บทที่ 4

ผลและวิจารณ์การทดลอง

การทดลองที่ 1 การรักษาคุณภาพโดยการใช้ความร้อน

การทดลองจุ่มผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียส นาน 1, 1.5 และ 2 นาที แล้วบรรจุในถุงพลาสติกโพลีเอทธิลีนที่เจาะรูเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน (รูปที่ 1) ปรากฏผลการทดลองดังนี้

คุณภาพทางกายภาพ

ผลการศึกษาการสูญเสียน้ำหนักของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่เก็บรักษานาน 4 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในทุกวิธีการคือ จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียส นาน 1, 1.5 และ 2 นาที และไม่จุ่มในน้ำร้อน (ชุดควบคุม) มีการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 2, 3 และรูปที่ 2) สอดคล้องกับการทดลองใน tangerines (*C. reticulata* Blanco) พันธุ์ " Minneola ", red grapefruit (*C. paradisi* Macf.) พันธุ์ " Star Ruby " และส้ม (*C. sinensis* Osbeck) พันธุ์ "Shamouti " ที่ภายหลังการจุ่มในน้ำร้อนแล้วไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนัก เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (Porat *et al.*, 2000a, 2000b) ในทำนองเดียวกับการเปลี่ยนแปลงสี (ค่า L*, a*, b*, hue, C* และ dE) ที่เส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นทุกวิธีการไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 2 และรูปที่ 3 ถึง 8) แต่เมื่อพิจารณาอิทธิพลของระยะเวลาการจุ่มในน้ำร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า hue พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนนาน 1.5 นาที มีค่า hue มากที่สุดเท่ากับ 120.43 และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับระยะเวลาในการจุ่มในน้ำร้อนของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น นาน 1 และ 2 นาที ที่มีค่า hue เท่ากับ 109.69 และ 109.52 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ซึ่งจากการเปลี่ยนแปลงค่า hue ของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนเป็นระยะเวลานาน 1.5 นาที ที่มีค่า hue เกิดขึ้นมากกว่าผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนนาน 1 และ 2 นาที แสดงให้เห็นว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนนาน 1.5 นาที มีสีน้ำตาล

น้อยกว่าผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนนาน 1 และ 2 นาที (Gnanasekharan *et al.*, 1992 ; Heimdal *et al.*, 1995) นอกจากนี้ Peiser *et al.* (1998) ยังรายงานว่า การเปลี่ยนแปลงของค่า hue มีความสัมพันธ์กับระดับการเกิดสีน้ำตาลของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นจากการประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยสายตา (visual scores) เช่นเดียวกับการเกิดสีเหลือง (yellowing) และการเกิดสีน้ำตาลของบรอคโคลี คะน้า และ collard ที่ทำให้ค่า hue ลดลงในระหว่างการเก็บรักษา (Tian, 1996 ; Wang, 1998)

คุณภาพการประเมินทางประสาทสัมผัส

การเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่เก็บรักษานาน 4 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที ซึ่งได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบมากที่สุดเท่ากับ 3.81 คะแนน ซึ่งเกิดสีน้ำตาลมาก รองลงมาคือ ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 1 และ 1.5 นาที ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบเท่ากับ 3.33 และ 3.76 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งเกิดสีน้ำตาลปานกลางถึงมาก ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นไม่จุ่มในน้ำร้อน ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบเท่ากับ 2.81 คะแนน พอเกิดสีน้ำตาลปานกลาง ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 1, 1.5 และ 2 นาที ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบเท่ากับ 1.76, 1.71 และ 1.71 คะแนนตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าเกิดสีน้ำตาลเล็กน้อย ขณะที่ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 1 และ 2 นาที ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบเท่ากับ 1.48 คะแนนเท่ากัน เกิดสีน้ำตาลเล็กน้อยเช่นเดียวกันและผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นจุ่มที่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 1.5 นาที ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบน้อยที่สุดเท่ากับ 1.43 คะแนน แสดงว่าเกิดสีน้ำตาลเล็กน้อย (ตารางที่ 4 และรูปที่ 9)

เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาการจุ่มในน้ำร้อน ต่อการเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบน้อยที่สุดเท่ากับ 1.46 คะแนน ซึ่งเกิดสีน้ำตาลเล็กน้อยและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 และ 55 องศาเซลเซียส ที่ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบเท่ากับ 1.73 และ 3.64 คะแนน ซึ่งเกิดสีน้ำตาลเล็กน้อยและปานกลาง ตามลำดับ

ขณะที่ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในทุกระยะเวลาของการจุ่มในน้ำร้อนมีการเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนนาน 1 นาที ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวใบน้อยกว่าผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่ระยะเวลาอื่นๆ อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 5)

การเกิดสีน้ำตาลที่ขอบใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่เก็บรักษานาน 4 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 1, 1.5 และ 2 นาที ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่ขอบใบเท่ากับ 3.14, 3.38 และ 3.67 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งเกิดสีน้ำตาลปานกลางถึงมาก และผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่ไม่จุ่มในน้ำร้อน ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่ขอบใบเท่ากับ 2.51 คะแนน ที่เกิดสีน้ำตาลเล็กน้อย ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 1, 1.5 และ 2 นาที ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่ขอบใบเท่ากับ 2.48, 2.43 และ 2.05 คะแนน ซึ่งเกิดสีน้ำตาลปานกลางและเล็กน้อย ตามลำดับ ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 1, 1.5 และ 2 นาที ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่ขอบใบเท่ากับ 1.67, 1.57 และ 1.62 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่า เกิดสีน้ำตาลเล็กน้อย (ตารางที่ 4 และรูปที่ 10)

เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาการจุ่มในน้ำร้อน ต่อการเกิดสีน้ำตาลที่ขอบใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่ขอบใบน้อยที่สุดเท่ากับ 1.62 คะแนน ซึ่งเกิดสีน้ำตาลเล็กน้อย และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 และ 55 องศาเซลเซียส ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่ขอบใบเท่ากับ 2.32 และ 3.40 คะแนน ซึ่งเกิดสีน้ำตาลเล็กน้อยและปานกลาง ตามลำดับ ขณะที่ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในทุกระยะเวลาของการจุ่มในน้ำร้อนเกิดสีน้ำตาลที่ขอบใบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนนาน 1 นาที ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่ขอบใบน้อยกว่าผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่ระยะเวลาอื่นๆ อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 5)

การเกิดสีน้ำตาลที่เส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่เก็บรักษานาน 4 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 1, 1.5 และ 2 นาที ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่เส้นกลางใบเท่ากับ 2.86, 3.19 และ

3.29 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งเกิดสีน้ำตาลปานกลาง ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่ไม่จุ่มในน้ำร้อน ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่เส้นกลางใบเท่ากับ 2.19 คะแนน ซึ่งเกิดสีน้ำตาลเล็กน้อย ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 1, 1.5 และ 2 นาที ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่เส้นกลางใบเท่ากับ 2.00, 1.86 และ 1.90 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งเกิดสีน้ำตาลเล็กน้อย ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 1.5 และ 2 นาที ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่เส้นกลางใบเท่ากับ 1.48 คะแนนเท่ากัน ซึ่งเกิดสีน้ำตาลเล็กน้อย และผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่เส้นกลางใบเท่ากับ 1.43 คะแนน ซึ่งเกิดสีน้ำตาลเล็กน้อยเช่นเดียวกัน (ตารางที่ 4 และรูปที่ 11)

เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาการจุ่มในน้ำร้อนต่อการเกิดสีน้ำตาลที่เส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่เส้นกลางใบน้อยที่สุด เท่ากับ 1.46 คะแนน ซึ่งเกิดสีน้ำตาลเล็กน้อย และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 และ 55 องศาเซลเซียส ซึ่งได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่เส้นกลางใบเท่ากับ 1.92 และ 3.11 คะแนน คือเกิดสีน้ำตาลเล็กน้อยและปานกลาง ตามลำดับ ขณะที่ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในทุกระยะเวลาของการจุ่มในน้ำร้อน ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่เส้นกลางใบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนนาน 1 นาที ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่เส้นกลางใบน้อยกว่าผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่ระยะเวลาอื่นๆ อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 5)

การเกิดกลิ่นผิดปกติของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่เก็บรักษานาน 4 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 1, 1.5 และ 2 นาที ได้คะแนนคะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติเท่ากับ 1.81, 1.90 และ 2.00 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าเกิดกลิ่นผิดปกติมาก ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 1, 1.5, 2 นาที และไม่จุ่มน้ำร้อนได้คะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติเท่ากับ 1.10 คะแนนเท่ากัน แสดงว่าเกิดกลิ่นผิดปกติเล็กน้อย ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 1, 1.5 และ 2 นาที ได้คะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติเท่ากับ 1.05 คะแนนเท่ากัน คือเกิดกลิ่นผิดปกติเล็กน้อยเช่นเดียวกัน (ตารางที่ 6 และรูปที่ 12)

เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาการจุ่มในน้ำร้อน ต่อการเกิดกลิ่นผิดปกติของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ได้คะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติเท่ากับ 1.05 คะแนน คือเกิดกลิ่นผิดปกติเล็กน้อย และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ซึ่งได้คะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติเท่ากับ 1.10 คะแนน คือเกิดกลิ่นผิดปกติเล็กน้อย แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ที่ได้คะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติมากที่สุดเท่ากับ 1.90 คะแนน แสดงว่าเกิดกลิ่นผิดปกติอย่างมาก ขณะที่ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในทุกระยะเวลาของการจุ่มในน้ำร้อนได้คะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนนาน 1 นาที ได้คะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติน้อยกว่าผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่ระยะเวลาอื่นๆ อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 7)

การสูญเสียความกรอบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่เก็บรักษานาน 4 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 1, 1.5 และ 2 นาที ได้คะแนนการสูญเสียความกรอบ เท่ากับ 1.90, 1.95 และ 1.95 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่ามีการสูญเสียความกรอบมาก ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่ไม่จุ่มในน้ำร้อน ได้คะแนนการสูญเสียความกรอบเท่ากับ 1.48 คะแนน แสดงว่ามีการสูญเสียความกรอบปานกลาง ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 1, 1.5 และ 2 นาที ได้คะแนนการสูญเสียความกรอบเท่ากับ 1.19, 1.19 และ 1.24 คะแนน ตามลำดับ แสดงว่ามีการสูญเสียความกรอบเล็กน้อย ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 1, 1.5 และ 2 นาที ได้คะแนนการสูญเสียความกรอบเท่ากับ 1.10, 1.14 และ 1.14 คะแนน ตามลำดับ แสดงว่ามีการสูญเสียความกรอบเล็กน้อยเช่นเดียวกัน (ตารางที่ 6 และรูปที่ 13)

เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาการจุ่มในน้ำร้อน ต่อการสูญเสียความกรอบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ได้คะแนนการสูญเสียความกรอบเท่ากับ 1.13 คะแนน และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ได้คะแนนการสูญเสียความกรอบเท่ากับ 1.21 คะแนน แสดงว่ามีการสูญเสีย

ความกรอบเล็กน้อย แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ที่ได้คะแนนการสูญเสียความกรอบมากที่สุดเท่ากับ 1.94 คะแนน แสดงว่ามีการสูญเสียความกรอบมาก ขณะที่ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในทุกระยะเวลาของการจุ่มน้ำร้อนมีการสูญเสียความกรอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนนาน 1 นาที ได้คะแนนการสูญเสียความกรอบน้อยกว่าผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่ระยะเวลาอื่นๆ อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 7)

คุณภาพการยอมรับโดยรวมของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่เก็บรักษานาน 4 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 1 และ 1.5 นาที ได้คะแนนคุณภาพการยอมรับโดยรวมเท่ากับ 6.52 และ 6.57 คะแนน ตามลำดับ ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 1.5 และ 2 นาที ได้คะแนนคุณภาพการยอมรับโดยรวมเท่ากับ 6.14 และ 6.24 คะแนน ตามลำดับ จัดว่ามีคุณภาพค่อนข้างดี ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที และที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที มีคุณภาพการยอมรับโดยรวมเท่ากับ 6.05 และ 5.95 คะแนน ตามลำดับ จัดว่ามีคุณภาพค่อนข้างดี ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่ไม่จุ่มในน้ำร้อน ได้คะแนนคุณภาพการยอมรับโดยรวมเท่ากับ 3.95 คะแนน และผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 1, 1.5 และ 2 นาที ได้คะแนนคุณภาพการยอมรับโดยรวมเท่ากับ 3.57, 2.80 และ 2.52 คะแนนตามลำดับ จัดว่ามีคุณภาพเลวถึงค่อนข้างเลว (ตารางที่ 6 และรูปที่ 14)

เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาการจุ่มในน้ำร้อน ต่อคุณภาพการยอมรับโดยรวมของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ได้คะแนนคุณภาพการยอมรับโดยรวมเท่ากับ 6.38 คะแนน ซึ่งมีคุณภาพค่อนข้างดี และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ซึ่งได้คะแนนคุณภาพการยอมรับโดยรวมเท่ากับ 6.11 คะแนน แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ที่มีคุณภาพการยอมรับโดยรวมน้อยที่สุดเท่ากับ 2.97 คะแนน ซึ่งมีคุณภาพเลว ขณะที่ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในทุกระยะเวลาของการจุ่มในน้ำร้อนได้คะแนนคุณภาพการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แต่มีแนวโน้มว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนนาน 1 นาที มีคุณภาพการยอมรับโดยรวมมากกว่าผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่ระยะเวลาอื่นๆ อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิกับระยะเวลาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 9)

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที มีการเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบ ขอบใบ และเส้นกลางใบ เกิดกลิ่นผิดปกติและสูญเสียความกรอบน้อยที่สุด รวมทั้งได้คะแนนคุณภาพการยอมรับโดยรวมดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Loaiza-Velarde *et al.* (1997) ที่รายงานว่า เมื่อระยะเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง ภายหลังผักกาดหอมห่อที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 และ 55 องศาเซลเซียส ทำให้กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ PAL ลดลงประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นชุดควบคุมที่ไม่จุ่มในน้ำร้อน ขณะที่ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ทำให้กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ PAL ลดลง เพียง 50 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ส่วนผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการจุ่มในน้ำร้อนต่อกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ PPO พบว่า ที่อุณหภูมิ 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียส ทำให้กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ PPO ลดลงประมาณ 25, 50 และ 65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นชุดควบคุมที่ไม่จุ่มในน้ำร้อน ทั้งนี้ยังทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลลดลง โดยเฉพาะสาร chlorogenic acid และ isochlorogenic acid ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลที่สำคัญที่ทำให้เกิดสีน้ำตาลในผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในระหว่างการเก็บรักษาด้วย ดังนั้นจึงทำให้ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสดีที่สุด โดยเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบ ขอบใบ และเส้นกลางใบน้อยที่สุด มีการเกิดกลิ่นผิดปกติ การสูญเสียความกรอบและการยอมรับโดยรวม มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเพียงเล็กน้อยและใกล้เคียงกับผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ขณะที่ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ได้คะแนนจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่ำกว่าผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งมีสาเหตุมาจากผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นเกิดความเสียหายจากการได้รับความร้อน (heat damage) ในระดับอุณหภูมิและระยะเวลามากเกินไป ทำให้เนื้อเยื่อของพืชเกิดการเสียสภาพและสูญเสียสมดุลตามธรรมชาติไป รวมทั้งการสูญเสียปริมาณคลอโรฟีลล์ การสูญเสียความแน่นเนื้อ และเกิดสีน้ำตาล ซึ่งการจุ่มในน้ำร้อนที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลา ดังกล่าวมีผลทำลายส่วนของเยื่อหุ้มและโครงสร้างของเซลล์พืช โดยเฉพาะเยื่อหุ้มเซลล์ของคลอโรพลาสต์ มีผลทำให้สารละลายไหลออกมาจากคลอโรพลาสต์แล้วทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ PPO ทำให้เนื้อเยื่อพืชเกิดเป็นสีน้ำตาล (Lafuente *et al.*,

1991 ; Woolf and Laing, 1996) นอกจากความเสียหายจากการได้รับความร้อนในผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น ยังปรากฏผลในแอปเปิล อะโวกาโด มะละกอ บรอคโคลี คะน้า และ collard โดยที่ลักษณะของความเสียหายจะแตกต่างกันตามชนิดของผลิตผล (Klein and Lurie, 1990 ; Puall and Chen, 1990 ; Tian, 1996 ; Wang, 1998 ; Woolf and Laing, 1996)

อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาผลของการรักษาคุณภาพโดยการใช้ความร้อนของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น พันธุ์ " เฟลม " ครั้งนี้ พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที เหมาะสมที่สุดต่อการรักษาคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษา ขณะที่ Saltveit (2002) รายงานว่า การจุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 นาน 1.5 นาที เหมาะสมต่อการรักษาคุณภาพของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น พันธุ์ " Salinas " ซึ่งความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์พืชอาจมีผลต่อระดับอุณหภูมิและระยะเวลาของการใช้ความร้อนต่อการรักษาคุณภาพของผลิตผล (Prusky *et al.*, 1999) รวมทั้งลักษณะความต้านทานของพันธุ์พืชแต่ละชนิด ซึ่ง Lopez-Galvez *et al.* (1996) รายงานว่า ผักกาดหอมห่อพันธุ์ " Legacy " มีความต้านทานต่อการเกิดสีน้ำตาลมากกว่าผักกาดหอมห่อพันธุ์ " Alpha " นอกจากนี้ ชนิดของผลิตผลก็มีผลต่อประสิทธิภาพของการใช้ความร้อนในการป้องกันการเกิดสีน้ำตาล ซึ่งพบว่า การจุ่มในน้ำร้อนสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของผักกาดหอมห่อได้นาน 15 วันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ขณะที่สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในผักกาดหอมโรเมน และผักกาดหอมบัตเตอร์เฮด ได้นานเพียง 3 และ 5 วัน ตามลำดับ ซึ่งมีสาเหตุมาจากในผักกาดหอมห่อมีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ PAL และการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอลต่ำกว่าผักกาดหอมโรเมน และผักกาดหอมบัตเตอร์เฮด นอกจากนี้ การได้รับสภาพความเครียดในแปลงปลูกจากการเข้าทำลายของโรคและแมลง ก็มีผลทำให้ประสิทธิภาพของการใช้ความร้อน รวมทั้งระดับอุณหภูมิและระยะเวลาของการจุ่มในน้ำร้อนต่อการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ (Tomas-Barberan *et al.*, 1997 ; Saltveit, 2000)

รูปที่ 1 ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45, 50 และ 55 องศาเซลเซียส นาน 1, 1.5 และ 2 นาที และชุดควบคุม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

ตารางที่ 2 การสูญเสียน้ำหนัก และการเปลี่ยนแปลงสีที่เส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิและเวลาต่างๆ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

อุณหภูมิของน้ำร้อน (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	ระยะเวลาที่จุ่มในน้ำร้อน (นาที) (ปัจจัยที่ 2)	การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)	การเปลี่ยนแปลงสีของผักกาดหอมห่อที่เส้นกลางใบ					
			L*	a*	b*	hue	C*	dE
45	1	6.54	55.81	-6.20	16.89	109.94	18.04	15.99
	1.5	6.58	57.12	-6.13	16.48	111.22	17.69	15.66
	2	6.48	56.21	-7.25	17.16	111.99	18.72	15.41
50	1	9.53	53.36	-4.75	13.21	109.07	14.14	17.38
	1.5	5.59	60.13	-4.02	15.13	128.81	15.92	18.42
	2	8.56	56.09	-5.82	15.42	110.78	16.62	14.25
55	1	6.85	57.69	-5.89	16.47	110.06	17.63	14.75
	1.5	7.16	56.37	-6.49	17.49	121.27	18.78	13.72
	2	6.00	51.60	-5.96	18.34	105.79	19.46	19.16
ผักกาดหอมห่อที่ไม่จุ่มในน้ำร้อนก่อนการเก็บรักษา (ชุดควบคุม)		8.41	58.80	-5.99	15.66	110.75	16.83	15.06
LSD. 0.05		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)		-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 3 การสูญเสียน้ำหนักและการเปลี่ยนแปลงสีที่เส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น เมื่อเก็บรักษานาน 4 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิของน้ำร้อน (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)	การเปลี่ยนแปลงสีของผักกาดหอมห่อที่เส้นกลางใบ					
		L*	a*	b*	hue	C*	dE
45	6.53	56.38	-6.52	16.84	111.05	18.15	15.69
50	7.89	56.53	-4.86	14.59	116.22	15.56	16.68
55	6.67	55.22	-6.11	17.43	112.37	18.62	18.87
LSD. 0.05	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	-	-	-	-	-	-	-
ระยะเวลาที่จุ่มในน้ำร้อน (นาที) (ปัจจัยที่ 2)	การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)	การเปลี่ยนแปลงสีของผักกาดหอมห่อที่เส้นกลางใบ					
		L*	a*	b*	hue	C*	dE
1	7.64	55.62	-5.61	15.52	109.69 ^{b}	16.60	16.04
1.5	6.44	57.87	-5.55	16.37	120.43 ^{a}	17.46	15.94
2	7.01	54.64	-6.34	16.97	109.52 ^{b}	18.27	16.27
LSD. 0.05	ns	ns	ns	ns	9.21	ns	ns
C.V. (%)	-	-	-	-	8.43	-	-
ปัจจัยที่ 1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
1×2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4 การเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบ ขอบใบ และเส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

อุณหภูมิของน้ำร้อน (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	ระยะเวลาที่จุ่มในน้ำร้อน (นาที) (ปัจจัยที่ 2)	การเกิดสีน้ำตาล (คะแนน)		
		แผ่นใบ	ขอบใบ	เส้นกลางใบ
45	1	1.76 ^{d}	2.48 ^{b}	2.00 ^{b}
	1.5	1.71 ^{d}	2.43 ^{b}	1.86 ^{bc}
	2	1.71 ^{d}	2.05 ^{bc}	1.90 ^{bc}
50	1	1.48 ^{d}	1.67 ^{c}	1.43 ^{c}
	1.5	1.43 ^{d}	1.57 ^{c}	1.48 ^{c}
	2	1.48 ^{d}	1.62 ^{c}	1.48 ^{c}
55	1	3.33 ^{b}	3.14 ^{a}	2.86 ^{a}
	1.5	3.76 ^{ab}	3.38 ^{a}	3.19 ^{a}
	2	3.81 ^{a}	3.67 ^{a}	3.29 ^{a}
ผักกาดหอมห่อที่ไม่จุ่มในน้ำร้อนก่อนการเก็บรักษา (ชุดควบคุม)		2.81 ^{c}	2.51 ^{a}	2.19 ^{b}
LSD. 0.05		0.45	0.62	0.58
C.V. (%)		31.99	40.45	43.95

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบ การเกิดสีน้ำตาลที่ขอบใบ และการเกิดสีน้ำตาลที่เส้นกลางใบ กำหนดคะแนน ดังนี้

ระดับที่ 1 คือ ไม่เกิดสีน้ำตาล

ระดับที่ 2 คือ เกิดสีน้ำตาลเล็กน้อย; สีเหลืองอ่อน

ระดับที่ 3 คือ เกิดสีน้ำตาลปานกลาง; สีน้ำตาลปนเหลือง

ระดับที่ 4 คือ เกิดสีน้ำตาลมาก; สีสนิมปนน้ำตาล

ระดับที่ 5 คือ เกิดสีน้ำตาลมากที่สุด; สีสนิมเข้มปนน้ำตาล

ตารางที่ 5 การเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบ ขอบใบ และเส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น เมื่อเก็บรักษานาน 4 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิของน้ำร้อน (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	การเกิดสีน้ำตาล (คะแนน)		
	แผ่นใบ	ขอบใบ	เส้นกลางใบ
45	1.73 [b]	2.32 [b]	1.92 [b]
50	1.46 [c]	1.62 [c]	1.46 [c]
55	3.64 [a]	3.40 [a]	3.11 [a]
LSD. 0.05	0.26	0.36	0.34
C.V. (%)	32.66	41.95	44.24
ระยะเวลาที่จุ่มน้ำร้อน (นาที) (ปัจจัยที่ 2)	การเกิดสีน้ำตาล (คะแนน)		
	แผ่นใบ	ขอบใบ	เส้นกลางใบ
1	2.19	2.43	2.10
1.5	2.30	2.46	2.17
2	2.33	2.44	2.22
LSD. 0.05	ns	ns	ns
C.V. (%)	-	-	-
ปัจจัยที่ 1	*	*	*
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns
1×2	ns	ns	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบ การเกิดสีน้ำตาลที่ขอบใบ และการเกิดสีน้ำตาลที่เส้นกลางใบ กำหนดคะแนน ดังนี้ ระดับที่ 1 คือ ไม่เกิดสีน้ำตาล ระดับที่ 4 คือ เกิดสีน้ำตาลมาก

ระดับที่ 2 คือ เกิดสีน้ำตาลเล็กน้อย ระดับที่ 5 คือ เกิดสีน้ำตาลมากที่สุด

ระดับที่ 3 คือ เกิดสีน้ำตาลปานกลาง

ตารางที่ 6 การเกิดกลิ่นผิดปกติ และการสูญเสียความกรอบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

อุณหภูมิของน้ำร้อน (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	ระยะเวลาที่จุ่มในน้ำร้อน (นาที) (ปัจจัยที่ 2)	การเกิดกลิ่นผิดปกติ (คะแนน)	การสูญเสียความกรอบ (คะแนน)
45	1	1.05 [c]	1.19 [c]
	1.5	1.05 [c]	1.19 [c]
	2	1.05 [c]	1.24 [c]
50	1	1.10 [c]	1.10 [c]
	1.5	1.10 [c]	1.14 [c]
	2	1.10 [c]	1.14 [c]
55	1	1.81 [b]	1.90 [a]
	1.5	1.90 [ab]	1.95 [a]
	2	2.00 [a]	1.95 [a]
ผักกาดหอมห่อที่ไม่จุ่มในน้ำร้อนก่อนการเก็บรักษา (ชุดควบคุม)		1.10 [c]	1.48 [b]
LSD. 0.05		0.17	0.22
C.V. (%)		21.22	25.34

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การเกิดกลิ่นผิดปกติ กำหนดคะแนนดังนี้
ระดับที่ 1 คือ ไม่เกิดกลิ่นผิดปกติ
ระดับที่ 2 คือ เกิดกลิ่นผิดปกติ

การสูญเสียความกรอบ กำหนดคะแนน ดังนี้
ระดับที่ 1 คือ ไม่สูญเสียความกรอบ
ระดับที่ 2 คือ สูญเสียความกรอบ

ตารางที่ 7 การเกิดกลิ่นผิดปกติ และการสูญเสียความกรอบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น เมื่อการเก็บรักษานาน 4 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิของน้ำร้อน (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	การเกิดกลิ่นผิดปกติ (คะแนน)	การสูญเสียความกรอบ (คะแนน)
45	1.05 [b]	1.21 [b]
50	1.10 [b]	1.13 [b]
55	1.90 [a]	1.94 [a]
LSD. 0.05	0.10	0.12
C.V. (%)	20.12	23.64
ระยะเวลาที่จุ่มในน้ำร้อน (นาที) (ปัจจัยที่ 2)	การเกิดกลิ่นผิดปกติ (คะแนน)	การสูญเสียความกรอบ (คะแนน)
1	1.31	1.40
1.5	1.35	1.43
2	1.38	1.44
LSD. 0.05	ns	ns
C.V. (%)	-	-
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	ns	ns
1×2	ns	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเกิดกลิ่นผิดปกติ กำหนดคะแนนดังนี้
ระดับที่ 1 คือ ไม่เกิดกลิ่นผิดปกติ
ระดับที่ 2 คือ เกิดกลิ่นผิดปกติ

การสูญเสียความกรอบ กำหนดคะแนน ดังนี้
ระดับที่ 1 คือ ไม่สูญเสียความกรอบ
ระดับที่ 2 คือ สูญเสียความกรอบ

ตารางที่ 8 คุณภาพการยอมรับโดยรวมของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

อุณหภูมิของน้ำร้อน (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	ระยะเวลาที่จุ่มในน้ำร้อน (นาที) (ปัจจัยที่ 2)	คุณภาพการยอมรับโดยรวม (คะแนน)
45	1	5.95 [a]
	1.5	6.14 [a]
	2	6.24 [a]
50	1	6.52 [a]
	1.5	6.57 [a]
	2	6.05 [a]
55	1	3.57 [b]
	1.5	2.80 [c]
	2	2.52 [c]
ผักกาดหอมห่อที่ไม่จุ่มในน้ำร้อนก่อนการเก็บรักษา (ชุดควบคุม)		3.95 [b]
LSD. 0.05		0.76
C.V. (%)		23.31

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

คุณภาพการยอมรับโดยรวม กำหนดคะแนน ดังนี้

ระดับที่ 1 คือ คุณภาพเลวที่สุด
ระดับที่ 2 คือ คุณภาพเลวมาก
ระดับที่ 3 คือ คุณภาพเลว
ระดับที่ 4 คือ คุณภาพค่อนข้างเลว
ระดับที่ 5 คือ คุณภาพปานกลาง
ระดับที่ 6 คือ คุณภาพค่อนข้างดี
ระดับที่ 7 คือ คุณภาพดี
ระดับที่ 8 คือ คุณภาพดีมาก
ระดับที่ 9 คือ คุณภาพดีที่สุด

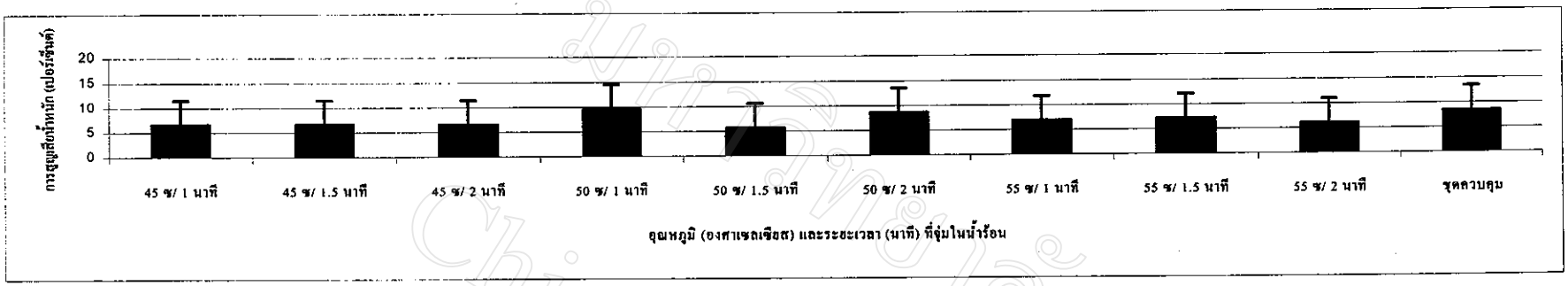
ตารางที่ 9 คุณภาพการยอมรับโดยรวมของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น เมื่อเก็บรักษานาน 4 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิของน้ำร้อน (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 1)	คุณภาพการยอมรับโดยรวม (คะแนน)
45	6.11 [a]
50	6.38 [a]
55	2.97 [b]
LSD. 0.05	0.45
C.V. (%)	23.51
ระยะเวลาที่จุ่มในน้ำร้อน (นาที) (ปัจจัยที่ 2)	คุณภาพการยอมรับโดยรวม (คะแนน)
1	5.35
1.5	4.18
2	4.94
LSD. 0.05	ns
C.V. (%)	-
ปัจจัยที่ 1	*
ปัจจัยที่ 2	ns
1×2	ns

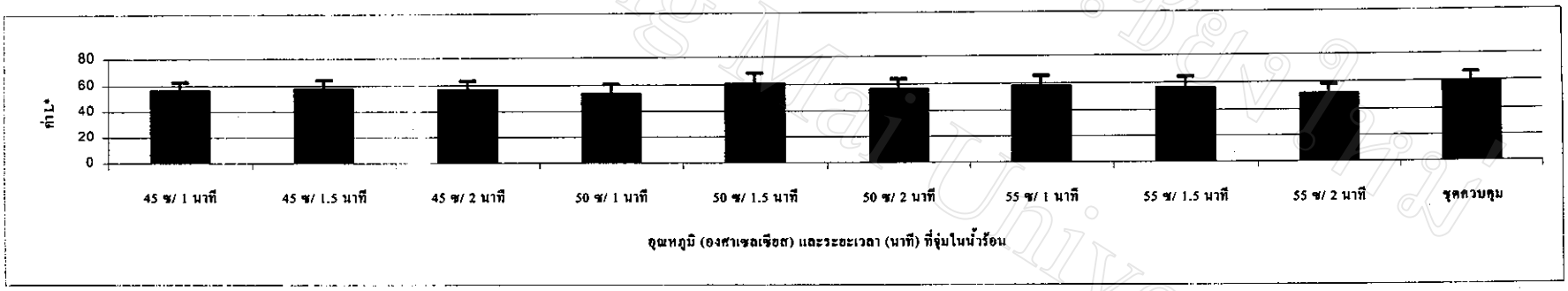
หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

คุณภาพการยอมรับโดยรวม กำหนดคะแนน ดังนี้

ระดับที่ 1 คือ คุณภาพเลวที่สุด
ระดับที่ 2 คือ คุณภาพเลวมาก
ระดับที่ 3 คือ คุณภาพเลว
ระดับที่ 4 คือ คุณภาพค่อนข้างเลว
ระดับที่ 5 คือ คุณภาพปานกลาง
ระดับที่ 6 คือ คุณภาพค่อนข้างดี
ระดับที่ 7 คือ คุณภาพดี
ระดับที่ 8 คือ คุณภาพดีมาก
ระดับที่ 9 คือ คุณภาพดีที่สุด

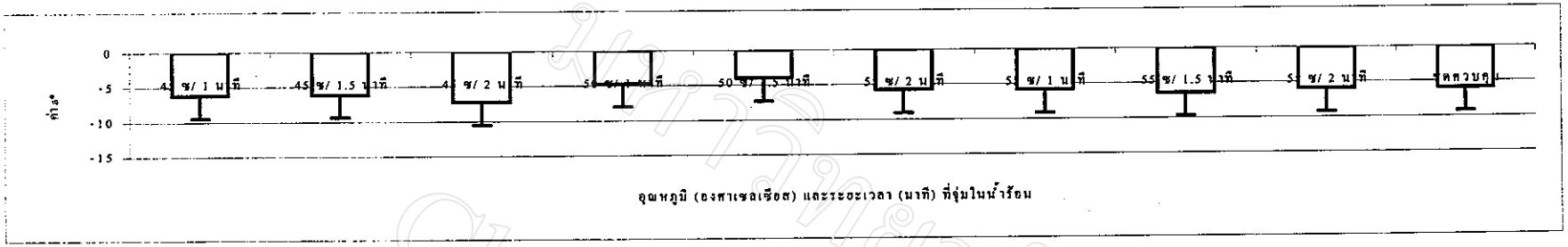


รูปที่ 2 การสูญเสียน้ำหนักของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

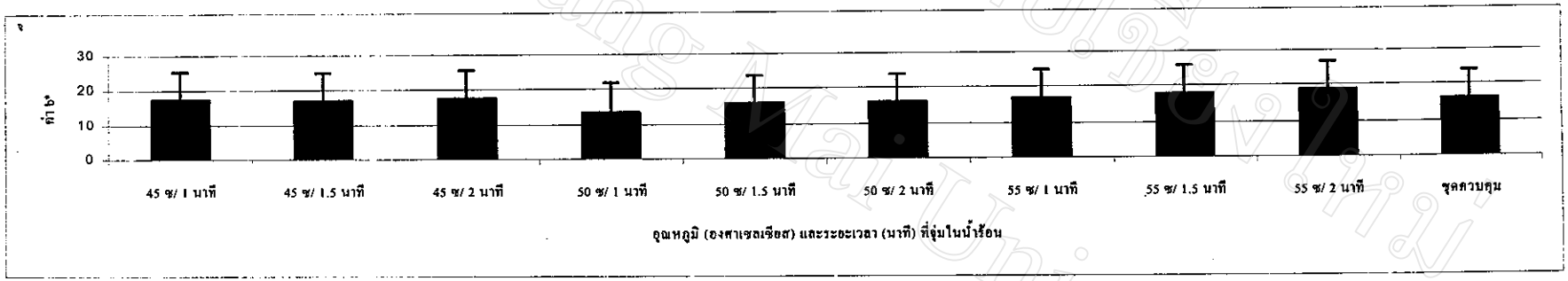


รูปที่ 3 ค่า L* ของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

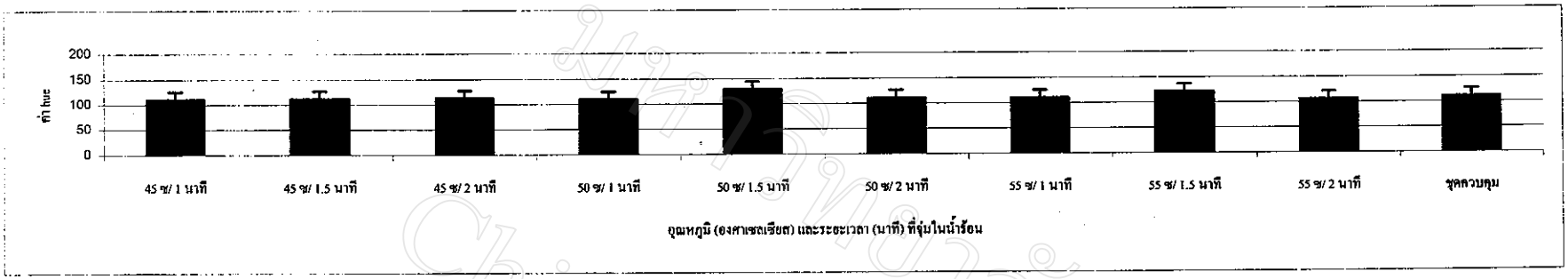


รูปที่ 4 ค่า a* ของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

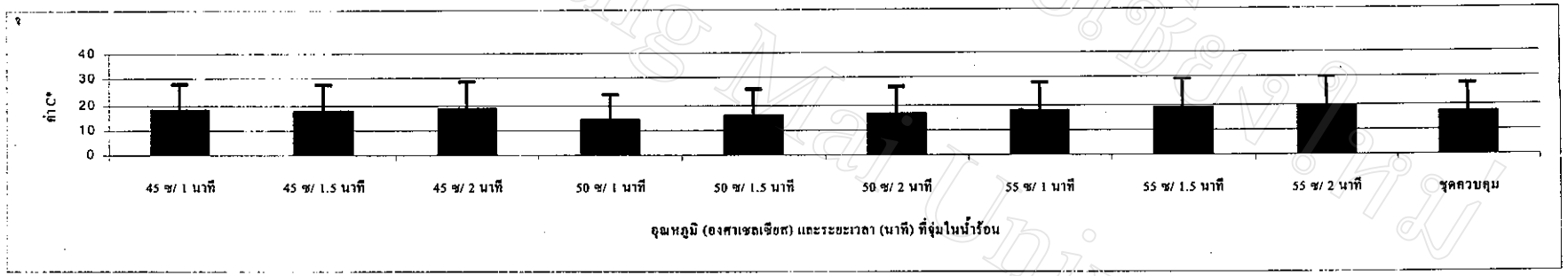


รูปที่ 5 ค่า b* ของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



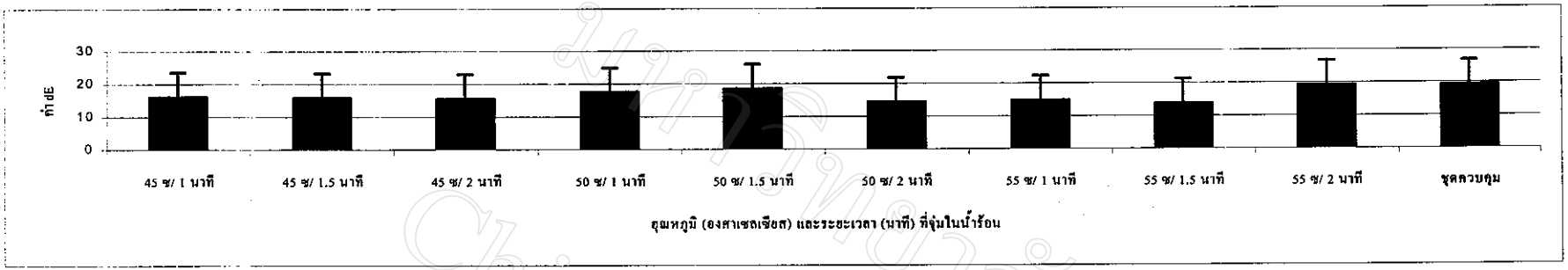
รูปที่ 6 ค่า hue ของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน



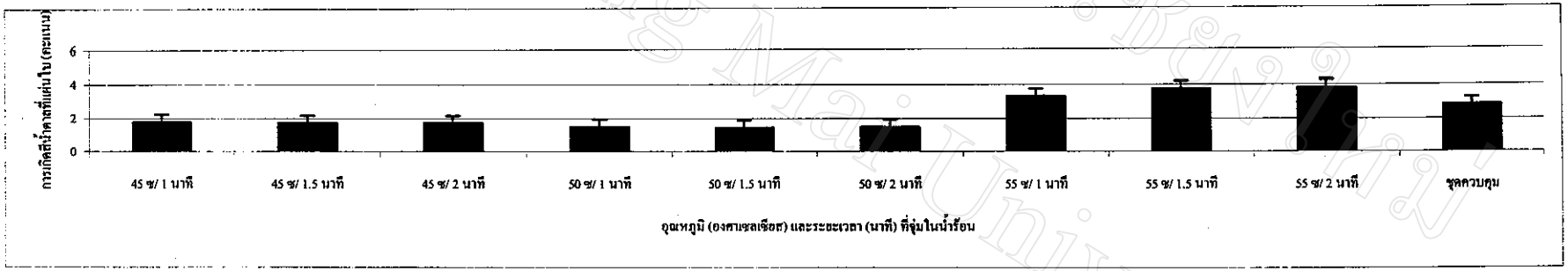
รูปที่ 7 ค่า C* ของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

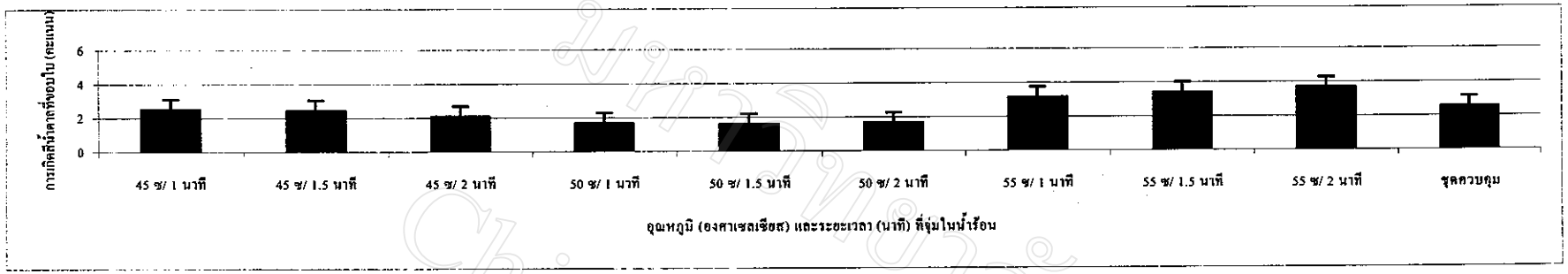
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



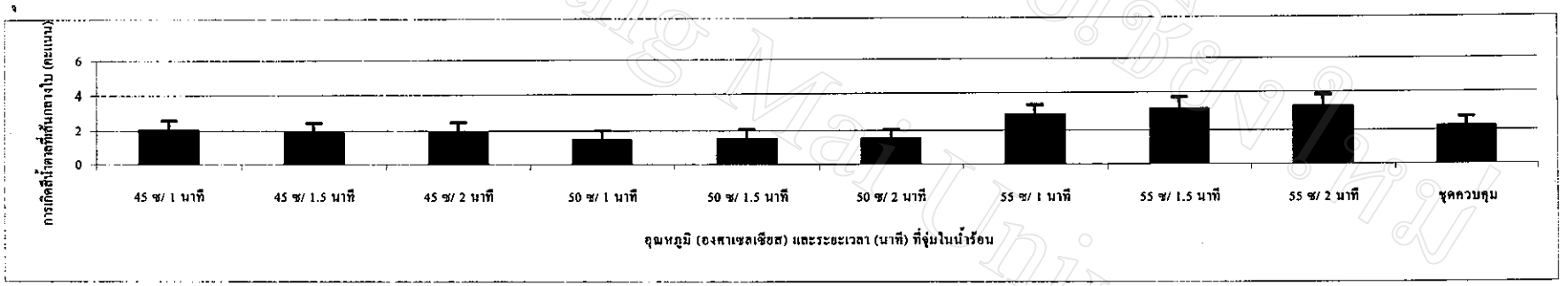
รูปที่ 8 ค่า dE ของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน



รูปที่ 9 การเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

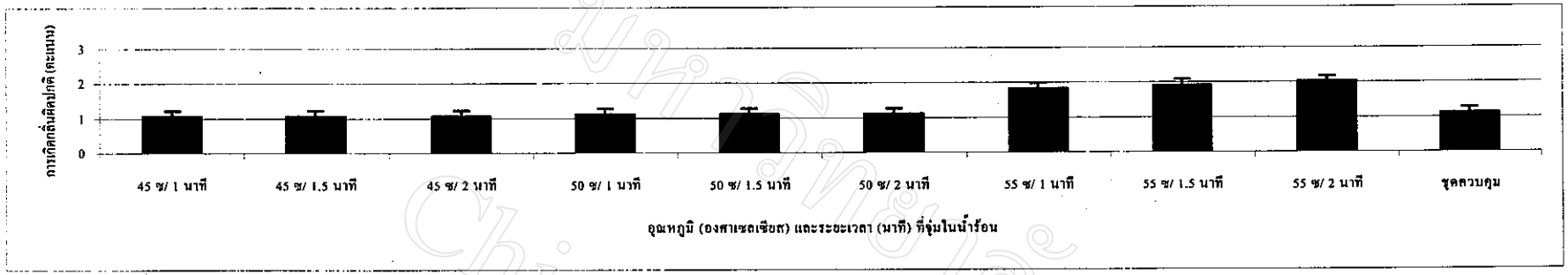


รูปที่ 10 การเกิดสีน้ำตาลที่ขอบใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

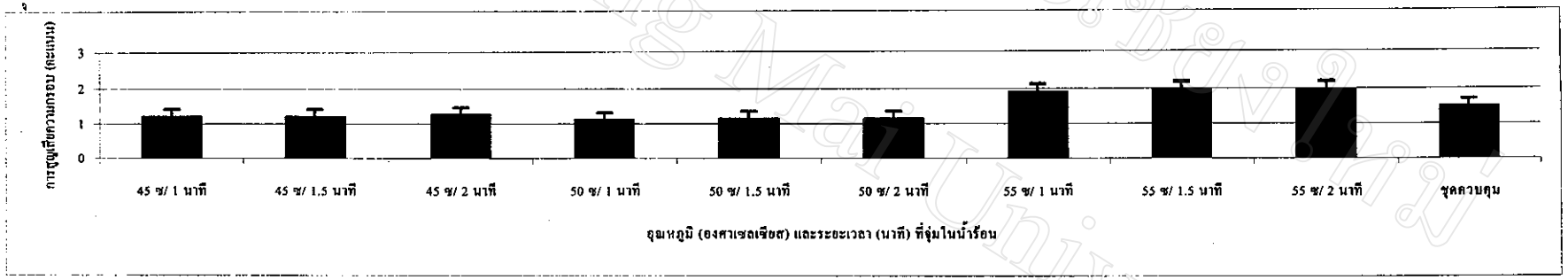


รูปที่ 11 การเกิดสีน้ำตาลที่เส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

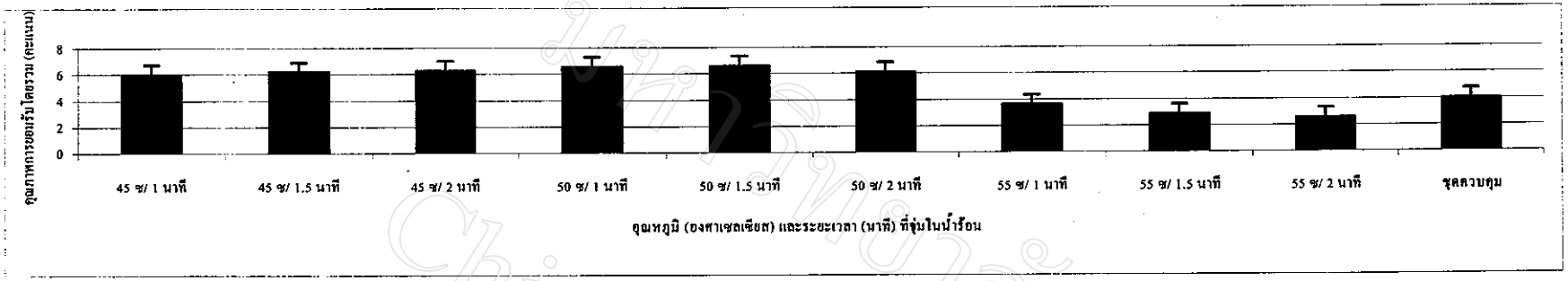


รูปที่ 12 การเกิดกลิ่นผิดปกติของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน



รูปที่ 13 การสูญเสียความกรอบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูปที่ 14 คุณภาพการยอมรับโดยรวมของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

การทดลองที่ 2 การรักษาคุณภาพโดยใช้การดัดแปลงสภาพบรรยากาศ

การรักษาคุณภาพโดยการใช้การดัดแปลงสภาพบรรยากาศ มีขั้นตอนคือ นำผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที แล้วบรรจุในถุงพลาสติกโพลีเอทธิลีน 3 สภาวะ ได้แก่ ไม่เจาะรู เจาะรู และอัดก๊าซไนโตรเจน และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 ระดับคือ 1, 5 และ 10 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน (รูปที่ 15 และ 16) ผลการทดลองมีดังนี้

คุณภาพทางกายภาพ

ภายหลังการเก็บรักษานาน 7 วัน พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่เจาะรูสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดเท่ากับ 13.66 เปอร์เซ็นต์และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับการสูญเสียน้ำหนักของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่ไม่เจาะรูและถุงโพลีเอทธิลีนที่อัดก๊าซไนโตรเจนที่สูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 0.09 และ 0.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 10 และรูปที่ 17) ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1, 5 และ 10 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษานาน 7 วัน สูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 3.52, 5.64 และ 4.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อิทธิพลร่วมระหว่างสภาวะของภาชนะบรรจุกับอุณหภูมิของการเก็บรักษามีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 10 และรูปที่ 17) ซึ่งการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการเก็บรักษา ส่วนใหญ่เกิดจากการสูญเสียน้ำออกจากผลิตผลในรูปของไอน้ำ ที่มีสาเหตุสำคัญมาจากการคายน้ำและการหายใจของผลิตผล (Ben-Yehoshua *et al.*, 1998 ; Van der Steen *et al.*, 2002) Barth and Zhuang (1996) รายงานว่า การเก็บรักษาบรอคโคลีในถุงพลาสติกที่เจาะรูสูญเสียน้ำหนักมากกว่าบรอคโคลีที่บรรจุในถุงพลาสติกที่ไม่เจาะรู เช่นเดียวกับการเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่และราสเบอรี่ที่บรรจุในถุงพลาสติกที่เจาะรูสูญเสียน้ำหนักมากกว่าการบรรจุในถุงพลาสติกที่ไม่เจาะรู (Van der Steen *et al.*, 2002) ซึ่งการเจาะรูของถุงโพลีเอทธิลีนเป็นการเพิ่มในการซึมผ่านของไอน้ำที่เกิดขึ้นจากการคายน้ำและการหายใจของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นมากขึ้น นอกจากนี้การเก็บรักษาผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในถุงโพลีเอทธิลีนเป็นการรักษาคุณภาพโดยใช้การดัดแปลงสภาพบรรยากาศ โดยเฉพาะการบรรจุผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในถุงโพลีเอทธิลีนที่ไม่เจาะรูและอัดก๊าซไนโตรเจน ซึ่งในระหว่างการเก็บรักษามีผลทำให้ก๊าซออกซิเจนลดลงและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น ทำให้ผักกาดหอมห่อมีการหายใจและการคายน้ำลดลง รวมทั้งยังสามารถรักษาความชื้นสัมพัทธ์ภายในถุงไว้ได้ ดังนั้นผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุใน

ถุงพลาสติกโพลีเอทธิลีนที่ไม่เจาะรูและที่อัดก๊าซไนโตรเจนจึงสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่เจาะรู (จริงแท้, 2538 ; Ben-Yehoshua *et al.*, 1998 ; Cantwell, 2002)

การเปลี่ยนแปลงสี (ค่า L*, a*, b*, hue, C* และ dE) ที่เส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นภายหลังการเก็บรักษานาน 7 วัน พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนทุกสภาวะมีการเปลี่ยนแปลงสีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 10 และรูปที่ 18 ถึง 23) แต่อุณหภูมิของการเก็บรักษามีผลทำให้ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส มีค่า L* ซึ่งเป็นความสว่างของสีมีค่าน้อยที่สุด เท่ากับ 55.08 และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส ที่มีค่า L* เท่ากับ 59.65 และ 59.18 ตามลำดับ (ตารางที่ 10 และรูปที่ 18) นอกจากนี้ยังพบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นมีค่า a* น้อยที่สุด เท่ากับ –6.59 และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส ที่มีค่า a* เท่ากับ –4.64 และ –5.60 ตามลำดับ (ตารางที่ 10 และรูปที่ 19) แต่ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่เก็บรักษาในทุกระดับอุณหภูมิมีค่า b*, hue, C* และ dE ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อิทธิพลร่วมระหว่างสภาวะของภาชนะบรรจุกับอุณหภูมิของการเก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 10 และรูปที่ 20 ถึง 23) จากผลการทดลองพบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส มีค่า a* น้อยกว่าผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 และ 5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ สอดคล้องกับ Lopez-Galvez *et al.* (1996) และ Peiser *et al.* (1998) ที่รายงานว่า การเกิดสีน้ำตาลของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในระหว่างการเก็บรักษามีผลทำให้ค่า a* เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลงค่า a* ของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นมีความสัมพันธ์อย่างมากกับผลการประเมินการเกิดสีน้ำตาลทางประสาทสัมผัสด้วยสายตา ซึ่งอาจแสดงให้เห็นว่าผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียสมีการเกิดสีน้ำตาลน้อยที่สุด แตกต่างกับการเปลี่ยนแปลงของค่า L* ซึ่งพบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กับผลการประเมินการเกิดสีน้ำตาลทางประสาทสัมผัส

คุณภาพการประเมินทางประสาทสัมผัส

การเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบ ขอบใบและเส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนทุกสภาวะเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบ ขอบใบ และเส้นกลางใบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่อัดก๊าซไนโตรเจนได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบ ขอบใบ และเส้นกลางใบน้อยกว่าผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่ไม่เจาะรูและที่เจาะรู (ตารางที่ 11 และรูปที่ 24 ถึง 26) และผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบน้อยที่สุดเท่ากับ 1.00, 1.33 และ 1.08 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งไม่เกิดสีน้ำตาลถึงเกิดสีน้ำตาลเพียงเล็กน้อย และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบ ขอบใบ และเส้นกลางใบ เท่ากับ 3.17, 3.42, 3.50 และ 4.08, 4.67, 4.08 คะแนน ตามลำดับ ที่มีการเกิดสีน้ำตาลมากถึงมากที่สุด อิทธิพลร่วมระหว่างสภาวะของภาชนะบรรจุกับอุณหภูมิของการเก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 11 และรูปที่ 24 ถึง 26)

การเกิดกลิ่นผิดปกติของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนทุกสภาวะเกิดกลิ่นผิดปกติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่อัดก๊าซไนโตรเจนได้คะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติน้อยกว่าผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่ไม่เจาะรูและที่เจาะรู (ตารางที่ 12 และรูปที่ 27) ซึ่งการเกิดกลิ่นผิดปกติเกิดขึ้นจากในระหว่างการเก็บรักษามีการลดลงของปริมาณก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นมากเกินไป ทำให้ผลิตผลมีการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic respiration) ซึ่งทำให้ได้แอลกอฮอล์และอัลดีไฮด์ โดยหากเกิดการสะสมของแอลกอฮอล์และอัลดีไฮด์จะทำให้เกิดกลิ่นที่ผิดปกติและเซลล์ถูกทำลาย นอกจากนี้การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนจะสร้างพลังงานน้อยกว่าการหายใจแบบปกติ ทำให้ผลิตผลต้องเพิ่มการหายใจให้มากขึ้น เพื่อให้ได้พลังงานที่เพียงพอกับความต้องการ ซึ่งเป็นการเร่งให้ผลิตผลมีการใช้อาหารที่สะสมในเซลล์มากขึ้น โดยที่หากผลิตผลใช้คาร์โบไฮเดรตหมดไปแล้ว จะนำเอาโปรตีนและไขมันมาใช้แทน พร้อมกับสังเคราะห์กรดและแอลกอฮอล์ออกมาด้วย ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้การสะสมกรดภายในเซลล์ อาจทำลายผนังเซลล์ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาชีวเคมีต่างๆมากขึ้น

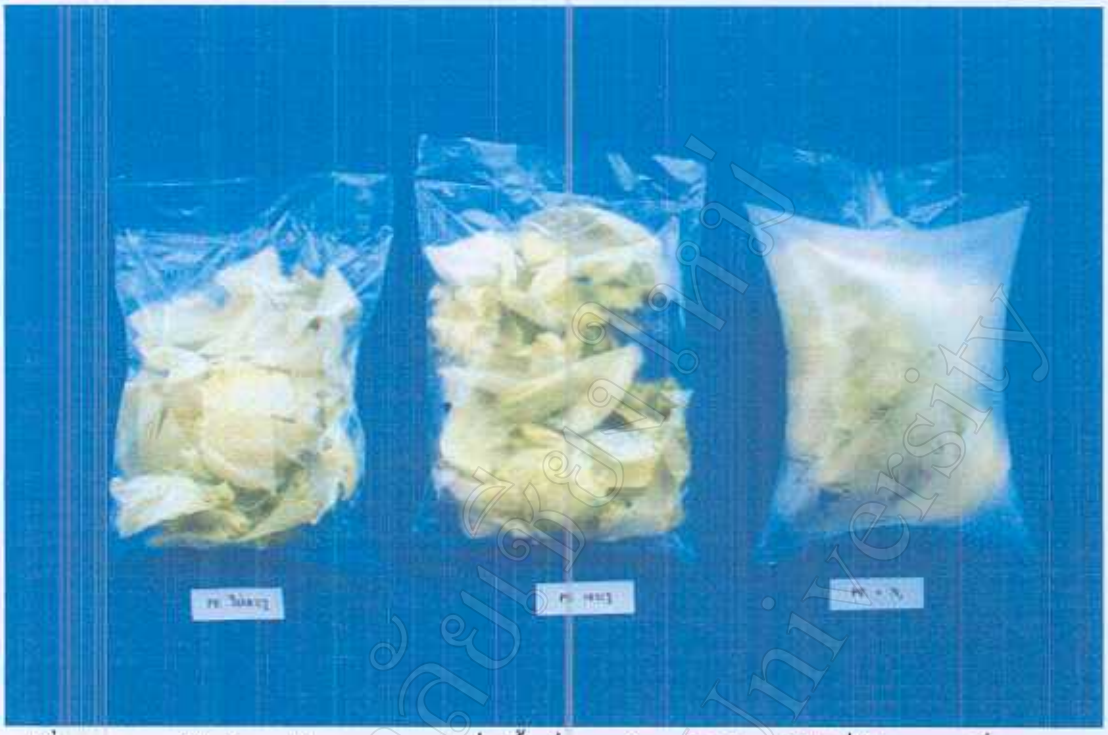
และการที่ผนังเซลล์ถูกทำลาย ทำให้จุลินทรีย์สามารถเข้าทำลายผลิตผล และทำให้เกิดการเน่าเสียได้มากยิ่งขึ้น (ยงยุทธ, 2541) และผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ได้คะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติน้อยที่สุด เท่ากับ 1.08 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส ที่ได้คะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติเท่ากับ 1.75 และ 1.83 คะแนน ตามลำดับ แสดงว่ามีการเกิดกลิ่นผิดปกติมาก อิทธิพลร่วมระหว่างลักษณะของภาชนะบรรจุกับอุณหภูมิของการเก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 12 และรูปที่ 27)

การสูญเสียความกรอบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา พบว่าผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนทุกสภาวะสูญเสียความกรอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่อัดก๊าซไนโตรเจนได้คะแนนการสูญเสียความกรอบน้อยกว่าผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่ไม่เจาะรูและที่เจาะรู (ตารางที่ 12 และรูปที่ 28) และผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ได้คะแนนการเกิดสูญเสียความกรอบน้อยที่สุดเท่ากับ 1.42 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส ที่ได้คะแนนการสูญเสียความกรอบเท่ากับ 1.82 คะแนนเท่ากัน อิทธิพลร่วมระหว่างสภาวะของภาชนะบรรจุกับอุณหภูมิของการเก็บรักษามีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 12 และรูปที่ 28)

คุณภาพการยอมรับโดยรวมของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา พบว่าผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนทุกสภาวะมีคุณภาพการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนอัดก๊าซไนโตรเจน ได้คะแนนคุณภาพการยอมรับโดยรวมมากกว่าผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุถุงในโพลีเอทธิลีนที่ไม่เจาะรูและที่เจาะรู (ตารางที่ 13 และรูปที่ 29) และผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ได้คะแนนคุณภาพการยอมรับโดยรวมมากที่สุดคือ 5.83 คะแนน ซึ่งมีคุณภาพค่อนข้างดี และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส ที่ได้คะแนนคุณภาพการยอมรับโดยรวมเท่ากับ 2.92 และ 1.83 คะแนน ซึ่งมีคุณภาพเลวและคุณภาพเลวมาก ตามลำดับ อิทธิพลร่วมระหว่างสภาวะของภาชนะบรรจุกับอุณหภูมิของการเก็บรักษามีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 13 และรูปที่ 29)

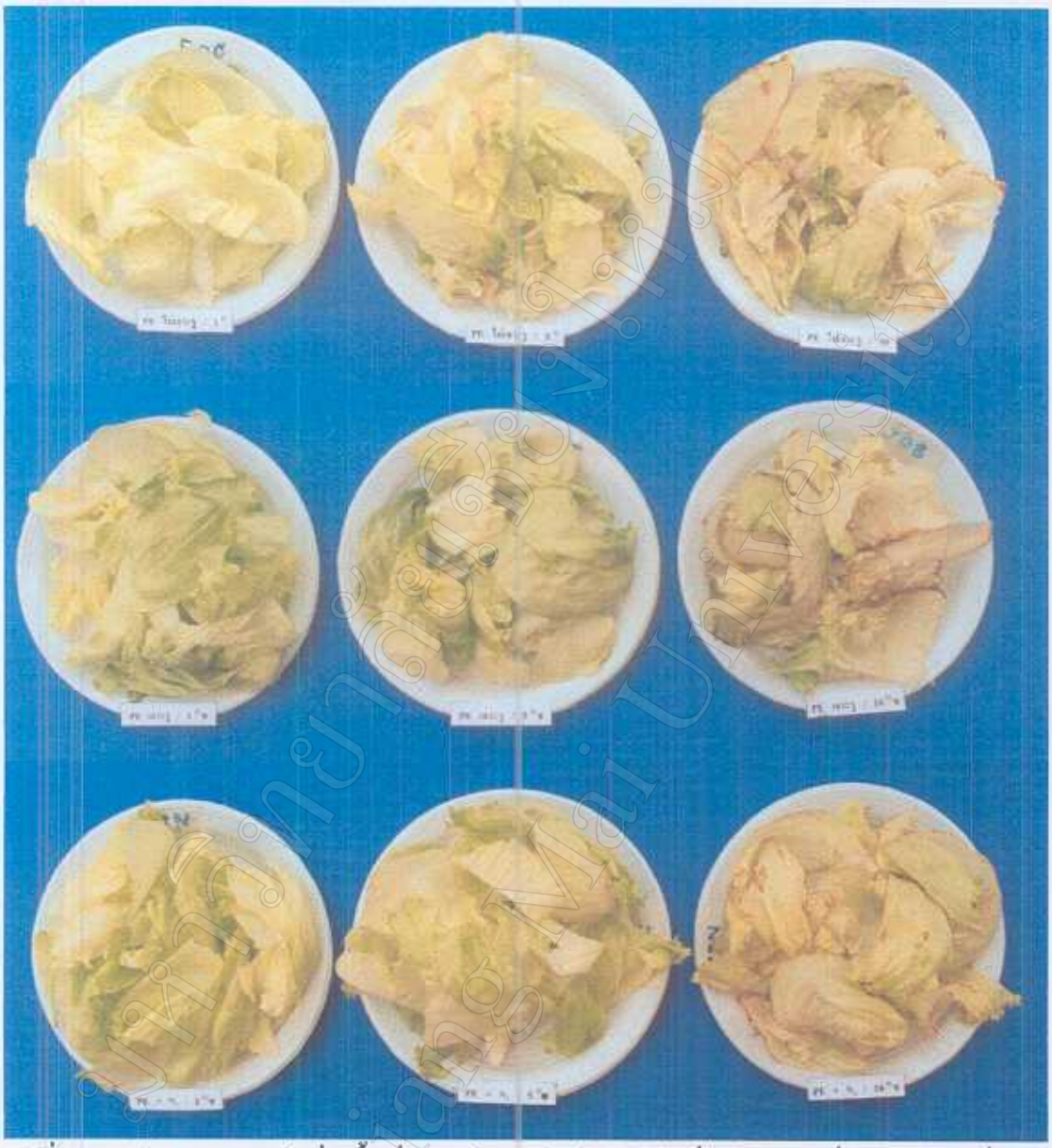
ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น ซึ่งได้แก่ การเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบ ขอบใบและเส้นกลางใบ ตลอดจนการเกิดกลิ่นผิดปกติ การสูญเสียความกรอบ และคุณภาพการยอมรับโดยรวม พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลิเอทธิลีนที่อัดก๊าซไนโตรเจนมีแนวโน้มว่า สามารถรักษาคุณภาพได้ดีกว่าผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลิเอทธิลีนที่ไม่เจาะรูและที่เจาะรู แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และอุณหภูมิของการเก็บรักษาผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่เหมาะสมที่สุดคือ 1 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส ตามลำดับ สอดคล้องกับ McDonald and Risse (1990) ที่รายงานว่า การเก็บรักษาผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ทำให้ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นมีลักษณะปรากฏและรสชาติดีกว่าผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ทำเช่นเดียวกับ Hyodo *et al.* (1978) ที่รายงานว่า ในการเก็บรักษาผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่อุณหภูมิ 0.5 องศาเซลเซียส มีกิจกรรมของเอนไซม์ PAL อยู่ในระดับต่ำและค่อนข้างคงที่ตลอดอายุการเก็บรักษาและเกิดน้ำตาลเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ขณะที่อุณหภูมิ 5.5 องศาเซลเซียส มีผลทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ PAL เพิ่มขึ้นเป็นแนวเส้นตรงตลอดอายุการเก็บรักษาและมีความสัมพันธ์กับการเกิดสีน้ำตาลของผักกาดหอมห่อที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา Ritenour *et al.* (1995) รายงานว่า กิจกรรมของเอนไซม์ PAL ในผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 และ 20 องศาเซลเซียส ถึงจุดสูงสุดภายในระยะเวลา 4 และ 2 วัน ตามลำดับ หลังจากนั้นกิจกรรมของเอนไซม์ PAL ลดลง ขณะที่กิจกรรมของเอนไซม์ PAL ในผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ตลอดอายุการเก็บรักษาและระดับกิจกรรมของเอนไซม์ PAL มากกว่ากิจกรรมของเอนไซม์ PAL ในผักกาดหอมห่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 และ 20 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 6 วัน และถึงจุดสูงสุดเมื่อระยะเวลาผ่านไป 8 วัน ส่วนผลของอุณหภูมิต่ออายุการเก็บรักษาของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนปิดสนิท พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษาน้อยกว่าผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถเก็บรักษาได้นาน 26 วัน ขณะที่ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษาเพียง 10 และ 18 วัน ตามลำดับ นอกจากนี้การเก็บรักษาผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียคลอโรฟิลล์น้อยกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แต่การเก็บรักษาทุกระดับอุณหภูมิไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น ซึ่งเกิดจากผักกาดหอมห่อบรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่ปิดสนิท จึงสามารถรักษาความชื้นและป้องกันการสูญเสียน้ำ ทำให้สามารถรักษาคุณภาพทางเนื้อสัมผัสของผักกาดหอมห่อไว้ได้ (Bolin *et al.*, 1977) การเก็บรักษา

ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในสภาพอุณหภูมิต่ำ ยังมีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ ซึ่งพบว่าที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส มีอัตราการเจริญของจุลินทรีย์น้อยกว่าการเก็บรักษาผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่อุณหภูมิ 5 และ 7.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (King *et al.*, 1991) นอกจากนี้อุณหภูมิของการเก็บรักษายังมีผลต่อการคุณภาพของผลิตผลหลายชนิด Jacxsens *et al.* (2002) รายงานว่า ในการเก็บรักษาสลัดผักรวม (ผักกาดหอมห่อใบเขียว ใบแดง และพริกหวาน) ที่อุณหภูมิ 2, 4, 7 และ 10 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผักสลัดรวมได้ แตกต่างกันคือ 9, 7, 5 และ 3 วัน ตามลำดับ ขณะที่ในการเก็บรักษามะเขือเทศหั่นชิ้น นาน 7 วัน พบว่า ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส สามารถรักษาความแน่นเนื้อของมะเขือเทศหั่นชิ้นได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และลดการเจริญของราและยีสต์ในมะเขือเทศหั่นชิ้นระหว่างการเก็บรักษาอีกด้วย ส่วนการเก็บรักษาผักโขมที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส พบว่า ปริมาณคลอโรฟีลล์เอ และ บี ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดอายุการเก็บรักษานาน 6 วัน ขณะที่การเก็บรักษาอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ปริมาณคลอโรฟีลล์เอ และ บี ลดลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา และในวันที่ 4 ของการเก็บรักษาปริมาณคลอโรฟีลล์เอ และบี ลดลงประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณคลอโรฟีลล์เมื่อเริ่มต้น (Yamauchi and Watada, 1991)



รูปที่ 15 การเก็บรักษาผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่ไม่เจาะรู ที่เจาะรูและที่อัดก๊าซไนโตรเจน

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



รูปที่ 16 ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่ไม่เจาะรู ที่เจาะรู และที่อัดก๊าซไนโตรเจน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1, 5 และ 10 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University

ตารางที่ 10 การสูญเสียน้ำหนัก และการเปลี่ยนแปลงสีที่เส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1, 5 และ 10 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

สภาวะของภาชนะบรรจุ (ปัจจัยที่ 1)	การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)	การเปลี่ยนแปลงสีของเส้นกลางใบ					
		L*	a*	b*	hue	C*	dE
PE ไม่เจาะรู	0.09 [b]	58.24	-5.56	14.44	116.39	15.90	14.40
PE เจาะรู	13.66 [a]	57.71	-6.41	14.69	112.82	16.06	12.14
PE อัดก๊าซ N_2	0.08 [b]	57.96	-4.87	12.61	114.05	13.36	11.44
LSD. 0.05	1.74	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	42.88	-	-	-	-	-	-
อุณหภูมิของการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 2)	การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)	การเปลี่ยนแปลงสีของเส้นกลางใบ					
		L*	a*	b*	hue	C*	dE
1	3.53	59.65 [a]	-6.59 [b]	14.42	116.42	16.21	11.40
5	5.73	59.18 [a]	-4.64 [a]	12.88	112.27	13.79	12.10
10	4.68	55.08 [b]	-5.60 [ab]	14.43	114.49	15.59	14.47
LSD. 0.05	ns	3.64	1.35	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	-	6.54	24.73	-	-	-	-
ปัจจัยที่ 1	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ปัจจัยที่ 2	ns	*	*	ns	ns	ns	ns
1×2	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 11 การเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบ ขอบใบ และเส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1, 5 และ 10 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

สภาวะของภาชนะบรรจุ (ปัจจัยที่ 1)	การเกิดสีน้ำตาล (คะแนน)		
	แผ่นใบ	ขอบใบ	เส้นกลางใบ
PE ไม่เจาะรู	3.33	3.42	3.33
PE เจาะรู	2.50	3.25	2.83
PE อัดก๊าซ N_2	2.42	2.75	2.50
LSD. 0.05	ns	ns	ns
C.V. (%)	-	-	-
อุณหภูมิของการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 2)	การเกิดสีน้ำตาล (คะแนน)		
	แผ่นใบ	ขอบใบ	เส้นกลางใบ
1	1.00 ^{c}	1.33 ^{c}	1.08 ^{b}
5	3.17 ^{b}	3.42 ^{b}	3.50 ^{a}
10	4.08 ^{a}	4.67 ^{a}	4.08 ^{a}
LSD. 0.05	0.69	0.65	0.74
C.V. (%)	30.08	24.96	30.03
ปัจจัยที่ 1	ns	ns	ns
ปัจจัยที่ 2	*	*	*
1×2	ns	ns	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ; การเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบ การเกิดสีน้ำตาลที่ขอบใบ และการเกิดสีน้ำตาลที่เส้นกลางใบ กำหนดคะแนน ดังนี้

ระดับที่ 1 คือ ไม่เกิดสีน้ำตาล
ระดับที่ 2 คือ เกิดสีน้ำตาลเล็กน้อย
ระดับที่ 3 คือ เกิดสีน้ำตาลปานกลาง
ระดับที่ 4 คือ เกิดสีน้ำตาลมาก
ระดับที่ 5 คือ เกิดสีน้ำตาลมากที่สุด

ตารางที่ 12 การเกิดกลิ่นผิดปกติ และการสูญเสียความกรอบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1, 5 และ 10 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

สภาวะของภาชนะบรรจุ (ปัจจัยที่ 1)	การเกิดกลิ่นผิดปกติ (คะแนน)	การสูญเสียความกรอบ (คะแนน)
PE ไม่เจาะรู	1.67	1.67
PE เจาะรู	1.58	1.92
PE อัดก๊าซ N_2	1.42	1.50
LSD. 0.05	ns	ns
C.V. (%)	-	-
อุณหภูมิของการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 2)	การเกิดกลิ่นผิดปกติ (คะแนน)	การสูญเสียความกรอบ (คะแนน)
1	1.08 [b]	1.42 [b]
5	1.75 [a]	1.83 [a]
10	1.83 [a]	1.83 [a]
LSD. 0.05	0.32	0.36
C.V. (%)	24.60	25.68
ปัจจัยที่ 1	ns	ns
ปัจจัยที่ 2	*	*
1×2	ns	*

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเกิดกลิ่นผิดปกติ กำหนดคะแนนดังนี้
ระดับที่ 1 คือ ไม่เกิดกลิ่นผิดปกติ
ระดับที่ 2 คือ เกิดกลิ่นผิดปกติ

การสูญเสียความกรอบ กำหนดคะแนน ดังนี้
ระดับที่ 1 คือ ไม่สูญเสียความกรอบ
ระดับที่ 2 คือ สูญเสียความกรอบ

ตารางที่ 13 คุณภาพการยอมรับโดยรวมของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1, 5 และ 10 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

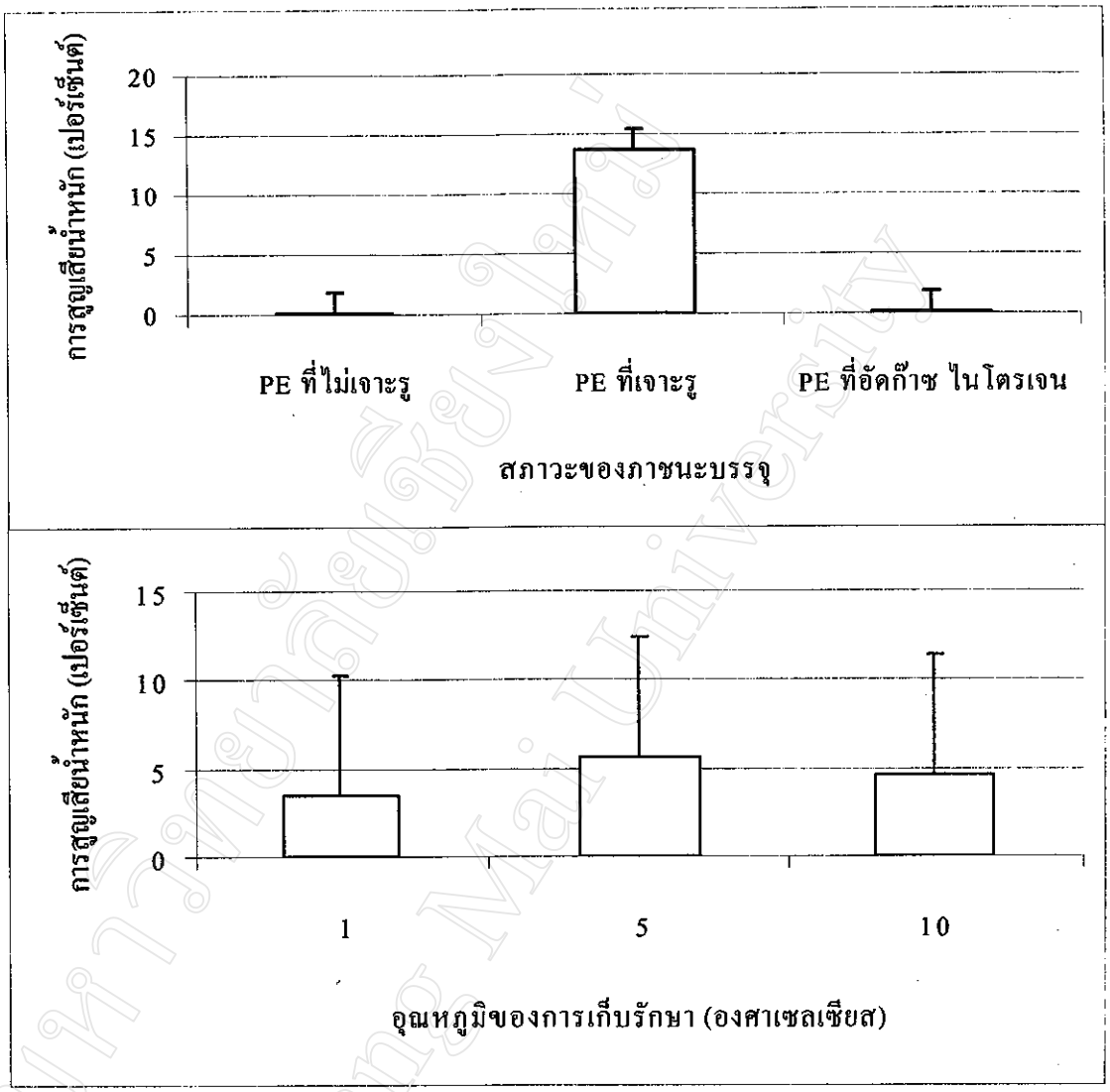
สภาวะของภาชนะบรรจุ (ปัจจัยที่ 1)	คุณภาพการยอมรับโดยรวม (คะแนน)
PE ไม่เจาะรู	3.67
PE เจาะรู	2.67
PE อัดก๊าซ N_2	4.25
LSD. 0.05	ns
C.V. (%)	-
อุณหภูมิของการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส) (ปัจจัยที่ 2)	คุณภาพการยอมรับโดยรวม (คะแนน)
1	5.83 [a]
5	2.92 [b]
10	1.83 [b]
LSD. 0.05	1.34
C.V. (%)	45.83
ปัจจัยที่ 1	ns
ปัจจัยที่ 2	*
1×2	*

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

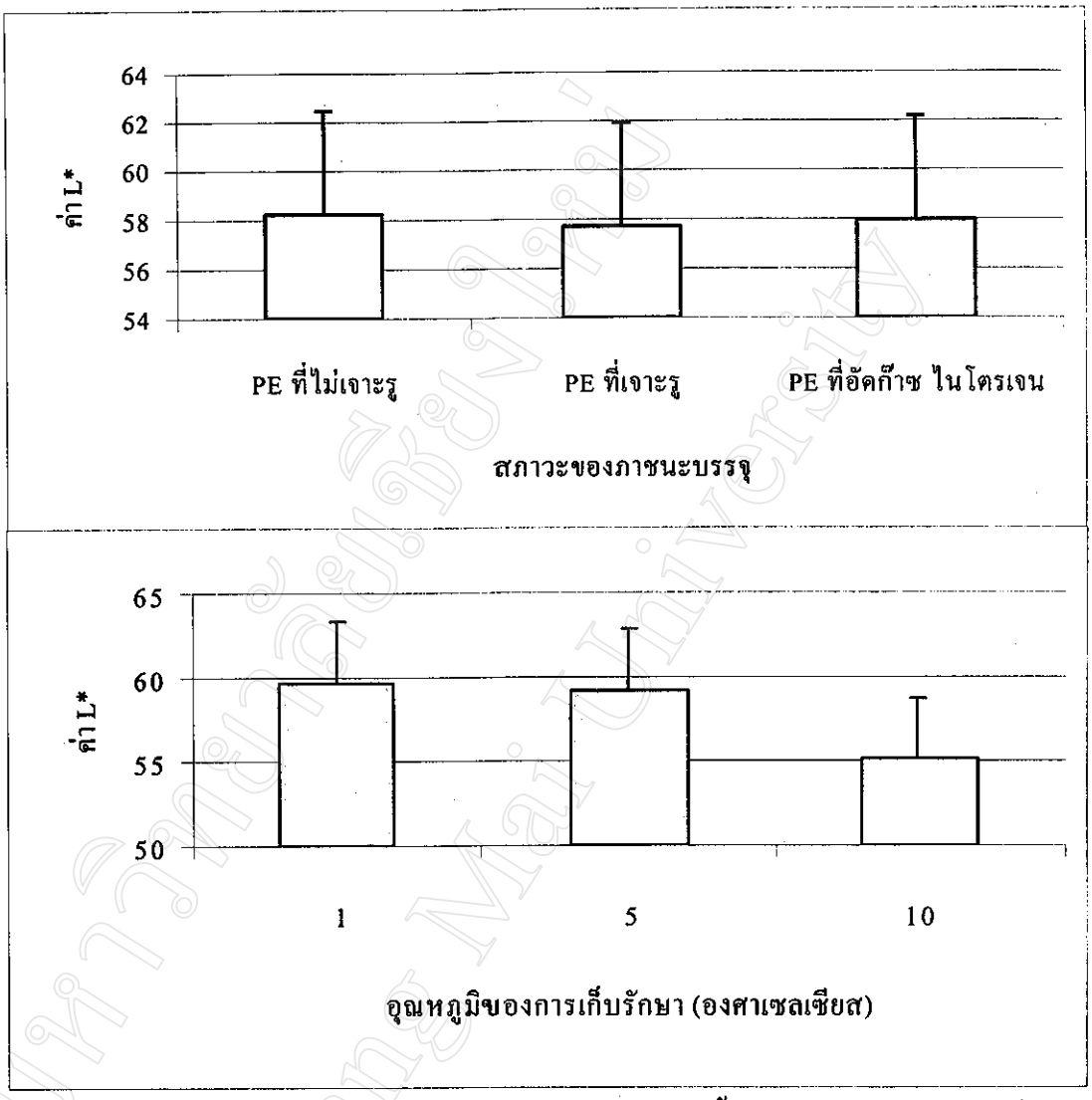
ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คุณภาพการยอมรับโดยรวม กำหนดคะแนน ดังนี้

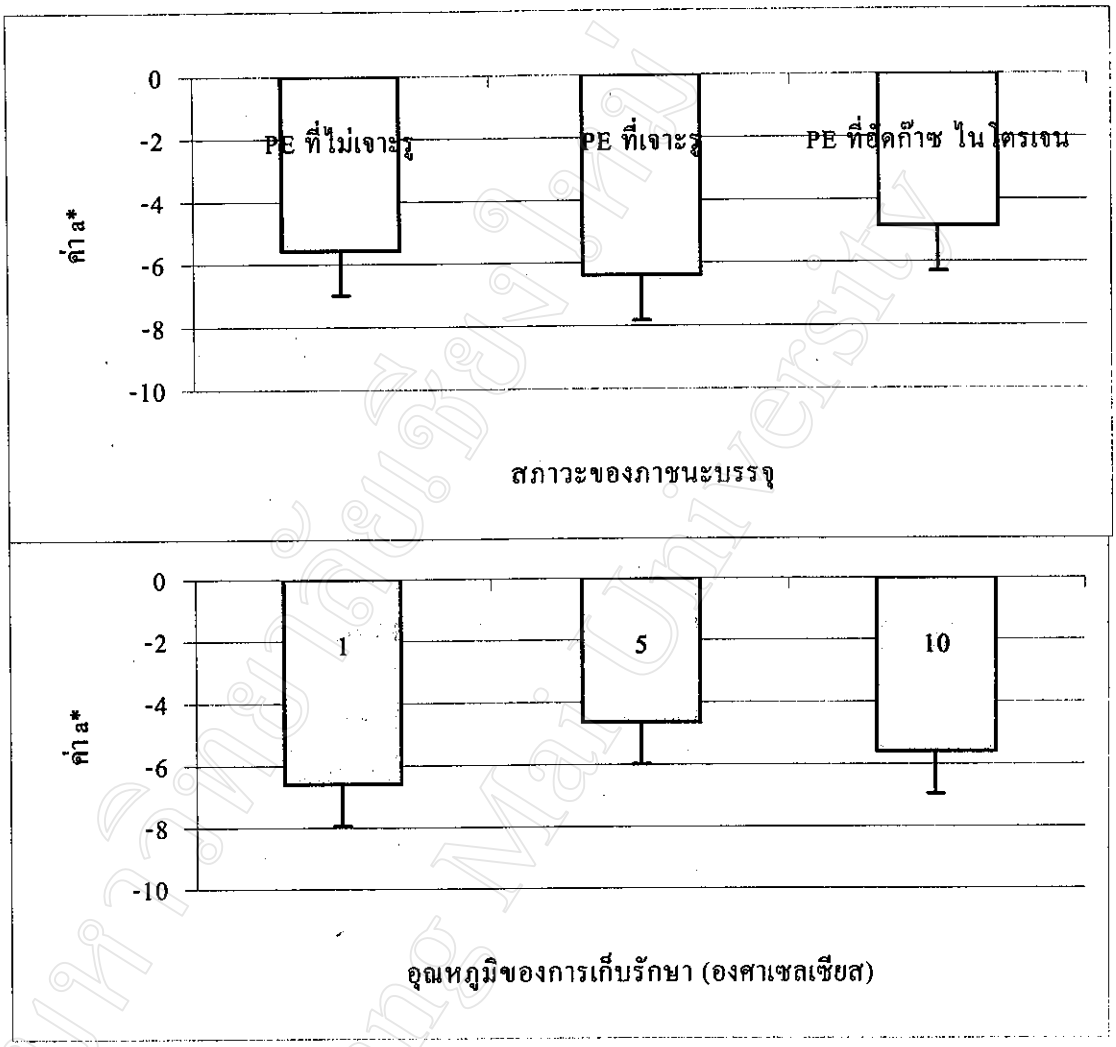
ระดับที่ 1 คือ คุณภาพเลวที่สุด
ระดับที่ 2 คือ คุณภาพเลวมาก
ระดับที่ 3 คือ คุณภาพเลว
ระดับที่ 4 คือ คุณภาพค่อนข้างเลว
ระดับที่ 5 คือ คุณภาพปานกลาง
ระดับที่ 6 คือ คุณภาพค่อนข้างดี
ระดับที่ 7 คือ คุณภาพดี
ระดับที่ 8 คือ คุณภาพดีมาก
ระดับที่ 9 คือ คุณภาพดีที่สุด



รูปที่ 17 การสูญเสียน้ำหนักของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะและอุณหภูมิต่างๆ นาน 7 วัน

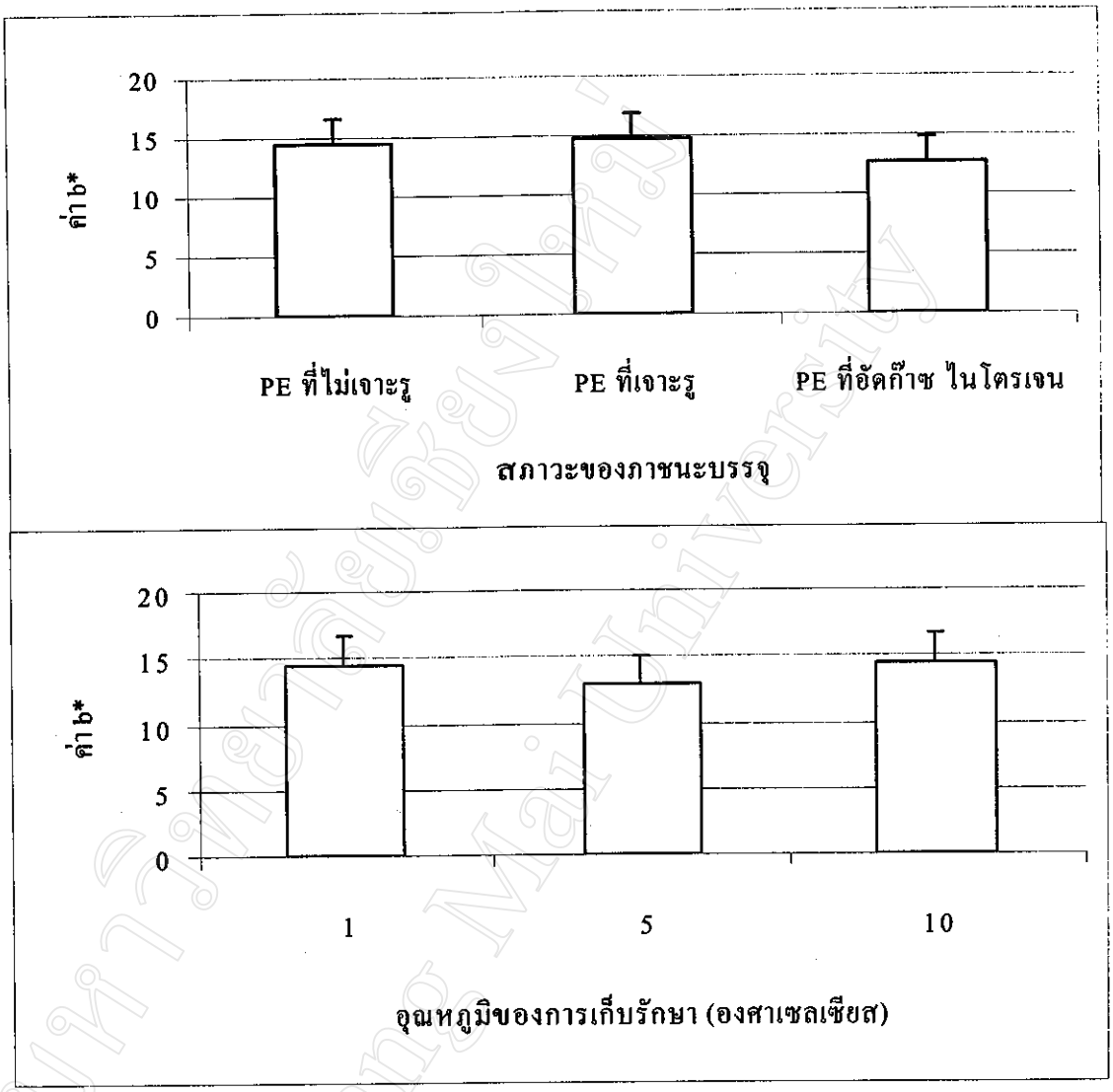


รูปที่ 18 ค่า L* ที่เส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะและอุณหภูมิต่างๆ นาน 7 วัน

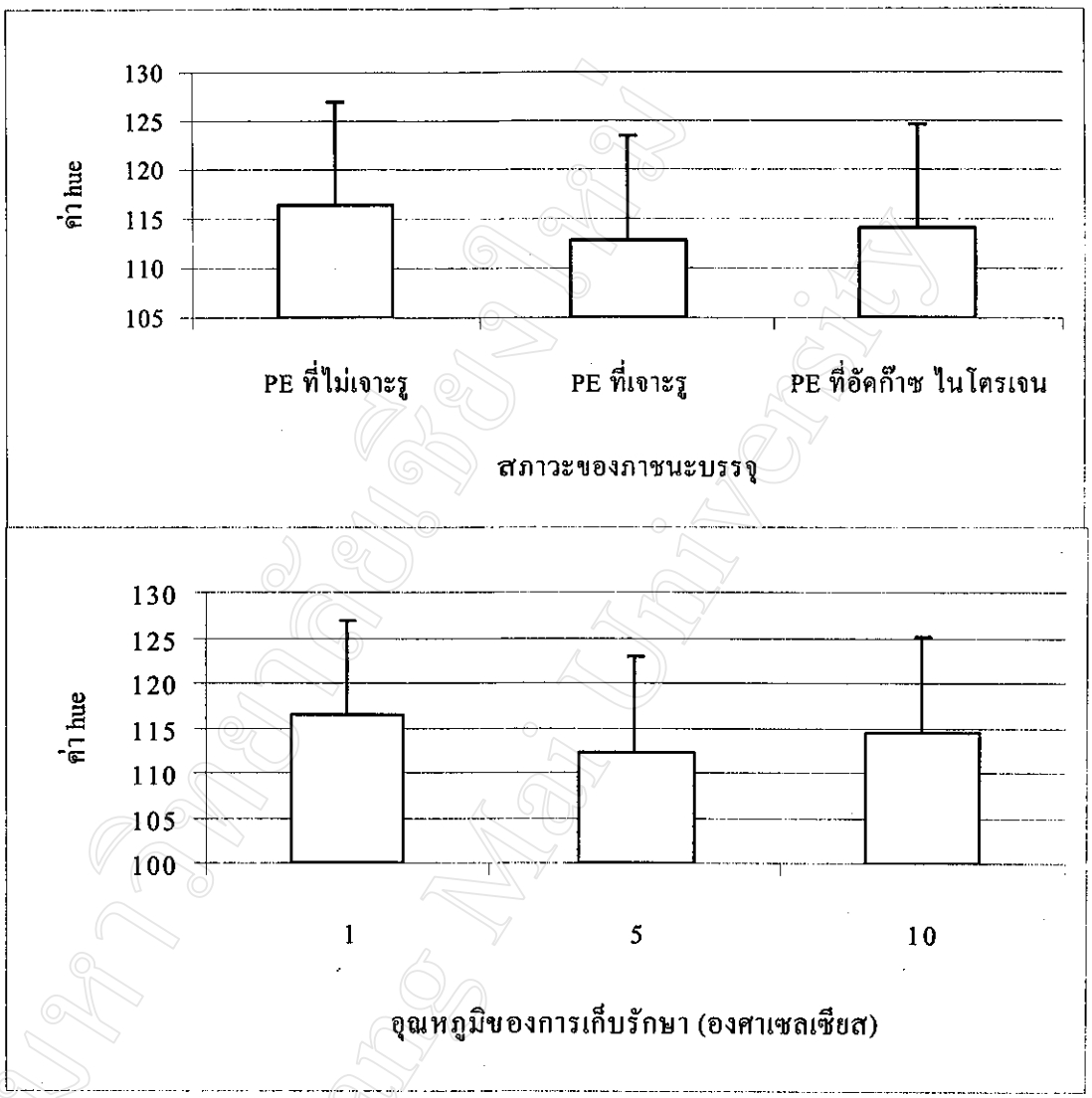


รูปที่ 19 ค่า a* ที่เส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะและอุณหภูมิต่างๆ นาน 7 วัน

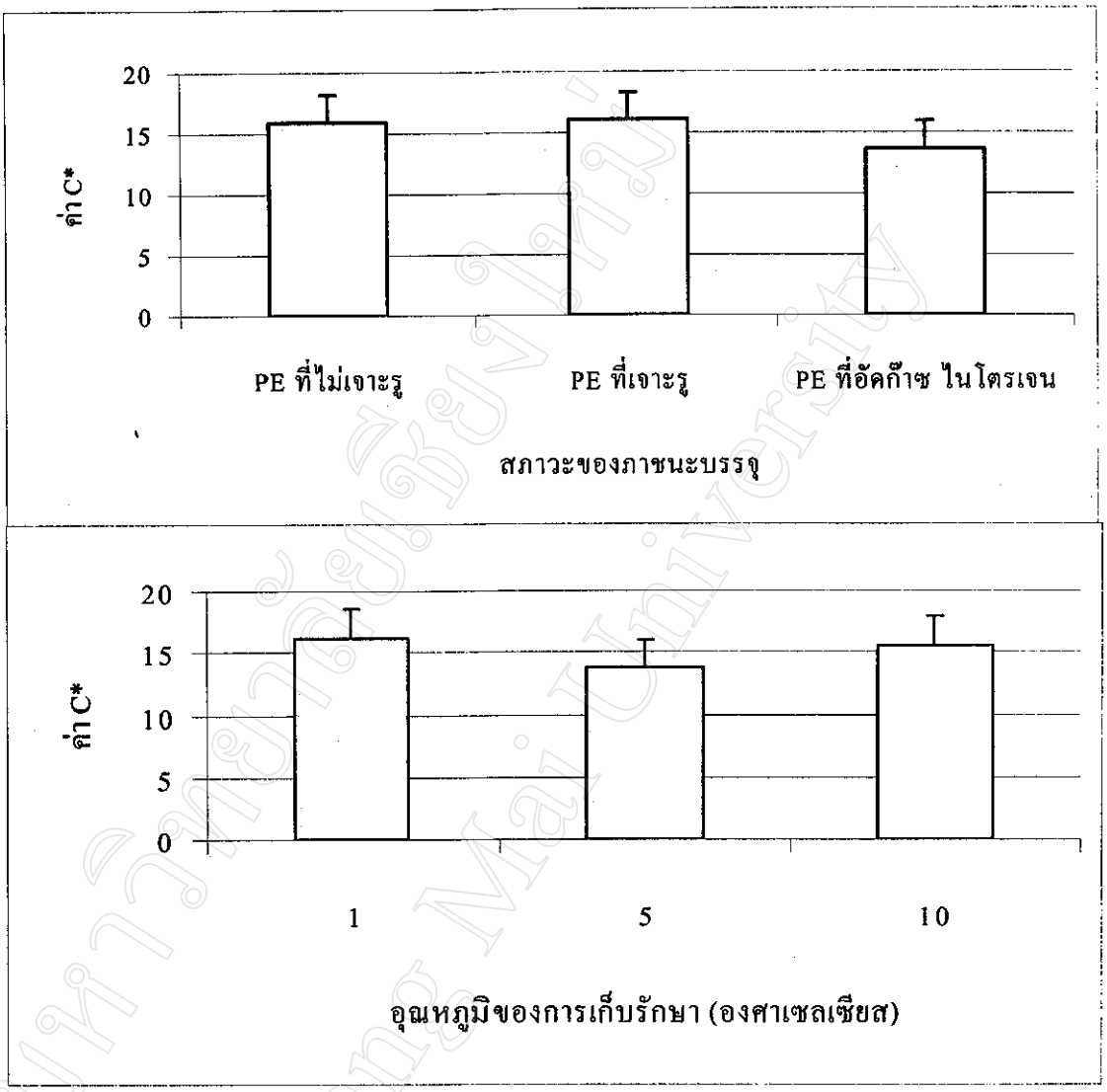
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูปที่ 20 ค่า b* ที่เส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะและอุณหภูมิต่างๆ นาน 7 วัน

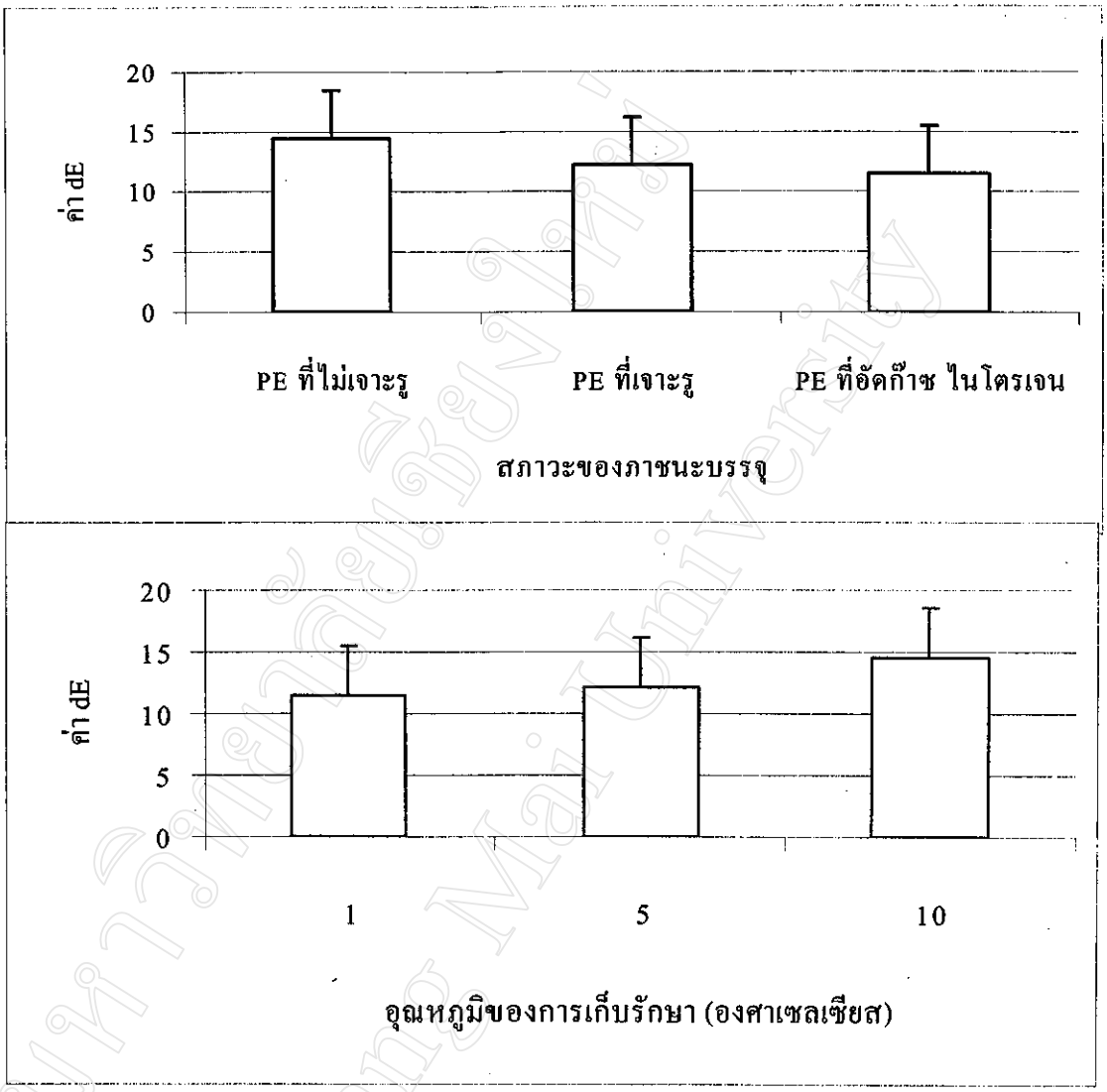


รูปที่ 21 ค่า hue ที่เส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะและอุณหภูมิต่างๆ นาน 7 วัน

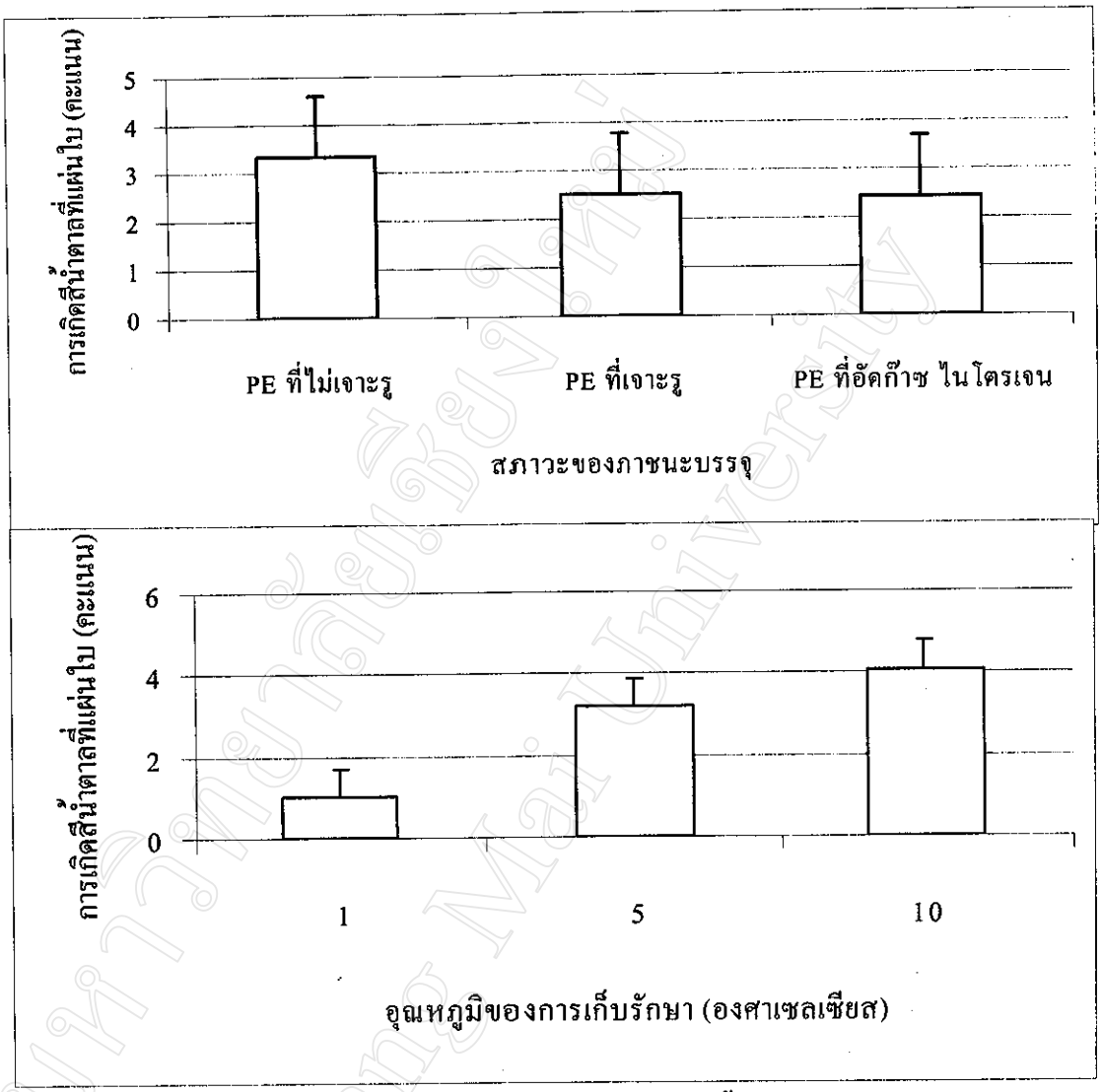


รูปที่ 22 ค่า C* ที่เส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะและอุณหภูมิต่างๆ นาน 7 วัน

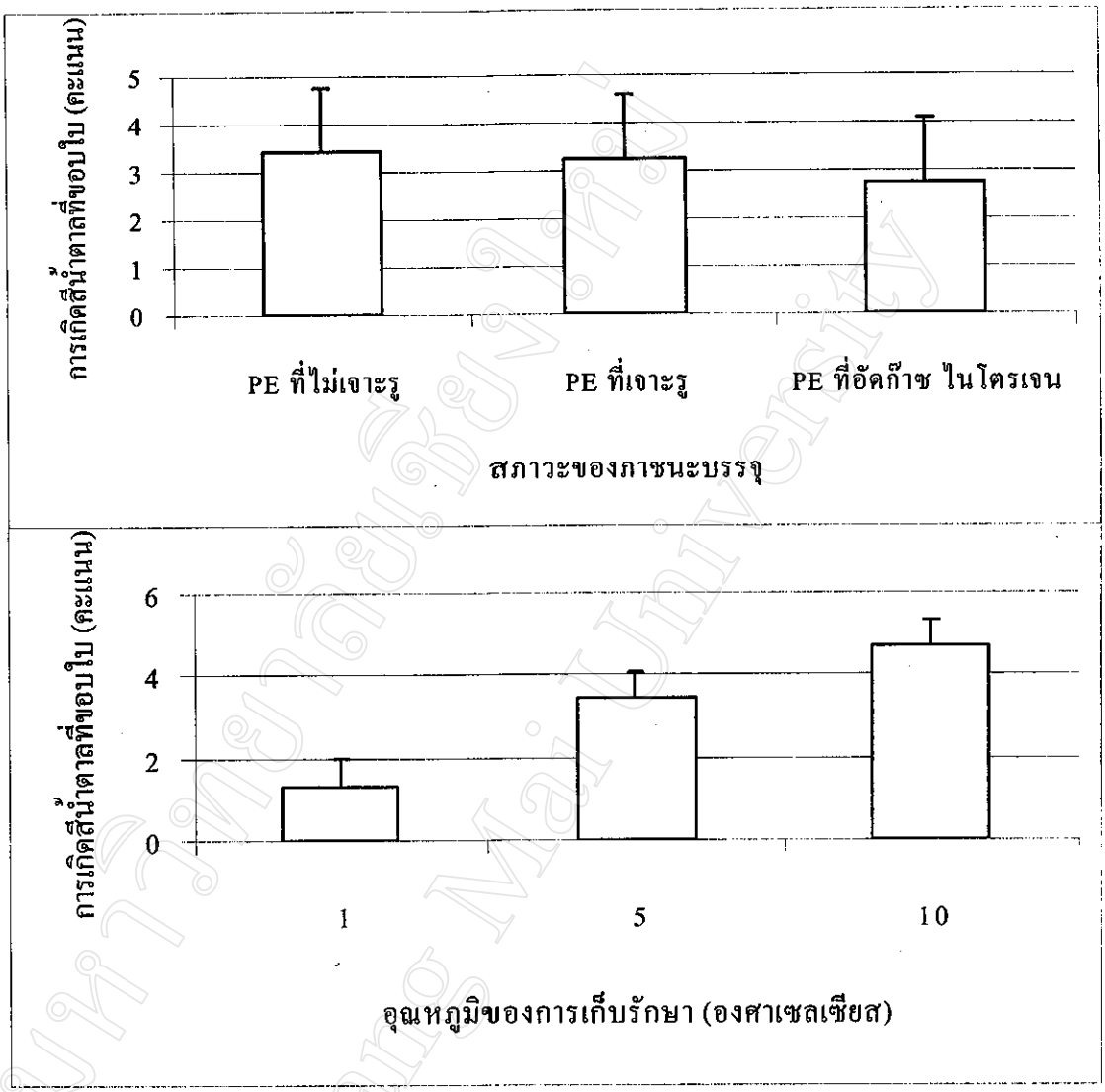
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูปที่ 23 ค่า dE ที่เส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะและอุณหภูมิต่างๆ นาน 7 วัน

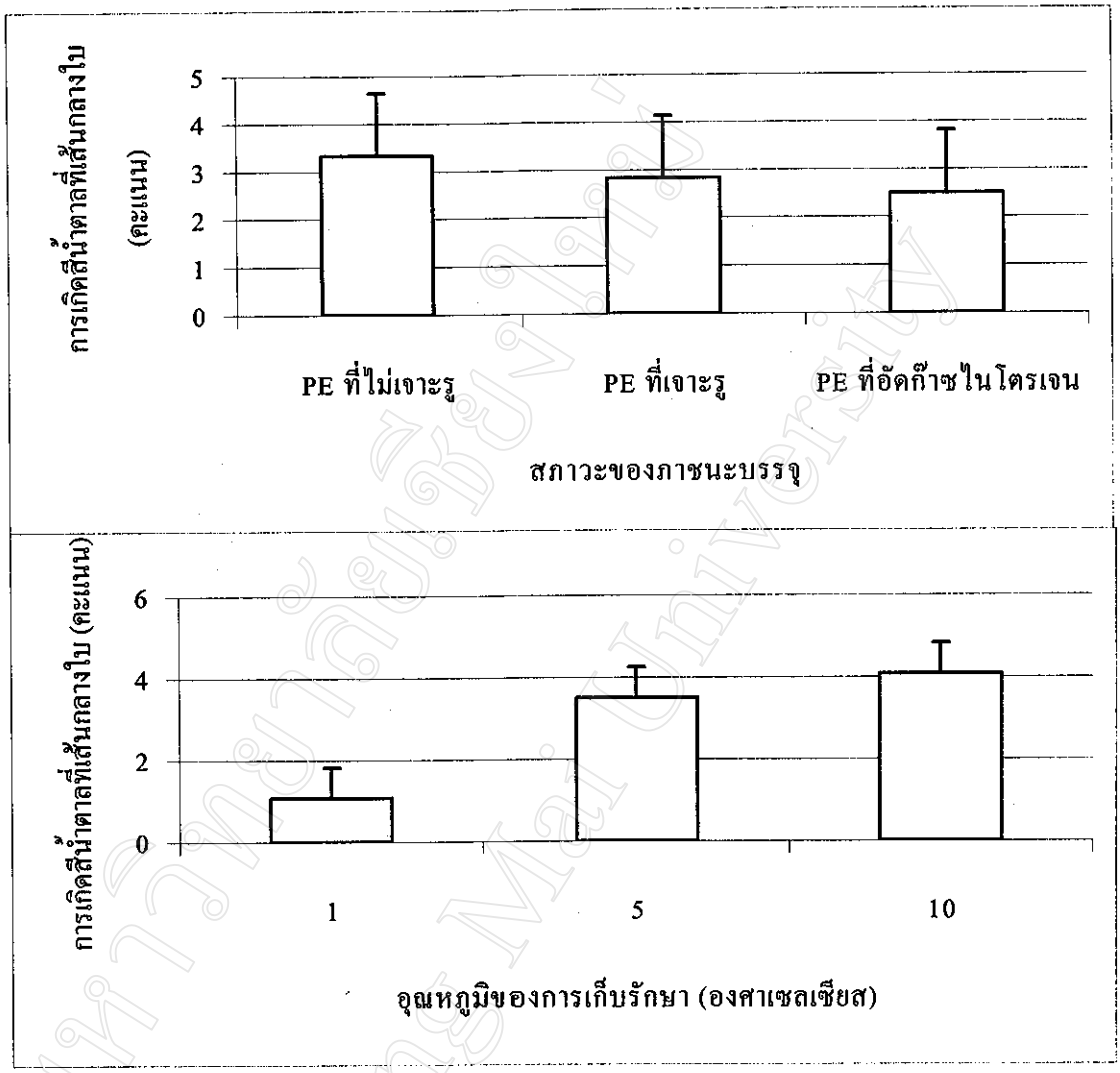


รูปที่ 24 การเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะและอุณหภูมิต่างๆ นาน 7 วัน

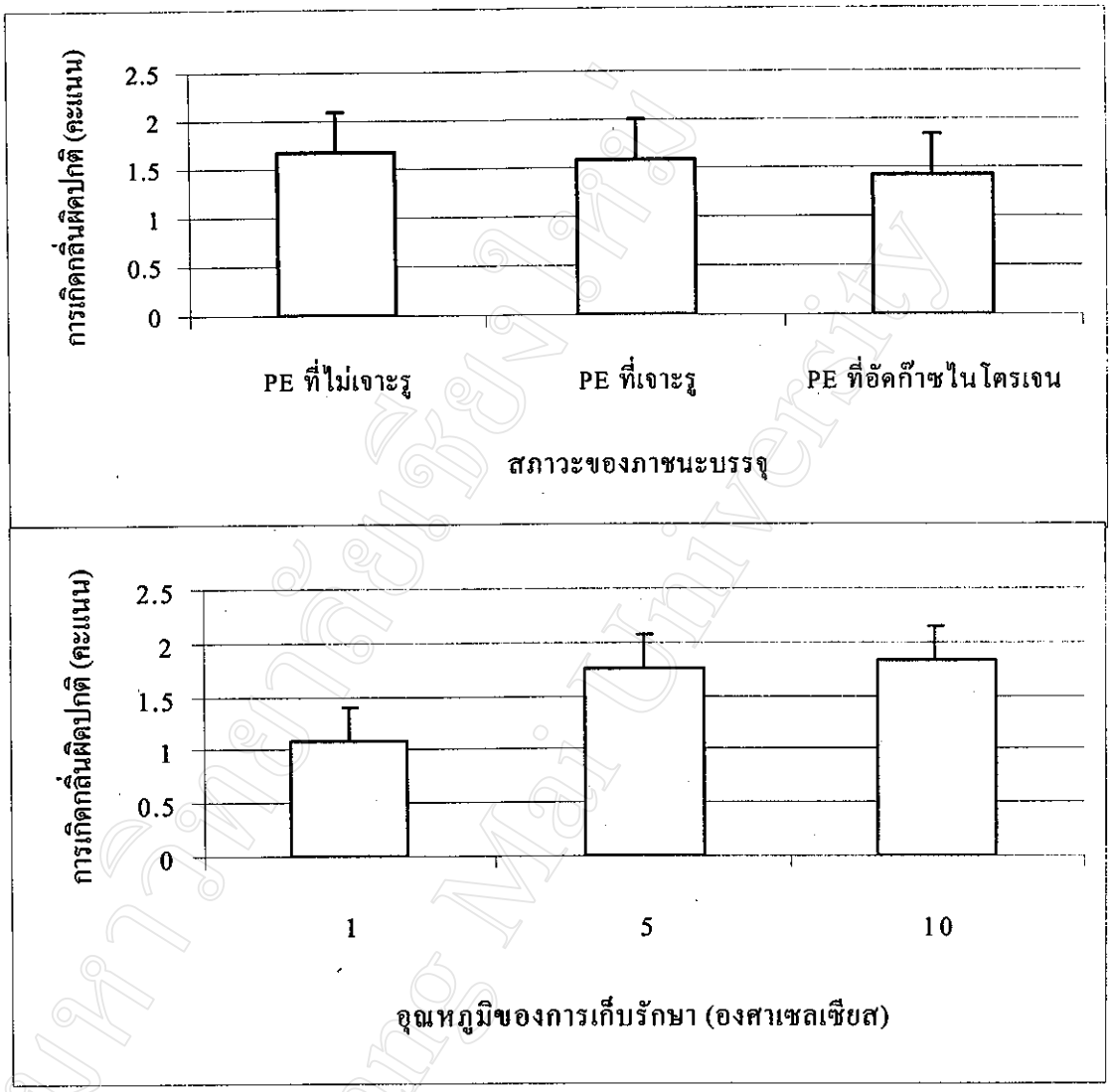


รูปที่ 25 การเกิดสีน้ำตาลที่ขอบใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะและอุณหภูมิต่างๆ นาน 7 วัน

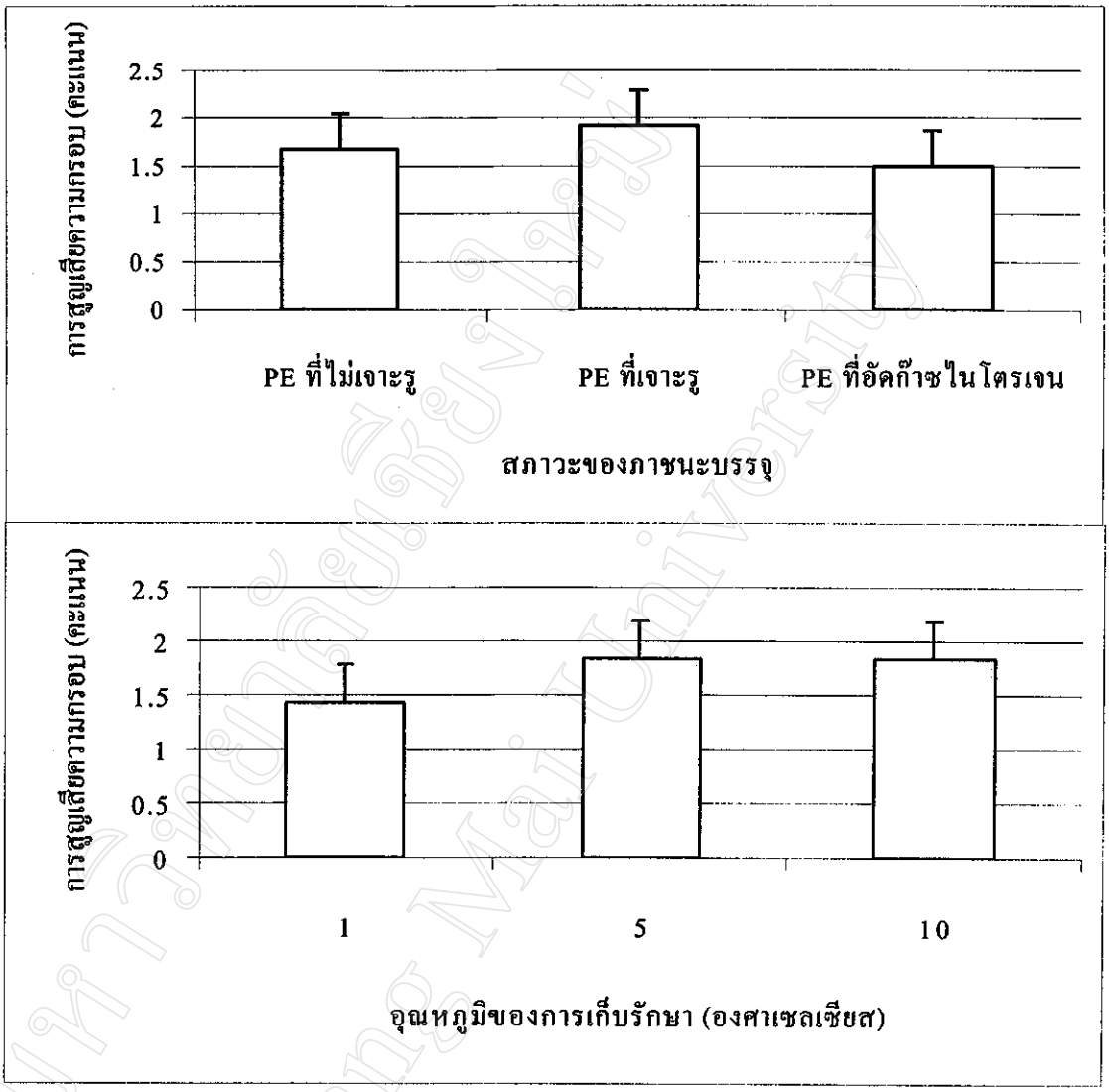
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



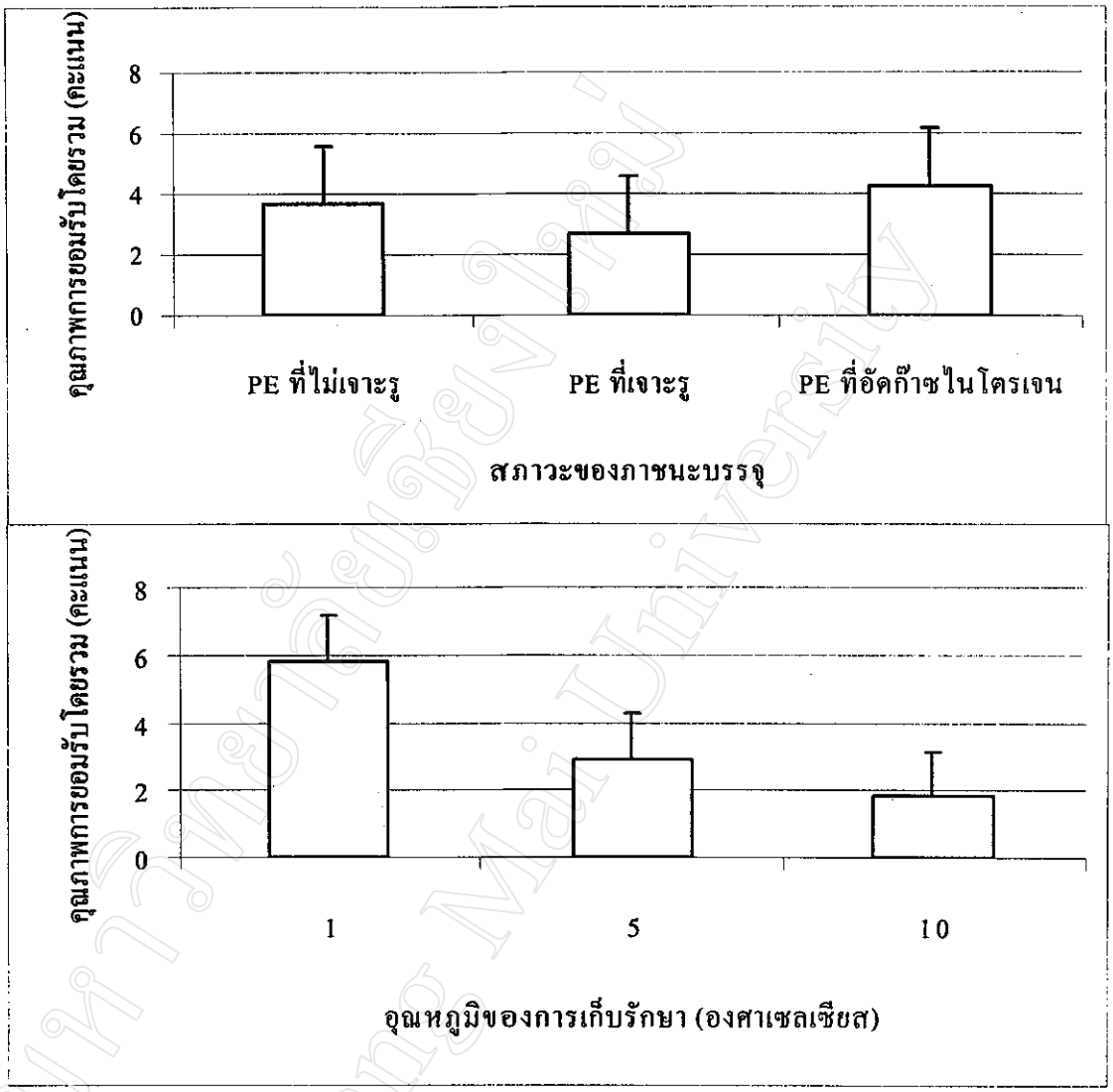
รูปที่ 26 การเกิดสีน้ำตาลที่เส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะและอุณหภูมิต่างๆ นาน 7 วัน



รูปที่ 27 การเกิดกลิ่นผิดปกติของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะและอุณหภูมิต่างๆ นาน 7 วัน



รูปที่ 28 การสูญเสียความกรอบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะและอุณหภูมิต่างๆ นาน 7 วัน



รูปที่ 29 คุณภาพการยอมรับโดยรวมของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะและอุณหภูมิต่างๆ นาน 7 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

การทดลองที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพ

ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นจุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที แล้วบรรจุในถุงพลาสติกโพลีเอทธิลีน 3 สภาวะได้แก่ ไม่เจาะรู เจาะรู และอัดก๊าซไนโตรเจน และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน (รูปที่ 30) แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจนภายในถุงโพลีเอทธิลีน คุณภาพทางกายภาพ การประเมินทางประสาทสัมผัส และทางเคมี รวมทั้งการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งหมด ผลการทดลองมีดังนี้

การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซออกซิเจนภายในภาชนะบรรจุ

เมื่อการเก็บรักษาผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน พบว่าในถุงโพลีเอทธิลีนทุกสภาวะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา โดยที่ถุงโพลีเอทธิลีนที่ไม่เจาะรูที่บรรจุผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดเท่ากับ 2.43 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)กับถุงโพลีเอทธิลีนที่อัดก๊าซไนโตรเจนและที่เจาะรู ที่มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 2.23 และ 1.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 14 และรูปที่ 31) ส่วนปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในภาชนะบรรจุ พบว่า ถุงโพลีเอทธิลีนที่ไม่เจาะรูและที่อัดก๊าซไนโตรเจนที่บรรจุผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น มีปริมาณก๊าซออกซิเจนลดลงจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา ขณะที่ถุงโพลีเอทธิลีนที่เจาะรูที่บรรจุผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซออกซิเจนตลอดอายุการเก็บรักษานาน 7 วัน โดยที่ถุงโพลีเอทธิลีนที่อัดก๊าซไนโตรเจนที่บรรจุผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นมีปริมาณก๊าซออกซิเจนน้อยที่สุดเท่ากับ 10.43 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถุงที่ไม่เจาะรูและที่เจาะรู ที่มีปริมาณก๊าซออกซิเจน เท่ากับ 17.30 และ 20.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 15 และรูปที่ 32) ซึ่ง Lopez-Galvez *et al.* (1996) รายงานว่า ในสภาพการเก็บรักษาที่มีก๊าซออกซิเจน 3 เปอร์เซ็นต์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมต่อการเก็บรักษาผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น เนื่องจากสามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบ ขอบใบ และเส้นกลางใบ ตลอดจนรักษาคุณภาพภายนอกและช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 12 วันที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และ McDonald and Risse (1990) ที่รายงานว่า สภาพบรรยากาศที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นควรมีปริมาณก๊าซออกซิเจนอยู่ระหว่าง 2 ถึง 15 เปอร์เซ็นต์และมีปริมาณ

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่ง Ke and Saltviet (1989) รายงานว่า ภายใต้สภาพที่มีก๊าซออกซิเจนต่ำ ทำให้ผักกาดหอมห่อมีการสร้างเอทธิลีนและมีอัตราการหายใจลดลง รวมทั้งมีกิจกรรมของเอนไซม์ PAL, POD และการสร้างสารประกอบฟีนอลลดลง ซึ่งมีผลทำให้สามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลของผักกาดหอมห่อในระหว่างการเก็บรักษาได้ นอกจากนี้มีรายงานว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นสามารถทนต่อสภาพบรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำสุดถึง 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการหั่นชิ้น ทำให้การแพร่ผ่านเข้าออกของก๊าซ รวมทั้งระยะทางในการแพร่ผ่านเข้าออกของก๊าซจากจุดศูนย์กลางไปสู่ภายนอกของผลิตผลหั่นชิ้นสั้นกว่าผลิตผลทั้งหัว จึงไม่ก่อให้เกิดการสะสมของก๊าซในปริมาณที่มากเกินไป จนทำให้เกิดความเสียหายต่อคุณภาพของผักกาดหอมห่อในระหว่างการเก็บรักษา (ยงยุทธ, 2541 ; Watada and Qi, 1999) เนื่องจากในถุงโพลีเอทธิลีนที่อัดก๊าซไนโตรเจนที่บรรจุผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นมีปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในถุงโพลีเอทธิลีนอยู่ระหว่าง 2 ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ อาจเหมาะสมต่อการรักษาคุณภาพของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นได้ดีกว่าการเก็บรักษาผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่เก็บรักษาในถุงโพลีเอทธิลีนที่ไม่เจาะรูและที่เจาะรู

คุณภาพทางกายภาพ

ในวันที่ 7 ของการเก็บรักษาผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส พบว่าผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่เจาะรูมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดเท่ากับ 10.49 เปอร์เซ็นต์ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับการสูญเสียน้ำหนักผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่ไม่เจาะรู ที่มีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 0.11 เปอร์เซ็นต์ และผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุถุงโพลีเอทธิลีนที่อัดก๊าซไนโตรเจนที่มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.15 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 15 และรูปที่ 33) การเจาะรูของถุงโพลีเอทธิลีนเป็นการเพิ่มพื้นที่ในการซึมผ่านของไอน้ำที่เกิดขึ้นจากการคายน้ำและการหายใจของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นมากขึ้น แต่การบรรจุผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในถุงโพลีเอทธิลีนที่ไม่เจาะรู และที่อัดก๊าซไนโตรเจนในระหว่างการเก็บรักษามีผลทำให้เกิดก๊าซออกซิเจนลดลง และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น ทำให้ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นมีการหายใจและการคายน้ำลดลง รวมทั้งรักษาความชื้นสัมพัทธ์ภายในถุงไว้ได้ (จริงแท้, 2538 ; Ben-Yehoshua *et al.*, 1998 ; Cantwell, 2002) อย่างไรก็ตาม ในระหว่างการชั่งน้ำหนักของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุถุงโพลีเอทธิลีนที่อัดก๊าซไนโตรเจน

เกิดการควบแน่นของหยดน้ำบริเวณผิวนอกของถุงโพลีเอทธิลีน ซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนอัดก๊าซไนโตรเจนมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นได้

การเปลี่ยนแปลงสี (ค่า L*, a*, b*, hue, C* และ dE) ที่เส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น ในวันที่ 7 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนทุกสภาวะมีค่า L*, a*, b*, hue, C* และ dE ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่ไม่เจาะรู ที่เจาะรู และที่อัดก๊าซไนโตรเจนมีค่า L* อยู่ระหว่าง 61.50 ถึง 62.00 ค่า a* อยู่ระหว่าง –3.61 ถึง -5.31 ค่า b* อยู่ระหว่าง 10.23 ถึง 11.70 ค่า hue อยู่ระหว่าง 111.39 ถึง 121.54 ค่า C* อยู่ระหว่าง 11.17 ถึง 12.85 และค่า dE อยู่ระหว่าง 7.96 ถึง 8.99 (ตารางที่ 15 และรูปที่ 34 ถึง 39) ซึ่งการวัดการเปลี่ยนแปลงสีที่แสดงออกมาในรูปของค่า L* ซึ่งเป็นค่าที่แสดงความสว่างของสี ค่า a* เป็นค่าที่แสดงความแตกต่างระหว่างสีเขียวและสีแดง ค่า b* เป็นค่าที่แสดงความแตกต่างระหว่างสีเหลืองและสีน้ำเงิน ค่า hue angle (hue) เป็นค่าที่แสดงสัดส่วนระหว่างค่า a* และค่า b* นอกจากนี้ ยังมีค่า chroma (C*) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงความเข้มของสี และค่า total color difference (dE) ที่เป็นความแตกต่างระหว่างค่าสีในวันเริ่มต้นกับค่าสีในแต่ละวันของการเก็บรักษา ซึ่งการเกิดสีน้ำตาลของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในระหว่างการเก็บรักษาทำให้การเปลี่ยนแปลงค่า L*, b*, hue และ C* ลดลง แต่จะทำให้ค่า a* และค่า dE มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ในการประเมินการเกิดสีน้ำตาลของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในระหว่างการเก็บรักษาด้วยวิธีการแสดงเป็นค่าวัดสี พบว่า การเปลี่ยนแปลงค่า hue ที่ลดลงและค่า a* ที่เพิ่มขึ้นของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นมีความสัมพันธ์อย่างมากกับการประเมินการเกิดสีน้ำตาลทางประสาทสัมผัสด้วยสายตา ขณะที่การเปลี่ยนแปลงค่า b* มีความสัมพันธ์เพียงเล็กน้อยและค่า L* ไม่มีความสัมพันธ์กับการประเมินการเกิดสีน้ำตาลของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น (Gnanasekharan *et al.*, 1992 ; Heimdal *et al.*, 1995 ; Lopez-Galvez *et al.*, 1996 ; Peiser *et al.*, 1998)

คุณภาพการประเมินทางประสาทสัมผัส

การเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในวันที่ 7 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนทุกสภาวะเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่ไม่เจาะรูและที่อัดก๊าซไนโตรเจน ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบ

เท่ากับ 1.50 คะแนนเท่ากัน และผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนเจาะรูได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบเท่ากับ 1.75 คะแนน ซึ่งเป็นการเกิดสีน้ำตาลในระดับเล็กน้อย (ตารางที่ 16 และรูปที่ 40)

การเกิดสีน้ำตาลที่ขอบใบผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในวันที่ 7 ของการเก็บรักษาอุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่ทุกสภาวะเกิดสีน้ำตาลที่ขอบใบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลเท่ากับ 2.00 คะแนนเท่ากัน แสดงว่ามีการเกิดสีน้ำตาลเพียงเล็กน้อย (ตารางที่ 16 และรูปที่ 40)

การเกิดสีน้ำตาลที่เส้นกลางใบผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในวันที่ 7 ของการเก็บรักษาอุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนทุกสภาวะเกิดสีน้ำตาลที่เส้นกลางใบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่ไม่เจาะรูและที่อัดก๊าซไนโตรเจน ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่เส้นกลางใบเท่ากับ 1.50 คะแนนเท่ากัน และผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่เจาะรู ได้คะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่เส้นกลางใบเท่ากับ 1.25 คะแนน ซึ่งมีการเกิดสีน้ำตาลระหว่างไม่เกิดกับเกิดสีน้ำตาลเพียงเล็กน้อย (ตารางที่ 16 และรูปที่ 40)

การเกิดกลิ่นผิดปกติของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในวันวันที่ 7 ของการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนทุกสภาวะเกิดกลิ่นผิดปกติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยผู้ทดสอบให้คะแนนเท่ากับ 1.25 คะแนนเท่ากัน ซึ่งจัดว่าอยู่ในระดับที่เกิดกลิ่นผิดปกติเล็กน้อย (ตารางที่ 17 และรูปที่ 41)

การสูญเสียความกรอบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นภายหลังการเก็บรักษานาน 7 วัน ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนทุกสภาวะสูญเสียความกรอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุถุงโพลีเอทธิลีนที่ไม่เจาะรู และที่อัดก๊าซไนโตรเจน ได้รับคะแนนการสูญเสียความกรอบเท่ากับ 1.50 คะแนนเท่ากัน และผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่เจาะรูได้คะแนนการสูญเสียความกรอบเท่ากับ 1.25 คะแนน ซึ่งจัดว่าอยู่ในระดับที่มีการสูญเสียความกรอบเล็กน้อย (ตารางที่ 17 และรูปที่ 41)

คุณภาพการยอมรับโดยรวมของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในวันที่ 7 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนทุกสภาวะมีคุณภาพการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุถุงโพลีเอทธิลีนที่ไม่เจาะรู ที่อัดก๊าซไนโตรเจนและที่เจาะรู ได้คะแนนคุณภาพการยอมรับโดยรวมเท่ากับ 5.75, 5.25 และ 5.00 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในระดับคุณภาพค่อนข้างดีถึงปานกลาง (ตารางที่ 18 และรูปที่ 58) ซึ่ง Lopez-Galvez *et al.* (1996) รายงานว่าในสภาพการเก็บรักษาที่มีก๊าซออกซิเจน 3 เปอร์เซ็นต์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบ ขอบใบ และเส้นกลางใบ ตลอดจนรักษาคุณภาพภายนอกและช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 12 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ขณะที่สภาพบรรยากาศที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาในการป้องกันการเน่าเสียและการเกิดสีน้ำตาลของบรอคโคลีมีความผันแปรตามระดับอุณหภูมิของการเก็บรักษา ซึ่งพบว่า ก๊าซออกซิเจน 0.5 เปอร์เซ็นต์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์เหมาะสมต่อการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 และ 5 องศาเซลเซียส ส่วนที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่า ก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษา คือ 1 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Izumi *et al.*, 1996) ส่วนในหอมหัวใหญ่หั่นชิ้น พบว่า ในสภาพบรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจน 2 เปอร์เซ็นต์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถรักษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยเฉพาะทางด้านกลิ่นของหอมหัวใหญ่และยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ รวมทั้งสามารถลดอัตราการหายใจและรักษาปริมาณน้ำตาลซูโครสในหอมหัวใหญ่ระหว่างการเก็บรักษาได้ด้วย (Blanchard *et al.*, 1996)

คุณภาพทางเคมี

ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นซึ่งเก็บรักษานาน 7 วัน ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ในถุงโพลีเอทธิลีนที่อัดก๊าซไนโตรเจนมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มากที่สุดเท่ากับ 0.055 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่เจาะรูและที่ไม่เจาะรู ที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เท่ากับ 0.018 และ 0.014 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ เช่นเดียวกับปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่อัดก๊าซไนโตรเจนที่มีมากที่สุดเท่ากับ 0.023 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุใน

ถุงโพลีเอทธิลีนที่เจาะรู และที่ไม่เจาะรู ที่มีปริมาณคลอโรฟีลล์ บี เท่ากับ 0.007 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสดเท่ากัน ส่วนปริมาณคลอโรฟีลล์ทั้งหมดของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่อัดก๊าซไนโตรเจน เท่ากับ 0.078 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งมีมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณคลอโรฟีลล์ทั้งหมดของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่เจาะรู และที่ไม่เจาะรู ที่มีปริมาณคลอโรฟีลล์ทั้งหมด เท่ากับ 0.026 และ 0.021 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสดตามลำดับ (ตารางที่ 19 และรูปที่ 43) เช่นเดียวกับ Yamauchi and Watada (1993) ซึ่งรายงานว่า ในสภาพบรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน สามารถลดการสูญเสียคลอโรฟีลล์ในผักชีฝรั่งในระหว่างการเก็บรักษาได้ ซึ่งเป็นผลมาจากสภาพบรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจนต่ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงมีผลต่อการยับยั้งการสร้างและกิจกรรมของเอทธิลีน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อกระตุ้นการสลายตัวของคลอโรฟีลล์

การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนทุกสภาวะ ซึ่งเก็บรักษานาน 7 วัน ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่เจาะรู ที่ไม่เจาะรู และที่อัดก๊าซไนโตรเจนมีการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ เท่ากับ 26.27, 20.75 และ 22.70 ไมโครซีเมนต์/30 กรัมน้ำหนักสดตามลำดับ (ตารางที่ 20 และรูปที่ 44) ซึ่งการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์เป็นการประเมินการเกิดสีน้ำตาลและความเสียหายของเยื่อหุ้มเซลล์ของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น ในผลการทดลองนี้อาจแสดงให้ว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนทุกสภาวะมีการเกิดสีน้ำตาลและเกิดความเสียหายของเยื่อหุ้มเซลล์ในผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นไม่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา (Carlin *et al.*, 1990 ; Varoquaux *et al.*, 1996)

ปริมาณสารประกอบฟีนอลของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในวันที่ 7 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส พบว่า ผักกาดหอมห่อที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนทุกสภาวะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลลดลงจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา โดยที่ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่ไม่เจาะรูมีปริมาณสารประกอบฟีนอลมากที่สุดเท่ากับ 164.84 ไมโครกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่เจาะรูและที่อัดก๊าซไนโตรเจน ที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลเท่ากับ 100.00 และ 55.65 ไมโครกรัม/ 100 กรัมน้ำหนักสดตามลำดับ(ตารางที่ 21 และ รูปที่ 45)

อย่างไรก็ตามในการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลด้วยวิธีการนี้ อาจทำให้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลที่วิเคราะห์มีความคลาดเคลื่อนได้ เนื่องจากเกิดสารประกอบบางชนิดเข้ามารบกวนกลุ่มของสารประกอบฟีนอล ดังนั้นในการวิเคราะห์หาสารประกอบฟีนอลที่ต้องการความแม่นยำสูง ควรใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วย HPLC (Nigdikar *et al.*, 1998) Ke and Saltveit (1989) รายงานว่า ในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนต่ำ ทำให้ผักกาดหอมห่อมีการสร้างเอทธิลีนลดลง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ PAL ดังนั้นเมื่อกิจกรรมของเอนไซม์ PAL ลดลงมีผลทำให้การสร้างสารประกอบฟีนอลลดลง ซึ่งสารประกอบฟีนอลส่วนใหญ่ ได้แก่ chlorogenic acid, isochlorogenic acid, caffeoyltartaric acid และ dicaffeoylquinic acid โดยที่ chlorogenic acid มีจำนวนเพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อผักกาดหอมห่อเกิดสีน้ำตาล ซึ่งสารประกอบฟีนอลเหล่านี้หลังจากถูกออกซิไดซ์ด้วยเอนไซม์ PPO ทำให้เกิดสารประกอบที่มีสีน้ำตาล (Ke and Saltveit, 1988 ;Tomas-Barberan *et al.*, 1997) เช่นเดียวกับ Jamie and Saltveit (2002) ที่รายงานว่า ในสภาพบรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจน 2 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลในผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นและผักกาดหอมใบเขียวลดลงประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ นอกจากนี้ในหน่อไม้ฝรั่งซึ่งเก็บรักษาในที่มืดที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มากกว่าหรือเท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์ และในสภาพการเก็บรักษาที่มีแสง ซึ่งมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มากกว่าหรือเท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถระงับการเพิ่มขึ้นของปริมาณแอนโทไซยานินที่เป็นสารประกอบฟีนอลชนิดหนึ่ง ทำให้หน่อไม้ฝรั่งมีคุณภาพของสีดีตลอดอายุการเก็บรักษานาน 6 วันที่อุณหภูมิ 2.5 องศาเซลเซียส (Siomos *et al.*, 2001)

ในวันที่ 7 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนทุกสภาวะมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา โดยที่ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุถุงในโพลีเอทธิลีนที่อัดก๊าซไนโตรเจนมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ซึ่งอยู่ในรูปของ log จำนวนโคโลนี/กรัมน้ำหนักสดน้อยที่สุดเท่ากับ 3.40 และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุถุงโพลีเอทธิลีนที่เจาะรู และที่ไม่เจาะรู ที่มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 3.66 และ 3.70 ตามลำดับ (ตารางที่ 22 และรูปที่ 46) เช่นเดียวกับ Blanchard *et al.* (1996) รายงานว่า การเก็บรักษาผักโขมในสภาพบรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจนลดลงและเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ แต่อย่างไรก็ตามปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์คือการเก็บรักษาผลิตผลในสภาพอุณหภูมิต่ำ ถึงแม้ว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของผักกาดหอมห่อ

หั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่อัดก๊าซไนโตรเจนมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่าผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่เจาะรู และที่ไม่เจาะรู แต่ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนทุกสภาวะมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในระดับมาตรฐานที่สามารถยอมรับได้ ซึ่ง Nguyen-the and Carlin (1999) รายงานว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดภายหลังกระบวนการจัดการควรมีจำนวนระหว่าง 3 log – 6 log CFU/g คล้ายกับ Gil *et al.* (2002) ที่รายงานว่าจำนวนจุลินทรีย์ในมะเขือเทศหั่นชิ้นจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งเพราะการล้างทำความสะอาดด้วยสารละลายคลอรีน การเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำ และการเก็บรักษาในระยะเวลาสั้น จึงทำให้ผลิตผลหั่นชิ้นมีจำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นน้อยกว่ามาตรฐานที่สามารถยอมรับได้ (Jacxsens *et al.*, 2002) เช่นเดียวกับในการศึกษาครั้งนี้ที่มีการจุ่มผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นในน้ำร้อนก่อนการเก็บรักษา ตลอดจนมีการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำ และมีอายุการเก็บรักษาเพียง 7 วันเท่านั้น ซึ่ง King *et al.* 1991 รายงานว่า จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่เข้าทำลายผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นคือ แบคทีเรีย แต่สามารถพบจุลินทรีย์ประเภทยีสต์และราบ้างเล็กน้อย โดยที่แบคทีเรียส่วนใหญ่ (97.3 เปอร์เซ็นต์ของแบคทีเรียทั้งหมด) จะเป็นประเภทแกรมลบรูปแท่ง ซึ่งมักเป็นกลุ่มของ *Pseudomonas* (56.7 เปอร์เซ็นต์) *Serratia* (8.1 เปอร์เซ็นต์) และ *Erwinia* (8.1 เปอร์เซ็นต์) และยังตรวจพบบ้างเล็กน้อยในกลุ่มของ *Flavobacterium Xanthomonas Janthinobacterium* และ *Alcaligenes* ส่วนยีสต์จะพบในกลุ่มของ *Cryptoccus Pichia Toralaspora* และ *Trichosporon* ราส่วนใหญ่จะเป็นกลุ่มของ *Penicillium* รองลงมาคือ *Rhizopus Cladosporium Phoma* และ *Aspergillus*

รูปที่ 30 ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนที่ไม่เจาะรู ที่เจาะรู และที่อัดก๊าซไนโตรเจน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางที่ 14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซออกซิเจนภายในภาชนะบรรจุสภาวะต่างๆที่บรรจุของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส

สภาวะของภาชนะบรรจุ	การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซภายในภาชนะบรรจุ			
	วันเริ่มต้นของการเก็บรักษา		วันที่ 7 ของการเก็บรักษา	
	ก๊าซ CO_2	ก๊าซ O_2	ก๊าซ CO_2	ก๊าซ O_2
PE ที่ไม่เจาะรู	1.40 [a]	20.07 [b]	2.43 [a]	17.30 [b]
PE ที่เจาะรู	0.70 [b]	20.90 [a]	1.13 [c]	20.90 [a]
PE ที่อัดก๊าซ N_2	0.80 [b]	11.60 [c]	2.23 [b]	10.43 [c]
LSD. 0.05	0.23	0.60	0.16	0.27
C.V. (%)	11.93	1.72	4.23	0.82

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 15 การสูญเสียน้ำหนักและการเปลี่ยนแปลงสีที่เส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

สภาวะของภาชนะบรรจุ	การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)	การเปลี่ยนแปลงสีของเส้นกลางใบ					
		L*	a*	b*	h*	C*	dE
PE ไม่เจาะรู	0.11 [b]	61.93	-5.31	11.70	113.87	12.85	8.99
PE เจาะรู	10.49 [a]	62.00	-3.61	10.23	121.54	11.17	7.96
PE อัดก๊าซ N_2	-0.15 [b]	61.50	-4.80	11.01	111.39	12.07	8.72
LSD. 0.05	2.27	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	32.66	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบการเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบ ขอบใบ และเส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

สภาวะของภาชนะบรรจุ	การเกิดสีน้ำตาล (คะแนน)		
	แผ่นใบ	ขอบใบ	เส้นกลางใบ
PE ที่ไม่เจาะรู	1.50	2.00	1.50
PE ที่เจาะรู	1.75	2.00	1.25
PE ที่อัดก๊าซ N_2	1.50	2.00	1.50
LSD. 0.05	ns	ns	ns
C.V. (%)	-	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบ การเกิดสีน้ำตาลที่ขอบใบ และการเกิดสีน้ำตาลที่เส้นกลางใบ กำหนดคะแนน ดังนี้

ระดับที่ 1 คือ ไม่เกิดสีน้ำตาล

ระดับที่ 2 คือ เกิดสีน้ำตาลเล็กน้อย

ระดับที่ 3 คือ เกิดสีน้ำตาลปานกลาง

ระดับที่ 4 คือ เกิดสีน้ำตาลมาก

ระดับที่ 5 คือ เกิดสีน้ำตาลมากที่สุด

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบการเกิดกลิ่นผิดปกติ และการสูญเสียความกรอบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

สภาวะของภาชนะบรรจุ	การเกิดกลิ่นผิดปกติ (คะแนน)	การสูญเสียความกรอบ (คะแนน)
PE ที่ไม่เจาะรู	1.25	1.50
PE ที่เจาะรู	1.25	1.25
PE ที่อัดก๊าซ N_2	1.25	1.50
LSD. 0.05	ns	ns
C.V. (%)	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเกิดกลิ่นผิดปกติ กำหนดคะแนนดังนี้
ระดับที่ 1 คือ ไม่เกิดกลิ่นผิดปกติ
ระดับที่ 2 คือ เกิดกลิ่นผิดปกติ

การสูญเสียความกรอบ กำหนดคะแนน ดังนี้
ระดับที่ 1 คือ ไม่สูญเสียความกรอบ
ระดับที่ 2 คือ สูญเสียความกรอบ

ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบคุณภาพการยอมรับโดยรวมของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

สภาวะของภาชนะบรรจุ	คุณภาพการยอมรับโดยรวม (คะแนน)
PE ที่ไม่เจาะรู	5.75
PE ที่เจาะรู	5.00
PE ที่อัดก๊าซ N_2	5.25
LSD. 0.05	ns
C.V. (%)	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คุณภาพการยอมรับโดยรวม กำหนดคะแนน ดังนี้

ระดับที่ 1 คือ คุณภาพเลวที่สุด
ระดับที่ 2 คือ คุณภาพเลวมาก
ระดับที่ 3 คือ คุณภาพเลว
ระดับที่ 4 คือ คุณภาพค่อนข้างเลว
ระดับที่ 5 คือ คุณภาพปานกลาง
ระดับที่ 6 คือ คุณภาพค่อนข้างดี
ระดับที่ 7 คือ คุณภาพดี
ระดับที่ 8 คือ คุณภาพดีมาก
ระดับที่ 9 คือ คุณภาพดีที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟีลล์เอ บี และคลอโรฟีลล์ทั้งหมดของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

สภาวะของภาชนะบรรจุ	ปริมาณคลอโรฟีลล์ (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด)		
	เอ	บี	ทั้งหมด
PE ที่ไม่เจาะรู	0.014 [b]	0.007 [b]	0.021 [b]
PE ที่เจาะรู	0.018 [b]	0.007 [b]	0.026 [b]
PE ที่อัดก๊าซ N_2	0.055 [a]	0.023 [a]	0.078 [a]
LSD. 0.05	0.012	0.005	0.017
C.V. (%)	0.00	0.00	24.21

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 20 การเปรียบเทียบการรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

ลักษณะของภาชนะบรรจุ	การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ (ไมโครซีเมนต์/ 30 กรัม น้ำหนักสด)
PE ที่ไม่เจาะรู	20.75
PE ที่เจาะรู	26.27
PE ที่อัดก๊าซ N_2	22.70
LSD. 0.05	ns
C.V. (%)	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 21 การเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส

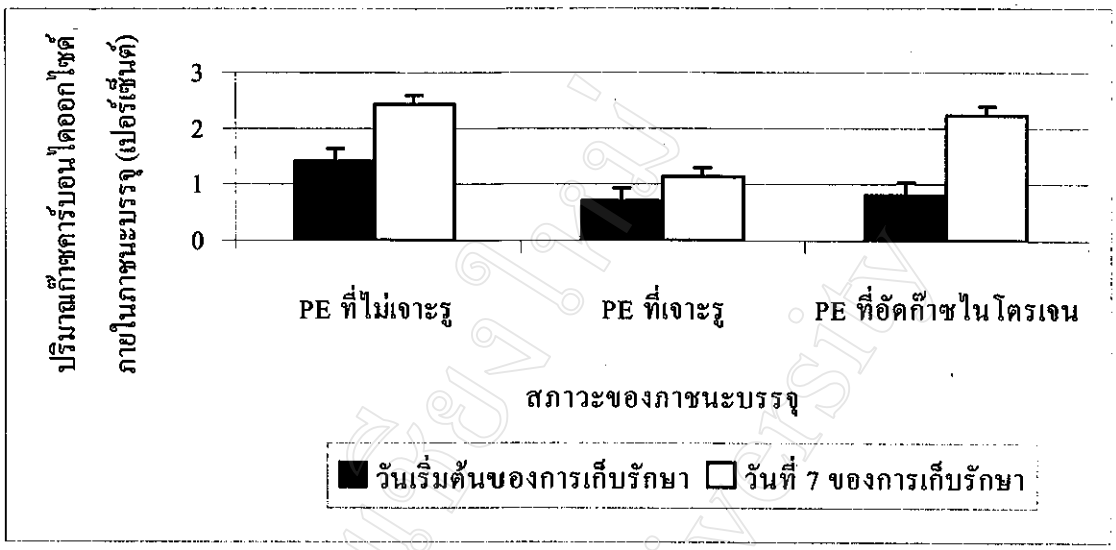
สภาวะของภาชนะบรรจุ	ปริมาณสารประกอบฟีนอล (ไมโครกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด)	
	วันเริ่มต้นของการเก็บรักษา	วันที่ 7 ของการเก็บรักษา
PE ที่ไม่เจาะรู	234.50	164.33 [a]
PE ที่เจาะรู	234.50	100.00 [b]
PE ที่อัดก๊าซ N_2	234.50	59.65 [b]
LSD. 0.05	ns	55.25
C.V. (%)	-	16.08

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

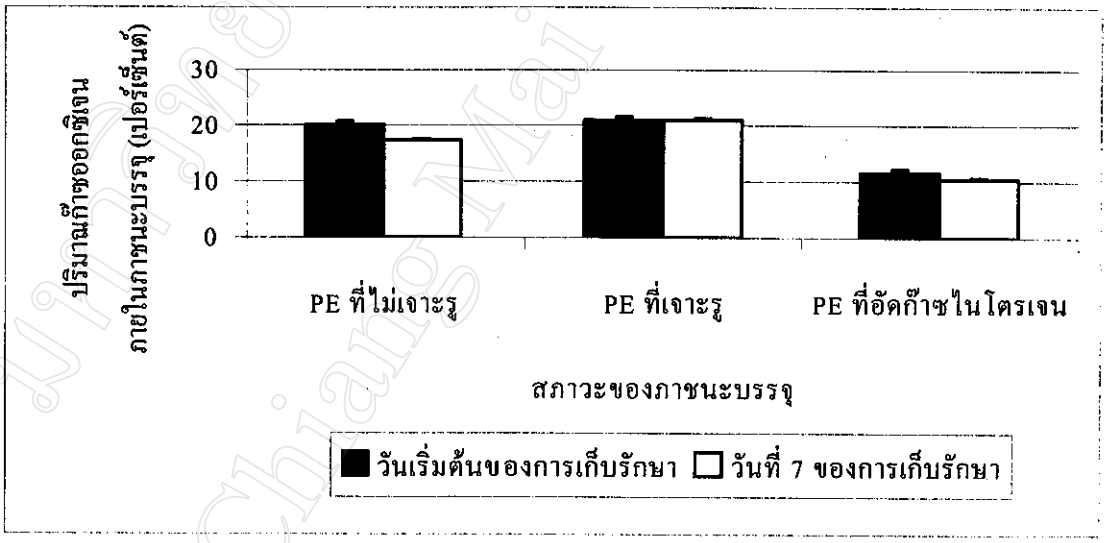
ตารางที่ 22 การเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นที่บรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส

สภาวะของภาชนะบรรจุ	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (log จำนวนโคโลนี/กรัม น้ำหนักสด)	
	วันเริ่มต้นของการเก็บรักษา	วันที่ 7 ของการเก็บรักษา
PE ที่ไม่เจาะรู	2.37	3.70 [a]
PE ที่เจาะรู	2.37	3.66 [b]
PE ที่อัดก๊าซ N_2	2.37	3.40 [b]
LSD. 0.05	ns	55.25
C.V. (%)	-	16.08

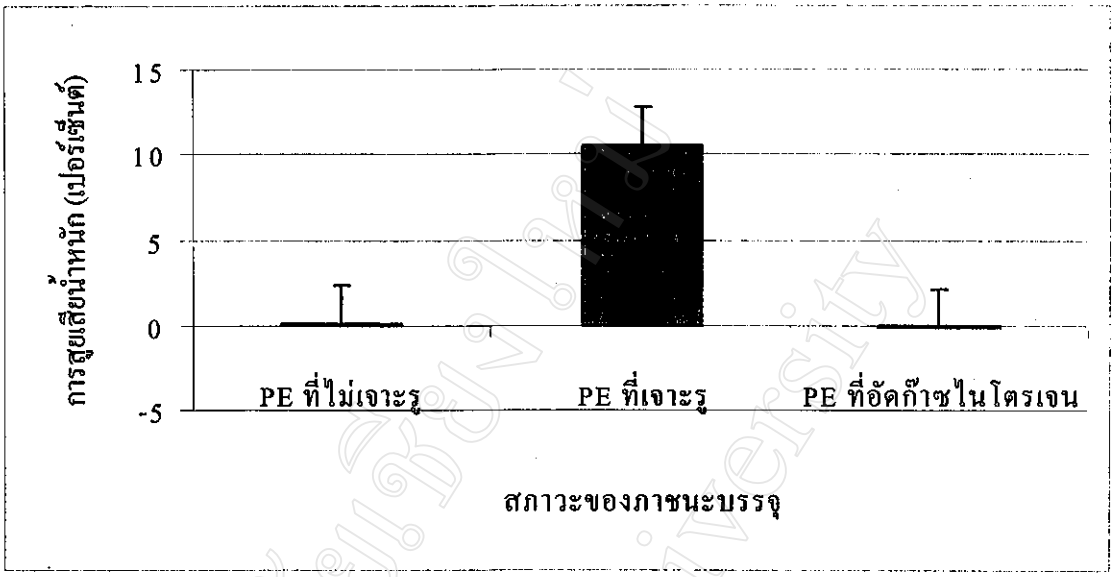
หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



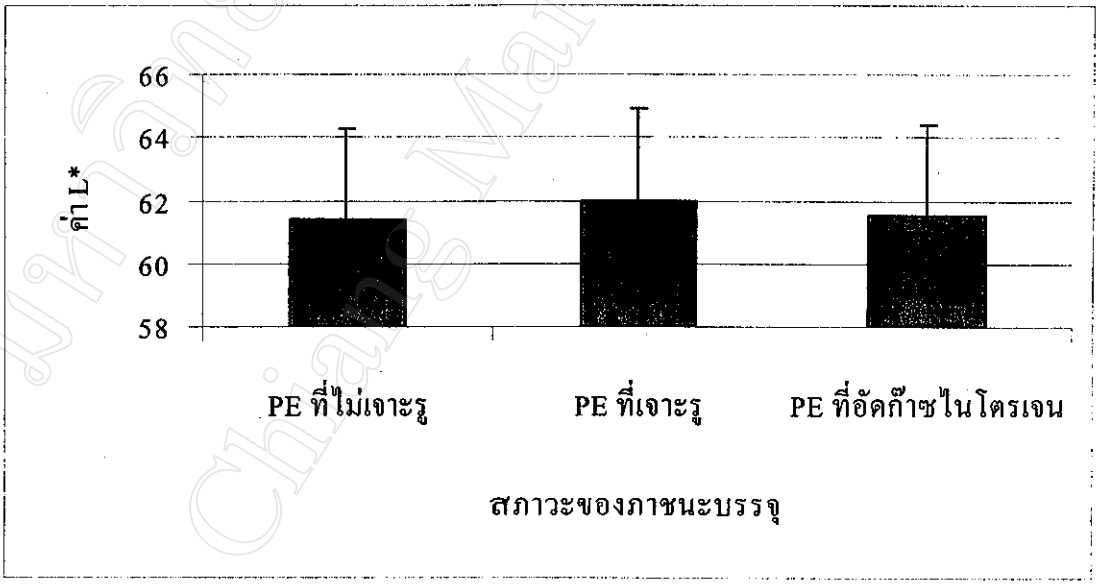
รูปที่ 31 การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ ที่บรรจุผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส



รูปที่ 32 การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆที่บรรจุผักกาดหอมห่อหั่นชิ้น เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส

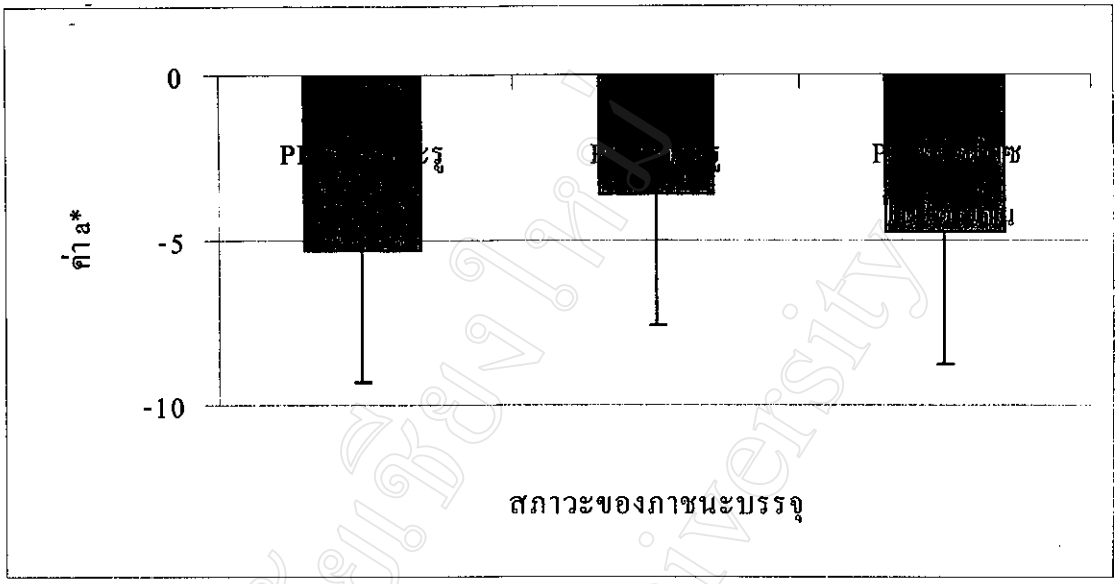


รูปที่ 33 การสูญเสียน้ำหนักของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

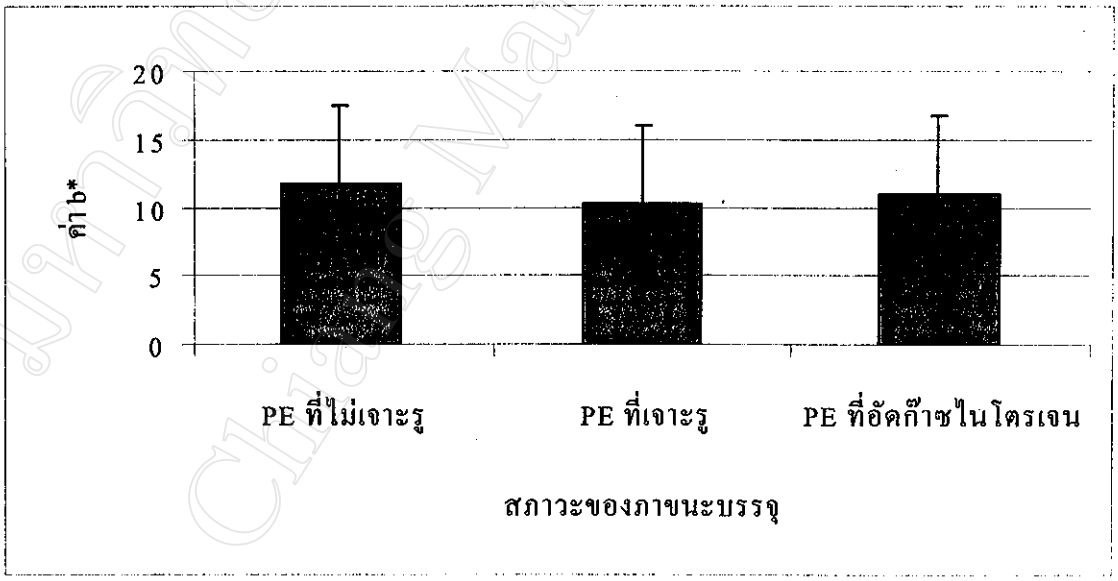


รูปที่ 34 ค่า L* ที่เส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

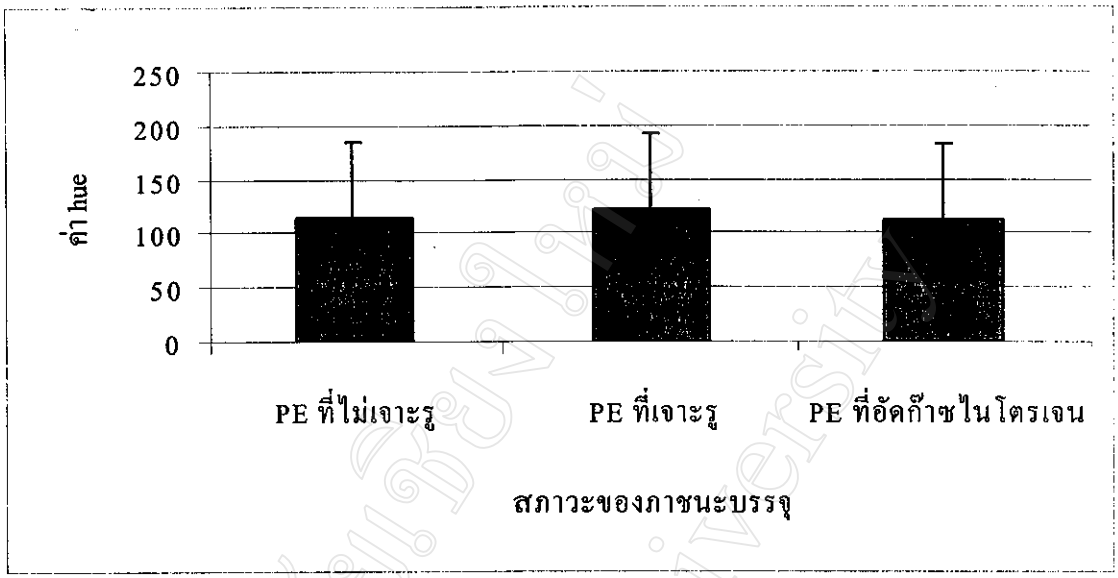
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



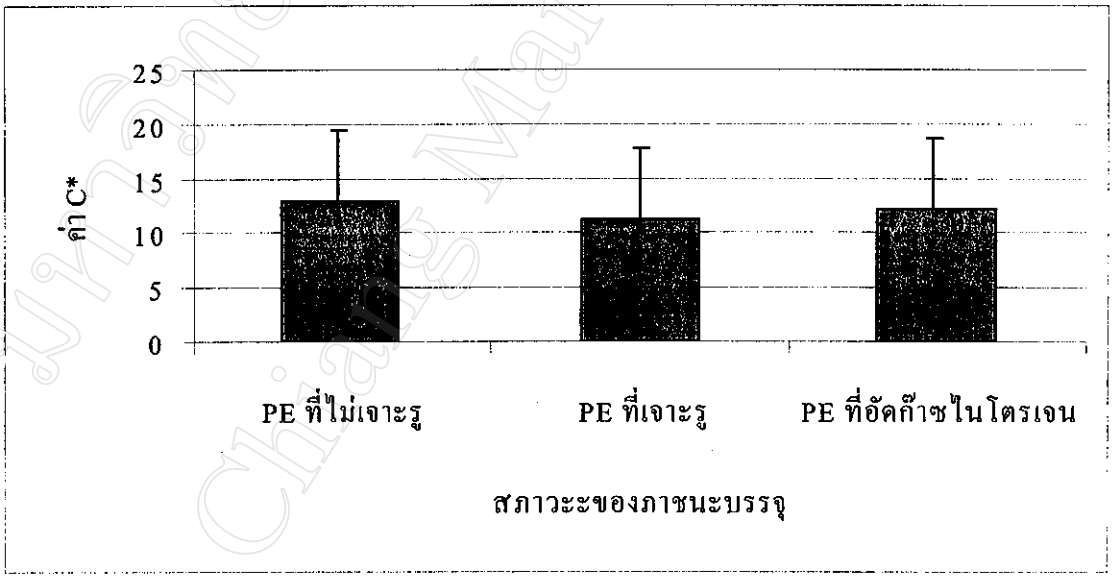
รูปที่ 35 ค่า a* ที่เส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน



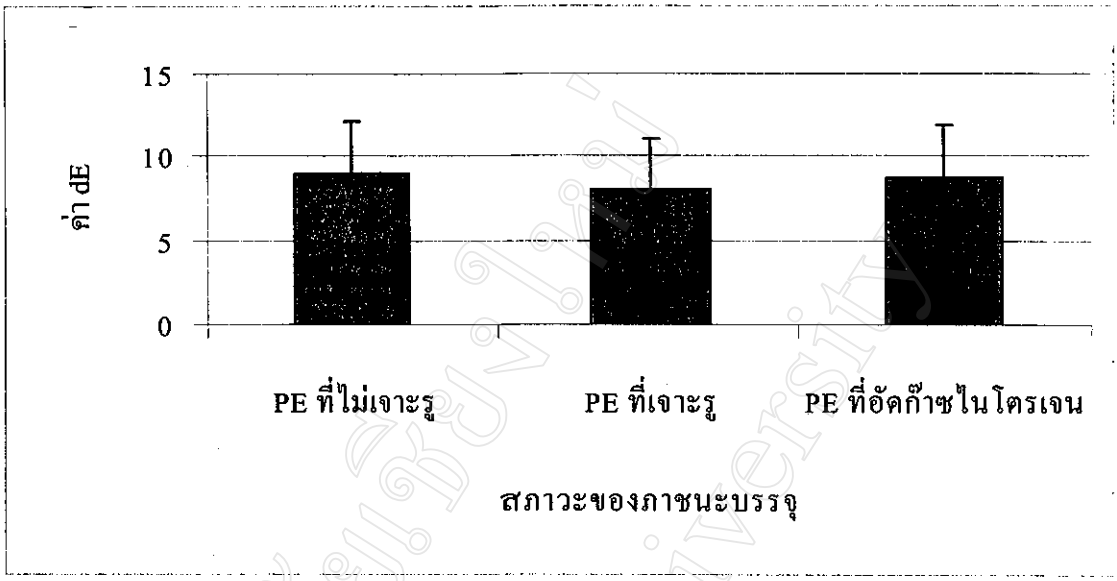
รูปที่ 36 ค่า b* ที่เส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน



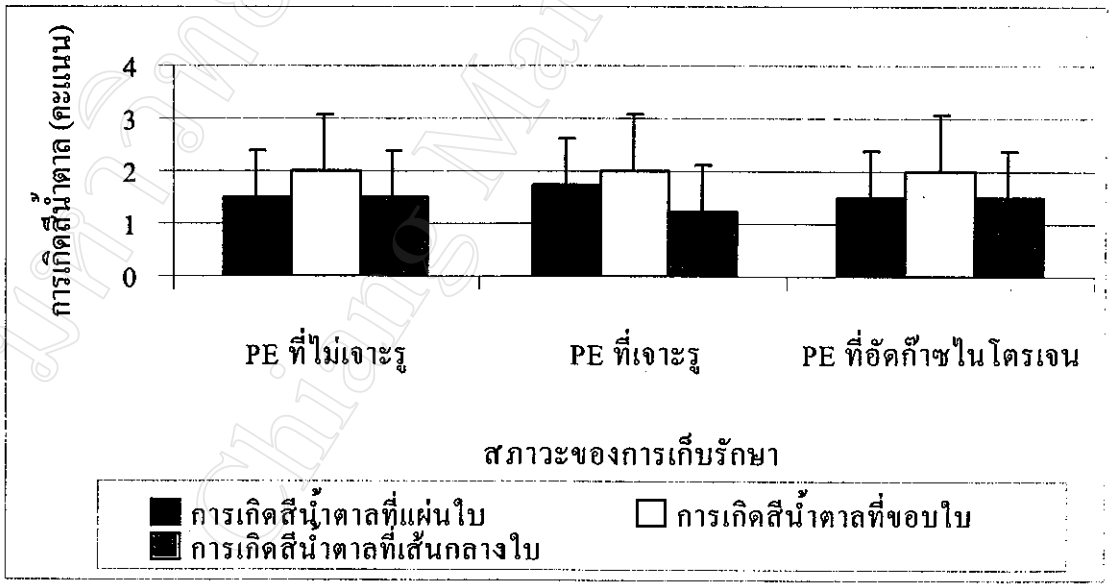
รูปที่ 37 ค่า hue ที่เส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน



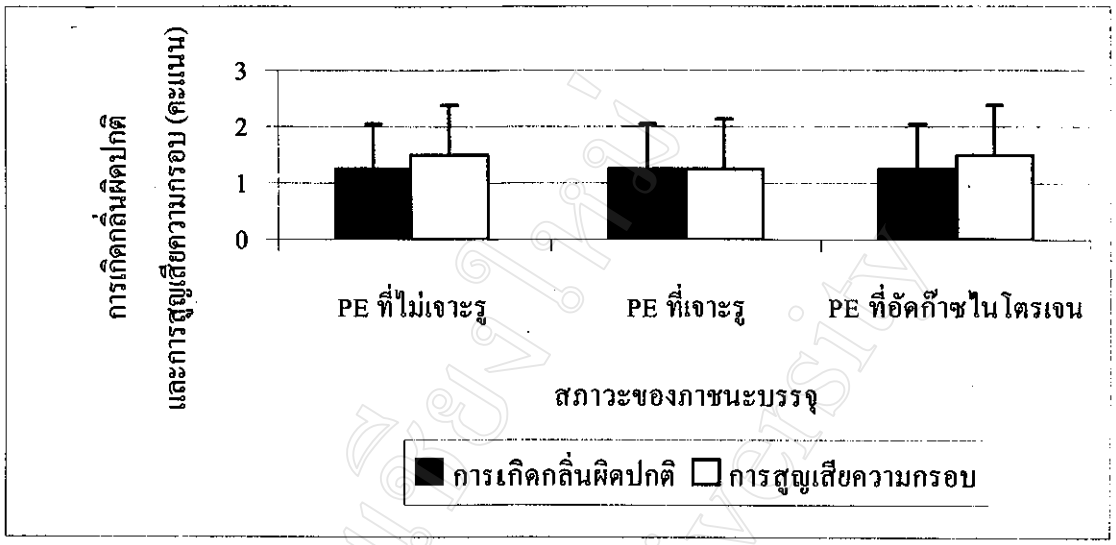
รูปที่ 38 ค่า C* ที่เส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน



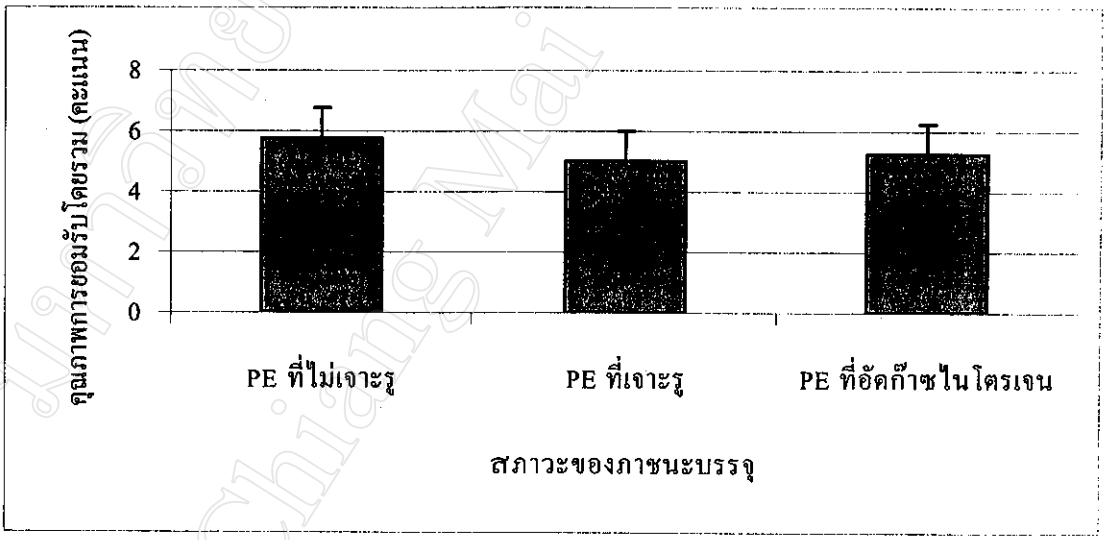
รูปที่ 39 ค่า dE ที่เส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน



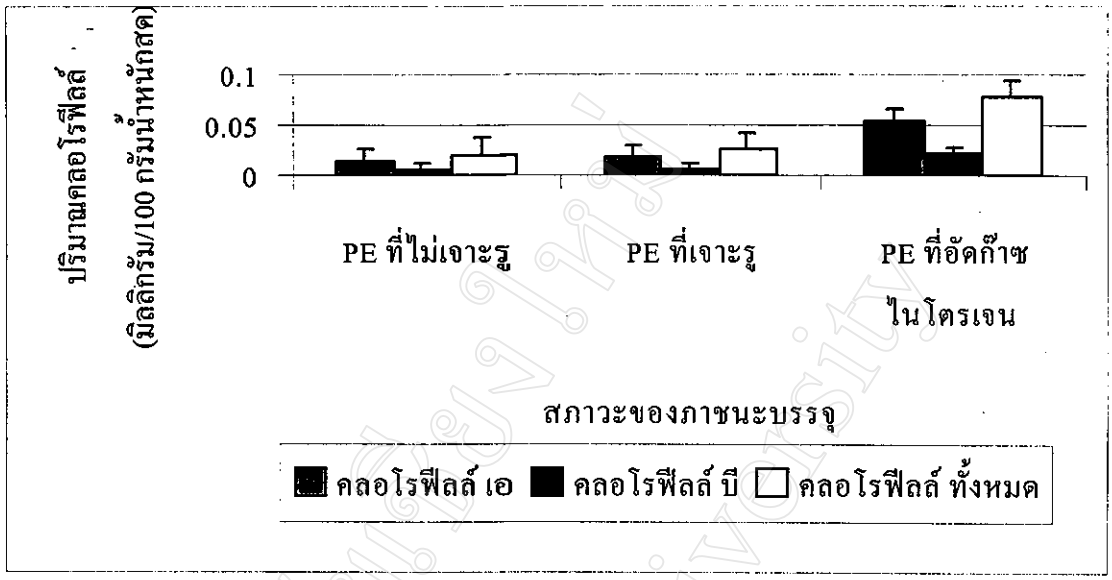
รูปที่ 40 การเกิดสีน้ำตาลที่แผ่นใบ ขอบใบและเส้นกลางใบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน



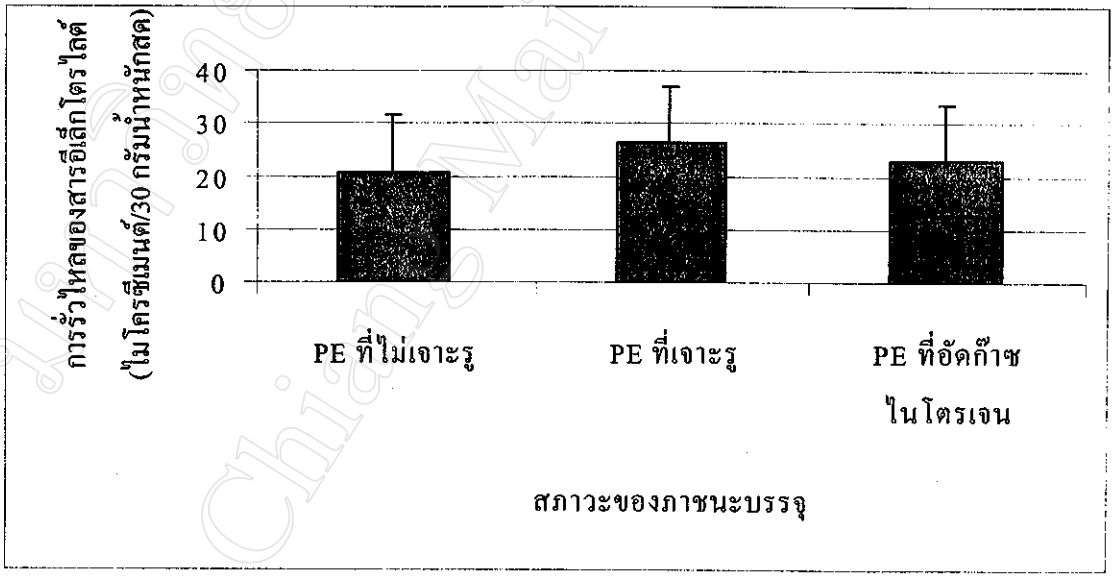
รูปที่ 41 การเกิดกลิ่นผิดปกติและการสูญเสียความกรอบของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน



รูปที่ 42 คุณภาพการยอมรับโดยรวมของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

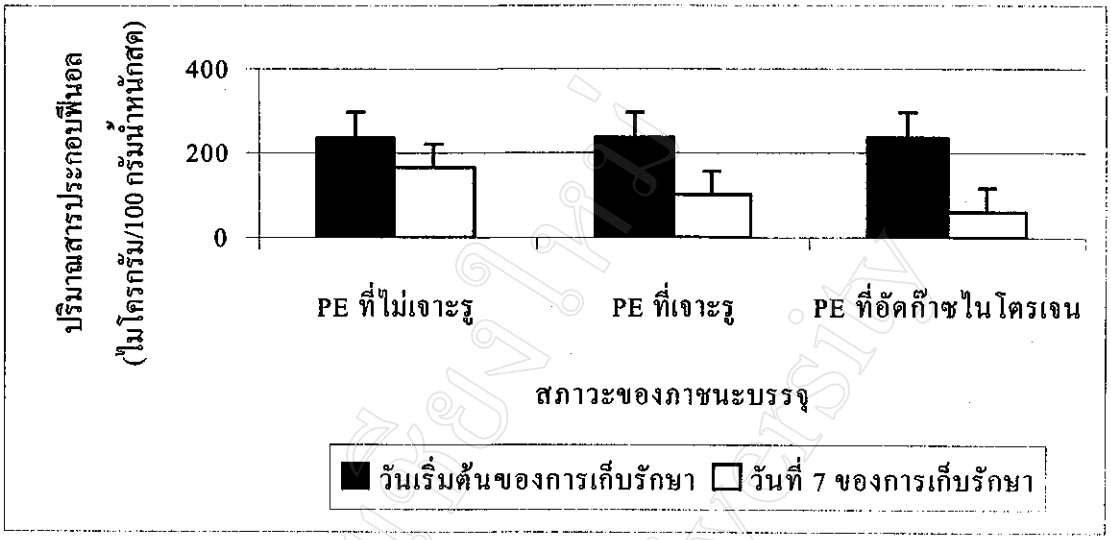


รูปที่ 43 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ, บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

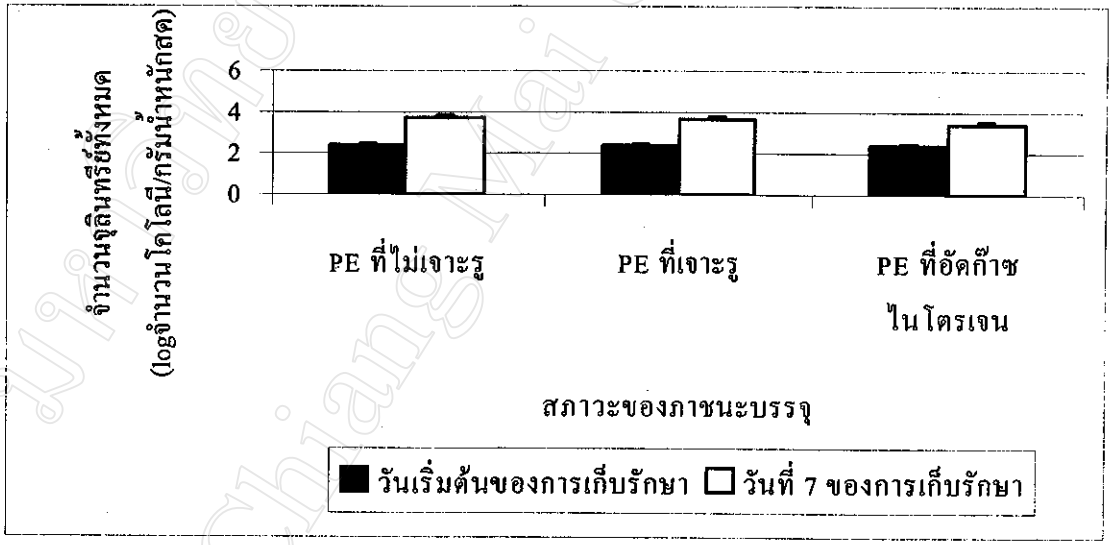


รูปที่ 44 การรั่วไหลของสารอีเล็กโตรไลต์ของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูปที่ 45 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส



รูปที่ 46 การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นบรรจุในภาชนะบรรจุที่สภาวะต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส