

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### การทดลองที่ 1 ผลของการลดอุณหภูมิลำดับขั้นต่ออายุการเก็บรักษาและอาการสะท้อนหวาน

##### 1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

###### 1.1 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกด้านนอกของส้มเขียวหวานพันธุ์สีทอง

ผลส้มเขียวหวานที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 สัปดาห์ มีการเปลี่ยนแปลงค่า  $L^*$ ,  $C^*$  และ  $H^o$  ดังแสดงในตารางที่ 2, 3 และ 4 และภาพที่ 5, 6 และ 7 ตามลำดับ

###### ก. ค่า $L^*$

ค่า  $L^*$  บ่งชี้ถึงความสว่าง ( $L^* = 100$ ) และความมืด ( $L^* = 0$ ) ซึ่งค่า  $L^*$  ของผลส้มระหว่างการเก็บรักษาลดลงในช่วง 2 สัปดาห์แรก หลังจากนั้นค่า  $L^*$  เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 4 สัปดาห์และลดลงอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 5 (ภาพที่ 5) ผลส้มที่เก็บรักษาที่โดยการลดอุณหภูมิลำดับขั้นจากอุณหภูมิห้องเป็น  $15^{\circ}\text{C}$  (1 วัน)  $\rightarrow 10^{\circ}\text{C}$  (1 วัน)  $\rightarrow 5^{\circ}\text{C}$  (กรรมวิธีที่ 3) นาน 4 สัปดาห์ มีค่า  $L^*$  มากที่สุด เท่ากับ 72.09 และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาอย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส และกรรมวิธีที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นกรรมวิธีอื่น ผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (กรรมวิธีที่ 2) นาน 5 สัปดาห์มีค่า  $L^*$  มากที่สุด เท่ากับ 65.50 รองลงมาเป็นผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส (กรรมวิธีที่ 1) มีค่า  $L^*$  เท่ากับ 62.62 (ตารางที่ 2)

###### ข. ค่า $C^*$

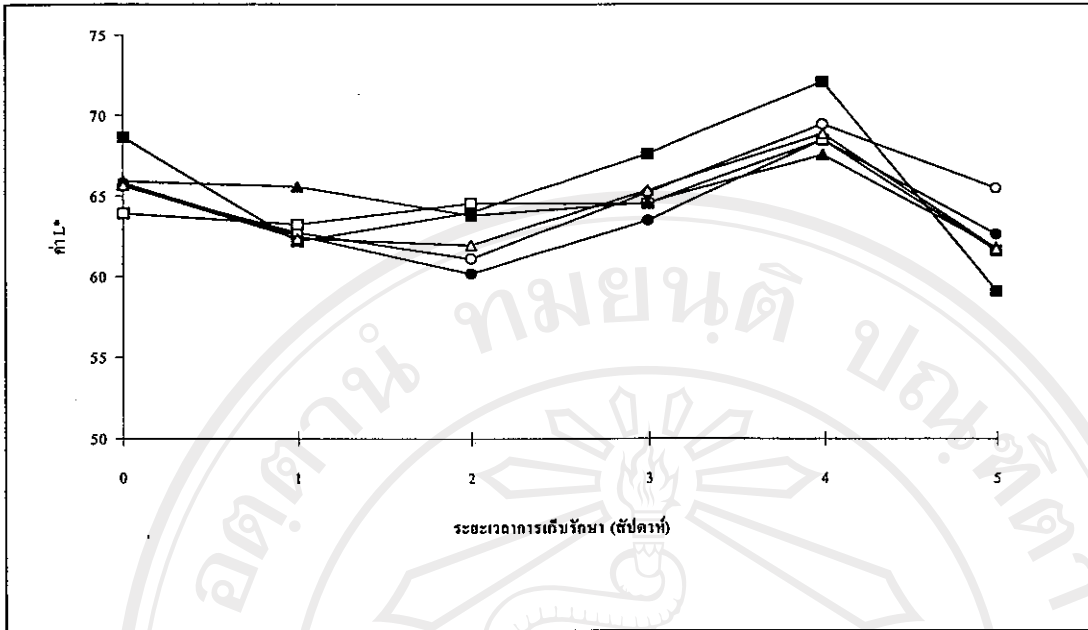
ค่า  $C^*$  เป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงความเข้มของสี ถ้าค่า  $C^*$  เข้าใกล้ศูนย์แสดงว่าวัตถุมีสีซีดจาง (เทา) หากค่า  $C^*$  เข้าใกล้ 60 แสดงว่าวัตถุมีสีเข้ม ระหว่างการเก็บรักษาผลส้มนาน 5 สัปดาห์พบว่าค่า  $C^*$  ลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงสัปดาห์แรกและค่อนข้างคงที่ในช่วงสัปดาห์ที่สอง หลังจากนั้นค่า  $C^*$  เพิ่มขึ้นและมีค่าสูงสุดในสัปดาห์ที่ 4 และลดลงอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 5 (ภาพที่ 6) ผลส้มที่เก็บรักษานาน 4 สัปดาห์ โดยการลดอุณหภูมิลำดับขั้นจากอุณหภูมิห้องเป็น  $15^{\circ}\text{C}$  (1 วัน)  $\rightarrow 10^{\circ}\text{C}$  (1 วัน)  $\rightarrow 5^{\circ}\text{C}$  (กรรมวิธีที่ 3) มีค่า  $C^*$  สูงที่สุดเท่ากับ 72.19 และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ผลส้มที่

ลดอุณหภูมิลำดับขั้นจากอุณหภูมิห้องเป็น  $15^{\circ}\text{C}$  (1วัน)  $\rightarrow$   $10^{\circ}\text{C}$  (1วัน)  $\rightarrow$   $5^{\circ}\text{C}$  (1วัน)  $\rightarrow$   $2^{\circ}\text{C}$  (กรรมวิธีที่ 4) ลดอุณหภูมิลำดับขั้นจากอุณหภูมิห้องเป็น  $15^{\circ}\text{C}$  (1วัน)  $\rightarrow$   $10^{\circ}\text{C}$  (2วัน)  $\rightarrow$   $5^{\circ}\text{C}$  (กรรมวิธีที่ 5) และลดอุณหภูมิลำดับขั้นจากอุณหภูมิห้องเป็น  $15^{\circ}\text{C}$  (1วัน)  $\rightarrow$   $10^{\circ}\text{C}$  (2วัน)  $\rightarrow$   $5^{\circ}\text{C}$  (3วัน)  $\rightarrow$   $2^{\circ}\text{C}$  (กรรมวิธีที่ 6)

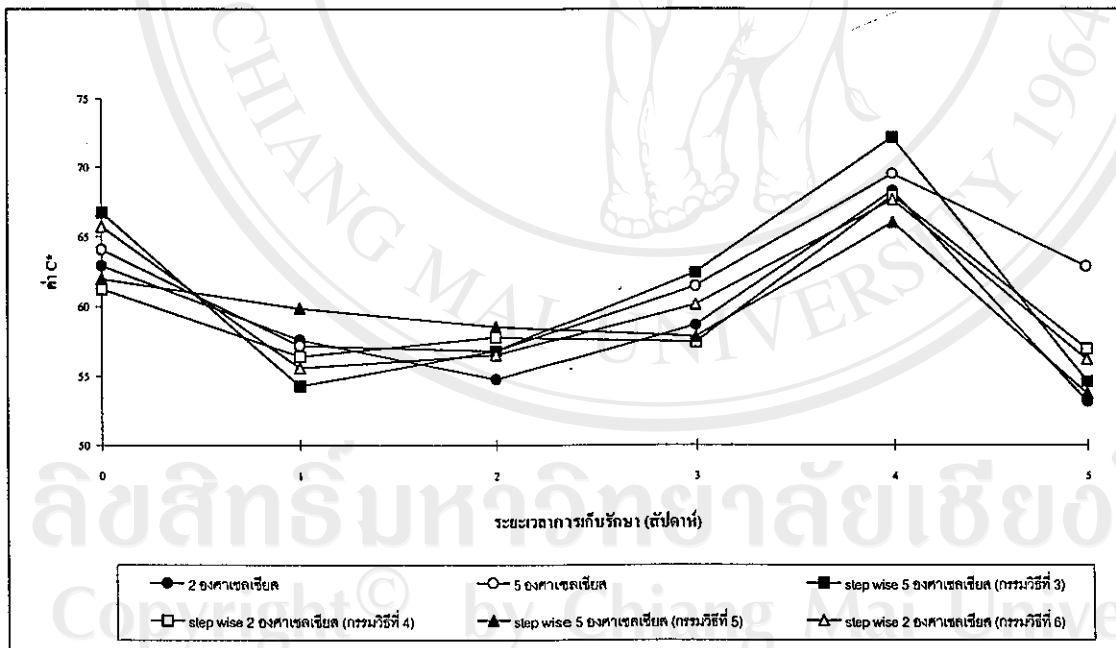
ผลสัมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (กรรมวิธีที่ 2) นาน 5 สัปดาห์ มีค่า  $C^*$  สูงที่สุด เท่ากับ 62.69 (ตารางที่ 3) และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับเก็บรักษาผลสัมที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส และผลสัมที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นทุกกรรมวิธี เมื่อค่า  $C^*$  ของผลสัมเข้าใกล้ 60 หมายถึง ผลสัมมีสีเข้มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับค่า  $L^*$  ที่เข้าใกล้ 100

#### ค. ค่า $H^{\circ}$

ค่า  $H^{\circ}$  เป็นค่าที่แสดงช่วงสีของวัตถุ ระหว่างการเก็บรักษาผลสัมนาน 5 สัปดาห์ พบว่าการลดอุณหภูมิลำดับขั้นจากอุณหภูมิห้องเป็นอุณหภูมิ  $15^{\circ}\text{C}$  (1วัน)  $\rightarrow$   $10^{\circ}\text{C}$  (2วัน)  $\rightarrow$   $5^{\circ}\text{C}$  (กรรมวิธีที่ 5) มีค่า  $H^{\circ}$  มากที่สุดเท่ากับ 91.14 องศา ซึ่งค่า  $H^{\circ}$  แสดงถึงช่วงสีของผลสัม โดยที่สัปดาห์ที่ 5 ของการเก็บรักษาผลสัม ค่า  $H^{\circ}$  มีค่าอยู่ในช่วง 88.32-91.14 องศา และไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) (ตารางที่ 4) แสดงว่าสีเปลือกผลสัมมีส้มแดงถึงสีเหลือง และมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 7) และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นสีเปลือกผลสัมมีสีเหลืองเข้มขึ้นสอดคล้องกับค่า  $C^*$  ที่เพิ่มขึ้น และค่า  $H^{\circ}$  ที่ลดลงทุกกรรมวิธี และกรรมวิธีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ทำให้ค่า  $L^*$  ของผลสัมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่าความสว่างมากกว่าที่เก็บรักษาผลสัมที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับค่า  $C^*$  ที่เพิ่มของการเก็บรักษาผลสัมที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 3) ซึ่งสาเหตุอาจเนื่องจากที่อุณหภูมิต่ำ 2 องศาเซลเซียส นี้จะไปชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ สอดคล้องกับการทดลองของ Cohen (1978) ที่ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในระหว่างการขจัดสีเขียวและการเปลี่ยนสีผิวของผลส้มพันธุ์ Shamouti พบว่าอุณหภูมิมิผลต่อการสูญเสียสีเขียวของสีเปลือกผลส้ม โดยผลสัมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เปลี่ยนสีผิวได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 5 ค่า  $L^*$  ของเปลือกผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86% และ 90% ตามลำดับ นาน 5 สัปดาห์



ภาพที่ 6 ค่า  $C^*$  ของเปลือกผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86% และ 90% ตามลำดับ นาน 5 สัปดาห์

ตารางที่ 2 ค่า L\* ของเปลือกผลส้มเขียวหวานพันธุ์ทองที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86-90 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธี	ค่า L*					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
2 องศาเซลเซียส	65.80ab	62.54b	60.19c	63.48b	68.51b	62.62ab
5 องศาเซลเซียส	65.61ab	62.73ab	61.12bc	65.22ab	69.46b	65.50a
อุณหภูมิห้อง → 15°C (1 วัน) → 10°C (1 วัน) → 5°C	68.66a	62.20b	64.00ab	66.93a	72.09a	59.09c
อุณหภูมิห้อง → 15°C (1 วัน) → 10°C (1 วัน) → 5°C (1 วัน) → 2°C	63.94b	63.24ab	64.57a	64.55ab	68.50b	61.60bc
อุณหภูมิห้อง → 15°C (1 วัน) → 10°C (2 วัน) → 5°C	65.95ab	65.60a	63.82ab	64.59ab	67.58b	61.79bc
อุณหภูมิห้อง → 15°C (1 วัน) → 10°C (2 วัน) → 5°C (3 วัน) → 2°C	65.70ab	63.37ab	61.97abc	65.35ab	68.89b	61.72bc
LSD	3.17	2.94	3.34	3.08	2.18	3.25
C.V.%	5.09	4.94	5.62	5.07	3.36	5.55

a,b,c... = ตัวเลขในแถวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

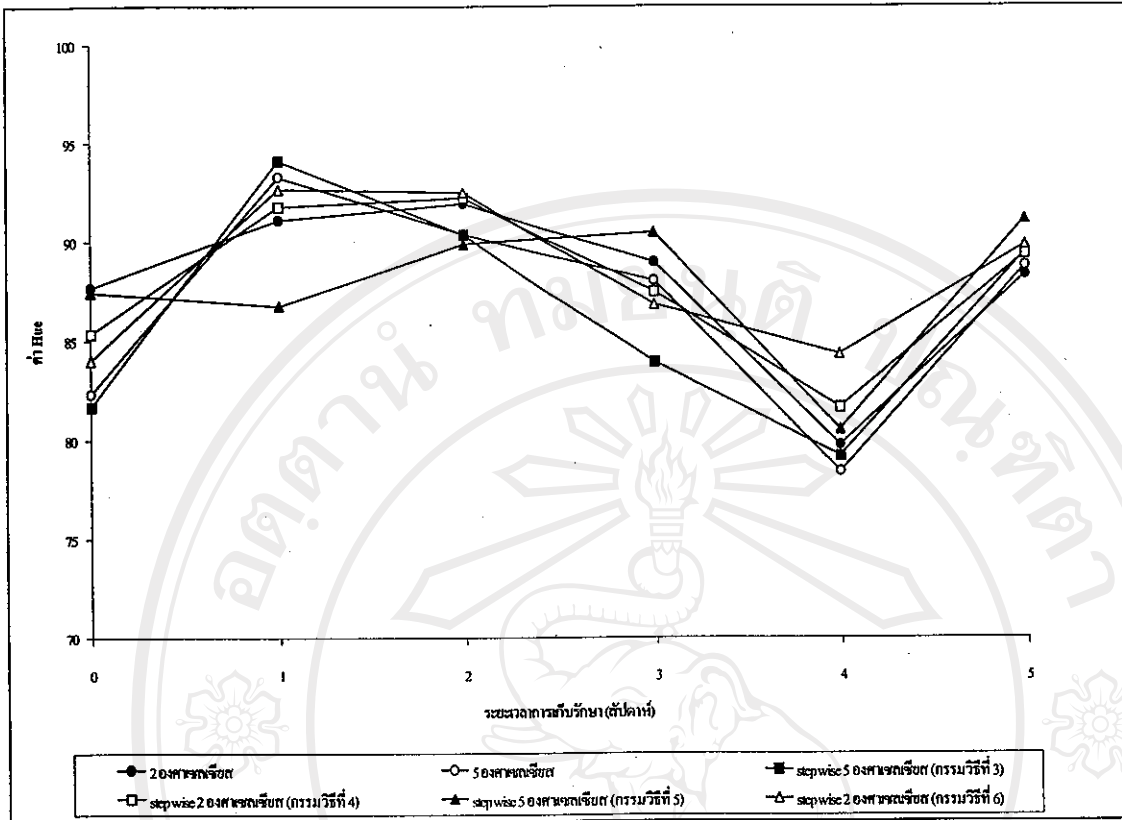
ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ตารางที่ 3 ค่า C\* ของเปลือกผลส้มเขียวหวานพันธุ์ทองที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86-90 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธี	ค่า C*					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
2 องศาเซลเซียส	62.91ab	57.64ab	54.79	58.68	68.31b	53.14c
5 องศาเซลเซียส	64.07ab	57.20ab	56.83	61.48	69.55ab	62.69a
อุณหภูมิห้อง → 15°C (1วัน) → 10°C (1วัน) → 5°C	66.74a	53.35bc	56.86	62.45	72.19a	54.62c
อุณหภูมิห้อง → 15°C (1วัน) → 10°C (1วัน) → 5°C (1วัน) → 2°C	61.27b	56.44ab	57.83	57.47	67.94b	56.98bc
อุณหภูมิห้อง → 15°C (1วัน) → 10°C (2วัน) → 5°C	61.97ab	59.87a	58.58	57.86	66.05b	53.72c
อุณหภูมิห้อง → 15°C (1วัน) → 10°C (2วัน) → 5°C (3วัน) → 2°C	65.73ab	50.88c	56.54	60.17	67.67b	56.21c
LSD	5.21	5.15	ns	ns	3.57	4.56
C.V.%	8.67	9.76	9.71	9.75	5.51	8.47

a,b,c... = ตัวเลขในแถวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ )



ภาพที่ 7 ค่า  $H^0$  ของเปลือกส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86% และ 90% ตามลำดับ นาน 5 สัปดาห์

ตารางที่ 4 ค่าสี H<sup>0</sup> ของเปลือกผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86-90 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธี	ค่า H <sup>0</sup>					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
2 องศาเซลเซียส	87.67a	91.09b	91.93	88.96ab	79.75bcd	88.32
5 องศาเซลเซียส	82.31b	93.28a	90.37	88.02ab	78.42d	88.77
อุณหภูมิห้อง → 15 <sup>o</sup> ซ (1วัน) → 10 <sup>o</sup> ซ (1วัน) → 5 <sup>o</sup> ซ	81.67b	94.10a	90.35	83.91b	79.19d	89.45
อุณหภูมิห้อง → 15 <sup>o</sup> ซ (1วัน) → 10 <sup>o</sup> ซ (1วัน) → 5 <sup>o</sup> ซ (1วัน) → 2 <sup>o</sup> ซ	85.34ab	91.77ab	92.23	87.47ab	81.63abc	89.38
อุณหภูมิห้อง → 15 <sup>o</sup> ซ (1วัน) → 10 <sup>o</sup> ซ (2วัน) → 5 <sup>o</sup> ซ	87.43a	86.74b	89.87	90.47a	80.53bcd	91.14
อุณหภูมิห้อง → 15 <sup>o</sup> ซ (1วัน) → 10 <sup>o</sup> ซ (2วัน) → 5 <sup>o</sup> ซ (3วัน) → 2 <sup>o</sup> ซ	84.00ab	94.74a	92.49	86.81ab	84.30a	89.84
LSD	4.61	5.07	ns	5.29	2.83	ns
C.V.%	5.76	5.84	6.52	6.40	3.70	4.34

a,b,c... = ตัวเลขในแถวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )



ภาพที่ 8 ตัวอย่างผลส้มเขียวหวานก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส และ 5 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 9 ลักษณะปรากฏของผลส้มที่เก็บรักษาโดยการลดอุณหภูมิลำดับขั้นนาน 0 วัน และ 1 สัปดาห์





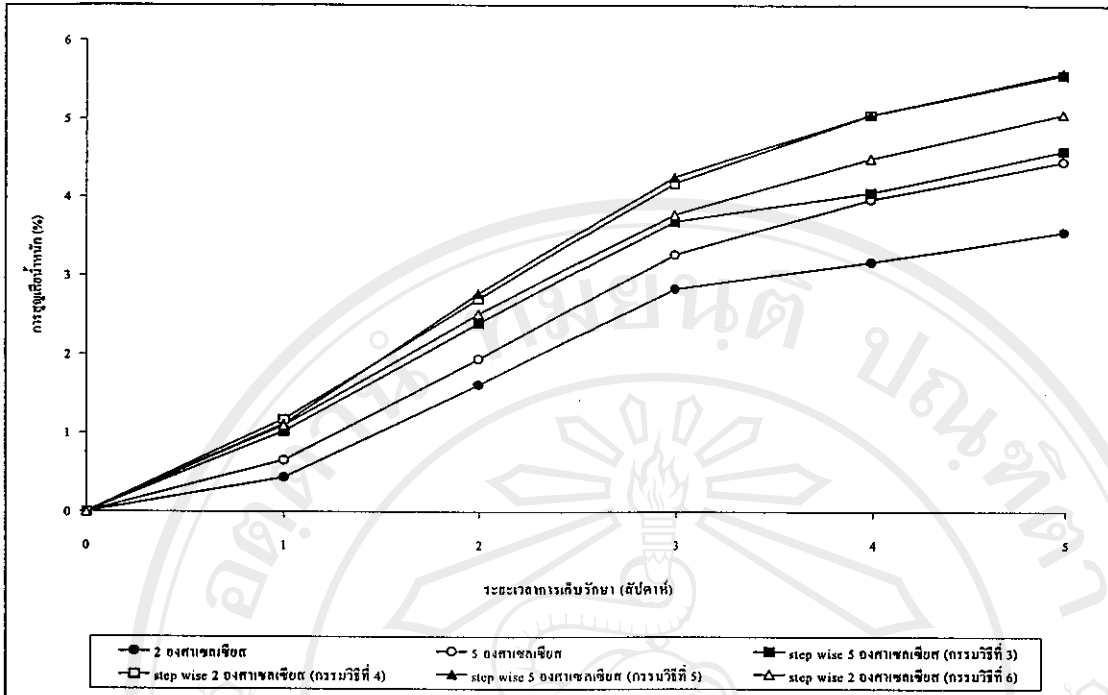
ภาพที่ 10 ลักษณะปรากฏของผลส้มที่เก็บรักษาโดยการลดอุณหภูมิลำดับขั้นนาน 2 และ 3 สัปดาห์



ภาพที่ 11 ลักษณะปรากฏของผลส้มที่เก็บรักษาโดยการลดอุณหภูมิลำดับขั้นนาน 4 และ 5 สัปดาห์

## 1.2 การสูญเสียน้ำหนัก

ช่วงสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 5 พบว่าผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าการเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และการลดอุณหภูมิลำดับขั้นก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส และการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นทุกกรรมวิธีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 5 สัปดาห์ (ภาพที่ 12) เมื่อเก็บรักษาผลส้ม นาน 4 สัปดาห์ ผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดเท่ากับ 3.17% ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับเก็บรักษาผล ส้มที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสกับการเก็บรักษาโดยวิธีลดอุณหภูมิลำดับขั้น และเมื่อเก็บรักษาผลส้ม ครบ 5 สัปดาห์ ผลส้มที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นจากอุณหภูมิห้องเป็น  $15^{\circ}\text{C}$  (1วัน)  $\rightarrow 10^{\circ}\text{C}$  (1วัน)  $\rightarrow 5^{\circ}\text{C}$  (1วัน)  $\rightarrow 2^{\circ}\text{C}$  (กรรมวิธีที่ 4) ลดอุณหภูมิลำดับขั้นจากอุณหภูมิห้องเป็น  $15^{\circ}\text{C}$  (1วัน)  $\rightarrow 10^{\circ}\text{C}$  (2วัน)  $\rightarrow 5^{\circ}\text{C}$  (กรรมวิธีที่ 5) และลดอุณหภูมิลำดับขั้นจากอุณหภูมิห้องเป็น  $15^{\circ}\text{C}$  (1วัน)  $\rightarrow 10^{\circ}\text{C}$  (2วัน)  $\rightarrow 5^{\circ}\text{C}$  (3วัน)  $\rightarrow 2^{\circ}\text{C}$  (กรรมวิธีที่ 6) สูญเสียน้ำหนัก 5.57, 5.60 และ 5.07% ตามลำดับ ซึ่งสูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส (กรรมวิธีที่ 1 และ 2) ซึ่งสูญเสียน้ำหนัก 3.56 และ 4.46% ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ทั้งนี้อาจเนื่องจากผลส้มเริ่มเข้าระยะการ เสื่อมสภาพ ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการสูญเสียน้ำหนักของผลเกรฟฟรุตที่เก็บรักษาโดย ลดอุณหภูมิลำดับขั้นที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน และ 16 องศาเซลเซียส นาน 7 วันแล้ว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส นาน 6 สัปดาห์ก่อนย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศา เซลเซียส นาน 1 สัปดาห์ สูญเสียน้ำหนัก 4.0% และ 3.7% ขณะที่กลุ่มควบคุมสูญเสียน้ำหนัก 2.5% (Porat *et al.*, 2000) การสูญเสียน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นในผลส้มที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นอาจเนื่องจากการคายน้ำมากและยังคงมีเมแทบอลิซึมสูงระหว่างการลดอุณหภูมิลำดับขั้น การสูญเสียน้ำหนักของผล ส้มเขียวหวานมีความสัมพันธ์โดยตรงกับอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตร ซึ่งตรงข้ามกับขนาดของผล ส้ม นั่นคือผลส้มที่มีขนาดเล็กมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลส้มที่มีขนาดใหญ่ นอกจากนี้ยังขึ้นกับ ความหนาของเปลือก โดยผลส้มที่มีเปลือกหนาจะสูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลส้มที่มีเปลือกบาง เนื่องจากผลส้มที่มีเปลือกหนามีจำนวนปากใบ (stomata) มากกว่า ขณะเดียวกันผลส้มที่มีเปลือก บางมีชั้นของ flavedo ที่หนากว่าทำให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันการสูญเสียน้ำได้ดีกว่า (Ketsa, 1990)



ภาพที่ 12 เปรียบเทียบการสูญเสียน้ำหนักของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86% และ 90% ตามลำดับ นาน 5 สัปดาห์

ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ลดอุณหภูมิลำต้นแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86-90 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

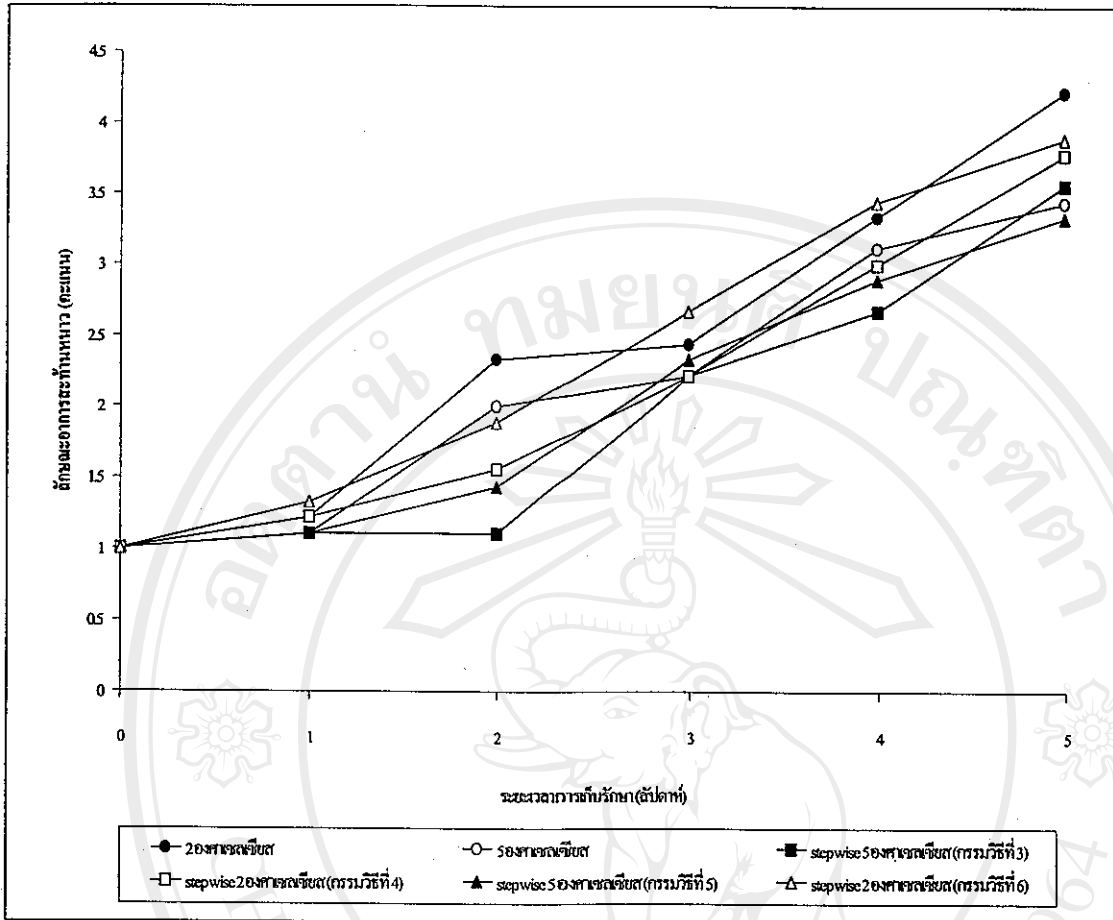
กรรมวิธี	การสูญเสียน้ำหนัก (%)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
2 องศาเซลเซียส	0	0.43d	1.61d	2.83e	3.17d	3.56d
5 องศาเซลเซียส	0	0.65c	1.94c	3.26de	3.97bc	4.46c
อุณหภูมิห้อง → 15°ซ (1วัน) → 10°ซ (1วัน) → 5°ซ	0	1.02b	2.39b	3.68cd	4.06bc	4.60bc
อุณหภูมิห้อง → 15°ซ (1วัน) → 10°ซ (1วัน) → 5°ซ (1วัน) → 2°ซ	0	1.17a	2.70a	4.17ab	5.05a	5.57a
อุณหภูมิห้อง → 15°ซ (1วัน) → 10°ซ (2วัน) → 5°ซ	0	1.11ab	2.77a	4.25a	5.05a	5.60a
อุณหภูมิห้อง → 15°ซ (1วัน) → 10°ซ (2วัน) → 5°ซ (3วัน) → 2°ซ	0	1.09ab	2.51ab	3.77bc	4.49b	5.07ab
LSD	ns	0.15	0.31	0.45	0.56	0.59
C.V.%	0	27.07	21.43	19.85	20.97	20.33

a,b,c... = ตัวเลขในแถวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

### 1.3 ลักษณะอาการสะท้อนหนาว

ลักษณะอาการสะท้อนหนาวที่สังเกตโดยการให้คะแนน สัปดาห์แรกของการทดลองมีคะแนนอยู่ในช่วง 1.11-1.33 คะแนน และพบว่าที่สัปดาห์ที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส แสดงอาการสะท้อนหนาวมากที่สุด และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นลักษณะอาการสะท้อนหนาวเพิ่มมากขึ้นในทุกๆ กรรมวิธี (ภาพที่ 13) เมื่อเก็บรักษาผลสัมฤทธิ์ 4 สัปดาห์ ผลสัมฤทธิ์ที่เก็บรักษาโดยลดอุณหภูมิลำดับขึ้นจากอุณหภูมิห้อง  $\rightarrow 15^{\circ}\text{C}$  (1 วัน)  $\rightarrow 10^{\circ}\text{C}$  (1 วัน)  $\rightarrow 5^{\circ}\text{C}$  (กรรมวิธีที่ 3) แสดงอาการสะท้อนหนาวน้อยที่สุดเท่ากับ 2.67 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีเก็บรักษาผลสัมฤทธิ์ที่อุณหภูมิห้องอย่างต่อเนื่อง และพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) และเมื่อเก็บรักษาครบ 5 สัปดาห์ ผลสัมฤทธิ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส (กรรมวิธีที่ 1) แสดงอาการสะท้อนหนาวมีคะแนนมากที่สุดคือ 4.22 คะแนน รองลงมาเป็นผลสัมฤทธิ์ลดอุณหภูมิลำดับขึ้นจากอุณหภูมิห้องเป็น  $15^{\circ}\text{C}$  (1 วัน)  $\rightarrow 10^{\circ}\text{C}$  (2 วัน)  $\rightarrow 5^{\circ}\text{C}$  (3 วัน)  $\rightarrow 2^{\circ}\text{C}$  (กรรมวิธีที่ 6) มีค่าเท่ากับ 3.89 คะแนน ผลสัมฤทธิ์ลดอุณหภูมิลำดับขึ้นจากอุณหภูมิห้องเป็น  $15^{\circ}\text{C}$  (1 วัน)  $\rightarrow 10^{\circ}\text{C}$  (2 วัน)  $\rightarrow 5^{\circ}\text{C}$  (กรรมวิธีที่ 5) แสดงอาการสะท้อนหนาวที่มีคะแนนน้อยที่สุดเท่ากับ 3.33 คะแนน และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 6) ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับผลการศึกษาในผลกราฟฟรุตที่ลดอุณหภูมิลำดับขึ้นที่อุณหภูมิ 16 องศาเซลเซียส นาน 7 วันแล้วลดลงเป็น 7 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน และ 1 องศาเซลเซียส นาน 28 วัน เปรียบเทียบกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียสอย่างต่อเนื่อง ได้คะแนนประเมินอาการสะท้อนหนาวเท่ากับ 3.8 และ 2.6 คะแนน ตามลำดับ (Hatton and Cubbedge, 1982)



ภาพที่ 13 ลักษณะอาการสะท้อนหนาวของส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นแล้ว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86% และ 90% ตามลำดับ นาน 5 สัปดาห์

ตารางที่ 6 ลักษณะอาการสัณฐานของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86-90 เปอร์เซ็นต์นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธี	ลักษณะอาการสัณฐาน (คะแนน)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
2 องศาเซลเซียส	1.00	1.22	2.33a	2.44	3.33ab	4.22a
5 องศาเซลเซียส	1.00	1.11	2.00ab	2.22	3.11abc	3.44cd
อุณหภูมิห้อง → 15°C (1วัน) → 10°C (1วัน) → 5°C	1.00	1.11	1.11e	2.22	2.67c	3.56bcd
อุณหภูมิห้อง → 15°C (1วัน) → 10°C (1วัน) → 5°C (1วัน) → 2°C	1.00	1.22	1.56cd	2.22	3.00abc	3.78bc
อุณหภูมิห้อง → 15°C (1วัน) → 10°C (2วัน) → 5°C	1.00	1.11	1.44d	2.33	2.89bc	3.33d
อุณหภูมิห้อง → 15°C (1วัน) → 10°C (2วัน) → 5°C (3วัน) → 2°C	1.00	1.33	1.89bc	2.67	3.44a	3.89ab
LSD	ns	ns	0.44	ns	0.51	0.44
C.V.%	0	33.96	26.79	20.25	17.57	12.59

a,b,c... = ตัวเลขในแถวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

## 2. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

### 2.1 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ผลการทดลองพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีความผันแปรเล็กน้อย เมื่อเก็บรักษาผลส้มนาน 2 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงที่สุดและค่อยๆลดลงใกล้เคียงกันในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษานาน 4 สัปดาห์ (ภาพที่ 14) เมื่อเก็บรักษาผลส้มนาน 4 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 8.87% มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับผลส้มที่ลดลำดับชั้นจากอุณหภูมิห้อง  $\rightarrow 15^{\circ}\text{C}$  (1 วัน)  $\rightarrow 10^{\circ}\text{C}$  (1 วัน)  $\rightarrow 5^{\circ}\text{C}$  มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 9.89%

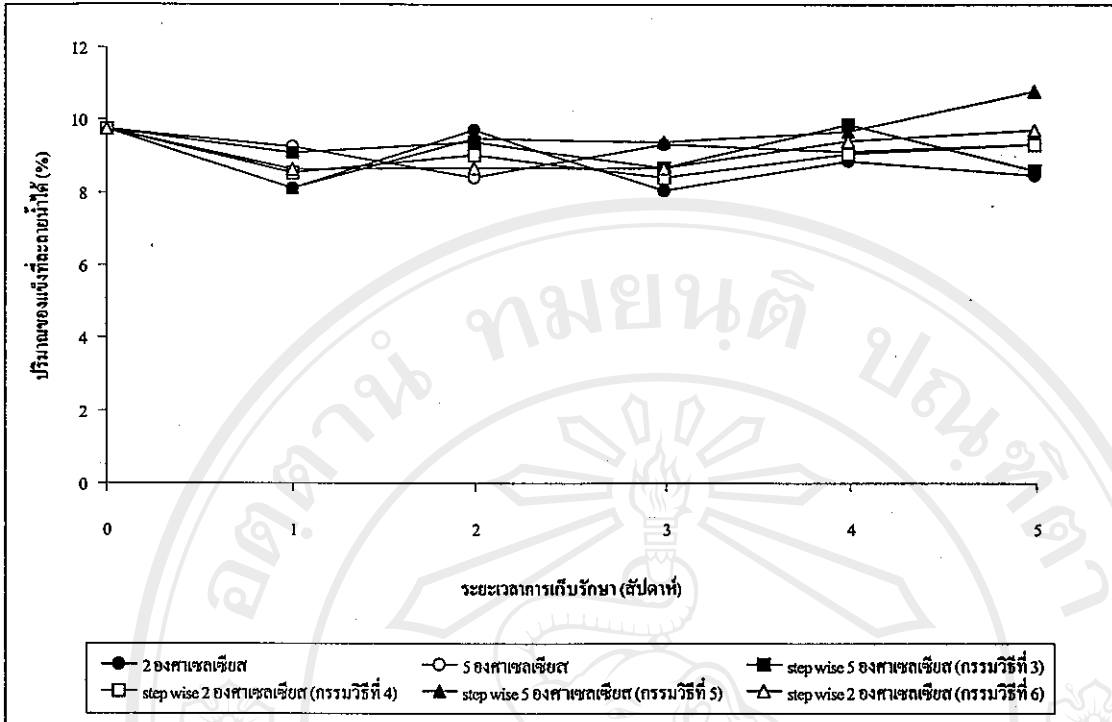
ภายหลังการเก็บรักษาผลส้มนาน 5 สัปดาห์ ผลส้มที่เก็บรักษาโดยลดอุณหภูมิลำดับชั้นจากอุณหภูมิห้องเป็น  $15^{\circ}\text{C}$  (1 วัน)  $\rightarrow 10^{\circ}\text{C}$  (2 วัน)  $\rightarrow 5^{\circ}\text{C}$  (กรรมวิธีที่ 5) มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงสุดเท่ากับ 10.79% รองลงมาเป็นผลส้มที่ลดอุณหภูมิลำดับชั้นจากอุณหภูมิห้องเป็น  $15^{\circ}\text{C}$  (1 วัน)  $\rightarrow 10^{\circ}\text{C}$  (2 วัน)  $\rightarrow 5^{\circ}\text{C}$  (3 วัน)  $\rightarrow 2^{\circ}\text{C}$  (กรรมวิธีที่ 6) มีค่าเท่ากับ 9.71% และผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส (กรรมวิธีที่ 1) มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยที่สุดเท่ากับ 8.47% โดยกรรมวิธีที่ 5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับเก็บรักษาโดยใช้กรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 7) เช่นเดียวกับผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งระหว่างการเก็บรักษานาน 1 เดือน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 9.22-10.93% (วิกันดา, 2541) ระหว่างการเก็บรักษาปริมาณน้ำตาลและกรดในผลส้มอาจถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจ ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลง (สายชล, 2528)

### 2.2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ (TA)

ความเป็นกรด-ด่างของผลส้มระหว่างเก็บรักษามีค่าผันแปร โดยมีแนวโน้มลดลงในช่วง 2 สัปดาห์แรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นค่าความเป็นกรด-ด่างของผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียสเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วงสัปดาห์ที่ 4 และลดลงอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 5 (ภาพที่ 15) ผลส้มที่ลดอุณหภูมิลำดับชั้นจากอุณหภูมิห้องเป็น  $15^{\circ}\text{C}$  (1 วัน)  $\rightarrow 10^{\circ}\text{C}$  (1 วัน)  $\rightarrow 5^{\circ}\text{C}$  (กรรมวิธีที่ 3) แล้วเก็บรักษานาน 4 สัปดาห์ มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.03 และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส และที่ลดอุณหภูมิลำดับชั้นจากอุณหภูมิห้องเป็น  $15^{\circ}\text{C}$  (1 วัน)  $\rightarrow 10^{\circ}\text{C}$  (1 วัน)  $\rightarrow 5^{\circ}\text{C}$  (1 วัน)  $\rightarrow 2^{\circ}\text{C}$  (กรรมวิธีที่ 4) และเมื่อเก็บรักษาผลส้มนาน 5 สัปดาห์ ค่าความเป็นกรด-ด่างของการเก็บรักษาผลส้มที่ลดอุณหภูมิลำดับชั้นทุกกรรมวิธีมีค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 8)



ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดที่ไคเตรทได้ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษามีค่าลดลงทุกกรรมวิธี ยกเว้นการลดอุณหภูมิลำดับขั้นจากอุณหภูมิห้องเป็น  $15^{\circ}\text{C}$  (1วัน)  $\rightarrow 10^{\circ}\text{C}$  (1วัน)  $\rightarrow 5^{\circ}\text{C}$  (กรรมวิธีที่ 3) มีปริมาณกรดที่ไคเตรทได้เพิ่มขึ้นในช่วงสัปดาห์ที่ 2 สอดคล้องกับค่าความเป็นกรด-ด่างที่ลดลง หลังจากนั้นปริมาณกรดทั้งหมดที่ไคเตรทได้มีปริมาณลดลง ภายหลังจากเก็บรักษานาน 3 สัปดาห์ ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไคเตรทได้ค่อนข้างคงที่ในช่วง 0.38-0.43% ในรูปกรดซิตริก (ภาพที่ 16) ผลสัมที่เก็บรักษานาน 4 และ 5 สัปดาห์ ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไคเตรทได้ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) (ตารางที่ 9) สอดคล้องกับที่วิกินดา (2541) รายงานว่าปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา และมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น ปริมาณกรดทั้งหมดที่พบในผลส้มจะมีมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น สายพันธุ์ ต้นตอ การบำรุงรักษาต้นส้ม อายุของส้ม และกรดอินทรีย์มีปริมาณลดลงเมื่อผลส้มแก่ขึ้น อีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อปริมาณกรดทั้งหมดในผลส้ม คือความแตกต่างของอุณหภูมิในช่วงเวลากลางวันกับเวลากลางคืน หากอุณหภูมิมีความแตกต่างกันมากปริมาณกรดอินทรีย์ในผลส้มจะมีมากขึ้น (Spiegel-Roy and Goldschmidt, 1996) ผลส้มมีกรดซิตริกมากที่สุดและค่อนข้างคงที่หลังจากผลส้มแก่จัดหรือสุก และคาดว่าเนื่องจากส้มเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric จึงมีการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวเพียงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับผลไม้ประเภท climacteric (สาขชล, 2528)



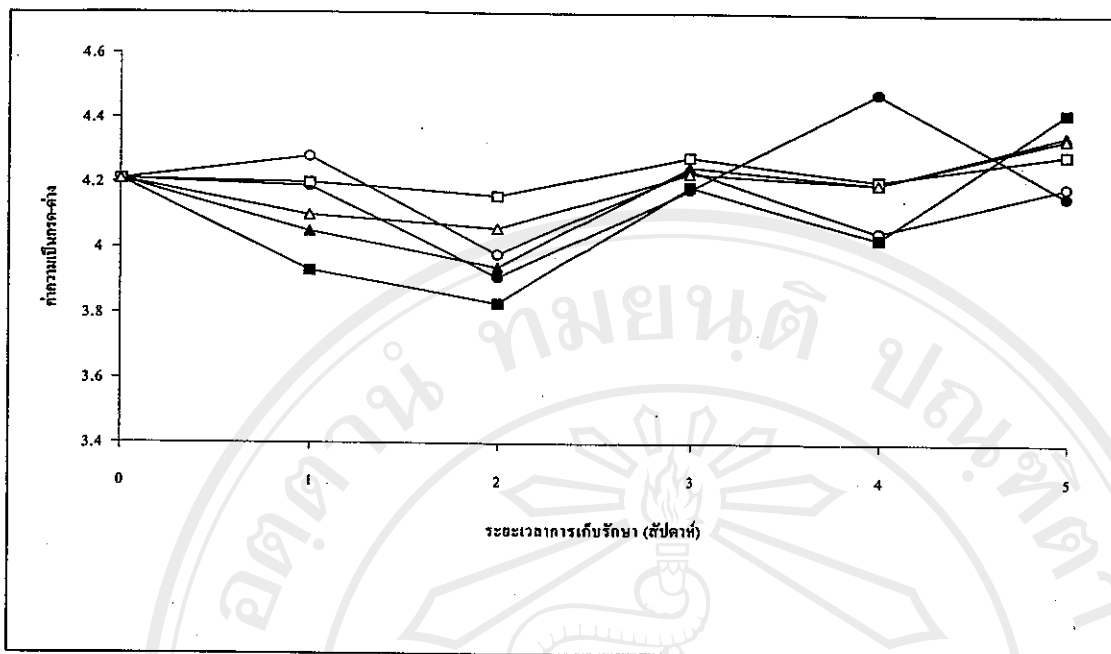
ภาพที่ 14 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของสั้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นแล้ว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86% และ 90% ตามลำดับ นาน 5 สัปดาห์

ตารางที่ 7 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้น - สัมพัทธ์ 86-90 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

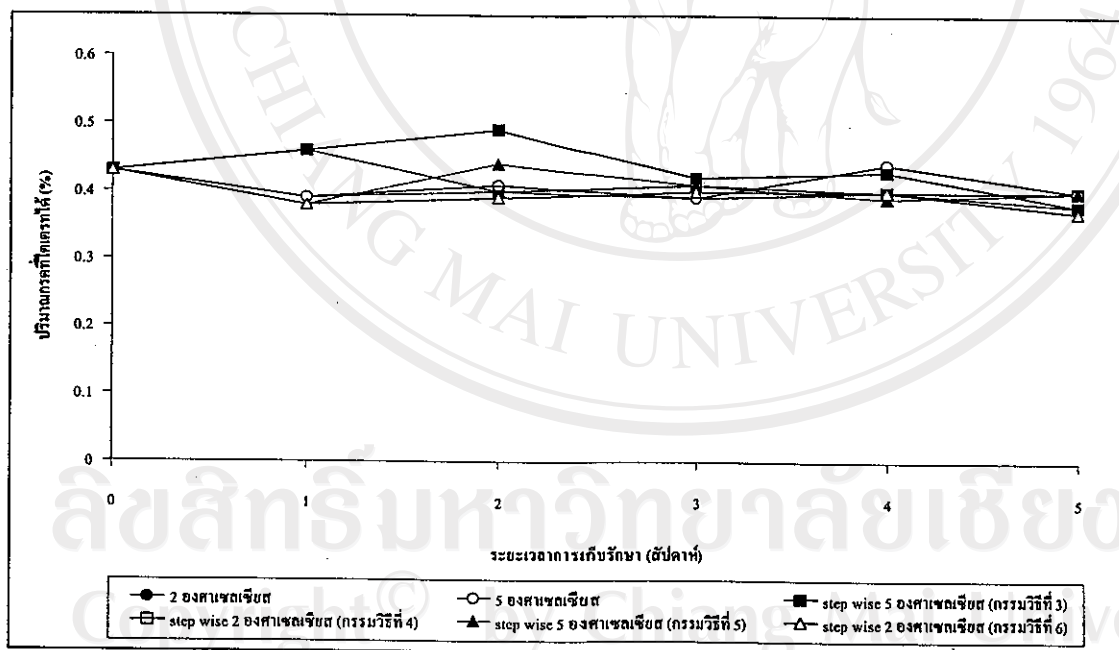
กรรมวิธี	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
2 องศาเซลเซียส	9.76	8.13c	9.73a	8.04b	8.87b	8.47d
5 องศาเซลเซียส	9.76	9.27ab	8.42c	9.31a	9.14ab	9.33c
อุณหภูมิห้อง → 15°ซ (1วัน) → 10°ซ (1วัน) → 5°ซ	9.76	9.09ab	9.38ab	8.67ab	9.89a	8.60d
อุณหภูมิห้อง → 15°ซ (1วัน) → 10°ซ (1วัน) → 5°ซ (1วัน) → 2°ซ	9.76	8.53bc	9.03abc	8.40b	9.06ab	9.31c
อุณหภูมิห้อง → 15°ซ (1วัน) → 10°ซ (2วัน) → 5°ซ	9.76	8.11c	9.50a	9.40a	9.70ab	10.79a
อุณหภูมิห้อง → 15°ซ (1วัน) → 10°ซ (2วัน) → 5°ซ (3วัน) → 2°ซ	9.76	8.63bc	8.68bc	8.69ab	9.44ab	9.71bc
LSD	ns	0.78	0.72	0.91	0.98	0.62
C.V.%	2.06	9.47	8.40	10.91	11.12	6.90

a,b,c... = ตัวเลขในแถวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)



ภาพที่ 15 ค่าความเป็นกรด-ด่างของส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86% และ 90% ตามลำดับ นาน 5 สัปดาห์



ภาพที่ 16 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ได้ที่ไดเตรทได้ของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86% และ 90% ตามลำดับ นาน 5 สัปดาห์

ตารางที่ 8 ค่าความเป็นกรด-ต่างของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86-90 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธี	ค่าความเป็นกรด-ต่าง					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
2 องศาเซลเซียส	4.21	4.19ab	3.91cd	4.18	4.48a	4.16d
5 องศาเซลเซียส	4.21	4.28a	3.98abcd	4.24	4.05bc	4.19cd
อุณหภูมิห้อง → 15°C (1วัน) → 10°C (1วัน) → 5°C	4.21	3.93c	3.83d	4.19	4.03c	4.42a
อุณหภูมิห้อง → 15°C (1วัน) → 10°C (1วัน) → 5°C (1วัน) → 2°C	4.21	4.20ab	4.16a	4.28	4.21b	4.29bc
อุณหภูมิห้อง → 15°C (1วัน) → 10°C (2วัน) → 5°C	4.21	4.05bc	3.94bcd	4.25	4.20bc	4.35ab
อุณหภูมิห้อง → 15°C (1วัน) → 10°C (2วัน) → 5°C (3วัน) → 2°C	4.21	4.10abc	4.06abc	4.23	4.20bc	4.34ab
LSD	ns	0.17	0.21	ns	0.17	0.12
C.V.:%	4.40	4.60	5.46	2.92	4.37	3.06

a,b,c... = ตัวเลขในแถวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ตารางที่ 9 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ได้ออกมาได้จากผลสัมฤทธิ์ของผลผลิตของพืชที่ปลูกภายใต้การดูแลที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86-90 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธี	ปริมาณกรดทั้งหมดที่ได้ออกมา (%)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
2 องศาเซลเซียส	0.43	0.39b	0.40b	0.39b	0.40	0.38
5 องศาเซลเซียส	0.43	0.39b	0.41b	0.39b	0.44	0.40
อุณหภูมิห้อง → 15°C (1 วัน) → 10°C (1 วัน) → 5°C	0.43	0.46a	0.49a	0.42a	0.43	0.38
อุณหภูมิห้อง → 15°C (1 วัน) → 10°C (1 วัน) → 5°C (1 วัน) → 2°C	0.43	0.46a	0.40b	0.41ab	0.40	0.40
อุณหภูมิห้อง → 15°C (1 วัน) → 10°C (2 วัน) → 5°C	0.43	0.38a	0.44ab	0.41ab	0.39	0.40
อุณหภูมิห้อง → 15°C (1 วัน) → 10°C (2 วัน) → 5°C (3 วัน) → 2°C	0.43	0.38b	0.39b	0.40ab	0.40	0.37
LSD	ns	0.04	0.73	0.07	ns	ns
C.V.%	15.43	10.70	18.46	16.56	15.27	11.46

a,b,c... = ตัวเลขในแถวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

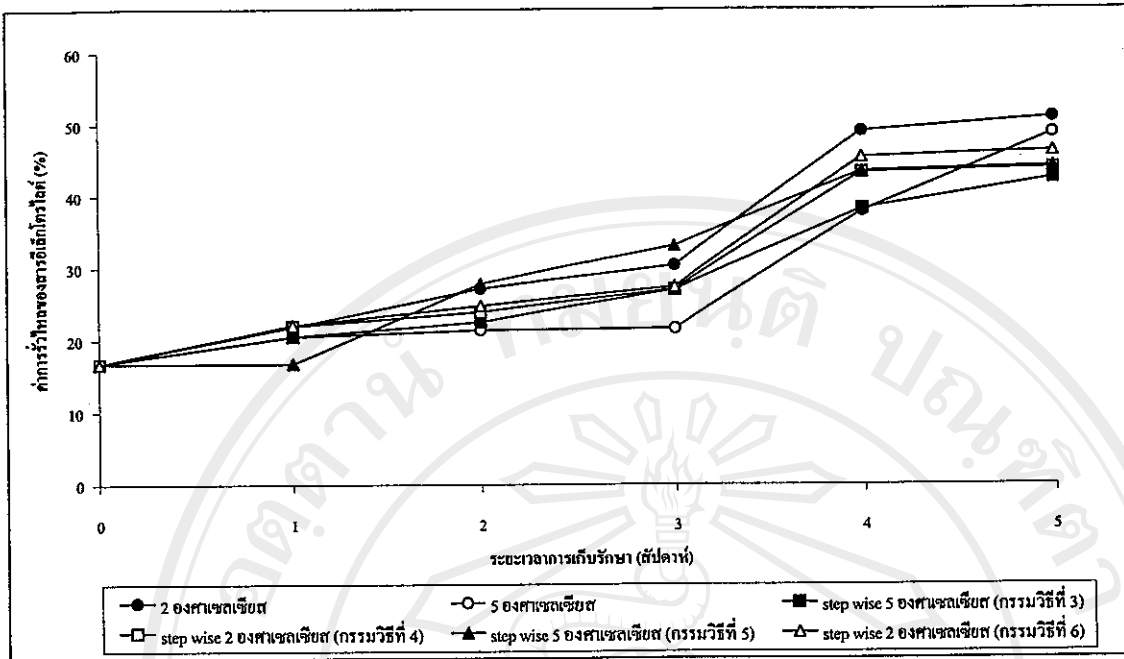
ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

## 2. ปริมาณสารที่ร่วงไหลของสารอีเล็กโตรไลต์

ระหว่างการเก็บรักษาผลส้มนาน 3 สัปดาห์ มีการร่วงไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ที่เปลือกของผลส้มเพิ่มขึ้น หลังจากสัปดาห์ที่ 3 ผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียสอย่างต่อเนื่องมีการร่วงไหลของสารอีเล็กโตรไลต์สูงที่สุด และเพิ่มขึ้นในอัตราที่มากกว่าในช่วงแรก ส่วนในช่วงสัปดาห์ที่ 4 -5 การร่วงไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ค่อนข้างคงที่ในทุกกรรมวิธี (ภาพที่ 17) ผลส้มที่เก็บรักษานาน 4 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียสอย่างต่อเนื่อง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับทุกกรรมวิธีที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้น

เมื่อเก็บรักษาผลส้มนาน 5 สัปดาห์ พบว่าการเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส (กรรมวิธีที่ 1) มีการร่วงไหลของสารอีเล็กโตรไลต์สูงที่สุด คือ 50.84% เมื่อเปรียบเทียบกับผลส้มที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นทุกกรรมวิธี (กรรมวิธีที่ 3, 4, 5 และ 6) ซึ่งมีการร่วงไหลของสารอีเล็กโตรไลต์เท่ากับ 42.32, 43.73, 43.95 และ 46.11% ตามลำดับ การเก็บรักษาผลส้มโดยการลดอุณหภูมิลำดับขั้นจากอุณหภูมิห้องเป็น  $15^{\circ}\text{C}$  (1 วัน)  $\rightarrow 10^{\circ}\text{C}$  (1 วัน)  $\rightarrow 5^{\circ}\text{C}$  (กรรมวิธีที่ 3) มีการร่วงไหลของสารอีเล็กโตรไลต์น้อยที่สุด คือ 42.32% และพบว่า การเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับผลส้มที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 10) ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการเก็บรักษาผลเกรฟฟรุตพันธุ์ Star Ruby โดยการลดอุณหภูมิลำดับขั้นที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน และ 16 องศาเซลเซียส นาน 7 วันแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส นาน 6 สัปดาห์ ก่อนย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส นาน 1 สัปดาห์ วิธีดังกล่าวสามารถชะลออาการระคายเคืองหนาวได้เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (Porat *et al.*, 2000) และการลดอุณหภูมิลำดับขั้นของผลเกรฟฟรุตที่อุณหภูมิ 16 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน ที่ 7 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน ที่ 4 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน และ 1 องศาเซลเซียส นาน 17 วัน สามารถชะลออาการระคายเคืองหนาวได้เช่นเดียวกัน (Hatton and Cubbedge, 1982)

การร่วงไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ที่เพิ่มขึ้นเมื่อการเก็บรักษาไว้นานขึ้นอาจเป็นเพราะเมื่อเก็บรักษานานผลส้มเข้าสู่ระยะเสื่อมสภาพ ซึ่งมีการสลายตัวของเยื่อหุ้มต่างๆ ที่เปลือกส้ม ทำให้ความสามารถในการเก็บรักษาสารไว้ภายในเซลล์ลดลง (Lyon, 1973) และเมื่อเกิดอาการระคายเคืองหนาวผลส้มมีอาการเนื้อเยื่อยุบตัวลงเป็นจุดๆ และผิวมีสีคล้ำเป็นสีน้ำตาล



ภาพที่ 17 การร่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ลดอุณหภูมิลำดับ  
ขั้นแล้วเก็บรักษาอุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86% และ 90%  
ตามลำดับ นาน 5 สัปดาห์



ตารางที่ 10 การร่วใหญ่ของสารอีเล็กโตรไลต์ของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นแล้วกับรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86-90 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธี	การร่วใหญ่ของสารอีเล็กโตรไลต์ (%)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
2 องศาเซลเซียส	16.72	21.81a	27.08a	30.30ab	49.04a	50.84a
5 องศาเซลเซียส	16.72	20.47a	21.37c	21.56c	37.79c	48.65ab
อุณหภูมิห้อง → 15°ซ (1วัน) → 10°ซ (1วัน) → 5°ซ	16.72	20.48a	22.46bc	26.92b	38.17c	42.32e
อุณหภูมิห้อง → 15°ซ (1วัน) → 10°ซ (1วัน) → 5°ซ (1วัน) → 2°ซ	16.72	21.91a	23.89abc	26.95b	43.25b	43.73de
อุณหภูมิห้อง → 15°ซ (1วัน) → 10°ซ (2วัน) → 5°ซ	16.72	16.73b	27.75a	33.01a	43.41b	43.95cde
อุณหภูมิห้อง → 15°ซ (1วัน) → 10°ซ (2วัน) → 5°ซ (3วัน) → 2°ซ	16.72	22.04a	24.74abc	27.33b	45.38b	46.11cbd
LSD	ns	3.05	5.12	5.19	3.60	2.62
C.V.%	8.60	15.42	21.79	19.05	8.70	5.99

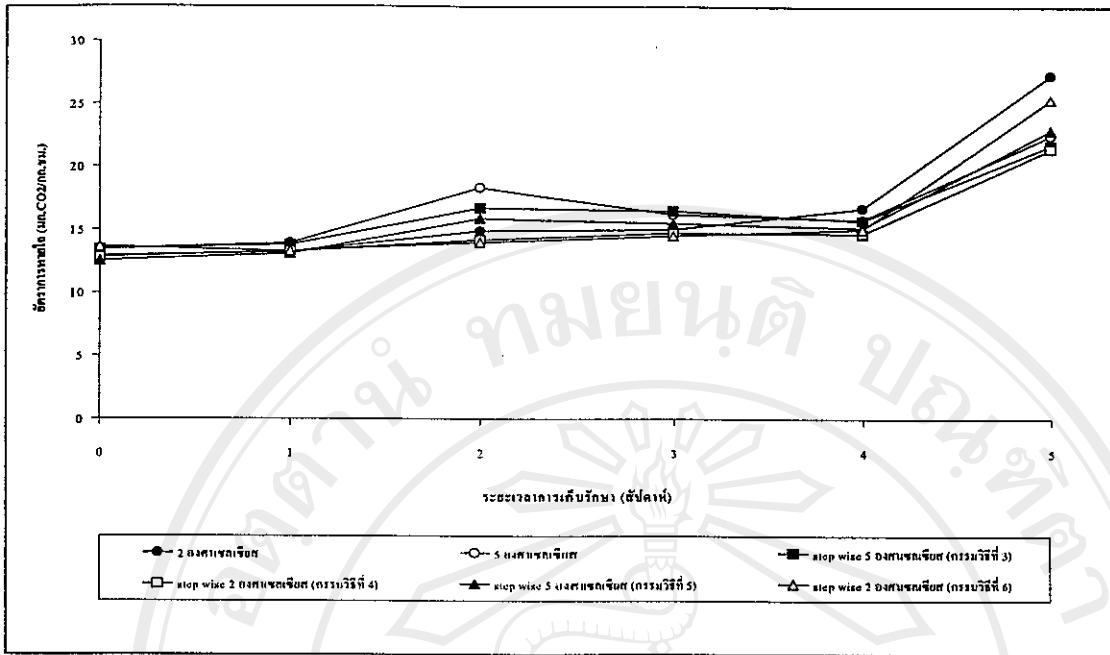
a,b,c... = ตัวเลขในแถวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

## 2.4 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ

อัตราการหายใจของผลส้มช่วงสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 4 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย และพบว่าในสัปดาห์ที่ 2 ผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีอัตราการหายใจสูงที่สุด และค่อยๆ ลดลงใกล้เคียงกันในช่วงการเก็บรักษานาน 4 สัปดาห์ หลังจากนั้นอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงสัปดาห์ที่ 5 (ภาพที่ 18) เมื่อเก็บรักษาผลส้มนาน 4 สัปดาห์ ผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส มีอัตราการหายใจสูงที่สุดเท่ากับ 16.74 มิลลิกรัม CO<sub>2</sub>/กก./ชม. และไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และโดยลดอุณหภูมิลำดับขึ้นจากอุณหภูมิห้องเป็น 15<sup>o</sup>ซ (1วัน) → 10<sup>o</sup>ซ (1วัน) → 5<sup>o</sup>ซ (กรรมวิธีที่ 3)

เมื่อผลส้มเก็บรักษานาน 5 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส มีอัตราการหายใจสูงที่สุดเท่ากับ 27.31 มิลลิกรัม CO<sub>2</sub>/กก./ชม. ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ การเก็บรักษาโดยกรรมวิธีอื่นๆ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลส้มที่เก็บรักษาโดยลดอุณหภูมิลำดับขึ้นจากอุณหภูมิห้องเป็น 15<sup>o</sup>ซ (1วัน) → 10<sup>o</sup>ซ (2วัน) → 5<sup>o</sup>ซ (3วัน) → 2<sup>o</sup>ซ (กรรมวิธีที่ 6) และผลส้มที่ลดอุณหภูมิลำดับขึ้นจากอุณหภูมิห้องเป็น 15<sup>o</sup>ซ (1วัน) → 10<sup>o</sup>ซ (2วัน) → 5<sup>o</sup>ซ (กรรมวิธีที่ 5) มีอัตราการหายใจต่ำที่สุดเท่ากับ 21.44 มิลลิกรัม CO<sub>2</sub>/กก./ชม. (ตารางที่ 11) ทั้งนี้อาจเนื่องจากอาการสะท้านหนาวที่เกิดขึ้นเป็นสาเหตุทำให้มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น เพราะ เชื้อหุ้มไมโทคอนเดรียเปลี่ยนสภาพไป (คณัย, 2540) ผลส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เก็บรักษาที่ อุณหภูมิห้อง นาน 24 วัน มีอัตราการหายใจเท่ากับ 31.22 มิลลิกรัม CO<sub>2</sub>/กก./ชม. (วงเดือน, 2546) ส้มเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric จึงมีอัตราการหายใจต่ำ (คณัย, 2540)



ภาพที่ 18 อัตราการหายใจของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ลดอุณหภูมิลำดับขึ้นแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86% และ 90% ตามลำดับ นาน 5 สัปดาห์

ตารางที่ 11 อัตราการหายใจของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86-90 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธี	อัตราการหายใจ (มิลลิกรัม CO <sub>2</sub> /กก./ชม.)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
2 องศาเซลเซียส	12.89	13.20	14.86cd	15.01b	16.74a	27.31a
5 องศาเซลเซียส	13.45	13.94	18.34a	16.19a	15.77ab	22.49bc
อุณหภูมิห้อง → 15°C (1วัน) → 10°C (1วัน) → 5°C	13.40	13.76	16.73ab	16.47a	15.75ab	21.70c
อุณหภูมิห้อง → 15°C (1วัน) → 10°C (1วัน) → 5°C (1วัน) → 2°C	12.82	13.26	14.23d	14.78b	14.72b	21.44c
อุณหภูมิห้อง → 15°C (1วัน) → 10°C (2วัน) → 5°C	12.56	13.06	15.90bc	15.49ab	15.18b	22.90bc
อุณหภูมิห้อง → 15°C (1วัน) → 10°C (2วัน) → 5°C (3วัน) → 2°C	13.62	13.32	14.00d	14.53b	15.02b	25.33ab
LSD	ns	ns	1.61	1.15	1.18	2.93
C.V.%	18.14	12.30	12.16	8.41	7.99	13.18

a,b,c... = ตัวเลขในแถวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

การทดลองที่ 2 ผลของอุณหภูมิสูงต่ออายุการเก็บรักษาและอาการระเหิดของส้มเขียวหวาน  
พันธุ์สีทอง

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

1.1 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกด้านนอก

ผลส้มเขียวหวานที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส นาน 1, 3 และ 5 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 สัปดาห์ มีการเปลี่ยนแปลงค่า  $L^*$ ,  $C^*$  และ  $H^{\circ}$  ดังแสดงในตารางที่ 12, 13 และ 14 ภาพที่ 19, 20 และ 21 ตามลำดับ

ก. ค่า  $L^*$

ผลการทดลองพบว่าสีผิวของผลส้มมีการเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีเหลืองมากขึ้นในช่วง 3 สัปดาห์แรกของการเก็บรักษา โดยมีค่า  $L^*$  เพิ่มขึ้น และค่อยๆลดลงในช่วงสัปดาห์ที่ 4 ทั้งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 19) การที่ค่า  $L^*$  เพิ่มขึ้นในช่วง 3 สัปดาห์แรก แสดงว่าสีผิวผลส้มสว่างขึ้น คือสีเขียวของเปลือกผลส้มค่อยๆจางลงและมีสีเหลืองมาแทนที่ซึ่งเป็นสีที่สว่างกว่าสีเขียว ระหว่างการเก็บรักษาผลส้มนาน 5 สัปดาห์ ค่า  $L^*$  ของผลส้มที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส ให้ค่า  $L^*$  เท่ากับ 62.97 และ 66.15 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ส่วนผลของระยะเวลาที่ใช้การจุ่มในน้ำร้อน นาน 1, 3 และ 5 นาที ให้ค่า  $L^*$  เท่ากับ 64.30, 64.65 และ 64.72 ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) เมื่อการเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 สัปดาห์ มีค่า  $L^*$  เท่ากับ 64.59 และ 64.53 ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาปัจจัยร่วมระหว่างอุณหภูมิของน้ำร้อน ระยะเวลาในการจุ่ม และอุณหภูมิในการเก็บรักษาในช่วงสัปดาห์ที่ 4-5 พบว่ามีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 12)

ข. ค่า  $C^*$

ค่า  $C^*$  ของผลส้มระหว่างการเก็บรักษาในช่วงที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์ พบว่า ค่า  $C^*$  เพิ่มขึ้น และลดลงเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 4 (ภาพที่ 20) ภายหลังจากการเก็บรักษา นาน 5 สัปดาห์ ผลส้มที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียส ค่า  $C^*$  มากที่สุดเท่ากับ 69.15 และ การจุ่มผลส้มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อพิจารณาผลของระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่มนาน 1, 3 และ 5 นาที มีค่า  $C^*$  เท่ากับ 67.34, 67.95 และ 67.47 ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 สัปดาห์พบว่ามีค่า  $C^*$  เท่ากับ 65.15 และ

70.02 ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อพิจารณาปัจจัยร่วมระหว่างอุณหภูมิของน้ำร้อนและระยะเวลาในการจุ่มเมื่อเก็บรักษาผลส้มนานสัปดาห์ที่ 5 พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน แต่เมื่อพิจารณาปัจจัยร่วมทั้งอุณหภูมิของน้ำร้อน ระยะเวลาในการจุ่มและอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาผลส้ม พบว่ามีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 13)

#### ค. ค่า $H^{\circ}$

ค่า  $H^{\circ}$  ในช่วงแรกของการเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส พบว่าค่า  $H^{\circ}$  ลดลงอย่างช้าๆ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาผลส้มนาน 5 สัปดาห์ (ภาพที่ 21) ผลส้มที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส มีค่า  $H^{\circ}$  เท่ากับ 70.51 และ 70.85 องศา ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ผลของระยะเวลาที่ใช้จุ่มในน้ำร้อนนาน 1, 3 และ 5 นาที แล้วเก็บรักษานาน 5 สัปดาห์ มีค่า  $H^{\circ}$  เท่ากับ 70.33, 70.86 และ 70.85 องศา ตามลำดับ และการเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส มีค่า  $H^{\circ}$  เท่ากับ 71.86 และ 69.50 องศาตามลำดับ ซึ่งทั้ง 2 ปัจจัยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) เมื่อพิจารณาระหว่างปัจจัยร่วมทั้ง 3 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิน้ำร้อน ระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่ม และอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 14) แสดงว่าผลของปัจจัยต่างๆ ดังกล่าวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า  $H^{\circ}$  ของผลส้ม

#### 1.2 การสูญเสียน้ำหนัก

ผลการทดลองพบว่าการสูญเสียน้ำหนักของผลส้มในแต่ละกรรมวิธีเพิ่มสูงขึ้นภายหลังการเก็บรักษานาน 2 สัปดาห์ โดยในสัปดาห์ที่ 3 ผลส้มที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส สูญเสียน้ำหนักเพิ่มสูงขึ้น แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 4 การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นค่อนข้างรวดเร็ว (ภาพที่ 22) การศึกษาผลของอุณหภูมิน้ำร้อน ระยะเวลาในการจุ่ม และอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาผลส้ม เมื่อเก็บรักษานาน 4 สัปดาห์ ผลส้มที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส สูญเสียน้ำหนัก 11.42% ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับการจุ่มผลส้มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียส ผลของระยะเวลาในการจุ่มผลส้มนาน 1 และ 3 นาที สูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 8.57 และ 8.60% ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่มผลส้มนาน 5 นาที ซึ่งสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 8.84% เมื่อเก็บรักษานาน 5 สัปดาห์ ส่วนผลส้มที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส สูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 11.42 และ 10.56% ตามลำดับ ผลของระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่มผลส้มในน้ำร้อนนาน 1, 3 และ 5 นาที สูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 11.00,

11.09 และ 11.21% ตามลำดับ และผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 10.77 และ 11.38% ตามลำดับ ผลของปัจจัยร่วมระหว่างอุณหภูมิของน้ำร้อนที่ 50 และ 53 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการจุ่มนาน 1, 3 และ 5 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ทั้ง 3 ปัจจัยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) แสดงว่าผลของอุณหภูมิน้ำร้อน ระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่ม และอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลส้ม ระหว่างการเก็บรักษา (ตารางที่ 15)

การที่ผลส้มที่ได้รับความร้อนเป็นเวลา 5 นาที ก่อนการเก็บรักษามีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลส้มที่ได้รับความร้อนนาน 1 และ 3 นาที ทั้งนี้อาจเนื่องจากการจุ่มในน้ำร้อนเป็นเวลานาน ทำให้ผิวของผลส้มเสื่อมสภาพลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Schirra and Hallewin (1997) ที่รายงานว่า การแช่ผลส้ม mandarin ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 56 และ 58 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลที่แช่ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50, 52 และ 54 องศาเซลเซียส โดยให้เหตุผลว่าการแช่ผลส้มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิสูงทำให้ไซตรวมชาติที่ชั้นผิวหลุดและละลายออกไป จึงเกิดการสูญเสียน้ำได้เร็วกว่าปกติ ในขณะที่การแช่ผลในน้ำร้อนที่อุณหภูมิต่ำลง ทำให้ไซตรวมชาติที่ชั้นผิวของผลส้มละลายปีศาจธรรมชาติส่งผลให้การระเหยออกของน้ำช้าลง

### 1.3 ลักษณะอาการสะท้านหนาว

การนำผลส้มไปจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาวที่ปรากฏได้ โดยในช่วง 3 สัปดาห์แรกของการเก็บรักษาพบว่ามีคะแนนค่าใกล้เคียงกันและเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 4 โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 1.00-1.13 และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จนเก็บรักษานาน 5 สัปดาห์ จึงแสดงลักษณะอาการสะท้านหนาวมีคะแนนเพิ่มขึ้นเท่ากับ 1.85 และ 1.13 คะแนนตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) สำหรับระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่มนาน 1, 3 และ 5 นาที แสดงอาการสะท้านหนาวที่ปรากฏเท่ากับ 1.17, 1.36 และ 1.56 คะแนน และเท่ากับ 1.56, 1.78 และ 1.14 คะแนนเมื่อเก็บรักษานาน 4 และ 5 สัปดาห์ ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) การเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียสนาน 5 สัปดาห์ พบว่าลักษณะอาการสะท้านหนาวที่ปรากฏมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเก็บรักษานาน 5 สัปดาห์ ผลของอิทธิพลรวมทั้ง 3 ปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันในช่วงการเก็บรักษานาน 5 สัปดาห์ (ตารางที่ 16)

ผลสัมแต่ละพันธุ์มีความทนต่อการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำได้แตกต่างกัน เช่น ผลสัมพันธุ์ Nova และ Fortune มีความไวต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวมากกว่าผลสัมพันธุ์ Clementine และอาการสะท้านหนาวที่พบ คือเปลือกมีจุดสีน้ำตาล น้ำน้ำ และเปลี่ยนเป็นสีคล้ำมากขึ้น ผลสัมพันธุ์ Nova และ Fortune เกิดอาการสะท้านหนาวเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2.5 องศาเซลเซียส นาน 2 สัปดาห์ สาเหตุที่ผลสัมบางพันธุ์เกิดอาการสะท้านหนาวได้ช้า อาจเนื่องจากสามารถป้องกันการเกิด oxidative stress ได้เนื่องจากมีระบบสารต้านออกซิเดชันที่มีประสิทธิภาพ (Sala, 1998)

## 2. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

### 2.1 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลสัมระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ภาพที่ 27) เมื่อเก็บรักษาผลสัมนาน 4 สัปดาห์ ผลของน้ำร้อน อุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส ทำให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 7.91 และ 8.19% ตามลำดับและไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเก็บรักษานาน 5 สัปดาห์พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลของระยะเวลาที่จุ่มน้ำร้อนนาน 1 และ 5 นาทีแล้ว เก็บรักษานาน 4 สัปดาห์ มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.33 และ 7.89% ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลของอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาผลสัมที่ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 8.33 และ 7.77 ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ภายหลังการเก็บรักษาผลสัมนาน 5 สัปดาห์ ผลสัมที่จุ่มในน้ำร้อน 50 และ 53 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 8.48 และ 5.78% ตามลำดับเวลาที่จุ่มผลสัมในน้ำร้อน 1, 3 และ 5 นาที ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 8.67, 8.53 และ 4.19% ตามลำดับ และอุณหภูมิที่เก็บรักษาผลสัมที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 7.17 และ 7.09% ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาปัจจัยร่วมระหว่างอุณหภูมิ น้ำร้อน ระยะเวลาในการจุ่ม และอุณหภูมิที่เก็บรักษาผลสัมพบว่า มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 17) ซึ่งปริมาณน้ำตาลของผลสัมภายหลังการเก็บเกี่ยวไม่เพิ่มขึ้น และระหว่างการเก็บรักษา น้ำตาลและกรดอาจถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจ ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลง (สายชล, 2528) ซึ่งวิกินดา (2541) รายงานว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของส้มเขียวหวาน พันธุ์สายน้ำผึ้งมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไม่มากนักตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 9.63-9.87% และสอดคล้องกับผลการทดลองของ EL-Shickh (1996)



ซึ่งรายงานว่าการแช่ผล grapefruit พันธุ์ Marsh ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 48 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

## 2.2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้

ความเป็นกรด-ด่างของผลส้มระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียสนาน 5 สัปดาห์ มีความผันแปรผันเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ภาพที่ 28) ผลส้มที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส เก็บรักษานาน 4 สัปดาห์ ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.64 และ 4.74 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ส่วนเวลาที่ใช้ในการจุ่มนาน 1 และ 3 นาที มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.64 และ 4.64 ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับระยะเวลาจุ่มนาน 5 นาที ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.78 ภายหลังการเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียสนาน 5 สัปดาห์ มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.37 และ 4.14 ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของอุณหภูมิน้ำร้อน ระยะเวลาในการจุ่มผลส้ม และอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างของผลส้ม (ตารางที่ 18)

สำหรับปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษามีค่าลดลงทุกกรรมวิธี (ภาพที่ 29) ผลส้มที่เก็บรักษานาน 4 สัปดาห์ อิทธิพลของอุณหภูมิน้ำร้อน และระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่มนาน 1 และ 3 นาที ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้เท่ากับ 0.29 และ 0.30% ตามลำดับ และพบว่าภายหลังการเก็บรักษาผลส้มนาน 5 สัปดาห์ ผลส้มที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้เท่ากับ 8.48 และ 5.78 ตามลำดับ เวลาในการจุ่มนาน 1, 3 และ 5 นาที ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้เท่ากับ 0.40, 0.38 และ 0.38% ตามลำดับ แสดงว่าอุณหภูมิน้ำร้อน ระยะเวลาในการจุ่ม และอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 19) แต่การแช่ผล grapefruit พันธุ์ Marsh ในน้ำร้อน อุณหภูมิ 45 และ 48 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรด และคุณภาพภายใน (EL-Shickh, 1996) ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ของผลส้มเขียวหวาน พันธุ์สายน้ำผึ้งมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา และมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลานานขึ้น (วิกินดา, 2541) ปริมาณกรดที่พบในผลส้มจะมีมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ซึ่งในผลส้มมีปริมาณกรดซิตริกมากและค่อนข้างคงที่หลังจากผลแก่จัดหรือสุก ทั้งนี้เนื่องจากส้มเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric จึงมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้ง

หมดภายหลังจากเก็บเกี่ยวเพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับผลไม้ประเภท climacteric (สายขล. 2528)

### 2.3 ปริมาณสารที่รั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์

การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ของผลส้มเพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 สัปดาห์ (ภาพที่ 30) การจุ่มผลส้มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียสมีค่าการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์สูงที่สุด ผลส้มที่เก็บรักษานาน 4 สัปดาห์ อุณหภูมิน้ำร้อน 50 และ 53 องศาเซลเซียส การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์เท่ากับ 49.09 และ 51.22% ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ส่วนระยะเวลาที่จุ่มผลส้มในน้ำร้อนนาน 1 และ 3 นาที การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์เท่ากับ 49.86 และ 48.49% ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาจุ่มนาน 5 นาที การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์เท่ากับ 52.15% และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) การเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 สัปดาห์ การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์เท่ากับ 49.87 และ 50.44% และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ภายหลังจากเก็บรักษานาน 5 สัปดาห์ ผลส้มที่จุ่มในน้ำอุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์เท่ากับ 50.95 และ 51.52% และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ระยะเวลาการจุ่มผลส้มในน้ำร้อนนาน 1, 3 และ 5 นาที และการเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์เท่ากับ 51.40, 51.22 และ 54.28% ตามลำดับ ระยะเวลาจุ่มนาน 5 นาทีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาจุ่มนาน 1 และ 3 นาที การจุ่มผลส้มในน้ำอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีปริมาณการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ต่ำที่สุดเท่ากับ 46.64% อิทธิพลของอุณหภูมิน้ำร้อน ระยะเวลาในการจุ่ม และอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีปฏิสัมพันธ์กันเมื่อเก็บรักษานาน 4 สัปดาห์ (ตารางที่ 20 และตารางภาคผนวก 2)

การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ที่เพิ่มขึ้นอาจเป็นสาเหตุทำให้โปรตีนเสียสภาพ เช่น ในเยื่อหุ้มเซลล์มีโปรตีนเป็นส่วนประกอบ และเมื่อโปรตีนเสียสภาพไปจะทำให้เซลล์ยอมให้สารผ่านเข้า-ออกได้ง่าย ซึ่งวัดความเสียหายของเยื่อหุ้มเซลล์ได้โดยการวัดปริมาณการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ ซึ่งมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเยื่อหุ้มเซลล์เกิดความเสียหาย หรือเกิดอาการสะท้านหนาว (L'

Heureux *et al.*, 1993; Cote *et al.*, 1993) สอดคล้องกับงานทดลองของ Schirra and Hallewin (1997) รายงานว่า การแช่ผลส้มพันธุ์ Fortune ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50-54 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน แล้วนำไปเก็บที่ 20 องศาเซลเซียสอีก 3 วัน สามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวและการเน่าเสียของผลส้มได้เมื่อนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ และยังพบว่าหากใช้อุณหภูมิของน้ำร้อนสูงเกินไปจะชักนำให้ผลเกิดความเสียหายเนื่องจากความร้อน (heat damage) ซึ่งผลส้มจะมีสีน้ำตาลคล้ำ เช่นเดียวกับงานทดลองของ McIaughlan *et al.* (1997) ที่รายงานว่าการแช่ผลมะนาวพันธุ์ Eureka ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 47 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 1-3 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28-42 วัน สามารถชะลอการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับผลที่แช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าการให้ความร้อนก่อนการเก็บรักษาสามารถลดอาการสะท้านหนาวได้ อาจเนื่องจากการใช้ความร้อนทำให้เนื้อเยื่อของพืชสร้างโปรตีนพิเศษขึ้นมาเรียก heat shock protein (Whitaker, 1993) โดยโปรตีนนี้ช่วยป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับโปรตีนในเซลล์ และโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับเยื่อหุ้มและยังช่วยป้องกันเอนไซม์และโปรตีนไม่ให้เกิดความเสียหายหรือหยุดทำงานในขณะที่เก็บรักษาผลผลิตที่อุณหภูมิต่ำ (Lafuente *et al.*, 1991) เช่น การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน กับผลมะเขือเทศก่อนการเก็บรักษา สามารถลดอาการสะท้านหนาวได้ และพบว่าผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนมี heat shock protein เพิ่มขึ้น ทำให้ผลมะเขือเทศทนต่ออาการสะท้านหนาว (Lurie *et al.*, 1993)

#### 2.4 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ

อัตราการหายใจของผลส้มระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส นาน 5 สัปดาห์ มีการเปลี่ยนแปลงผันแปรไม่แน่นอน เช่น ในสัปดาห์ที่ 2 ของการเก็บรักษาผลส้มที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส มีอัตราการหายใจต่ำสุด ส่วนการเก็บรักษาผลส้มโดยจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีอัตราการหายใจสูงสุด (ภาพที่ 31) ในช่วงการเก็บรักษานาน 4 สัปดาห์ อัตราการหายใจของผลส้มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) แสดงว่าระดับอุณหภูมิน้ำร้อน ระยะเวลาในการจุ่ม และอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน

ภายหลังการเก็บรักษานาน 5 สัปดาห์ ผลส้มที่จุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส มีอัตราการหายใจเท่ากับ 15.84 และ 10.44 มิลลิกรัม  $\text{CO}_2$ /กก/ชม. ตามลำดับ และที่ระยะเวลาการจุ่มต่างกัน 1, 3 และ 5 นาที มีอัตราการหายใจเท่ากับ 15.38, 15.89 และ 8.14  $\text{CO}_2$ /กก/ชม.

ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (ตารางที่ 21) เมื่อผลสัมฤทธิ์ของการสะท้อนหนาวพบว่าอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นและค่อยๆ ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ที่เกิดอาการสะท้อนหนาวนั้น อาจเป็นสาเหตุทำให้อัตราการหายใจเพิ่มขึ้นเนื่องจากเชื้อหุ้มไมโตคอนเดรียเปลี่ยนสภาพไป (คณัย, 2540) ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับผลของการใช้อุณหภูมิสูงต่อผลมะเขือเทศ พบว่าผลมะเขือเทศที่เกิดอาการสะท้อนหนาวมีอัตราการหายใจสูงกว่าผลมะเขือเทศที่ไม่เกิดอาการสะท้อนหนาว (McDonald *et al.*, 1999)



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved

ตารางที่ 12 ค่า L\* ของเปลือกผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ผ่านการจุ่มในน้ำร้อน อุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส นาน 1, 3 และ 5 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82-89 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธี	ค่า L*						
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	1	2	3	4	5	
ปีจจัยที่ 1 อุณหภูมิน้ำร้อน 50 <sup>o</sup> ซ 53 <sup>o</sup> ซ		56.59a	59.30b	63.91b	69.78b	62.67b	62.97b
		55.11b	63.35a	68.91a	73.28a	65.70a	66.15a
ปีจจัยที่ 2 เวลาในการจุ่ม (นาที)	1	56.26a	61.41a	65.47b	70.69b	63.92a	64.30a
	3	54.79a	62.08a	67.30a	72.31a	64.30a	64.65a
	5	56.51a	60.49a	66.47ab	71.60ab	64.33a	64.72a
ปีจจัยที่ 3 อุณหภูมิที่เก็บรักษา 2 <sup>o</sup> ซ 5 <sup>o</sup> ซ		55.85a	60.25b	61.14b	70.27b	64.15a	64.59a
		55.85a	62.39a	71.68a	72.79a	64.22a	64.53a
ปีจจัยที่ 1	*	*	*	*	*	*	
ปีจจัยที่ 2	ns	ns	*	*	ns	ns	
ปีจจัยที่ 3	ns	*	*	*	ns	ns	
1x2	*	ns	ns	ns	ns	ns	
1x3	ns	*	*	*	*	*	
2x3	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
1x2x3	ns	ns	ns	ns	*	*	
C.V. (%)	7.39	6.99	6.66	8.18	5.41	4.77	

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,c,... ที่ตามหลังตัวเลขค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

\* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ตารางที่ 13 ค่าสี C\* ของเปลือกผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ผ่านการจุ่มในน้ำร้อน อุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส นาน 1, 3 และ 5 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82-89 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธี	ค่า C*						
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	1	2	3	4	5	
ปัจจัยที่ 1 อุณหภูมิที่น้ำร้อน 50 <sup>o</sup> ซ 53 <sup>o</sup> ซ		48.68a	59.48b	62.21b	72.32b	59.21b	66.03b
		47.18a	64.80a	68.57a	76.61a	63.61a	69.15a
ปัจจัยที่ 2 เวลาในการจุ่ม (นาที)	1	48.07a	62.08ab	63.99b	73.09b	60.72b	67.34a
	3	47.06a	63.92a	66.90a	76.14a	62.60a	67.95a
	5	48.65a	60.43b	65.28ab	74.16ab	60.91ab	67.47a
ปัจจัยที่ 3 อุณหภูมิที่เก็บรักษา 2 <sup>o</sup> ซ 5 <sup>o</sup> ซ		47.93a	60.40b	62.35b	72.05b	65.45a	65.15b
		47.93a	63.88a	68.44a	76.87a	57.37b	70.02a
ปัจจัยที่ 1		ns	*	*	*	*	*
ปัจจัยที่ 2		ns	*	*	*	*	ns
ปัจจัยที่ 3		ns	*	*	*	*	*
1x2		*	ns	ns	ns	*	ns
1x3		ns	*	*	*	*	*
2x3		ns	ns	ns	ns	ns	ns
1x2x3		ns	ns	ns	ns	*	*
C.V. (%)		12.67	12.01	11.43	9.32	9.36	8.53

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,c,... ที่ตามหลังตัวเลขค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

\* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ตารางที่ 14 ค่า  $H^{\circ}$  ของเปลือกผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ผ่านการจุ่มในน้ำร้อน อุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส นาน 1, 3 และ 5 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82-89 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธี	ค่า $H^{\circ}$						
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	1	2	3	4	5	
ปัจจัยที่ 1 อุณหภูมิน้ำร้อน 50 <sup>o</sup> ซ 53 <sup>o</sup> ซ		88.50a	81.68a	79.16a	75.71a	73.00a	70.51a
		87.41a	79.44b	77.54b	74.41b	72.34a	70.85a
ปัจจัยที่ 2 เวลาในการจุ่ม (นาที)	1	89.46a	79.97a	78.12a	74.68a	71.94b	70.33a
	3	85.89b	79.88a	77.74a	74.86a	72.32ab	70.86a
	5	88.51ab	81.83a	79.20a	75.64a	73.74a	70.85a
ปัจจัยที่ 3 อุณหภูมิที่เก็บรักษา 2 <sup>o</sup> ซ 5 <sup>o</sup> ซ		87.95a	81.72a	80.58a	76.94a	75.69a	71.86b
		87.95a	79.41b	76.12b	73.19b	69.65b	69.50b
ปัจจัยที่ 1		ns	*	*	*	ns	ns
ปัจจัยที่ 2		*	ns	ns	ns	*	ns
ปัจจัยที่ 3		ns	*	*	*	*	*
1x2		*	ns	ns	ns	ns	ns
1x3		ns	*	*	*	*	*
2x3		ns	ns	ns	ns	ns	ns
1x2x3		ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)		7.58	6.22	5.84	6.09	5.77	5.36

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,c,... ที่ตามหลังตัวเลขค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

\* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ตารางที่ 15 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ผ่านการจุ่มในน้ำร้อน อุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส นาน 1, 3 และ 5 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82-89 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธี	การสูญเสียน้ำหนัก (%)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
ปัจจัยที่ 1 อุณหภูมิน้ำร้อน 50 <sup>o</sup> ซ	0a	1.70a	3.14a	4.37a	8.87a	11.42a
53 <sup>o</sup> ซ	0a	1.65a	2.99b	4.20a	8.47b	10.56b
ปัจจัยที่ 2 เวลาในการจุ่ม (นาที)						
1	0a	1.59c	2.97b	4.31a	8.57b	11.00b
3	0a	1.67b	3.03ab	4.07b	8.60b	11.09b
5	0a	1.78a	3.19a	4.47a	8.84a	11.21a
ปัจจัยที่ 3 อุณหภูมิที่เก็บรักษา 2 <sup>o</sup> ซ	0a	1.58b	3.01a	4.07b	8.60b	10.77b
5 <sup>o</sup> ซ	0a	1.78a	3.12a	4.50a	8.74a	11.38a
ปัจจัยที่ 1	ns	ns	*	ns	*	*
ปัจจัยที่ 2	ns	*	*	*	*	*
ปัจจัยที่ 3	ns	*	ns	*	*	*
1x2	ns	ns	ns	ns	ns	ns
1x3	ns	ns	*	*	*	*
2x3	ns	*	ns	ns	*	ns
1x2x3	ns	ns	ns	*	ns	*
C.V. (%)	0	15.22	22.26	22.99	23.90	23.22

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,c,... ที่ตามหลังตัวเลขค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

\* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )



ตารางที่ 16 ลักษณะอาการสะท้อนหนาวของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ผ่านการจุ่มในน้ำร้อน อุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส นาน 1, 3 และ 5 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82-89 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธี	ลักษณะอาการสะท้อนหนาว (คะแนน)						
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	1	2	3	4	5	
ปัจจัยที่ 1 อุณหภูมิน้ำร้อน 50 <sup>o</sup> ซ 53 <sup>o</sup> ซ		1.00a	1.00a	1.00a	1.11a	1.31a	1.85a
		1.00a	1.00a	1.00a	1.13a	1.41a	1.13b
ปัจจัยที่ 2 เวลาในการจุ่ม (นาที)	1	1.00a	1.00a	1.00a	1.03b	1.17c	1.56b
	3	1.00a	1.00a	1.00a	1.08b	1.36b	1.78a
	5	1.00a	1.00a	1.00a	1.25a	1.56a	1.14c
ปัจจัยที่ 3 อุณหภูมิที่เก็บรักษา 2 <sup>o</sup> ซ 5 <sup>o</sup> ซ		1.00a	1.00a	1.00a	1.17a	1.41a	1.78a
		1.00a	1.00a	1.00a	1.07a	1.32a	1.20b
ปัจจัยที่ 1		ns	ns	ns	ns	ns	*
ปัจจัยที่ 2		ns	ns	ns	*	*	*
ปัจจัยที่ 3		ns	ns	ns	ns	ns	*
1x2		ns	ns	ns	ns	ns	*
1x3		ns	ns	ns	ns	ns	ns
2x3		ns	ns	ns	*	*	ns
1x2x3		ns	ns	ns	*	*	*
C.V. (%)		0	0	0	30.22	41.56	43.77

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,c,... ที่ตามหลังตัวเลขค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

\* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ตารางที่ 17 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ผ่านการจุ่มในน้ำร้อน อุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส นาน 1, 3 และ 5 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82-89 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธี	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%)						
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	1	2	3	4	5	
ปีจจัยที่ 1 อุณหภูมิน้ำร้อน 50 <sup>o</sup> ซ 53 <sup>o</sup> ซ		7.40b	8.77a	8.48a	8.47a	7.91a	8.48a
		8.19a	8.12b	8.73a	8.48a	8.19a	5.78b
ปีจจัยที่ 2 เวลาในการจุ่ม (นาที)	1	8.18a	8.34a	8.45b	8.36a	8.33a	8.67a
	3	7.98ab	8.57a	8.93a	8.43a	7.93ab	8.53a
	5	7.23b	8.43a	8.45b	8.64a	7.89b	4.19b
ปีจจัยที่ 3 อุณหภูมิที่เก็บรักษา 2 <sup>o</sup> ซ 5 <sup>o</sup> ซ		7.41b	8.44a	8.61a	8.48a	8.33a	7.17a
		8.18a	8.45a	8.61a	8.48a	7.77b	7.09b
ปีจจัยที่ 1	*	*	ns	ns	ns	*	
ปีจจัยที่ 2	*	ns	*	ns	*	*	
ปีจจัยที่ 3	*	ns	ns	ns	*	*	
1x2	*	ns	*	*	ns	*	
1x3	*	*	ns	ns	*	ns	
2x3	*	ns	ns	ns	*	ns	
1x2x3	*	ns	ns	*	*	*	
C.V. (%)	1.07	11.46	8.80	5.73	11.07	2.78	

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,c,... ที่ตามหลังตัวเลขค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

\* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ตารางที่ 18 ค่าความเป็นกรด-ด่างของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ผ่านการจุ่มในน้ำร้อน อุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส นาน 1, 3 และ 5 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82-89 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธี	ค่าความเป็นกรด-ด่าง						
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	1	2	3	4	5	
ปัจจัยที่ 1 อุณหภูมิน้ำร้อน 50 <sup>o</sup> ซ 53 <sup>o</sup> ซ		4.28a	4.71a	4.57a	4.48a	4.64b	5.17a
		4.18a	4.44b	4.52a	4.52a	4.74a	4.32b
ปัจจัยที่ 2 เวลาในการจุ่ม (นาที)	1	0.26a	4.55a	4.55a	4.51a	4.64b	5.07a
	3	4.16b	4.60a	4.56a	4.48a	4.64b	5.09a
	5	4.27a	4.57a	4.52a	4.51a	4.78a	4.38b
ปัจจัยที่ 3 อุณหภูมิที่เก็บรักษา 2 <sup>o</sup> ซ 5 <sup>o</sup> ซ		4.10b	4.76a	4.59a	4.53a	4.65b	4.37a
		4.36a	4.39b	4.50b	4.47b	4.73a	4.14b
ปัจจัยที่ 1	*	*	ns	ns	*	*	
ปัจจัยที่ 2	*	ns	ns	ns	*	*	
ปัจจัยที่ 3	*	*	*	*	*	*	
1x2	*	*	*	*	*	*	
1x3	*	*	*	*	*	*	
2x3	*	ns	*	*	*	*	
1x2x3	*	*	*	*	*	*	
C.V. (%)	4.33	3.79	4.64	4.36	3.79	4.16	

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,c,... ที่ตามหลังตัวเลขค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

\* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ตารางที่ 19 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ผ่านการจุ่มในน้ำ ร้อนอุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส นาน 1, 3 และ 5 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82-89 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธี	ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ (%)						
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	1	2	3	4	5	
ปีจจัยที่ 1 อุณหภูมิน้ำร้อน 50 <sup>o</sup> ซ 53 <sup>o</sup> ซ		0.38a	0.33a	0.33a	0.34a	0.28a	0.39
		0.36a	0.36a	0.35a	0.30a	0.26a	0.39a
ปีจจัยที่ 2 เวลาในการจุ่ม (นาที)	1	0.31b	0.32b	0.33a	0.31a	0.29a	0.40a
	3	0.40a	0.35ab	0.35a	0.32a	0.30a	0.38a
	5	0.41a	0.39a	0.35a	0.35a	0.24b	0.38a
ปีจจัยที่ 3 อุณหภูมิที่เก็บรักษา 2 <sup>o</sup> ซ 5 <sup>o</sup> ซ		0.38a	0.34a	0.35a	0.32a	0.29a	0.39a
		0.37a	0.34a	0.35a	0.32a	0.27a	0.40a
ปีจจัยที่ 1		ns	ns	ns	ns	ns	ns
ปีจจัยที่ 2		*	*	ns	ns	*	ns
ปีจจัยที่ 3		ns	ns	ns	ns	ns	ns
1x2		*	*	ns	ns	*	ns
1x3		ns	ns	ns	ns	ns	ns
2x3		*	*	ns	ns	*	ns
1x2x3		*	*	ns	ns	*	ns
C.V. (%)		0.53	2.65	4.77	3.56	2.63	1.61

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,c,... ที่ตามหลังตัวเลขค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

\* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ตารางที่ 20 การร่วงไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ผ่านการจุ่มในน้ำร้อน อุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส นาน 1, 3 และ 5 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82-89 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธี	การร่วงไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ (%)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
ปัจจัยที่ 1						
อุณหภูมิน้ำร้อน 50 <sup>o</sup> ซ	11.75b	23.68a	34.95a	42.52b	49.09b	50.95a
53 <sup>o</sup> ซ	12.06a	24.08a	34.77a	43.89a	51.22a	51.52a
ปัจจัยที่ 2						
เวลาในการจุ่ม (นาที)						
1	11.81ab	23.29a	35.36a	42.45b	49.86b	51.40b
3	11.36b	24.21a	34.57a	43.17ab	48.49b	51.22b
5	12.09a	24.14a	34.66a	44.01a	52.12a	54.28a
ปัจจัยที่ 3						
อุณหภูมิที่เก็บรักษา 2 <sup>o</sup> ซ	11.75a	23.71a	35.75a	42.17b	49.87a	44.61a
5 <sup>o</sup> ซ	11.75a	24.05a	33.97b	44.26a	50.44a	41.91b
ปัจจัยที่ 1	*	ns	ns	*	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	ns	ns	*	*	*
ปัจจัยที่ 3	ns	ns	*	*	ns	*
1x2	*	ns	ns	*	ns	*
1x3	ns	ns	*	ns	ns	ns
2x3	ns	ns	ns	ns	*	*
1x2x3	*	ns	*	*	*	*
C.V. (%)	9.87	12.72	6.24	4.08	4.62	5.94

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,c,... ที่ตามหลังตัวเลขค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

\* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ตารางที่ 21 อัตราการหายใจของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ผ่านการจุ่มในน้ำร้อน อุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส นาน 1, 3 และ 5 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82-89 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

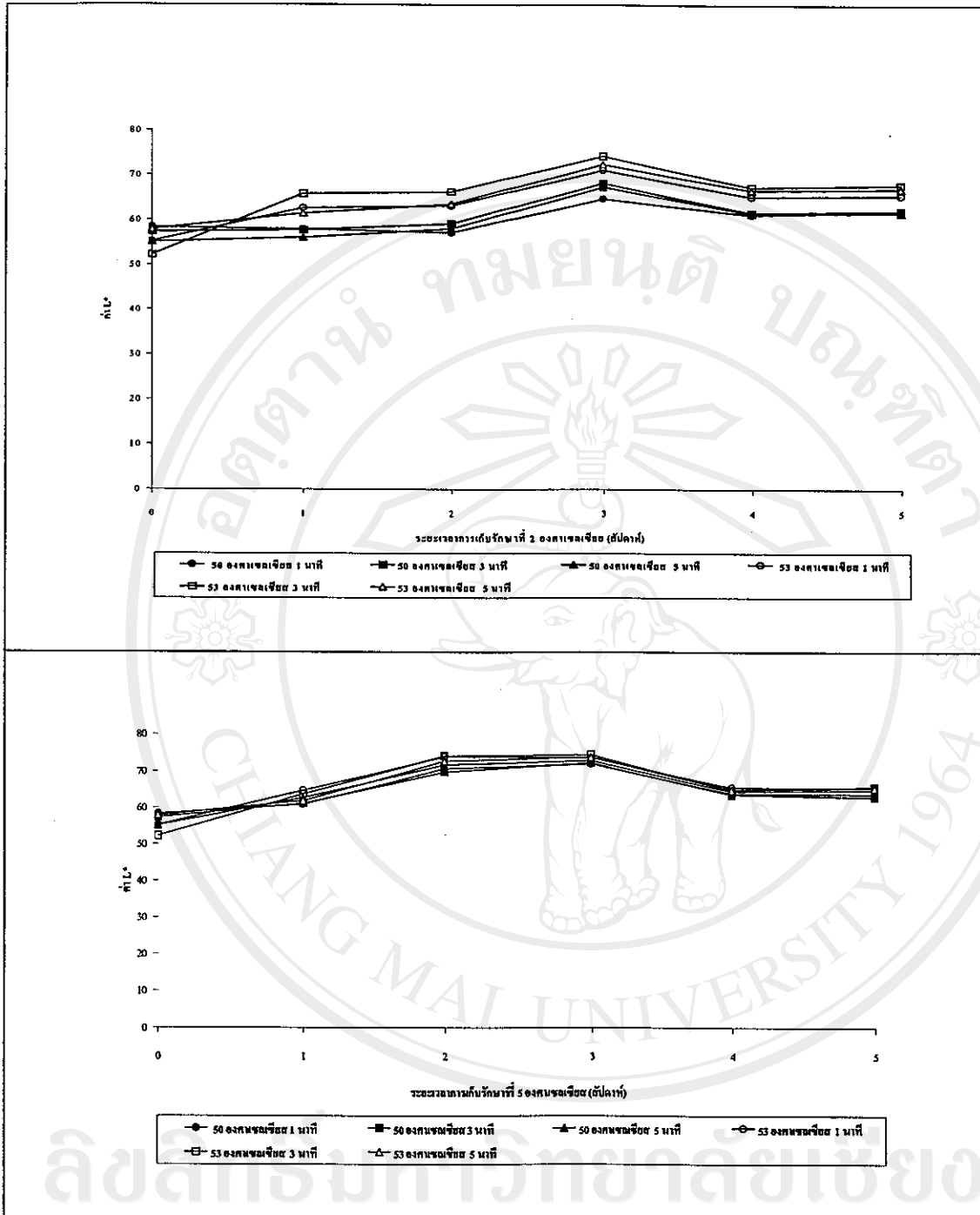
กรรมวิธี	อัตราการหายใจ (มิลลิกรัม CO <sub>2</sub> /กก/ชม.)						
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)						
	0	1	2	3	4	5	
ปัจจัยที่ 1 อุณหภูมิน้ำร้อน 50 <sup>0</sup> ซ 53 <sup>0</sup> ซ		16.13a	15.76a	16.19a	15.88a	16.35a	15.84a
		15.94a	15.99a	16.10a	16.04a	16.52a	10.44b
ปัจจัยที่ 2 เวลาในการจุ่ม (นาที)	1	15.69a	15.61a	16.07a	15.68a	16.03a	15.38b
	3	16.02a	15.81a	16.27a	15.96a	16.54a	15.89a
	5	16.40a	16.23a	16.09a	16.24a	16.75a	8.14c
ปัจจัยที่ 3 อุณหภูมิที่เก็บรักษา 2 <sup>0</sup> ซ 5 <sup>0</sup> ซ		15.65a	15.69a	16.09a	16.13a	16.55a	13.06a
		16.42a	16.07a	16.20a	15.79a	16.32a	13.22a
ปัจจัยที่ 1		ns	ns	ns	ns	ns	*
ปัจจัยที่ 2		ns	ns	ns	ns	ns	*
ปัจจัยที่ 3		ns	ns	ns	ns	ns	ns
1x2		ns	ns	*	ns	ns	*
1x3		ns	ns	*	*	ns	ns
2x3		ns	ns	ns	ns	ns	ns
1x2x3		ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)		9.21	7.44	8.04	7.87	7.86	9.85

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,c,... ที่ตามหลังตัวเลขค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกัน

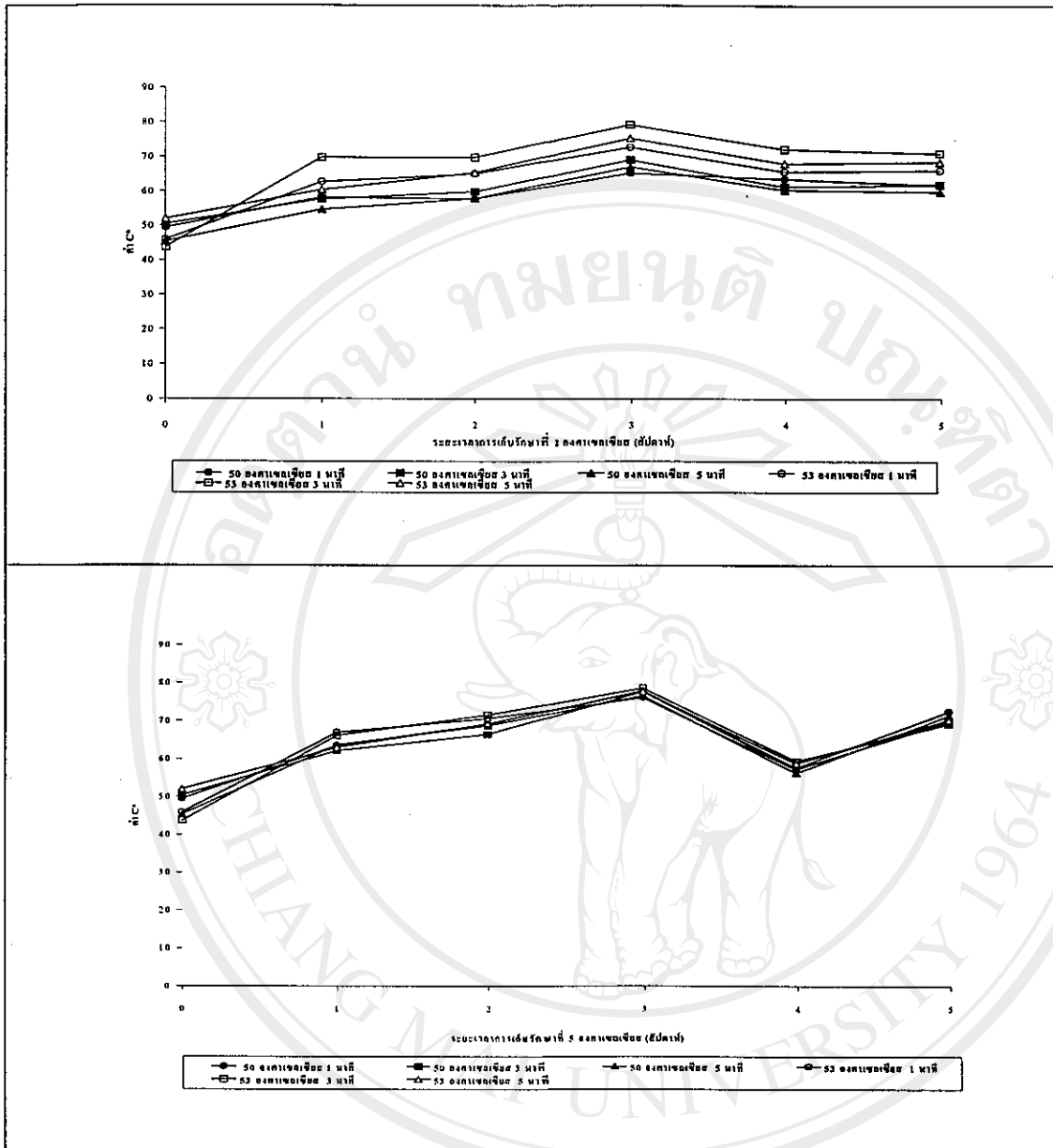
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

\* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

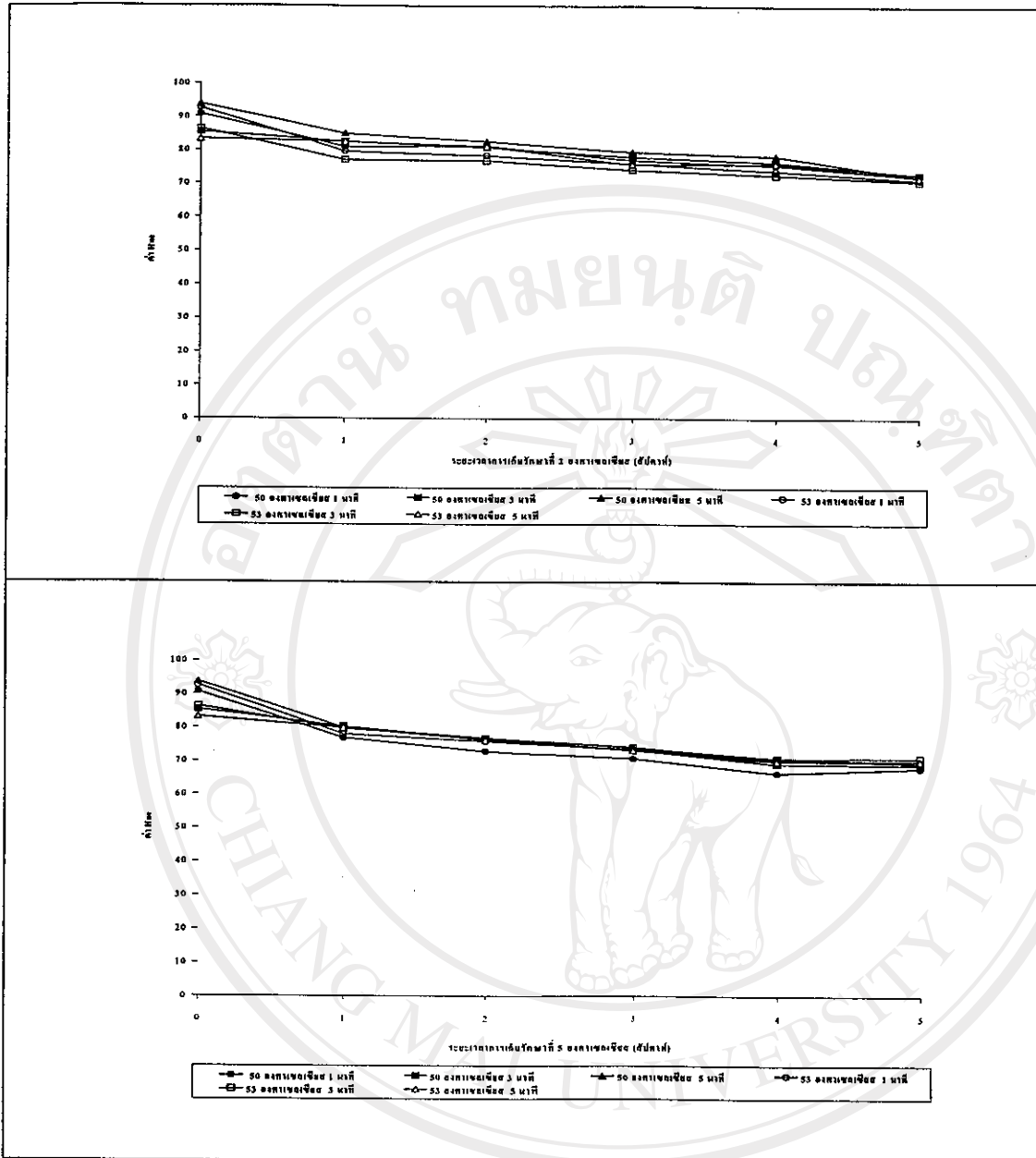


ภาพที่ 19 ค่า  $L^*$  ของเปลือกส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส นาน 1, 3 และ 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82-89 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

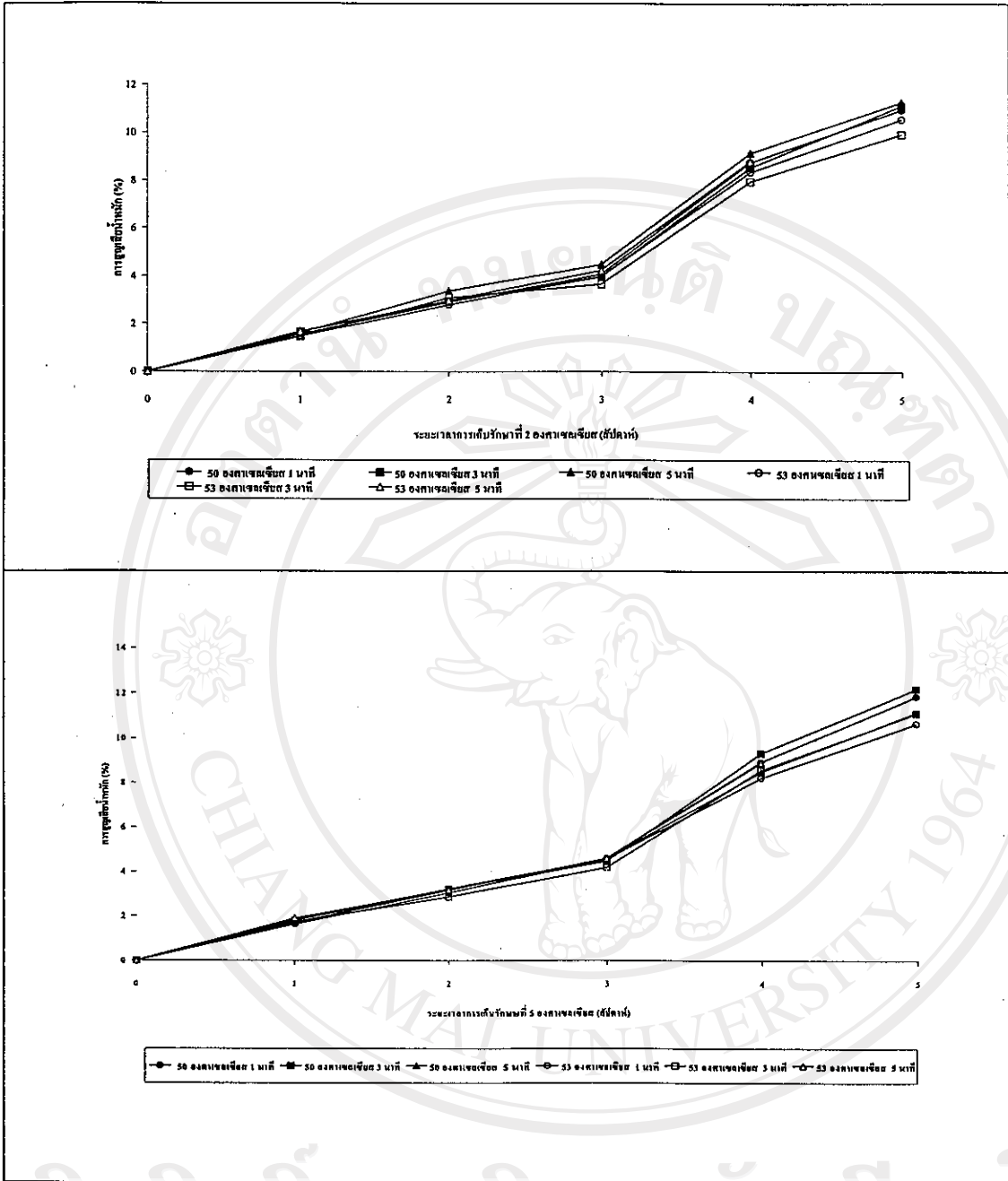


ภาพที่ 20 ค่า C\* ของเปลือกส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส นาน 1, 3 และ 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82-89 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์



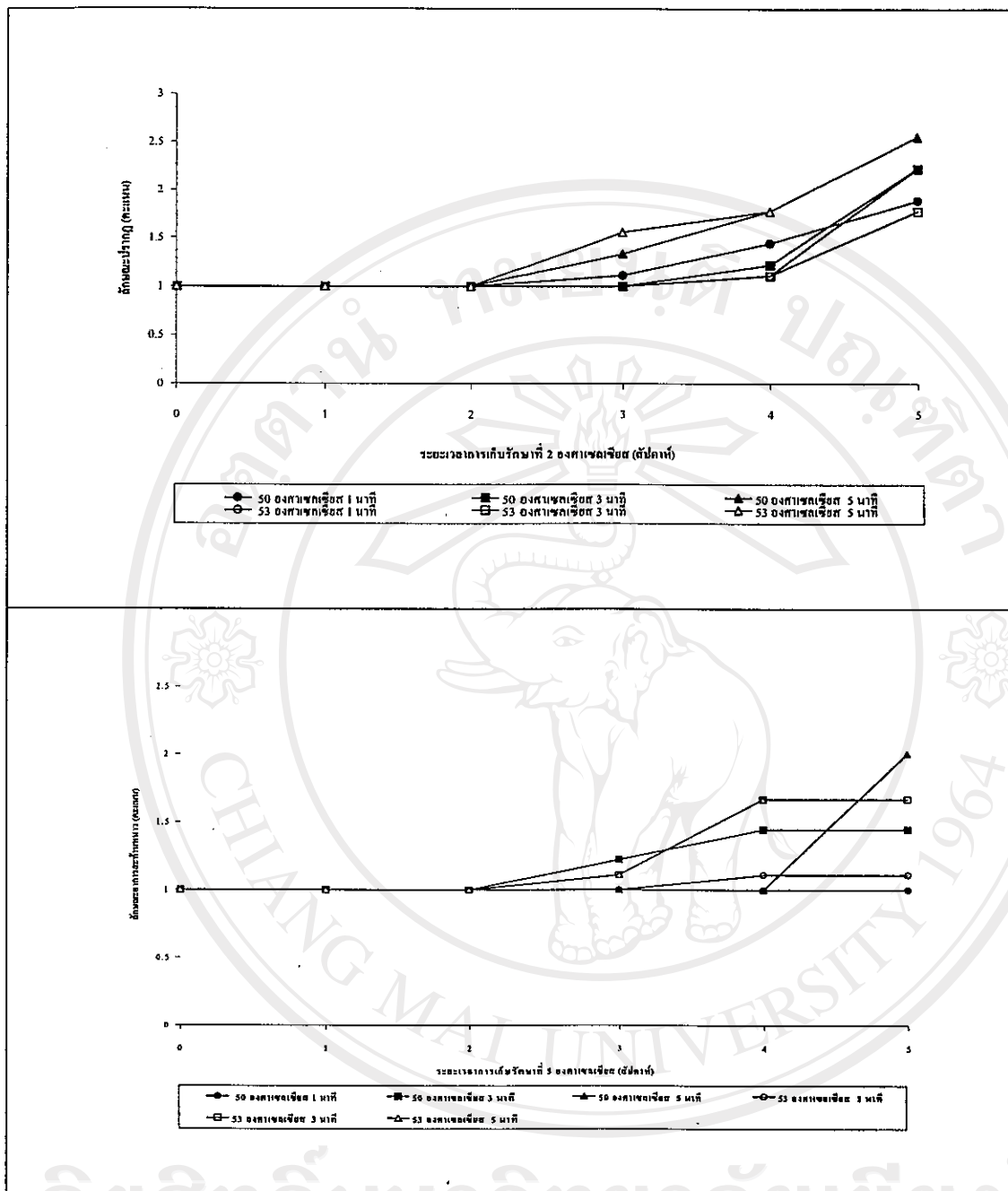


ภาพที่ 21 ค่า  $H^{\circ}$  ของเปลือกส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส นาน 1, 3 และ 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82-89 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

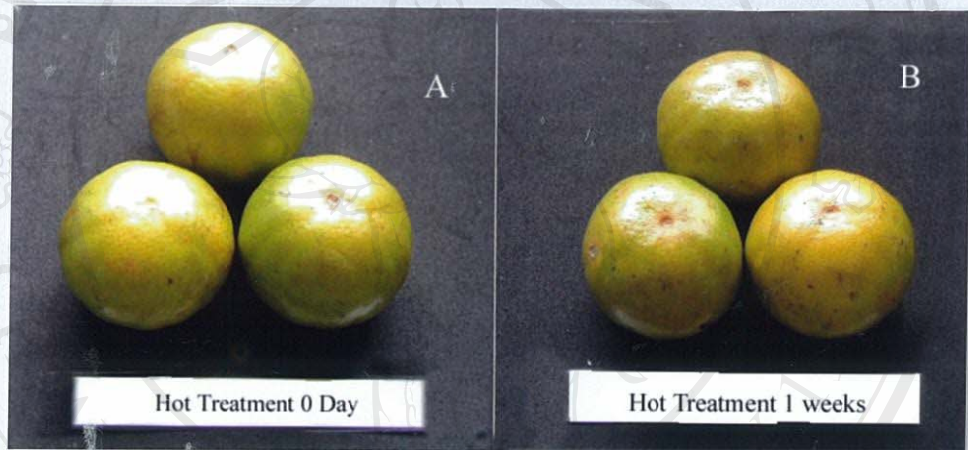


ภาพที่ 22 เปรอ์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส นาน 1, 3 และ 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82-89 เปรอ์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

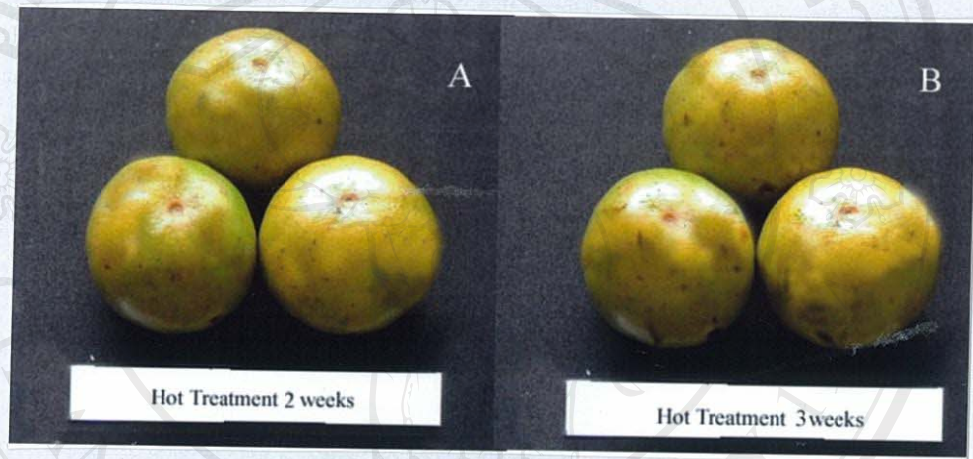
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright © by Chiang Mai University  
 All Rights Reserved



ภาพที่ 23 ลักษณะอาการระคายเคืองของสั้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส นาน 1, 3 และ 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82-89 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

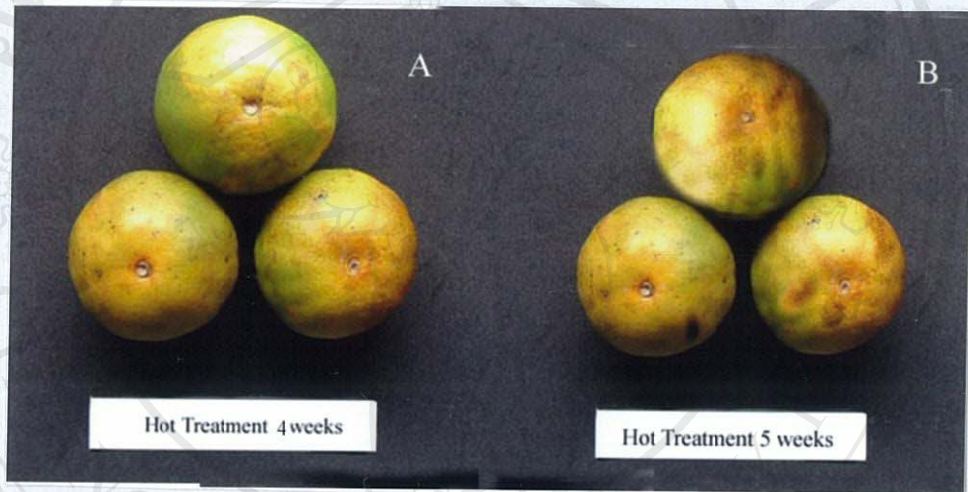


ภาพที่ 24 ลักษณะปรากฏส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส นาน 0 และ 1 สัปดาห์ (A=0 วัน B= 1 สัปดาห์)



ภาพที่ 25 ลักษณะปรากฏส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส นาน 2 และ 3 สัปดาห์

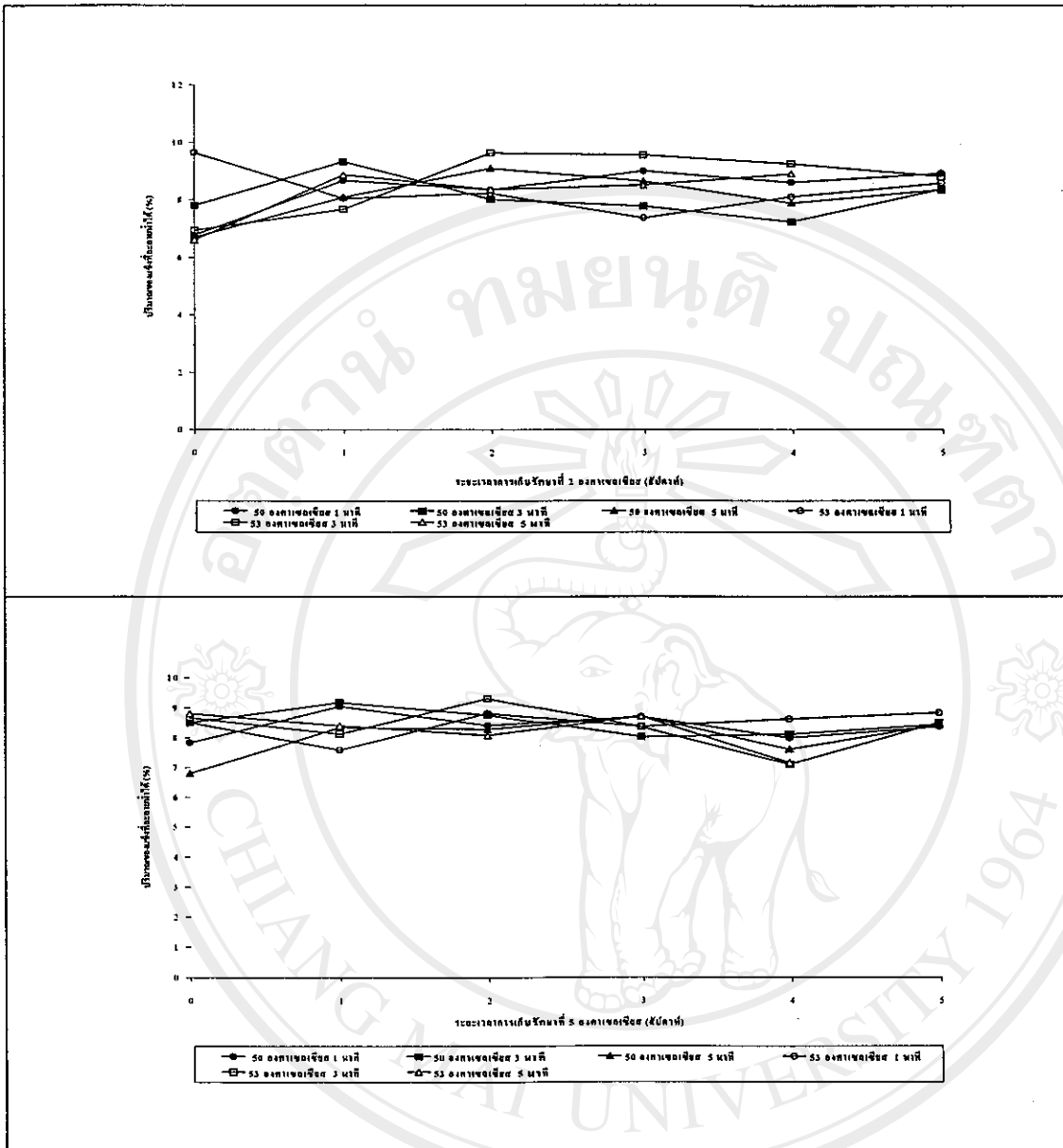
(A= 2 สัปดาห์ B= 3 สัปดาห์)



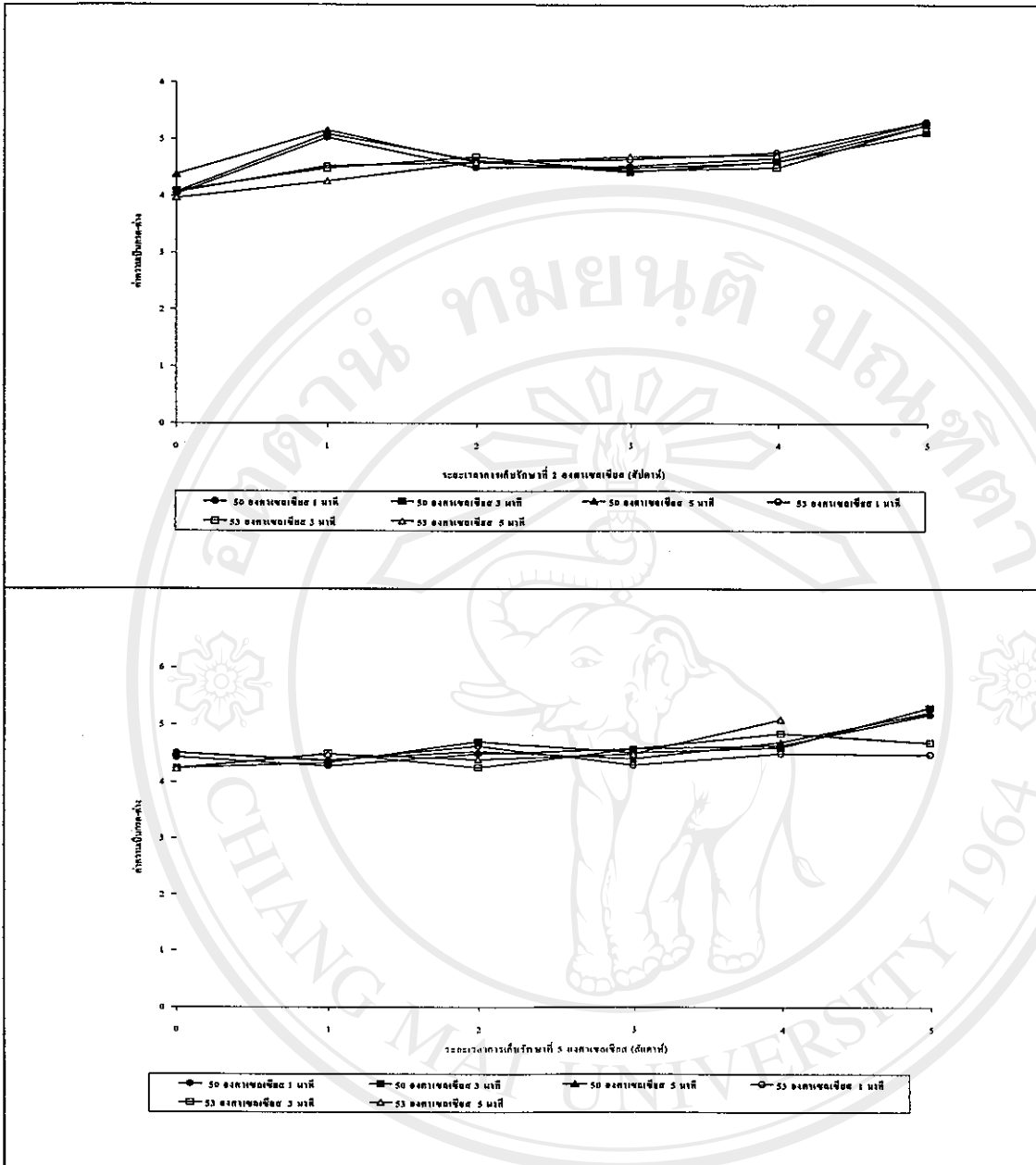
ภาพที่ 26 ลักษณะปรากฏส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 และ 5 สัปดาห์

(A= 4 สัปดาห์ B= 5 สัปดาห์)

Copyright © Chiang Mai University  
All rights reserved

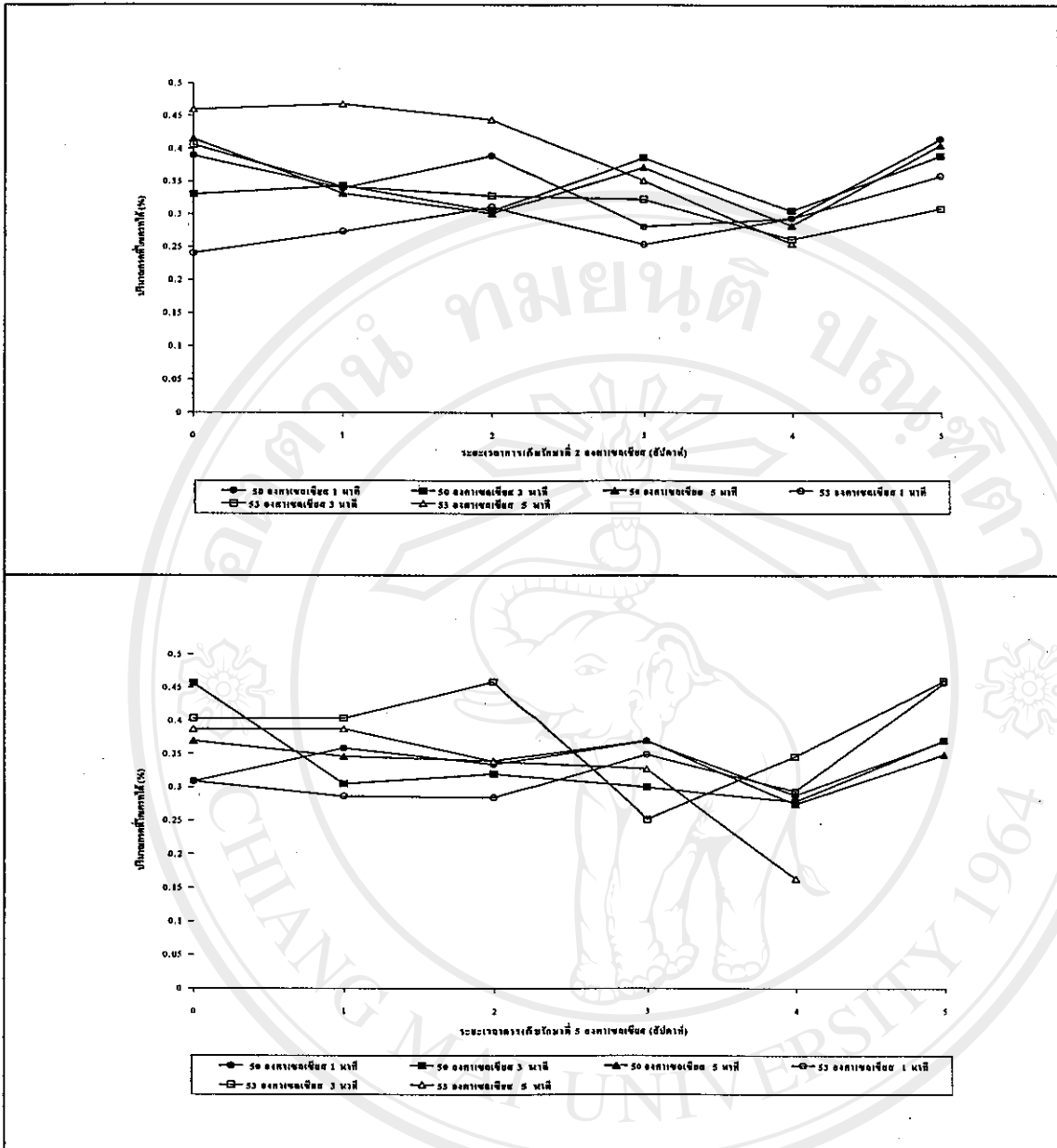


ภาพที่ 27 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของสับเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนที่ อุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส นาน 1, 3 และ 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82-89 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์



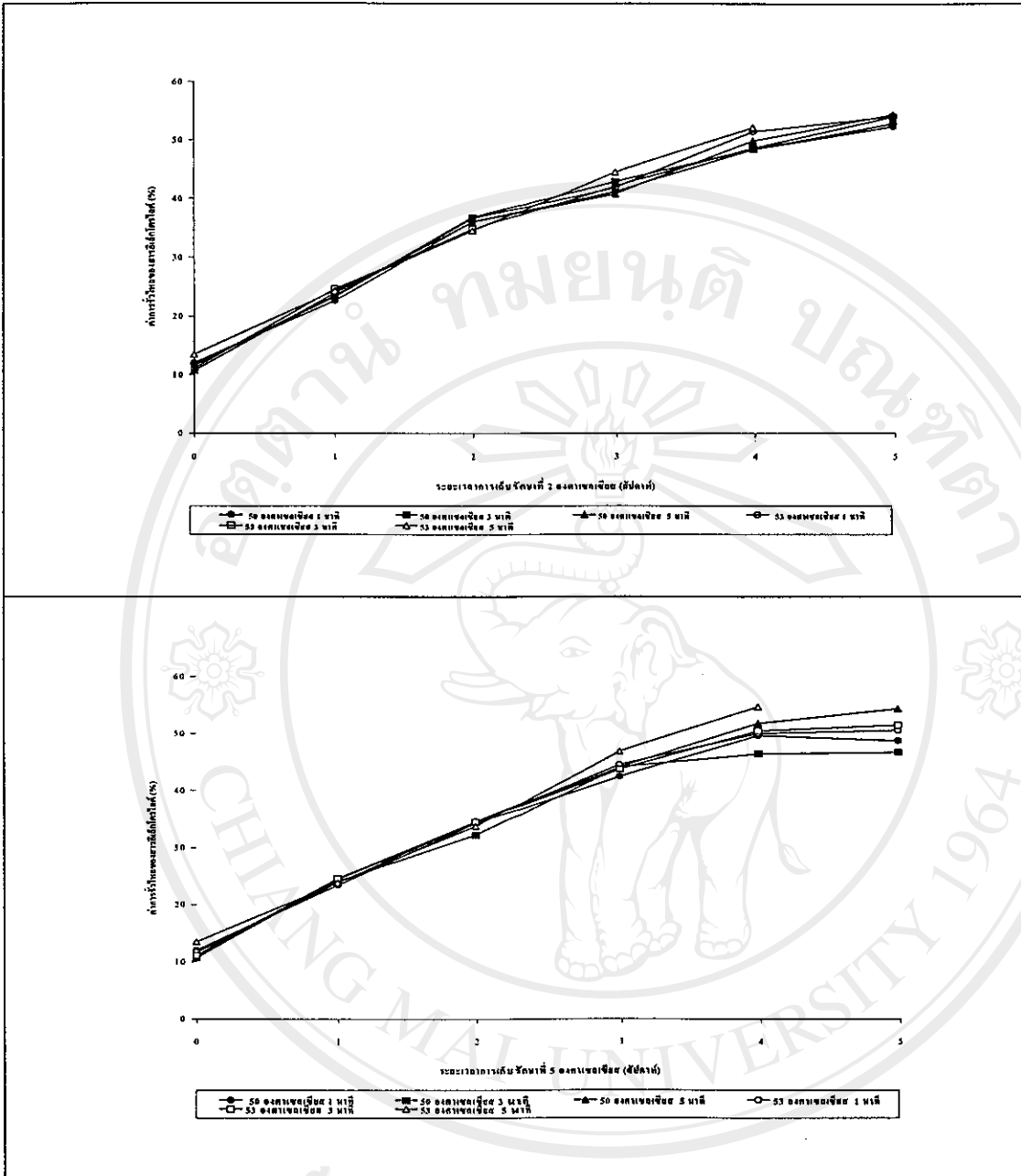
ภาพที่ 28 ค่าความเป็นกรด-ด่างของสั้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส นาน 1, 3 และ 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82-89 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์





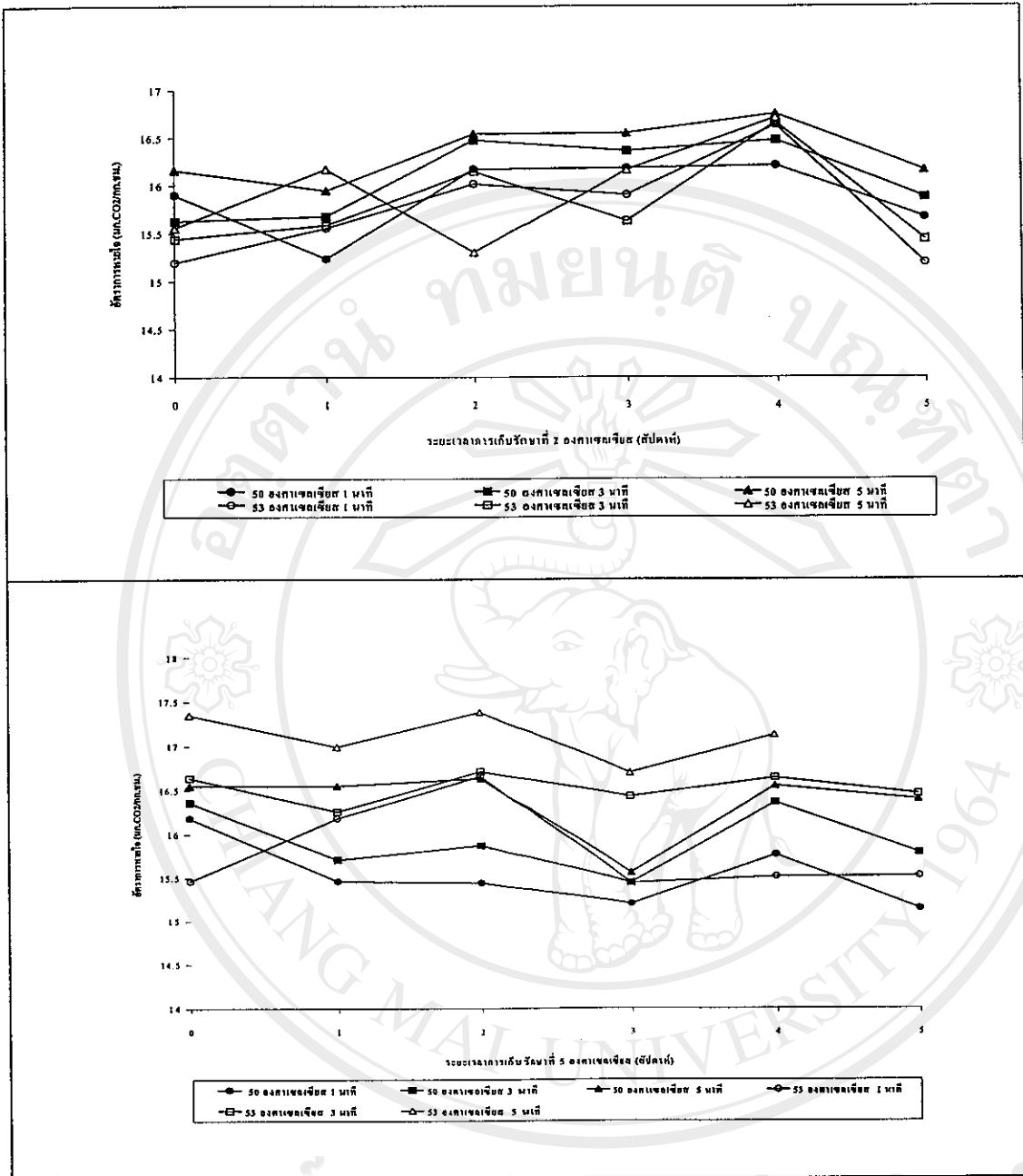
ภาพที่ 29 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไคเตรทได้ของสั้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส นาน 1, 3 และ 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82-89 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์ © โดย Chiang Mai University  
All rights reserved



ภาพที่ 30 ปริมาณสารที่รั่วไหลของส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส นาน 1, 3 และ 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82-89 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright © by Chiang Mai University  
 All rights reserved



ภาพที่ 31 อัตราการหายใจของสั้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 และ 53 องศาเซลเซียส นาน 1, 3 และ 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82-89 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright © by Chiang Mai University  
 All rights reserved

การทดลองที่ 3 ผลของการสลับอุณหภูมิต่ออายุการเก็บรักษาและอาการระเห้านหนาว

## 1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

### 1.1 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกด้านนอกของส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองโดยใช้เครื่องวัดสี

การเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิ 3 และ 15 องศาเซลเซียสอย่างต่อเนื่อง และอุณหภูมิสลับ นาน 5 สัปดาห์ มีการเปลี่ยนแปลงค่า  $L^*$ ,  $C^*$  และ  $H^\circ$  ดังภาพที่ 32, 33 และ 34 ตารางที่ 22, 23 และ 24 ตามลำดับ

#### ก. ค่า $L^*$

ผลการเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์ พบว่าค่า  $L^*$  ของผลส้ม เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่า  $L^*$  เพิ่มขึ้นมากกว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 32) ภายหลังจากการเก็บรักษานาน 5 สัปดาห์ ผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสอย่างต่อเนื่อง และอุณหภูมิสลับ โดยย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสต่ออีก 2 สัปดาห์ มีค่า  $L^*$  ลดลงเล็กน้อย โดยผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียสอย่างต่อเนื่อง มีค่า  $L^*$  แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิสลับ โดยมีค่า  $L^*$  เท่ากับ 66.14, 62.81 และ 61.03 ตามลำดับ (ตารางที่ 22)

#### ข. ค่า $C^*$

ค่า  $C^*$  ของผลส้มที่เก็บรักษาทุกกรรมวิธีมีค่าเข้าใกล้ 60 หมายถึงผลส้มมีสีเข้มขึ้น และผลการทดลองพบว่าช่วงสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 3 ค่า  $C^*$  ของผลส้มที่เก็บรักษาทุกกรรมวิธีเพิ่มขึ้น และลดลงภายหลังจากการเก็บรักษานาน 4 สัปดาห์ (ภาพที่ 33) และการเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่า  $C^*$  สูงที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 4 สัปดาห์ และลดลงในสัปดาห์ที่ 5 โดยในสัปดาห์ที่ 3 มีค่า  $C^*$  เท่ากับ 76.09 และสัปดาห์ที่ 5 มีค่า  $C^*$  เท่ากับ 64.76 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียสอย่างต่อเนื่องและอุณหภูมิสลับ (ตารางที่ 23)

#### ค. ค่า $H^\circ$

ค่า  $H^\circ$  แสดงช่วงสีของผลส้ม ซึ่งมีแนวโน้มลดลงภายหลังจากการเก็บรักษานาน 2 สัปดาห์ (ภาพที่ 34) ค่า  $H^\circ$  ของผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส นาน 1 สัปดาห์ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 85.05 องศา และค่อยๆ ลดลงใกล้เคียงกันในช่วงสัปดาห์ที่ 3 การเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ในช่วงสัปดาห์ที่ 1 ถึง 4 มีค่า  $H^\circ$  ต่ำที่สุด ซึ่งค่า  $H^\circ$  ของผลส้ม ในสัปดาห์ที่ 4 มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 66.84 องศา เมื่อเก็บรักษาผลส้ม นาน 5 สัปดาห์ พบว่าค่า  $H^\circ$  ของผลส้มที่เก็บ

รักษาที่อุณหภูมิสลับมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 65.73 องศา และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับการรักษาที่อุณหภูมิ 3 และ 15 องศาเซลเซียสอย่างต่อเนื่อง (ตารางที่ 24) แสดงว่าสีเปลือกผลส้มมีสีแดงถึงสีเหลือง และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นสีเปลือกผลส้มมีสีเหลืองเข้มขึ้นสอดคล้องกับค่า  $C^*$  ที่เพิ่มขึ้น และค่า  $H^0$  ที่ลดลงทุกกรรมวิธี โดยสีผิวของผลส้มเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ เนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อการสูญเสียสีเขียวซึ่งเกิดจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เช่น สีผิวส้มพันธุ์ Shamouti เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงสีผิวเกิดขึ้นรวดเร็วกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (Cohen, 1978) เนื่องจากอุณหภูมิสูงเอนไซม์ chlorophyllase มีกิจกรรมมากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ จึงเร่งการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ (Wills *et al.*, 1981)

ส่วนอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ในผลไม้ตระกูลส้มอยู่ระหว่าง 15-25 องศาเซลเซียส (Wheaton and Stewart, 1973) หากอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 35 องศาเซลเซียส การสังเคราะห์แคโรทีนอยด์จะถูกยับยั้ง (Davis and Albrigo, 1994) ดังนั้นเมื่อเก็บรักษาผลส้มไว้ที่อุณหภูมิต่ำการเปลี่ยนสีจะเกิดขึ้นได้ช้ากว่าเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง

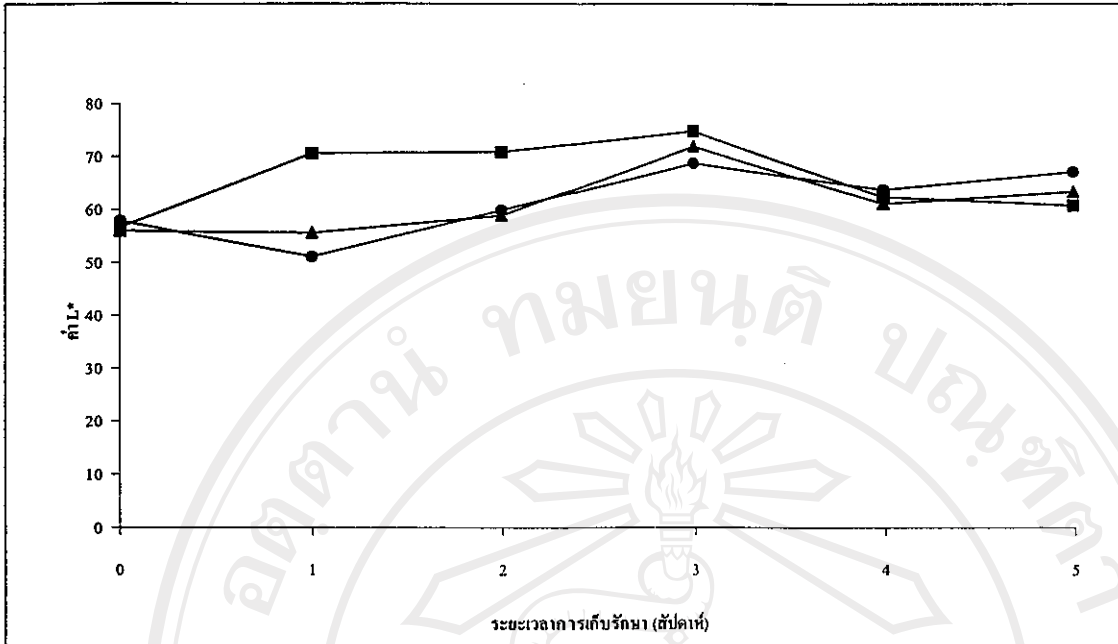
## 1.2 การสูญเสียน้ำหนัก

ระหว่างการเก็บรักษาผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองที่อุณหภูมิ 3 และ 15 องศาเซลเซียสอย่างต่อเนื่องและที่อุณหภูมิสลับนาน 5 สัปดาห์ ผลส้มสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 35 และตารางที่ 25) ภายหลังจากเก็บรักษาผลส้มนาน 3 สัปดาห์ พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส สูญเสียน้ำหนักสูงสุดเท่ากับ 3.58% รองลงมาคือ ผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสลับ ซึ่งสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 2.78% และ 2.52% ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสนาน 4 สัปดาห์สูญเสียน้ำหนักสูงสุดเท่ากับ 5.17% และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสลับ แต่ภายหลังจากเก็บรักษาผลส้มนาน 5 สัปดาห์ พบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยผลส้มสูญเสียน้ำหนัก 6.73, 6.12 และ 5.94% ตามลำดับ (ตารางที่ 25) ผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส สูญเสียน้ำหนักมากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องจากความแตกต่างของความดันไอน้ำระหว่างภายในกับภายนอกผลส้ม ไอน้ำจะเคลื่อนที่จากแหล่งที่มีความชื้นสูงภายในผลส้มออกสู่ภายนอกที่มีความชื้นต่ำกว่า และที่อุณหภูมิสูงน้ำจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นก๊าซได้ง่ายและรวดเร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ (กนกมณฑล,

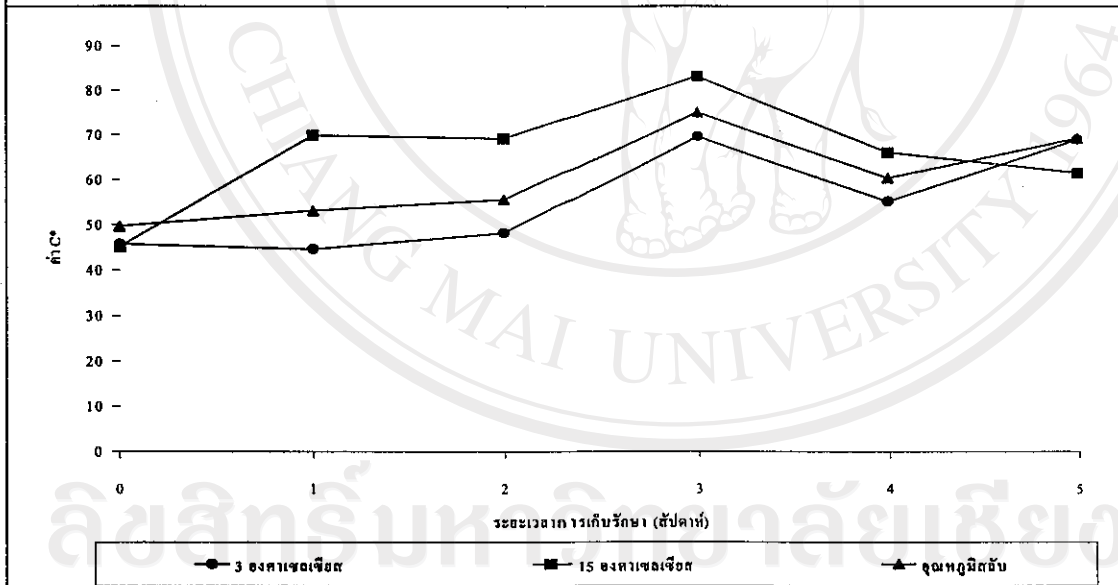
2526; สายชล, 2528; สุรพงษ์, 2530; จริงแท้, 2538) ดังนั้นผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงจึงมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

### 1.3 ลักษณะอาการสะท้อนหวาน

ลักษณะอาการสะท้อนหวานของผลส้มที่สังเกตได้คือภายหลังการเก็บรักษานาน 3 สัปดาห์ เมื่อเก็บรักษานานขึ้นผลส้มแสดงอาการสะท้อนหวานมากขึ้น (ภาพที่ 36) ผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส นาน 4 สัปดาห์ แสดงอาการสะท้อนหวานมากที่สุด โดยมีคะแนนเท่ากับ 3.67 คะแนน และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งมีคะแนนอาการสะท้อนหวานเท่ากับ 2.22 และ 2.44 คะแนน ซึ่งแสดงถึงผลส้มมีจุดสีน้ำตาลและมีรอยบวมมากกว่า 25% แต่น้อยกว่า 50% ภายหลังจากเก็บรักษาผลส้มนาน 5 สัปดาห์ พบว่าอาการสะท้อนหวานมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียสอย่างต่อเนื่อง แสดงอาการสะท้อนหวานมากที่สุดคือ สีผิวเป็นสีน้ำตาล มีรอยบวมและมีอาการฉ่ำน้ำเมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำและที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอาการสะท้อนหวานเท่ากับ 4.44 คะแนน (คือผลส้มมีจุดสีน้ำตาลและมีรอยบวมน้อยกว่า 75%), 3.33 คะแนน (คือผลส้มมีจุดสีน้ำตาลและมีรอยบวมมากกว่า 50%) และ 2.66 คะแนน (คือผลส้มมีจุดสีน้ำตาลและมีรอยบวมมากกว่า 25%) ตามลำดับ (ตารางที่ 26) Schirra and Cohen (1999) รายงานว่าผลส้มพันธุ์ Olinda แสดงอาการสะท้อนหวานเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส นาน 8 สัปดาห์ และแสดงอาการสะท้อนหวานรุนแรงและรวดเร็วภายหลังการเก็บรักษานาน 13 สัปดาห์ การที่ผลไม่เกิดอาการสะท้อนหวานเชื่อว่าขึ้นอยู่กับ fluidity ของเซลล์เมมเบรนที่อุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษา และการที่เมมเบรนมี fluidity แตกต่างกันจะสัมพันธ์กับ unsaturation ของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของฟอสโฟลิปิดที่เมมเบรน (Lyons and Breidenbach, 1977) แต่ Schirra and Cohen (1999) พบว่าการเก็บรักษาผลส้ม Olinda ที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์ สลับกับที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส 2 สัปดาห์ สามารถชะลอการเกิดอาการสะท้อนหวานได้ 15 สัปดาห์ อาการสะท้อนหวานจะพบได้อย่างรวดเร็วเมื่อนำผลส้มออกมาไว้ที่อุณหภูมิห้อง การเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิต่ำ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวและกรดไขมันชนิดอิ่มตัวที่เปลือกของผลส้มพันธุ์ Olinda แต่การเก็บรักษา 3 องศาเซลเซียสอย่างต่อเนื่อง มีผลทำให้มีอัตราส่วนของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวต่อกรดไขมันชนิดอิ่มตัวเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 32 ค่า L\* ของเปลือกส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3, 15 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิสลับ ความชื้นสัมพัทธ์ 85-91 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์



ภาพที่ 33 ค่า C\* ของเปลือกส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3, 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสลับ ความชื้นสัมพัทธ์ 85-91 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

ตารางที่ 22 ค่า L\* ของเปลือกของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองระหว่างการรักษาที่อุณหภูมิ 3, 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสถับ  
ความชื้นสัมพัทธ์ 85-91 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธี	ค่า L*					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
3 องศาเซลเซียส	57.53	61.36a	68.60a	74.16a	65.26a	66.14a
15 องศาเซลเซียส	56.20	62.50a	65.35a	70.19b	62.03b	62.81b
อุณหภูมิสถับ (3°ซ 3 สัปดาห์ 15°ซ 2 สัปดาห์)	56.74	56.60b	59.44b	68.58b	63.62ab	61.03b
LSD	ns	4.25	3.39	3.12	1.93	2.22
C.V.%	6.58	9.60	7.14	5.98	4.13	4.77

a,b,c... = ตัวเลขในแถวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

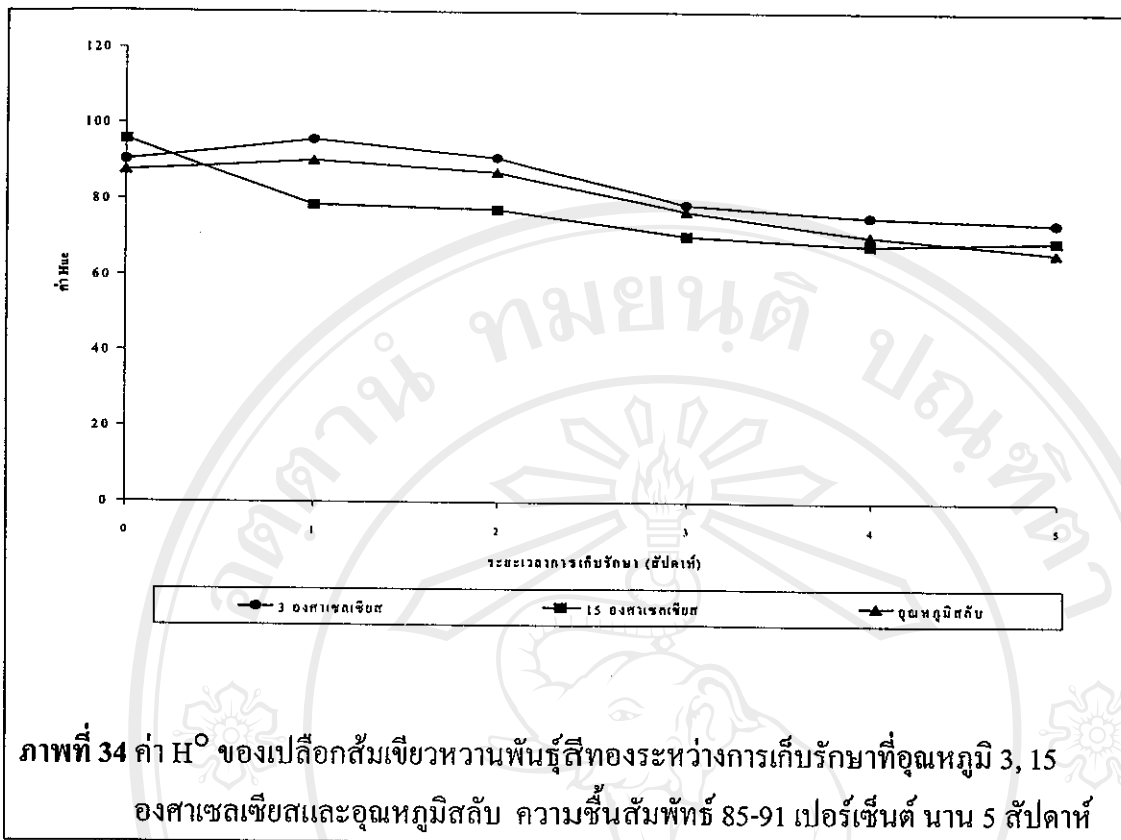


ตารางที่ 23 ค่าสี C\* ของเปลือกด้านนอกของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองระหว่างการศึกษาที่อุณหภูมิ 3, 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิกลับ  
ความชื้นสัมพัทธ์ 85-91 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธี	ค่า C*					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
3 องศาเซลเซียส	45.45b	58.56ab	61.46b	75.66ab	56.02b	68.74a
15 องศาเซลเซียส	44.66b	63.75a	67.35a	76.09a	65.69a	64.76b
อุณหภูมิกลับ (3°ซ 3 สัปดาห์ 15°ซ 2 สัปดาห์)	50.59a	57.36b	59.75b	70.92b	65.54a	70.14a
LSD	2.92	5.44	5.13	4.77	3.29	3.58
C.V.%	8.45	12.35	11.09	8.74	7.17	7.16

a,b,c... = ตัวเลขในแถวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

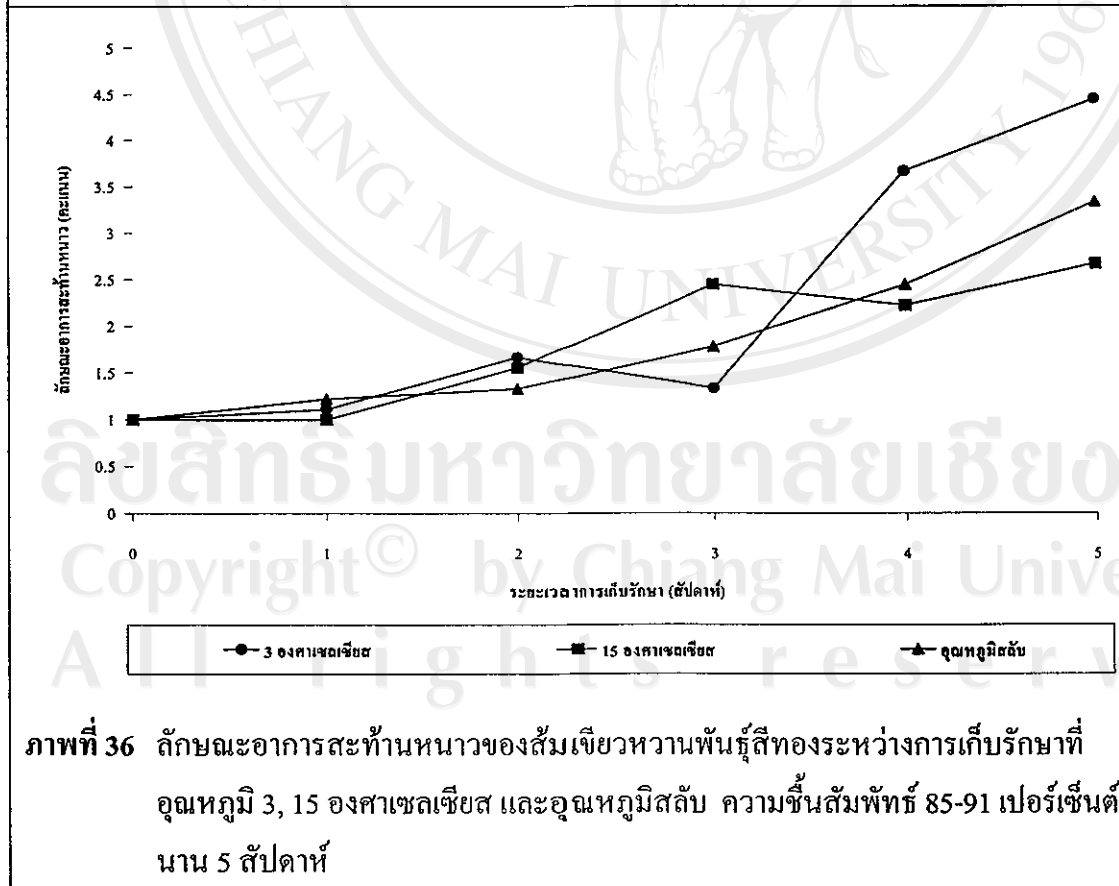
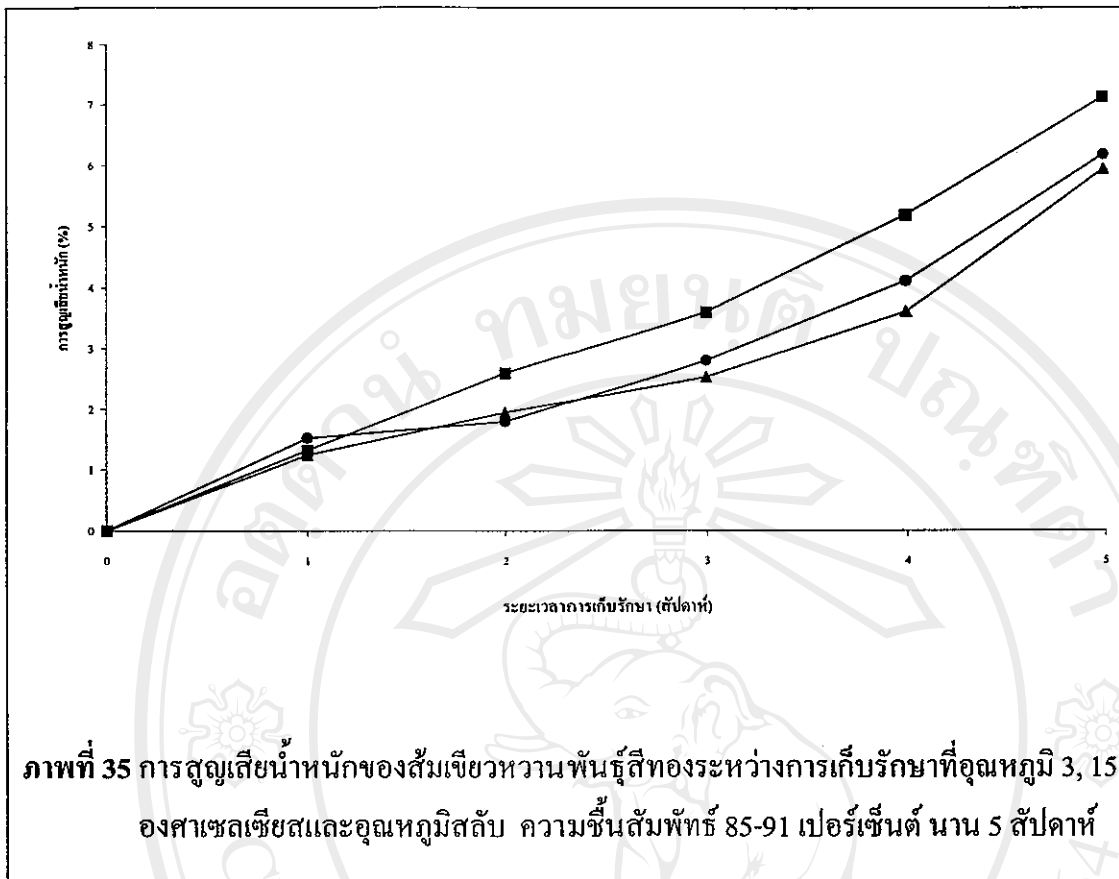


ตารางที่ 24 ค่า H<sup>o</sup> ของเปลือกของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองระหว่างการศึกษาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3, 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสดับ ความชื้นสัมพัทธ์ 85-91 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธี	ค่า H <sup>o</sup>					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
3 องศาเซลเซียส	89.79b	85.05a	82.26a	75.93a	73.71a	71.07a
15 องศาเซลเซียส	95.50a	78.59a	74.61b	68.55b	66.84c	72.15a
อุณหภูมิสดับ (3 <sup>o</sup> ซ 3 สัปดาห์ 15 <sup>o</sup> ซ 2 สัปดาห์)	87.01c	83.08b	80.60a	75.53a	70.12b	65.73b
LSD	2.54	4.04	3.76	2.28	2.05	2.33
C.V.%	3.80	6.68	6.45	4.23	3.96	4.55

a,b,c... = ตัวเลขในแถวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)





ภาพที่ 37 ลักษณะปรากฏของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 และ 15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-91% นาน 0 และ 1 สัปดาห์

หมายเหตุ: A= 0 สัปดาห์

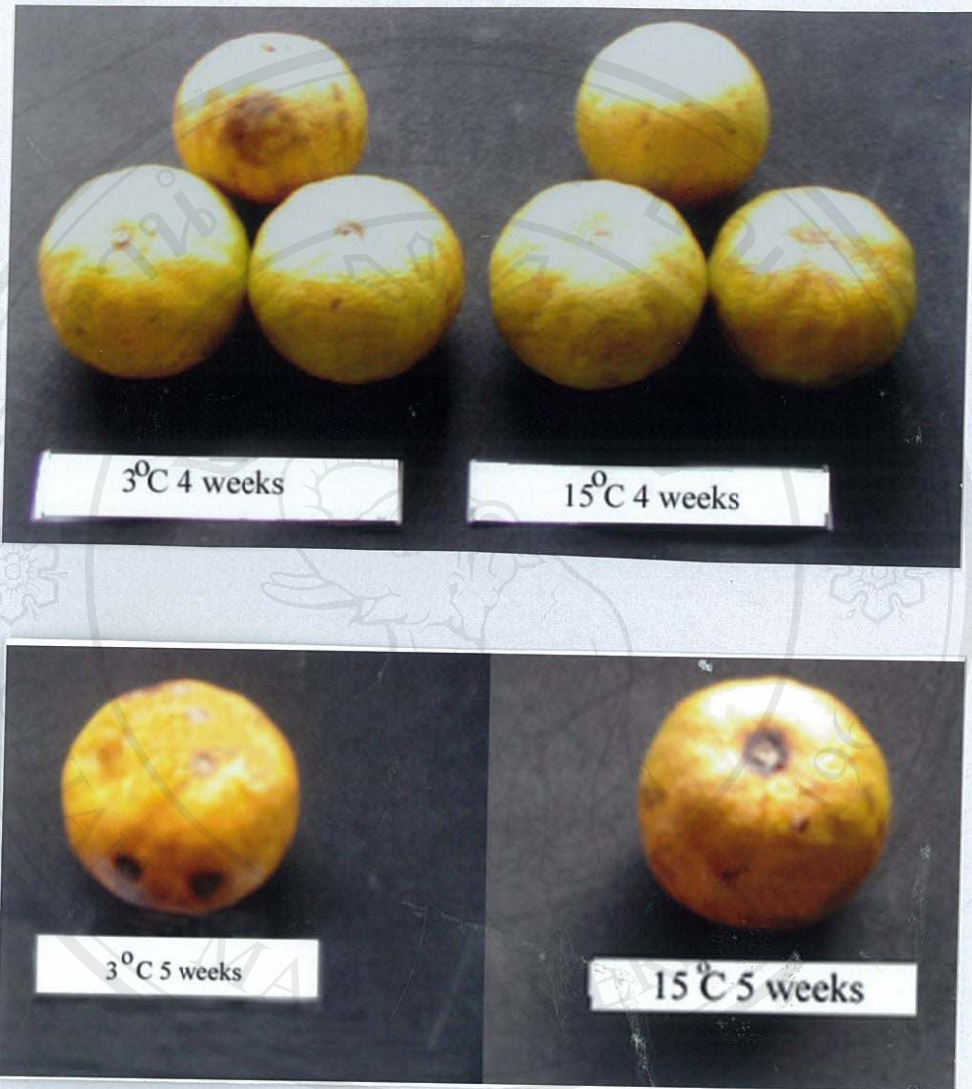
B= 1 สัปดาห์



ภาพที่ 38 ลักษณะปรากฏของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 และ 15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-91% นาน 2 และ 3 สัปดาห์

หมายเหตุ: A= 2 สัปดาห์

B= 3 สัปดาห์



ภาพที่ 39 ลักษณะปรากฏของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 และ 15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-91% นาน 4 และ 5 สัปดาห์

หมายเหตุ: A= 4 สัปดาห์

B= 5 สัปดาห์

ตารางที่ 25 เปรียบเทียบการสูญเสียใบไม้ของผลส้มเขียวหวานพันธุ์ทองระหวางการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3, 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสถับ  
ความชื้นสัมพัทธ์ 85-91 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธี	การสูญเสียใบไม้ (%)					
	0	1	2	3	4	5
3 องศาเซลเซียส	0	1.51a	1.78b	2.78b	4.09b	6.12
15 องศาเซลเซียส	0	1.32b	2.60a	3.58a	5.17a	6.73
อุณหภูมิสถับ (3 องศาเซลเซียส 15 องศาเซลเซียส)	0	1.24b	1.94b	2.52b	3.59c	5.94
LSD	ns	0.14	0.24	0.30	0.45	ns
C.V.%	0	15.77	17.64	16.15	16.44	22.75

a,b,c... = ตัวเลขในแถวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )



ตารางที่ 26 ลักษณะอาการสะท้อนขาวของผลส้มเขียวหวานพันธุ์ทองระหวางการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3, 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิระดับความชื้นสัมพัทธ์ 85-91 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธี	ลักษณะอาการสะท้อนขาว (คะแนน)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
3 องศาเซลเซียส	1.00	1.11	1.67	2.44a	3.67a	4.44a
15 องศาเซลเซียส	1.00	1.00	1.56	1.78b	2.22b	2.66c
อุณหภูมิระดับ (3°ซ 3 สัปดาห์ 15°ซ 2 สัปดาห์)	1.00	1.22	1.33	1.56b	2.44b	3.33b
LSD	ns	ns	ns	0.63	0.48	0.50
C.V.%	0	28.73	33.53	33.52	17.66	14.63

a,b,c... = ตัวเลขในแถวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

## 2. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

### 2.1 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ผลการทดลองพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในช่วงสัปดาห์ที่ 2 ผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงที่สุดและลดลงอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 5 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 40) ภายหลังจากเก็บรักษาผลส้มนาน 4 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 3 และ 15 องศาเซลเซียสอย่างต่อเนื่อง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิลบ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 8.48, 9.52 และ 8.77% ตามลำดับ ภายหลังจากเก็บรักษานาน 5 สัปดาห์ ผลส้มเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 และ 15 องศาเซลเซียสอย่างต่อเนื่อง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 8.49 และ 8.07% ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) และอุณหภูมิลบ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 9.77% มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ 2 กรรมวิธีแรก ( $p \leq 0.05$ ) (ตารางที่ 27) ผลการทดลองในผลส้มพันธุ์ Olinda ใวนาน 25 สัปดาห์ พบว่าสภาวะการเก็บรักษาผลส้มไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และค่อยๆ เพิ่มขึ้น ภายหลังจากเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส นาน 15 สัปดาห์ ผลส้มมีปริมาณเอทานอลและอะซีตอลดีไฮด์เพิ่มขึ้นด้วย พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Schirra and Cohen, 1999) วิกันดา (2541) รายงานว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของส้มเขียวพันธุ์สายน้ำผึ้ง มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 9.22-10.93%

### 2.2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง และ ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้

การเก็บรักษาผลส้มพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 41) การเก็บรักษาผลส้มตั้งแต่สัปดาห์แรก ถึงสัปดาห์ที่ 3 พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเก็บรักษาผลส้มนาน 4 สัปดาห์ ค่าความเป็นกรด-ด่างที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียสมีค่าสูงสุดเท่ากับ 4.84 รองลงมาคือผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิลบซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.71 และ 4.54 ตามลำดับ และเมื่อเวลาการเก็บรักษาผลส้มนาน 5 สัปดาห์ พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสมีค่าสูงสุดเท่ากับ 5.39 รองลงมาคือผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิลบ และ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ให้ค่าเท่ากับ 4.73 และ 4.72 ตามลำดับ (ตารางที่ 28)

ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ตลอดการเก็บรักษามีค่าลดลงทุกกรรมวิธี (ภาพที่ 42) ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ของการเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิลบให้ค่ามากกว่ากรรมวิธีที่

เก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิ 3 และ 15 องศาเซลเซียส ในทุกสัปดาห์ของการเก็บรักษาผลส้ม และพบว่าภายหลังการเก็บรักษานาน 5 สัปดาห์ ผลส้มที่เก็บรักษาโดยอุณหภูมิสลับมีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไต่เตรทได้มากที่สุดเท่ากับ 0.41 รองลงมาเป็นการเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีปริมาณกรดทั้งหมดที่ไต่เตรทได้เท่ากับ 0.37% เช่นเดียวกับที่วิกินดา (2541) รายงานว่าปริมาณกรดทั้งหมดที่ไต่เตรทได้ของผลส้มเขียวหวานพันธุ์ สายน้ำผึ้งมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา และมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น เช่นเดียวกับการเก็บรักษาส้มพันธุ์ Olinda สามารถเก็บรักษาได้นาน 25 สัปดาห์ เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์สลับกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส นาน 2 สัปดาห์ ซึ่งพบว่าปริมาณกรดทั้งหมดที่ไต่เตรทได้จากผลส้มทั้ง 2 วิธีดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Schirra and Cohen, 1999) ปริมาณกรดที่พบในผลส้มจะมีมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น สายพันธุ์ ดินต่อ การบำรุงรักษาต้นส้ม อายุของส้ม กรดอินทรีย์จะมีปริมาณลดลงเองตามธรรมชาติเมื่อผลส้มแก่ขึ้น และอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อปริมาณกรดในผลส้มก็คือความแตกต่างของอุณหภูมิในเวลากลางวันกับเวลากลางคืนแตกต่างกันมากปริมาณกรดในผลส้มจะยิ่งมาก (Spiegel-Roy and Goldschmidt, 1996) ซึ่งในผลส้มมีปริมาณกรดซิตริกมากและค่อนข้างคงที่หลังจากผลแก่จัดหรือสุก และคาดว่าเนื่องจากส้มเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric จึงมีการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวเพียงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับผลไม้ประเภท climacteric (สายชล, 2528)

### 2.3 ปริมาณสารที่รั่วไหลภายในเซลล์

ระหว่างการเก็บรักษาผลส้มในช่วง 3 สัปดาห์แรก การเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้นช้ากว่าการเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 43) เมื่อเก็บรักษาผลส้มนาน 4 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์สูงที่สุด คือ 50.36% ภายหลังการเก็บรักษาผลส้มนาน 5 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์มากที่สุดเท่ากับ 53.90% รองลงมาเป็นการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสลับ การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 49.84% มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (ตารางที่ 30) และพบว่าหมดอายุการเก็บรักษาเมื่อพิจารณาจากลักษณะปรากฏผิวเปลือกเป็นสีน้ำตาล และมีรอยมูกมากกว่า 75% จากผลการทดลองพบว่าการสลับอุณหภูมิในการเก็บรักษาผลส้มสามารถชะลออาการสะท้อนหนาวได้ในช่วง 4 สัปดาห์สุดท้าย ซึ่งสอดคล้องกับการเก็บรักษาส้มพันธุ์ Olinda สามารถเก็บรักษาได้นาน 25 สัปดาห์ เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์สลับกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส นาน 2 สัปดาห์ แต่ถ้าเก็บรักษาผลส้มไว้ที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส เพียงอุณหภูมิเดียวจะเกิดอาการสะท้อน

หนาว (Schirra and Cohen, 1999) และมีการเปรียบเทียบการเก็บรักษาส้ม 'Fortune' ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส กับการเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิต่ำ โดยเก็บรักษาที่ 10 องศาเซลเซียส 3 วัน 2 องศาเซลเซียส ทุกๆ 4 วัน พบว่าการเก็บรักษาโดยอุณหภูมิต่ำทำให้เกิดอาการระคายเคืองหนาวชาลง (Schirra and Mulas, 1995) และ Artes (1995) รายงานว่าการสลับอุณหภูมิในการเก็บรักษาช่วยชะลออาการระคายเคืองหนาวของผลส้มได้ เช่นเดียวกับมันฝรั่งสามารถเก็บรักษาได้นานขึ้นเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15.5 องศาเซลเซียส นาน 1 สัปดาห์สลับกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์โดยไม่เกิดอาการระคายเคืองหนาว (Wang, 1993) และการใช้อุณหภูมิต่ำก่อนการเก็บรักษาผลมะละกอพันธุ์แขกดำที่อุณหภูมิต่ำสามารถลดอาการระคายเคืองหนาวได้ (ลดาศิริ, 2541)

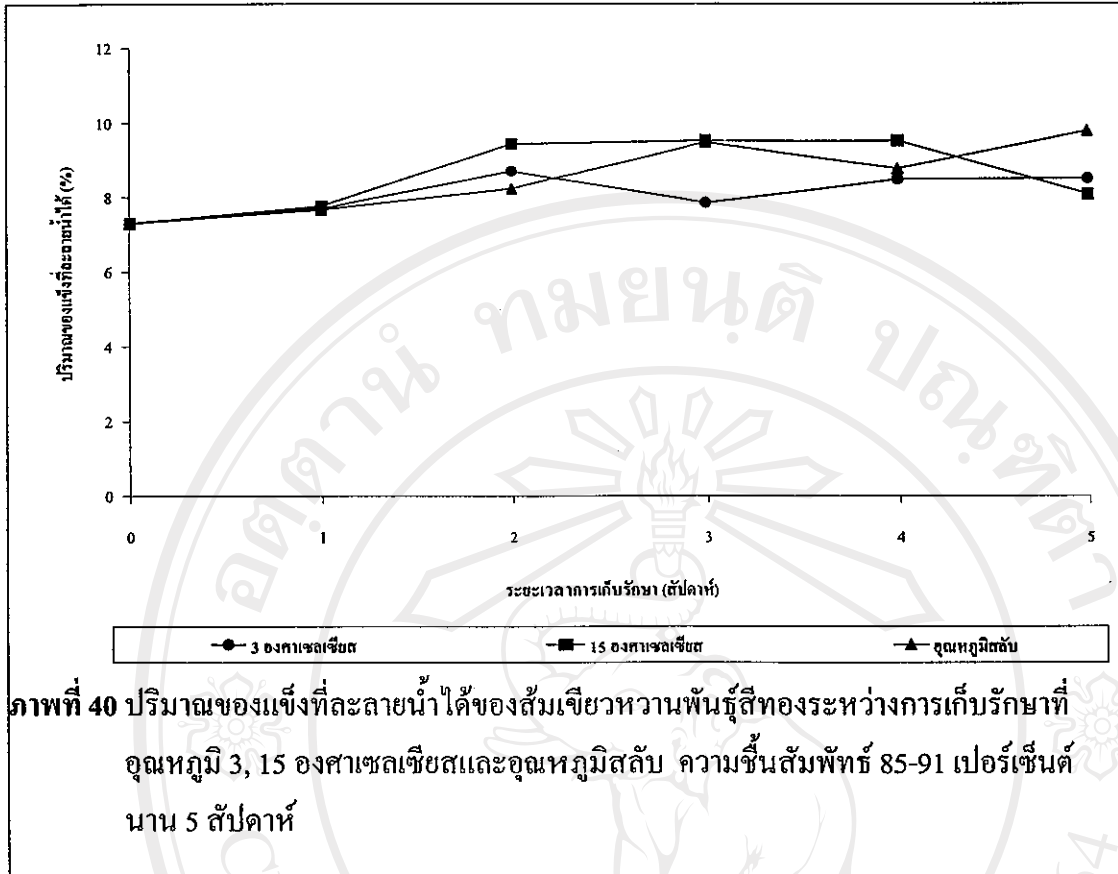
#### 2.4 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ

อัตราการหายใจของผลส้มช่วงสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 3 พบว่าการเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีอัตราการหายใจสูงกว่าการเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิต่ำ เมื่อเก็บรักษาผลส้มนาน 4 สัปดาห์ผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส อัตราการหายใจสูงสุดและลดลงในสัปดาห์ที่ 5 (ภาพที่ 44) ภายหลังจากเก็บรักษาผลส้มนาน 4 สัปดาห์ พบว่าผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียสมีอัตราการหายใจสูงสุดเท่ากับ 24.40 มิลลิกรัม CO<sub>2</sub>/กก./ชม. รองลงมาคือ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำ มีค่าเท่ากับ 15.91 และ 14.89 มิลลิกรัม CO<sub>2</sub>/กก./ชม. ตามลำดับและเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 5 ของการเก็บรักษาผลส้มอุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส มีค่าสูงสุดเท่ากับ 22.44 มิลลิกรัม CO<sub>2</sub>/กก./ชม. ทั้งนี้เนื่องจากการเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียสเป็นอุณหภูมิค่า ที่มีอัตราการหายใจสูง ทั้งนี้เนื่องจากผลส้มเริ่มจะเกิดอาการระคายเคืองหนาวนั้น อาจเป็นสาเหตุทำให้อัตราการหายใจเพิ่มขึ้นเนื่องจากเชื้อหุ้มไมโทคอนเดรียเปลี่ยนสภาพไป (दनัย, 2540) และพบว่าช่วงเริ่มทำการทดลองอัตราการหายใจของผลส้มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) (ตารางที่ 31) เมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 5 ของการเก็บรักษา ผลส้มเริ่มมีอัตราการหายใจลดต่ำลง และเมื่อหมดอายุการเก็บรักษา อัตราการหายใจของผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิต่ำ ให้ค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) และพบว่ามีค่าลดลงมีค่าอยู่ในช่วง 15.26-15.31 มิลลิกรัม CO<sub>2</sub>/กก./ชม. ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องการเก็บรักษาส้มพันธุ์ Olinda โดยการวัดอัตราการหายใจของผลส้ม พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำที่มีอัตราการหายใจลดลง มีอัตราการหายใจ 18.6 มิลลิกรัม CO<sub>2</sub>/กก./ชม. และลดลงเหลือ 9.1 มิลลิกรัม CO<sub>2</sub>/กก./ชม. ภายหลังจากการเก็บ

รักษาที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส นาน 5 สัปดาห์ แล้วเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงหลังของการเก็บรักษา และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสลับอัตราการหายใจจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตลอดการเก็บรักษา (Schirra and Cohen, 1999) อีกทั้งส้มเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric ที่มีอัตราการหายใจต่ำ ดังนั้นการเสื่อมสภาพของผลส้มเนื่องจากการหายใจ (Phan *et al.*, 1975)



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved

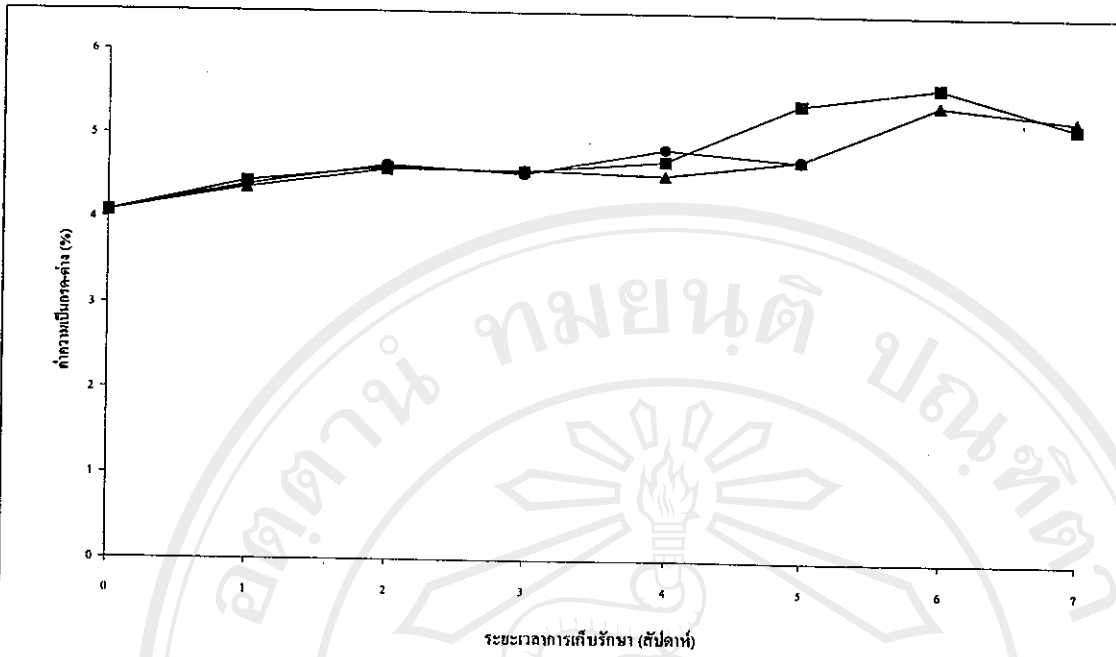


ตารางที่ 27 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองระหว่างการรักษาที่อุณหภูมิ 3, 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่ดับ ความชื้นสัมพัทธ์ 85-91 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

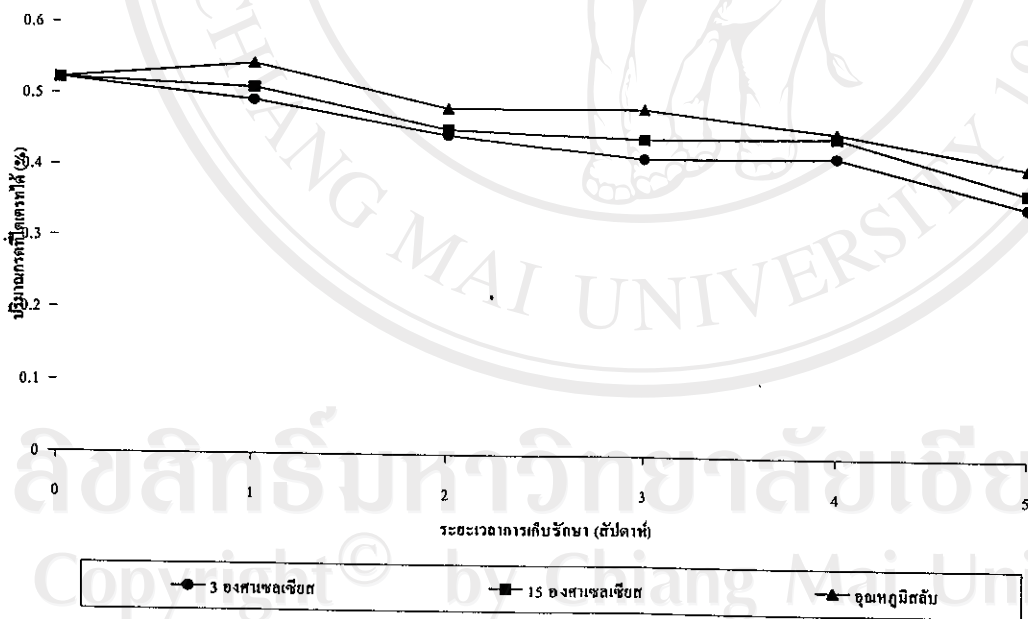
กรรมวิธี	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
3 องศาเซลเซียส	7.30	7.70b	8.70ab	7.84b	8.48	8.49b
15 องศาเซลเซียส	7.30	7.77a	9.43a	9.52a	9.52	8.07b
อุณหภูมิกลับ (3 <sup>o</sup> ซ 3 สัปดาห์ 15 <sup>o</sup> ซ 2 สัปดาห์)	7.30	7.67b	8.23b	9.48a	8.77	9.77a
LSD	ns	0.06	0.74	0.53	ns	0.79
C.V.%	1.19	0.84	8.68	6.06	14.66	9.30

a,b,c... = ตัวเลขในแถวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )



ภาพที่ 41 ค่าความเป็นกรด-ด่างของส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3, 15 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิสดับ ความชื้นสัมพัทธ์ 85-91 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์



ภาพที่ 42 ปริมาณกรดที่ได้อัตราที่ได้ของส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3, 15 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิสดับ ความชื้นสัมพัทธ์ 85-91 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์



ตารางที่ 28 ค่าความแปรปรวนของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3, 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิระดับความชื้นสัมพัทธ์ 85-91 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธี	ค่าความแปรปรวนต่าง					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
3 องศาเซลเซียส	4.08	4.40	4.64	4.55	4.84a	4.72b
15 องศาเซลเซียส	4.08	4.44	4.61	4.58	4.71b	5.39a
อุณหภูมิสถับ (3°ซ 3 สัปดาห์ 15°ซ 2 สัปดาห์)	4.08	4.37	4.59	4.59	4.54c	4.73b
LSD	ns	ns	ns	ns	0.10	0.20
C. V. %	0.35	4.35	4.44	3.99	2.16	4.07

a,b,c... = ตัวเลขในแถวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

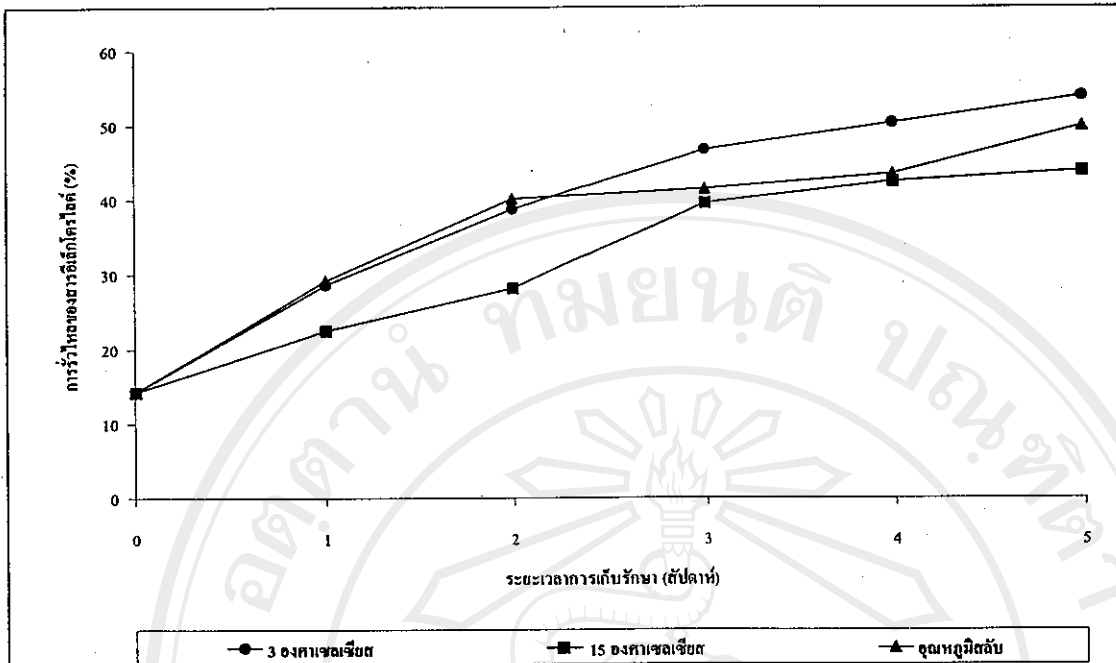
ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ตารางที่ 29 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ผลสัมพันธ์กับความหนืดของระหว่างการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณกรดและอุณหภูมิระดับความเข้มข้นพีพีอาร์ 85-91 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

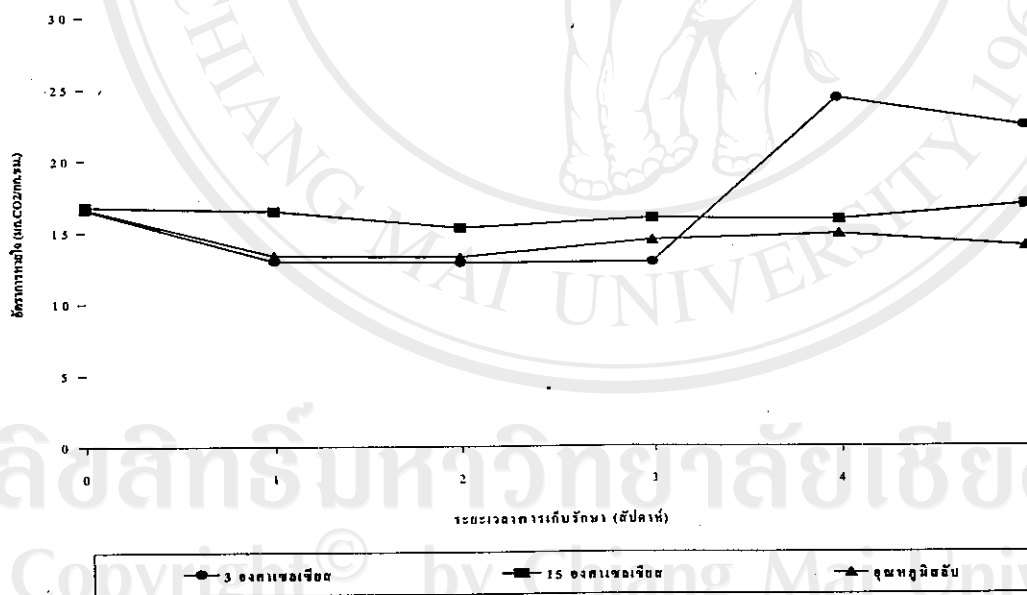
กรรมวิธี	ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ (%)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
3 องศาเซลเซียส	0.52	0.49b	0.45b	0.41c	0.42b	0.35b
15 องศาเซลเซียส	0.52	0.51ab	0.45b	0.44b	0.45a	0.37ab
อุณหภูมิระดับ (3°x 3 สัปดาห์ 15°x 2 สัปดาห์)	0.52	0.54a	0.48a	0.48a	0.45a	0.41a
LSD	ns	0.04	0.03	0.02	0.02	0.04
C.V.%	0	7.99	5.74	4.47	5.57	10.32

a,b,c... = ตัวเลขในแถวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )



ภาพที่ 43 การร่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ของส้มเขียวหวานพันธุ์สีทอง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3, 15 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิสถับ ความชื้นสัมพัทธ์ 85-91 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์



ภาพที่ 44 อัตราการหายใจของส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3, 15 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิสถับ ความชื้นสัมพัทธ์ 85-91 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

ตารางที่ 30 การร่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองระหว่างการศึกษาที่อุณหภูมิ 3, 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสถับ  
 ความชื้นสัมพัทธ์ 85-91 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธี	การร่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ (%)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
3 องศาเซลเซียส	14.24	28.60a	38.69a	46.69a	50.36a	53.90a
15 องศาเซลเซียส	14.24	22.53b	28.15b	39.52c	42.46b	43.76c
อุณหภูมิสถับ (3°ซ 3 สัปดาห์ 15°ซ 2 สัปดาห์)	14.24	29.14a	40.11a	41.44b	43.46b	49.84b
LSD	ns	1.94	1.71	1.66	1.97	1.45
C.V.%	14.82	7.44	4.92	4.00	4.45	3.03

a,b,c,... = ตัวเลขในแถวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ตารางที่ 31 อัตราการหายใจของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองระหว่างการรักษาที่อุณหภูมิ 3, 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิระดับความชื้นสัมพัทธ์ 85-91 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 สัปดาห์

กรรมวิธี	อัตราการหายใจ (มิลลิกรัม CO <sub>2</sub> /กก./ชม.)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
3 องศาเซลเซียส	16.59	13.00b	12.90b	12.91c	24.40a	22.44a
15 องศาเซลเซียส	16.79	16.52a	15.34a	15.99a	15.91b	16.95b
อุณหภูมิระดับ (3°x 3 สัปดาห์ 15°x 2 สัปดาห์)	16.65	13.39b	13.29b	14.46b	14.89b	14.02c
LSD	ns	1.01	1.25	1.06	1.90	2.26
C.V.%	8.74	7.28	7.53	7.53	10.62	13.03

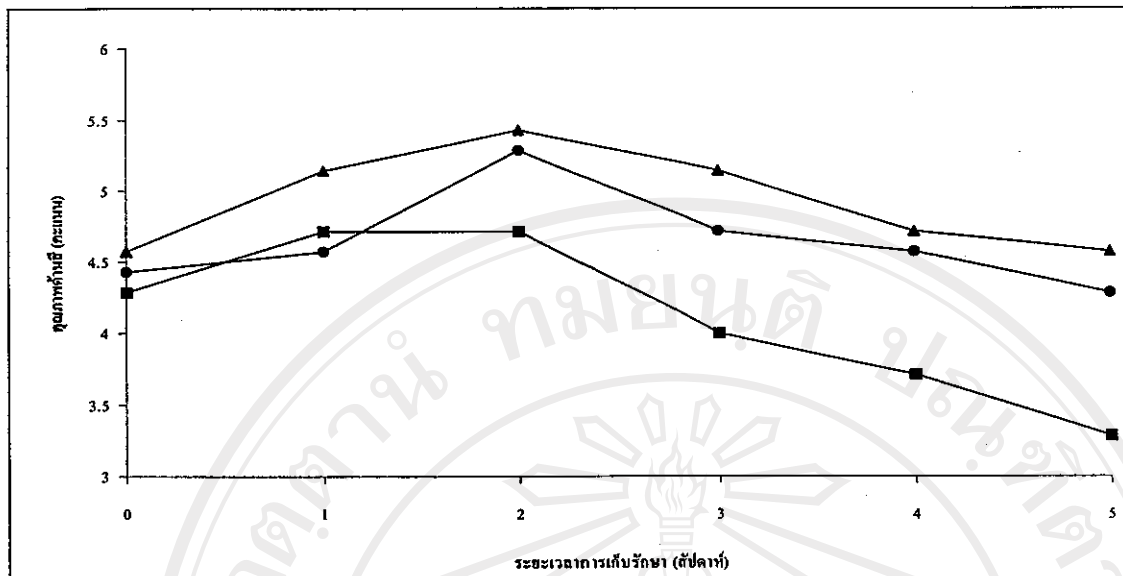
a,b,c... = ตัวเลขในแถวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

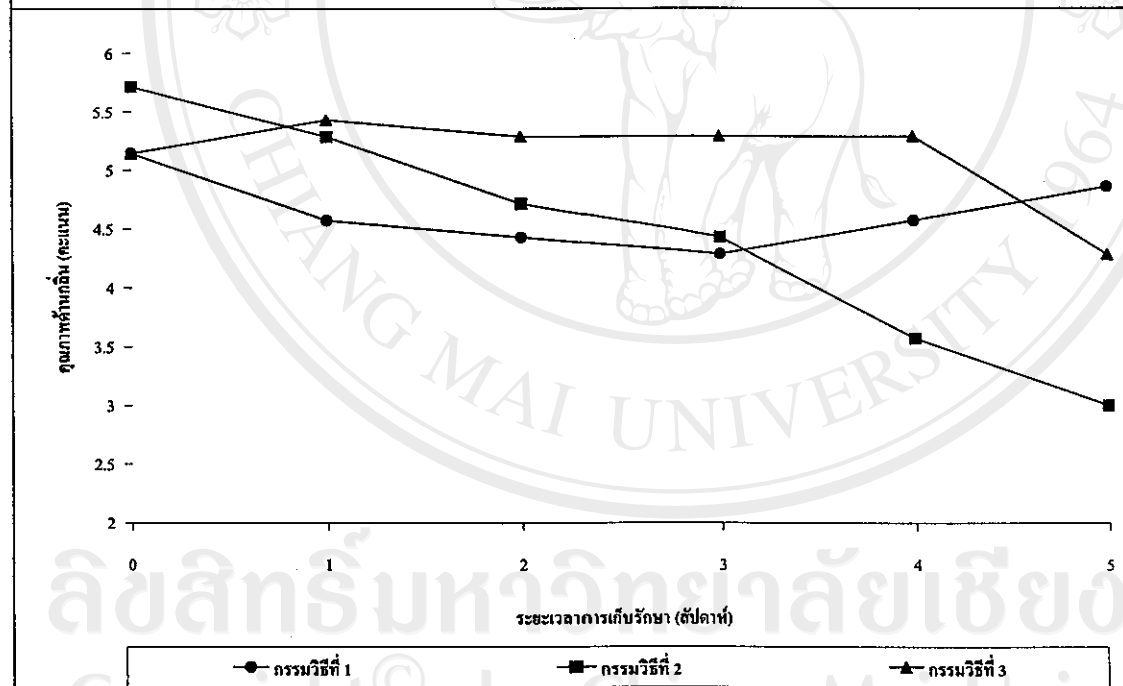
**การทดลองที่ 4 คุณภาพของส้มเขียวหวานพันธุ์สีทองภายหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ**  
**การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส (สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม)**

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนให้ผู้ทดสอบชิม (ภาคผนวก ก) ที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 7 คน พบว่าในช่วงสัปดาห์แรกคุณภาพของผลส้มด้านสีได้คะแนนการประเมินผลสูงและลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 45) และภายหลังการเก็บรักษานาน 2 สัปดาห์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการเก็บรักษาช่วงแรกยังไม่พัฒนาเข้าสู่ระยะการเสื่อมสภาพ เมื่อเก็บรักษานาน 3, 4 และ 5 สัปดาห์ พบว่าผลส้มที่เก็บรักษาโดยวิธีลดอุณหภูมิลำดับขั้นจากอุณหภูมิห้องเป็น  $15^{\circ}\text{C}$  (1 วัน)  $\rightarrow 10^{\circ}\text{C}$  (2 วัน)  $\rightarrow 5^{\circ}\text{C}$  (กรรมวิธีที่ 1) และ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส (กรรมวิธีที่ 3) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับผลส้มที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (กรรมวิธีที่ 2) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 32) ผลการประเมินคุณภาพด้านกลิ่น ในช่วงเริ่มทำการทดลอง ผลส้มที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสได้รับคะแนนการประเมินสูงที่สุด แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นผลการประเมินคุณภาพด้านกลิ่นได้คะแนนลดลง (ภาพที่ 46) เมื่อเก็บรักษานาน 5 สัปดาห์ พบว่าการยอมรับทางด้านกลิ่นของผลส้มที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที แล้วเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับผลส้มที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นจากอุณหภูมิห้องเป็น  $15^{\circ}\text{C}$  (1 วัน)  $\rightarrow 10^{\circ}\text{C}$  (2 วัน)  $\rightarrow 5^{\circ}\text{C}$  และผลส้มที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสอย่างต่อเนื่อง มีคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นเท่ากับ 3.00, 4.86 และ 4.29 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 33) ทั้งนี้เนื่องจากการเก็บรักษาผลส้มที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยให้ปฏิกิริยาทางชีวเคมีเกิดขึ้นช้า (สายชล, 2528) ทำให้ผลการประเมินคุณภาพด้านรสชาติของผลส้มในสัปดาห์แรก ได้คะแนนสูงและลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 47) และภายหลังการเก็บรักษานาน 5 สัปดาห์ ผลส้มที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นจากอุณหภูมิห้องเป็น  $15^{\circ}\text{C}$  (1 วัน)  $\rightarrow 10^{\circ}\text{C}$  (2 วัน)  $\rightarrow 5^{\circ}\text{C}$  ได้รับคะแนนการประเมินสูงที่สุดเท่ากับ 3.57 คะแนน ผลส้มที่ลดอุณหภูมิลำดับขั้นจากอุณหภูมิห้องเป็น  $15^{\circ}\text{C}$  (1 วัน)  $\rightarrow 10^{\circ}\text{C}$  (2 วัน)  $\rightarrow 5^{\circ}\text{C}$  และผลส้มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสอย่างต่อเนื่อง พบว่าการประเมินคุณภาพด้านรสชาติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) นำทั้ง 2 กรรมวิธี มาเปรียบเทียบกับผลส้มที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (ตารางที่ 34) ผลการทดสอบคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส

ผลการให้คะแนนของผู้ทดสอบชิม พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาได้คะแนนด้านเนื้อสัมผัสลดลง (ภาพที่ 48) ผลสัมที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ได้คะแนนเนื้อสัมผัสเท่ากับ 1.43 คะแนน เป็นลักษณะเนื้อสัมผัสจมน้ำมากที่สุด ผลสัมที่ลดอุณหภูมิลำดับขึ้นจากอุณหภูมิห้องเป็น 15°C (1วัน) → 10°C (2วัน) → 5°C และ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสอย่างต่อเนื่อง มีคะแนนเนื้อสัมผัสเท่ากับ 4.14 และ 4.71 คะแนน ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (ตารางที่ 35) ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ผลสัมที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ได้คะแนนการประเมินด้านคุณภาพเนื้อสัมผัส จมน้ำมากที่สุดอาจเนื่องมาจากระหว่างการจุ่มน้ำร้อนก่อนการเก็บรักษา อาจทำให้ผลสัมดูดน้ำไว้ในเซลล์ การทดสอบคุณภาพด้านการยอมรับรวม พบว่าผลสัมที่เก็บรักษาโดยการลดอุณหภูมิลำดับขึ้นจากอุณหภูมิห้องเป็น 15°C (1วัน) → 10°C (2วัน) → 5°C ได้รับคะแนนด้านการยอมรับรวมมากที่สุด รองลงมาคือ ผลสัมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสอย่างต่อเนื่อง มีคะแนนเท่ากับ 5.14 คะแนน (ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง) และ 4.57 คะแนน (เฉยๆถึงชอบเล็กน้อย) ตามลำดับ (ตารางที่ 36 และภาคผนวก ก) ทั้งนี้อาจเป็นสาเหตุเนื่องจาก สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ที่ผู้ทดสอบชิมเกิดความรู้สึกไม่พึงพอใจ



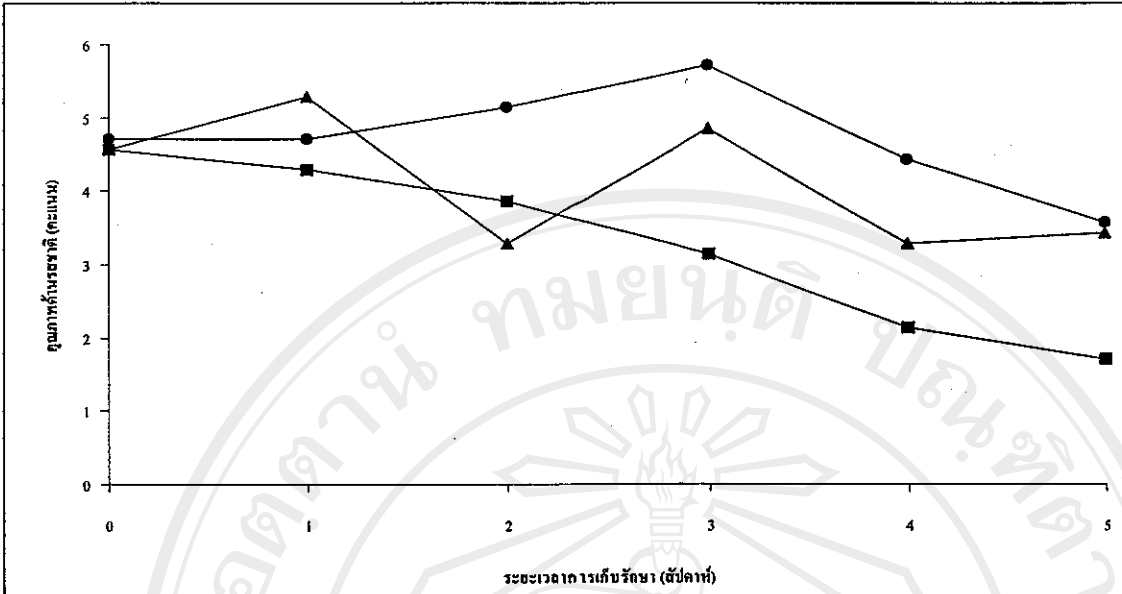
ภาพที่ 45 คะแนนคุณภาพด้านสีของสั้มเขียวหวานพันธุ์สีทอง



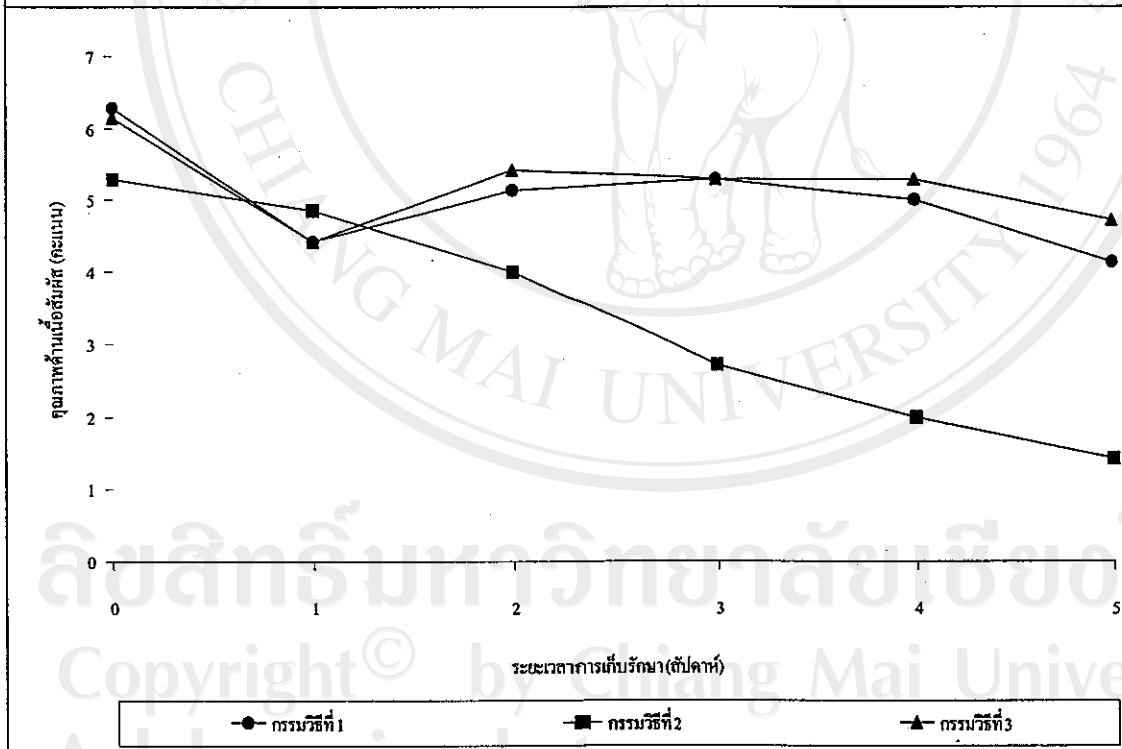
ภาพที่ 46 คะแนนคุณภาพด้านกลิ่นของสั้มเขียวหวานพันธุ์สีทอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright © by Chiang Mai University  
 All rights reserved

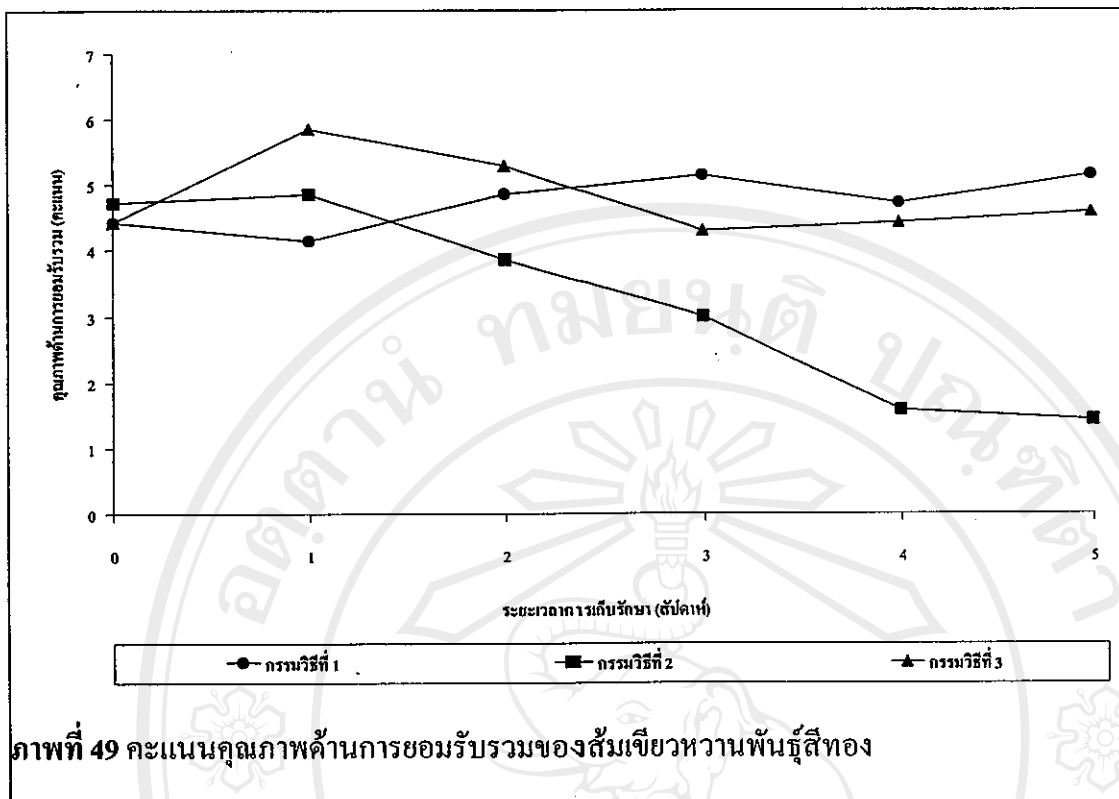




ภาพที่ 47 คะแนนคุณภาพด้านรสชาติของส้มเขียวหวานพันธุ์สีทอง



ภาพที่ 48 คะแนนคุณภาพด้านเนื้อส้มฝัสดของส้มเขียวหวานพันธุ์สีทอง



ภาพที่ 49 คะแนนคุณภาพด้านการยอมรับรวมของส้มเขียวหวานพันธุ์สีทอง

ตารางที่ 32 การทดสอบคุณภาพด้านสิ่งของผลส้มเขียวหวานพันธุ์ดีทอง

กรรมวิธี	คุณภาพด้านสี (คะแนน)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
อุณหภูมิ $\rightarrow 15^{\circ}\text{ซ}$ (1วัน) $\rightarrow 10^{\circ}\text{ซ}$ (2วัน) $\rightarrow 5^{\circ}\text{ซ}$	4.43	4.57	5.29	4.71a	4.57a	4.29a
จุ่มน้ำร้อน $50^{\circ}\text{ซ}$ 1 นาที เก็บรักษาที่ $5^{\circ}\text{ซ}$	4.29	4.71	4.71	4.00b	3.71b	3.29b
อุณหภูมิ $15^{\circ}\text{ซ}$	4.57	5.14	5.43	5.14a	4.71a	4.57a
LSD	ns	ns	ns	0.66	0.68	0.68
C.V.%	11.73	13.86	13.42	12.79	13.94	14.93

a, b, c... = ตัวเลขในแถวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ตารางที่ 33 การทดสอบคุณภาพด้านกลิ่นของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทอง

กรรมวิธี	คุณภาพด้านกลิ่น (คะแนน)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
อุณหภูมิ $\rightarrow$ 15 $^{\circ}$ C (1 วัน) $\rightarrow$ 10 $^{\circ}$ C (2 วัน) $\rightarrow$ 5 $^{\circ}$ C	5.14b	4.57b	4.43b	4.29b	4.57a	4.86a
จุ่มน้ำร้อน 50 $^{\circ}$ C 1 นาที เก็บรักษาที่ 5 $^{\circ}$ C	5.71a	5.29a	4.71b	4.43b	3.57b	3.00b
อุณหภูมิ 15 $^{\circ}$ C	5.14b	5.42a	5.28a	5.29a	5.29a	4.29a
LSD	0.47	0.58	0.57	0.57	0.79	0.85
C.V.%	7.83	10.19	10.48	10.80	15.67	18.68

a,b,c... = ตัวเลขในแถวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ตารางที่ 34 การทดสอบคุณภาพด้านรสชาติของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทอง

กรรมวิธี	คุณภาพด้านรสชาติ (คะแนน)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
อุณหภูมิ $\rightarrow 15^{\circ}\text{ซ}$ (1วัน) $\rightarrow 10^{\circ}\text{ซ}$ (2วัน) $\rightarrow 5^{\circ}\text{ซ}$	4.71	4.71ab	5.14a	5.71a	4.43a	3.57a
จุ่มน้ำร้อน $50^{\circ}\text{ซ}$ 1 นาที เก็บรักษาที่ $5^{\circ}\text{ซ}$	4.53	4.29b	3.86b	3.14c	2.14c	1.71b
อุณหภูมิ $15^{\circ}\text{ซ}$	4.57	5.29a	3.29b	4.86b	3.28b	3.43a
LSD	ns	0.85	0.71	0.71	1.06	0.58
C.V.%	13.36	15.87	15.38	13.78	28.68	17.88

a,b,c... = ตัวเลขในแถวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างก็บ่งชี้ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ตารางที่ 35 การทดสอบคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทอง

กรรมวิธี	คุณภาพด้านเนื้อสัมผัส (คะแนน)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
อุณหภูมิ $\rightarrow 15^{\circ}\text{ซ}$ (1วัน) $\rightarrow 10^{\circ}\text{ซ}$ (2วัน) $\rightarrow 5^{\circ}\text{ซ}$	6.29	4.43	5.14a	5.29a	5.00a	4.14a
จุ่มน้ำร้อน $50^{\circ}\text{ซ}$ 1 นาที เก็บรักษาที่ $5^{\circ}\text{ซ}$	6.00	4.86	4.00b	2.71b	2.00b	1.43b
อุณหภูมิ $15^{\circ}\text{ซ}$	6.14	4.43	5.43a	5.29a	5.29a	4.71a
LSD	ns	ns	0.68	0.66	0.81	0.75
C.V.%	11.09	10.67	12.44	17.67	17.67	19.44

a,b,c... = ตัวเลขในแถวเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ตารางที่ 36 การทดสอบคุณภาพด้านการยอมรับรวมของผลส้มเขียวหวานพันธุ์สีทอง

กรรมวิธี	คุณภาพด้านการยอมรับรวม (คะแนน)					
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	3	4	5
อุณหภูมิ $\rightarrow 15^{\circ}\text{ซ}$ (1วัน) $\rightarrow 10^{\circ}\text{ซ}$ (2วัน) $\rightarrow 5^{\circ}\text{ซ}$	4.43	4.14b	4.86a	5.14a	4.71a	5.14a
จุ่มน้ำร้อน $50^{\circ}\text{ซ}$ 1 นาที เก็บรักษาที่ $5^{\circ}\text{ซ}$	4.71	4.86b	3.86b	3.00c	1.57b	1.43b
อุณหภูมิ $15^{\circ}\text{ซ}$	4.43	5.86a	5.28a	4.29b	4.43a	4.57a
LSD	ns	0.94	0.88	0.76	0.95	0.76
C.V.%	17.17	16.87	16.86	16.38	23.66	18.27

a,b,c... = ตัวเลขในแถวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )