

#### บทที่ 4

#### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

#### การทดลองที่ 1 ผลของอุณหภูมิต่ออาการสะท้อนหนาวของผลมะเขือเทศ

##### 1. การสูญเสียน้ำหนัก

การเก็บรักษาผลมะเขือเทศที่อุณหภูมิ 0, 3, 6 และ 10 องศาเซลเซียส พบว่า เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 วัน ผลมะเขือเทศสูญเสียน้ำหนักอยู่ในช่วง 0.08 - 0.10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเก็บรักษานาน 10 วัน ผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักสูงสุดคือ 0.48 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ซึ่งมีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 0.33 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกับผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 และ 6 องศาเซลเซียส ที่มีการสูญเสียน้ำหนัก เท่ากับ 0.36 และ 0.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่เมื่อเก็บรักษานาน 12 และ 14 วัน ผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ยังคงมีการสูญเสียน้ำหนักสูงสุดอยู่ที่ 0.62 และ 0.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 3 และ 6 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 3)

ผลมะเขือเทศซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สูญเสียน้ำหนักมากที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 3 และ 6 องศาเซลเซียส สูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงทำให้ผลมะเขือเทศมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลจากการหายใจและการระเหยของน้ำ ทำให้น้ำหนักของผลลดลง โดยผลมะเขือเทศดิบสูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลมะเขือเทศสุก และการสูญเสียน้ำหนักยังผันแปรขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้วย (นิธิยา และ คนัย, 2533) เช่นเดียวกับเพชรดา (2540) รายงานว่า การเก็บรักษาพริกหวานที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สูญเสียน้ำหนักมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 3 และ 6 องศาเซลเซียส ซึ่งการสูญเสียน้ำหนักเป็นผลจากการหายใจของผลิตผลและการแพร่กระจายของไอน้ำผ่านคิวติเคิลที่เคลือบผลทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักของผลระหว่างการเก็บรักษาและการสุก (Dietz *et al.*, 1988 ; Lu *et al.*, 1990)

## 2. การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์

เนื้อเยื่อของผลมะเขือเทศมีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการเก็บรักษา คือ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 วัน พบว่า ผลมะเขือเทศในทุกกรรมวิธีมีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 วัน ผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ เท่ากับ 68.95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 และ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งมีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ เท่ากับ 58.23 และ 57.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกันกับผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส ที่มีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ เท่ากับ 61.72 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 วัน ผลมะเขือเทศซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ยังคงมีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์มากที่สุด ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4)

การเก็บรักษาผลมะเขือเทศที่อุณหภูมิ 0, 3, 6 และ 10 องศาเซลเซียส พบว่า มีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์แตกต่างกัน คือ ผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์มากที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ในขณะที่การเก็บรักษาผลมะเขือเทศที่อุณหภูมิ 3, 6 และ 10 องศาเซลเซียส การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์มีค่าใกล้เคียงกัน การเก็บรักษาผลมะเขือเทศที่อุณหภูมิต่ำเกินไปทำให้เกิดการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้นเนื่องจากเกิดอาการสะท้านหนาว หรือเกิดการสุกที่ผิดปกติและเน่าเสียได้ง่าย (นิริยา และ ดนัย, 2533) เช่นเดียวกับ เพชรดา (2540) รายงานว่า การเก็บรักษาพริกหวานที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส แสดงอาการสะท้านหนาวและมีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์มากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3, 6 และ 10 องศาเซลเซียส ส่วน McCollum and McDonald (1991) รายงานว่า มะเขือเทศพันธุ์ที่อ่อนแอต่อการสะท้านหนาวมีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์สูงกว่าพันธุ์ที่ต้านทานอาการสะท้านหนาว ประมาณ 2 เท่า และเมื่อเก็บรักษาผลมะเขือเทศที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส นาน 2 สัปดาห์ ผลมะเขือเทศแสดงอาการสะท้านหนาวเกิดขึ้นและมีค่าการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์สูงกว่าผลที่ไม่แสดงอาการสะท้านหนาว สัทธ์ (2538) รายงานว่า ผลลิ้นจี่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-7.5 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยวันที่ 49 ของการเก็บรักษามีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์สูงสุด การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำทำให้เกิดการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ เพราะมีการเปลี่ยนแปลงของฟอสโฟลิพิดซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เซลล์เกิดความเสียหายและยอมให้สารผ่านเข้าออกได้ง่าย จึงทำให้มีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์มากเมื่อผลิตผลเกิดอาการสะท้านหนาว (L'Heureux *et al.*, 1993)

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลมะเขือเทศที่เก็บรักษานาน 14 วัน ที่อุณหภูมิ 0, 3, 6 และ 10 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	การสูญเสียน้ำหนัก (%)						
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)						
	2	4	6	8	10	12	14
0	0.08	0.16 b	0.21 b	0.29 bc	0.33 b	0.38 b	0.40 b
3	0.08	0.16 b	0.18 b	0.27 b	0.36 ab	0.40 b	0.46 b
6	0.08	0.17 ab	0.24 ab	0.38 a	0.41 ab	0.46 b	0.51 b
10	0.10	0.22 a	0.32 a	0.37 ab	0.48 a	0.62 a	0.67 a
LSD 0.05	0.03	0.05	0.09	0.08	0.13	0.14	0.15
C.V.(%)	75.63	56.31	58.45	41.43	39.94	39.18	37.46

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์การร่วงไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ของผลมะเขือเทศที่เก็บรักษานาน 14 วัน ที่อุณหภูมิ 0, 3, 6 และ 10 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	การร่วงไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ (%)							
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)							
	0	2	4	6	8	10	12	14
0	41.35	51.74	57.51 a	58.46 a	61.70 a	68.95 a	73.00 a	75.93
3	41.35	45.95	49.52 b	55.23 ab	57.69 ab	61.72 ab	68.26 ab	77.10
6	41.35	42.30	43.08 c	48.45 b	51.25 b	58.23 b	64.12 b	70.85
10	41.35	43.04	47.87 bc	52.43 ab	57.91 ab	57.99 b	67.77 ab	75.56
LSD 0.05	-	9.45	5.38	7.59	8.76	7.27	6.24	16.73
C.V.(%)	-	2.82	2.64	2.27	2.22	2.07	1.64	2.03

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

### 3. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลมะเขือเทศเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 3, 6 และ 10 องศาเซลเซียส พบว่า การเก็บรักษาผลมะเขือเทศที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 วัน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 4.80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 และ 6 องศาเซลเซียส ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 4.26 และ 4.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 4.49 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 และ 12 วัน พบว่าผลมะเขือเทศในทุกกรรมวิธีมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 4.35-4.67 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษานาน 14 วัน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นจากวันแรกของการเก็บรักษาที่ 3.66 เปอร์เซ็นต์ เป็น 4.00-5.40 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5) การเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดส่วนใหญ่น่าจะเกิดจากกระบวนการไฮโดรไลซิสคาร์ซด้วยเอนไซม์อะไมเลสได้เป็นน้ำตาลทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น จึงทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงขึ้น (ณัย, 2534 ; Wills *et al.*, 1981)

### 4. ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้

ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ของผลมะเขือเทศในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2, 4 และ 6 วัน ผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 วัน ผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้เท่ากับ 0.43 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส ที่มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้เท่ากับ 0.38 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 และ 10 องศาเซลเซียส ที่มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้เท่ากับ 0.39 และ 0.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 และ 14 วัน ผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ยังคงมีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ คือ 0.45 และ 0.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะเขือเทศซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3, 6 และ 10 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 6)

การที่ผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ในขณะที่ผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3, 6 และ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ใกล้เคียงกัน ผลการศึกษา

ของ McCollum *et al.* (1993) รายงานว่า ผลมะม่วงที่เกิดอาการสะท้านหนาวมีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไคเตรตได้มากกว่าผลมะม่วงที่ไม่เกิดอาการสะท้านหนาว ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองนี้ คือ การเก็บรักษาผลมะเขือเทศที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เกิดอาการสะท้านหนาวมากที่สุด จึงทำให้มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไคเตรตได้สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ

#### 5. ปริมาณวิตามินซี

เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 วัน พบว่า การเก็บรักษาผลมะเขือเทศที่อุณหภูมิ 0, 3, 6 และ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 25.42, 24.56, 24.10 และ 22.53 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา มีปริมาณวิตามินซีลดลงจากวันแรกของการเก็บรักษาซึ่งเท่ากับ 25.53 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด เป็น 22.88-24.84 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาผลมะเขือเทศในทุกกรรมวิธีมีปริมาณวิตามินซีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าอุณหภูมิในการเก็บรักษาผลมะเขือเทศไม่มีผลต่อปริมาณวิตามินซี (ตารางที่ 7) แต่ปริมาณวิตามินซีของผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ในขณะที่การเก็บรักษาผลมะเขือเทศที่อุณหภูมิ 3, 6 และ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณวิตามินซีมีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการสูญเสียปริมาณวิตามินซีได้ ซึ่ง สายชล (2536) รายงานว่า การเก็บรักษาผลิตผลไ้ว้ที่อุณหภูมิ 10 และ 20 องศาเซลเซียส สูญเสียวิตามินซีมากกว่าที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นอกจากนั้นการสูญเสียน้ำออกจากผลิตผลทำให้สูญเสียกรดแอสคอร์บิกมากขึ้น และการเก็บรักษาผลิตผลไ้ว้ที่อุณหภูมิสูง ปริมาณวิตามินซีจะลดลงอย่างรวดเร็ว เช่น ในมะเขือเทศ หน่อไม้ฝรั่ง มะนาว ส้ม และพลับ (คณัย, 2540)

ตารางที่ 5 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลมะเขือเทศที่เก็บรักษานาน 14 วัน ที่อุณหภูมิ 0, 3, 6 และ 10 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%)							
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)							
	0	2	4	6	8	10	12	14
0	3.66	4.26 bc	4.11	4.11 b	4.56 ab	4.17	4.53	5.40 a
3	3.66	4.49 ab	4.55	4.24 ab	4.28 b	4.36	4.35	4.07 b
6	3.66	4.12 c	4.48	4.64 a	4.66 ab	4.20	4.44	4.00 d
10	3.66	4.80 a	4.51	4.26 ab	4.44 ab	4.36	4.67	4.20 c
LSD 0.05	-	0.47	0.47	0.48	0.37	0.39	0.61	0.11
C.V.(%)	-	7.29	6.45	6.83	5.68	5.60	6.54	8.99

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 6 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ของผลมะเขือเทศที่เก็บรักษานาน 14 วัน ที่อุณหภูมิ 0, 3, 6 และ 10 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ (%)							
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)							
	0	2	4	6	8	10	12	14
0	0.45	0.42	0.45	0.45	0.47 a	0.43 a	0.45 a	0.44 a
3	0.45	0.43	0.41	0.41	0.37 b	0.39 ab	0.38 b	0.39 b
6	0.45	0.39	0.42	0.38	0.39 ab	0.38 b	0.36 b	0.36 c
10	0.45	0.46	0.39	0.36	0.43 ab	0.40 ab	0.31 b	0.39 b
LSD 0.05	-	0.08	0.09	0.09	0.10	0.04	0.07	0.03
C.V.(%)	-	27.77	28.23	31.98	32.30	20.53	35.53	25.03

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 7 ปริมาณวิตามินซีของผลมะเขือเทศที่เก็บรักษานาน 14 วัน ที่อุณหภูมิ 0, 3, 6 และ 10 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด)							
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)							
	0	2	4	6	8	10	12	14
0	25.53	19.94	20.90	22.77	30.92	25.42	24.47	24.84
3	25.53	21.85	20.53	21.13	27.87	24.56	21.93	24.18
6	25.53	24.69	22.51	25.14	30.78	24.10	20.57	24.18
10	25.53	25.12	23.82	25.20	27.66	22.53	22.20	22.88
LSD 0.05	-	5.30	6.13	4.11	5.27	3.05	4.22	2.13
C.V.(%)	-	4.24	4.31	3.66	3.11	2.95	3.74	2.46

#### 6. การเปลี่ยนแปลงสีผิว

การเปลี่ยนแปลงสีผิวของผลมะเขือเทศระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 3, 6 และ 10 องศาเซลเซียส พบว่า ค่า L\* มีแนวโน้มลดลง เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ซึ่งค่า L\* ที่เพิ่มขึ้น เป็นค่าที่แสดงถึงความสว่างของสีผิวเปลือก ค่าที่ลดลงแสดงว่าสีผิวคล้ำขึ้น เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10, 12 และ 14 วัน ผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีค่า L\* เท่ากับ 54.23, 53.62 และ 52.85 ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่ามะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิอื่นๆ แสดงว่ามะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสมีสีผิวคล้ำกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิอื่นๆ (ตารางที่ 8)

ค่า chroma เป็นค่าที่แสดงถึงความเข้มของสีผิวเปลือกมะเขือเทศ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธี จากวันแรกของการเก็บรักษามีค่า chroma เท่ากับ 35.22 เป็น 38.44 เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา ค่า chroma ไม่แตกต่างกัน เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 วัน ผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 3, 6 และ 10 องศาเซลเซียส มีค่า chroma เท่ากับ 36.21, 33.75, 36.58 และ 39.62 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9)

สำหรับค่า hue นั้น พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นมีแนวโน้มลดลงในทุกกรรมวิธี จากวันแรกของการเก็บรักษามีค่า Hue เท่ากับ 173.50 เป็น 109.91±3.77 องศา เมื่อสิ้นสุดการเก็บ

รักษา แสดงให้เห็นว่าในระยะแรกนั้นผลมะเขือเทศมีสีผิวค่อนข้างเขียว และเมื่อเก็บรักษานานขึ้นสีผิวจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลืองจนถึงสีส้มแดง เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 วัน ผลมะเขือเทศซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีค่า hue สูงสุด คือ 124.32 องศา แสดงถึงสีผิวของผลมะเขือเทศเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลือง ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ที่มีค่า hue เท่ากับ 5.64 องศา แสดงถึงสีผิวของผลมะเขือเทศเปลี่ยนเป็นสีส้ม แสดงว่าการเก็บรักษาผลมะเขือเทศที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเปลี่ยนสีผิวของผลมะเขือเทศได้ (ตารางที่ 10) เนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถชะลอกระบวนการเมแทบอลิซึมและการสังเคราะห์เอทิลีนของผลิตผลให้ต่ำลง ส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงสีผิว การสุกและการเสื่อมสภาพของผลิตผลเกิดช้าลง (Kader *et al.*, 1985 ; Somsrivichai *et al.*, 1990) ซึ่งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส การสลายตัวของคลอโรฟิลล์จะมีน้อยมาก ดังนั้น จึงทำให้ผลมะเขือเทศคงมีสีเขียวอยู่ หากอุณหภูมิต่ำหรือสูงเกินไปจะมีผลต่อการสังเคราะห์ไลโคปีนทำให้ผลมะเขือเทศสุกแล้วมีสีไม่แดง (มานี, 2531)

ตารางที่ 8 ค่า L\* ของผลมะเขือเทศที่เก็บรักษานาน 14 วัน ที่อุณหภูมิ 0, 3, 6 และ 10 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	ค่า L*							
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)							
	0	2	4	6	8	10	12	14
0	63.30	60.21	63.02	61.39	61.35	61.58 a	61.65 a	60.73 a
3	63.30	62.78	59.32	61.89	61.09	59.52 a	59.21 b	61.91 a
6	63.30	61.22	57.42	63.67	59.52	58.57 ab	56.73 c	59.74 a
10	63.30	61.08	58.46	61.29	60.89	54.23 b	53.62 d	52.85 b
LSD 0.05	-	6.49	6.08	3.67	2.47	4.62	2.21	5.92
C.V.(%)	-	1.54	1.76	1.20	1.02	1.72	1.68	1.95

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ตารางที่ 9 ค่า chroma ของผลมะเขือเทศที่เก็บรักษานาน 14 วัน ที่อุณหภูมิ 0, 3, 6 และ 10 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	ค่า chroma							
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)							
	0	2	4	6	8	10	12	14
0	35.22	34.40	35.95	32.68	33.52 b	36.21	32.25 b	37.72
3	35.22	36.57	34.45	40.70	33.18 b	33.75	38.81 a	33.80
6	35.22	34.94	31.08	35.47	39.77 a	36.58	38.61 a	38.27
10	35.22	34.38	31.99	39.02	36.38 ab	39.62	36.15 ab	38.44
LSD 0.05	-	4.84	6.00	8.73	5.96	6.52	4.33	10.18
C.V.(%)	-	2.36	2.89	3.29	2.96	2.82	2.71	3.25

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 10 ค่า hue ของผลมะเขือเทศที่เก็บรักษานาน 14 วัน ที่อุณหภูมิ 0, 3, 6 และ 10 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	ค่า hue (องศา)							
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)							
	0	2	4	6	8	10	12	14
0	173.50	169.53	133.77 a	162.03	110.16 a	124.32 a	82.87 a	109.91 a
3	173.50	168.34	73.96 ab	126.91	35.45 b	25.55 ab	21.87 b	19.01 b
6	173.50	167.44	23.98 b	107.99	14.44 b	61.11 ab	8.57 b	13.21 b
10	173.50	167.89	79.67 ab	126.55	34.42 b	5.64 b	4.72 b	3.77 b
LSD 0.05	-	12.16	67.87	83.13	35.72	109.25	34.49	44.49
C.V.(%)	-	0.75	4.93	2.69	7.11	8.20	10.98	10.31

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

### 7. ลักษณะปรากฏของอาการสะท้านหนาว

อาการสะท้านหนาวของผลมะเขือเทศเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ซึ่งผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 3, 6 และ 10 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 วัน มีคะแนนอยู่ที่ระดับ 1.00 คะแนน เท่ากัน ซึ่งยังไม่เกิดอาการสะท้านหนาว แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10, 12 และ 14 วัน พบว่า ผลมะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีคะแนนการเกิดอาการสะท้านหนาวเพิ่มขึ้นเป็น 2.00, 2.44 และ 2.78 คะแนน ตามลำดับ แสดงว่ามีอาการสะท้านหนาวเกิดขึ้นเล็กน้อยอยู่ในช่วง 1-25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3, 6 และ 10 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 11) เนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเกินไปจะทำให้ผลมะเขือเทศเกิดอาการสะท้านหนาวหรือเกิดการสุกที่ผิดปกติและเน่าเสียได้ง่าย (คนัย, 2540) เช่นเดียวกับ เพชรดา (2540) รายงานว่า การเก็บรักษาพริกหวานที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส แสดงอาการสะท้านหนาวมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3, 6 และ 10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 11 อาการสะท้อนหนาวของผลมะเขือเทศที่เก็บรักษานาน 14 วัน ที่อุณหภูมิ 0, 3, 6 และ 10 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	อาการสะท้อนหนาว (คะแนน)							
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)							
	0	2	4	6	8	10	12	14
0	1.00	1.00	1.22 a	1.33 a	1.44 a	2.00 a	2.44 a	2.78 a
3	1.00	1.00	1.00 b	1.00 b	1.22 ab	1.33 b	1.56 b	2.00 b
6	1.00	1.00	1.00 b	1.00 b	1.00 b	1.44 b	1.56 b	1.89 b
10	1.00	1.00	1.00 b	1.00 b	1.00 b	1.22 b	1.33 b	1.44 c
LSD 0.05	-	-	0.18	0.31	0.26	0.40	0.32	0.44
C.V.(%)	-	-	18.26	22.61	21.83	21.61	21.36	19.48

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ระบบการให้คะแนน 5 ระดับ คือ

- 1 = ไม่มีอาการ
- 2 = มีอาการเล็กน้อยตั้งแต่ 1-25 เปอร์เซ็นต์
- 3 = มีอาการปานกลางตั้งแต่ 26-50 เปอร์เซ็นต์
- 4 = มีอาการรุนแรงตั้งแต่ 51-75 เปอร์เซ็นต์
- 5 = มีอาการรุนแรงมากตั้งแต่ 76-100 เปอร์เซ็นต์

## การทดลองที่ 2 ผลของอุณหภูมิสูงต่อการลดอาการสะท้านหนาวของผลมะเขือเทศ

### 1. การสูญเสียน้ำหนัก

การศึกษาผลของระยะเวลาและระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการแช่ผลมะเขือเทศในน้ำ พบว่า ผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนนาน 10 นาที เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 วัน สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดคือ 0.08 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนนาน 5 นาที ซึ่งมีการสูญเสียน้ำหนัก 0.11 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกับผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนนาน 20 นาที ที่มีการสูญเสียน้ำหนัก 0.10 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การแช่ผลมะเขือเทศในน้ำที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ผลมะเขือเทศมีการสูญเสียน้ำหนัก 0.08 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการแช่ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส ซึ่งผลมะเขือเทศสูญเสียน้ำหนัก 0.11 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกับผลมะเขือเทศที่แช่ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ที่มีการสูญเสีย น้ำหนัก 0.10 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างการใช้ระยะเวลาที่ได้รับความร้อนกับอุณหภูมิในการแช่ของผลมะเขือเทศมีปฏิสัมพันธ์กัน แต่เมื่อเก็บรักษามะเขือเทศในช่วงเวลา 4-12 วัน พบว่าผลมะเขือเทศในแต่ละกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 12, ภาพที่ 5 และตารางภาคผนวกที่ 1) แสดงว่าผลของระยะเวลาและระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการแช่ผลมะเขือเทศในน้ำไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนัก เนื่องจากการเก็บรักษาผักและผลไม้ที่อุณหภูมิต่ำมีผลช่วยลดกิจกรรมของเอนไซม์ ทำให้เซลล์ผักและผลไม้มีเมแทบอลิซึมช้าลงและชะลอการสุก จึงทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักลดลง (Wiley, 1993) ซึ่ง Klein and Lurie (1990) รายงานว่า ผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 34 และ 38 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนัก

### 2. การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์

การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของผลมะเขือเทศเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 และ 4 วัน พบว่า ผลมะเขือเทศในทุกกรรมวิธีมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 วัน พบว่า ผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนนาน 10 นาที มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 47.11 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการได้รับความร้อนนาน 5 นาที ซึ่งมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 54.04 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกับผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนนาน 20 นาที ที่มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 49.25 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การแช่ที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 46.22 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่าง

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการแช่น้ำที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส ซึ่งมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เท่ากับ 52.19 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกับการแช่น้ำที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ที่มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เท่ากับ 51.98 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างการใช้ระยะเวลาที่ได้รับความร้อนกับอุณหภูมิในการแช่น้ำของผลมะเขือเทศมีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 13, ภาพที่ 5 และตารางภาคผนวกที่ 2)

ผลมะเขือเทศที่แช่น้ำอุณหภูมิ 38, 42 หรือ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10 หรือ 20 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส พบว่า ผลของระยะเวลาและระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการแช่ผลมะเขือเทศในน้ำมีผลต่อการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ของผลมะเขือเทศด้วย ซึ่งการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เกิดจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของฟอสโฟลิพิดซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เซลล์เกิดความเสียหายและยอมให้สารผ่านเข้าออกได้ง่าย จึงทำให้มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ได้ เมื่อผลผลิตเกิดอาการสะท้านหนาว (L'Heureux *et al.*, 1993) เนื่องจากมีรายงานผลการวิจัย พบว่า การใช้ความร้อนสามารถช่วยป้องกันการสะท้านหนาวได้โดยการชักนำให้มีการสังเคราะห์ heat shock proteins (HSPs) ระหว่างที่ได้รับความร้อน โดย HSPs ช่วยป้องกันการเสียหายที่จะเกิดกับโปรตีนในเซลล์ และโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับเยื่อหุ้ม และยังช่วยป้องกันเอนไซม์และโปรตีนไม่ให้เสียหายหรือหยุดการทำงานในขณะที่เก็บรักษาผลผลิตที่อุณหภูมิต่ำ (Lafuente *et al.*, 1991 ; Sabehat *et al.*, 1995) ซึ่ง McDonald and McCollum (1996) รายงานว่า การแช่ผลมะเขือเทศคิบในน้ำอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที แล้วเก็บรักษาไว้ในอากาศที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง ก่อนเก็บรักษาไว้ในที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ต่ำกว่าทุกกรรมวิธี ซึ่งช่วยลดอาการสะท้านหนาวของผลมะเขือเทศได้ เช่นเดียวกับ Hakim and Voipio (1995) ที่รายงานว่า การแช่ผลมะเขือเทศคิบในน้ำอุณหภูมิ 38-46 องศาเซลเซียส นาน 90 นาที ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2, 4 หรือ 6 สัปดาห์ ช่วยลดอาการสะท้านหนาวของผลมะเขือเทศได้เช่นกัน

### 3. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

เมื่อเก็บรักษาผลมะเขือเทศที่แช่น้ำอุณหภูมิ 38, 42 หรือ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10 หรือ 20 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน พบว่า ผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนนาน 5, 10 และ 20 นาที มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 4.11, 4.05 และ 4.07 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การแช่น้ำที่อุณหภูมิ 38, 42 และ 45 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 4.07, 4.13 และ 4.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างการใช้ระยะเวลาที่ได้รับความร้อนกับอุณหภูมิในการแช่น้ำของผลมะเขือเทศไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 14, ภาพที่ 6 และตารางภาคผนวกที่ 3) เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา 12 วัน ผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนนาน 5, 10 และ 20 นาที มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 4.11, 4.10 และ 4.13 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ผลมะเขือเทศซึ่งแช่น้ำที่อุณหภูมิ 38, 42 และ 45 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 4.13, 4.14 และ 4.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และอิทธิพลร่วมระหว่างการใช้ระยะเวลาที่ได้รับความร้อนกับอุณหภูมิในการแช่น้ำของผลมะเขือเทศไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศด้วย สอดคล้องกับ McCollum *et al.* (1993) ที่รายงานว่า ผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 34 และ 38 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 หรือ 48 ชั่วโมง ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ระดับของความร้อนไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดเกิดจากการไฮโดรไลซิสคาร์โบไฮเดรตได้เป็นน้ำตาล ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น (คนัย, 2534 ; สายชล, 2536)

#### 4. ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้

เมื่อเก็บรักษาผลมะเขือเทศที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 38, 42 หรือ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10 หรือ 20 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน พบว่าผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนนาน 5, 10 และ 20 นาที มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้เท่ากับ 0.47, 0.46 และ 0.47 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การแช่ผลมะเขือเทศในน้ำที่อุณหภูมิ 38, 42 และ 45 องศาเซลเซียส มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้เท่ากับ 0.46, 0.47 และ 0.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างการใช้ระยะเวลาที่ได้รับความร้อนกับอุณหภูมิในการแช่น้ำของผลมะเขือเทศไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 15, ภาพที่ 6 และตารางภาคผนวกที่ 4)

เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา 12 วันผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนนาน 5, 10 และ 20 นาที มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้เท่ากับ 0.47, 0.46 และ 0.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ผลมะเขือเทศซึ่งแช่น้ำที่อุณหภูมิ 38, 42 และ 45 องศาเซลเซียส มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้อยู่ที่ 0.47, 0.47 และ 0.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และอิทธิพลร่วมระหว่างการใช้ระยะเวลาที่ได้รับความร้อนกับอุณหภูมิในการแช่น้ำของผลมะเขือเทศไม่มีผลต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ของมะเขือเทศด้วย เนื่องจากการเก็บรักษาผลมะเขือเทศที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ช่วยให้มีอัตราการหายใจลดลง ทำให้ปริมาณกรดที่ถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจลดลงตามไปด้วย จึงทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ของผลมะเขือเทศ

ไม่แตกต่างกัน ซึ่ง นิพนธ์ (2536) รายงานว่า ในการเก็บรักษาผลมะเขือเทศที่อุณหภูมิต่ำ 0 องศาเซลเซียส ไม่มีผลต่อครวม ความเป็นกรดค้าง และจำนวนกรดแอสคอร์บิกด้วย ชเนศวร์ (2541) รายงานว่า ผลมะม่วงที่ได้รับความร้อน 34 และ 38 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ไม่มีผลต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ ซึ่ง สอดคล้องกับการทดลองครั้งนี้

### 5. ปริมาณวิตามินซี

ผลมะเขือเทศที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 38, 42 หรือ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10 หรือ 20 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส พบว่า เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 วัน พบว่า ผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนนาน 5, 10 และ 20 นาที มีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 14.17, 14.78 และ 15.49 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ การแช่น้ำที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ผลมะเขือเทศมีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 15.59 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการแช่น้ำที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส ซึ่งมี ปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 13.87 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด แต่ไม่แตกต่างกับการแช่น้ำที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ซึ่งมีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 14.98 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด เมื่อสิ้นสุด การเก็บรักษา 12 วัน ผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนนาน 5, 10 และ 20 นาที มีปริมาณวิตามินซี ลดลงจากวันแรกของการเก็บรักษาเหลืออยู่ที่ 13.85, 15.40 และ 14.88 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ ขณะที่ผลมะเขือเทศซึ่งแช่น้ำที่อุณหภูมิ 38, 42 และ 45 องศาเซลเซียส มีปริมาณวิตามินซี เท่ากับ 14.57, 14.88 และ 14.67 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่าง การใช้ระยะเวลาที่ได้รับความร้อนกับอุณหภูมิในการแช่น้ำของผลมะเขือเทศไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 16, ภาพที่ 6 และตารางภาคผนวกที่ 5) เนื่องจากภายหลังจากการเก็บเกี่ยว ผลผลิตจะสูญเสีย ปริมาณวิตามินซีได้ง่าย ซึ่งวิตามินซีเป็นสารชนิด strong reducing ที่มีความคงตัวต่ำ สลายตัวได้ง่าย โดยเฉพาะเมื่อถูกแสง ก๊าซออกซิเจน และอุณหภูมิสูง หรืออุณหภูมิต่ำเหนือจุดเยือกแข็ง (นิธิยา, 2539 ; จริงแท้, 2541) จึงทำให้ผลมะเขือเทศมีปริมาณวิตามินซีลดลง

### 6. การเปลี่ยนแปลงสีผิว

ค่า  $L^*$  ของสีผิวผลมะเขือเทศในทุกกรรมวิธีลดลง เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานาน ขึ้น ซึ่งค่า  $L^*$  เป็นค่าที่แสดงถึงความสว่าง ซึ่งการที่ลดลงแสดงว่าสีผิวคล้ำขึ้น เมื่อเก็บรักษาเป็น ระยะเวลา 10 วัน ผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนนาน 5, 10 และ 20 นาทีมีค่า  $L^*$  เท่ากับ 57.88, 58.43 และ 60.64 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่การแช่น้ำที่อุณหภูมิ

38 องศาเซลเซียส มีค่า  $L^*$  เท่ากับ 61.00 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการแช่น้ำที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส มีค่า  $L^*$  เท่ากับ 57.46 แต่ไม่แตกต่างกับการแช่น้ำที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ที่มีค่า  $L^*$  เท่ากับ 58.48 ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างการใช้ระยะเวลาที่ได้รับความร้อนกับอุณหภูมิในการแช่น้ำของผลมะเขือเทศไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 17, ภาพที่ 7 และ ตารางภาคผนวกที่ 6)

ค่า chroma เป็นค่าที่แสดงถึงความเข้มของสีผิวเปลือกมะเขือเทศ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธี เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 วัน ผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนนาน 5, 10 และ 20 นาทีมีค่า chroma เท่ากับ 40.23, 39.74 และ 42.12 ตามลำดับ การแช่น้ำที่อุณหภูมิ 38, 42 และ 45 องศาเซลเซียส ทำให้ผลมะเขือเทศมีค่า chroma เท่ากับ 39.50, 40.84 และ 41.69 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างการใช้ระยะเวลาที่ได้รับความร้อนกับอุณหภูมิในการแช่น้ำของผลมะเขือเทศไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 18, ภาพที่ 7 และ ตารางภาคผนวกที่ 7)

เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นค่า hue มีแนวโน้มลดลงในทุกกรรมวิธี แสดงให้เห็นว่าในระยะแรกนั้นผลมะเขือเทศมีสีผิวค่อนข้างเขียว และเมื่อเก็บรักษานานขึ้นสีผิวจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลือง เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 วัน ผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนนาน 5, 10 และ 20 นาทีมีค่า hue เท่ากับ 172.97, 170.87 และ 169.41 องศา การแช่น้ำที่อุณหภูมิ 38, 42 และ 45 องศาเซลเซียส ทำให้ผลมะเขือเทศมีค่า hue เท่ากับ 170.03, 173.04 และ 170.19 องศา ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามลำดับ ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างการใช้ระยะเวลาที่ได้รับความร้อนกับอุณหภูมิในการแช่น้ำของผลมะเขือเทศไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 19, ภาพที่ 7 และ ตารางภาคผนวกที่ 8) เนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำชะลอกระบวนการเมตาบอลิซึมและการสังเคราะห์เอทิลีนของผลผลิตให้ต่ำลง ส่งผลให้ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิว การสุก และการเสื่อมสภาพของผลผลิต (Kader *et al.*, 1985 ; Somsrivichai *et al.*, 1990) ซึ่งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ทำให้มีการสลายตัวของคลอโรฟิลล์น้อยมาก ดังนั้น จึงทำให้มะเขือเทศคงมีสีเขียว

#### 7. ลักษณะปรากฏของอาการสะท้านหนาว

ลักษณะอาการสะท้านหนาวที่เกิดขึ้นกับผลมะเขือเทศ คือ เกิดการยุบตัวของเนื้อเยื่อ และฉ่ำน้ำ ซึ่งพบว่า เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 วัน ผลมะเขือเทศในทุกกรรมวิธีแสดงอาการสะท้านหนาวไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเก็บรักษานาน 10 วัน ผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนนาน 10 นาที แสดงอาการสะท้านหนาวที่ระดับ 1.89 คะแนน (แสดงอาการเล็กน้อย) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนนาน 5 นาที ซึ่งแสดงอาการสะท้านหนาวที่ระดับ 2.44 คะแนน (แสดงอาการเล็กน้อยตั้งแต่ 1-25 เปอร์เซ็นต์) แต่ไม่



แตกต่างกับผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนนาน 20 นาที ที่แสดงอาการสะท้อนหนาวที่ระดับ 2.00 คะแนน (แสดงอาการเล็กน้อยตั้งแต่ 1-25 เปอร์เซ็นต์) ขณะที่การแช่น้ำที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ผลมะเขือเทศแสดงอาการสะท้อนหนาวที่ระดับ 1.78 คะแนน (แสดงอาการเล็กน้อย) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการแช่น้ำที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส ซึ่งแสดงอาการสะท้อนหนาวที่ระดับ 2.33 คะแนน (มีอาการเล็กน้อยตั้งแต่ 1-25 เปอร์เซ็นต์) แต่ไม่แตกต่างกับการแช่น้ำที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ที่แสดงอาการสะท้อนหนาวที่ระดับ 2.22 คะแนน (มีอาการเล็กน้อยตั้งแต่ 1-25 เปอร์เซ็นต์) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างการใช้ระยะเวลาที่ได้รับความร้อนกับอุณหภูมิในการแช่น้ำของผลมะเขือเทศมีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 20, ภาพที่ 5 และตารางภาคผนวกที่ 9)

ผลมะเขือเทศที่แช่น้ำอุณหภูมิ 38, 42 หรือ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10 หรือ 20 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส พบว่า ผลมะเขือเทศที่แช่น้ำอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีคะแนนอาการสะท้อนหนาวต่ำกว่าทุกกรรมวิธี แสดงว่าช่วยลดอาการสะท้อนหนาวได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ เนื่องจากการใช้ความร้อนจะช่วยป้องกันการสะท้อนหนาวโดยการชักนำของ heat shock proteins (HSPs) ระหว่างที่ได้รับความร้อน โดย HSPs ช่วยป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับโปรตีนในเซลล์และโปรตีนที่เกี่ยวกับเยื่อหุ้ม และยังช่วยป้องกันเอนไซม์และโปรตีน ไม่ให้เสียหายหรือหยุดการทำงานในขณะที่เก็บรักษาผลผลิตที่อุณหภูมิต่ำ (Lafuente *et al.*, 1991 ; Sabehat *et al.*, 1995) ซึ่ง McDonald and McCollum (1996) รายงานว่า การแช่ผลมะเขือเทศคิบในน้ำอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที แล้วเก็บรักษาไว้ในอากาศ อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง ก่อนเก็บรักษาไว้ในที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ต่ำกว่าทุกกรรมวิธี ซึ่งช่วยลดอาการสะท้อนหนาวของมะเขือเทศได้ เช่นเดียวกับ Hakim and Voipio (1995) ที่รายงานว่า การแช่ผลมะเขือเทศคิบในน้ำอุณหภูมิ 38-46 องศาเซลเซียส นาน 90 นาที ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2, 4 หรือ 6 สัปดาห์ ช่วยลดอาการสะท้อนหนาวของมะเขือเทศได้เช่นกัน

ตารางที่ 12 การสูญเสียน้ำหนักของผลมะเขือเทศที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 38, 42 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10 หรือ 20 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 12 วัน

วิธีการ	การสูญเสียน้ำหนัก (%)					
	2วัน	4วัน	6วัน	8วัน	10วัน	12วัน
ปัจจัยที่ 1						
ระยะเวลาที่ได้รับความร้อน						
5 นาที	0.11 a	0.22	0.26	0.30	0.30	0.39
10 นาที	0.08 b	0.22	0.23	0.27	0.28	0.33
20 นาที	0.10 ab	0.20	0.24	0.28	0.32	0.36
ปัจจัยที่ 2						
ระดับอุณหภูมิที่แช่ผลมะเขือเทศ						
38 องศาเซลเซียส	0.11 a	0.24	0.25	0.28	0.28	0.37
42 องศาเซลเซียส	0.08 b	0.24	0.26	0.30	0.33	0.38
45 องศาเซลเซียส	0.10 ab	0.18	0.23	0.27	0.29	0.32
ปัจจัยที่ 1	*	ns	ns	ns	ns	ns
ปัจจัยที่ 2	*	ns	ns	ns	ns	ns
ปัจจัยที่ 1x2	*	ns	ns	ns	ns	ns
CV(%)	75.75	54.21	43.53	35.96	37.62	37.03

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

\* คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 13 การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ของผลมะเขือเทศที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 38, 42 หรือ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10 หรือ 20 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 12 วัน

วิธีการ	การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ (%)						
	0วัน	2วัน	4วัน	6วัน	8วัน	10วัน	12วัน
<b>ปัจจัยที่ 1</b>							
ระยะเวลาที่ได้รับความร้อน							
5 นาที	39.15	39.97	41.08	42.68	44.19	54.04 a	57.80 a
10 นาที	35.11	36.99	41.75	43.31	45.06	47.11 b	49.85 b
20 นาที	36.55	40.94	43.37	44.32	45.61	49.25 ab	53.46 ab
<b>ปัจจัยที่ 2</b>							
ระดับอุณหภูมิที่แช่ผลมะเขือเทศ							
38 องศาเซลเซียส	38.00	38.54	42.09	42.75 b	43.98 b	52.19 a	56.31 a
42 องศาเซลเซียส	34.82	37.59	39.52	40.31 b	42.30 b	46.22 b	48.70 b
45 องศาเซลเซียส	36.83	41.76	44.59	47.26 a	48.58 a	51.98 ab	56.12 ab
ปัจจัยที่ 1	ns	ns	ns	ns	ns	*	*
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns	*	*	*	*
ปัจจัยที่ 1x2	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
CV(%)	2.64	2.59	12.59	2.33	2.19	2.21	2.33

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

\* คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 14 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลมะเขือเทศที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 38, 42 หรือ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10 หรือ 20 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 12 วัน

วิธีการ	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%)						
	0วัน	2วัน	4วัน	6วัน	8วัน	10วัน	12วัน
<b>ปัจจัยที่ 1</b>							
ระยะเวลาที่ได้รับความร้อน							
5 นาที	3.81 ab	4.05	4.00	4.02 b	4.09	4.11	4.11
10 นาที	3.73 b	4.04	4.02	4.13 a	4.11	4.05	4.10
20 นาที	3.94 a	4.02	4.02	4.04 ab	4.02	4.07	4.13
<b>ปัจจัยที่ 2</b>							
ระดับอุณหภูมิที่แช่ผลมะเขือเทศ							
38 องศาเซลเซียส	3.87	4.07	4.00	4.02 b	4.07	4.07	4.13
42 องศาเซลเซียส	3.77	4.02	4.02	4.04 ab	4.07	4.13	4.14
45 องศาเซลเซียส	3.85	4.02	4.02	4.13 a	4.09	4.03	4.11
ปัจจัยที่ 1	*	ns	ns	*	ns	ns	ns
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
ปัจจัยที่ 1x2	*	ns	ns	*	ns	ns	ns
CV(%)	5.02	3.05	3.03	3.60	3.61	3.60	3.69

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

\* คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 15 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ของผลมะเขือเทศที่แช่น้ำที่อุณหภูมิ 38, 42 หรือ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10 หรือ 20 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 12 วัน

วิธีการ	ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ (%)						
	0วัน	2วัน	4วัน	6วัน	8วัน	10วัน	12วัน
<b>ปีงัยที่ 1</b>							
ระยะเวลาที่ได้รับความร้อน							
5 นาที	0.52	0.49	0.47	0.48	0.47	0.47	0.47
10 นาที	0.51	0.51	0.48	0.46	0.45	0.46	0.46
20 นาที	0.48	0.51	0.46	0.46	0.45	0.47	0.46
<b>ปีงัยที่ 2</b>							
ระดับอุณหภูมิที่แช่ผลมะเขือเทศ							
38 องศาเซลเซียส	0.50	0.52	0.47	0.48	0.46	0.46	0.47
42 องศาเซลเซียส	0.48	0.51	0.48	0.46	0.45	0.47	0.47
45 องศาเซลเซียส	0.52	0.48	0.46	0.46	0.46	0.47	0.45
ปีงัยที่ 1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ปีงัยที่ 2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ปีงัยที่ 1x2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV(%)	18.21	20.15	16.42	17.02	16.06	15.74	18.59

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

\* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 16 ปริมาณวิตามินซีของผลมะเขือเทศที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 38, 42 หรือ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10 หรือ 20 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 12 วัน

วิธีการ	ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด)						
	0วัน	2วัน	4วัน	6วัน	8วัน	10วัน	12วัน
<b>ปัจจัยที่ 1</b>							
ระยะเวลาที่ได้รับความร้อน							
5 นาที	19.54 b	21.24	22.33	17.61	14.22 b	14.17	13.85 b
10 นาที	19.51 b	19.51	22.97	17.34	15.49 a	14.78	15.40 a
20 นาที	23.41 a	19.29	21.47	17.88	14.71 ab	15.49	14.88 ab
<b>ปัจจัยที่ 2</b>							
ระดับอุณหภูมิที่แช่ผลมะเขือเทศ							
38 องศาเซลเซียส	21.46	18.86 b	22.76	16.39 b	14.61 ab	13.87 b	14.57
42 องศาเซลเซียส	20.81	19.94 ab	22.12	18.42 a	15.49 a	14.98 ab	14.88
45 องศาเซลเซียส	20.16	21.24 a	21.90	18.02 a	14.32 b	15.59 a	14.67
ปัจจัยที่ 1	*	ns	ns	ns	*	ns	*
ปัจจัยที่ 2	ns	*	ns	*	*	*	ns
ปัจจัยที่ 1x2	*	*	ns	ns	*	ns	ns
CV(%)	3.36	3.30	3.54	3.28	3.19	3.91	3.83

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

\* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 17 ค่า L\* ของผลมะเขือเทศที่แช่น้ำที่อุณหภูมิ 38, 42 หรือ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10 หรือ 20 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 12 วัน

วิธีการ	ค่า L*						
	0วัน	2วัน	4วัน	6วัน	8วัน	10วัน	12วัน
<b>ปัจจัยที่ 1</b>							
ระยะเวลาที่ได้รับความร้อน							
5 นาที	63.95	59.92	60.41	59.81	59.83	57.88	58.47
10 นาที	63.60	60.93	60.04	59.88	59.07	58.43	57.62
20 นาที	63.88	59.29	58.91	60.66	59.83	60.64	57.82
<b>ปัจจัยที่ 2</b>							
ระดับอุณหภูมิที่แช่ผลมะเขือเทศ							
38 องศาเซลเซียส	63.99	60.26	60.86	60.42	58.52	61.00 a	57.74
42 องศาเซลเซียส	63.49	59.67	59.12	60.56	59.60	58.48 ab	58.01
45 องศาเซลเซียส	63.81	60.21	59.38	59.37	60.61	57.46 b	57.71
ปัจจัยที่ 1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
ปัจจัยที่ 1x2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV(%)	0.97	1.26	1.25	1.18	1.29	1.39	1.16

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

\* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 18 ค่า chroma ของผลมะเขือเทศที่แช่น้ำที่อุณหภูมิ 38, 42 หรือ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10 หรือ 20 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 12 วัน

วิธีการ	ค่า chroma						
	0วัน	2วัน	4วัน	6วัน	8วัน	10วัน	12วัน
<b>ปัจจัยที่ 1</b>							
ระยะเวลาที่ได้รับความร้อน							
5 นาที	37.53	38.81	42.07	39.84	39.57	40.23	40.66
10 นาที	35.94	38.73	38.73	40.79	40.82	39.74	40.53
20 นาที	35.68	38.30	40.65	38.62	40.64	42.12	38.39
<b>ปัจจัยที่ 2</b>							
ระดับอุณหภูมิที่แช่ผลมะเขือเทศ							
38 องศาเซลเซียส	37.92	39.44	39.30	41.23	41.41	39.50	42.22
42 องศาเซลเซียส	35.56	37.05	40.59	41.23	40.47	40.84	37.04
45 องศาเซลเซียส	35.68	39.36	41.56	40.62	39.15	41.69	40.30
ปัจจัยที่ 1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ปัจจัยที่ 1x2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV(%)	2.57	2.47	2.33	2.41	2.34	2.56	2.73

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

\* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ



ตารางที่ 19 ค่า hue ของผลมะเขือเทศที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 38, 42 หรือ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10 หรือ 20 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 12 วัน

วิธีการ	ค่า hue (องศา)						
	0วัน	2วัน	4วัน	6วัน	8วัน	10วัน	12วัน
<b>ปัจจัยที่ 1</b>							
ระยะเวลาที่ได้รับความร้อน							
5 นาที	173.51	173.69	173.88	173.55	173.52	172.97	170.95
10 นาที	173.96	173.32	173.90	173.48	170.79	170.87	168.17
20 นาที	172.95	173.89	174.14	173.29	170.42	169.41	166.59
<b>ปัจจัยที่ 2</b>							
ระดับอุณหภูมิที่แช่ผลมะเขือเทศ							
38 องศาเซลเซียส	173.48	173.18	173.50	173.13	169.39	170.03	167.75
42 องศาเซลเซียส	173.79	173.86	174.23	173.54	172.96	173.04	168.92
45 องศาเซลเซียส	173.16	173.86	174.19	173.65	172.38	170.19	169.57
ปัจจัยที่ 1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ปัจจัยที่ 1x2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV(%)	0.30	0.29	0.24	0.29	0.51	0.52	0.81

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

\* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 20 อาการสะท้อนหนาวของผลมะเขือเทศที่แช่น้ำที่อุณหภูมิ 38, 42 หรือ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10 หรือ 20 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 12 วัน

วิธีการ	อาการสะท้อนหนาว (คะแนน)						
	0วัน	2วัน	4วัน	6วัน	8วัน	10วัน	12วัน
<b>ปัจจัยที่ 1</b>							
ระยะเวลาที่ได้รับความร้อน							
5 นาที	1.00	1.00	1.33	1.67 a	1.89	2.44 a	2.89 a
10 นาที	1.00	1.00	1.11	1.11 b	1.67	1.89 b	2.33 b
20 นาที	1.00	1.00	1.00	1.33 ab	1.78	2.00 ab	2.89 a
<b>ปัจจัยที่ 2</b>							
ระดับอุณหภูมิที่แช่ผลมะเขือเทศ							
38 องศาเซลเซียส	1.00	1.00	1.33	1.78 a	2.11 a	2.33 a	3.00 a
42 องศาเซลเซียส	1.00	1.00	1.11	1.11 b	1.44 b	1.78 b	2.33 b
45 องศาเซลเซียส	1.00	1.00	1.00	1.33 b	1.78 ab	2.22 ab	2.78 ab
ปัจจัยที่ 1	ns	ns	ns	*	ns	*	*
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns	*	*	*	*
ปัจจัยที่ 1x2	ns	ns	ns	*	ns	*	*
CV(%)	-	-	22.99	22.06	17.56	14.79	11.94

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

\* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ระบบการให้คะแนน 5 ระดับ คือ

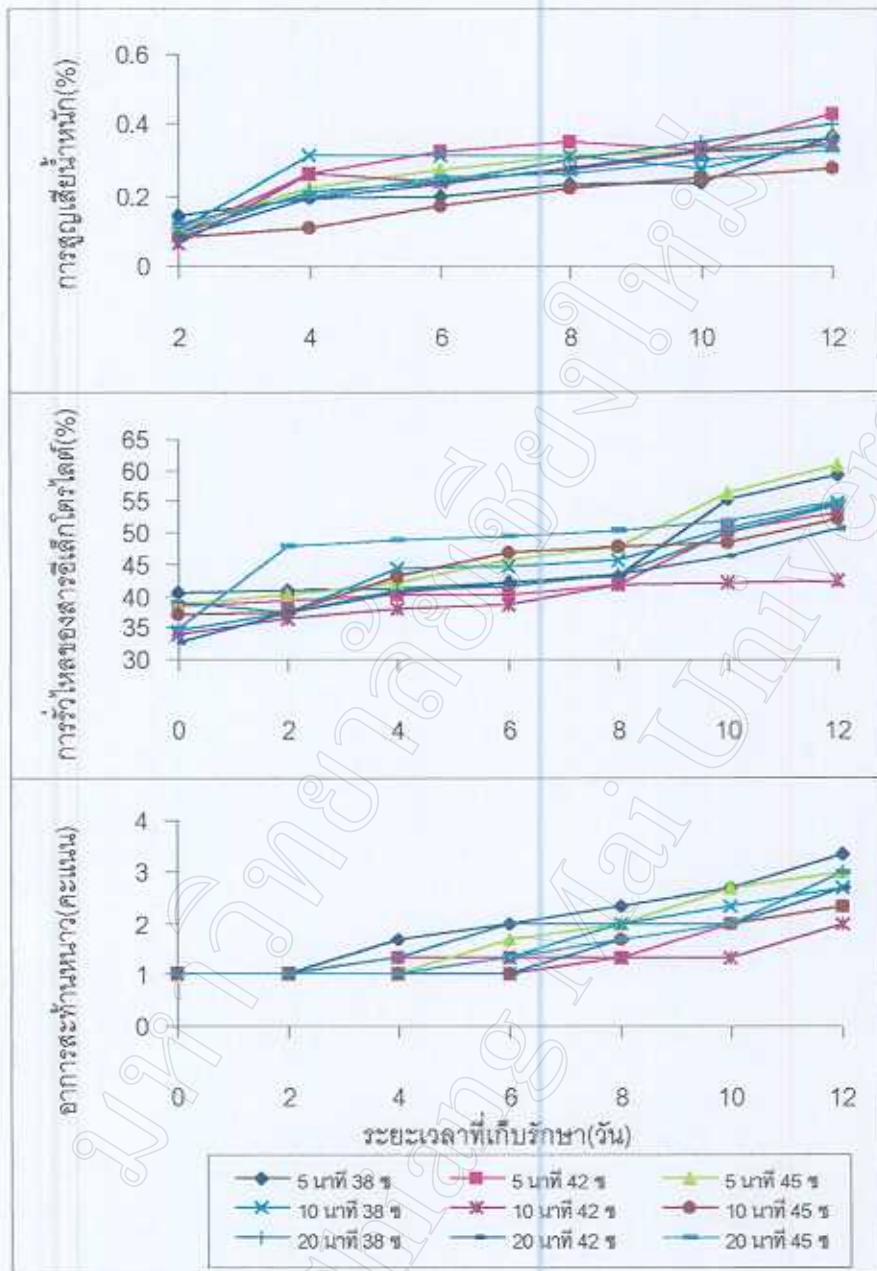
1 = ไม่มีอาการ

2 = มีอาการเล็กน้อยตั้งแต่ 1-25 เปอร์เซ็นต์

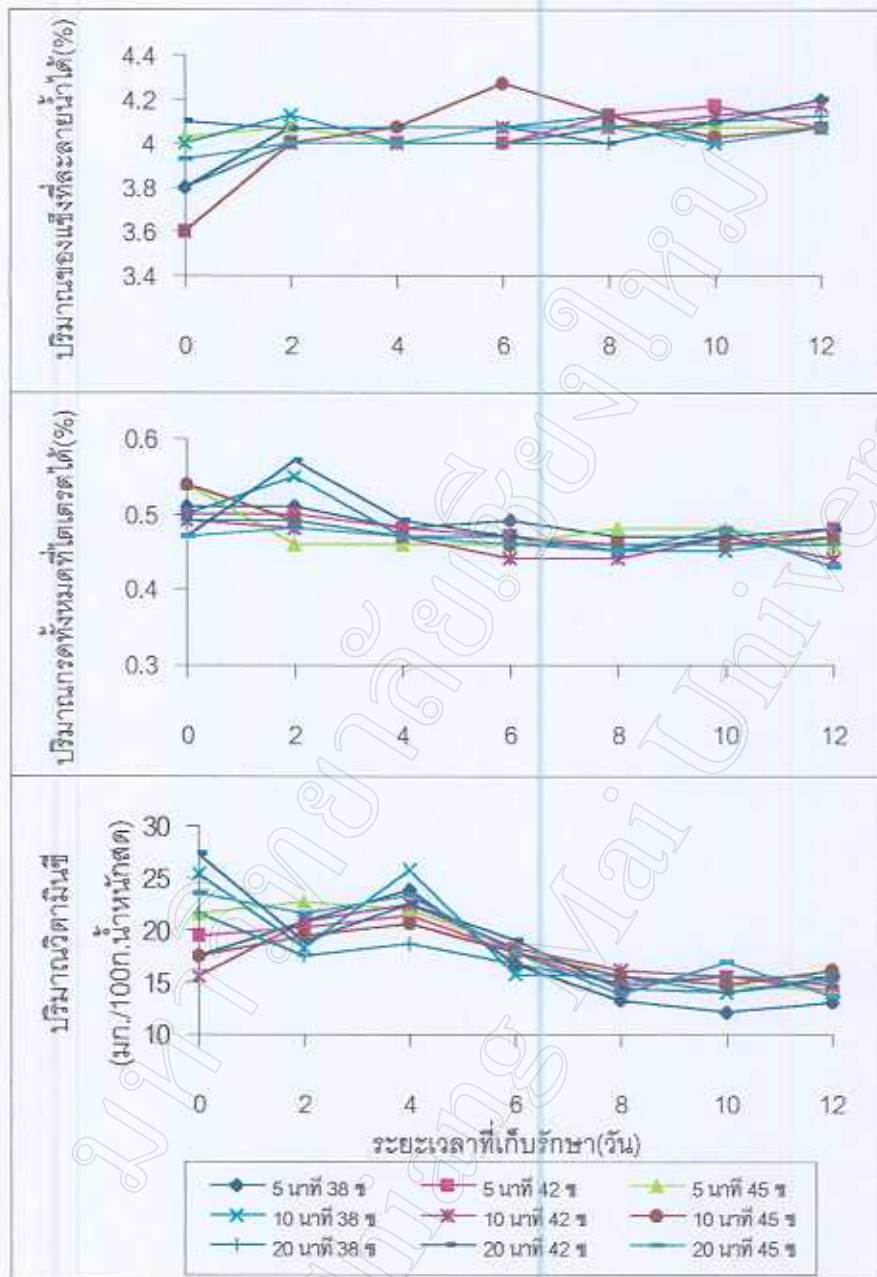
3 = มีอาการปานกลางตั้งแต่ 26-50 เปอร์เซ็นต์

4 = มีอาการรุนแรงตั้งแต่ 51-75 เปอร์เซ็นต์

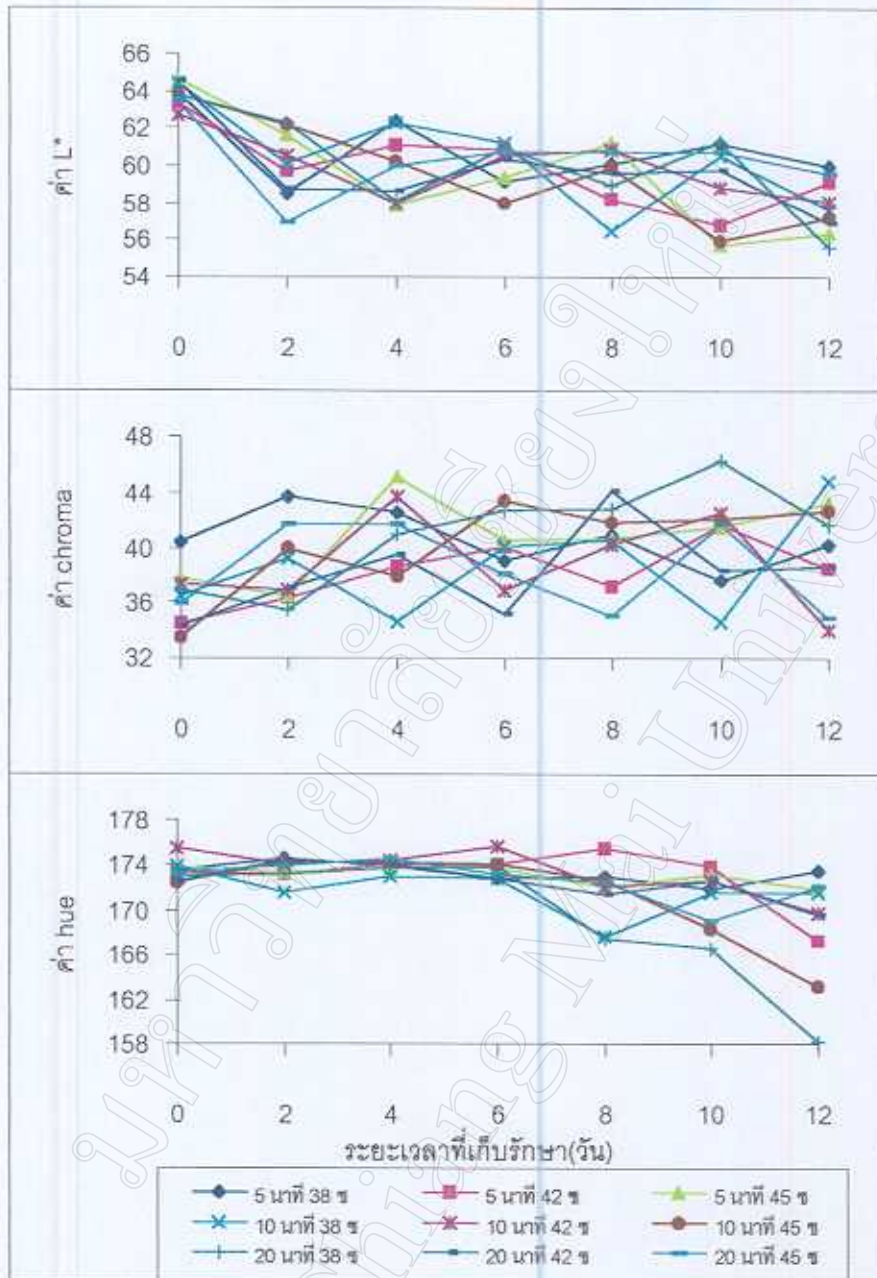
5 = มีอาการรุนแรงมากตั้งแต่ 76-100 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 5 การสูญเสียน้ำหนัก การร่วไหลของสารคลอโรฟิลล์ และอาการระคายเคืองของผลมะเขือเทศที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 38, 42 หรือ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10 หรือ 20 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 12 วัน



ภาพที่ 6 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดทั้งหมดที่โตเตรคได้ และปริมาณวิตามินซีของผลมะเขือเทศที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 38, 42 หรือ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10 หรือ 20 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 12 วัน



ภาพที่ 7 ค่า L\* ค่า chroma และค่า hue ของผลมะเขือเทศที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 38, 42 หรือ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10 หรือ 20 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 12 วัน

### การทดลองที่ 3 เปรียบเทียบผลของการใช้ความร้อนกับผลมะเขือเทศต่อคุณภาพของผลมะเขือเทศ หั่นชิ้น

ผลการศึกษาระยะเวลาและระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการแช่ผลมะเขือเทศในน้ำ โดยนำผลมะเขือเทศแช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 38, 42 และ 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5, 10 และ 20 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส พบว่า ผลมะเขือเทศที่แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ทำให้ผลมะเขือเทศแสดงอาการสัท้านหนาวเกิดขึ้นน้อยที่สุด และระยะเวลาที่ได้รับความร้อน 10 นาที ทำให้ผลมะเขือเทศแสดงอาการสัท้านหนาวเกิดขึ้นน้อยที่สุดเช่นกัน ดังนั้นจึงนำผลมะเขือเทศมาแช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที มาผลิตเป็นผลมะเขือเทศหั่นชิ้น เปรียบเทียบคุณภาพกับผลมะเขือเทศที่ไม่ได้ผ่านความร้อน ผลการทดลองที่ได้มีดังนี้

#### 1. การสูญเสียน้ำหนัก

การให้ความร้อนแก่ผลมะเขือเทศก่อนนำไปผลิตเป็นผลมะเขือเทศหั่นชิ้น พบว่า เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 วัน ผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนและผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น มีการสูญเสียน้ำหนัก เท่ากับ 0.34 และ 0.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 8 วัน ผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้น มีการสูญเสียน้ำหนัก เท่ากับ 1.47 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น ซึ่งสูญเสียน้ำหนัก เท่ากับ 1.30 เปอร์เซ็นต์ และตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้นกับผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น มีการสูญเสียน้ำหนักใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 21) เนื่องจากผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้น เริ่มแสดงอาการสัท้านหนาวเพิ่มมากขึ้นกว่าผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น ซึ่งการแสดงอาการสัท้านหนาวทำให้เกิดแผลที่เยื่อหุ้มเซลล์น้ำจึงออกมาได้มากกว่ารวมทั้งอาการสัท้านหนาวทำให้ผลมะเขือเทศเน่ามากขึ้นด้วย ซึ่งการเน่าเสียจะส่งผลให้เซลล์ถูกทำลายจากจุลินทรีย์โดยทำลายโครงสร้างในการป้องกันการสูญเสียน้ำให้หมดไปเกิดเป็นช่องเปิดให้สูญเสียน้ำได้มากขึ้น (จริงแท้, 2541) และการหั่นเป็นชิ้นจะไปกระตุ้นการสร้างก๊าซเอทิลีน (Abe and Watada, 1991) ซึ่ง Watada *et al.* (1994) รายงานว่า มะเขือเทศที่หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ มีปริมาณก๊าซเอทิลีนที่ปล่อยออกมาเพิ่มขึ้นจากเดิมถึง 20 เท่าในเวลาเพียง 15-20 นาที ซึ่งก๊าซเอทิลีนที่เกิดขึ้นจะเร่งอัตราการหายใจของ

เนื้อเยื่อและเร่งการทำงานของเอนไซม์ภายในเซลล์ มีผลทำให้ผลไม้อายุสั้น นิ่มเร็ว และเสื่อมสภาพเร็วในเวลาต่อมา ทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น (Wong *et al.*, 1994)

## 2. การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์

การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ของผลมะเขือเทศเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษานาน 2 วัน พบว่า ผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้น มีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ เท่ากับ 39.58 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น ซึ่งมีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ เท่ากับ 23.62 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 8 วัน พบว่า ผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้น มีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ เท่ากับ 50.02 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น มีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ เท่ากับ 32.27 เปอร์เซ็นต์ ผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้น มีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์มากกว่าผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา (ตารางที่ 22) เนื่องจากการใช้ความร้อนจะช่วยป้องกันการสแตนท์หนาว โดยการชักนำของ heat shock proteins (HSPs) ระหว่างที่ได้รับความร้อน โดย HSPs ช่วยป้องกันการเสียหายที่จะเกิดกับโปรตีนในเซลล์และโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับเชื้อหุ่ม และยังช่วยป้องกันเอนไซม์และโปรตีนไม่ให้เสียหายหรือหยุดการทำงานในขณะที่เก็บรักษาผลิตผลที่อุณหภูมิต่ำ (Lafuente *et al.*, 1991 ; Sabehat *et al.* , 1995) ซึ่งสอดคล้องกับ McDonald and McCollum (1996) ที่รายงานว่าการแช่ผลมะเขือเทศดิบในน้ำอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที แล้วเก็บรักษาไว้ในอากาศอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง ก่อนเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ต่ำกว่าทุกกรรมวิธี เพราะอุณหภูมิสูงช่วยลดอาการสแตนท์หนาวของมะเขือเทศได้

## 3. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 วัน พบว่า ผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้น มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 4.53 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เท่ากับ 4.73 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 8 วัน พบว่า ผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้น มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 3.93 เปอร์เซ็นต์ ซึ่ง

แตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เท่ากับ 4.13 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 วัน ผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้นกับผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ไม่แตกต่างกัน และตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา ผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้น มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่าผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น (ตารางที่ 23) สอดคล้องกับ ชเนศวร์ (2541) ซึ่งรายงานว่า ผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนการเก็บรักษา นอกจากนี้ McCollum *et al.* (1993) รายงานว่า มะม่วงที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 34 และ 38 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 หรือ 48 ชั่วโมง ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนการเก็บรักษาเช่นกัน

#### 4. ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้

เมื่อเก็บรักษาผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนและได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้น นาน 2 วัน พบว่า มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ เท่ากับ 0.61 และ 0.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 8 วัน ผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนและได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้น มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ เท่ากับ 0.41 และ 0.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 24) และตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้นกับผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ลดลง เนื่องจากการหั่นชิ้นจะช่วยเร่งการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ทางชีวเคมี และยังทำให้เกิดการปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ได้ง่าย (Splittstoesser, 1996) จึงทำให้มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ลดลง จากวันแรกของการเก็บรักษา และการเก็บรักษาผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้นมีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้มากกว่าผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น เพราะผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้นแสดงอาการสัท้านหนาวมากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับ McCollum *et al.* (1993) รายงานว่า ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ของมะม่วงที่เกิดอาการสัท้านหนาวจะมีมากกว่าผลมะม่วงที่ไม่เกิดอาการสัท้านหนาว เช่นเดียวกับ Sankat *et al.* (1994) รายงานว่า กรดซิตริกของผลมะม่วงพันธุ์ Julie ที่เกิดอาการสัท้านหนาวโดยมีสีผิวผิดปกติ บริเวณผิวบุบตัว สีของเนื้อและรสชาติของเนื้อไม่ดี



มีปริมาณกรดซิตริกเท่ากับ 1.19 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ผลมะม่วงที่ไม่เกิดอาการสะท้านหนาวมีปริมาณกรดซิตริกเท่ากับ 0.65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลมะม่วงที่เกิดอาการสะท้านหนาวมีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไคเตรตได้มากกว่า

#### 5. ปริมาณวิตามินซี

เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 วัน พบว่า ผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้น มีปริมาณวิตามินซี 10.38 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น ที่มีปริมาณวิตามินซี เท่ากับ 11.43 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด เช่นเดียวกับเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 8 วัน พบว่า ผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้น มีปริมาณวิตามินซี 9.20 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น ที่มีปริมาณวิตามินซี เท่ากับ 10.23 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด (ตารางที่ 25) ซึ่งตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้นกับผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น มีปริมาณวิตามินซีลดลง เนื่องจากการผลิตผักและผลไม้สดพร้อมบริโภคมีการตัดแต่งและหั่นเป็นชิ้น เป็นการเร่งอัตราการหายใจ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีผิว กลิ่น เนื้อสัมผัส และการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการอย่างรวดเร็ว รวมทั้งการสูญเสียวิตามินซีด้วย (Rolle and Chism, 1987 ; King and Bolin, 1989) และยังเกิดจาก กิจกรรมของเอนไซม์หลายชนิด เช่น ascorbic oxidase, polyphenol oxidase, cytochrome oxidase และ peroxidase โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ascorbic acid oxidase จะกระตุ้นปฏิกิริยาโดยตรงระหว่างสารตั้งต้นและโมเลกุลของก๊าซออกซิเจนในปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งส่งผลให้เกิดการสลายตัวของกรดแอสคอร์บิกได้ ซึ่งเอนไซม์เหล่านี้พบมากเมื่อเนื้อเยื่อของผลิตผลเกิดการเสียหายเนื่องจากการตัดแต่ง หั่น หรือเกิดรอยขีด (นิธิยา, 2539 ; จริงแท้, 2541)

#### 6. การเปลี่ยนแปลงสีผิว

การให้ความร้อนแก่ผลมะเขือเทศก่อนนำไปผลิตเป็นมะเขือเทศหั่นชิ้น เมื่อเก็บรักษานาน 2 วัน พบว่า ผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้น มีค่า L\* เท่ากับ 52.72 ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น ที่มีค่า L\* เท่ากับ 51.78 และเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 8 วัน ผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนกับผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน

10 นาที ก่อนหั่นชิ้น มีค่า  $L^*$  เท่ากับ 52.20 และ 51.79 ซึ่งลดลงจากวันแรกของการเก็บรักษา ที่มีค่า  $L^*$  เท่ากับ 57.16 และ 57.67 ตามลำดับ และตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้น มีค่า  $L^*$  ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับมะเขือเทศที่ได้รับอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น (ตารางที่ 26)

ค่า chroma เป็นค่าที่แสดงถึงความเข้มของสีผิวเปลือกมะเขือเทศ ซึ่งตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา มีค่า chroma ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 วัน ผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้น มีค่า chroma เท่ากับ 32.41 ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น ที่มีค่า chroma เท่ากับ 33.07 และเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 8 วัน ผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนกับมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น มีค่า chroma เท่ากับ 32.06 และ 33.33 ซึ่งลดลงจากวันแรกของการเก็บรักษา ที่มีค่า chroma เท่ากับ 34.56 และ 35.61 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 27)

สำหรับค่า hue นั้น พบว่า เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 วัน ผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนกับมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น มีค่า hue เท่ากับ 172.95 และ 173.45 องศา แสดงถึงสีผิวของผลมะเขือเทศเป็นสีเขียว ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 8 วัน ผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนกับมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น มีค่า hue เท่ากับ 131.48 และ 139.16 องศา ซึ่งลดลงจากวันแรกของการเก็บรักษา ที่มีค่า hue เท่ากับ 173.51 และ 174.21 องศา ตามลำดับ แสดงถึงสีผิวของผลมะเขือเทศเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลือง ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนและไม่ได้รับความร้อน แสดงให้เห็นว่าในระยะแรกนั้นผลมะเขือเทศมีสีผิวค่อนข้างเขียวและเมื่อเก็บรักษานานขึ้นสีผิวจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลืองจนถึงสีเหลือง (ตารางที่ 28) เนื่องจากการผลิตผักและผลไม้สดพร้อมบริโภคมีการตัดแต่งและหั่นเป็นชิ้น เป็นการเร่งอัตราการหายใจ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีผิว กลิ่น เนื้อสัมผัส และการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการอย่างรวดเร็ว (Rolle and Chism; 1987 ; King and Bolin, 1989) จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีผิวขึ้น

#### 7. ลักษณะปรากฏของอาการสะท้อนหนาว

เมื่อเก็บรักษานานขึ้นผลมะเขือเทศแสดงอาการสะท้อนหนาวเพิ่มขึ้น โดยเมื่อเก็บรักษานาน 2 วัน ผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนกับมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น มีคะแนนอยู่ที่ระดับ 1.33 และ 1.00 คะแนน ตามลำดับ

(1.33 แสดงอาการสะท้อนหนาวเล็กน้อย, 1.00 ไม่เกิดอาการสะท้อนหนาว) ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 8 วัน พบว่า ผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้น แสดงอาการสะท้อนหนาวอยู่ที่ระดับ 3.67 คะแนน (มีอาการปานกลางตั้งแต่ 25-50 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น ที่แสดงอาการสะท้อนหนาวอยู่ที่ระดับ 2.55 คะแนน (มีอาการเล็กน้อยตั้งแต่ 1-25 เปอร์เซ็นต์) และตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาผลมะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้น แสดงอาการสะท้อนหนาวมากกว่าผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 29) เนื่องจากการใช้ความร้อนอาจจะช่วยป้องกันการสะท้อนหนาวโดยการชักนำของ heat shock proteins (HSPs) ระหว่างที่ได้รับความร้อน โดย HSPs ช่วยป้องกันการเสียหายที่จะเกิดกับโปรตีนในเซลล์และโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับเยื่อหุ้ม และยังช่วยป้องกันเอนไซม์และโปรตีน ไม่ให้เสียหายหรือหยุดการทำงานในขณะที่เก็บรักษาผลผลิตที่อุณหภูมิต่ำ (Lafuente *et al.*, 1991 ; Sabehat *et al.* , 1995) จึงเป็นไปได้ว่า HSPs เข้ามาเกี่ยวข้องกับเยื่อหุ้ม โดยการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเซลล์และช่วยให้กระบวนการทำงานของเยื่อหุ้มดำเนินไปตามปกติในระหว่างที่เกิดความเครียดจากความร้อน ซึ่ง Hakim and Voipio (1995) รายงานว่า การแช่ผลมะเขือเทศดิบในน้ำที่มีอุณหภูมิ 38-46 องศาเซลเซียส นาน 90 นาที ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2, 4 หรือ 6 สัปดาห์ ช่วยลดอาการสะท้อนหนาวของมะเขือเทศได้

ตารางที่ 21 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลมะเขือเทศหั่นชิ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน

วิธีการ	การสูญเสียน้ำหนัก (%)				
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)				
	2	4	6	8	10
มะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้น	0.34	0.57	0.81	1.47 a	1.02
มะเขือเทศที่ได้รับอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น	0.33	0.58	0.83	1.30 b	1.00
2-Tail Sig	0.284	0.582	0.590	0.000	0.240

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์  
2-Tail Sig ถ้ามีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 22 เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ของผลมะเขือเทศหั่นชิ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน

วิธีการ	การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ (%)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
มะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้น	23.70	39.58 a	47.27 a	47.61 a	50.02 a	55.54 a
มะเขือเทศที่ได้รับอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น	23.05	23.62 b	30.60 b	29.89 b	32.27 b	41.10 b
2-Tail Sig	-	0.000	0.000	0.003	0.001	0.008

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์  
2-Tail Sig ถ้ามีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 23 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลมะเขือเทศหั่นชิ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน

วิธีการ	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
มะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้น	4.67	4.53 b	4.35 b	4.49	3.93 b	3.80
มะเขือเทศที่ได้รับอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น	4.80	4.73 a	4.51 a	4.53	4.13 a	3.89
2-Tail Sig	-	0.003	0.014	0.694	0.045	0.085

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์  
2-Tail Sig ถ้ามีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 24 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ของผลมะเขือเทศหั่นชิ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน

วิธีการ	ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ (%)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
มะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้น	0.76	0.61 a	0.48 a	0.43 a	0.41 a	0.38 a
มะเขือเทศที่ได้รับอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น	0.51	0.50 b	0.43 b	0.39 b	0.35 b	0.34 b
2-Tail Sig	-	0.000	0.019	0.003	0.001	0.000

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์  
2-Tail Sig ถ้ามีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 25 ปริมาณวิตามินซีของผลมะเขือเทศหั่นชิ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน

วิธีการ	ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
มะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่น	13.51	10.38 b	10.06 b	9.64 b	9.20 b	8.84 b
มะเขือเทศที่ได้รับอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่น	14.10	11.43 a	11.25 a	11.21 a	10.23 a	9.84 a
2-Tail Sig	-	0.008	0.009	0.001	0.045	0.029

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์  
2-Tail Sig ถ้ามีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 26 ค่า L\* ของผลมะเขือเทศหั่นชิ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน

วิธีการ	ค่า L*					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
มะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่น	57.16	52.72	50.35	51.20	52.20	50.30
มะเขือเทศที่ได้รับอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่น	57.67	51.78	51.38	49.36	51.79	51.24
2-Tail Sig	-	0.507	0.449	0.395	0.829	0.571

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์  
2-Tail Sig ถ้ามีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 27 ค่า chroma ของผลมะเขือเทศหั่นชิ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน

วิธีการ	ค่า chroma					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
มะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้น	34.56	32.41	32.39	31.95	32.06	31.49
มะเขือเทศที่ได้รับอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น	35.61	33.07	33.48	32.56	33.33	32.17
2-Tail Sig	-	0.658	0.963	0.732	0.439	0.676

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2-Tail Sig ถ้ามีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 28 ค่า hue ของผลมะเขือเทศหั่นชิ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน

วิธีการ	ค่า hue (องศา)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
มะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้น	173.51	172.95	172.29	161.05	131.48	143.85
มะเขือเทศที่ได้รับอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น	174.21	173.45	172.20	169.12	139.16	142.37
2-Tail Sig	-	0.351	0.923	0.395	0.795	0.951

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2-Tail Sig ถ้ามีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 29 อาการสะท้อนหนาวของผลมะเขือเทศหั่นชิ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน

วิธีการ	อาการสะท้อนหนาว (คะแนน)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)					
	0	2	4	6	8	10
มะเขือเทศที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนหั่นชิ้น	1.00	1.33	2.22 a	2.78 a	3.67 a	4.55 a
มะเขือเทศที่ได้รับอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนหั่นชิ้น	1.00	1.00	1.44 b	2.00 b	2.55 b	3.00 b
2-Tail Sig	-	0.081	0.014	0.013	0.000	0.000

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2-Tail Sig ถ้ามีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ระบบการให้คะแนน 5 ระดับ คือ

1 = ไม่มีอาการ

2 = มีอาการเล็กน้อยตั้งแต่ 1-25 เปอร์เซ็นต์

3 = มีอาการปานกลางตั้งแต่ 26-50 เปอร์เซ็นต์

4 = มีอาการรุนแรงตั้งแต่ 51-75 เปอร์เซ็นต์

5 = มีอาการรุนแรงมากตั้งแต่ 76-100 เปอร์เซ็นต์