 ab	54.69 ns	60.48 ns	57.44 ns	58.96 ns	-	-	-	-	-	
	56.49 b	52.67 a	54.58 ns	59.18 ns	56.46 ns	57.82 ns	-	-	-	-	-	
55	56.18 ab	-	56.18 ns	60.30 ns	-	60.30 ns	65.28	65.28	65.28	65.28	65.28	
เฉลี่ย (เวลา)	56.14b	53.14a	54.94	59.98b	56.95a	58.77	65.28	65.28	65.28	65.28	65.28	
อุณหภูมิ x เวลา	3.76											
อุณหภูมิ	3.12											
เวลา	2.49											
CV (%)	10.89											

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหาค่าเฉลี่ยการเก็บรักษา

ค่า L = the lightness factor (value) ค่า L มีค่าเข้าใกล้ศูนย์หมายถึงวัตถุนั้นมืดดำ หากค่า L มีค่าสูงเข้าใกล้ 100 วัตถุจะมีสีใต

ตาราง 7 ค่า a^* ของเปลือกผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลา แช่ต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

กรรมวิธี	ค่า a^* ของเปลือกผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 25°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)					
	0 วัน			10 วัน		
	เวลา (นาทีก)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาทีก)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
5	10	5		10		
49	-11.45 ns	-11.65 ns	-11.55 ns	-13.45 b	-13.34 b	-13.40 b
52	-10.95 ns	-12.18 ns	-11.57 ns	-13.25 b	-13.25 b	-13.25 b
55	-11.68 ns	-10.32 ns	-11.00 ns	-13.38 b	+3.32 a	-8.35 a
เฉลี่ย (เวลา)	-11.36 ns	-11.38 ns	-11.37	-13.36 b	-9.97 a	-11.67
อุณหภูมิ x เวลา	1.94			1.28		
อุณหภูมิ	0.91			0.93		
เวลา	0.95			0.11		
CV (%)	12.82			10.69		

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

a, b = the chromaticity coordinates (hue, chroma) ค่า a เมื่อมีค่าเป็นบวกหมายถึงวัตถุจะมีสีแดง หากวัตถุมีค่าเป็นลบหมายถึงวัตถุมีสีเขียว ส่วนค่า b เมื่อมีค่าเป็นบวกหมายถึงวัตถุมีสีเหลือง หากมีค่าเป็นลบหมายถึงวัตถุมีสีน้ำเงิน ทั้งค่า a และ b หากมีค่าเป็นศูนย์หมายถึงวัตถุมีสีเทา

ตาราง 8 ค่า a* ของเปลือกผลมะนาวพันธุ์เป็นต้นที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาแตกต่างกันแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°C

ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	ค่า a* ของเปลือกผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)											
	0			10			20			30		
	เวลา (นาท)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาท)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาท)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาท)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
อุณหภูมิ (°C)	5	10		5	10		5	10		5	10	
49	-10.62 ns	-11.41 ns	-11.02 ns	-11.83 b	-13.20 b	-12.52 b	-13.25 a	-14.20 ab	-13.73 a	-14.12 a	-14.64 a	-14.38 a
52	-11.01 ns	-10.69 ns	-10.85 ns	-12.32 b	-12.12 b	-12.22 b	-13.34 a	-13.95 ab	-13.65 a	-14.32 a	-14.50 a	-14.41 a
55	-11.91 ns	-10.61 ns	-11.26 ns	-13.64 b	+2.48 a	-8.06 a	-14.68 b	-	-14.68 b	-15.86 b	-	-15.86 b
เฉลี่ย (เวลา)	-11.18 ns	-10.91 ns	-11.05	-12.60 b	-9.27 a	-10.94	-13.76 ns	-14.08 ns	-13.88	-14.77 ns	-14.57 ns	-14.68
อุณหภูมิ x เวลา	1.45			2.33			1.03			0.98		
อุณหภูมิ	0.54			1.64			0.85			0.79		
เวลา	1.24			0.48			0.92			0.58		
CV (%)	10.45			29.91			11.95			10.59		

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหาค่าจากการเก็บรักษา

a, b = the chromaticity coordinates (hue, chroma) ค่า a เมื่อมีค่าเป็นบวกหมายถึงวัตถุจะมีสีแดง หากวัตถุมีค่าเป็นลบหมายถึงวัตถุมีสีเขียว ส่วนค่า b เมื่อมีค่าเป็นบวกหมายถึงวัตถุมีสีเหลือง หากมีค่าเป็นลบหมายถึงวัตถุมีสีน้ำเงิน ทั้งค่า a และ b หากมีค่าเป็นศูนย์หมายถึงวัตถุมีสีเทา

ตาราง 8 (ต่อ) ค่า a* ของเปลือกผลมะนาวพันธุ์เป็นต้นที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาแตกต่างกัน แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	ค่า a* ของเปลือกผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13 °ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)											
	40				50				60			
	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)		เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)		เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	
อุณหภูมิ (°ซ)	5	10		5	10		5	10		5	10	
49	-15.07 ns	-14.63 ns	-14.85 ns	-11.69 a	-12.10 abc	-11.90 a	-	-	-	-	-	
52	-15.54 ns	-14.80 ns	-15.17 ns	-13.95 bc	-11.98 ab	-12.96 ab	-	-	-	-	-	
55	-16.01 ns	-	-16.01 ns	-14.27 c	-	-14.27 b	-10.65	-	-	-10.65	-	
เฉลี่ย (เวลา)	-15.54 ns	-14.72 ns	-15.20	-13.30 ns	-12.04 ns	-12.79	-10.65	-	-	-10.65	-	
อุณหภูมิ x เวลา	2.20											
อุณหภูมิ	1.19											
เวลา	1.74											
CV (%)	15.31											

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหมดอายุการเก็บรักษา

a, b = the chromaticity coordinates (hue, chroma) ค่า a เมื่อมีค่าเป็นบวกหมายถึงวัตถุจะมีสีแดง หากวัตถุมีค่าเป็นลบหมายถึงวัตถุมีสีเขียว ส่วนค่า b เมื่อมีค่าเป็นบวกหมายถึงวัตถุมีสีเหลือง หากมีค่าเป็นลบหมายถึงวัตถุมีสีน้ำเงิน ทั้งค่า a และ b หากมีค่าเป็นศูนย์หมายถึงวัตถุมีสีเทา

ตาราง 9 ค่า b^* ของเปลือกผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลา แช่ต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

กรรมวิธี	ค่า b^* ของเปลือกผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 25°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)					
	0 วัน			10 วัน		
	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
5	10	5		10		
อุณหภูมิ (°C)						
49	14.65 ns	13.43 ns	14.04 ns	19.32 ns	18.32 ns	18.82 ns
52	14.85 ns	14.15 ns	14.50 ns	18.65 ns	16.46 ns	17.56 ns
55	13.63 ns	14.28 ns	13.96 ns	18.56 ns	17.65 ns	18.11 ns
เฉลี่ย (เวลา)	14.37 ns	13.95 ns	14.16	18.84 ns	17.48 ns	18.16
อุณหภูมิ x เวลา	2.51			4.84		
อุณหภูมิ	1.81			3.36		
เวลา	0.14			0.72		
CV (%)	19.69			29.19		

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

a, b = the chromaticity coordinates (hue, chroma) ค่า a เมื่อมีค่าเป็นบวกหมายถึงวัตถุจะมีสีแดง หาก
วัตถุมีค่าเป็นลบหมายถึงวัตถุมีสีเขียว ส่วนค่า b เมื่อมีค่าเป็นบวกหมายถึงวัตถุมีสีเหลือง หากมีค่าเป็น
ลบหมายถึงวัตถุมีสีน้ำเงิน ทั้งค่า a และ b หากมีค่าเป็นศูนย์หมายถึงวัตถุมีสีเทา

ตาราง 10 ค่า b* ของเปลือกผลมะนาวพันธุ์เป็นต้นที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°C

ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

ค่า b* ของเปลือกผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)

กรรมวิธี	0						10						20						30					
	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)						
	5	10		5	10		5	10		5	10		5	10										
อุณหภูมิ (°C)																								
49	14.02 ns	13.18 ns	13.60 ns	19.21 c	17.09 bc	18.15 b	23.43 b	22.73 ab	23.08 b	29.69 b	29.85 b	29.77 b												
52	12.69 ns	14.19 ns	13.44 ns	16.19 b	19.02 c	17.61 b	19.88 a	22.74 ab	21.31 ab	26.77 ab	29.23 ab	28.00 ab												
55	13.21 ns	12.79 ns	13.00 ns	16.65 b	13.23 a	14.94 a	19.35 a	-	19.35 a	24.73 a	-	24.73 a												
เฉลี่ย (เวลา)	13.32 ns	13.39 ns	13.35	17.35 ns	16.45 ns	16.90	20.89 ns	22.74 ns	21.62	27.05 ns	29.54 ns	28.05												
อุณหภูมิ x เวลา		1.73			2.34			3.49																
อุณหภูมิ		0.92			1.78			2.94																
เวลา		0.21			1.18			1.59																
CV (%)		15.53			22.16			25.72																

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหาค่าเฉลี่ยการเก็บรักษา

a, b = the chromaticity coordinates (hue, chroma) ค่า a เมื่อมีค่าเป็นบวกหมายถึงวัตถุจะมีสีแดง หากวัตถุมีค่าเป็นลบหมายถึงวัตถุมีสีเขียว ส่วนค่า b เมื่อมีค่าเป็นบวกหมายถึงวัตถุมีสีเหลือง หากมีค่าเป็นลบหมายถึงวัตถุมีสีน้ำเงิน ทั้งค่า a และ b หากมีค่าเป็นศูนย์หมายถึงวัตถุมีสีเทา

ตาราง 10 (ต่อ) ค่า b* ของผิวเปลือกมะนาวพันธุ์เป็นพื้นที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาแตกต่างกัน แล้วนำไปเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 13 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	ค่า b* ของเปลือกมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13 °ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)											
	40			50			60					
	เวลา (นาท)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาท)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาท)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาท)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
อุณหภูมิ (°ซ)	5	10		5	10		5	10		5	10	
49	35.87 ns	35.39 ns	35.63 ns	41.50 ab	41.64 ab	41.57 b	-	-	-	-	-	-
52	33.39 ns	37.03 ns	35.21 ns	40.94 ab	42.70 b	41.82 b	-	-	-	-	-	-
55	32.30 ns	-	32.30 ns	37.06 a	-	37.06 a	47.64	47.64	47.64	47.64	47.64	47.64
เฉลี่ย (เวลา)	33.85 ns	36.21 ns	34.79	39.84 ns	42.17 ns	40.76	47.64	47.64	47.64	47.64	47.64	47.64
อุณหภูมิ x เวลา	5.02			4.62								
อุณหภูมิ	4.14			3.82								
เวลา	1.45			1.54								
CV (%)	22.96			18.04								

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากการเก็บรักษา

a, b = the chromaticity coordinates (hue, chroma) ค่า a เมื่อมีค่าเป็นบวกหมายถึงวัตถุจะมีสีแดง หากวัตถุมีค่าเป็นลบหมายถึงวัตถุมีสีเขียว ส่วนค่า b เมื่อมีค่าเป็นบวกหมายถึงวัตถุมีสีเหลือง หากมีค่าเป็นลบหมายถึงวัตถุมีสีฟ้า

ตาราง 11 ค่า C* (chroma) ของเปลือกผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาแช่ต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

กรรมวิธี	ค่า C* ของเปลือกผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 25°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)					
	0 วัน			10 วัน		
	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
5	10	5		10		
49	18.60 ns	17.79 ns	18.19 ns	23.78 b	22.78 b	23.28 ns
52	18.48 ns	18.69 ns	18.59 ns	23.97 b	21.28 b	22.63 ns
55	17.96 ns	17.63 ns	17.80 ns	23.02 b	17.96 a	20.49 ns
เฉลี่ย (เวลา)	18.34 ns	18.04 ns	18.19	23.58 b	20.67 a	22.13
อุณหภูมิ x เวลา	2.74			4.49		
อุณหภูมิ	1.95			3.10		
เวลา	0.26			0.53		
CV (%)	16.74			21.54		

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ค่า C* = chroma เป็นค่าแสดงความเข้มของสีวัตถุ เมื่อมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ หมายถึงวัตถุมีสีซีดจาง (เทา)
หากมีค่าเข้าใกล้ 60 วัตถุจะมีสีเข้ม

ตาราง 12 ค่า C* (chroma) ของเปลือกผลมะนาวพันธุ์เป็นต้นที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	ค่า C* ของเปลือกผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)												
	0			10			20			30			
	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	
	5	10		5	10		5	10		5	10		
อุณหภูมิ (°C)													
49	17.59 ns	17.43 ns	17.50 ns	22.56 b	21.59 b	22.08 b	26.92 ns	26.80 ns	26.86 ns	32.88 ns	33.25 ns	33.07 ns	
52	16.80 ns	17.77 ns	17.28 ns	20.34 b	22.55 b	21.45 b	23.94 ns	26.68 ns	25.31 ns	30.36 ns	32.63 ns	31.50 ns	
55	17.79 ns	16.62 ns	17.20 ns	21.52 b	13.46 a	17.49 a	24.29 ns	-	24.29 ns	29.38 ns	-	29.37 ns	
เฉลี่ย (เวลา)	17.39 ns	17.27 ns	17.33	21.47 b	19.20 a	20.34	25.05 ns	26.74 ns	25.73 ns	30.87 ns	32.93 ns	31.70	
อุณหภูมิ x เวลา	1.52		3.06			3.52			4.55				
อุณหภูมิ	1.08		2.22			2.87			3.70				
เวลา	0.27		0.99			1.47			1.40				
CV (%)	14.09		23.23			21.77			22.87				

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหมดอายุการเก็บรักษา

ค่า C* = chroma เป็นค่าแสดงตำแหน่งความเข้มของสีวัตถุ เมื่อมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ หมายถึงวัตถุมีสีซีดจาง (เทา) หากมีค่าสูงเข้าใกล้ 60 วัตถุจะมีสีเข้ม

ตาราง 12 (ต่อ) ค่า C* (chroma) ของเปลือกผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	ค่า L* ของเปลือกผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13 °ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)											
	40				50				60			
	เวลา (นาท)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)		เวลา (นาท)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)		เวลา (นาท)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	
อุณหภูมิ (°ซ)	5	10			5	10			5	10		
49	38.91 ns	38.29 ns		38.59 ns	43.12 ab	43.36 ab		43.24 b	-	-		-
52	36.83 ns	39.88 ns		38.36 ns	43.25 ab	44.35 b		43.80 b	-	-		-
55	36.05 ns	-		36.06 ns	39.71 a	-		39.71 a	48.82	-		48.82
เฉลี่ย (เวลา)	37.26 ns	39.09 ns		37.99	42.03 ns	43.85 ns		42.75	48.82	-		48.82
อุณหภูมิ x เวลา		4.33				3.85						
อุณหภูมิ		3.54				3.11						
เวลา		1.30				1.45						
CV (%)		18.14				14.34						

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหาค่าการเก็บรักษา

ค่า C* = chroma เป็นค่าแสดงตำแหน่งความเข้มของสีวัตถุ เมื่อมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ หมายถึงสีที่จาง (เทา) หากมีค่าสูงเข้าใกล้ 60 วัตถุจะมีสีเข้ม

ตาราง 13 ค่า h° (hue angle) ของเปลือกผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาแช่ต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

กรรมวิธี	ค่า h° ของเปลือกผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 25°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)					
	0 วัน			10 วัน		
	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
5	10	5		10		
49	128.30 b	131.33 c	129.82 ns	126.85 b	127.49 b	127.17 b
52	126.83 ab	131.09 c	128.96 ns	125.82 b	130.25 b	128.04 b
55	130.99 c	125.96 a	128.48 ns	127.12 b	79.35 a	103.24 a
เฉลี่ย (เวลา)	128.71 ns	129.46 ns	129.09	126.60 b	112.36 a	119.48
อุณหภูมิ x เวลา	2.29			5.68		
อุณหภูมิ	1.66			4.08		
เวลา	0.04			0.72		
CV (%)	1.98			4.96		

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ค่า h° = hue angle เป็นค่ามุมสีของวัตถุ เมื่อมีค่าเข้าใกล้มุม 90 องศา หมายถึงสีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเหลือง (b+) หากมีค่าเข้าใกล้ 180 องศา สีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเขียว

ตาราง 14 ค่า h° (hue angle) ของผิวเปลือกมะนาวพันธุ์เป็นต้นผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาแตกต่างกัน นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 $^\circ$ C ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	ค่า h° ของเปลือกมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13 $^\circ$ C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)											
	0			10			20			30		
	เวลา (นาท)	เฉลี่ย	อุณหภูมิ	เวลา (นาท)	เฉลี่ย	อุณหภูมิ	เวลา (นาท)	เฉลี่ย	อุณหภูมิ	เวลา (นาท)	เฉลี่ย	อุณหภูมิ
อุณหภูมิ ($^\circ$ C)	5	10	อุณหภูมิ	5	10	อุณหภูมิ	5	10	อุณหภูมิ	5	10	อุณหภูมิ
49	127.14 a	130.88 bc	129.01a	121.63 b	127.68 c	124.65 b	119.49 a	121.99 ab	120.74 a	115.43 a	116.13 a	115.78a
52	130.95 bc	126.99 a	128.96a	127.27 c	122.51 b	124.89 b	123.86 b	121.53 ab	122.69 a	118.14 a	116.38 a	117.26a
55	132.04 c	129.68 b	130.86b	129.32cd	79.38 a	104.35 a	127.19 c	-	127.19 b	122.67 b	-	122.67b
เฉลี่ย (เวลา)	130.04 ns	129.18 ns	129.61	126.08 b	109.86 a	117.96	123.51 ns	121.77 ns	122.81	118.74 ns	116.25 ns	117.75
อุณหภูมิ x เวลา	1.37			2.81			2.63			3.73		
อุณหภูมิ	1.23			2.21			2.19			3.03		
เวลา	1.64			0.96			1.78			1.94		
CV (%)	1.69			3.54			3.40			5.05		

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหาค่าการเก็บรักษา

ค่า h° = hue angle เป็นค่ามุมสีของวัตถุ เมื่อมีค่าเข้าใกล้มุม 90 องศา หมายถึงสีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเหลือง (b+) หากมีค่าสูงเข้าใกล้ 180 องศา

สีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเขียว (a-)

ตาราง 14 (ต่อ) ค่า h° (hue angle) ของเปลือกผลมะนาวพันธุ์เป็นต้นผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาแตกต่างกัน นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	ค่า h° ของเปลือกผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)											
	40				50				60			
	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)		เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)		เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	
อุณหภูมิ (°C)	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10
	112.79 ab	112.46 ab	112.63 a	105.73 a	106.20 a	105.96 a	-	-	-	-	-	-
	114.96 ab	111.79 a	113.37 ab	108.82 ab	105.67 a	107.25 a	-	-	-	-	-	-
เฉลี่ย (เวลา)	116.37 b	-	116.37 b	111.06 b	-	111.06 b	102.60	102.60	102.60	102.60	102.60	102.60
	114.71 ns	112.12 ns	113.67	108.54 ns	105.94 ns	107.49	102.60	102.60	102.60	102.60	102.60	
อุณหภูมิ x เวลา	4.52											
อุณหภูมิ	3.69											
เวลา	1.76											
CV (%)	6.33											

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหมดอายุการเก็บรักษา

ค่า h° = hue angle เป็นค่ามุมสีของวัตถุ เมื่อมีค่าเข้าใกล้มุม 90 องศา หมายถึงสีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเหลือง (b+) หากมีค่าสูงเข้าใกล้

180 องศา สีของวัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเขียว (a-)

2. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

2.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์

หลังแช่ผลมะนาวในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาแช่ต่างๆ แล้วนำไปเก็บไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% พบว่าอุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาแช่ไม่มีผลต่อคลอโรฟิลล์-เอ คลอโรฟิลล์-บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมด โดยมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 15, 17 และ 19) เมื่อหาผลกระทบบรรวบรวมระหว่างอุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาแช่ พบว่าผลที่แช่ในน้ำร้อน 55°C 5 นาที มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดสูงที่สุดคือ 0.0769 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด รองลงมาได้แก่ผลที่แช่ในน้ำร้อน 52°C 10 นาที, 52°C 5 นาที, 49°C 5 นาที, 49°C 10 นาที และ 55°C 10 นาที ที่ 0.0724, 0.0708, 0.0696, 0.0625 และ 0.0575 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 19)

หลังแช่ผลมะนาวในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาแช่ต่างๆ แล้วนำไปเก็บไว้ที่ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% พบว่าอุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาแช่ไม่มีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ แต่เมื่อหาผลกระทบบรรวบรวมระหว่างอุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาแช่ พบว่าผลที่แช่ในน้ำร้อน 52°C 5 นาที มีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ สูงที่สุดคือ 0.0950 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด รองลงมาคือผลที่แช่ในน้ำร้อน 49°C 10 นาที, 52°C 10 นาที, 49°C 5 นาที, 55°C 5 นาที และ 55°C 10 นาที ที่ 0.0900, 0.0900, 0.0775, 0.0725 และ 0.0600 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้นปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ มีแนวโน้มที่ลดลงจนกระทั่งในวันที่ 50 ของการเก็บรักษา พบว่าผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อน 52°C และ 55°C มีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ มากที่สุดคือ 0.0200 และ 0.0200 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ขณะที่การแช่ในน้ำร้อน 49°C มีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ น้อยที่ 0.0100 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 16 และภาพผนวก 7B) สำหรับปริมาณคลอโรฟิลล์-บี พบว่าอุณหภูมิของน้ำร้อนและเวลาแช่ไม่มีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์-บี ของผิวเปลือกมะนาวในทุกกรรมวิธี แต่เมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้นปริมาณคลอโรฟิลล์-บี มีแนวโน้มที่ลดลงตลอดการเก็บรักษา และมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 18 และภาพผนวก 8B) ในส่วนของปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด พบว่าอุณหภูมิและระยะเวลาในการแช่มีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด โดยจะเห็นได้ชัดเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเก็บรักษาได้ 40-50 วัน อุณหภูมิของน้ำร้อนที่ 55 และ 52°C มีผลชะลอการสูญเสียปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดได้ดีกว่าที่ 49°C และระยะเวลาที่แช่นาน 10 นาที มีแนวโน้มที่ช่วยชะลอการสูญเสียของคลอโรฟิลล์ทั้งหมดได้ (ตาราง 20) เมื่อหาผลกระทบบรรวบรวมระหว่างอุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาแช่ พบว่าผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อน 52°C 5 นาที แล้วนำมาวิเคราะห์ผลทันที พบว่ามีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดสูงที่สุด คือ 0.0947 มิลลิกรัม/ 100 กรัม น้ำหนักสด รองลงมาได้แก่ผลที่แช่ในน้ำร้อน 52°C 10 นาที, 49°C 5 นาที, 55°C 5 นาที, 49°C

10 นาที และ 55°ซ 10 นาที ที่ 0.0893, 0.0891, 0.0878, 0.0871 และ 0.0883 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดใน ทุกชุดการทดลองมีค่าลดลงเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น โดยเมื่อเก็บไว้นาน 50 วัน พบว่าผลมะนาวที่ แช่น้ำร้อน 52°ซ 10 นาที มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดสูงที่สุดคือ 0.0268 มิลลิกรัม/ 100 กรัม น้ำหนักสด รองลงมาได้แก่ผลที่แช่น้ำร้อน 55°ซ 5 นาที, 52°ซ 5 นาที, 49°ซ 5 นาที และ 49°ซ 10 นาที ที่ 0.0236, 0.0182, 0.0138 และ 0.0016 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสดตามลำดับ (ตาราง 20 และภาพผนวก 9B)

ตาราง 15 ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ของเปลือกผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาแช่ต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

กรรมวิธี	ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ของเปลือกผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 25°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)					
	0 วัน			10 วัน		
	เวลา (นาทีก)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาทีก)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
5	10	5		10		
49	0.0677 ns	0.0627 ns	0.0652 ns	0.0627 b	0.0566 ab	0.0596 ns
52	0.0667 ns	0.0659 ns	0.0663 ns	0.0576 ab	0.0602 b	0.0589 ns
55	0.0615 ns	0.0701 ns	0.0658 ns	0.0603 b	0.0503 a	0.0553 ns
เฉลี่ย (เวลา)	0.0653 ns	0.0662 ns	0.0658	0.0602 ns	0.0557 ns	0.0580
อุณหภูมิ x เวลา	0.0143			0.0092		
อุณหภูมิ	0.0097			0.0071		
เวลา	0.81			0.11		
CV (%)	12.45			14.32		

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 16 ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ของเปลือกผลมะนาวพันธุ์เป็นต้นผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาแตกต่างกัน แล้วนำไปเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 13 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ของเปลือกผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13 °ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)											
	0			10			20			30		
	เวลา (นาท)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาท)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาท)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาท)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
อุณหภูมิ (°ซ)	5	10		5	10		5	10		5	10	
49	0.0625ns	0.0595ns	0.0610ns	0.0775b	0.0900c	0.0838ns	0.0425a	0.0625b	0.0525ab	0.0475a	0.0600b	0.0538ns
52	0.0618ns	0.0610ns	0.0614ns	0.0950c	0.0900c	0.0925ns	0.0600b	0.0525ab	0.0563b	0.0525a	0.0500a	0.0513ns
55	0.0608ns	0.0618ns	0.0613ns	0.0725b	0.0600a	0.0662ns	0.0400a	-	0.0400a	0.0525a	-	0.0525ns
เฉลี่ย (เวลา)	0.0617ns	0.0608ns	0.0613	0.0817 ns	0.0800ns	0.0808	0.0475 ns	0.0575 ns	0.0496	0.0508ns	0.0550ns	0.0525
อุณหภูมิ x เวลา	0.008			0.0076			0.0140			0.0060		
อุณหภูมิ	0.005			0.009			0.0140			0.007		
เวลา	0.4			0.300			1.91			1.75		
CV (%)	14.38			10.95			15.24			12.48		

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแต่ละวันที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหมดอายุการเก็บรักษา

ตาราง 16 (ต่อ) ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ของเปลือกผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาแช่ต่างๆ
แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ของเปลือกผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13 °ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)											
	40				50				60			
	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
อุณหภูมิ (°ซ)	5	10			5		10			5	10	
49	0.0300 a	0.0375 bc	0.0300 ns	0.0081 a	0.0118 ab	0.0100 a	-	-	-	-	-	-
52	0.0325 ab	0.0450 d	0.0400 ns	0.0172 b	0.0153 b	0.0200 b	-	-	-	-	-	-
55	0.0400 cd	-	0.0400 ns	0.0175 b	-	0.0200 b	0.0098	-	-	0.0098	-	0.0098
เฉลี่ย (เวลา)	0.0300a	0.0400b	0.0367	0.0142 a	0.0090 b	0.0167	0.0098	-	-	0.0098	-	0.0098
อุณหภูมิ x เวลา	0.0060											
อุณหภูมิ	0.008											
เวลา	2.74											
CV (%)	14.38											

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหมดอายุการเก็บรักษา

ตาราง 17 ปริมาณคลอโรฟิลล์-บี ของเปลือกผลมะนาวพันธุ์เป็นที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาแช่ต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

กรรมวิธี	ปริมาณคลอโรฟิลล์-บี ของเปลือกผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 25°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)					
	0 วัน			10 วัน		
อุณหภูมิ(°C)	เวลา (นาทีก)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาทีก)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
	5	10		5	10	
49	0.0263 ns	0.0326 ns	0.0295 ns	0.0164 ns	0.0155 ns	0.0159 ns
52	0.0245 ns	0.0314 ns	0.0280 ns	0.0127 ns	0.0117 ns	0.0122 ns
55	0.0320 ns	0.0221 ns	0.0271 ns	0.0161 ns	0.0068 ns	0.0114 ns
เฉลี่ย (เวลา)	0.0276 ns	0.0287 ns	0.0282	0.0151 ns	0.0113 ns	0.0132
อุณหภูมิ x เวลา	0.0202			0.0113		
อุณหภูมิ	0.0138			0.0082		
เวลา	0.84			0.26		
CV (%)	9.38			11.10		

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 18 ปริมาณคลอโรฟิลล์-บี ของเปลือกผลมะนาวพันธุ์เป็นต้นผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 13°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	ปริมาณคลอโรฟิลล์-บี ของเปลือกผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13°ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)											
	0			10			20			30		
	เวลา (นาที่)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที่)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที่)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที่)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที่)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที่)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
อุณหภูมิ (°ซ)	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10
49	.0328ns	.0331ns	.0328ns	.0425c	.0350ab	.0388ns	.0200ns	.0250ns	.0225ns	.0200ns	.0200ns	.0175 ns
52	.0324ns	.0296ns	.0310ns	.0400bc	.0450c	.0425ns	.0250ns	.0225ns	.0238ns	.0200ns	.0200 ns	.0200ns
55	.0289ns	.0285ns	.0287ns	.0300a	.0350ab	.0325ns	.0200ns	-	.0200ns	.0175ns	-	.0175ns
เฉลี่ย (เวลา)	.0314ns	.0303ns	.0308	.0402ns	.0401ns	.0400	.0217ns	.0238ns	.0221	.0192 ns	.0188 ns	.0188
อุณหภูมิ x เวลา	0.0068			0.00708			0.0060			0.0141		
อุณหภูมิ	0.005			0.007			0.005			0.0110		
เวลา	0.57			0.30			0.03			0.10		
CV (%)	14.26			13.64			13.98			10.87		

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหาค่าเฉลี่ยการเก็บรักษา

ตาราง 18 (ต่อ) ปริมาณคลอโรฟิลล์-บี ของผิวเปลือกมะนาวพันธุ์เป็นต้นที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาแตกต่างกัน
แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	ปริมาณคลอโรฟิลล์-บี ของเปลือกมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13 °ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)											
	40			50			60					
	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
อุณหภูมิ (°ซ)	5	10		5	10		5	10		5	10	
49	0.0078 ns	0.0118 ns	0.0100 ns	0.0045 a	0.0042 a	0.0044 ns	-	-	-	-	-	-
52	0.0114 ns	0.0098 ns	0.0100 ns	0.0054 a	0.0116 b	0.0065 ns	-	-	-	-	-	-
55	0.0123 ns	-	0.0100 ns	0.0065 a	-	0.0085 ns	0.0041	-	-	0.0041	-	0.0041
เฉลี่ย (เวลา)	0.0105 ns	0.0108 ns	0.0100	0.0055 ns	0.0079 ns	0.0085	0.0041	-	-	0.0041	-	0.0041
อุณหภูมิ x เวลา	0.006			0.005			-			-		
อุณหภูมิ	0.005			0.005			-			-		
เวลา	0.16			0.32			-			-		
CV (%)	16.12			13.64			-			-		

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหมดอายุการเก็บรักษา

ตาราง 19 ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของเปลือกผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาแช่ต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

กรรมวิธี	ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของเปลือกผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 25°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)					
	0 วัน			10 วัน		
	เวลา (นาทีก)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาทีก)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
5	10	5		10		
49	0.0946 ns	0.0958 ns	0.0952 ns	0.0696 abc	0.0625 ab	0.0661 ns
52	0.0918 ns	0.0978 ns	0.0948 ns	0.0708 bc	0.0724 bc	0.0716 ns
55	0.0940 ns	0.0928 ns	0.0934 ns	0.0769 c	0.0575 a	0.0672 ns
เฉลี่ย (เวลา)	0.0934 ns	0.0955 ns	0.0945	0.0724 ns	0.0641 ns	0.0683
อุณหภูมิ x เวลา	0.0178			0.0131		
อุณหภูมิ	0.0118			0.0109		
เวลา	2.16			2.05		
CV (%)	10.58			14.64		

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 20 ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของเปลือกผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาแตกต่างกันไปเกี่ยวกับรักษา
ที่อุณหภูมิ 13 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ของเปลือกผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13 °ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)											
	0			10			20			30		
	เวลา (นาท)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาท)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาท)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาท)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	
อุณหภูมิ (%)												
49	.0891ab	.0871 a	.0881 ns	.1188 b	.1386cd	.1287 b	.0664 a	.0924 b	.0794 ab	.0609 a	.0752 b	.0680 ns
52	.0947 b	.0893ab	.0920 ns	.1457 d	.1299bc	.1378 b	.0887 b	.0817 ab	.0852 b	.0728 b	.0760 b	.0744 ns
55	.0878 a	.0883 a	.0880 ns	.1161 b	.0966 a	.1063 a	.0678 a	-	.0678 a	.0718 b	-	.0718 ns
เฉลี่ย (เวลา)	.0905 ns	.0882 ns	.0894	.1268 b	.1217 a	.1243	.0743 ns	.0870 ns	.0794	.0685 a	.0756 b	.0713
อุณหภูมิ x เวลา	0.0065			0.0140			0.0169			0.0102		
อุณหภูมิ	0.0044			0.0135			0.0169			0.0098		
เวลา	1.26			0.67			2.05			2.06		
CV (%)	10.63			8.05			12.59			9.38		

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหมดอายุการเก็บรักษา

ตาราง 20 (ต่อ) ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของเปลือกผลมะนาวพันธุ์เป็นที่ใช้ผ่านการเข้มน้ำร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ
แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของเปลือกผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13 °ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)											
	40				50				60			
	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
อุณหภูมิ (%)	5	10			5		10			5	10	
49	.0382 a	.0490 bc	.0436 a	.0138 b	.0016 a	.0077 a	-	-	-	-	-	
52	.0442 ab	.0528 c	.0485 ab	.0182 bc	.0268 d	.0225 b	-	-	-	-	-	
55	.0542 c	-	.0542 b	.0236 cd	-	.0236 b	.0184	-	-	.0184	.0184	
เฉลี่ย (เวลา)	.0455 a	.0509 b	.0477	.0185 b	.0142 a	.0168	.0184	-	-	.0184	.0184	
อุณหภูมิ x เวลา	.0081											
อุณหภูมิ	.0083											
เวลา	1.59											
CV (%)	6.68											

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ms ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหมดอายุการเก็บรักษา

2.2 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids ; TSS)

ปริมาณ TSS ในน้ำมะนาวไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น โดยทั้งอุณหภูมิของน้ำร้อนและเวลาแช่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS ในน้ำมะนาว เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าปริมาณ TSS ของผลมะนาวที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% และ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยมีปริมาณ TSS อยู่ในช่วง 7.62 – 8.44% ตลอดการเก็บรักษา (ตาราง 21 และ 22)

2.3 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (titratable acidity ; TA)

ปริมาณ TA ในน้ำมะนาวไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น โดยอุณหภูมิของน้ำร้อนและเวลาแช่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TA ในน้ำมะนาว เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าปริมาณ TA ของผลมะนาวที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% และ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยมีปริมาณ TA อยู่ในช่วง 7.12-7.91% ตลอดการเก็บรักษา (ตาราง 23 และ 24)

ตาราง 21 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids; TSS) ในน้ำมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาแช่ต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

กรรมวิธี	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 25°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)					
	0 วัน			10 วัน		
อุณหภูมิ (°C)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
	5	10		5	10	
49	7.86 ns	8.10 ns	7.98 ns	8.21 ns	7.78 ns	7.99 ns
52	7.93 ns	8.44 ns	8.18 ns	8.12 ns	7.89 ns	8.01 ns
55	8.35 ns	7.80 ns	8.07 ns	8.25 ns	8.15 ns	8.20 ns
เฉลี่ย (เวลา)	8.04 ns	8.11 ns	8.08	8.19 ns	7.94 ns	8.07
อุณหภูมิ x เวลา	1.37			0.87		
อุณหภูมิ	0.92			0.58		
เวลา	0.84			0.26		
CV (%)	11.44			7.23		

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 22 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids; TSS) ในน้ำมะนาวพันธุ์เป็นต้นผ่านการแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาแตกต่างกัน
แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13 °ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)											
	0			10			20			30		
	เวลา (นาที)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)		เวลา (นาที)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)		เวลา (นาที)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)		เวลา (นาที)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	
อุณหภูมิ (°ซ)	5	10		5	10		5	10		5	10	
49	7.92 ns	8.12 ns	8.02 ns	7.76 a	7.72 a	7.74 a	8.20 ns	8.24 ns	8.22 ns	7.96 ns	8.16 ns	8.06 ns
52	8.16 ns	8.00 ns	8.08 ns	8.24 b	8.00 ab	8.12 b	8.12 ns	7.92 ns	8.02 ns	8.04 ns	7.80 ns	7.92 ns
55	7.92 ns	7.72 ns	7.82 ns	7.72 a	8.00 ab	7.86 ab	8.16 ns	-	8.16 ns	8.04 ns	-	8.04 ns
เฉลี่ย (เวลา)	8.00 ns	7.95 ns	7.97	7.91 ns	7.91 ns	7.91	8.16 ns	8.08 ns	8.13	8.01 ns	7.98 ns	8.00
อุณหภูมิ x เวลา	0.72			0.43			0.59			0.41		
อุณหภูมิ	0.49			0.30			0.47			0.33		
เวลา	0.27			0.32			0.45			0.22		
CV (%)	6.58			4.19			5.56			3.83		

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหมดอายุการเก็บรักษา

ตาราง 22 (ต่อ) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids; TSS) ในน้ำมะนาวพันธุ์เป็นที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อน ที่อุณหภูมิ และระยะเวลาแช่ต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	ปริมาณผลต่อโรฟิลต์ทั้งหมด ของเปลือกผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)											
	40				50				60			
	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)		เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)		เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	
อุณหภูมิ (°C)	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10
	7.85 ns	7.88 ns	7.87 ns	7.76 ns	7.84 ns	7.76 ns	7.80 ns	7.80 ns	-	-	-	-
	7.88 ns	8.08 ns	7.98 ns	7.80 ns	7.80 ns	7.80 ns	7.80 ns	7.80 ns	-	-	-	-
55	7.84 ns	-	7.84 ns	-	7.72 ns	-	7.72 ns	-	7.62	-	7.62	-
เฉลี่ย (เวลา)	7.86 ns	7.98 ns	7.91	7.78 ns	7.79 ns	7.78 ns	7.78	7.78	7.62	-	7.62	-
อุณหภูมิ x เวลา	0.59		0.64		0.64		0.64		-		-	
อุณหภูมิ	0.45		0.49		0.49		0.49		-		-	
เวลา	0.73		0.04		0.04		0.04		-		-	
CV (%)	5.48		6.22		6.22		6.22		-		-	

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหาค่าเฉลี่ยการเก็บรักษา

ตาราง 23 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (titratable acidity; TA) ในน้ำมะนาวพันธุ์เป็นทีผ่านการ
แช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาแตกต่างกัน แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C
ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

กรรมวิธี	ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในน้ำมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 25°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)					
	0 วัน			10 วัน		
	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
5	10	5		10		
49	7.12 ns	7.62 ns	7.37 ns	7.36 ns	7.13 ns	7.25 ns
52	7.32 ns	7.97 ns	7.64 ns	7.05 ns	7.41 ns	7.23 ns
55	7.25 ns	7.18 ns	7.22 ns	7.34 ns	7.55 ns	7.44 ns
เฉลี่ย (เวลา)	7.23 ns	7.59 ns	7.41	7.25 ns	7.36 ns	7.31
อุณหภูมิ x เวลา	1.14			0.71		
อุณหภูมิ	0.78			0.48		
เวลา	0.24			0.55		
CV (%)	10.34			6.54		

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 24 ปริมาณกรดที่ไตรคราที่ได (titratable acidity; TA) ในน้ำมะนาวพันธุ์เป็นต้นผ่านการแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาแช่ต่างๆ
แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	ปริมาณกรดที่ไตรคราที่ได ของผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13 °ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)											
	0			10			20			30		
	เวลา (นาท)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาท)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาท)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาท)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาท)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาท)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
อุณหภูมิ (°ซ)	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10
49	7.38 ns	7.34 ns	7.36 ns	7.37 ns	7.52 ab	7.22 a	7.53 ns	7.48 ns	7.67 b	7.32 a	7.49 ns	7.49 ns
52	7.79 ns	7.67 ns	7.73 ns	7.63 ns	7.69 b	7.56 ab	7.57 ns	7.43 ns	7.66 b	7.57 ab	7.61 ns	7.61 ns
55	7.67 ns	7.66 ns	7.67 ns	7.40 ns	7.45 ab	7.34 ab	7.53 ns	-	7.58 ab	-	7.58 ns	7.58 ns
เฉลี่ย (เวลา)	7.61 ns	7.56 ns	7.58	7.49	7.55 ns	7.38 ns	7.54 ns	7.46 ns	7.64 ns	7.44 ns	7.51	7.56
อุณหภูมิ x เวลา	0.66				0.37		0.44					0.29
อุณหภูมิ	0.44				0.27		0.34					0.26
เวลา	0.31				1.66		0.68					1.95
CV (%)	6.46				3.83		4.46					3.13

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหาค่าเฉลี่ยการเก็บรักษา

ตาราง 24 (ต่อ) ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (titratable acidity; TA) ในน้ำมะนาวพันธุ์เป็นต้นผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	ปริมาณกรดโรสัลลิก-เอ ของเปลือกมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)											
	40				50				60			
	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
อุณหภูมิ (%)	5	10			5	10			5	10		
49	7.29 ns	7.58 ns	7.43 ns	7.70 ns	7.80 ns	7.75 ns	7.75 ns	7.75 ns	-	-	-	-
52	7.50 ns	7.29 ns	7.39 ns	7.71 ns	7.75 ns	7.73 ns	7.73 ns	7.73 ns	-	-	-	-
55	7.58 ns	-	7.58 ns	7.62 ns	-	7.62 ns	7.62 ns	7.62 ns	7.48	7.48	7.48	7.48
เฉลี่ย (เวลา)	7.45 ns	7.43 ns	7.45	7.68 ns	7.78 ns	7.72	7.72	7.72	7.48	7.48	7.48	7.48
อุณหภูมิ x เวลา	0.41		0.33									
อุณหภูมิ	0.34		0.26									
เวลา	0.16		1.03									
CV (%)	4.22		3.25									

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหาค่าอายุการเก็บรักษา

3. การประเมินคุณภาพผลด้วยประสาทสัมผัส

3.1 การประเมินสีผิว

หลังแช่ผลมะนาวในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาแช่ต่างๆ แล้วนำมาประเมินสีผิวทันที พบว่าอุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาแช่ไม่มีผลต่อคะแนนสีผิวของผลมะนาวในทุกกรรมวิธี โดยยังมีคะแนนสีผิวของผลเท่ากับ 5.0 คะแนน (ตาราง 25, 26 ภาพ 8A, 9A) เมื่อนำผลมะนาวทุกชุดไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°C และ 13°C แล้วนำมาประเมินสีผิว พบว่าในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาที่ 25°C และ 13°C อุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาแช่มีผลต่อคะแนนสีผิว โดยผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อน 55°C มีคะแนนสีผิวต่ำสุดคือ 3.3 และ 3.9 คะแนน ขณะที่การแช่ในน้ำร้อน 52°C และ 55°C มีคะแนนสีผิวสูงที่สุดที่ 4.7 และ 5.0 คะแนน ซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนระยะเวลาในการแช่ ปรากฏว่าการแช่ผลในน้ำร้อนนาน 5 นาที มีคะแนนสีผิวสูงที่สุดคือ 4.7 และ 5.0 คะแนน ขณะที่การแช่นาน 10 นาที มีคะแนนเพียง 3.8 และ 4.3 คะแนน เมื่อหาผลกระทบร่วมระหว่างอุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาแช่ พบว่าผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อน 55°C 10 นาที มีคะแนนสีผิวต่ำที่สุด 1.9 และ 2.8 คะแนน โดยเปลือกผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ำ ขณะที่กรรมวิธีอื่นๆ มีคะแนนสีผิวมากกว่า 4.5 คะแนน (ตาราง 25, 26 และภาพ 8B, 9B) หลังจากนั้นในชุดที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25°C ผลจะสิ้นอายุการเก็บรักษา ส่วนผลที่เก็บรักษาไว้ที่ 13°C จะมีคะแนนความสดของผลมะนาวลดลงจนกระทั่งในวันที่ 50 ของการเก็บรักษา พบว่าผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อน 52°C และ 55°C มีคะแนนสีผิวสูงที่สุดคือ 2.7 และ 2.8 คะแนน ขณะที่การแช่ผลในน้ำร้อน 49°C มีคะแนนต่ำสุดคือ 1.8 คะแนน ส่วนระยะเวลาในการแช่ ปรากฏว่าผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อนนาน 5 นาที มีคะแนนสีผิวสูงที่สุด คือ 2.4 คะแนน ขณะที่การแช่นาน 10 นาที มีคะแนนเพียง 2.2 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อหาผลกระทบร่วมระหว่างอุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาแช่ พบว่าผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อน 52°C 5 นาที, 52°C 10 นาที และ 55°C 5 นาที มีคะแนนสีผิวสูงที่สุดคือ 2.6, 2.8 และ 2.8 คะแนน เปลือกผลมีสีเหลืองออกเขียว ขณะที่การแช่ผลในน้ำร้อน 49°C 5 นาที และ 49°C 10 นาที มีคะแนนน้อยที่ 1.9 และ 1.7 คะแนน เปลือกผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเก็บรักษาได้ 60 วัน ผลที่แช่ในน้ำร้อน 55°C 5 นาที มีคะแนนสีผิวที่ 2.1 คะแนน ผลมีสีเหลือง (ตาราง 26 และภาพ 10B)

ตาราง 25 การประเมินสีผิวของผลมะนาวพันธุ์เป็นที่ยานการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลา
เวลาแช่ต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

กรรมวิธี	คะแนนสีผิวของผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 25°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)					
	0 วัน			10 วัน		
	เวลา (นาทีก)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาทีก)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
5	10	5		10		
อุณหภูมิ (°C)						
49	5.0 ns	5.0 ns	5.0 ns	4.5 a	4.8 a	4.7 a
52	5.0 ns	5.0 ns	5.0 ns	4.8 a	4.6 a	4.7 a
55	5.0 ns	5.0 ns	5.0 ns	4.7 a	1.9 b	3.3 b
เฉลี่ย (เวลา)	5.0 ns	5.0 ns	5.0	4.7 a	3.8 b	4.2
อุณหภูมิ x เวลา	-			0.61		
อุณหภูมิ	-			0.59		
เวลา	-			0.001		
CV (%)	-			20.04		

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 26 การประเมินสถิติของผลมะนาวพันธุ์ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาแช่ต่างๆ เพื่อนำไปเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	คะแนนสถิติของผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)															
	0				10				20				30			
	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)		
อุณหภูมิ (°C)	5	10				5			10			5	10			5
49	5.0ns	5.0ns	5.0 ns	5.0 b	5.0 b	5.0 b	5.0ns	5.0ns	5.0ns	5.0 ns	5.0 ns	5.0 ns	4.1 b	4.1 ab	4.1 ns	
52	5.0ns	5.0ns	5.0 ns	5.0 b	5.0 b	5.0 b	5.0ns	5.0ns	5.0ns	5.0 ns	5.0 ns	5.0 ns	4.0 ab	3.8 a	3.9 ns	
55	5.0ns	5.0ns	5.0 ns	5.0 b	2.8 a	3.9 a	5.0ns	-	5.0ns	5.0 ns	5.0 ns	5.0 ns	3.9 ab	-	3.9 ns	
เฉลี่ย (เวลา)	5.0ns	5.0ns	5.0	5.0 b	4.3 a	4.6	5.0ns	5.0ns	5.0ns	5.0	5.0	5.0	4.0 b	3.9 a	3.9	
อุณหภูมิ x เวลา	-	-	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.27	-	-	
อุณหภูมิ	-	-	0.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.22	-	-	
เวลา	-	-	4.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.66	-	-	
CV (%)	-	-	26.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.51	-	-	

หมายเหตุ : อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหมดอายุการเก็บรักษา

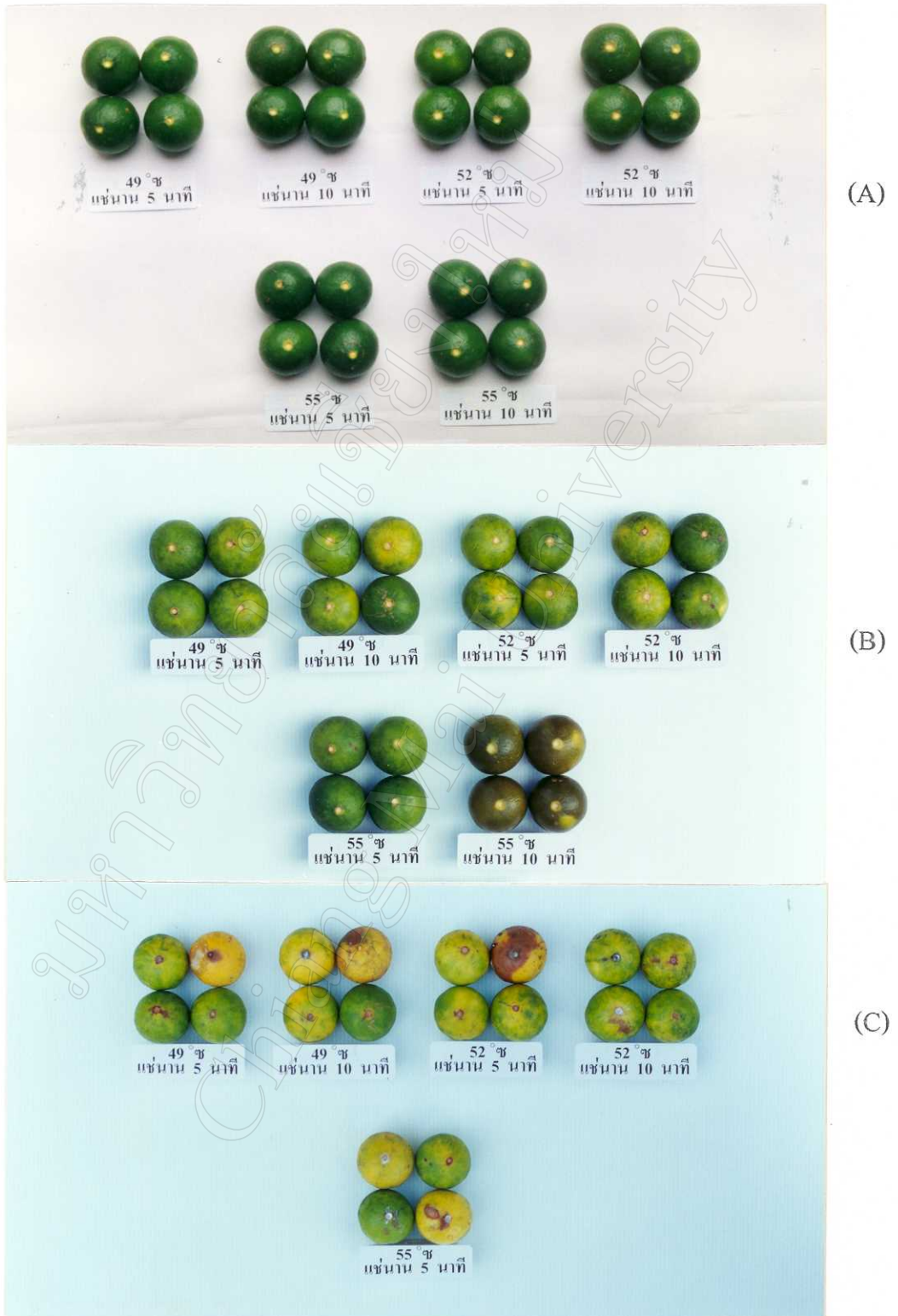
ตาราง 26 (ต่อ) การประเมินเสถียรภาพของผลมะนาวพันธุ์เป็นต้นที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาแตกต่างกันแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	คะแนนเสถียรของผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13 °ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)											
	40				50				60			
	เวลา (นาท)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาท)	เวลา (นาท)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาท)	เวลา (นาท)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาท)
อุณหภูมิ (°ซ)	5	10				5			10			
49	3.4 ns	3.3 ns	3.4 ns	1.9 a	1.7 a	1.8 a	-	-	-	-	-	-
52	3.8 ns	3.3 ns	3.4 ns	2.6 b	2.8 b	2.7 b	-	-	-	-	-	-
55	3.2 ns	-	3.2 ns	2.8 b	-	2.8 b	2.1	-	-	2.1	-	2.1
เฉลี่ย (เวลา)	3.5 b	3.3 a	3.4	2.4 b	2.2 a	2.3	2.1	-	-	2.1	-	2.1
อุณหภูมิ x เวลา	0.89											
อุณหภูมิ	0.72											
เวลา	0.50											
CV (%)	62.72											
	26.85											

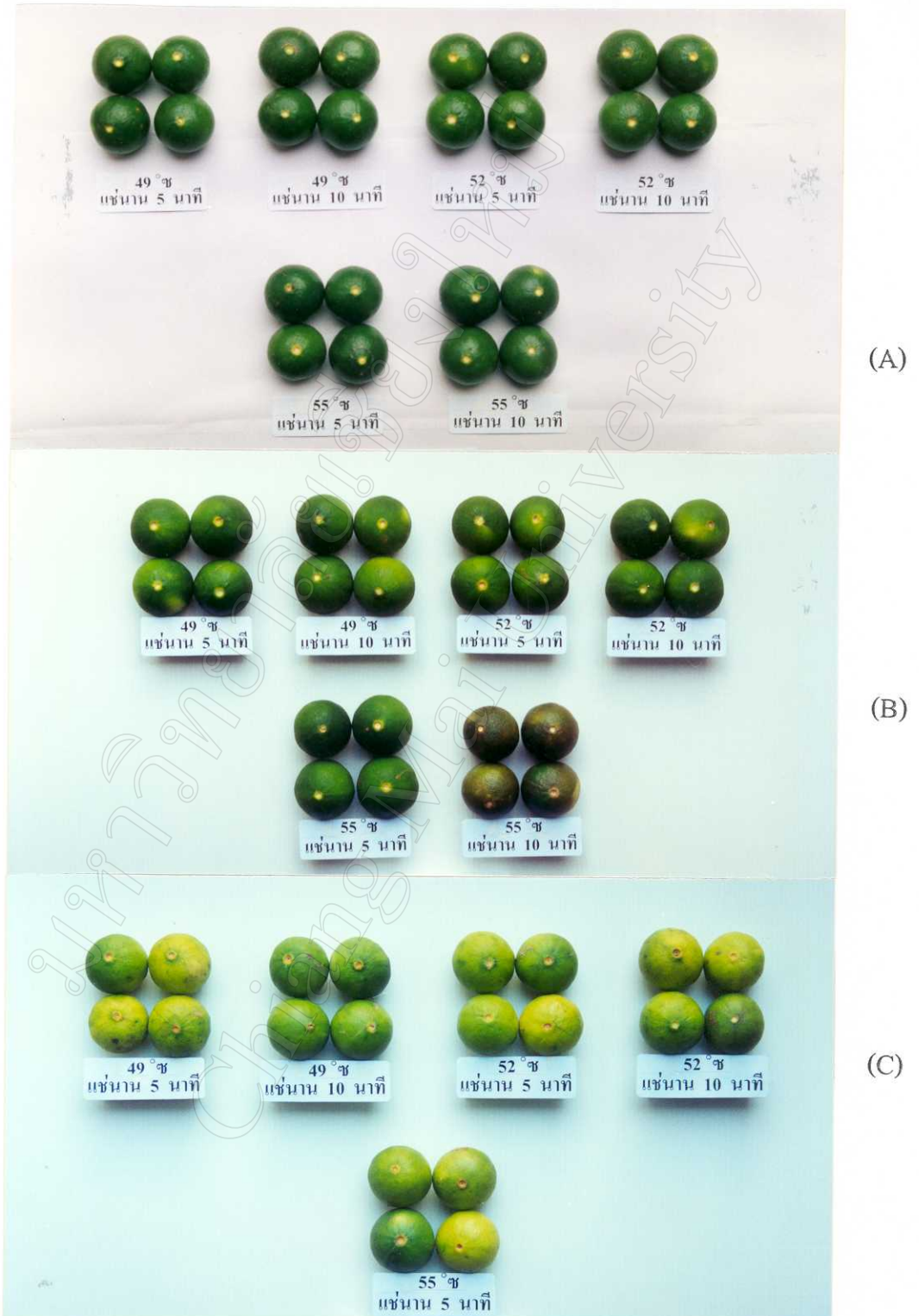
หมายเหตุ : อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหมดอายุการเก็บรักษา



ภาพ 8 สภาพของผลมะนาวหลังแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาแช่ต่างๆ ทันที (A) เมื่อเก็บรักษาไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% เป็นเวลา 10 วัน (B) และเมื่อเก็บรักษานาน 14 วัน (C)



ภาพ 9 สภาพของผลมะนาวหลังแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาแช่ต่างๆ ทั้งนี้ (A) เมื่อเก็บรักษาไว้ที่ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% เป็นเวลา 10 วัน (B) และเมื่อเก็บรักษานาน 40 วัน (C)



ภาพ 10 สภาพของผลมะนาวในวันที่ 50 (A) และ 60 วัน (B) เมื่อเก็บรักษาไว้ที่ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

3.2 การประเมินรสชาติ

อุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาแช่ไม่มีผลต่อคุณภาพด้านรสชาติของน้ำมะนาวตลอดการเก็บรักษาที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% โดยยังมีคะแนนรสชาติน้ำมะนาวที่ 4.0 คะแนน เช่นเดียวกับในมะนาวที่เก็บรักษาที่ 13°C เป็นเวลา 40 วัน แต่เมื่อเก็บไว้นาน 50 วัน พบว่ารสชาติของน้ำมะนาวที่ได้จากผลมะนาวที่ได้รับอุณหภูมิ 49°C มีรสชาติผิดปกติ ในขณะที่ผลมะนาวในชุดที่ได้รับอุณหภูมิ 52°C และ 55°C ยังมีรสชาติปกติ และเมื่อเก็บรักษาไว้ได้ 60 วัน จะเหลือเฉพาะผลมะนาวที่ได้รับอุณหภูมิ 55°C เป็นเวลา 5 นาที เท่านั้น โดยรสชาติยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ (ตาราง 27)

ตาราง 27 การประเมินรสชาติโดยการชิมปริมาณน้ำที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	คะแนนรสชาติของน้ำมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)																
	0				10				20				30				
	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)				
อุณหภูมิ (°C)	5	10			4.0	5		10	4.0		5	10		4.0	5	10	4.0
	4.0ns	4.0ns	4.0ns	4.0ns		4.0ns	4.0ns	4.0ns		4.0ns	4.0ns	4.0ns	4.0ns		4.0ns	4.0ns	
	4.0ns	4.0ns	4.0ns	4.0ns		4.0ns	4.0ns	4.0ns		4.0ns	4.0ns	4.0ns	4.0ns		4.0ns	4.0ns	
เฉลี่ย (เวลา)	4.0ns	4.0ns	4.0	4.0ns	4.0ns	4.0	4.0ns	4.0ns	4.0	4.0ns	4.0ns	4.0	4.0ns	4.0ns			
	อุณหภูมิ x เวลา																
	อุณหภูมิ																
เวลา	-																
CV (%)	-																

หมายเหตุ : อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหมดอายุการเก็บรักษา

ตาราง 27 (ต่อ) การประเมินรสชาติโดยการชิมน้ำมะนาวพันธุ์เป็นต้นผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	คะแนนรสชาติของน้ำมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)											
	40			50			60					
	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
อุณหภูมิ (°ซ)	5	10		5	10		5	10		5	10	
	4.0 ns	4.0 ns	4.0 ns	1.7 a	1.5 a	1.6 a	-	-	-	-	-	
	4.0 ns	4.0 ns	4.0 ns	3.9 b	3.7 b	3.8 b	-	-	-	-	-	
เฉลี่ย (เวลา)	4.0 ns	-	4.0 ns	3.8 b	-	3.8 b	3.2	-	-	-	3.2	
	4.0 ns	4.0 ns	4.0	3.1 b	2.6 a	2.9	3.2	-	-	-	3.2	
อุณหภูมิ x เวลา	-	-	-	-	0.33	-	-	-	-	-	-	
อุณหภูมิ	-	-	-	-	0.27	-	-	-	-	-	-	
เวลา	-	-	-	-	1.75	-	-	-	-	-	-	
CV (%)	-	-	-	-	15.39	-	-	-	-	-	-	

หมายเหตุ : อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหาค่าเฉลี่ยการเก็บรักษา

3.3 การประเมินกลิ่น

จากผลการทดลอง พบว่าอุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาแช่ไม่มีผลต่อคุณภาพด้านกลิ่นของน้ำมะนาวจากผลที่เก็บไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% โดยยังมีคะแนนกลิ่นน้ำมะนาวที่ 3.0 คะแนน เช่นเดียวกับผลมะนาวที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% เป็นเวลา 30 วัน หลังจากนั้นคะแนนกลิ่นน้ำมะนาวในทุกกรรมวิธีที่ 13°C มีแนวโน้มที่ลดลง จนกระทั่งในวันที่ 50 ของการเก็บรักษา พบว่าอุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาแช่มีผลต่อคุณภาพด้านกลิ่น โดยผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อน 52°C และ 55°C มีคะแนนเท่ากับ 2.7 และ 2.8 คะแนน ขณะที่การแช่ในน้ำร้อน 49°C มีคะแนนเพียง 1.6 คะแนน ส่วนระยะเวลาในการแช่ปรากฏว่าผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อนนาน 5 นาที มีคะแนนเท่ากับ 2.4 คะแนน ขณะที่การแช่นาน 10 นาที มีคะแนนเพียง 2.1 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อหาผลกระทบบรรวระหว่างอุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาแช่ พบว่าผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อน 52°C 5 นาที, 52°C 10 นาที และ 55°C 5 นาที มีคะแนนกลิ่นเท่ากับ 2.6, 2.7 และ 2.8 คะแนน ตามลำดับ ขณะที่การแช่ในน้ำร้อน 49°C 5 นาที และ 49°C 10 นาที มีคะแนนเพียง 1.7 และ 1.5 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 28)

ตาราง 28 การประเมินถิ่นนํานะวาทันต์เป็นต้นผ่านการเซในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาแตกต่างกัน แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	คะแนนถึถิ่นนํานะวาทันต์ที่ 13°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)											
	0			10			20			30		
	เวลา (นาทึ)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาทึ)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาทึ)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาทึ)	เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	
อุณหภูมิ(°C)	5	10		5	10		5	10		5	10	
49	3.0 ms	3.0 ms	3.0 ms	3.0 ms	3.0 ms	3.0 ms	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	
52	3.0 ms	3.0 ms	3.0 ms	3.0 ms	3.0 ms	3.0 ms	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	
55	3.0 ms	3.0 ns	3.0 ms	3.0 ns	3.0 ms	3.0 ns	3.0 ns	-	3.0 ns	-	3.0 ns	
เฉลี่ย (เวลา)	3.0 ms	3.0 ns	3.0	3.0 ms	3.0 ns	3.0	3.0 ns	3.0 ns	3.0	3.0 ns	3.0	
อุณหภูมิ x เวลา	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
อุณหภูมิ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
เวลา	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CV (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

หมายเหตุ : อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ms ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหมดอายุการเก็บรักษา

ตาราง 28 (ต่อ) การประเมินกลิ่นน้ำมันวาฬขั้นสูงเป็นต้นผ่านการแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาแตกต่างกันแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	คะแนนกลิ่นน้ำมันวาฬเมื่อเก็บรักษาที่ 13 °ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)											
	40			50			60					
	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
อุณหภูมิ (°ซ)	5	10		5	10		5	10		5	10	
49	2.7 ab	2.6 a	1.6 a	1.7 a	1.5 a	1.6 a	-	-	-	-	-	-
52	2.8 ab	2.9 b	2.7 b	2.6 b	2.7 b	2.7 b	-	-	-	-	-	-
55	2.9 b	-	2.8 b	2.8 b	-	2.8 b	2.2	-	2.2	-	-	2.2
เฉลี่ย (เวลา)	2.8 b	2.8 a	2.3	2.4 b	2.1 a	2.3	2.2	-	2.2	-	-	2.2
อุณหภูมิ x เวลา	0.30			0.37			-			-		
อุณหภูมิ	0.24			0.30			-			-		
เวลา	0.91			1.28			-			-		
CV (%)	14.60			22.33			-			-		

หมายเหตุ : อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหมดอายุการเก็บรักษา

3.4 การประเมินการยอมรับคุณภาพผลโดยรวม

หลังแช่ผลมะนาวในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาแช่ต่างๆ แล้วนำมาประเมินการยอมรับคุณภาพโดยรวมทุกชุดทันที พบว่าอุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาแช่ไม่มีผลต่อคุณภาพโดยรวมของผลมะนาว แต่เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% เป็นเวลา 10 วัน พบว่าอุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาแช่มีผลต่อคะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวม โดยผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อน 49°C และ 52°C มีคะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลสูงกว่าชุดที่แช่ในน้ำร้อน 55°C และมีค่าแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนระยะเวลาในการแช่ ปรากฏว่าการแช่ผลในน้ำร้อนนาน 5 นาที มีคะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลสูงที่สุด คือ 5.3 คะแนน ขณะที่การแช่นาน 10 นาที มีคะแนนน้อยคือ 4.5 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อหาผลกระทบบรวมระหว่างอุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาแช่ พบว่าผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อน 49°C 5 นาที, 49°C 10 นาที, 52°C 5 นาที, 52°C 10 นาที และ 55°C 5 นาที มีคะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลเท่ากับ 5.2, 5.5, 5.3, 5.4 และ 5.5 คะแนนตามลำดับ ขณะที่การแช่ในน้ำร้อน 55°C 10 นาที มีคะแนนเพียง 2.5 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 29 และภาพ 8B)

สำหรับผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาแช่ต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% พบว่าผลที่แช่ในน้ำร้อน 55°C 10 นาที มีคะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมลดลงต่ำมากภายใน 10 วันแรกของการเก็บรักษา คะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลมะนาวมีแนวโน้มที่ลดลง เมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้นจนกระทั่งในวันที่ 50 ของการเก็บรักษา พบว่าผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อน 52°C และ 55°C มีคะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมเท่ากับ 4.1 และ 4.2 คะแนน ขณะที่ผลที่แช่ในน้ำร้อน 49°C มีคะแนนเพียง 2.5 คะแนน ส่วนระยะเวลาในการแช่ปรากฏว่าผลมะนาวที่แช่นาน 5 นาที มีคะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลสูงกว่าชุดที่แช่นาน 10 นาที เมื่อหาผลกระทบบรวมระหว่างอุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาแช่ พบว่าผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อน 52°C 5 นาที, 52°C 10 นาที และ 55°C 5 นาที มีคะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลคือ 4.1, 4.1 และ 4.2 คะแนน ซึ่งถือว่าคุณภาพผลอยู่ในระดับพอใช้ ขณะที่การแช่ในน้ำร้อน 49°C 5 นาที และ 49°C 10 นาที มีคะแนนเท่ากับ 2.5 และ 2.5 คะแนน ซึ่งถือว่ามีความคุณภาพผลที่ไม่ดี ไม่สามารถวางตลาดได้ เนื่องจากเปลือกผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (ภาพ 10A) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเก็บรักษาได้ 60 วัน ผลที่แช่ในน้ำร้อน 55°C 5 นาที มีคะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลเท่ากับ 3.9 คะแนน คือคุณภาพผลพอใช้ (ตาราง 30 และภาพ 10B)

ตาราง 29 การประเมินการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาแช่ต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

กรรมวิธี	คะแนนการประเมินคุณภาพโดยรวมของผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 25°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)					
	0 วัน			10 วัน		
	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
5	10	5		10		
49	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	5.2 a	5.5 a	5.4 a
52	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	5.3 a	5.4 a	5.4 a
55	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	5.5 a	2.5 b	3.9 b
เฉลี่ย (เวลา)	6.0 ns	6.0 ns	6.0	5.3 a	4.5 b	4.9
อุณหภูมิ x เวลา	-			0.71		
อุณหภูมิ	-			0.67		
เวลา	-			0.004		
CV (%)	-			20.09		

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 30 การประเมินการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาแตกต่างกัน
 แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	คะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13 °ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)															
	0				10				20				30			
	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)		
อุณหภูมิ (°ซ)	5	10				5			10			5	10			5
49	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	6.0 b	6.0 b	6.0 b	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	4.2 a	5.0 c	4.6 a	
52	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	6.0 b	6.0 b	6.0 b	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	4.7 b	5.1 c	4.9 b	
55	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	6.0 b	3.4 a	4.7 a	6.0 ns	-	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	5.2 c	-	5.1 c	
เฉลี่ย (เวลา)	6.0 ns	6.0 ns	6.0	6.0 b	5.2 a	5.6	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	6.0	6.0 ns	6.0 ns	4.7 a	5.1 b	4.8	
อุณหภูมิ x เวลา	-	-	-	0.14		-	-	-	-	-	-	-	0.24		-	
อุณหภูมิ	-	-	-	0.24		-	-	-	-	-	-	-	0.22		-	
เวลา	-	-	-	7.64		-	-	-	-	-	-	-	4.69		-	
CV (%)	-	-	-	5.95		-	-	-	-	-	-	-	12.06		-	

หมายเหตุ: อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหามาจากการเก็บรักษา

ตาราง 30 (ต่อ) การประเมินการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ และระยะเวลาต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	คะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13 °ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)											
	40			50			60					
	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)	เวลา (นาที)		เฉลี่ย (อุณหภูมิ)
อุณหภูมิ (°ซ)	5	10		5	10		5	10		5	10	
49	4.2 b	3.6 a	3.9 a	2.5 a	2.5 a	2.5 a	-	-	2.5 a	-	-	-
52	4.2 b	4.3 b	4.2 b	4.1 b	4.1 b	4.1 b	-	-	4.1 b	-	-	-
55	4.2 b	-	4.2 b	4.2 b	-	4.2 b	-	-	4.2 b	3.9	-	3.9
เฉลี่ย (เวลา)	4.2 b	3.9 a	4.1	3.6 b	3.3 a	3.3 a	3.9	-	3.5	3.9	-	3.9
อุณหภูมิ x เวลา		0.20			0.17							
อุณหภูมิ		0.18			0.14							
เวลา		3.15			2.56							
CV (%)		11.92			12.09							

หมายเหตุ : อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแต่ละช่วงที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหาค่าการเก็บรักษา

4. อายุการเก็บรักษา

เมื่อพิจารณาสภาพภายนอกของผล การสูญเสียน้ำหนัก การเกิดโรค และอาการผิดปกติที่พบ รวมทั้งคุณภาพและการยอมรับโดยรวมของผลมะนาว สามารถสรุปอายุการเก็บรักษาของผลมะนาว ได้ดังตาราง 31 โดยผลที่แช่ในน้ำร้อน 49°ซ 5 นาที, 49°ซ 10 นาที, 52°ซ 5 นาที, 52°ซ 10 นาที และ 55°ซ 5 นาที เก็บรักษาไว้ที่ 25°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 70% มีอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุด คือ 15 วัน เนื่องจากยังมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากรโรคน้อยกว่า 20% ของจำนวนผลทั้งหมด ผลมีการสูญเสียน้ำหนัก 1-3% ผลมีสีเขียวออกเหลือง เขียวเล็กน้อย ในขณะที่ผลที่แช่ในน้ำร้อน 55°ซ เป็นเวลา 10 นาที ไม่พบการเข้าทำลายของโรค แต่มีคุณภาพผลไม่ดี ไม่สามารถวางตลาดได้ เนื่องจากเปลือกผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ำในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาที่อาการผิดปกติ 10% ของจำนวนผลทั้งหมด และผลหมดอายุการเก็บรักษา 100% ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา ดังนั้น อายุการเก็บรักษาของผลมะนาวในกรรมวิธีนี้จึงมีแค่ 6 วัน (ตาราง 31) ส่วนการแช่ผลมะนาวในน้ำร้อน 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 13°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90% มีอายุการเก็บรักษาได้นาน 60 วัน เนื่องจากยังมีคุณภาพผลดี ผลมีสีเหลือง เขียวเล็กน้อย กลิ่นและรสชาติของน้ำมะนาวอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับได้ ในขณะที่ผลที่แช่ในน้ำร้อน 49°ซ 5 นาที, 49°ซ 10 นาที, 52°ซ 5 นาที และ 52°ซ 10 นาที มีคุณภาพผลไม่ดี ไม่สามารถวางตลาดได้ เนื่องจากเปลือกผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่อเก็บรักษาได้ 48, 48,52 และ 51 วัน และหมดอายุการเก็บรักษาในวันที่ 51, 50, 54 และ 53 ของการเก็บรักษา ตามลำดับ ดังนั้น การระบุอายุการเก็บรักษาที่แท้จริงของผลจึงพิจารณาจากสภาพภายนอกของผล องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมะนาว ตลอดจนคุณภาพกลิ่นและรสชาติของน้ำมะนาวว่ายังอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับได้หรือไม่ โดยจากการพิจารณาอายุการเก็บรักษาที่แท้จริง พบว่าอยู่ที่ 40, 40, 50 และ 50 วัน ตามลำดับ ส่วนผลที่แช่ในน้ำร้อน 55°ซ เป็นเวลา 10 นาที มีคุณภาพผลไม่ดี ไม่สามารถวางตลาดได้ เนื่องจากเปลือกผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ำเมื่อเก็บรักษาได้ 10 วัน ที่อาการผิดปกติของเปลือกผล 45% ของจำนวนผลทั้งหมด ดังนั้นอายุการเก็บรักษาควรอยู่ที่ 8 วัน (ตาราง 31)

ตาราง 31 อายุการเก็บรักษาของผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาแตกต่างกัน แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°C และ 13°C

กรรมวิธี	อายุการเก็บรักษาที่ 25°C (วัน)	อายุการเก็บรักษาที่ 13°C (วัน)
1. แช่น้ำร้อน 49°C เป็นเวลา 5 นาที	14	40
2. แช่น้ำร้อน 49°C เป็นเวลา 10 นาที	15	/ 40
3. แช่น้ำร้อน 52°C เป็นเวลา 5 นาที	14	50
4. แช่น้ำร้อน 52°C เป็นเวลา 10 นาที	15	50
5. แช่น้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 5 นาที	14	60
6. แช่น้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 10 นาที	6	8

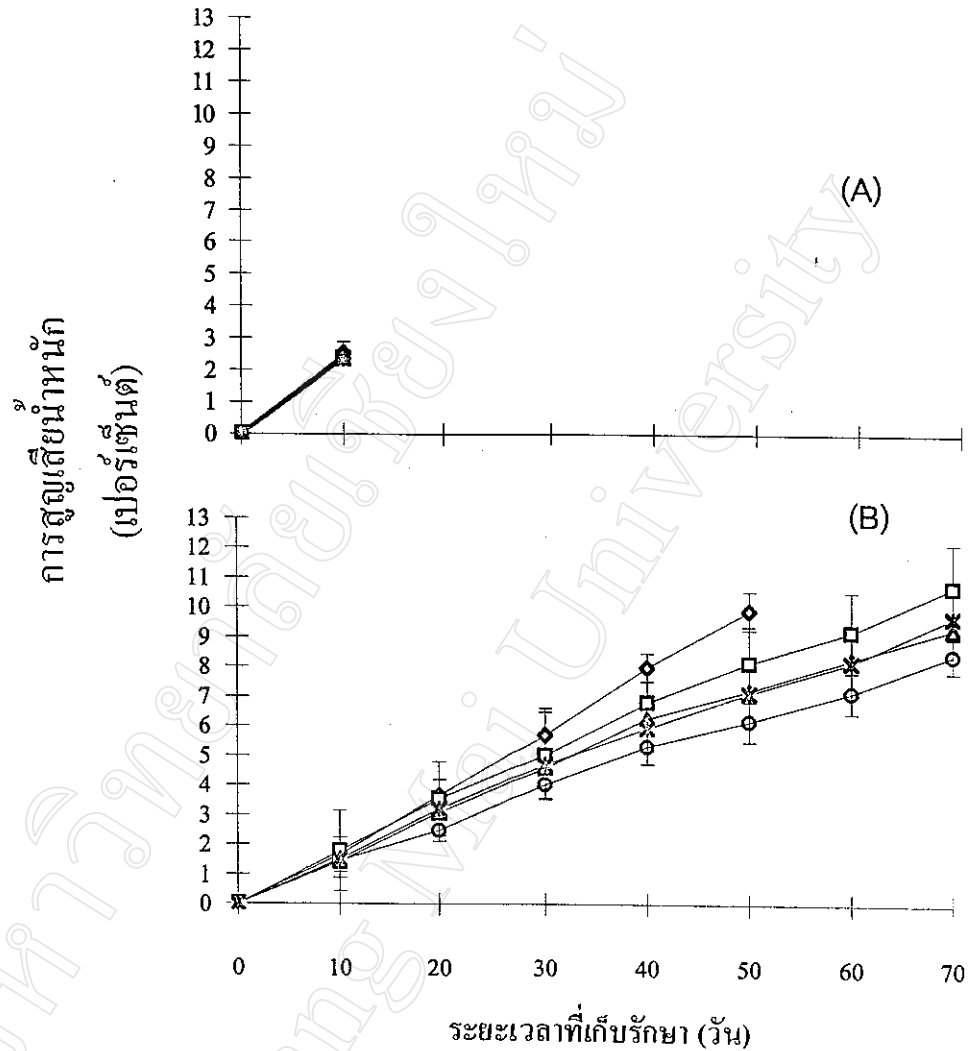
ตอนที่ 2 ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลมะนาวไทยพันธุ์แป้น

จากการนำผลมะนาวมาแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0, 0.25, 0.50, 1.00 และ 1.50% น้ำหนักโดยปริมาตร ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% และ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% แล้วนำมาตรวจวัดผล ได้ผลการทดลอง ดังนี้

1. การวิเคราะห์ทางกายภาพ

1.1 การสูญเสียน้ำหนัก

การสูญเสียน้ำหนักของผลมะนาวในทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาได้ 10 วัน โดยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลอยู่ในช่วง 2.35-2.52% ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ภาพ 11A และตารางผนวก 1) ผลมะนาวในทุกกรรมวิธีหมดอายุการเก็บรักษาเนื่องจากการเข้าทำลายของโรค ส่วนการสูญเสียน้ำหนักของผลมะนาวในทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้ยาวนานขึ้น โดยผลที่แช่ในน้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 5 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักตลอดการเก็บรักษาสูงกว่าผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นและมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในวันที่ 50 ของการเก็บรักษาสูงที่สุดคือ 9.90% และเปลือกผลเกิดอาการผิปกดกคิ ในขณะที่ผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.25, 0.50, 1.50 และ 1.00% มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่ 8.13, 7.22, 7.14 และ 6.18% ตามลำดับ และมีสภาพผลปกคิ เมื่อเก็บรักษาได้ 70 วัน ผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.25% มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสูงที่สุดคือ 10.69% รองลงมาได้แก่ผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 1.50, 0.50 และ 1.00% ที่ 9.69, 9.30 และ 8.41% ตามลำดับ (ภาพ 11B และตารางผนวก 2) ผลมะนาวในทุกกรรมวิธีหมดอายุการเก็บรักษาในวันที่ 76 ของการเก็บรักษาเนื่องจากอาการผิปกคิของเปลือกผล



- ◇ แขน้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 5 นาที (ชุดควบคุม) □ แขน้ำ NaCl 0.25% w/v ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที
 △ แขน้ำ NaCl 0.50% w/v ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที ○ แขน้ำ NaCl 1.00% w/v ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที
 ✱ แขน้ำ NaCl 1.50% w/v ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที

ภาพ 11 การสูญเสียน้ำหนักของผลมะนาวพันธุ์เป็นทีผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% (A) และ 90% (B)

1.2 การเกิดโรคและอาการผิดปกติของผลมะนาว

การแช่ผลมะนาวในน้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 5 นาที กับการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ เข้มข้น 0.25, 0.50, 1.00 และ 1.50% แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C ไม่สามารถชะลอการเกิดโรคของผลมะนาวได้ โดยผลในทุกกรรมวิธีมีการเข้าทำลายของโรคบริเวณขั้วผลในระหว่างวันที่ 13-15 ของการเก็บรักษา และหมดอายุการเก็บรักษาในวันที่ 17 ของการเก็บรักษา (ตาราง 32 และ ภาพ 20C) ส่วนผลมะนาวที่เก็บรักษาที่ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% ไม่พบการเข้าทำลายของโรคตลอดการเก็บรักษาแต่จะพบอาการผิดปกติเกิดขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผลมะนาวที่แช่ในน้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 5 นาที เมื่อนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% ทำให้ผลเกิดอาการผิดปกติโดยเปลือกผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลในวันที่ 47 ของการเก็บรักษา โดยมีเปอร์เซ็นต์อาการผิดปกติของผลคือ 10% ของจำนวนผลทั้งหมด และมีเปอร์เซ็นต์อาการผิดปกติของผลเกิน 20% ของจำนวนผลทั้งหมดในวันที่ 50 ของการเก็บรักษา (ภาพ 21C) ส่วนผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นสามารถชะลอการเกิดอาการผิดปกติของเปลือกผลได้นาน 71 วัน และมีเปอร์เซ็นต์อาการผิดปกติของผลเกิน 20% ของจำนวนผลทั้งหมดในวันที่ 76 ของการเก็บรักษา (ตาราง 33)

ตาราง 32 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคในผลมะนาวที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคที่พบเมื่อเก็บรักษาที่ 25°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)							
	12	13	14	15	16	17	18	19
1. แช่น้ำร้อน 55°C 5 นาที (ชุดควบคุม)	0	0	5	5	10	10	25	25
2. แช่ NaCl เข้มข้น 0.25% ที่ 55°C 5 นาที	0	0	0	10	10	25	25	35
3. แช่ NaCl เข้มข้น 0.50% ที่ 55°C 5 นาที	0	0	15	15	25	25	30	30
4. แช่ NaCl เข้มข้น 1.00% ที่ 55°C 5 นาที	0	0	0	0	10	10	25	25
5. แช่ NaCl เข้มข้น 1.50% ที่ 55°C 5 นาที	0	0	0	10	10	20	20	35

ตาราง 33 เปอร์เซ็นต์ต่อการผลิตของผลมะนาวที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ที่ 55° ซ เป็นเวลา 5 นาที
แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 13°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90 %

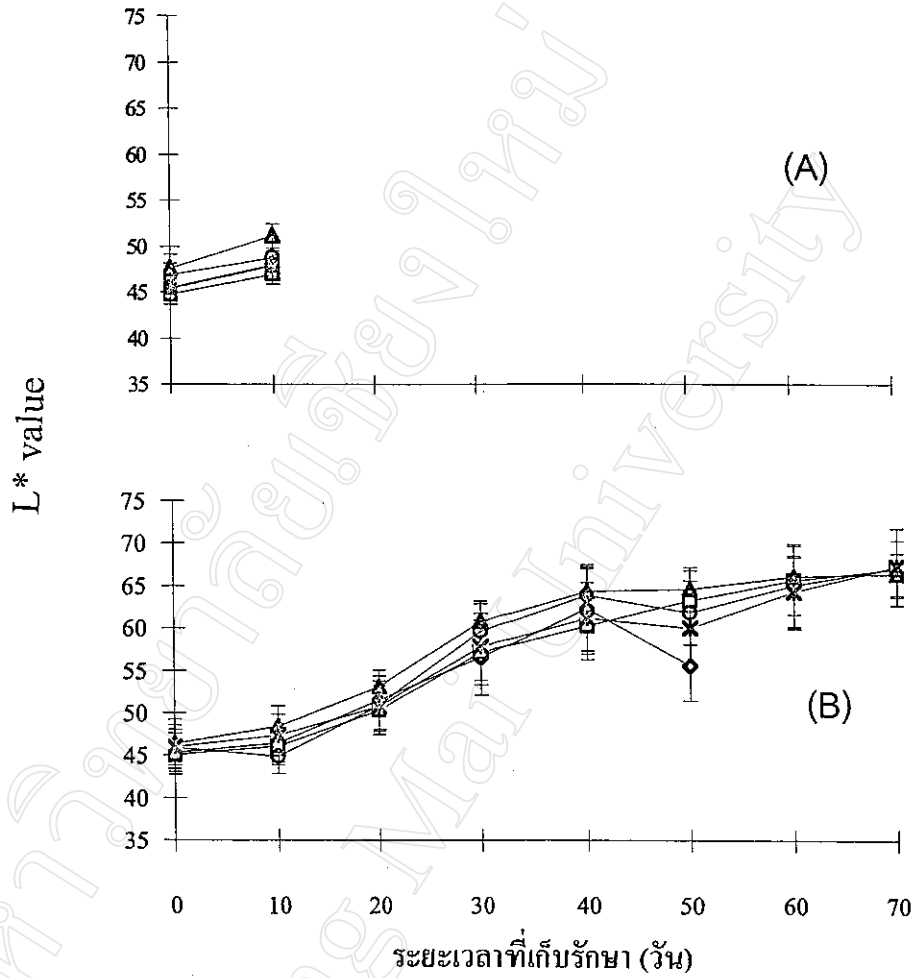
กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์ต่อการผลิตที่พบเมื่อเก็บรักษาที่ 13°ซ เป็นเวลาต่าง ๆ (วัน)													
	44	45	46	47	48	49	50...	71	72	73	74	75	76	
1. แช่น้ำร้อน 55°ซ 5 นาที (ชุดควบคุม)	0	0	5	5	10	10	25	หมดอายุการเก็บรักษา						
2. แช่ NaCl เข้มข้น 0.25% ที่ 55°ซ 5 นาที	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	10	10	25	
3. แช่ NaCl เข้มข้น 0.50% ที่ 55°ซ 5 นาที	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	25	25	
4. แช่ NaCl เข้มข้น 1.00% ที่ 55°ซ 5 นาที	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	10	35	35	
5. แช่ NaCl เข้มข้น 1.50% ที่ 55°ซ 5 นาที	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	15	15	35	

1.3 การเปลี่ยนแปลงของสีผิว

ค่าความสว่างของสี (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ของเปลือกผลมะนาวในทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C มีค่าเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันเมื่อเก็บรักษาได้ 10 วัน ในขณะที่ค่าสีเขียว (a^*) มีค่าลดลง คือผิวผลเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เมื่อนำค่า a^* และ b^* ไปคำนวณค่า chroma (C^*) และ hue angle (h°) พบว่าค่า C^* ของเปลือกผลมะนาวในทุกกรรมวิธีมีค่าเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน คือผลมีสีเหลืองเข้มมากขึ้น ในขณะที่ค่า h° ของเปลือกผลมะนาวในทุกกรรมวิธีมีค่าลดลง โดยผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 1.50% มีค่า h° สูงที่สุด รองลงมาได้แก่ผลที่แช่ในน้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 5 นาที กับผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50, 1.00 และ 1.50% ตามลำดับ (ภาพ 12A, 14A, 13A, 15A, 16A และตารางผนวก 3)

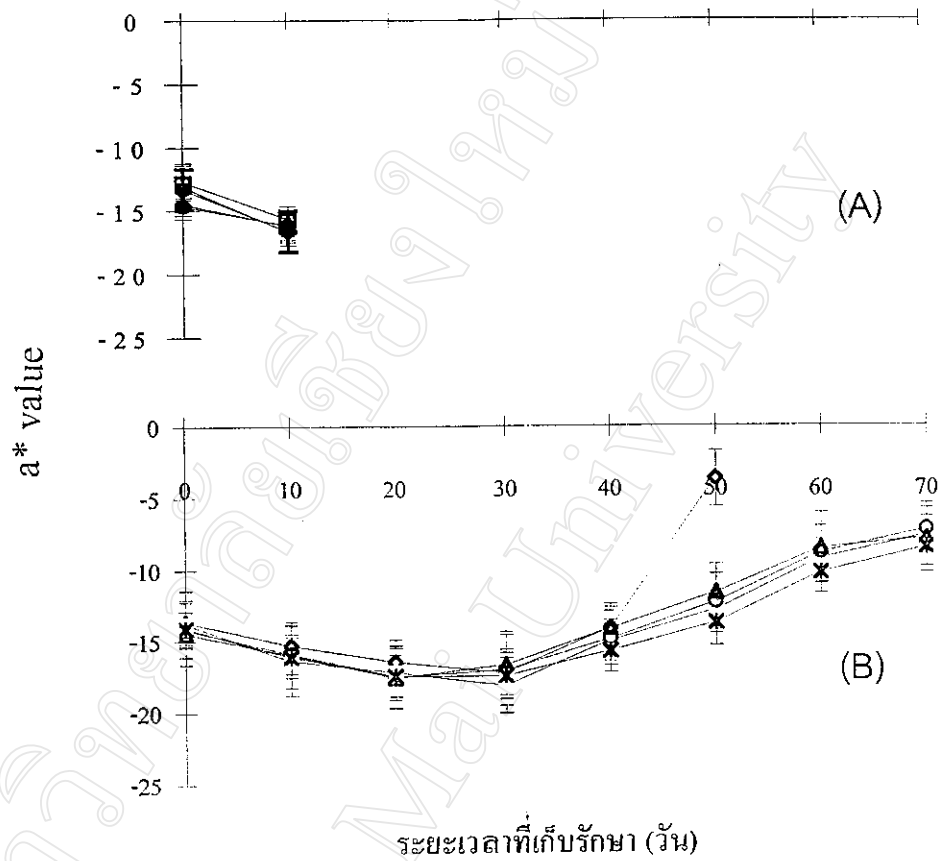
ค่าความสว่างของสี (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ของเปลือกผลมะนาวในทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น โดยผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.25, 0.50, 1.00 และ 1.50% มีค่า L^* และ b^* เพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา ส่วนผลที่แช่ในน้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 5 นาที มีค่า L^* และ b^* เพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่จะมีค่าลดลงแตกต่างกับผลในกรรมวิธีอื่นๆ เมื่อเก็บรักษาได้ 50 ของการเก็บรักษา โดยผลมีสีเหลืองเข้มและเปลือกผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (ภาพ 12B, 14B และตารางผนวก 4,6) ส่วนค่าสีเขียว (a^*) ของเปลือกผลมะนาวในทุกกรรมวิธีมีค่าลดลงตลอดระยะ 0-30 วันแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นก็มีค่าเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน จนกระทั่งในวันที่ 50 ของการเก็บรักษา ผลที่แช่ในน้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 5 นาที มีค่า a^* เพิ่มขึ้นมากที่สุด และมีค่าแตกต่างกับผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้น (ภาพ 13B และตารางผนวก 5)

เมื่อนำค่า a^* และค่า b^* ไปคำนวณค่า chroma (C^*) และ Hue angle (h°) พบว่า ค่า C^* ของเปลือกผลมะนาวที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นมีค่าเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา โดยผลที่แช่ในสารละลายเข้มข้น 0.25% มีค่า C^* สูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50, 1.00 และ 1.50% ตามลำดับ ส่วนผลที่แช่ในน้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 5 นาที มีค่า C^* เพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่จะมีค่าลดลงมากในวันที่ 50 ของการเก็บรักษา ส่วนค่า h° พบว่าผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นสามารถชะลอการลดลงของค่า h° ได้ไม่แตกต่างกันตลอดการเก็บรักษา คือผลยังมีผิวเป็นสีเขียวไม่แตกต่างทางสถิติ ส่วนผลที่แช่ในน้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 5 นาที สามารถชะลอการลดลงของค่า h° ได้เพียง 40 วัน และมีค่าลดลงแตกต่างกับผลในกรรมวิธีอื่นๆ เมื่อเก็บรักษาได้ 50 วัน โดยผลมีสีเหลืองทั้งผลและเปลือกผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (ภาพ 15B, 16B และตารางผนวก 7, 8)



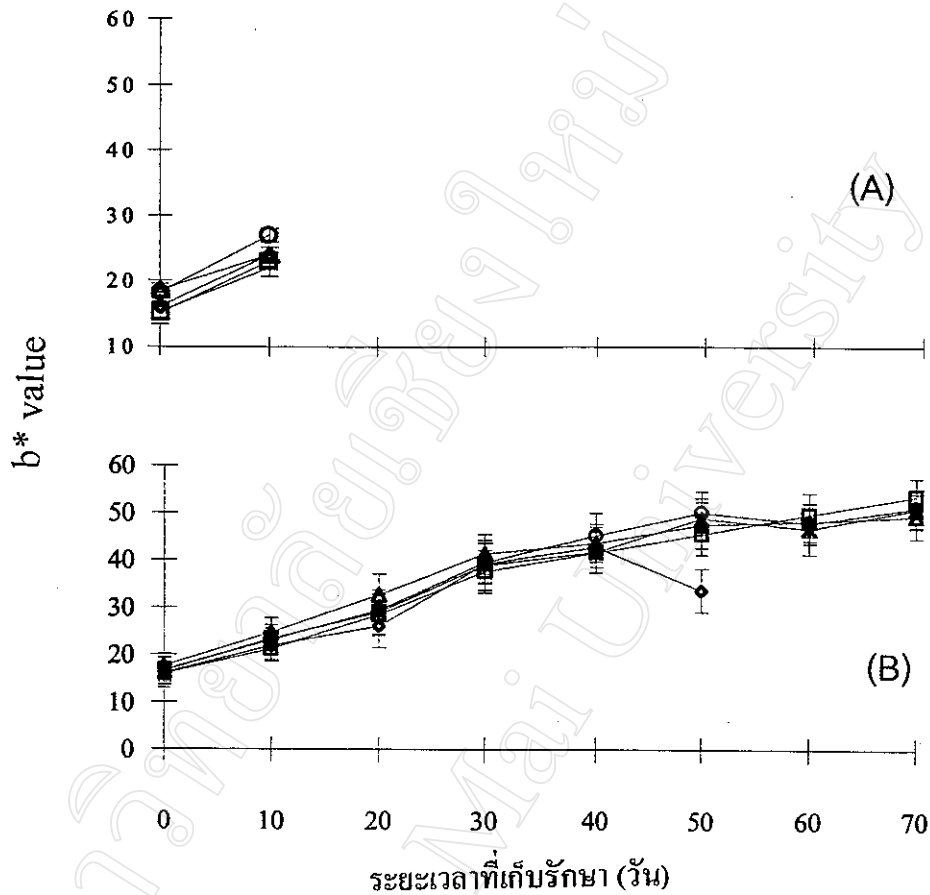
- ◇ แขน้ำร้อน 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที (ชุดควบคุม) □ แขน้ NaCl 0.25% W/V ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที
- △ แขน้ NaCl 0.50% W/V ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที ○ แขน้ NaCl 1.00% W/V ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที
- ✱ แขน้ NaCl 1.50% W/V ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที

ภาพ 12 ค่า L* ของผิวเปลือกมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 70% (A) และ 13°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90% (B)



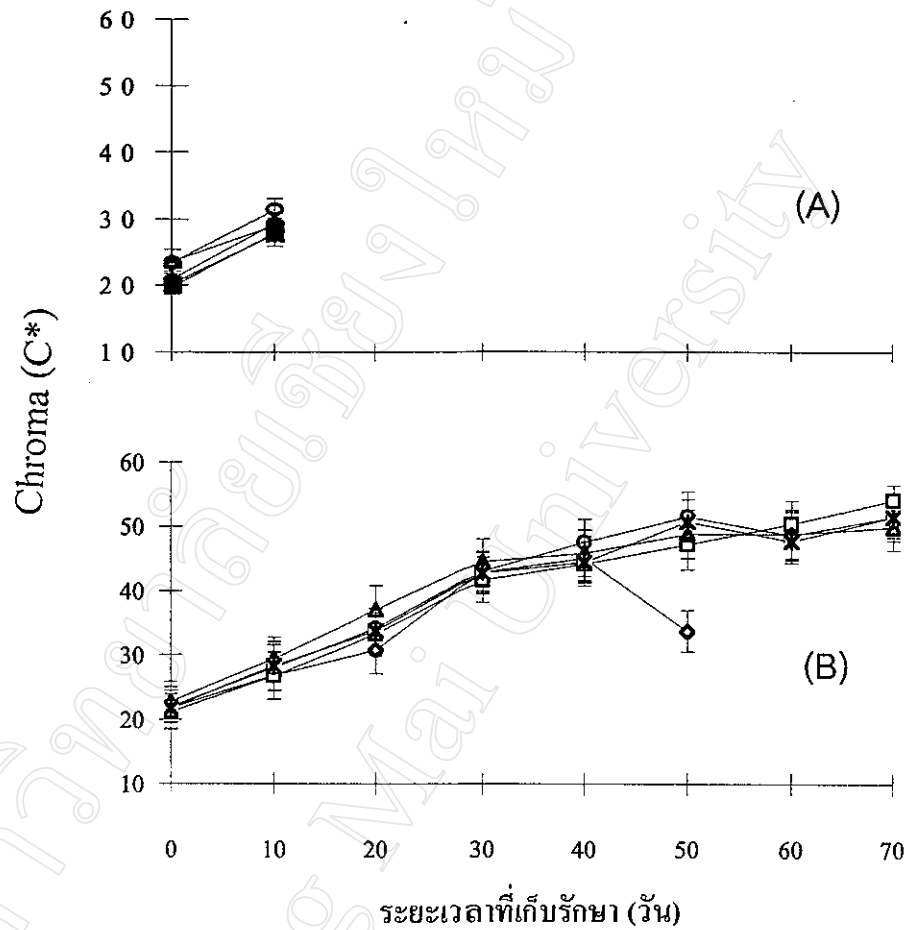
- ◇ แช่น้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 5 นาที (ชุดควบคุม) □ แช่ NaCl 0.25% W/V ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที
 △ แช่ NaCl 0.50% W/V ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที ○ แช่ NaCl 1.00% W/V ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที
 ✱ แช่ NaCl 1.50% W/V ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที

ภาพ 13 ค่า a^* ของผิวเปลือกมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% (A) และ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% (B)



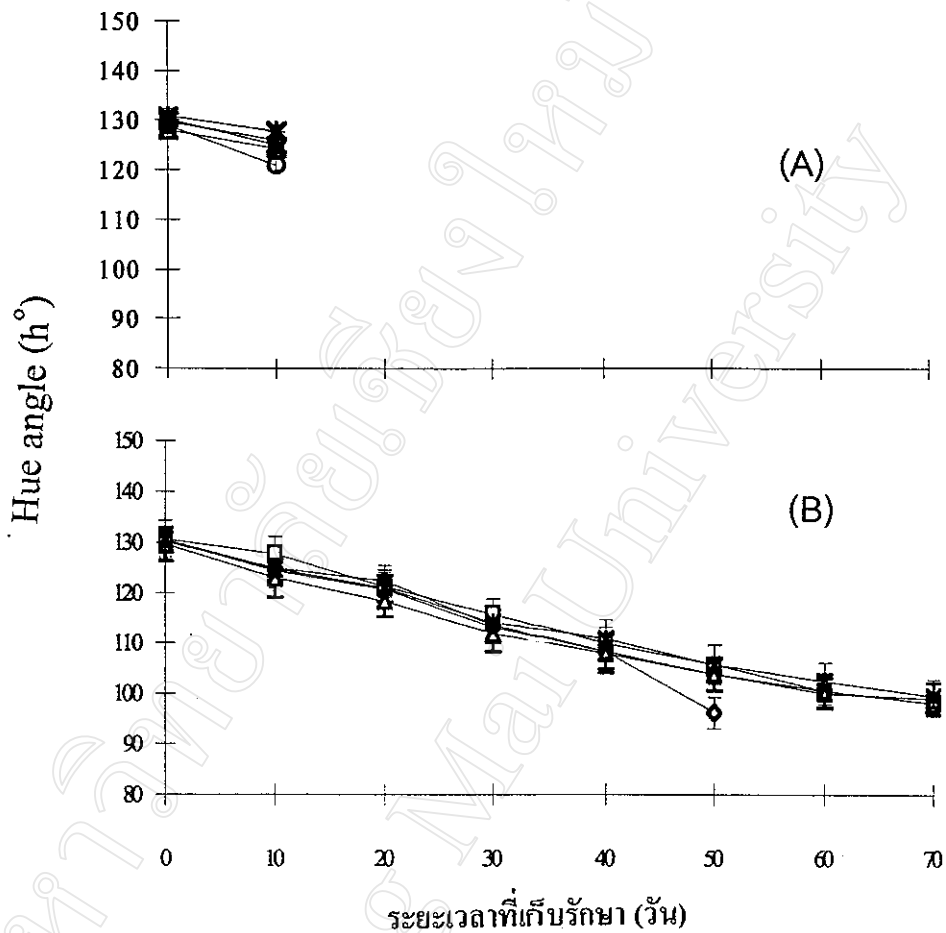
- ◇ แช่น้ำร้อน 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที (ชุดควบคุม) □ แช่ NaCl 0.25% W/V ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที
 △ แช่ NaCl 0.50% W/V ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที ○ แช่ NaCl 1.00% W/V ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที
 ✱ แช่ NaCl 1.50% W/V ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที

ภาพ 14 ค่า b^* ของผิวเปลือกมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 70% (A) และ 13°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90% (B)



- ◇ แขน้ำร้อน 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที (ชุดควบคุม) □ แขน้ำ NaCl 0.25% W/V ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที
- △ แขน้ำ NaCl 0.50% W/V ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที ○ แขน้ำ NaCl 1.00% W/V ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที
- ✕ แขน้ำ NaCl 1.50% W/V ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที

ภาพ 15 ค่า C* ของผิวเปลือกมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 70% (A) และ 13°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90% (B)



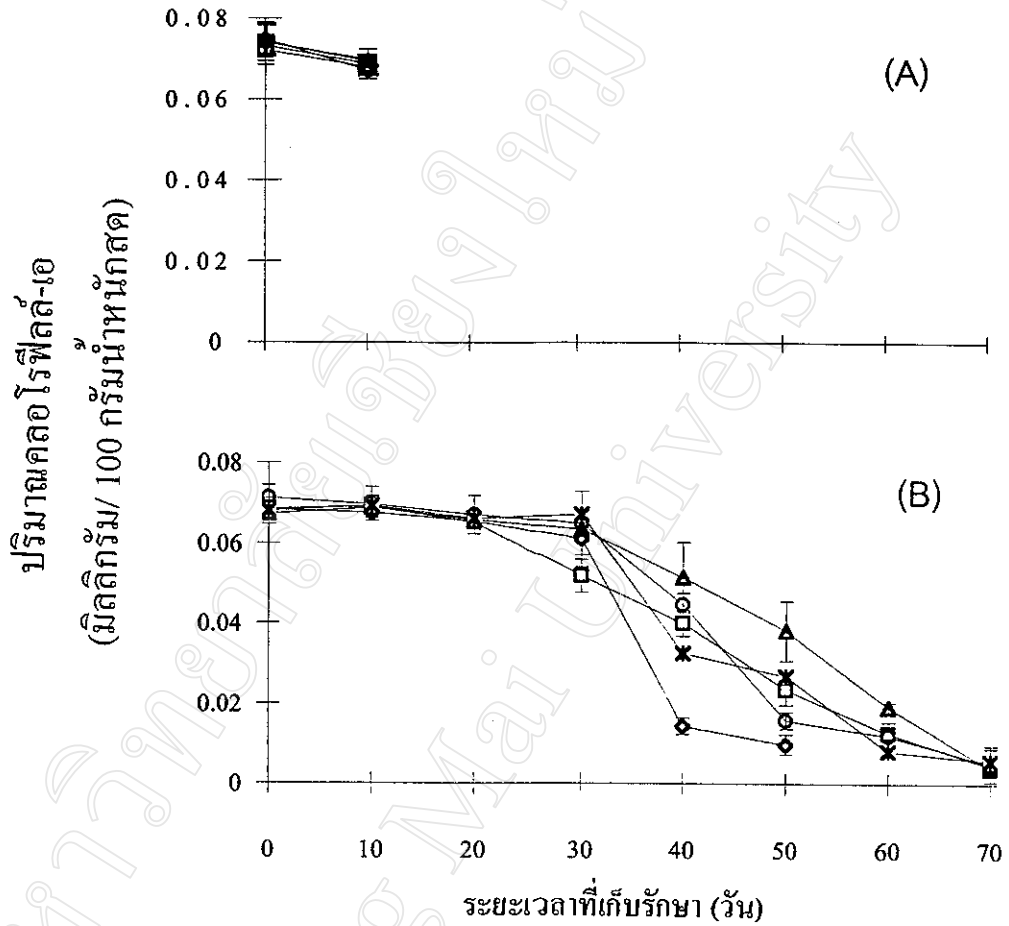
- ◇ แช่น้ำร้อน 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที (ชุดควบคุม) □ แช่ NaCl 0.25% W/V ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที
 △ แช่ NaCl 0.50% W/V ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที ○ แช่ NaCl 1.00% W/V ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที
 ✕ แช่ NaCl 1.50% W/V ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที

ภาพ 16 ค่า h° ของผิวเปลือกมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 70% (A) และ 13°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90% (B)

2. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

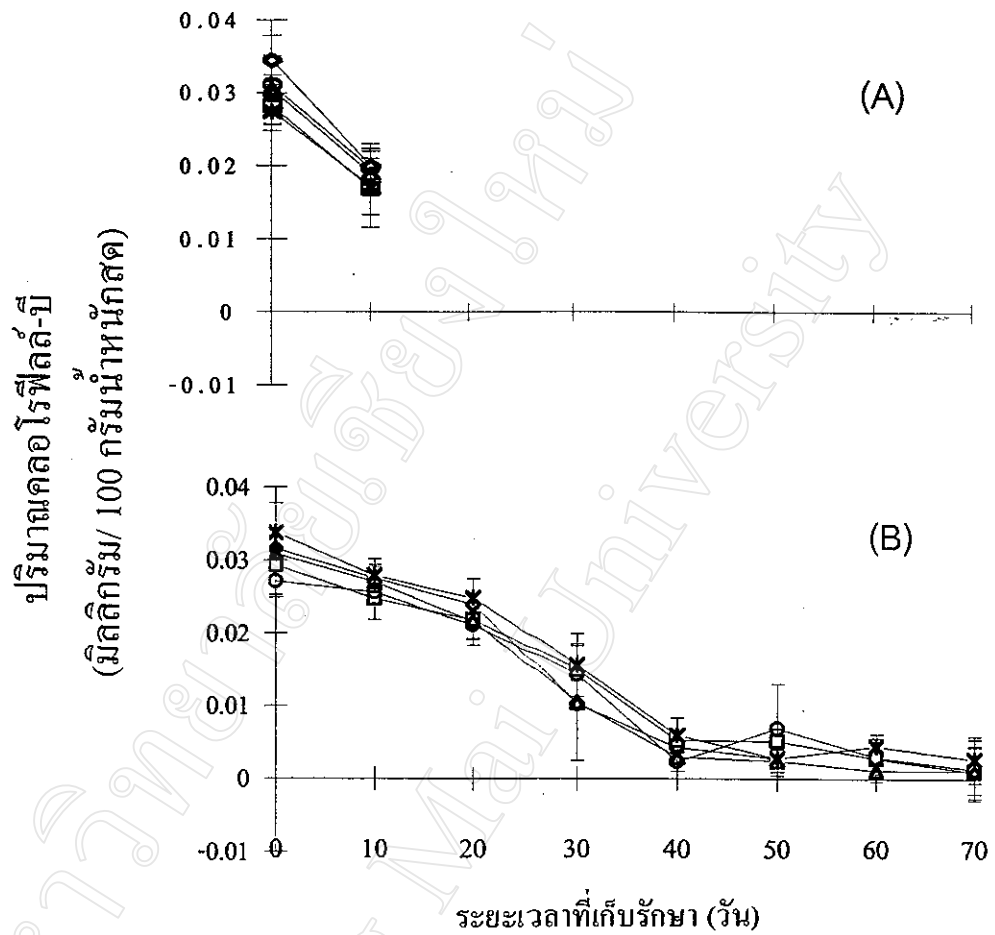
2.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์

ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ คลอโรฟิลล์-บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของผิวเปลือกมะนาวในทุกระบบวิธีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C มีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาได้ 10 วัน โดยเปลือกผลของผลมะนาวในทุกระบบวิธีมีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ คลอโรฟิลล์-บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดลดลงไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ภาพ 17A, 18A, 19A และตารางผนวก 9) ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ คลอโรฟิลล์-บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของเปลือกผลมะนาวในทุกระบบวิธีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% มีแนวโน้มที่ลดลงตลอดการเก็บรักษา โดยเปลือกผลของผลมะนาวในทุกระบบวิธีมีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ลดลงไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลา 0-30 วันแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นผลที่แช่ในน้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 5 นาที มีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ลดลงอย่างรวดเร็วในระหว่างวันที่ 30-50 ของการเก็บรักษา ซึ่งมีปริมาณแตกต่างกับผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้น เมื่อเก็บรักษาได้ 70 วัน ผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 1.50% มีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ สูงที่สุดคือ 0.0058 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด รองลงมาได้แก่ ผลที่แช่ในสารละลายเข้มข้น 1.00, 0.25 และ 0.50% ที่ 0.0051, 0.0045 และ 0.0039 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ (ภาพ 17B และตารางผนวก 10) จากภาพ 18B และตารางผนวก 11 พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์-บี ของผิวเปลือกมะนาวในทุกระบบวิธีมีแนวโน้มที่ลดลงไม่แตกต่างกันตลอดการเก็บรักษา ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของเปลือกผลมะนาวมีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น โดยเปลือกผลมะนาวในทุกระบบวิธีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดลดลงไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลา 0-30 วันแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นแนวโน้มที่ลดลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะผลที่แช่ในน้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 5 นาที ซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดน้อยที่สุดคือ 0.0126 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด ส่วนผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.25, 0.50, 1.00 และ 1.50% มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดที่ 0.0286, 0.0391, 0.0230 และ 0.0300 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด เมื่อเก็บรักษาได้ 70 วัน ผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 1.50% มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดสูงที่สุด คือ 0.0086 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด รองลงมาได้แก่ผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 1.00, 0.25 และ 0.50% ที่ 0.0064, 0.0056 และ 0.0053 มิลลิกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ (ภาพ 19B และตารางผนวก 12)



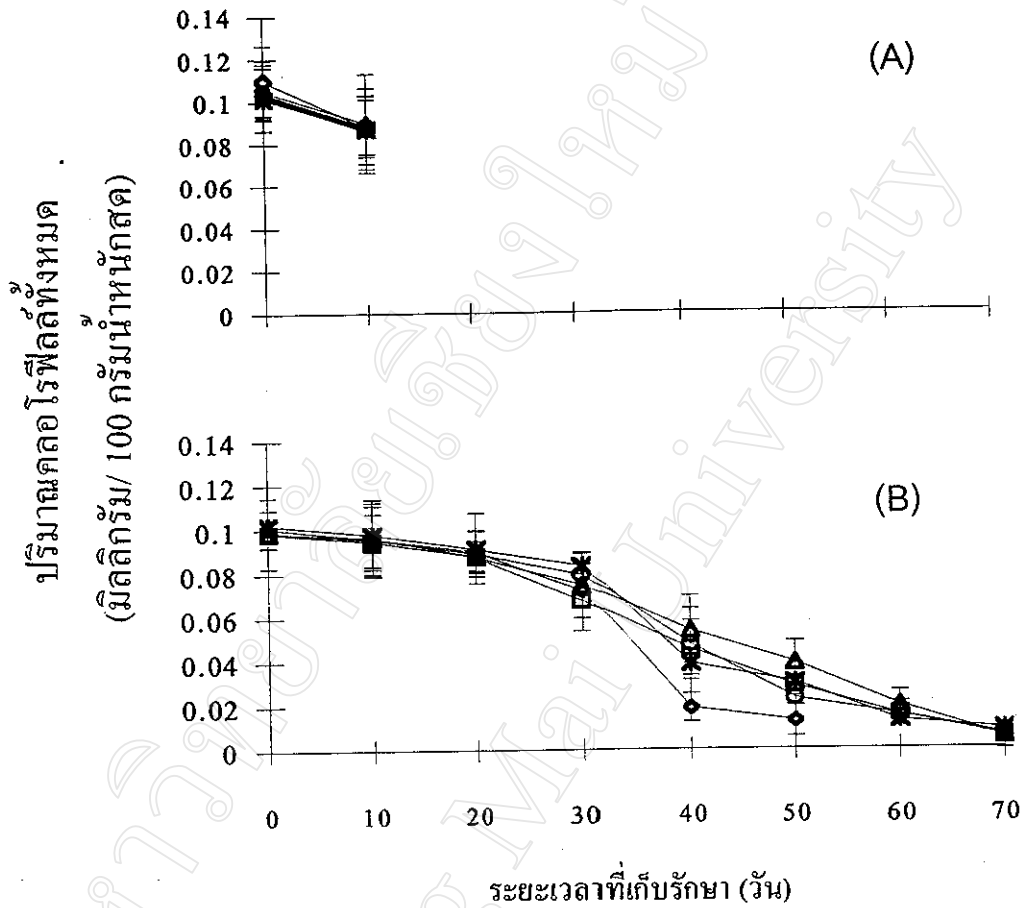
- ◇ แช่น้ำร้อน 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที (ชุดควบคุม) □ แช่ NaCl 0.25% W/V ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที
 △ แช่ NaCl 0.50% W/V ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที ○ แช่ NaCl 1.00% W/V ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที
 ✱ แช่ NaCl 1.50% W/V ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที

ภาพ 17 ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ของผิวเปลือกมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 70% (A) และ 13°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90% (B)



- แขน้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 5 นาที (ชุดควบคุม) □ แขน้ำ NaCl 0.25% W/V ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที
 Δ แขน้ำ NaCl 0.50% W/V ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที ○ แขน้ำ NaCl 1.00% W/V ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที
 ✱ แขน้ำ NaCl 1.50% W/V ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที

ภาพ 18 ปริมาณคลอโรฟีลล์-บี ของผิวเปลือกมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% (A) และ 13% ความชื้นสัมพัทธ์ 90% (B)



- ◻ แช่น้ำร้อน 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที (ชุดควบคุม) ◻ แช่ NaCl 0.25% W/V ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที
 △ แช่ NaCl 0.50% W/V ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที ○ แช่ NaCl 1.00% W/V ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที
 ✕ แช่ NaCl 1.50% W/V ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที

ภาพ 19 ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของผิวเปลือกมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 70% (A) และ 13°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90% (B)

2.2 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids; TSS)

การแช่ผลมะนาวในน้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 5 นาที กับการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.25, 0.50, 1.00 และ 1.50% ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% และ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำมะนาวในทุกกรรมวิธีมีค่าอยู่ในช่วง 8.13-8.65% ตลอดการเก็บรักษา (ตาราง 34-35)

2.3 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (titratable acidity; TA)

การแช่ผลมะนาวในน้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 5 นาที กับการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.25, 0.50, 1.00 และ 1.50% ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% และ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดในน้ำมะนาว โดยพบว่าปริมาณกรดในน้ำมะนาวในทุกกรรมวิธีมีค่าอยู่ในช่วง 6.28-7.24% ตลอดการเก็บรักษา (ภาพ 36-37)

ตาราง 34 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids; TSS) ในน้ำมะนาวพันธุ์เป็นที ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

กรรมวิธี	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำมะนาว เมื่อเก็บรักษาที่ 25°ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)	
	0	10
1. ชุดควบคุม	8.65 ns	8.39 ns
2. แช่ NaCl 0.25% 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที	8.34 ns	8.49 ns
3. แช่ NaCl 0.50% 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที	8.45 ns	8.13 ns
4. แช่ NaCl 1.00% 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที	8.53 ns	8.32 ns
5. แช่ NaCl 1.50% 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที	8.42 ns	8.54 ns
LSD	0.40	0.44
CV (%)	3.17	3.49

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 35 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids; TSS) ในน้ำมะนาวพันธุ์เป็นต้นผ่านการแช่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 13°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13°ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)							
	0	10	20	30	40	50	60	70
1. ชุดควบคุม	8.28 ns	8.20 ns	8.24 ns	8.36 ns	8.40 ab	8.44 ns	-	-
2. แช่ NaCl 0.25%	8.16 ns	8.28 ns	8.60 ns	8.38 ns	8.56 b	8.48 ns	8.68 ns	8.44 ns
3. แช่ NaCl 0.50%	8.24 ns	8.42 ns	8.36 ns	8.28 ns	8.16 a	8.36 ns	8.56 ns	8.26 ns
4. แช่ NaCl 1.00%	8.22 ns	8.32 ns	8.58 ns	8.32 ns	8.45 ab	8.64 ns	8.48 ns	8.36 ns
5. แช่ NaCl 1.50%	8.16 ns	8.36 ns	8.48 ns	8.40 ns	8.32 ab	8.60 ns	8.44 ns	8.20 ns
LSD	0.26	0.57	0.65	0.46	0.36	0.45	0.46	0.37
CV (%)	2.36	5.23	5.81	4.15	3.31	3.99	4.05	3.31

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหมดอายุการเก็บรักษา

ตาราง 36 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (titratable acidity; TA) ในน้ำมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

กรรมวิธี	ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในน้ำมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 25°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)	
	0	10
1. ชุดควบคุม	6.35 ns	6.47 ns
2. แช่ NaCl 0.25% 55°C เป็นเวลา 5 นาที	6.83 ns	6.32 ns
3. แช่ NaCl 0.50% 55°C เป็นเวลา 5 นาที	6.78 ns	6.53 ns
4. แช่ NaCl 1.00% 55°C เป็นเวลา 5 นาที	6.88 ns	6.67 ns
5. แช่ NaCl 1.50% 55°C เป็นเวลา 5 นาที	6.56 ns	6.28 ns
LSD	0.67	0.40
CV (%)	6.69	4.10

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 37 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (titratable acidity; TA) ในน้ำมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 55 องศา เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศา ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในน้ำมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13 องศา เป็นเวลาต่างๆ (วัน)							
	0	10	20	30	40	50	60	70
1. ชุดควบคุม	6.92 ns	7.11 ns	7.18 b	6.48 ns	6.87 ab	7.05 ns	-	-
2. แช่ NaCl 0.25%	6.96 ns	6.99 ns	6.98 ab	6.88 ns	7.09 b	6.76 ns	6.86 ns	6.59 ns
3. แช่ NaCl 0.50%	7.13 ns	6.58 ns	6.86 ab	6.62 ns	7.14 b	6.90 ns	7.24 ns	6.71 ns
4. แช่ NaCl 1.00%	6.66 ns	7.24 ns	6.44 a	6.67 ns	6.54 a	7.20 ns	7.02 ns	6.75 ns
5. แช่ NaCl 1.50%	7.19 ns	6.85 ns	6.79 ab	6.97 ns	7.18 b	7.02 ns	7.09 ns	7.02 ns
LSD	0.66	0.81	0.62	0.60	0.47	0.60	0.65	0.62
CV (%)	7.21	8.78	6.95	6.88	5.13	6.54	6.83	6.78

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหมดอายุการเก็บรักษา

3. การประเมินคุณภาพผลด้วยประสาทสัมผัส

3.1 การประเมินสีผิว

สีผิวของผลมะนาวในทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C เปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาได้ 10 วัน โดยผลมะนาวในทุกกรรมวิธีมีคะแนนสีผิวลดลงไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และมีคะแนนอยู่ในช่วง 4.7-4.8 คะแนน คือผลมีสีเขียวออกเหลือง (ตาราง 38 และภาพ 20B) ส่วนผลมะนาวในทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% ยังคงมีคะแนนสีผิวของผลที่ 5.0 คะแนน ตลอดระยะ 0-20 วันแรกของการเก็บรักษา คือผลมีสีเขียว หลังจากนั้นคะแนนสีผิวมีแนวโน้มที่ลดลงเล็กน้อยในวันที่ 40 ของการเก็บรักษา จนกระทั่งในวันที่ 50 ของการเก็บรักษา พบว่าผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 1.00% มีคะแนนสีผิวสูงสุด คือ 3.8 คะแนน รองลงมาได้แก่ผลที่แช่ในสารละลายเข้มข้น 0.50, 0.25 และ 1.50% ที่ 3.7, 3.7 และ 3.6 คะแนน ตามลำดับ ส่วนผลที่แช่ในน้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 5 นาที มีคะแนนสีผิวที่ 1.8 คะแนน คือผลมีสีเหลือง และเปลือกผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (ภาพ 21C) เมื่อเก็บรักษาได้ 70 วัน ผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นมีคะแนนสีผิวอยู่ในช่วง 2.3 - 2.5 คะแนน คือผลมีสีเหลือง (ภาพ 39 และภาพ 22B)

3.2 การประเมินรสชาติ

จากการทดสอบรสชาติโดยการชิม พบว่าในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา ผลมะนาวในทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C ยังคงมีคะแนนรสชาติของน้ำมะนาวที่ 4.0 คะแนน คือน้ำมะนาวมีรสชาติปกติ เช่นเดียวกับผลมะนาวที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% เป็นเวลา 40 วัน ยกเว้นผลที่แช่ในน้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 5 นาที ซึ่งมีคะแนนรสชาติที่ 3.4 คะแนน คือน้ำมะนาวมีรสชาติผิดปกติเล็กน้อย ในวันที่ 50 ของการเก็บรักษา ผลที่แช่ในน้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 5 นาที มีคะแนนรสชาติที่ 1.3 คะแนน คือน้ำมะนาวมีรสชาติผิดปกติมาก ในขณะที่ผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นมีคะแนนที่ 4.0 คะแนน คือมีรสชาติปกติ เมื่อเก็บรักษาได้ 70 วัน ผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50 และ 0.25% มีคะแนนรสชาติสูงที่สุดที่และมีค่าแตกต่างกับผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 1.00 และ 1.50% ตามลำดับ (ตาราง 40)

ตาราง 38 การประเมินสีผิวของผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

กรรมวิธี	คะแนนสีผิวของผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 25°ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)	
	0	10
1. ชุดควบคุม	5.0 ns	4.8 ns
2. แช่ NaCl 0.25% 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที	5.0 ns	4.8 ns
3. แช่ NaCl 0.50% 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที	5.0 ns	4.7 ns
4. แช่ NaCl 1.00% 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที	5.0 ns	4.7 ns
5. แช่ NaCl 1.50% 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที	5.0 ns	4.8 ns
LSD	-	0.60
CV (%)	-	17.30

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

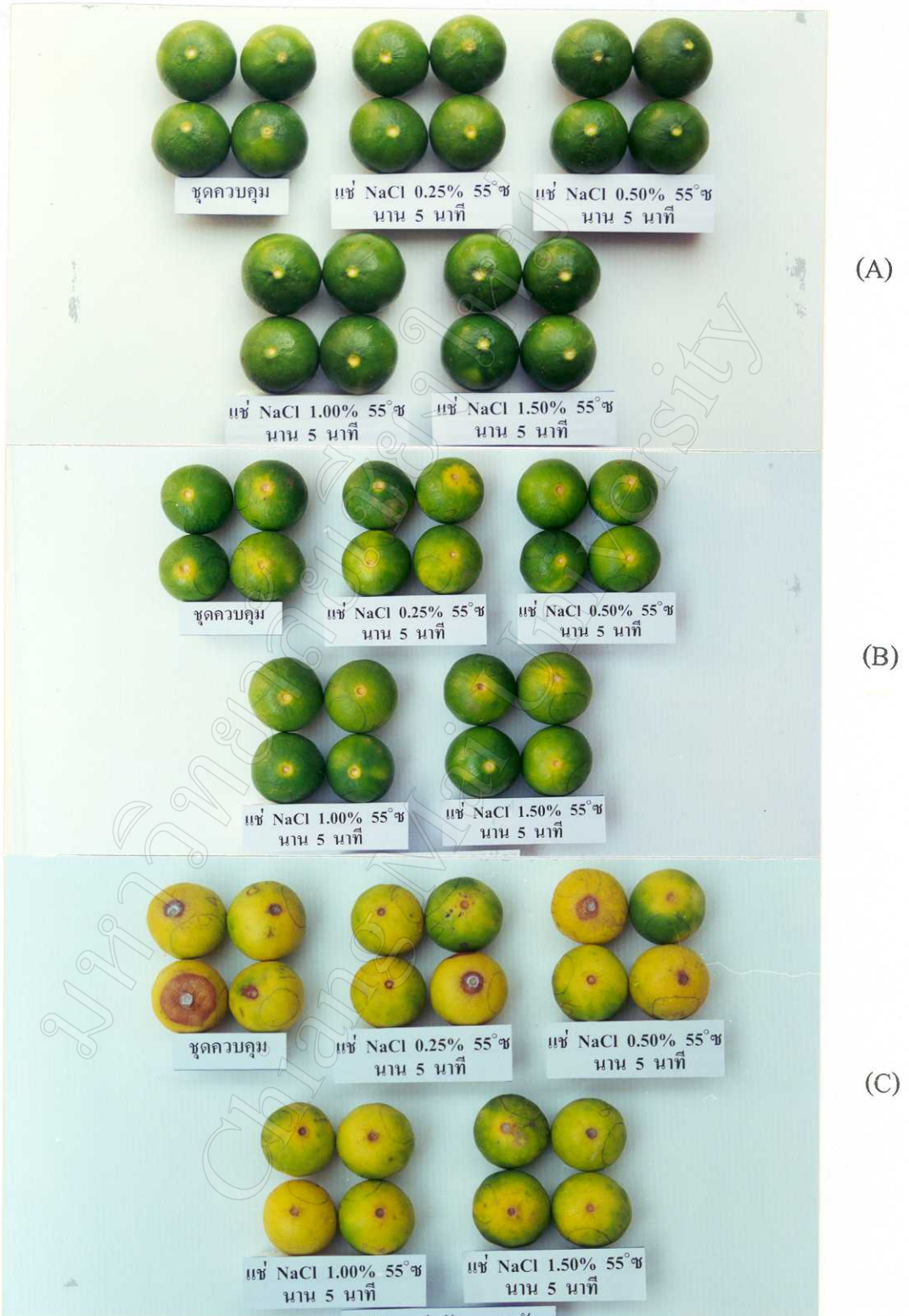
ตาราง 39 การประเมินสีผิวของผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 55^๕ ชม เป็นเวลา 5 นาที
แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 13^๕ ชม ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	คะแนนสีผิวของผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13 ^๕ ชม เป็นเวลาต่างๆ (วัน)									
	0	10	20	30	40	50	60	70		
1. ชุดควบคุม	5.0 ns	5.0 ns	5.0 ns	3.3 a	2.9 a	1.8 a	-	-	-	-
2. แช่ NaCl 0.25%	5.0 ns	5.0 ns	5.0 ns	4.7 c	4.6 b	3.7 b	3.4 b	2.3 ns		
3. แช่ NaCl 0.50%	5.0 ns	5.0 ns	5.0 ns	4.1 b	4.4 b	3.7 b	3.3 ab	2.5 ns		
4. แช่ NaCl 1.00%	5.0 ns	5.0 ns	5.0 ns	4.6 c	4.5 b	3.8 b	3.3 ab	2.3 ns		
5. แช่ NaCl 1.50%	5.0 ns	5.0 ns	5.0 ns	4.6 c	4.7 b	3.6 b	3.0 a	2.4 ns		
LSD	-	-	-	0.42	0.39	0.41	0.36	0.34		
CV (%)	-	-	-	13.38	12.93	16.37	14.16	21.14		

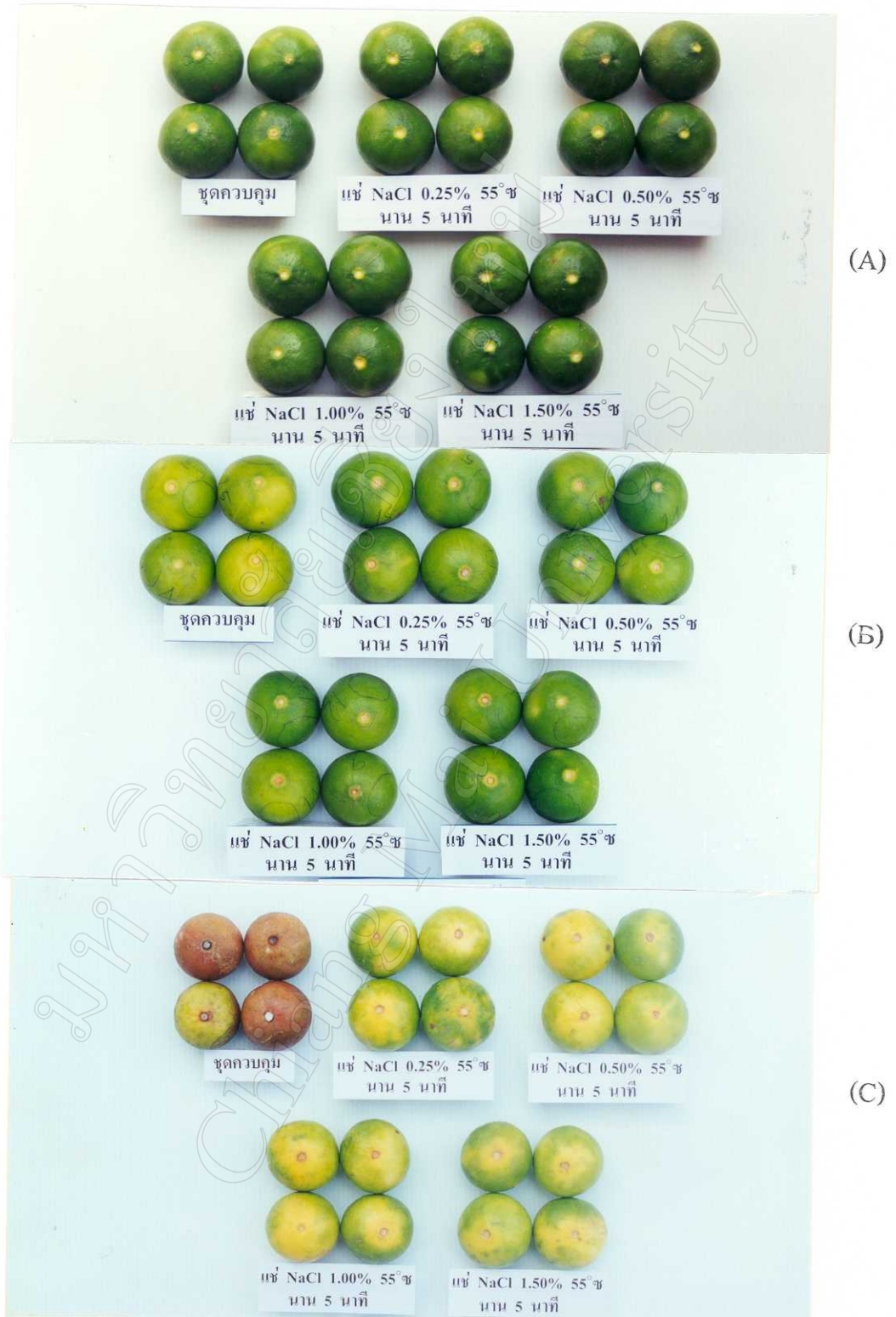
หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหาค่าจากการเก็บรักษา



ภาพ 20 สภาพของผลมะนาวหลังแช่ในน้ำร้อน 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที (ชุดควบคุม) และสภาพผลหลังแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ทันทันที่ (A) เมื่อเก็บรักษาไว้ที่ 25°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 70% เป็นเวลา 10 วัน (B) และเมื่อเก็บรักษานาน 13 วัน (C)



ภาพ 21 สภาพของผลมะนาวหลังแช่ในน้ำร้อน 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที (ชุดควบคุม) และสภาพผลหลังแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ทันที (A) เมื่อเก็บรักษาไว้ที่ 13°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90% เป็นเวลา 10 วัน (B) และเมื่อเก็บรักษานาน 50 วัน (C)



ภาพ 22 สภาพของผลมะนาวในวันที่ 60 (A) และ 70 วัน (B) ของการเก็บรักษาที่ 13°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

ตาราง 40 การประเมินรสชาติในมะนาวพันธุ์เป็นต้นที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที
แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 13°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	คะแนนรสชาติในมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13°ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)									
	0	10	20	30	40	50	60	70		
1. ชุดควบคุม	4.0 ns	4.0 ns	4.0 ns	4.0 ns	3.4 a	1.3 a	-	-		
2. แช่ NaCl 0.25%	4.0 ns	4.0 ns	4.0 ns	4.0 ns	4.0 b	4.0 b	3.5 ab	3.4 bc		
3. แช่ NaCl 0.50%	4.0 ns	4.0 ns	4.0 ns	4.0 ns	4.0 b	3.9 b	3.7 b	3.5 c		
4. แช่ NaCl 1.00%	4.0 ns	4.0 ns	4.0 ns	4.0 ns	4.0 b	4.0 b	3.3 a	3.0 ab		
5. แช่ NaCl 1.50%	4.0 ns	4.0 ns	4.0 ns	4.0 ns	4.0 b	4.0 b	3.4 ab	2.9 a		
LSD	-	-	-	-	0.24	0.18	0.39	0.45		
CV (%)	-	-	-	-	8.49	7.15	15.15	19.31		

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหมดอายุการเก็บรักษา

3.3 การประเมินกลิ่น

จากการทดสอบโดยการดมกลิ่นน้ำมะนาว พบว่าในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา น้ำมะนาว ในทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C ยังคงมีคะแนนกลิ่นน้ำมะนาวที่ 3.0 คะแนน คือ น้ำมะนาวมีกลิ่นปกติเช่นเดียวกับผลมะนาวที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% เป็นเวลา 40 วัน ยกเว้นผลที่แช่ในน้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 5 นาที ซึ่งมีคะแนนกลิ่นที่ 2.3 คะแนน คือน้ำมะนาวไม่มีกลิ่นมะนาวสด ในวันที่ 50 ของการเก็บรักษา ผลที่แช่ในน้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 5 นาที มีคะแนนกลิ่นที่ 1.5 คะแนน คือน้ำมะนาวมีกลิ่นผิดปกติ ในขณะที่ผลที่แช่ในสารละลาย โซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นมีคะแนนกลิ่นอยู่ในช่วง 2.5-2.8 คะแนน คือน้ำมะนาวมีกลิ่นลดลงเล็กน้อย เมื่อเก็บรักษาได้ 70 วัน ผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% มีคะแนนกลิ่น สูงที่สุดที่ 2.5 คะแนน รองลงมาได้แก่ ผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.25, 1.00 และ 1.50% ที่ 2.5, 2.2 และ 2.1 คะแนน ตามลำดับ (ตาราง 41)

3.4 การประเมินการยอมรับคุณภาพผลโดยรวม

คะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลมะนาวในทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C มีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาได้ 10 วัน โดยมีคะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลลดลงไม่แตกต่างกันและมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.6-5.9 คะแนน คือคุณภาพผลดี (ตาราง 42 และภาพ 20B) ส่วนผลมะนาวในทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% ยังคงมีคะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลที่ 6.0 คะแนน ตลอดระยะ 0-20 วันแรกของการเก็บรักษา คือคุณภาพดีเยี่ยม หลังจากนั้นแนวโน้มที่ลดลงเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาได้ 50 วัน ยกเว้นผลที่แช่ในน้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 5 นาที ซึ่งมีคะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลที่ 2.8 คะแนน คือคุณภาพผลไม่ดี ไม่สามารถวางตลาดได้ ในขณะที่ผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% มีคะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลสูงที่สุด คือ 5.7 คะแนน รองลงมาได้แก่ผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.25, 1.50 และ 1.00% ที่ 5.5, 5.4 และ 5.3 คะแนน ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาได้ 70 วัน ผลที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นมีคะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลไม่แตกต่างกันและมีคะแนนอยู่ในช่วง 4.1-4.3 คะแนน คือคุณภาพผลพอใช้ (ตาราง 43 และภาพ 22B)

ตาราง 41 การประเมินโดยการถดถอยน้ำหนักแห้งเป็นฟังก์ชันการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 13°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	คะแนนกลิ่นน้ำหนักแห้งเมื่อเก็บรักษาที่ 13°ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)									
	0	10	20	30	40	50	60	70		
1.ชุดควบคุม	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	2.3 a	1.5 a	-	-		
2.แฉ่ NaCl 0.25%	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	3.0 b	2.7 b	2.5 ns	2.5 ab		
3.แฉ่ NaCl 0.50%	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	3.0 b	2.5 b	2.7 ns	2.5 b		
4.แฉ่ NaCl 1.00%	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	3.0 b	2.8 b	2.6 ns	2.2 ab		
5.แฉ่ NaCl 1.50%	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	3.0 b	2.7 b	2.5 ns	2.1 a		
LSD	-	-	-	-	0.16	0.39	0.36	0.39		
CV (%)	-	-	-	-	7.61	22.32	19.54	23.02		

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหมดอายุการเก็บรักษา

ตาราง 42 การยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลมะนาวพันธุ์เป็นที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

กรรมวิธี	คะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 25°ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)	
	0	10
1. ชุดควบคุม	6.0 ns	5.7 ns
2. แช่ NaCl 0.25% 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที	6.0 ns	5.7 ns
3. แช่ NaCl 0.50% 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที	6.0 ns	5.7 ns
4. แช่ NaCl 1.00% 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที	6.0 ns	5.8 ns
5. แช่ NaCl 1.50% 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที	6.0 ns	5.9 ns
LSD	-	0.83
CV (%)	-	20.05

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 43 การประเมินการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลมะนาวพันธุ์เป็นที่ผ่านการแปรในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 13°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	คะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13°ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)									
	0	10	20	30	40	50	60	70		
1.ชุดควบคุม	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	5.1 a	4.2 a	2.8 a	-	-		
2.แฉ่ NaCl 0.25%	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	5.7 b	5.3 b	5.5 bc	4.7 ns	4.3 ns		
3.แฉ่ NaCl 0.50%	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	5.6 b	5.6 b	5.7 c	4.5 ns	4.3 ns		
4.แฉ่ NaCl 1.00%	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	5.7 b	5.5 b	5.3 b	4.7 ns	4.2 ns		
5.แฉ่ NaCl 1.50%	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	5.8 b	5.5 b	5.4 bc	4.3 ns	4.1 ns		
LSD	-	-	-	0.41	0.41	0.41	0.36	0.46		
CV (%)	-	-	-	10.05	10.82	10.82	10.88	14.17		

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

(-) ไม่มีข้อมูลเนื่องจากหาค่าการเก็บรักษา

4. อายุการเก็บรักษา

เมื่อพิจารณาสภาพภายนอกของผล การสูญเสียน้ำหนัก การเกิดโรค และอาการผิดปกติที่พบ รวมทั้งคุณภาพผลมะนาว สรุปอายุการเก็บรักษาของผลมะนาวได้ดังตาราง 44 โดยผลที่แช่น้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 5 นาที (ชุดควบคุม) และผลที่แช่น้ำสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 1.00, 0.25, 1.50 และ 0.50% เก็บรักษาไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% มีอายุการเก็บรักษาที่ 16, 16, 15, 15 และ 14 วัน ตามลำดับ เนื่องจากยังมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากโรคน้อยกว่า 20% ของจำนวนผลทั้งหมด ผลมีสีเหลืองออกเขียว เขียวเล็กน้อย และหมดอายุการเก็บรักษาในวันที่ 18, 17, 16, 18 และ 17 วัน (ตาราง 44) ส่วนการแช่ผลในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.25, 1.50, 0.50 และ 1.00% แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% มีอายุการเก็บรักษาได้นาน 70 วัน เนื่องจากยังมีคุณภาพผลดี โดยผลมีสีเหลือง เขียวเล็กน้อย เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมะนาวได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในน้ำมะนาว พบว่าปริมาณ TSS และ TA เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย การประเมินคุณภาพผลด้วยประสาทสัมผัสด้านความสดและสีผิวของผลไม่แตกต่างกัน ยกเว้นคุณภาพของกลิ่นและรสชาติของผลที่แช่น้ำสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% ยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด ในขณะที่กรรมวิธีอื่นๆ มีการยอมรับน้อยแต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้เมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น พบว่าเปลือกผลในทุกกรรมวิธีเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และมีคุณภาพผลไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ส่วนผลที่แช่น้ำร้อน 55°C เป็นเวลา 5 นาที มีคุณภาพผลไม่ดี ไม่สามารถวางตลาดได้ เนื่องจากเปลือกผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลในวันที่ 45 ของการเก็บรักษา ที่เปอร์เซ็นต์อาการผิดปกติ 15% ของจำนวนผลทั้งหมด และหมดอายุการเก็บรักษา 100% ในวันที่ 50 ของการเก็บรักษา ดังนั้น อายุการเก็บรักษาของผลควรอยู่ที่ 40 วัน (ตาราง 40)

ตาราง 44 อายุการเก็บรักษาของผลมะนาวที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น
ต่างๆ ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°ซ และ 13°ซ

กรรมวิธี	อายุการเก็บรักษาที่ 25°ซ (วัน)	อายุการเก็บรักษาที่ 13°ซ (วัน)
1. แช่น้ำร้อน 55°ซ 5 นาที (ชุดควบคุม)	16	40
2. แช่ NaCl เข้มข้น 0.25% ที่ 55°ซ 5 นาที	15	70
3. แช่ NaCl เข้มข้น 0.50% ที่ 55°ซ 5 นาที	14	70
4. แช่ NaCl เข้มข้น 1.00% ที่ 55°ซ 5 นาที	16	70
5. แช่ NaCl เข้มข้น 1.50% ที่ 55°ซ 5 นาที	15	70

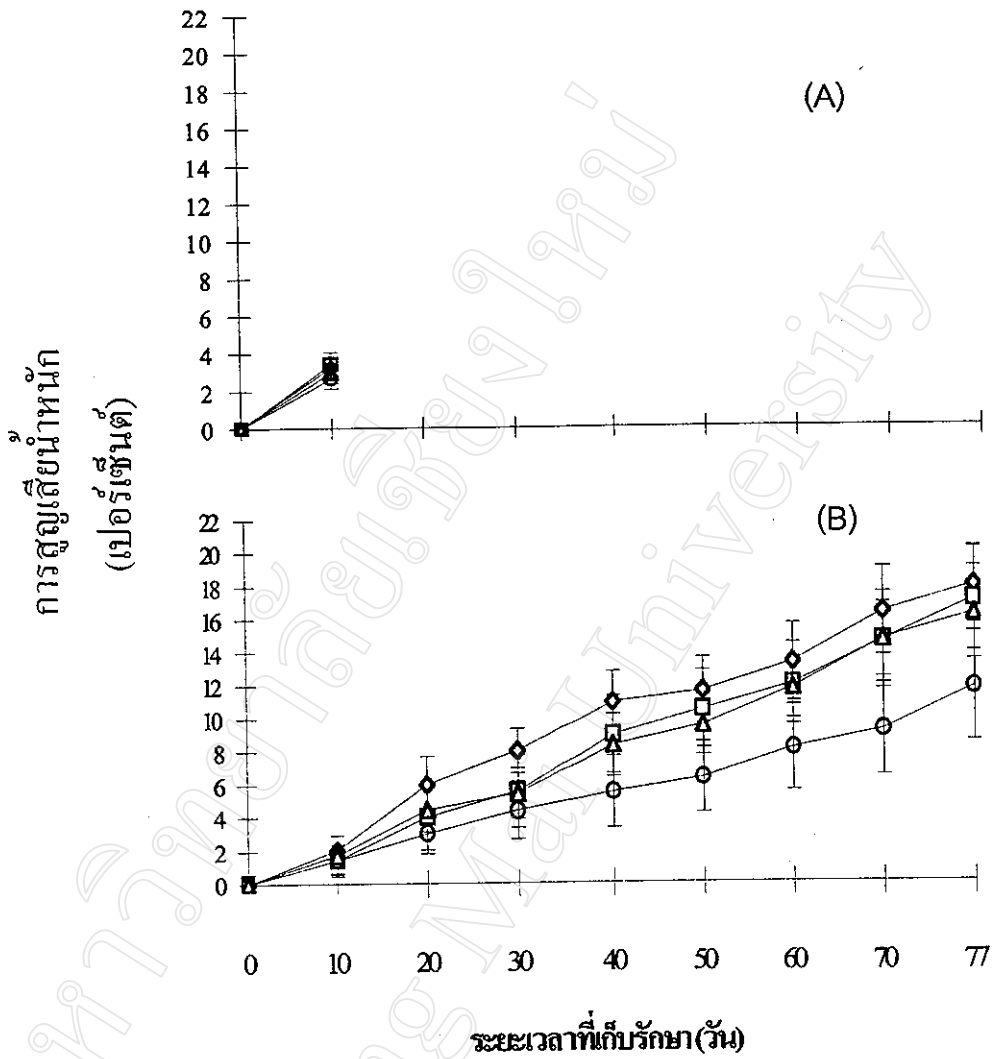
ตอนที่ 3 ผลของไคโตแซนที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลมะนาวไทยพันธุ์แป้น

จากการแช่ผลมะนาวในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% น้ำหนักโดยปริมาตร ที่อุณหภูมิ 55°C เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปเคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 0.10, 0.25 และ 0.50% น้ำหนักโดยปริมาตร เมื่อนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C กับ 13°C แล้วนำมาตรวจวัดผล ได้ผลการทดลอง ดังนี้

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

1.1 การสูญเสียน้ำหนัก

การสูญเสียน้ำหนักของผลมะนาวในทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น เมื่อเก็บรักษาได้ 10 วัน โดยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลอยู่ในช่วง 2.68-3.43% ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ภาพ 23A และตารางผนวก 13) เมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น พบว่าผลมะนาวในทุกกรรมวิธีหมดอายุการเก็บรักษาในวันที่ 18 ของการเก็บรักษาอันมีสาเหตุมาจากการเข้าทำลายของโรค ส่วนการสูญเสียน้ำหนักของผลมะนาวในทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น โดยผลมะนาวที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.50% มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยตลอดระยะ 0 - 40 วันแรกของการเก็บรักษา คือ 5.50% ในขณะที่ผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.10, 0.25% และผลที่ไม่เคลือบผิวมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักที่ 8.96, 8.32 และ 10.95% หลังจากนั้นเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลมะนาวในทุกกรรมวิธีเพิ่มสูงขึ้นทุกวัน จนกระทั่งในวันที่ 70 ของการเก็บรักษา ผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.50% มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยคือ 9.20% ส่วนผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.10, 0.25 และผลที่ไม่เคลือบผิวมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 14.56, 14.60 และ 16.31% ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาได้ 77 วัน ผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.50% ยังมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยคือ 11.75% ในขณะที่การเคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.10, 0.25% และผลที่ไม่เคลือบผิวมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 17.03, 16.20 และ 17.88% ตามลำดับ (ภาพ 23B และตารางผนวก 14)



- ◊ NaCl 0.50% (ชุดควบคุม)
- ◻ NaCl 0.50% + Chitosan 0.10%
- △ NaCl 0.50% + Chitosan 0.25%
- NaCl 0.50% + Chitosan 0.50%

ภาพ 23 การสูญเสียน้ำหนักของผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% W/V ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปเคลือบผิวด้วยไคโตแซนที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% (A) และ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% (B)

1.2 การเกิดโรคและอาการผิดปกติของผลมะนาว

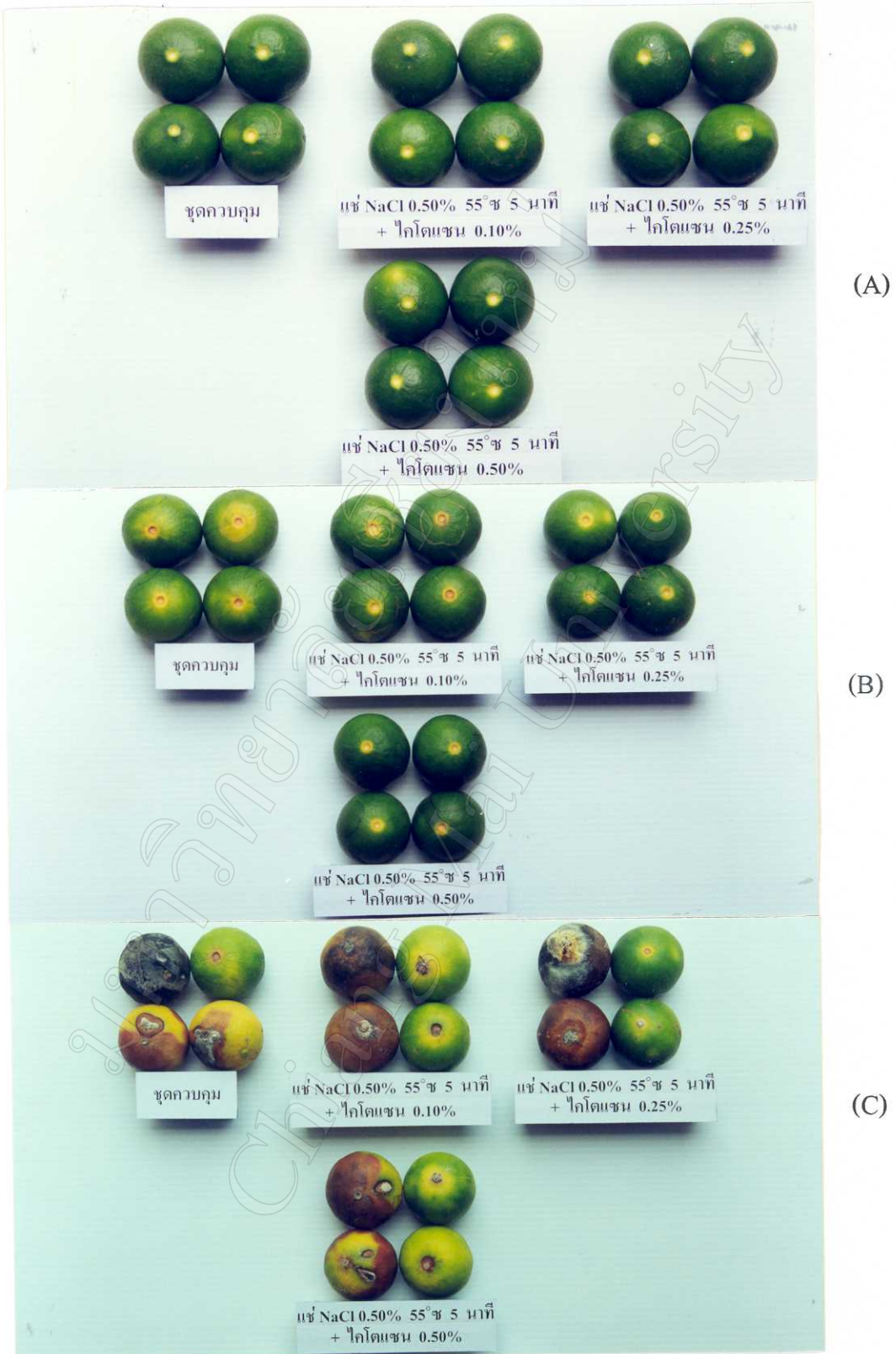
การแช่ผลมะนาวในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% ที่อุณหภูมิ 55°C เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปเคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 0.10, 0.25 และ 0.50% แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C กับ 13°C ปรากฏว่าการเคลือบผิวผลมะนาวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.50% แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C สามารถชะลอการเกิดโรคได้นานที่สุดคือ 18 วัน โดยพบการเข้าทำลายของโรคในวันที่ 19 ของการเก็บรักษา ที่เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคคือ 15% และมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากการเข้าทำลายของโรคเกิน 20% ของจำนวนผลทั้งหมดในวันที่ 22 ของการเก็บรักษา รองลงมาได้แก่ ผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.25, 0.10% และผลที่ไม่เคลือบผิวสามารถชะลอการเกิดโรคได้นาน 15 วัน โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 5-15% ของจำนวนผลทั้งหมด และมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากการเข้าทำลายของโรคเกิน 20% ของจำนวนผลทั้งหมดในวันที่ 19 ของการเก็บรักษา (ตาราง 45 และภาพ 24C) เมื่อนำเชื้อไปตรวจได้ก๊อ่งจุลทรรศน์ พบว่าเป็นเชื้อรา กลุ่ม *Penicillium* sp., *Fusarium* sp. และ *Sepedonium* sp. (ภาพ 25A-C) ส่วนผลมะนาวที่เก็บรักษาไว้ที่ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% ไม่พบการเข้าทำลายของโรคตลอดการเก็บรักษา และพบว่าการเคลือบผิวผลมะนาวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.50% เมื่อนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% สามารถชะลอการเกิดอาการผิดปกติของผลมะนาวได้นาน 74 วัน โดยพบอาการผิดปกติของผลในวันที่ 75 ของการเก็บรักษา ที่เปอร์เซ็นต์อาการผิดปกติของผล คือ 5% และมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากอาการผิดปกติของผลเกิน 20% ของจำนวนผลทั้งหมดในวันที่ 80 ของการเก็บรักษา รองลงมาได้แก่ผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.10, 0.25% และผลที่ไม่เคลือบผิว ซึ่งพบอาการผิดปกติของผลในวันที่ 73 ของการเก็บรักษา ที่เปอร์เซ็นต์อาการผิดปกติของผลที่ 5-10% และมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากอาการผิดปกติของผลเกิน 20% ของจำนวนผลทั้งหมดในวันที่ 78 ของการเก็บรักษา (ตาราง 46 และภาพ 35B)

ตาราง 45 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคของผลมะนาวที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปเคลือบผิวด้วยไลโคเซนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

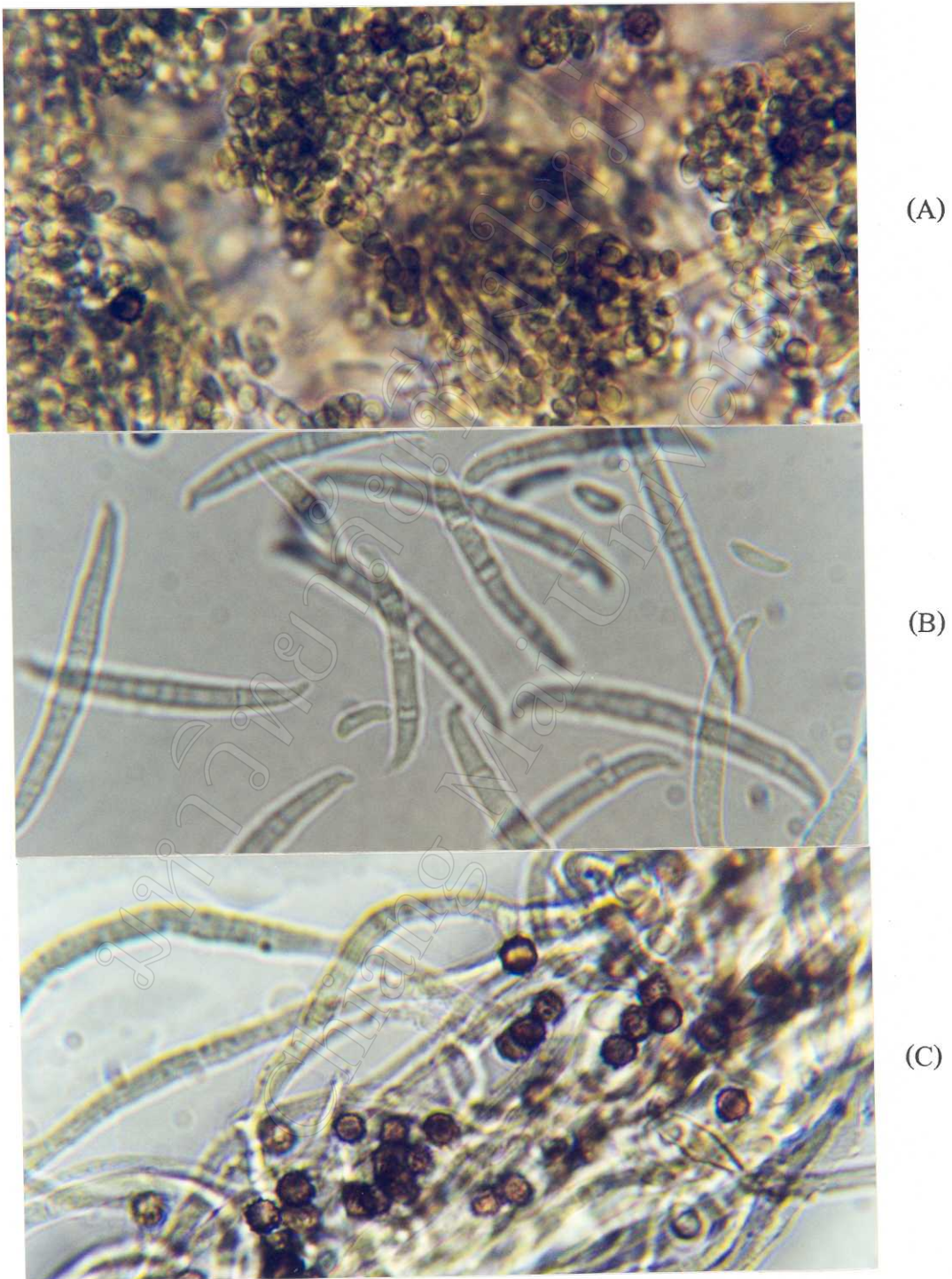
กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคที่พบเมื่อเก็บรักษาที่ 25°ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)									
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1. แช่ NaCl เข้มข้น 0.50% ที่ 55°ซ 5 นาที (ชุดควบคุม)	0	0	5	5	15	15	35	35	65	65
2. แช่ NaCl เข้มข้น 0.50% ที่ 55°ซ 5 นาที เคลือบผิวเข้มข้น 0.10%	0	5	5	15	15	35	35	55	55	55
3. แช่ NaCl เข้มข้น 0.50% ที่ 55°ซ 5 นาที เคลือบผิวเข้มข้น 0.25%	0	0	0	10	10	25	25	45	45	60
4. แช่ NaCl เข้มข้น 0.50% ที่ 55°ซ 5 นาที เคลือบผิวเข้มข้น 0.50%	0	0	0	0	0	0	15	15	15	35

ตาราง 46 เปอร์เซ็นต์อาการผิดปกติของผลมะนาวที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปเคลือบผิวด้วยไลโคเซนเข้มข้นที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 13°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์อาการผิดปกติที่พบเมื่อเก็บรักษาที่ 13°ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)									
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
1. แช่ NaCl เข้มข้น 0.50% ที่ 55°ซ 5 นาที (ชุดควบคุม)	0	5	5	15	15	15	25	25	25	40
2. แช่ NaCl เข้มข้น 0.50% ที่ 55°ซ 5 นาที เคลือบผิวเข้มข้น 0.10%	0	0	10	10	15	15	15	35	35	35
3. แช่ NaCl เข้มข้น 0.50% ที่ 55°ซ 5 นาที เคลือบผิวเข้มข้น 0.25%	0	5	5	10	10	10	35	35	55	55
4. แช่ NaCl เข้มข้น 0.50% ที่ 55°ซ 5 นาที เคลือบผิวเข้มข้น 0.50%	0	0	0	0	5	5	5	10	10	35



ภาพ 24 สภาพของผลมะนาวหลังแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที (ชุดควบคุม) และสภาพผลหลังแช่สารละลายฯ แล้วนำไปเคลือบผิวด้วยไคลโดเซนที่ความเข้มข้นต่างๆ ทันที (A) เมื่อเก็บรักษาไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% เป็นเวลา 10 วัน (B) และเมื่อเก็บรักษานาน 14 วัน (C)



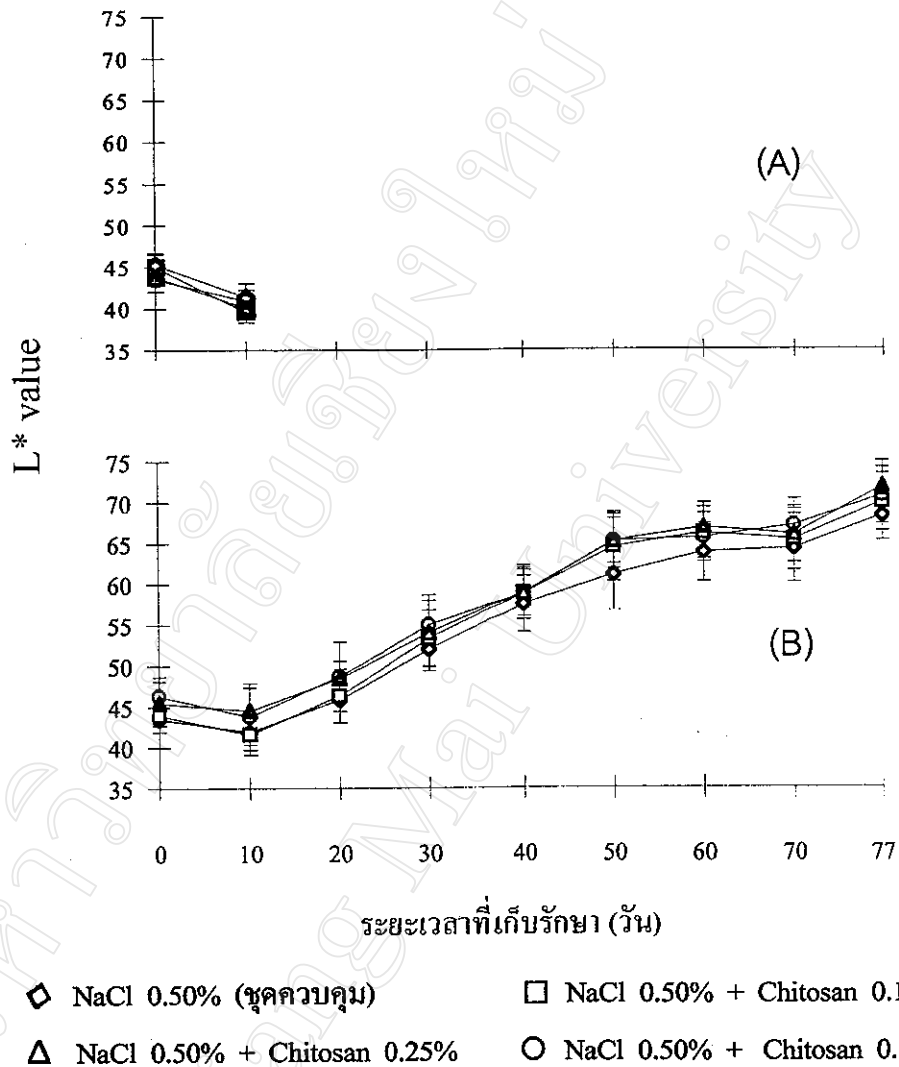
ภาพ 25 เชื้อราที่พบบนผลมะนาวที่เก็บรักษาไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70%
 เชื้อ *Penicillium* sp. (A), *Fusarium* sp. (B) และ *Sepedonium* sp. (C)
 (กำลังขยาย 400X)

1.3 การเปลี่ยนแปลงของสีผิว

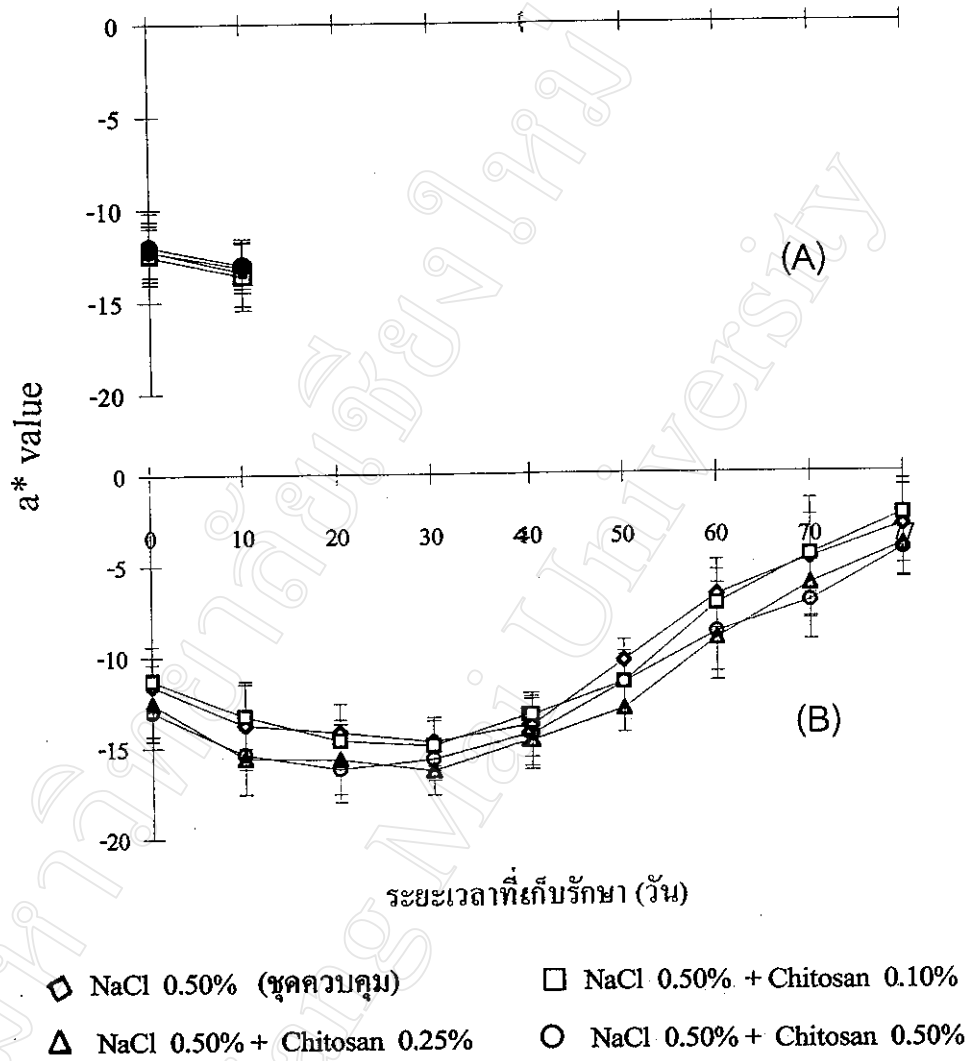
ค่าความสว่างของสี (L^*) และค่าสีเขียว (a^*) ของเปลือกผลมะนาวในทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C มีค่าลดลงไม่แตกต่างกันเมื่อเก็บรักษาได้ 10 วัน ในขณะที่ค่าสีเหลือง (b^*) มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อนำค่า a^* และ b^* ไปคำนวณค่า chroma (C^*) และ hue angle (h°) พบว่าค่า C^* ของเปลือกผลมะนาวในทุกกรรมวิธีมีค่าเพิ่มขึ้น คือผลมีสีเหลืองเข้มมากขึ้น ในขณะที่ค่า h° ของเปลือกผลมะนาวในทุกกรรมวิธีมีค่าลดลง คือสีเขียวของผลเริ่มหายไป (ภาพ 26A-30A และตารางผนวก 14)

ค่าความสว่างของสี (L^*) ของเปลือกผลมะนาวในทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13°C มีค่าลดลงเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาได้ 10 วัน และมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา โดยผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.25% มีค่า L^* สูงที่สุดตลอดการเก็บรักษา รองลงมาได้แก่ผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.50, 0.10% และผลที่ไม่เคลือบผิว ตามลำดับ (ภาพ 26B และตารางผนวก 16) จากภาพ 27B และตารางผนวก 17 พบว่าค่าสีเขียว (a^*) ของเปลือกผลมะนาวในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มที่ลดลงตลอดระยะ 0-30 แรกของการเก็บรักษา โดยผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.25 กับ 0.50% มีค่า a^* ลดลงน้อยกว่าผลที่ไม่เคลือบผิวกับผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.10% หลังจากนั้นแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น โดยผลที่ไม่เคลือบผิวกับผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.10% มีค่า a^* เพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาได้แก่ผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.50 และ 0.25% ตามลำดับ ส่วนค่าสีเหลือง (b^*) ของผลมะนาวในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น โดยผลที่ไม่เคลือบผิวกับผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.10% มีค่า b^* สูงที่สุดตลอดการเก็บรักษา รองลงมาได้แก่ผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.50 กับ 0.25% ตามลำดับ (ภาพ 28B และตารางผนวก 18)

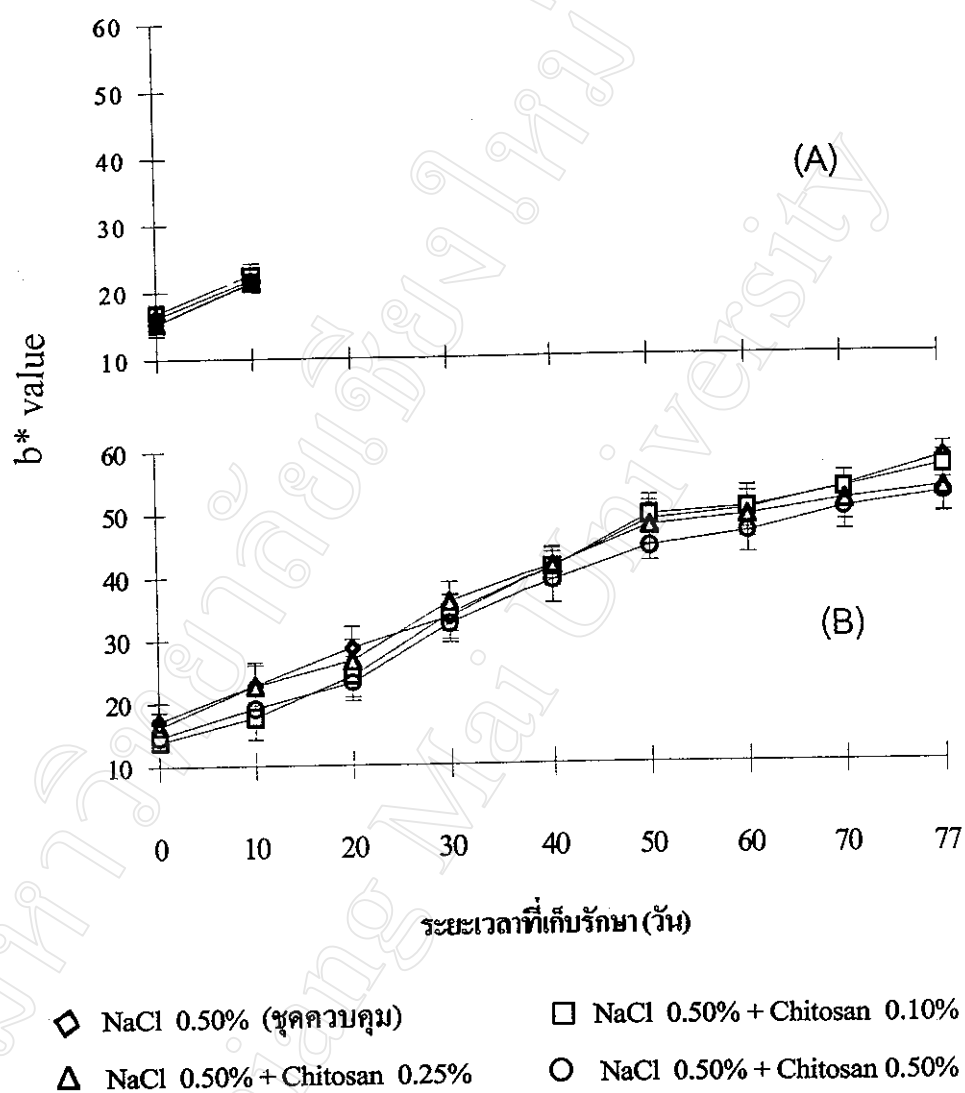
เมื่อนำค่าสีเขียว (a^*) และสีเหลือง (b^*) ไปคำนวณค่า chroma (C^*) และ hue angle (h°) พบว่าในวันที่ 0-60 วันแรกของการเก็บรักษา ผลมะนาวที่ไม่เคลือบผิวมีค่า C^* สูงที่สุด รองลงมาได้แก่ผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.10, 0.25 และ 0.50% ตามลำดับ หลังจากนั้นผลที่ไม่เคลือบผิวกับผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.10% มีค่า C^* เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน และมีค่าสูงกว่าผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.25 และ 0.50% ส่วนค่า h° พบว่า ในวันที่ 0-60 วันแรกของการเก็บรักษา ผลมะนาวในทุกกรรมวิธีมีค่า h° ลดลงไม่แตกต่างกัน จนกระทั่งในวันที่ 70 ของการเก็บรักษา ผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.50 และ 0.25% มีค่า h° ไม่แตกต่างกัน และมีค่าสูงกว่าผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.10% และผลที่ไม่เคลือบผิว เมื่อเก็บรักษาได้ 77 วัน ผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.25 และ 0.50% มีค่า h° ไม่แตกต่างกันและมีค่าสูงกว่าผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.10% กับ ผลที่ไม่เคลือบผิว (ภาพ 29B, 30B และตารางผนวก 19, 20)



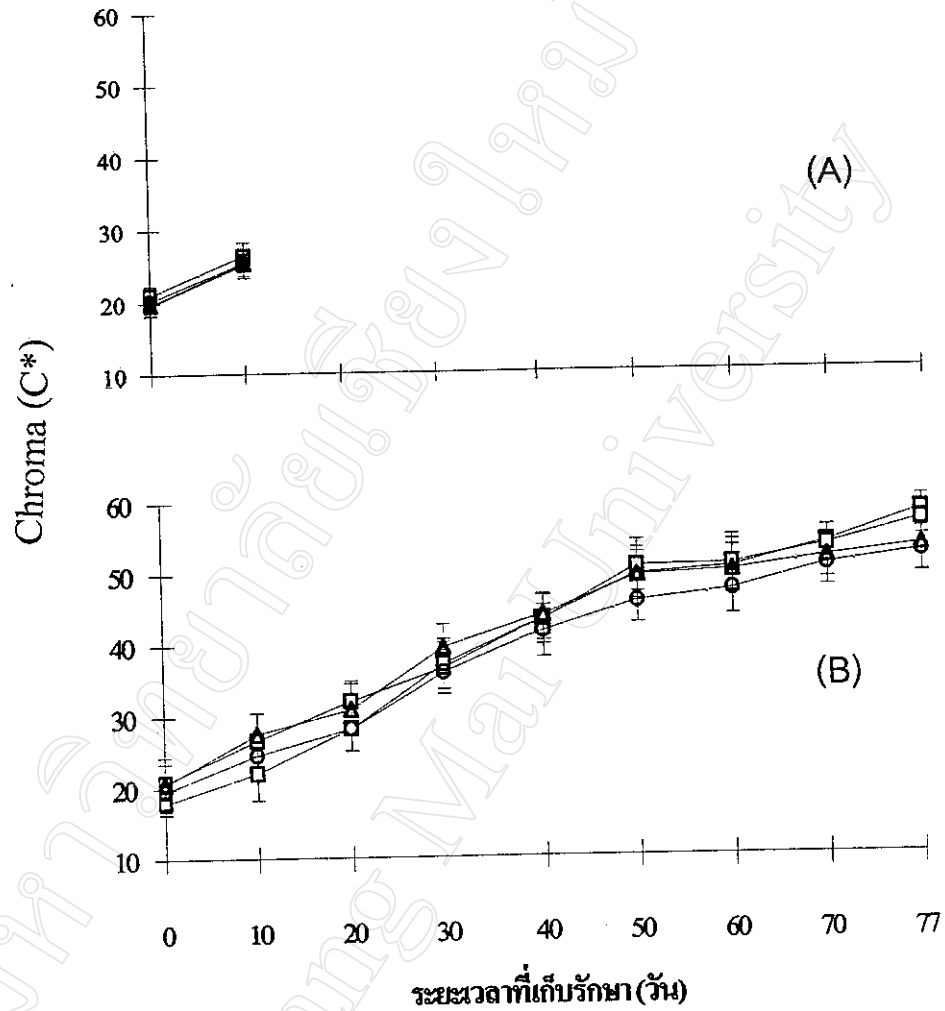
ภาพ 26 ค่า L^* ของเปลือกผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% W/V ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปเคลือบผิวด้วยโคโคแซนที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% (A) และ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% (B)



ภาพ 27 ค่า a^* ของเปลือกผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% W/V ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปเคลือบผิวด้วยไคโตแซนที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% (A) และ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% (B)

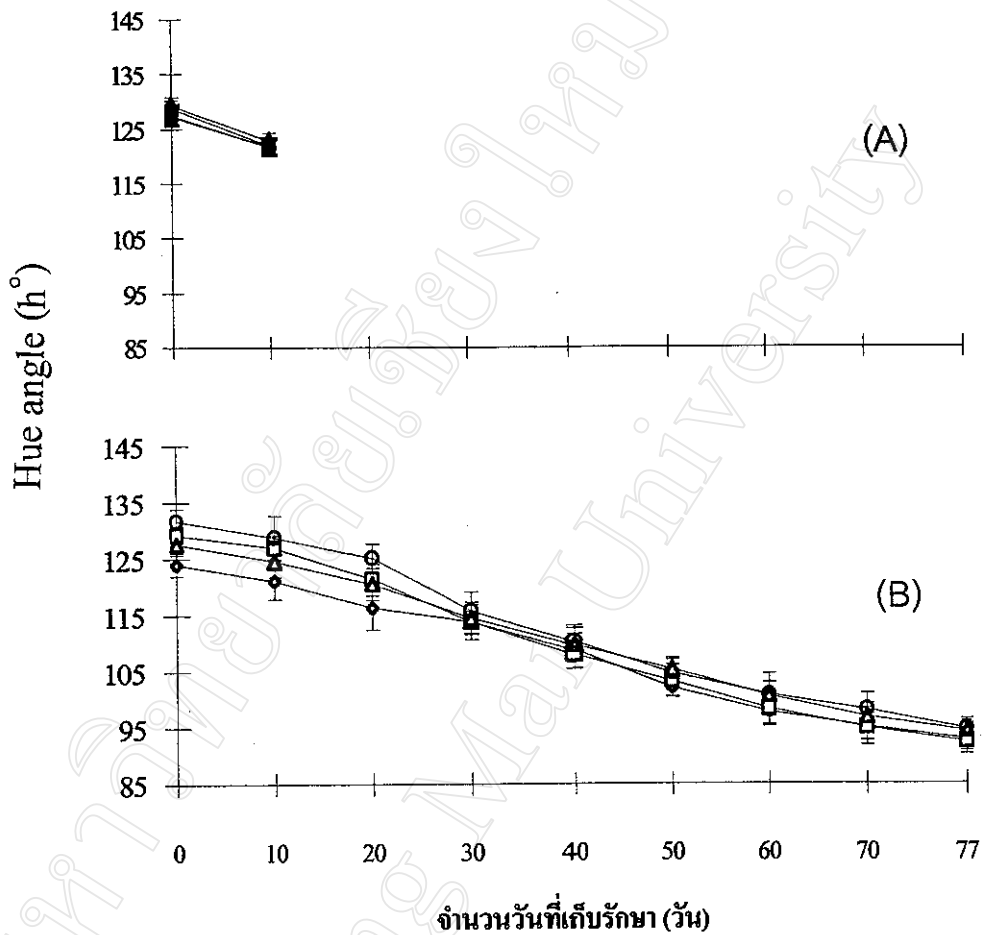


ภาพ 28 ค่า b^* ของเปลือกผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% W/V ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปเคลือบผิวด้วยโคโคแซนที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% (A) และ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% (B)



◇ NaCl 0.50% (ชุดควบคุม) □ NaCl 0.50% + Chitosan 0.10%
 △ NaCl 0.50% + Chitosan 0.20% ○ NaCl 0.50% + Chitosan 0.50%

ภาพ 29 ค่า C* ของเปลือกผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% w/v ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปเคลือบผิวด้วยโคโตแซนที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% (A) และ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% (B)

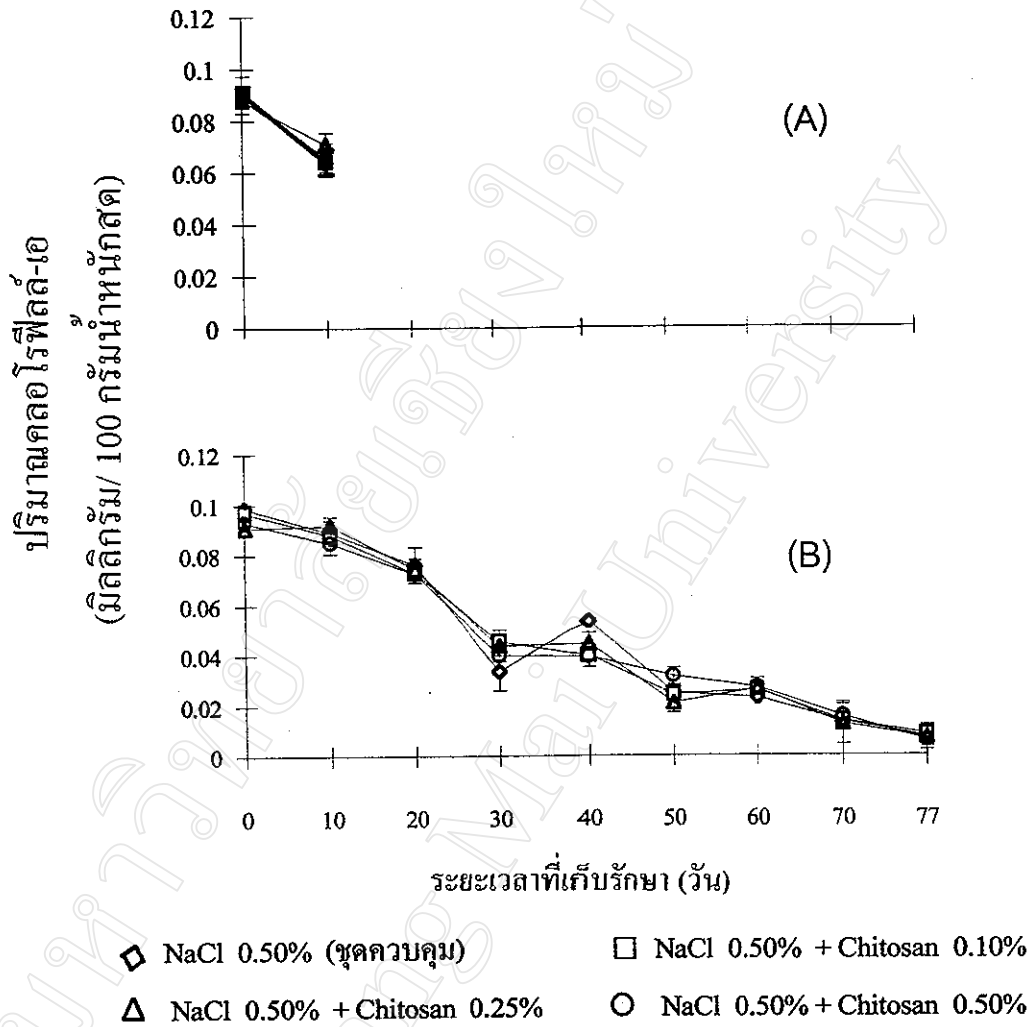


ภาพ 30 ค่า h° ของเปลือกผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% W/V ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปเคลือบผิวด้วยโคโตแซนที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% (A) และ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% (B)

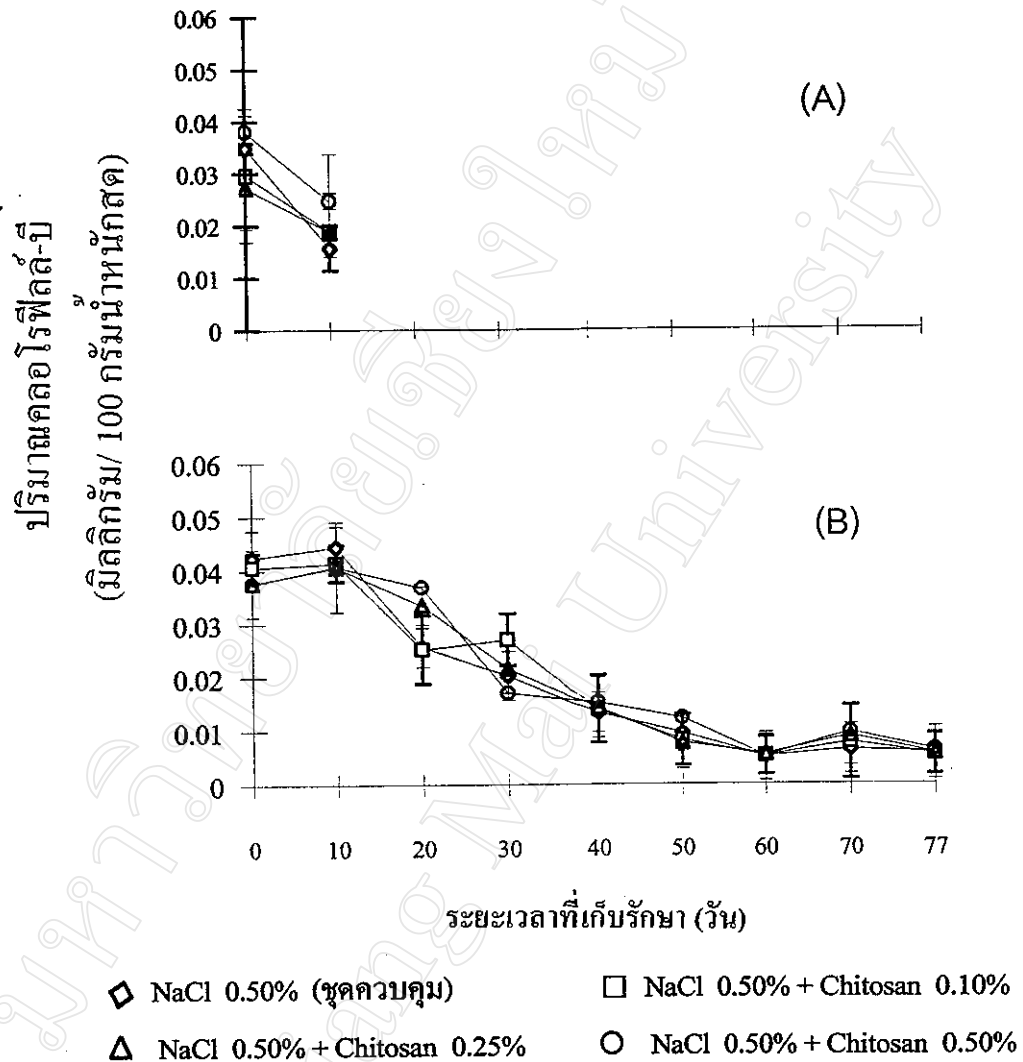
1. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

2.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์

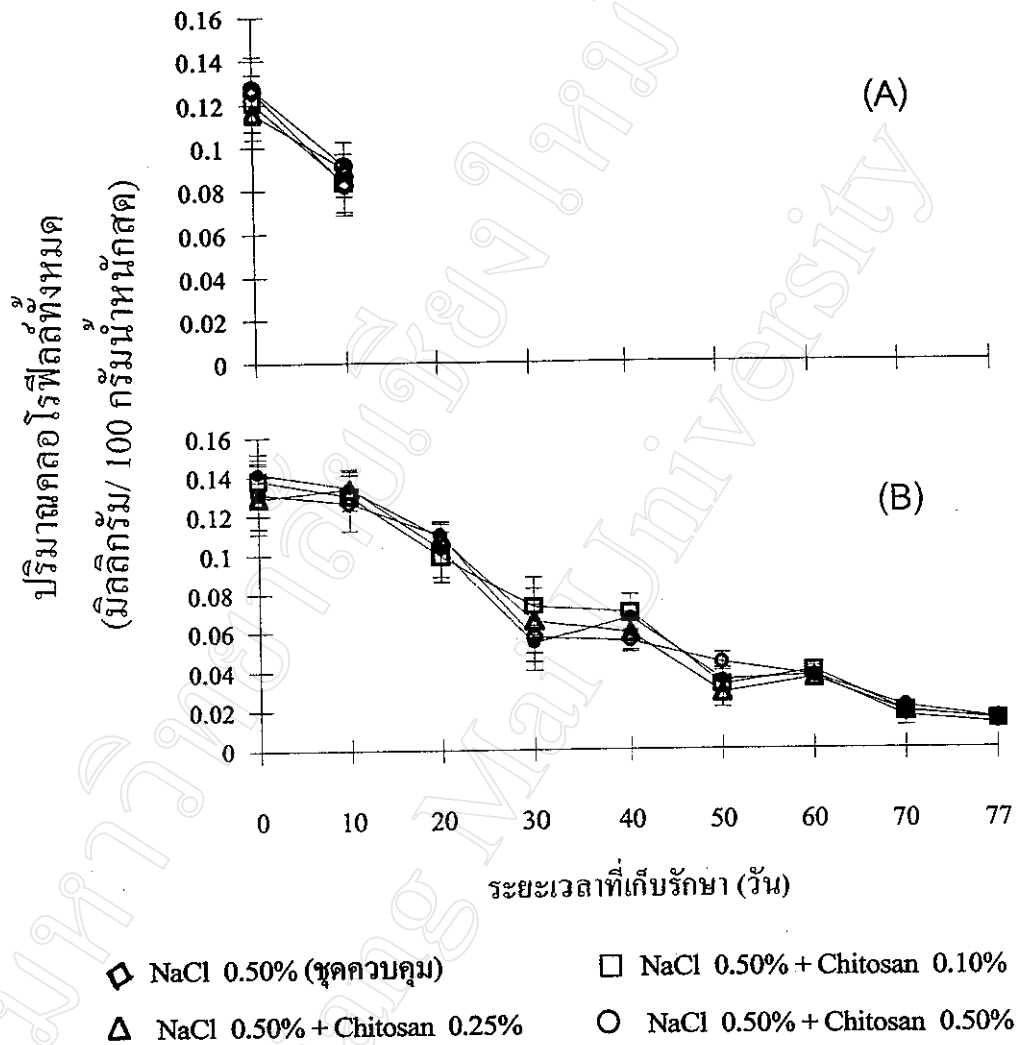
ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ คลอโรฟิลล์-บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของเปลือกผลมะนาวในทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C มีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อเก็บรักษาได้ 10 วัน โดยเปลือกผลของมะนาวในทุกกรรมวิธีมีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ คลอโรฟิลล์-บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดลดลงไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ภาพ 31A, 32A, 33A และตารางผนวก 21) ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ คลอโรฟิลล์-บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของเปลือกผลมะนาวในทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% มีแนวโน้มที่ลดลงไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลา 0-30 วันแรกของการเก็บรักษา และมีแนวโน้มที่ลดลงมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาได้ 60 วัน โดยผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.10, 0.25 และ 0.50% มีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ลดลงไม่แตกต่างกันคือ 0.0262, 0.0265 และ 0.0269 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ในขณะที่ไม่เคลือบผิวมีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ น้อยคือ 0.0229 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด เมื่อเก็บรักษาได้ 77 วัน ผลมะนาวในทุกกรรมวิธีมีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ไม่แตกต่างกัน ซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ อยู่ในช่วง 0.0058-0.0085 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด (ภาพ 31B และตารางผนวก 22) จากภาพ 32B และตารางผนวก 23 พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์-บี ของเปลือกผลมะนาวในทุกกรรมวิธีมีปริมาณลดลงไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์-บี อยู่ในช่วง 0.0134-0.0153 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด หลังจากนั้นแนวโน้มที่ลดลงมากขึ้นจนกระทั่งในวันที่ 70 ของการเก็บรักษาผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.25 และ 0.50% มีปริมาณคลอโรฟิลล์-บี ไม่แตกต่างกันคือ 0.0090 และ 0.0097 มิลลิกรัม/100 กรัม และมีค่าสูงกว่าผลที่ไม่เคลือบผิวกับผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.10% คือ 0.0065 และ 0.0077 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด เมื่อเก็บรักษาได้ 77 วัน ผลมะนาวในทุกกรรมวิธีมีปริมาณคลอโรฟิลล์-บี ไม่แตกต่างกัน โดยมีปริมาณอยู่ในช่วง 0.0055-0.0063 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของเปลือกมะนาวในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มที่ลดลงไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลา 0-30 วันแรกของการเก็บรักษา และมีแนวโน้มที่ลดลงมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาได้ 50 วัน โดยผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.50% มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดสูงที่สุด คือ 0.0441 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด รองลงมาได้แก่ผลที่ไม่เคลือบผิวกับผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.10 และ 0.25% ซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดไม่แตกต่างกันคือ 0.0348, 0.0325, และ 0.0287 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด เมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมีแนวโน้มที่ลดลงไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดการเก็บรักษา (ภาพ 48C และตารางผนวก 40)



ภาพ 31 ปริมาณคลอโรฟิลา-เอ ของเปลือกผลมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% W/V ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปเคลือบผิวด้วยไคโตแซนที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 70% (A) และ 13°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90% (B)



ภาพ 32 ปริมาณคลอโรฟิตัล-บี ของเปลือกผลมะนาวพันธุ์เป็นที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% W/V ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปเคลือบผิวด้วยไคโตแซนที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% (A) และ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% (B)



ภาพ 33 ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของผิวเปลือกมะนาวพันธุ์แป้นที่ผ่านการแช่ในสารละลายไฮเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% W/V ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปเคลือบผิวด้วยไคโตแซนที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% (A) และ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% (B)

2.2 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids; TSS)

การแช่ผลมะนาวในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปเคลือบผิวด้วยโคโคแซนเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 0.10, 0.25 และ 0.50% แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% และ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำมะนาวในทุกกรรมวิธีมีค่าอยู่ในช่วง 7.78-8.84% ตลอดการเก็บรักษา (ตาราง 47 และ 48)

1.3 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (titratable acidity; TA)

การแช่ผลมะนาวในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปเคลือบผิวด้วยโคโคแซนเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 0.10, 0.25 และ 0.50% แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% และ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดในน้ำมะนาว โดยพบว่า ปริมาณกรดในน้ำมะนาวในทุกกรรมวิธีมีค่าอยู่ในช่วง 5.20-6.99% ตลอดการเก็บรักษา (ตาราง 49 และ 50)

2.4 ปริมาณวิตามินซี

ปริมาณวิตามินซีในผลมะนาวทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% ไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บรักษาได้ 10 วัน โดยมีปริมาณวิตามินซีอยู่ในช่วง 36.95-38.45 มิลลิกรัม/100 กรัม (ตาราง 51) ส่วนปริมาณวิตามินซีในผลมะนาวทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาไว้ที่ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% มีปริมาณวิตามินซีลดลงเล็กน้อยตลอดระยะ 0 - 30 วันแรกของการเก็บรักษา คือมีปริมาณวิตามินซีในน้ำมะนาวอยู่ในช่วง 35.39-36.38 มิลลิกรัม/ 100 กรัม และมีปริมาณลดลงมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาได้ 77 วัน โดยผลที่เคลือบผิวด้วยโคโคแซนทุกความเข้มข้นกับผลที่ไม่เคลือบผิวมีปริมาณลดลงไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยมีปริมาณวิตามินซีอยู่ในช่วง 19.29-23.43 มิลลิกรัม/100 กรัม (ตาราง 52)

ตาราง 47 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids; TSS) ในน้ำมะนาวที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปเคลือบผิวด้วยไคโตแซนที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

กรรมวิธี	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้ำมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 25° เป็นเวลาต่างๆ (วัน)	
	0	10
1. ชูคควบคุม (แช่ NaCl 0.50%)	7.83 ns	8.16 ns
2. แช่ NaCl 0.50% + ไคโตแซน 0.10%	8.09 ns	7.95 ns
3. แช่ NaCl 0.50% + ไคโตแซน 0.25%	7.92 ns	8.18 ns
4. แช่ NaCl 0.50% + ไคโตแซน 0.50%	8.38 ns	7.78 ns
LSD	0.94	0.97
CV (%)	7.62	7.83

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 48 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids; TSS) ในน้ำมะนาวที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปเคลือบผิวด้วยไคโตซานที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)									
	0	10	20	30	40	50	60	70	77	
1. ชุดควบคุม	8.48 ns	8.40 ns	8.68 ns	8.68 ns	8.36 ns	8.72 ns	8.78 ns	8.64 ns	8.52 ns	
2. แช่ NaCl 0.50% + ไคโตซาน 0.10%	8.40 ns	8.84 ns	8.48 ns	8.60 ns	8.64 ns	8.40 ns	8.56 ns	8.68 ns	8.76 ns	
3. แช่ NaCl 0.50% + ไคโตซาน 0.25%	8.64 ns	8.60 ns	8.76 ns	8.40 ns	8.56 ns	8.56 ns	8.44 ns	8.52 ns	8.64 ns	
4. แช่ NaCl 0.50% + ไคโตซาน 0.50%	8.64 ns	8.84 ns	8.80 ns	8.84 ns	8.68 ns	8.48 ns	8.76 ns	8.56 ns	8.62 ns	
LSD	0.47	0.58	0.34	0.60	0.47	0.63	0.59	0.52	0.52	
CV (%)	4.08	5.08	2.89	5.18	4.11	5.53	5.10	4.50	4.53	

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 49 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (titratable acidity; TA) ในน้ำมะนาวที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปเคลือบผิวด้วยไคโตแซนที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

กรรมวิธี	ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในน้ำมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 25° เป็นเวลาต่างๆ (วัน)	
	0	10
1. ชุดควบคุม (แช่ NaCl 0.50%)	6.08 ns	6.49 ns
2. แช่ NaCl 0.50% + ไคโตแซน 0.10%	6.55 ns	6.86 ns
3. แช่ NaCl 0.50% + ไคโตแซน 0.25%	6.63 ns	6.37 ns
4. แช่ NaCl 0.50% + ไคโตแซน 0.50%	6.45 ns	6.72 ns
LSD	0.68	0.75
CV (%)	6.83	7.36

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 50 ปริมาณกรดที่ไตรคราที่ได (titratable acidity; TA) ในน้ำมะนาวที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปเคลือบผิวด้วยโคโคแซนที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	ปริมาณกรดที่ไตรคราที่ไดในน้ำมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)									
	0	10	20	30	40	50	60	70	77	
1. ชุดควบคุม	6.72 ns	6.14 ns	6.73 ns	6.31 a	6.88 ab	6.57 ns	6.79 ns	6.25 ns	6.35 ns	
2. แล่ NaCl 0.50% + โคโคแซน 0.10%	6.86 ns	6.56 ns	6.67 ns	6.36 a	6.98 b	6.66 ns	6.06 ns	6.51 ns	6.80 ns	
3. แล่ NaCl 0.50% + โคโคแซน 0.25%	6.47 ns	6.50 ns	6.46 ns	6.99 b	6.22 a	6.44 ns	6.61 ns	6.14 ns	6.22 ns	
4. แล่ NaCl 0.50% + โคโคแซน 0.50%	6.84 ns	6.62 ns	6.33 ns	6.89 ab	6.59 ab	6.27 ns	6.70 ns	5.90 ns	5.44 ns	
LSD	0.83	0.81	0.71	0.61	0.70	0.91	1.06	0.81	0.94	
CV (%)	9.29	9.36	8.02	6.88	7.88	10.55	12.09	9.73	10.87	

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 51 ปริมาณวิตามินซีในน้ำมะนาวที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปเคลือบผิวด้วยไลโคแซนที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

กรรมวิธี	ปริมาณวิตามินซีในน้ำมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 25° เป็นเวลาต่างๆ (วัน)	
	0	10
1. ชุดควบคุม (แช่ NaCl 0.50%)	37.39 ns	38.45 ns
2. แช่ NaCl 0.50% + ไลโคแซน 0.10%	38.23 ns	37.42 ns
3. แช่ NaCl 0.50% + ไลโคแซน 0.25%	37.63 ns	38.24 ns
4. แช่ NaCl 0.50% + ไลโคแซน 0.50%	37.18 ns	36.95 ns
LSD	1.14	2.23
CV (%)	19.70	21.38

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 52 ปริมาณวิตามินซีในน้ำมะนาวที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปกลีบผิว ด้วยไดโตนเซนที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 13°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	ปริมาณวิตามินซีในน้ำมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13°ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)									
	0	10	20	30	40	50	60	70	77	
1. ชุดควบคุม	38.67 ns	36.24 ns	36.21 ns	35.39 ns	33.46 ns	28.65 ns	25.27 ns	23.65 ns	19.29 ns	
2. แสง NaCl 0.50% + ไดโตนเซน 0.10%	37.92 ns	36.63 ns	35.72 ns	36.17 ns	34.59 ns	30.17 ns	26.77 ns	24.09 ns	19.66 ns	
3. แสง NaCl 0.50% + ไดโตนเซน 0.25%	38.53 ns	37.39 ns	37.21 ns	36.38 ns	33.78 ns	30.19 ns	26.81 ns	24.67 ns	23.43 ns	
4. แสง NaCl 0.50% + ไดโตนเซน 0.50%	37.70 ns	36.16 ns	36.88 ns	36.33 ns	35.78 ns	28.22 ns	26.61 ns	25.69 ns	21.14 ns	
LSD	3.16	1.23	1.53	1.82	2.98	3.15	3.32	2.13	4.53	
CV (%)	6.15	2.50	3.14	3.75	6.46	8.02	6.56	6.49	16.17	

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดังแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

3. การประเมินคุณภาพผลด้วยประสาทสัมผัส

3.1 การประเมินสีผิว

สีผิวของผลมะนาวในทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C เปลี่ยนเป็นสีเหลืองเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาได้ 10 วัน โดยมีคะแนนสีผิวลดลงไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และมีคะแนนอยู่ในช่วง 4.3-4.7 คะแนน คือผลมีสีเขียวออกเหลือง (ตาราง 53 และภาพ 24B) ส่วนคะแนนสีผิวของผลมะนาวที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% มีแนวโน้มที่ลดลงเล็กน้อยตลอดระยะ 0-40 วันแรกของการเก็บรักษา โดยผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.10, 0.25 และ 0.50% มีคะแนนสูงที่สุดคือ 4.9, 4.9 และ 4.8 คะแนน ในขณะที่ผลที่ไม่เคลือบผิวมีคะแนนน้อยคือ 4.2 คะแนน (ภาพ 34B) ในวันที่ 50 ของการเก็บรักษา ผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.50% มีคะแนนสูงที่สุดคือ 4.6 คะแนน รองลงมาได้แก่ผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.25, 0.10% และผลที่ไม่เคลือบผิวที่ 4.4, 4.2 และ 3.6 คะแนน ตามลำดับ (ภาพ 34C) ในวันที่ 70 ของการเก็บรักษา ผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.50, 0.25 และ 0.10% มีคะแนนไม่แตกต่างกันคือ 3.9, 3.8 และ 3.4 คะแนน แต่มีคะแนนแตกต่างกับผลที่ไม่เคลือบผิวซึ่งมีคะแนนที่ 2.1 คะแนน เมื่อเก็บรักษาได้ 77 วัน ผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.50 และ 0.25% มีคะแนนไม่แตกต่างกันคือ 2.7 และ 2.5 คะแนน ในขณะที่ผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.10% และผลที่ไม่เคลือบผิวมีคะแนนที่ 2.3 และ 1.9 คะแนน (ตาราง 54 และภาพ 35)

3.2 การประเมินรสชาติ

จากการทดสอบรสชาติโดยการชิม พบว่าในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา ผลมะนาวในทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C ยังคงมีคะแนนรสชาติของน้ำมะนาวที่ 4.0 คะแนน คือน้ำมะนาวมีรสชาติปกติเช่นเดียวกับผลมะนาวที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% เป็นเวลา 40 วัน และมีแนวโน้มที่ลดลงจนกระทั่งวันที่ 70 ของการเก็บรักษา โดยคะแนนรสชาติของน้ำมะนาวในผลที่ไม่เคลือบผิวกับผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.10, 0.25 และ 0.50% มีคะแนนลดลงไม่แตกต่างกันที่ 3.2, 3.4, 3.3 และ 3.2 คะแนน คือน้ำมะนาวมีรสชาติผิดปกติเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาได้ 77 วัน ผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.25 และ 0.10% มีคะแนนรสชาติไม่แตกต่างกัน ที่ 2.9 และ 2.8 คะแนน และมีคะแนนสูงกว่าผลที่ไม่เคลือบผิวกับผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.50% ที่ 2.2 และ 2.5 คะแนน (ตาราง 55)

ตาราง 53 การประเมินสีผิวของผลมะนาวที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปเคลือบผิวด้วยไคโตแซนที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

กรรมวิธี	คะแนนสีผิวของผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 25° เป็นเวลาต่างๆ (วัน)	
	0	10
1. ชุดควบคุม (แช่ NaCl 0.50%)	5.0 ns	4.3 ns
2. แช่ NaCl 0.50% + ไคโตแซน 0.10%	5.0 ns	4.6 ns
3. แช่ NaCl 0.50% + ไคโตแซน 0.25%	5.0 ns	4.7 ns
4. แช่ NaCl 0.50% + ไคโตแซน 0.50%	5.0 ns	4.7 ns
LSD	-	0.58
CV (%)	-	24.85

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 54 การประเมินสีผิวของผลมะนาวที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% ที่ 55°ซ เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปเคลือบผิวด้วยโคโคแชนที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 13°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

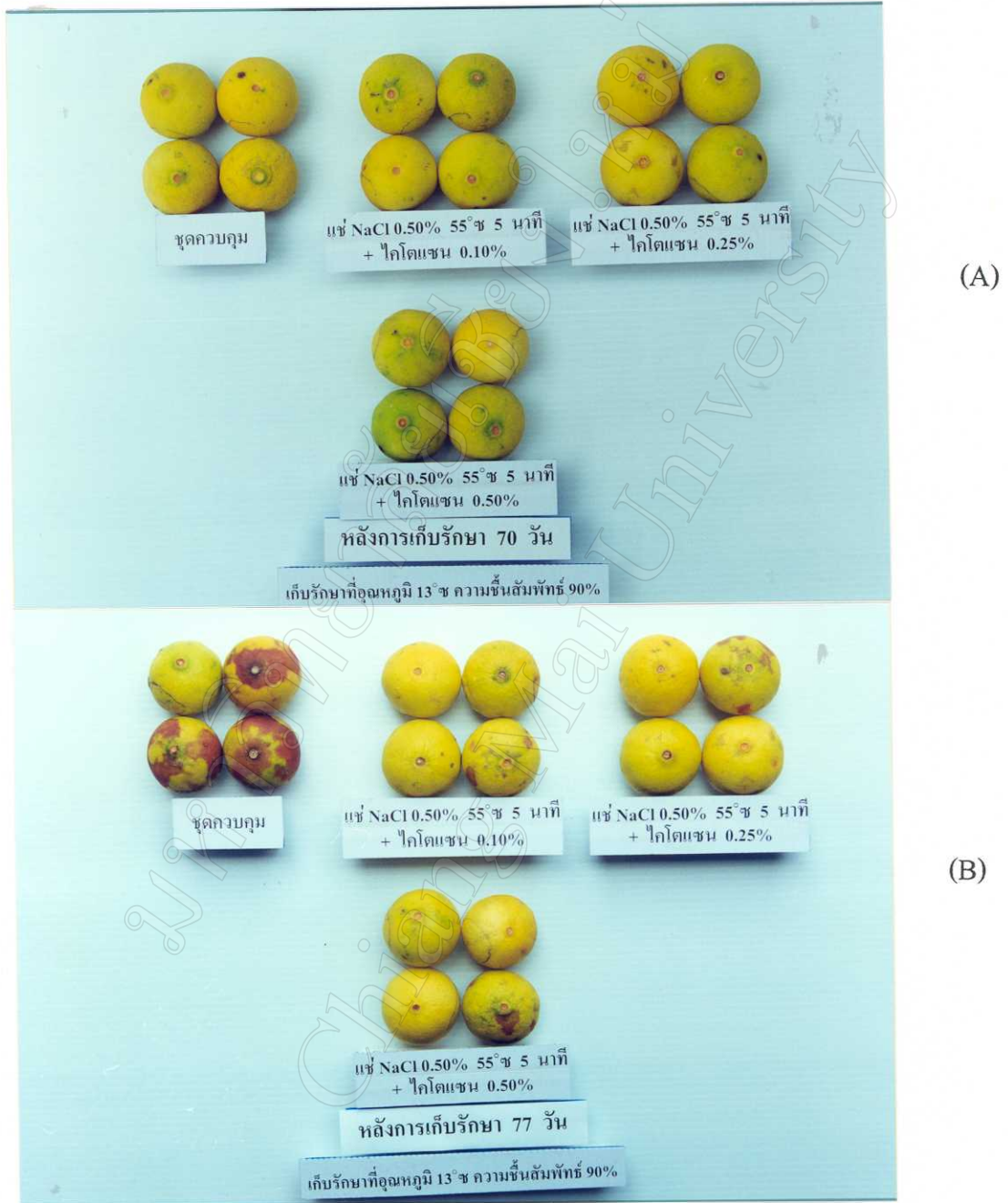
กรรมวิธี	คะแนนสีผิวของผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13°ซ เป็นเวลาต่างๆ (วัน)								
	0	10	20	30	40	50	60	70	77
1. ชุดควบคุม	5.0 ns	5.0 ns	5.0 ns	4.4 ns	4.2 a	3.56 a	2.4 a	2.1 a	1.9 a
2. แชนซ์ NaCl 0.50% + โคโคแชน 0.10%	5.0 ns	5.0 ns	5.0 ns	4.7 ns	4.9 b	4.16 b	4.1 b	3.4 b	2.3 ab
3. แชนซ์ NaCl 0.50% + โคโคแชน 0.25%	5.0 ns	5.0 ns	5.0 ns	4.9 ns	4.9 b	4.43 bc	4.3 b	3.8 bc	2.5 b
4. แชนซ์ NaCl 0.50% + โคโคแชน 0.50%	5.0 ns	5.0 ns	5.0 ns	4.9 ns	4.8 b	4.61 c	4.3 b	3.9 c	2.7 b
LSD	-	-	-	0.60	0.38	0.38	0.50	0.47	0.48
CV (%)	-	-	-	24.97	16.07	17.70	26.20	28.09	39.93

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ



ภาพ 34 ภาพของผลมะนาวหลังแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที (ชุดควบคุม) และสภาพผลหลังแช่สารละลายฯ แล้วนำไปเคลือบผิวด้วยไคลโดแซนที่ความเข้มข้นต่างๆ ทันที (A) เมื่อเก็บรักษาไว้ที่ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% เป็นเวลา 40 วัน (B) และเมื่อเก็บรักษานาน 50 วัน (C)



ภาพ 35 สภาพของผลมะนาวในวันที่ 70 (A) และ 77 วัน (B) เมื่อเก็บรักษาไว้ที่ 13°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

ตาราง 55 การประเมินรสชาติโดยการชิมน้ำมะนาวที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปกลีบบผิวด้วยไคโตเจนที่มีความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	คะแนนรสชาติของน้ำมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 25°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)									
	0	10	20	30	40	50	60	70	77	
1. ชุดควบคุม	4.0 ns	4.0 ns	4.0 ns	4.0 ns	4.0 ns	3.9 ns	3.8 ns	3.2 ns	2.2 a	
2. แล่ NaCl 0.50% + ไคโตเจน 0.10%	4.0 ns	4.0 ns	4.0 ns	4.0 ns	4.0 ns	3.7 ns	3.7 ns	3.4 ns	2.8 b	
3. แล่ NaCl 0.50% + ไคโตเจน 0.25%	4.0 ns	4.0 ns	4.0 ns	4.0 ns	4.0 ns	3.8 ns	3.7 ns	3.3 ns	2.9 b	
4. แล่ NaCl 0.50% + ไคโตเจน 0.50%	4.0 ns	4.0 ns	4.0 ns	4.0 ns	4.0 ns	3.8 ns	3.7 ns	3.2 ns	2.5 ab	
LSD	-	-	-	-	-	0.33	0.37	0.66	0.57	
CV (%)	-	-	-	-	-	12.09	13.97	27.97	30.60	

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดังแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

3.3 การประเมินกลิ่น

จากการทดสอบโดยการดมกลิ่นน้ำมะนาว พบว่าในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา น้ำมะนาว ในทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C ยังคงมีคะแนนกลิ่นที่ 3.0 คะแนน คือมีกลิ่นปกติ เช่นเดียวกับผลมะนาวที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% เป็นเวลา 40 วัน หลังจากนั้นคะแนนกลิ่นน้ำมะนาวในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มที่ลดลงมากขึ้นจนกระทั่งในวันที่ 70 ของการเก็บรักษา ผลมะนาวที่ไม่เคลือบผิวกับผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.10, 0.25 และ 0.50% มีคะแนนกลิ่นของน้ำมะนาวไม่แตกต่างกัน คือ 2.5, 2.6, 2.3 และ 2.4 คะแนน เมื่อเก็บรักษา ได้ 77 วัน ผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.10 และ 0.25% มีคะแนนกลิ่นไม่แตกต่างทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกับผลที่ไม่เคลือบผิวกับผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.50% (ตาราง 56)

3.4 การประเมินการยอมรับคุณภาพผลโดยรวม

คะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลมะนาวในทุกกรรมวิธีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C มีแนวโน้มที่ลดลงเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาได้ 10 วัน โดยมีคะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลไม่แตกต่างกันและมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.7-5.8 คะแนน คือคุณภาพผลดี (ตาราง 57 และ ภาพ 24 B) ส่วนผลมะนาวที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% ยังคงมีคะแนนที่ 6.0 คะแนน ตลอดระยะ 0-50 วันแรกของการเก็บรักษา คือคุณภาพผลดีเยี่ยม หลังจากนั้นแนวโน้มที่ลดลงมากขึ้นจนกระทั่งในวันที่ 60 ของการเก็บรักษา ผลที่ไม่เคลือบผิวกับผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.10, 0.25 และ 0.50% ยังคงมีคะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลไม่แตกต่างกันที่ 4.3, 4.9, 4.9 และ 4.8 คะแนน คือคุณภาพผลดี ในวันที่ 70 ของการเก็บรักษา ผลที่ไม่เคลือบผิวมีคะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลที่ 2.8 คะแนน คือคุณภาพผลพอใช้ ในขณะที่การเคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.10, 0.25 และ 0.50% มีคะแนนไม่แตกต่างกันที่ 4.4, 4.7 และ 4.3 คะแนน คือคุณภาพผลดี (ภาพ 35A) เมื่อเก็บรักษาได้ 77 วัน ผลที่ไม่เคลือบผิวมีคะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลที่ 1.3 คะแนน คือคุณภาพผลไม่ดี ไม่สามารถรับประทานได้ ส่วนผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.10, 0.25 และ 0.50% มีคะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลไม่แตกต่างกันที่ 3.7, 3.8 และ 3.4 คะแนน คือคุณภาพผลไม่ดี ไม่สามารถวางตลาดได้ (ตาราง 58 และ ภาพ 35A, B)

ตาราง 56 การประเมินกลิ่นน้ำมะนาวที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปเคลือบผิวด้วย โคลโตเจนที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	คะแนนกลิ่นน้ำมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)									
	0	10	20	30	40	50	60	70	77	
1. ชุดควบคุม	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	2.9 ns	2.7 ns	2.5 ns	1.1 a	
2. แสง NaCl 0.50% + โคลโตเจน 0.10%	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	2.7 ns	2.8 ns	2.6 ns	1.7 b	
3. แสง NaCl 0.50% + โคลโตเจน 0.25%	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	2.8 ns	2.8 ns	2.4 ns	1.7 b	
4. แสง NaCl 0.50% + โคลโตเจน 0.50%	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	3.0 ns	2.9 ns	2.7 ns	2.4 ns	1.3 ab	
LSD	-	-	-	-	-	0.36	0.35	0.46	0.41	
CV (%)	-	-	-	-	-	17.47	17.20	25.74	38.84	

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 57 การประเมินการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลมะนาวที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปเคลือบผิวด้วยไคโตแซนที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

กรรมวิธี	คะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 25°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)	
	0	10
1. ชุดควบคุม (แช่ NaCl 0.50%)	6.0 ns	5.7 ns
2. แช่ NaCl 0.50% + ไคโตแซน 0.10%	6.0 ns	5.8 ns
3. แช่ NaCl 0.50% + ไคโตแซน 0.25%	6.0 ns	5.7 ns
4. แช่ NaCl 0.50% + ไคโตแซน 0.50%	6.0 ns	5.7 ns
LSD	-	0.62
CV (%)	-	21.11

หมายเหตุ อักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตาราง 58 การประเมินการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลมะนาวที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% ที่ 55°C เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปเคลือบผิวด้วยโคโคโตนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

กรรมวิธี	คะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลมะนาวเมื่อเก็บรักษาที่ 13°C เป็นเวลาต่างๆ (วัน)									
	0	10	20	30	40	50	60	70	77	
1. ชุดควบคุม	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	5.7 ns	5.4 ns	5.1 ns	4.3 ns	2.9 a	1.3 a	
2. แช่ NaCl 0.50% + โคโคโตน 0.10%	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	5.6 ns	5.6 ns	5.4 ns	4.9 ns	4.4 b	3.7 b	
3. แช่ NaCl 0.50% + โคโคโตน 0.25%	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	5.6 ns	5.8 ns	5.5 ns	4.9 ns	4.7 b	3.8 b	
4. แช่ NaCl 0.50% + โคโคโตน 0.50%	6.0 ns	6.0 ns	6.0 ns	5.8 ns	5.7 ns	5.5 ns	4.9 ns	4.3 b	3.4 b	
LSD	0	0	0	0.62	0.61	0.71	0.59	0.68	0.63	
CV (%)	0	0	0	21.32	21.11	25.67	24.36	32.71	40.26	

หมายเหตุ : ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4. อายุการเก็บรักษา

เมื่อพิจารณาสภาพภายนอกของผล การสูญเสียน้ำหนัก การเกิดโรค และอาการผิดปกติที่พบ รวมทั้งคุณภาพผลมะนาว สรุปลักษณะการเก็บรักษาของผลมะนาวได้ดังตาราง 59 โดยผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.50% เก็บรักษาไว้ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 70% มีอายุการเก็บรักษาได้นาน 19 วัน เนื่องจากยังมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากโรคน้อยกว่า 20% ของจำนวนผลทั้งหมด ผลมีสีเหลืองออกเขียว เขียวเล็กน้อย ในขณะที่ผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.10, 0.25 และผลที่ไม่เคลือบผิว มีอายุการเก็บรักษาได้เพียง 17 วัน เนื่องจากยังมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากโรคน้อยกว่า 20% ของจำนวนผลทั้งหมด ผลมีสีเขียวออกเหลือง เขียวเล็กน้อย และหมดอายุการเก็บรักษาเมื่อเก็บรักษาได้ 19 วัน ส่วนการเคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.10, 0.25, 0.50 และผลที่ไม่เคลือบผิวแล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% พบว่าเมื่อเก็บรักษาได้ 77 วัน ผลมะนาวในทุกกรรมวิธีมีคุณภาพผลไม่ดี ไม่สามารถวางตลาดได้ เนื่องจาก ผลเขียว มีสีเหลือง และเปลือกผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมะนาว พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่โคตรพได้ในน้ำมะนาวเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย กลิ่นและรสชาติของน้ำมะนาวไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ฉะนั้น การระบุอายุการเก็บรักษาที่แท้จริงของผลควรพิจารณาจากสภาพภายนอกผล องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมะนาว และคุณภาพของกลิ่นและรสชาติของน้ำมะนาวว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคยังยอมรับหรือไม่ จากการพิจารณา พบว่าผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.50% ควรมีอายุการเก็บรักษาที่ 70 วัน เนื่องจากยังมีคุณภาพผลดี ผลมีสีเขียวออกเหลือง เขียวเล็กน้อย กลิ่นและรสชาติของน้ำมะนาวอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับได้ ในขณะที่ผลที่เคลือบผิวด้วยไคโตแซนเข้มข้น 0.10 และ 0.25% มีคุณภาพผลพอใช้ ผลมีสีเหลืองเข้ม และมีคุณภาพผลไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้น อายุการเก็บรักษาของผลในกลุ่มนี้ควรอยู่ที่ 60 วัน ส่วนผลที่ไม่เคลือบผิวมีการสูญเสียน้ำหนักและการเปลี่ยนแปลงสีผิวอย่างรวดเร็วในระหว่างวันที่ 60-77 วันของการเก็บรักษา โดยมีสภาพผลเขียวและมีสีเหลืองเข้ม เปลือกผลเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล กลิ่นและรสชาติของน้ำมะนาวผิดปกติ ดังนั้น อายุการเก็บรักษาควรอยู่ที่ 50 วัน (ตาราง 59)

ตาราง 59 อายุการเก็บรักษาของผลมะนาวที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 0.50% ก่อนนำไปเคลือบผิวด้วยโคโตแซนที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 25°C และ 13°C

กรรมวิธี	อายุการเก็บรักษาที่ 25°C (วัน)	อายุการเก็บรักษาที่ 13°C (วัน)
1. แช่ NaCl เข้มข้น 0.50% ที่ 55°C 5 นาที (ชุดควบคุม)	17	50
2. แช่ NaCl เข้มข้น 0.50% ที่ 55°C 5 นาที เคลือบผิวเข้มข้น 0.10%	16	60
3. แช่ NaCl เข้มข้น 0.50% ที่ 55°C 5 นาที เคลือบผิวเข้มข้น 0.25%	16	60
4. แช่ NaCl เข้มข้น 0.50% ที่ 55°C 5 นาที เคลือบผิวเข้มข้น 0.50%	19	70