

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อส่วนประกอบทางเคมีและอายุการวางจำหน่ายบรอกโคลี

ลักษณะปรากฏ

ฤดูร้อน

บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน พบว่า ลักษณะปรากฏภายนอกของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู มีคะแนน เท่ากับ 3.60 ± 0.16 คะแนน ซึ่งมากกว่าบรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทีฟ ซึ่งมีคะแนนลักษณะปรากฏ เท่ากับ 1.90 ± 0.10 คะแนน และตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า คะแนนลักษณะปรากฏของบรอกโคลีในทั้งสองกรรมวิธีเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงว่าลักษณะปรากฏเลวลง (ตาราง 1 ตารางภาคผนวก 1 และภาพ 6)

ฤดูฝน

จากการทดลองบรรจุบรอกโคลีในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน พบว่า ลักษณะปรากฏภายนอกของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู มีคะแนน เท่ากับ 3.30 ± 0.15 คะแนน ซึ่งมากกว่าบรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทีฟ ซึ่งมีคะแนนลักษณะปรากฏ เท่ากับ 2.10 ± 0.18 คะแนน และตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า คะแนนลักษณะปรากฏของบรอกโคลีในทั้งสองกรรมวิธีเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงว่าลักษณะปรากฏเลวลง (ตาราง 1 ตารางภาคผนวก 18 และภาพ 6)

ฤดูหนาว

เมื่อเก็บรักษาบรอกโคลีโดยบรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน พบว่า ลักษณะปรากฏภายนอกของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู มีคะแนน เท่ากับ 3.00 ± 0.26 คะแนน ซึ่งมากกว่าบรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทีฟ ซึ่งมีคะแนนลักษณะปรากฏ เท่ากับ 1.40 ± 0.22 คะแนน และตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า คะแนนลักษณะปรากฏของบรอกโคลีในทั้งสองกรรมวิธีเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงว่าลักษณะปรากฏเลวลง (ตาราง 1 ตารางภาคผนวก 35 และภาพ 6)

จากผลการทดลอง พบว่า ถูงแอกทีฟที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อลักษณะปรากฏ โดยบรอกโคลีที่บรรจุในถูงแอกทีฟ มีลักษณะปรากฏดีกว่าบรอกโคลีที่บรรจุในถูงพอลิเอทิลีนเจาะรู ซึ่งมีลักษณะช่อดอกเหี่ยวมาก และมีสีเหลือง เนื่องจากน้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในเซลล์ของผักและผลไม้ ซึ่งโดยปกติแล้วผักและผลไม้มีน้ำเป็นส่วนประกอบ 80-95 เปอร์เซ็นต์ (คณัย, 2540) ดังนั้นเมื่อเก็บเกี่ยวผลิตผลมาแล้ว ผลิตผลจะถูกตัดขาดจากแหล่งน้ำที่เคยได้รับจากราก นอกจากนั้นการสูญเสียน้ำของผลิตผลยังก่อให้เกิดขึ้นตลอดเวลา ในขณะที่ไม่มีน้ำจากแหล่งอื่นมาทดแทน ดังนั้นผลิตผลจึงเกิดการเหี่ยวหรือเหี่ยวแห้ง และเกิดการเปลี่ยนแปลงของรูปทรงไปในทางที่เลวลง อีกทั้งเกิดการเปลี่ยนสี โดยเฉพาะส่วนของสีเขียวหายไป ปรากฏสีเหลืองขึ้นมาแทน (จริงแท้, 2549; คณัย, 2540; สายชล, 2528) การเลือกใช้ภาชนะบรรจุที่มีประสิทธิภาพ จะช่วยลดกระบวนการดังกล่าวให้เกิดช้าลง เมื่อนำผลิตผลที่มีคุณภาพสูงบรรจุใส่ในภาชนะบรรจุจะช่วยรักษาคุณภาพที่ดีของผลิตผลให้คงอยู่ได้นานขึ้น ถึงแม้ภาชนะบรรจุไม่ได้เป็นตัวช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลิตผลให้ดีขึ้นก็ตาม (คณัยและนิธิยา, 2548)

จากการทดลองที่ได้พิจารณาจากการประเมินด้านลักษณะปรากฏ กำหนดให้บรอกโคลีห่มคาวายการเก็บรักษาเมื่อได้ผลคะแนนการประเมินเท่ากับ 3 คะแนน หรือมากกว่า โดยบรอกโคลีที่บรรจุถูงพอลิเอทิลีนเจาะรูมีอายุการเก็บรักษานาน 7 วัน ในขณะที่บรอกโคลีที่บรรจุในถูงแอกทีฟมีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าถึงสองเท่า จากผลการทดลองสอดคล้องกับ Beltran *et al.* (2005) ที่รายงานว่า ผักกาดหอมห่อที่บรรจุใน active modified atmosphere packaging แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70 เปอร์เซ็นต์ นาน 13 วัน มีลักษณะปรากฏภายนอกดีกว่า และเกิดสีน้ำตาลน้อยกว่าผักกาดหอมห่อสุดควบคุม นอกจากนี้ Izumi *et al.* (1996) รายงานว่า การเก็บรักษาบรอกโคลีภายใต้สภาพคัดแปลงบรรยากาศ คือ บรรจุในถูงพอลิเอทิลีนที่เจาะรูและไม่เจาะรู แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษาบรอกโคลีได้ โดยบรอกโคลีที่บรรจุในถูงพอลิเอทิลีนไม่เจาะรูมีลักษณะปรากฏดีกว่าและสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานกว่าด้วย

การเปลี่ยนสีช่อดอก

ฤดูร้อน

บรอกโคลีที่บรรจุในถูงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถูงแอกทีฟ นาน 7 วัน มีค่า L^* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่า 41.75 ± 0.89 และ 39.78 ± 1.26 ตามลำดับ โดยตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ค่า L^* ของบรอกโคลีมีค่าค่อนข้างคงที่ (ตาราง 2 ตารางภาคผนวก 2 และภาพ 7)

ค่า chroma ของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและในถุงแอกทีฟเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน มีค่าเท่ากับ 17.58 ± 1.21 และ 14.79 ± 1.63 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาบรอกโคลีไว้นานขึ้นพบว่าค่า chroma ของบรอกโคลีค่อนข้างผันแปร (ตาราง 3 ตารางภาคผนวก 3 และภาพ 8)

ค่า hue angle ของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและในถุงแอกทีฟเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน มีค่าเท่ากับ 89.68 ± 0.00 และ 89.68 ± 0.00 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ค่า hue angle ของบรอกโคลีมีค่าค่อนข้างคงที่ (ตาราง 4 ตารางภาคผนวก 4 และภาพ 9)

ถั่วฝักยาว

บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนและถุงแอกทีฟ นาน 7 วัน มีค่า L^* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่า 43.72 ± 1.53 และ 42.67 ± 1.19 ตามลำดับ โดยตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ค่า L^* ของบรอกโคลีมีค่าค่อนข้างคงที่ (ตาราง 2 ตารางภาคผนวก 19 และภาพ 7)

ค่า chroma ของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและในถุงแอกทีฟเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน มีค่าเท่ากับ 17.74 ± 1.95 และ 16.23 ± 1.93 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาบรอกโคลีไว้นานขึ้นพบว่าค่า chroma ของบรอกโคลีค่อนข้างผันแปร (ตาราง 3 ตารางภาคผนวก 20 และภาพ 8)

ค่า hue angle ของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและในถุงแอกทีฟเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน มีค่าเท่ากับ 89.68 ± 0.00 และ 89.68 ± 0.00 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ค่า hue angle ของบรอกโคลีมีค่าค่อนข้างคงที่ (ตาราง 4 ตารางภาคผนวก 21 และภาพ 9)

ถั่วหนาม

บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ นาน 7 วัน มีค่า L^* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่า 42.40 ± 4.29 และ 36.43 ± 0.59 ตามลำดับ โดยตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ค่า L^* ของบรอกโคลีมีค่าค่อนข้างคงที่ (ตาราง 2 ตารางภาคผนวก 36 และภาพ 7)

ค่า chroma ของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและในถุงแอกทีฟเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน มีค่าเท่ากับ 12.72 ± 0.97 และ 10.34 ± 1.40 ซึ่งไม่มีความแตกต่าง

กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาบรอกโคลีไว้นานขึ้นพบว่าค่า chroma บรอกโคลีก่อนข้างผันแปร (ตาราง 3 ตารางภาคผนวก 37 และภาพ 8)

ค่า hue angle ของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและในถุงแอกทีฟเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน มีค่าเท่ากับ 89.68 ± 0.00 และ 89.68 ± 0.00 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ค่า hue angle ของบรอกโคลีมีค่าค่อนข้างคงที่ (ตาราง 4 ตารางภาคผนวก 38 และภาพ 9)

จากผลการทดลอง เมื่อพิจารณาแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงสีช่อดอกบรอกโคลีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แสดงให้เห็นว่า การบรรจุบรอกโคลีในถุงพอลิเอทิลีนและถุงแอกทีฟไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีช่อดอกบรอกโคลี โดยตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ค่า L^* chroma และ hue angle ของสีช่อดอกบรอกโคลีมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ ซึ่งพบว่า มีความสอดคล้องกับแนวโน้มของปริมาณคลอโรฟิลล์ที่วัดได้ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ของบรอกโคลีมีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดอายุการเก็บรักษา นอกจากนี้ ในการทดลองได้เก็บรักษาบรอกโคลีไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งการเก็บรักษาผลิตผลไว้ในสภาวะที่มีอุณหภูมิต่ำและเหมาะสมกับชนิดของผลิตผลนั้น สามารถช่วยชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ได้ (จริงแท้, 2549) จึงทำให้บรอกโคลีไม่มีการเปลี่ยนแปลงสี

การสูญเสียน้ำหนัก

ฤดูร้อน

บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู และถุงแอกทีฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน พบว่า บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู มีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 2.34 ± 0.15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าบรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทีฟที่มีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 0.26 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์ เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นบรอกโคลีในทั้งสองกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง (ตาราง 5 ตารางภาคผนวก 5 และภาพ 10)

ฤดูฝน

บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู และถุงแอกทีฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน พบว่า บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู มีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 1.66 ± 0.14 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าบรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทีฟที่มีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 0.19 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์ เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นบรอกโคลีในทั้งสองกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง (ตาราง 5 ตารางภาคผนวก 22 และภาพ 10)

ฤดูหนาว

บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู และถุงแอกทีฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน พบว่า บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู มีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 4.11 ± 0.65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าบรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทีฟที่มีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 0.27 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์ เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นบรอกโคลีในทั้งสองกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง (ตาราง 5 ตารางภาคผนวก 39 และภาพ 10)

ผลิตผลพืชสวนภายหลังการเก็บเกี่ยวยังมีชีวิต และยังมีกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ เกิดขึ้น รวมถึงการคายน้ำ ในระหว่างการเก็บรักษาจึงต้องเก็บรักษาไว้ในที่มีความชื้นสูง การบรรจุในถุงพลาสติก หรือห่อด้วยฟิล์มพลาสติก ซึ่งการเลือกใช้ภาชนะบรรจุที่มีประสิทธิภาพ จะช่วยลดชะลอการเกิดกระบวนการต่างๆ และลดการสูญเสียน้ำของผลิตผลได้ เพื่อให้มีการสูญเสียน้ำน้อยที่สุด (คณัยและนิธิยา, 2548; Watada *et al.*, 1996) การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงสามารถช่วยลดการสูญเสียน้ำ โดยการจำกัดการแพร่ของไอน้ำภายในฟิล์มพลาสติกและทำให้ภายในบรรจุภัณฑ์มีความชื้นสัมพัทธ์สูง (Serrano *et al.*, 2006)

ซึ่งในการทดลองนี้สอดคล้องกับ Jacobsson *et al.* (2004) ที่รายงานว่า บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพลาสติก 4 ชนิด แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าบรอกโคลีชุดควบคุม ในทำนองเดียวกันกับ อภิชาติ (2553) รายงานว่า ผักชีไทยอินทรีย์ที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน มีการสูญเสียน้ำหนัก 3.74 ± 0.55 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ผักชีไทยอินทรีย์ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์แอกทีฟและถุงพอลิโพรพิลีนมีการสูญเสียน้ำหนักอยู่ในช่วง $0.00 \pm 0.00 - 0.09 \pm 0.03$ เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากถุงพอลิเอทิลีนที่ใช้ในการทดลองมีการเจาะรู จำนวน 18 รู ทำให้อากาศสามารถเคลื่อนที่เข้าออกภาชนะบรรจุได้ง่ายกว่าถุงแอกทีฟ ซึ่งการสูญเสียน้ำออกจากผลิตผลนั้นส่วนหนึ่งมาจากการเคลื่อนที่ของอากาศรอบๆ ตัวผลิตผล ถ้ามีการเคลื่อนที่ของอากาศมากจะทำให้มีการสูญเสียน้ำออกจากผลิตผลได้เร็วขึ้น (คณัยและนิธิยา, 2548)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้

ฤดูร้อน

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู และถุงแอกทีฟ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือ มีค่าเท่ากับ 7.23 ± 0.47 และ 6.57 ± 0.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา นาน 13 วัน ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่

ละลายน้ำได้ของบรอกโคลีทั้งสองกรรมวิธีมีค่าค่อนข้างคงที่ (ตาราง 6 ตารางภาคผนวก 6 และภาพ 11)

ฤดูฝน

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู และถุงแอกทิลฟ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ คือ มีค่าเท่ากับ 7.28 ± 0.35 และ 8.23 ± 0.55 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ และตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษานาน 13 วัน ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของบรอกโคลีทั้งสองกรรมวิธีมีค่าค่อนข้างคงที่ (ตาราง 6 ตารางภาคผนวก 23 และภาพ 11)

ฤดูหนาว

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู และถุงแอกทิลฟ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ คือ มีค่าเท่ากับ 6.37 ± 0.12 และ 7.27 ± 0.45 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ และตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษานาน 13 วัน ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของบรอกโคลีทั้งสองกรรมวิธีมีค่าค่อนข้างคงที่ (ตาราง 6 ตารางภาคผนวก 40 และภาพ 11)

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของบรอกโคลี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิชาติ (2553) ที่รายงานว่าการเก็บรักษาผักชีไทยอินทรีย์ในถุงพอลิเอทิลีน ถุงแอกทิลฟ และถุงพอลิโพรพิลีนที่มีการดัดแปลงสภาพบรรยากาศเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผักชีไทยอินทรีย์ในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน ในทำนองเดียวกันกับ Escalona *et al.* (2006) รายงานว่า กะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้ในที่มีการควบคุมสภาพบรรยากาศ โดยมี O_2 ที่ความดัน 5 K Pa + CO_2 ที่ความดัน 5 K Pa, O_2 ที่ความดัน 5 K Pa + CO_2 ที่ความดัน 15 K Pa และ O_2 ที่ความดัน 21 K Pa + CO_2 ที่ความดัน 0 K Pa (ชุดควบคุม) เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่า ปริมาณน้ำตาลของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นในทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ Portela and Cantwell (2001) และ Aguayo *et al.* (2007) พบว่า มะนาวพร้อมบริโภคน้ำตาลที่เก็บรักษาโดยการควบคุมสภาพบรรยากาศไม่มีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลที่เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว

ปริมาณวิตามินซี

ฤดูร้อน

บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู และถุงแอกทีฟเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน พบว่า บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูมีปริมาณวิตามินซี เท่ากับ 52.87 ± 4.59 ซึ่งน้อยกว่าบรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทีฟที่มีปริมาณวิตามินซี เท่ากับ 80.26 ± 7.72 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาปริมาณวิตามินซีของบรอกโคลีในทั้งสองกรรมวิธีลดลง (ตาราง 7 ตารางภาคผนวก 7 และภาพ 12)

ฤดูฝน

บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู และถุงแอกทีฟเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน มีปริมาณวิตามินซีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ คือ มีค่าเท่ากับ 75.47 ± 3.54 และ 80.63 ± 6.31 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาปริมาณวิตามินซีของบรอกโคลีในทั้งสองกรรมวิธีมีค่าค่อนข้างผันแปร (ตาราง 7 ตารางภาคผนวก 24 และภาพ 12)

ฤดูหนาว

บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู และถุงแอกทีฟเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน มีปริมาณวิตามินซีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ คือ มีค่าเท่ากับ 59.75 ± 3.33 และ 77.99 ± 8.87 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาปริมาณวิตามินซีของบรอกโคลีในทั้งสองกรรมวิธีมีค่าค่อนข้างคงที่ (ตาราง 7 ตารางภาคผนวก 41 และภาพ 12)

จากผลการทดลอง พบว่า การบรรจุบรอกโคลีในถุงพอลิเอทิลีนและถุงแอกทีฟ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส "ไม่มีผลต่อปริมาณวิตามินซี โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาบรอกโคลีเมื่อพิจารณาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี พบว่า ในฤดูร้อน ปริมาณวิตามินซีของบรอกโคลีลดลง และมีค่าค่อนข้างผันแปรในฤดูฝนและมีแนวโน้มคงที่ในฤดูหนาว เนื่องมาจากภายหลังการเก็บเกี่ยวบรอกโคลี ปริมาณวิตามินซีมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นค่อนข้างมากกว่าวิตามินชนิดอื่นๆ โดยทั่วไปผักรับประทานใบและช่อดอก มักมีการสูญเสียวิตามินซีค่อนข้างสูง วิตามินซีอาจสูญเสียไปได้ทั้งจากการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด เช่น ascorbic acid oxidase, polyphenoloxidase และ peroxidase ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ โดยสภาพแวดล้อมในระหว่างการเก็บเกี่ยวและสภาพแวดล้อมภายหลังการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มีผลต่อการสลายตัวของกรดแอสคอบิกจะมีมากขึ้น ซึ่งมีอิทธิพลอย่างมากต่อการสลายตัวของกรดแอสคอบิก เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นการสูญเสียกรดแอสคอบิกจะมีมากขึ้น และปริมาณการสูญเสียที่ได้ออกมาจากผลิตภัณฑ์ทำให้มีการสูญเสียกรด

แอสคอบิกมากขึ้น (จริงแท้, 2549) วิตามินซีมีสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญในผักและผลไม้ แต่ในระหว่างกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาจะมีปริมาณลดลงตามอายุการเก็บรักษา ซึ่งมีปัจจัยทางสภาพแวดล้อมหลายอย่างที่มีผลต่อการลดลงของปริมาณวิตามินซีที่สามารถตรวจพบได้ในระหว่างการเก็บรักษาของผลิตผล เช่น การเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ การได้รับความเสียหายทางด้านกายภาพและการเกิดอาการสะท้านหนาวเป็นต้น นอกจากนี้ ปัจจัยก่อนการเก็บเกี่ยวหลายๆ ปัจจัย รวมถึงระบบการผลิตเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อปริมาณวิตามินซีในผลิตผลอีกด้วย การเก็บรักษาในสภาพคัดแปลงบรรยากาศสามารถชะลอการสูญเสียวิตามินซีได้ (Lee and Kader, 2000; Cao *et al.*, 1996) ซึ่งการทดลองนี้สอดคล้องกับ เกษม (2553) ที่รายงานว่าการเก็บรักษาขอดชาโยเตอินทรีย์ในถุงพอลิเอทิลีนและถุงแอททิฟชนิด M1, M2, M3, M4 และถุงพอลิโพรพิลีนที่มีการคัดแปลงสภาพบรรยากาศ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน พบว่า ปริมาณวิตามินซีของขอดชาโยเตอินทรีย์ในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน โดยปริมาณวิตามินซีมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา การบรรจุบรอกโคลีใน perforated polymeric film ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน (Rai *et al.*, 2008)

ปริมาณคลอโรฟิลล์

ฤดูร้อน

ผลการทดลอง พบว่า บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและในถุงแอททิฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ คือ มีค่าเท่ากับ 0.023 ± 0.002 และ 0.028 ± 0.002 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในทั้งสองกรรมวิธีมีค่าค่อนข้างผันแปร (ตารางที่ 8 ตารางภาคผนวก 8 และภาพ 13)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูเก็บรักษานาน 7 วัน มีค่าเท่ากับ 0.013 ± 0.001 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ กับปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอททิฟ ที่มีค่าเท่ากับ 0.014 ± 0.001 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในทั้งสองกรรมวิธีมีค่าค่อนข้างคงที่ (ตารางที่ 9 ตารางภาคผนวก 9 และภาพ 14)

บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด 0.036 ± 0.003 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งไม่มีความ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทีฟ ที่มีค่าเท่ากับ 0.043 ± 0.003 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด การเก็บรักษาบรอกโคลีไว้นานขึ้น พบว่า บรอกโคลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมีค่าค่อนข้างคงที่ (ตาราง 10 ตารางภาคผนวก 10 และภาพ 15)

ฤดูฝน

ผลการทดลอง พบว่า การบรรจุบรอกโคลีในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและในถุงแอกทีฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือ มีค่าเท่ากับ 0.036 ± 0.003 และ 0.041 ± 0.004 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในทั้งสองกรรมวิธีมีค่าค่อนข้างคงที่ (ตาราง 8 ตารางภาคผนวก 25 และภาพ 13)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูเก็บรักษานาน 7 วัน มีค่าเท่ากับ 0.025 ± 0.003 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทีฟ ที่มีค่าเท่ากับ 0.029 ± 0.004 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด เมื่อเก็บรักษาบรอกโคลี นาน 13 วัน พบว่ามีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของบรอกโคลีในทุกกรรมวิธีมีค่าค่อนข้างคงที่ (ตาราง 9 ตารางภาคผนวก 26 และภาพ 14)

บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด 0.062 ± 0.005 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทีฟ ที่มีค่าเท่ากับ 0.069 ± 0.007 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด การเก็บรักษาบรอกโคลีไว้นานขึ้น พบว่า บรอกโคลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดค่อนข้างคงที่ (ตาราง 10 ตารางภาคผนวก 27 และภาพ 15)

ฤดูหนาว

ผลการทดลอง พบว่า บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและในถุงแอกทีฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือ มีค่าเท่ากับ 0.027 ± 0.003 และ 0.030 ± 0.004 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในทั้งสองกรรมวิธีมีค่าค่อนข้างคงที่ (ตาราง 8 ตารางภาคผนวก 42 และภาพ 13)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูเก็บรักษานาน 7 วัน มีค่าเท่ากับ 0.016 ± 0.001 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ กับปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของบรอกโคลีที่บรรจุในถุง แอ็กทิฟ ที่มีค่าเท่ากับ 0.017 ± 0.000 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด เมื่อเก็บรักษาบรอกโคลี นาน 13 วัน พบว่ามีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของบรอกโคลีในทุกกรรมวิธีมีค่าค่อนข้างคงที่ (ตาราง 9 ตารางภาคผนวก 43 และภาพ 14)

บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด 0.042 ± 0.004 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ กับปริมาณคลอโรฟิลล์ ทั้งหมดของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอ็กทิฟ ที่มีค่าเท่ากับ 0.047 ± 0.001 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด การเก็บรักษาบรอกโคลีไว้นานขึ้น พบว่า บรอกโคลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมีค่า ค่อนข้างคงที่ (ตาราง 10 ตารางภาคผนวก 44 และภาพ 15)

เมื่อพิจารณาตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่า ชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษา ไม่มีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของบรอกโคลี อาจ เนื่องมาจากการทดลองมีการเก็บรักษาบรอกโคลีไว้ที่อุณหภูมิต่ำ คือ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็น อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาบรอกโคลีหลังการเก็บเกี่ยว การเก็บรักษาผลิตผลไว้ที่ อุณหภูมิต่ำจะช่วยชะลอกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ ภายในเซลล์พืชให้เกิดช้าลง อีกทั้งยังช่วย ชะลอกระบวนการเสื่อมสลายรวมถึงการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ด้วย (दनัยและนิธิยา, 2548; Lipton, 1987) จากงานวิจัยของ Starzynska *et al.* (2003) ศึกษาผลของอุณหภูมิและภาชนะบรรจุต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของบรอกโคลี พบว่า บรอกโคลีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มี ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงอย่างรวดเร็วมากกว่าที่ 5 องศาเซลเซียส และการบรรจุใน polyethylene foil ชะลอการเสื่อมสลายของคลอโรฟิลล์ในดอกบรอกโคลีระหว่างการเก็บรักษาได้ จากผลการ ทดลองในครั้งนี้สอดคล้องกับ เกษม (2553) ที่รายงานว่า การบรรจุยอดชาโยเดอินทรีย์ในถุงพอลิเอ- ทิลีนเจาะรู ถุงพอลิโพรพิลีนที่มีการดัดแปลงสภาพบรรยากาศ และถุงแอ็กทิฟ 4 ชนิด คือ M1 M2 M3 และ M4 ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ปริมาณคลอโรฟิลล์ของยอดชาโยเดอินทรีย์ ในทำนองเดียวกันกับ Rai *et al.*, (2008) ศึกษาการ เปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของบรอกโคลีภายใต้การบรรจุในสภาพบรรยากาศดัดแปลง พบว่า การ บรรจุบรอกโคลีใน perforated polymeric film ไม่มีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณวิตามินซี เมื่อเก็บรักษาบรอกโคลีไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

ปริมาณแคโรทีนอยด์

ฤดูร้อน

ปริมาณแคโรทีนอยด์ของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู และถุงแอกทีฟ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ คือ มีค่าเท่ากับ 1.66 ± 0.17 และ 1.64 ± 0.16 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ การเก็บรักษาบรอกโคลีไว้นานขึ้น พบว่า ปริมาณแคโรทีนอยด์ของบรอกโคลีมีค่าค่อนข้างคงที่ (ตาราง 11 ตารางภาคผนวก 11 และภาพ 16)

ฤดูฝน

ผลการทดลอง พบว่า การบรรจุบรอกโคลีในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและในถุงแอกทีฟไม่มีผลต่อปริมาณแคโรทีนอยด์ของบรอกโคลี โดยปริมาณแคโรทีนอยด์ของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟแล้วเก็บรักษานาน 7 วัน มีค่าเท่ากับ 1.29 ± 0.26 และ 1.27 ± 0.21 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ การเก็บรักษาบรอกโคลีไว้นานขึ้น พบว่า ปริมาณแคโรทีนอยด์ของบรอกโคลีมีค่าค่อนข้างคงที่ (ตาราง 11 ตารางภาคผนวก 28 และภาพ 16)

ฤดูหนาว

ผลการทดลอง พบว่า การบรรจุบรอกโคลีในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและในถุงแอกทีฟไม่มีผลต่อปริมาณแคโรทีนอยด์ของบรอกโคลี โดยปริมาณแคโรทีนอยด์ของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟแล้วเก็บรักษานาน 7 วัน มีค่าเท่ากับ 1.77 ± 0.25 และ 1.54 ± 0.24 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ การเก็บรักษาบรอกโคลีไว้นานขึ้น พบว่า ปริมาณแคโรทีนอยด์ของบรอกโคลีมีค่าค่อนข้างคงที่ (ตาราง 11 ตารางภาคผนวก 45 และภาพ 16)

จากผลการทดลอง พบว่า การบรรจุบรอกโคลีในถุงพอลิเอทิลีนและถุงแอกทีฟ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ไม่มีผลต่อปริมาณแคโรทีนอยด์ในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งแคโรทีนอยด์เป็นสารสีในพืชที่ให้สีเหลือง แดงหรือส้ม โดยทั่วไปนั้นแคโรทีนอยด์จะถูกรับด้วยสีเขียวของคลอโรฟิลล์ ในปัจจุบันมีข้อมูลจากงานวิจัยที่แสดงให้เห็นว่า แคโรทีนอยด์เป็นสารประกอบที่มีความสามารถในการคงสภาพภายในเซลล์พืชได้ดีกว่าสารประกอบในกลุ่มของคลอโรฟิลล์และวิตามินซี ซึ่งคุณสมบัติเฉพาะในด้านความเสถียรของแคโรทีนอยด์นี้ เกิดจากตำแหน่งและการกระจายตัวของสารสีชนิดนี้ในเซลล์พืช (Berquist *et al.*, 2006; Kopaslane and Warthesen, 1995) โดยพบโมเลกุลของแคโรทีนอยด์อยู่ในพลาสติก และเกาะอยู่กับโปรตีนบนเยื่อหุ้มหรืออาจรวมตัวกันเป็นผลึก จึงเป็นสาเหตุให้แคโรทีนอยด์ปลอดภัยจากการสลายตัวอันเนื่องมาจากปัจจัยภายนอก (จริงแท้, 2549)

ปริมาณแก๊สออกซิเจนและปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุง

ฤดูร้อน

การบรรจุบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูส่งผลให้มีปริมาณแก๊สออกซิเจนเท่ากับ 19.68 ± 0.04 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าปริมาณแก๊สออกซิเจนของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทีฟที่มีค่าเพียง 6.77 ± 0.59 เปอร์เซ็นต์ การเก็บรักษาบรอกโคลีไว้นานขึ้น พบว่า ปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในถุงแอกทีฟมีแนวโน้มลดลง ส่วนปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูมีแนวโน้มคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ตาราง 12 ตารางภาคผนวก 12 และภาพ 17) และการบรรจุบรอกโคลีในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูทำให้มีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 0.00 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าบรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทีฟที่มีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 4.40 ± 0.15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาบรอกโคลีไว้นานขึ้น พบว่า ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงแอกทีฟมีแนวโน้มลดลง (ตาราง 13 ตารางภาคผนวก 13 และภาพ 18)

ฤดูฝน

การบรรจุบรอกโคลีในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูทำให้มีปริมาณแก๊สออกซิเจน เท่ากับ 19.30 ± 0.05 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าปริมาณแก๊สออกซิเจนของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทีฟที่มีค่าเพียง 9.23 ± 0.58 เปอร์เซ็นต์ การเก็บรักษาบรอกโคลีไว้นานขึ้น พบว่า ปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในถุงแอกทีฟมีแนวโน้มลดลงจนเข้าสู่ภาวะสมดุล ส่วนปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู มีแนวโน้มคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ตาราง 12 ตารางภาคผนวก 29 และภาพ 17) และการบรรจุบรอกโคลีในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูทำให้มีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 0.00 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าบรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทีฟที่มีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 4.74 ± 0.64 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาบรอกโคลีไว้นานขึ้น พบว่า ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงแอกทีฟมีแนวโน้มลดลงและเพิ่มขึ้นในช่วงท้ายของการเก็บรักษา (ตาราง 13 ตารางภาคผนวก 30 และภาพ 18)

ฤดูหนาว

การบรรจุบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูส่งผลให้มีปริมาณแก๊สออกซิเจนเท่ากับ 19.30 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าปริมาณแก๊สออกซิเจนในถุงที่บรรจุบรอกโคลีในถุง แอกทีฟ ที่มีค่าเพียง 8.56 ± 1.68 เปอร์เซ็นต์ การเก็บรักษาบรอกโคลีไว้นานขึ้น พบว่า ปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในถุงแอกทีฟมีแนวโน้มลดลงและเข้าสู่ภาวะสมดุล ส่วนปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูมีแนวโน้มคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ตาราง 12 ตารางภาคผนวก 46 และภาพ 17) และการบรรจุบรอกโคลีในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูทำให้มีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 0.00 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าในถุงแอกทีฟที่บรรจุบรอกโคลีที่มี

ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 3.95 ± 0.36 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาบรรจุโคโลโรว์นานขึ้นพบว่า ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงแอกทีฟมีแนวโน้มลดลงในช่วงแรกของการเก็บรักษาและเข้าสู่สภาวะสมดุล (ตาราง 13 ตารางภาพผนวก 47 และภาพ 18)

จากผลการทดลอง เมื่อพิจารณาแนวโน้มปริมาณแก๊สออกซิเจนและปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงแอกทีฟตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่า ปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในถุงมีแนวโน้มลดลงในช่วงแรกของการเก็บรักษาและเข้าสู่สภาวะสมดุล ส่วนปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงแอกทีฟ พบว่า มีแนวโน้มลดลงในช่วงแรกของการเก็บรักษาและเข้าสู่สภาวะสมดุล โดยในช่วงท้ายของการเก็บรักษาปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณเพิ่มขึ้น ซึ่งถุงแอกทีฟมีคุณสมบัติในการควบคุมการผ่านเข้าออกของแก๊สออกซิเจนให้อยู่ในสภาวะสมดุลตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา (Serrano *et al.*, 2006) ซึ่งจากผลการทดลองสอดคล้องกับ Jacobsson *et al.* (2004) รายงานว่า บรรจุภัณฑ์ในถุงพลาสติก oriented polypropylene (OPP), polyvinyl chloride (PVC) และ low-density polyethylene (LDPE) แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน หลังจากนั้นย้ายไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน พบว่า มีปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในถุงลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแก๊สในสภาพบรรยากาศปกติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gomez and Artes (2005) พบว่า เซลลูลีที่บรรจุใน low-density polyethylene (LDPE) และ oriented polypropylene (OPP) มีปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในถุงลดลง และมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น เมื่อเก็บรักษาเซลลูลีไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ในภาชนะดัดแปลงบรรยากาศส่งผลให้ปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในภาชนะบรรจุลดลง เพราะแก๊สออกซิเจนถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจของผลิตผล ในขณะที่ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในภาชนะบรรจุที่ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของกระบวนการหายใจมีค่าเพิ่มขึ้น (Kader, 1986) เมื่อแก๊สออกซิเจนลดต่ำลง การหายใจและการสังเคราะห์เอทิลีนจึงเกิดขึ้นน้อยลง เนื่องจากในขั้นตอนการสร้างเอทิลีนจำเป็นต้องมีออกซิเจนเข้ามาเกี่ยวข้อง (Baldwin, 1994) การหายใจเป็นกระบวนการที่พลังงานซึ่งอยู่ในรูปอาหารสะสมถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของพลังงานที่สามารถนำไปใช้ได้ทันที โดยผลิตผลที่เก็บเกี่ยวมาแล้วจะมีอาหารสะสมอยู่อย่างจำกัด ไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้ ดังนั้นอายุการเก็บรักษาของผลิตผล รวมทั้งคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวจะขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจเป็นสำคัญ (จริงแท้, 2549)

กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ

ฤดูร้อน

บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน มีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 67.69 ± 2.45 ไมโครกรัมเทียบกับกรดแกลลิกต่อกรัม น้ำหนักสด ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ กับ บรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทิฟ ที่มีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 86.25 ± 8.31 ไมโครกรัมเทียบกับกรดแกลลิกต่อกรัม น้ำหนักสด การเก็บรักษาบรอกโคลีไว้นานขึ้น พบว่า กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระของบรอกโคลีมีค่าค่อนข้างผันแปร (ตารางที่ 14 ตารางภาคผนวก 14 และภาพ 19)

ฤดูฝน

บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน มีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 53.07 ± 5.81 ไมโครกรัมเทียบกับกรดแกลลิกต่อกรัม น้ำหนักสด ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ กับ บรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทิฟ ที่มีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 63.08 ± 2.94 ไมโครกรัมเทียบกับกรดแกลลิกต่อกรัม น้ำหนักสด การเก็บรักษาบรอกโคลีไว้นานขึ้น พบว่า กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระของบรอกโคลีมีค่าค่อนข้างผันแปร (ตารางที่ 14 ตารางภาคผนวก 31 และภาพ 19)

ฤดูหนาว

เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน พบว่า บรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทิฟมีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 59.34 ± 1.03 ไมโครกรัมเทียบกับกรดแกลลิกต่อกรัม น้ำหนักสด ซึ่งมากกว่า บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูที่มีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 53.36 ± 1.80 ไมโครกรัมเทียบกับกรดแกลลิกต่อกรัม น้ำหนักสด การเก็บรักษาบรอกโคลีไว้นานขึ้น พบว่า กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระของบรอกโคลีมีค่าค่อนข้างผันแปร (ตารางที่ 14 ตารางภาคผนวก 48 และภาพ 19)

จากการทดลอง พบว่า บรอกโคลีมีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระค่อนข้างผันแปร โดย บรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทิฟมีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู จากผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Serrano *et al.* (2006) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการบรรจุบรอกโคลีในถุงพอลิโพรพิลีนสามชนิด คือ macro-perforated (Ma-P), microperforated (Mi-P) และ non-perforated (No-P) แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน พบว่า บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิดต่างๆ มีกิจกรรมของสารต้านอนุมูล

อิสระและสารประกอบฟีนอลสูงกว่าบรอกโคลีชุดควบคุม ในทำนองเดียวกันกับการทดลองของ Fan *et al.*, (2003) รายงานว่า การบรรจุผักกาดหอมห่อไว้ภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลงมีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าผักกาดหอมห่อในชุดควบคุม และพบว่าผักกาดหอมห่อมีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นจาก 0.5 เป็น 2 kGy ซึ่งค่ากิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระจะแสดงความสัมพันธ์แบบแปรผันโดยตรงกับปริมาณสารประกอบฟีนอล โดยสารต้านอนุมูลอิสระเป็นสารประกอบที่ทำหน้าที่ในการยับยั้งหรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของโมเลกุลต่างๆ โดยสารต้านอนุมูลอิสระจะเข้ายับยั้งปฏิกิริยาในขั้นตอนของการเริ่มต้นหรือในระหว่างการเพิ่มจำนวนของปฏิกิริยาถูกโซ่ สารต้านอนุมูลอิสระที่พบในธรรมชาติประกอบด้วยสารประกอบหลายชนิด เช่น สารประกอบฟีนอล สารประกอบไนโตรเจน แคโรทีนอยด์ วิตามินซี และคลอโรฟิลล์ เป็นต้น (Veliloglu *et al.*, 1998; Shahidi, 1996; Lanfer-Maequez *et al.*, 2005) จากข้อมูลของงานวิจัยต่างๆ ในปัจจุบันนี้ แสดงให้เห็นว่า สารต้านอนุมูลอิสระมีบทบาทสำคัญต่อมนุษย์ในการป้องกันเซลล์จากการถูกทำลายโดยอนุมูลอิสระ อีกทั้งยังสามารถลดอัตราการเกิดโรคสำคัญต่างๆ ในมนุษย์ได้อีกด้วย (Shahidi, 1996)

ปริมาณสารประกอบฟีนอลที่ละลายได้

ฤดูร้อน

บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟมีปริมาณสารประกอบฟีนอลที่ละลายได้ไม่แตกต่างกัน คือมีค่าเท่ากับ 852.37 ± 57.52 และ 760.53 ± 25.36 ไมโครกรัมเทียบกับกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ การเก็บรักษาบรอกโคลีไว้นานขึ้น พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลที่ละลายได้ของบรอกโคลีมีค่าค่อนข้างผันแปร (ตาราง 15 ตารางภาคผนวก 15 และภาพ 20)

ฤดูฝน

บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟมีปริมาณสารประกอบฟีนอลที่ละลายได้ไม่แตกต่างกัน คือมีค่าเท่ากับ 815.69 ± 27.78 และ 840.89 ± 49.40 ไมโครกรัมเทียบกับกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ การเก็บรักษาบรอกโคลีไว้นานขึ้น พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลที่ละลายได้ของบรอกโคลีมีค่าค่อนข้างผันแปร (ตาราง 15 ตารางภาคผนวก 32 และภาพ 20)

ฤดูหนาว

บรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทีฟมีปริมาณสารประกอบฟีนอลที่ละลายน้ำได้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับปริมาณสารประกอบฟีนอลที่ละลายได้ของบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอ-

ทีลีนเจาะรู คือมีค่าเท่ากับ 511.87 ± 15.39 และ 456.99 ± 8.28 ไมโครกรัมเทียบกับกรดแกลลิกต่อกรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ การเก็บรักษาบรอกโคลีไว้นานขึ้น พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลที่ละลายได้ของบรอกโคลีมีค่าค่อนข้างผันแปร (ตาราง 15 ตารางภาคผนวก 49 และภาพ 20)

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลที่ละลายได้ของบรอกโคลี โดยในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา ปริมาณสารประกอบฟีนอลที่ละลายได้ของบรอกโคลีที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว มีค่าสอดคล้องกับค่ากิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละฤดู ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Rizzo and Murator (2009) ที่รายงานว่า การบรรจุเซเลอรีใน polyolefin (co-extruded polyethylene และ polypropylene) และ micro perforated polypropylene (MP) เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 35 วัน พบว่า มีปริมาณสารประกอบฟีนอลไม่แตกต่างกันในทุกกรรมวิธี และเมื่อทำการเก็บรักษาบรอกโคลีไว้นานขึ้น พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลที่ละลายได้ของบรอกโคลีมีค่าค่อนข้างผันแปร ซึ่งสารประกอบฟีนอลที่ละลายได้มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในระหว่างการเก็บรักษา

กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส

ฤดูร้อน

เมื่อเก็บรักษานาน 7 วัน พบว่า บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทีลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟมีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสไม่แตกต่างกัน คือมีค่าเท่ากับ 0.699 ± 0.281 และ 0.569 ± 0.083 หน่วยต่อมิลลิกรัมโปรตีน ตามลำดับ ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสของบรอกโคลีมีแนวโน้มลดลง (ตาราง 16 ตารางภาคผนวก 16 และภาพ 21)

ฤดูฝน

บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทีลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟมีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสไม่แตกต่างกัน คือมีค่าเท่ากับ 0.539 ± 0.077 และ 0.327 ± 0.070 หน่วยต่อมิลลิกรัมโปรตีน ตามลำดับซึ่งตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสของบรอกโคลีมีแนวโน้มลดลง (ตาราง 16 ตารางภาคผนวก 33 และภาพ 21)

ฤดูหนาว

บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทีลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟมีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสไม่แตกต่างกัน คือมีค่าเท่ากับ 0.953 ± 0.225 และ 0.720 ± 0.067 หน่วยต่อมิลลิกรัมโปรตีน ตามลำดับซึ่งตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสของบรอกโคลีมีแนวโน้มลดลง (ตาราง 16 ตารางภาคผนวก 50 และภาพ 21)

การเกิดสีเหลืองมีสาเหตุมาจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ โดยเอนไซม์คลอโรฟิลเลส เป็นเอนไซม์ชนิดแรกในวิถีของการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ทำหน้าที่ในการย่อยส่วนหางของ โครงสร้างทางเคมีของคลอโรฟิลล์ คือ phytol (Matile *et al.*, 1989; Shimokawa *et al.*, 1978) จาก การวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสของบรอกโคลี พบว่า บรอกโคลีมีกิจกรรมของ เอนไซม์คลอโรฟิลเลสสูงในช่วงแรกของการเก็บรักษา ซึ่งเป็นระยะที่บรอกโคลียังคงความสดอยู่ ทั้งนี้กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อช่อดอกเริ่มมีการ เสื่อมสภาพ เนื่องจากระยะเวลาในการเก็บรักษาที่นานขึ้น จากผลการทดลองสอดคล้องกับผล การศึกษากิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสและการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในระหว่างการ เสื่อมสภาพของใบ *Phaseolus vulgaris* L. ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการแสดงออกของกิจกรรมของ เอนไซม์คลอโรฟิลเลสที่สูงในระยะแรกของการเก็บรักษา และลดลงเมื่อเริ่มเข้าสู่ระยะของการ เสื่อมสภาพของใบ เช่นเดียวกันกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และ บี ซึ่งพบว่า มีการลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น (Fang *et al.*, 1998) และในทำนองเดียวกับ พวงเพชร (2552) พบว่า ปวยเล้งมีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสสูงในช่วงแรกของการเก็บรักษา ทั้งนี้กิจกรรมของ เอนไซม์คลอโรฟิลเลสมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อเก็บรักษาปวยเล้งไว้นานขึ้น

อายุการเก็บรักษา

ฤดูร้อน

บรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทีฟมีอายุการเก็บรักษานานกว่าบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอ- ทิลีนเจาะรู โดยบรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทีฟมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 10.9 ± 0.28 วัน ส่วน บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนมีอายุการเก็บรักษานาน 6.8 ± 0.20 วัน (ตาราง 17 ตาราง ภาคผนวก 17 และภาพ 22)

ฤดูฝน

บรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทีฟมีอายุการเก็บรักษานานกว่าบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอ- ทิลีนเจาะรู โดยบรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทีฟมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 12.5 ± 0.31 วัน ส่วน บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนมีอายุการเก็บรักษานาน 6.7 ± 0.26 วัน (ตาราง 17 ตาราง ภาคผนวก 34 และภาพ 22)

ฤดูหนาว

บรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทีฟมีอายุการเก็บรักษานานกว่าบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอ- ทิลีนเจาะรู โดยบรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทีฟมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 12.4 ± 0.22 วัน ส่วน

บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูมีอายุการเก็บรักษานาน 7.2 ± 0.29 วัน (ตาราง 17 ตาราง ภาคผนวก 51 และภาพ 22)

การหายใจเป็นกระบวนการทางชีวเคมีที่เปลี่ยนพลังงานเคมีที่สะสมอยู่ในอาหารให้อยู่ในรูปของพลังงานที่สามารถนำไปใช้ในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต (จริงแท้, 2549) ซึ่งอัตราการหายใจเป็นดัชนีที่สามารถบ่งบอกถึงอายุในการเก็บรักษาของผักและผลไม้ชนิดนั้นๆ ได้ โดยผักและผลไม้ที่มีอัตราการหายใจต่ำจะมีอายุการเก็บรักษานานกว่าผักและผลไม้ที่มีอัตราการหายใจสูง (สายชล, 2528; ดนัย, 2540) เพราะว่าการหายใจเป็นกระบวนการที่นำมาซึ่งการเสื่อมสลาย ถ้าผลิตผลมีการหายใจช้าลง อัตราการเสื่อมสลายของผลิตผลนั้น จะเกิดช้าลงตามไปด้วย (ดนัยและ นิธิยา, 2548) ทั้งนี้การลดอัตราการหายใจและการสูญเสียน้ำโดยการบรรจุหรือเก็บรักษาในสภาพ ปิดผนึกบรรจุอากาศเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยลดการสูญเสียน้ำส่วนประกอบทางเคมีดังกล่าวได้ (Toivonen, 1997) ดังนั้นบรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอทโมสเฟียร์ที่มีการเก็บรักษาในสภาพปิดผนึกบรรจุอากาศจึงมีอายุการวางจำหน่ายนานกว่าบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู ในทำนองเดียวกันกับ Izumi *et al.* (1996) รายงานว่า การเก็บรักษาบรอกโคลีภายใต้สภาพปิดผนึกบรรจุอากาศ คือ บรรจุลงในพอลิเอทิลีนที่ไม่เจาะรู แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษาบรอกโคลีได้ มีลักษณะปรากฏดีกว่าและสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน การเก็บรักษาบรอกโคลีไว้ในสภาพปิดผนึกบรรจุอากาศช่วยลดอัตราการหายใจ รักษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส และยืดอายุการเก็บรักษาบรอกโคลีให้นานขึ้น (Barth *et al.*, 1993; Gillies *et al.*, 1997; Toivonen, 1997; Toivonen and DeEll, 2001) รวมไปถึงการเก็บรักษาผักและผลไม้ชนิดอื่นด้วย (Saltveit, 1997; Beaudry, 1999)

ตาราง 1 ลักษณะปรากฏ ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทึฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)

ชนิดบรรจุภัณฑ์	ลักษณะปรากฏ (คะแนน)		
	ฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน)	ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม)	ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	3.60±0.16 ^a	3.30±0.15 ^a	3.00±0.26 ^a
ถุงแอกทึฟ	1.90±0.10 ^b	2.10±0.18 ^b	1.40±0.22 ^b
2-Tail Sig	0.000	0.000	0.000

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ 2- Tail Sig ถ้ามีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

หมายเหตุ

ระดับคะแนน 1 ช่อดอกสดและมีสีเขียว

ระดับคะแนน 2 ช่อดอกเริ่มเหี่ยวหรือมีสีเหลืองเกิดขึ้นเล็กน้อย

ระดับคะแนน 3 ช่อดอกเหี่ยวประมาณ 50% หรือสีเปลี่ยนเป็นสีเหลือง 50%
(หมดอายุการวางจำหน่าย)

ระดับคะแนน 4 ช่อดอกเหี่ยวประมาณ 75% หรือสีเปลี่ยนเป็นสีเหลือง 75%

ระดับคะแนน 5 ช่อดอกเหี่ยว 100% หรือสีเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทั้งหมด

ตาราง 2 ค่า L^* ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)

ชนิดบรรจุภัณฑ์	L^*		
	ฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน)	ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม)	ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	41.75±0.89	43.72±1.53	42.40±4.29
ถุงแอกทีฟ	39.78±1.26	42.67±1.19	36.43±0.59
2-Tail Sig	0.228	0.601	0.198

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

ตาราง 3 chroma ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)

ชนิดบรรจุภัณฑ์	Chroma		
	ฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน),	ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม)	ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	17.58±1.21	17.74±1.95	12.72±0.97
ถุงแอกทีฟ	14.79±1.63	16.23±1.93	10.34±1.40
2-Tail Sig	0.051	0.594	0.193

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

ตาราง 4 hue angle ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)

ชนิดบรรจุภัณฑ์	hue angle		
	ฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน)	ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม)	ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	89.68±0.00	89.68±0.00	89.68±0.00
ถุงแอกทีฟ	89.68±0.00	89.68±0.00	89.68±0.00
2-Tail Sig	0.631	1.000	0.660

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

ตาราง 5 การสูญเสียน้ำหนัก ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)

ชนิดบรรจุภัณฑ์	การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)		
	ฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน)	ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม)	ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	2.34±0.15 ^a	1.66±0.14 ^a	4.11±0.65 ^a
ถุงแอกทีฟ	0.26±0.02 ^b	0.19±0.02 ^b	0.27±0.02 ^b
2-Tail Sig	0.000	0.000	0.000

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

ตาราง 6 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู และถุงแอกทีฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)

ชนิดบรรจุภัณฑ์	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (เปอร์เซ็นต์)		
	ฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน)	ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม)	ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	7.23±0.47	7.28±0.35	6.37±0.12
ถุงแอกทีฟ	6.57±0.03	8.23±0.55	7.27±0.45
2-Tail Sig	0.227	0.197	0.125

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

ตาราง 7 ปริมาณวิตามินซี ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)

ชนิดบรรจุภัณฑ์	ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด)		
	ฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน)	ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม)	ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	52.87±4.59 ^b	75.47±3.54	59.75±3.33
ถุงแอกทีฟ	80.26±7.72 ^a	80.63±6.31	77.99±8.87
2-Tail Sig	0.038	0.503	0.127

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

ตาราง 8 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)

ชนิดบรรจุภัณฑ์	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด)		
	ฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน)	ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม)	ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	0.023±0.002	0.036±0.003	0.027±0.003
ถุงแอกทีฟ	0.028±0.002	0.041±0.004	0.030±0.004
2-Tail Sig	0.169	0.398	0.349

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

ตาราง 9 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)

ชนิดบรรจุภัณฑ์	ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด)		
	ฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน)	ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม)	ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	0.013±0.001	0.025±0.003	0.016±0.001
ถุงแอกทีฟ	0.014±0.001	0.029±0.004	0.017±0.000
2-Tail Sig	0.427	0.489	0.374

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

ตาราง 10 ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงเอกทึฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และ ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)

ชนิดบรรจุภัณฑ์	ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด)		
	ฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน)	ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม)	ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	0.036±0.003	0.062±0.005	0.042±0.004
ถุงเอกทึฟ	0.043±0.003	0.069±0.007	0.047±0.001
2-Tail Sig	0.232	0.415	0.292

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

ตาราง 11 ปริมาณแคโรทีนอยด์ ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงเอกทึฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)

ชนิดบรรจุภัณฑ์	ปริมาณแคโรทีนอยด์ (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด)		
	ฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน)	ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม)	ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	1.66±0.17	1.288±0.26	1.77±0.25
ถุงเอกทึฟ	1.64±0.16	1.270±0.21	1.54±0.24
2-Tail Sig	0.912	0.960	0.543

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

ตาราง 12 ปริมาณแก๊สออกซิเจน ของบรอกโคลีที่ปลูกลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)

ชนิดบรรจุภัณฑ์	ปริมาณแก๊สออกซิเจน (เปอร์เซ็นต์)		
	ฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน)	ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม)	ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	19.68±0.04 ^a	19.30±0.05 ^a	19.30±0.02 ^a
ถุงแอกทีฟ	6.77±0.59 ^b	9.23±0.58 ^b	8.56±1.68 ^b
2-Tail Sig	0.000	0.000	0.000

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

ตาราง 13 ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ของบรอกโคลีที่ปลูกลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และ ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)

ชนิดบรรจุภัณฑ์	ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (เปอร์เซ็นต์)		
	ฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน)	ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม)	ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b
ถุงแอกทีฟ	4.40±0.15 ^a	4.74±0.64 ^a	3.95±0.36 ^a
2-Tail Sig	0.000	0.000	0.000

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

ตาราง 14 กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และ ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)

ชนิดบรรจุภัณฑ์	กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ (ไมโครกรัมเทียบกับกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักสด)		
	ฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน)	ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม)	ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	67.69±2.45	53.07±5.81	53.36±1.80 ^b
ถุงแอกทีฟ	86.25±8.31	63.08±2.94	59.34±1.03 ^a
2-Tail Sig	0.058	0.239	0.016

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

ตาราง 15 ปริมาณสารประกอบฟีนอลที่ละลายได้ ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)

ชนิดบรรจุภัณฑ์	ปริมาณสารประกอบฟีนอลที่ละลายได้ (ไมโครกรัมเทียบกับกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักสด)		
	ฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน)	ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม)	ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	852.37±57.52	815.69±27.78	456.99±8.28 ^b
ถุงแอกทีฟ	760.53±25.36	840.89±49.40	511.87±15.39 ^a
2-Tail Sig	0.175	0.663	0.010

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

ตาราง 16 กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทึฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และ ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)

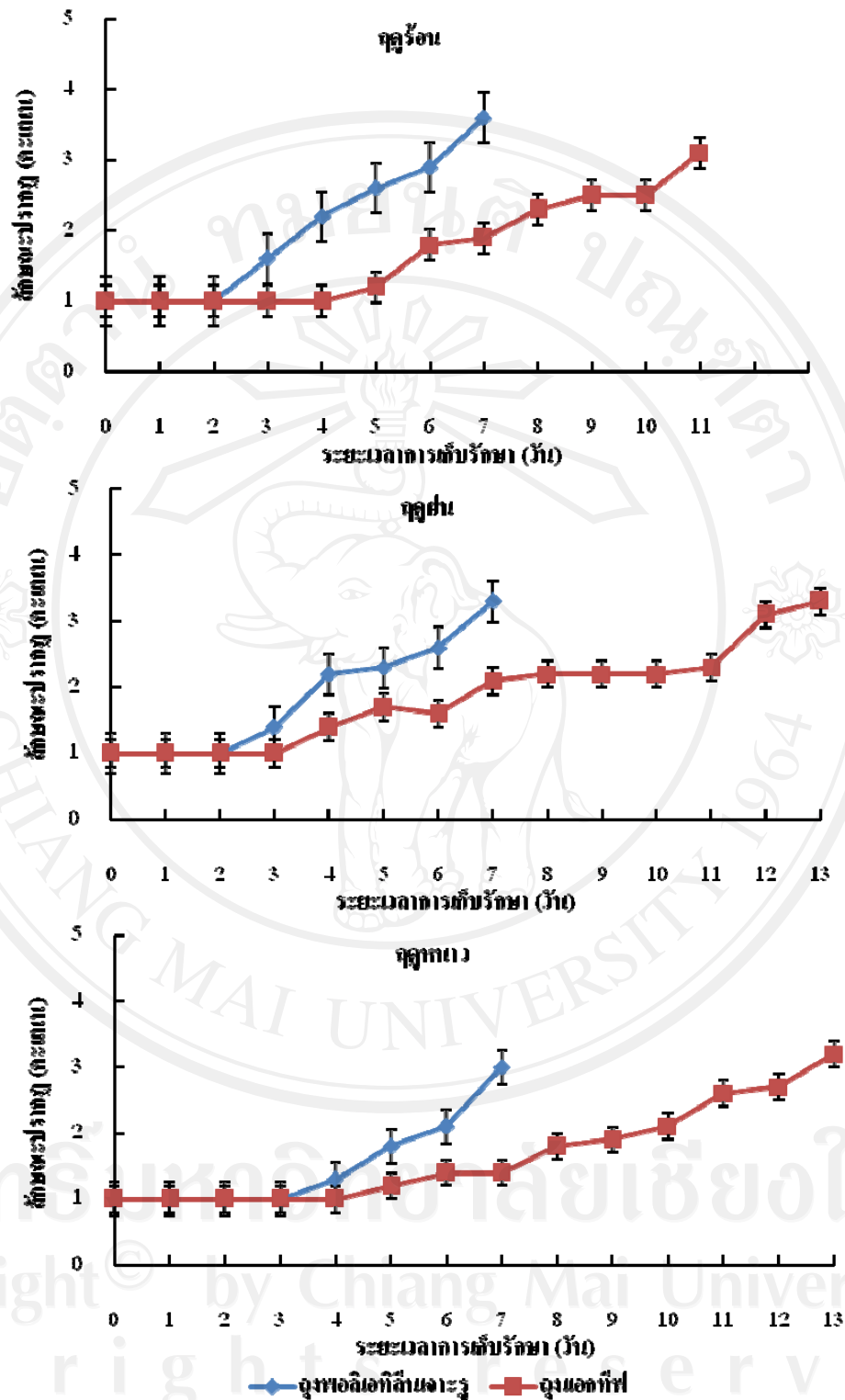
ชนิดบรรจุภัณฑ์	กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (หน่วยต่อมิลลิกรัมโปรตีน)		
	ฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน)	ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม)	ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	0.699±0.281	0.539±0.077	0.953±0.225
ถุงแอกทึฟ	0.569±0.083	0.327±0.070	0.720±0.067
2-Tail Sig	0.680	0.112	0.379

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ 2- Tail Sig ถ้ามีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

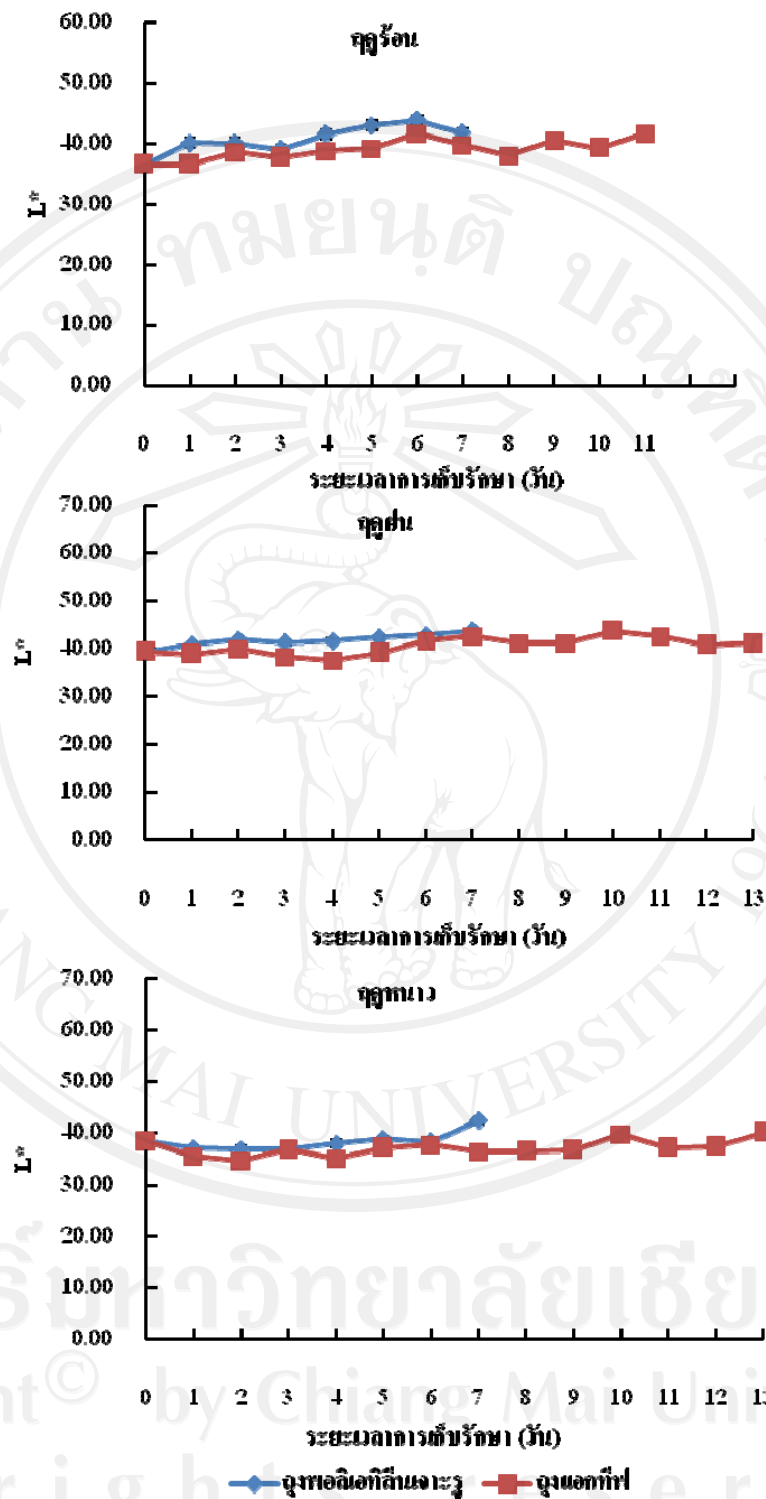
ตาราง 17 อายุการเก็บรักษา ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทึฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)

ชนิดบรรจุภัณฑ์	อายุการเก็บรักษา (วัน)		
	ฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน)	ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม)	ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	6.8±0.20 ^b	6.7±0.26 ^b	7.2±0.29 ^b
ถุงแอกทึฟ	10.9±0.28 ^a	12.5±0.31 ^a	12.4±0.22 ^a
2-Tail Sig	0.000	0.000	0.000

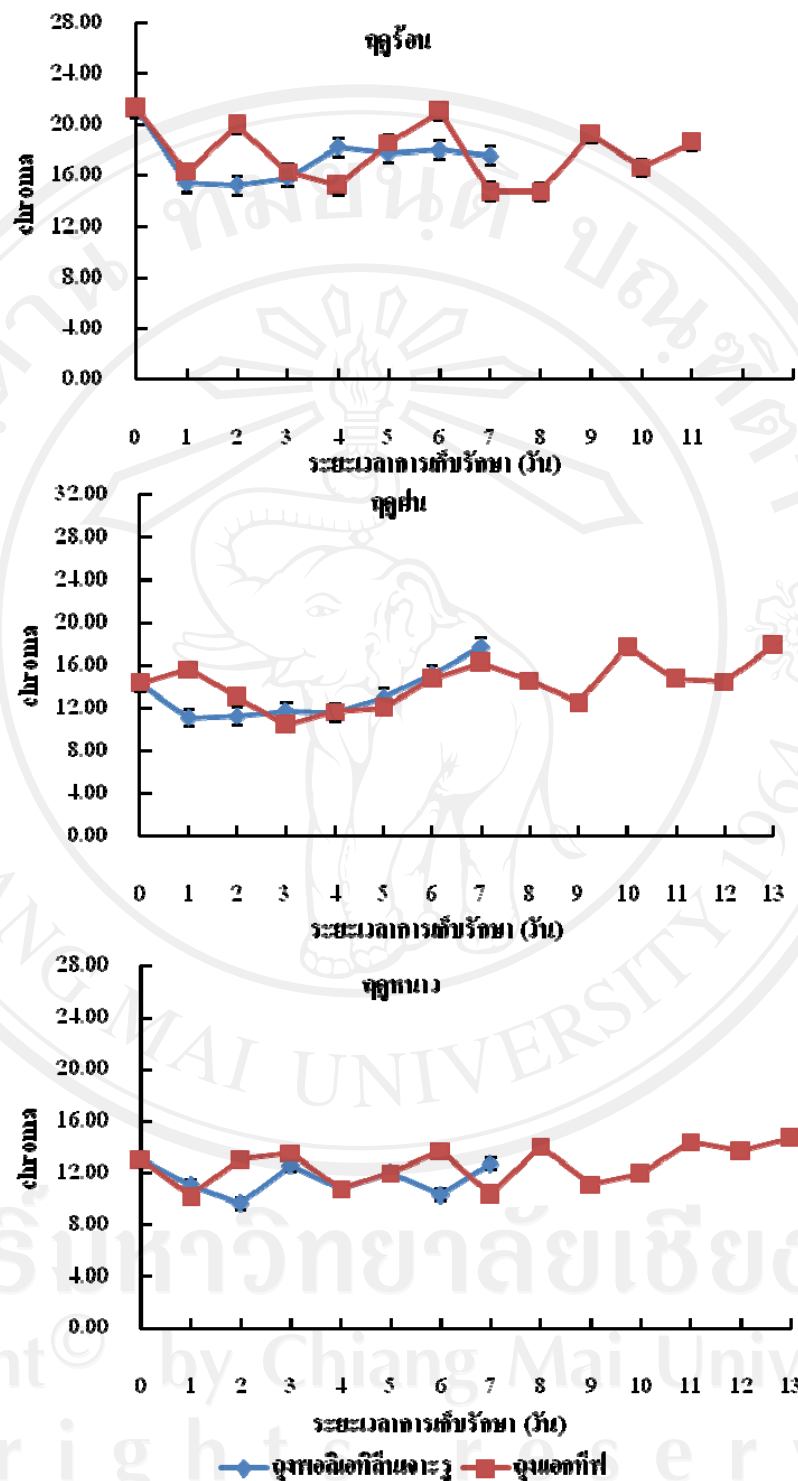
หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ 2- Tail Sig ถ้ามีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์



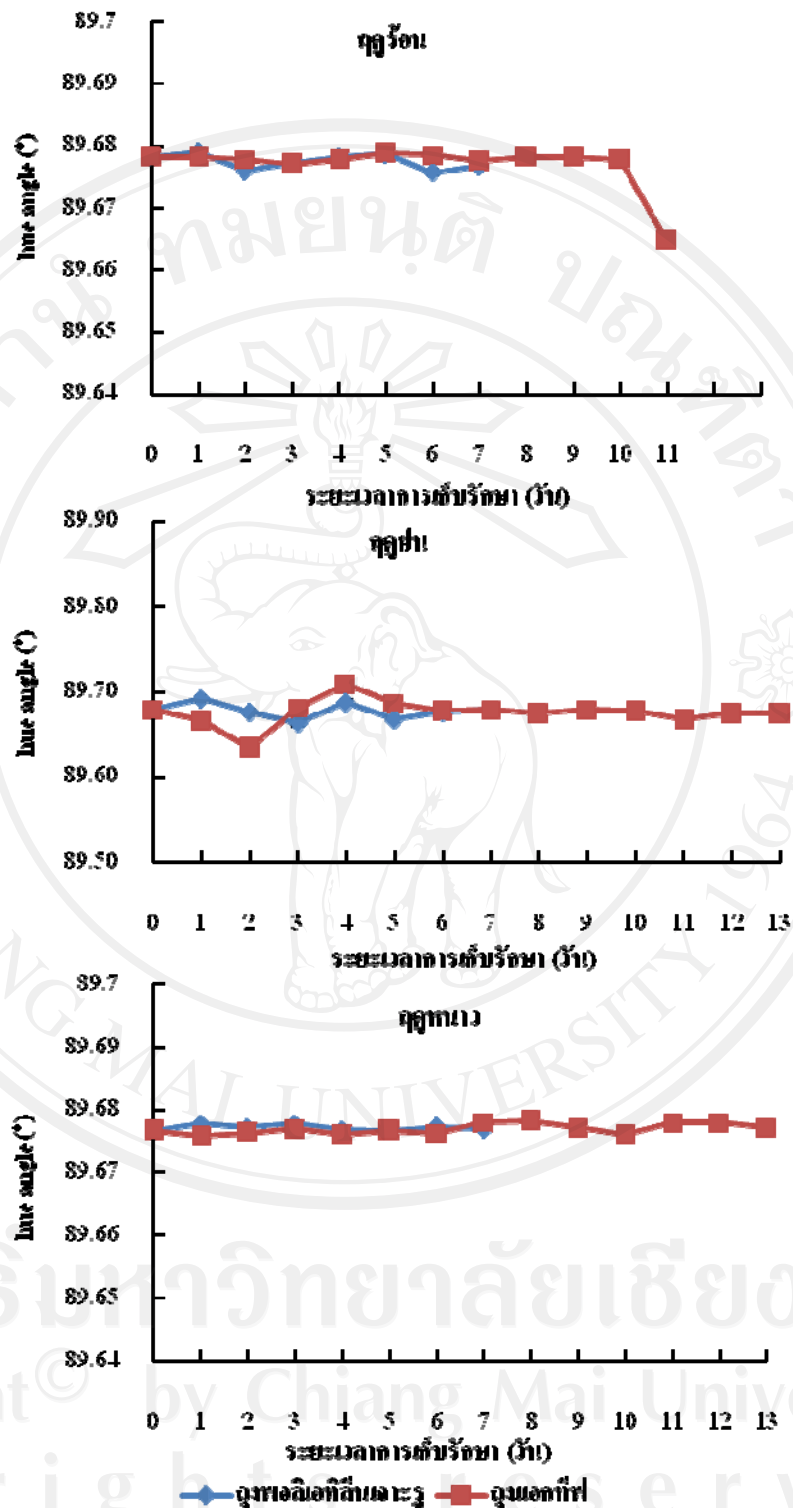
ภาพ 6 ลักษณะปรากฏ ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในดงพอลิเอทีลินเจาะรูและดงแอททีฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)



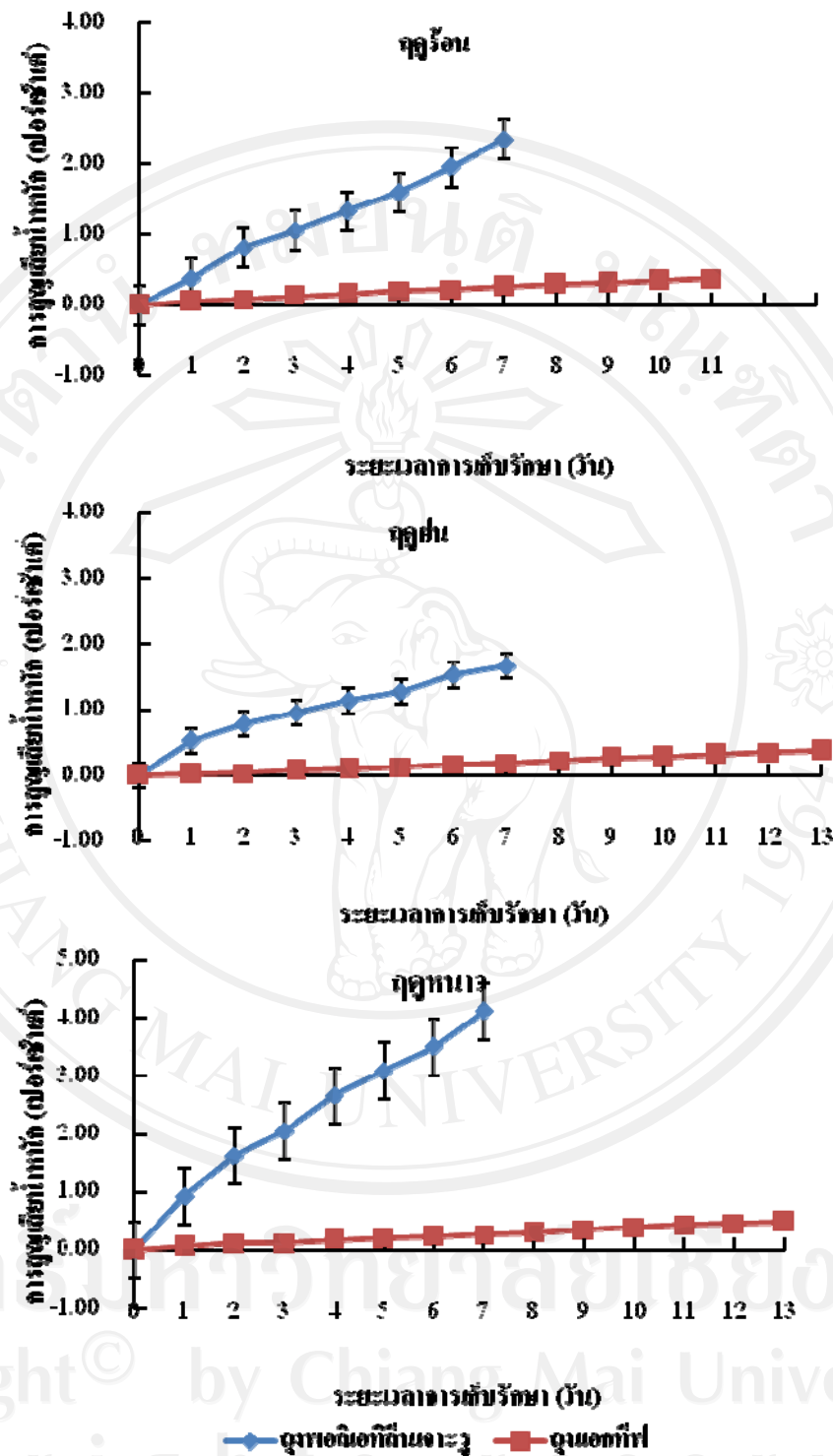
ภาพ 7 ค่า L^* ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทิล เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)



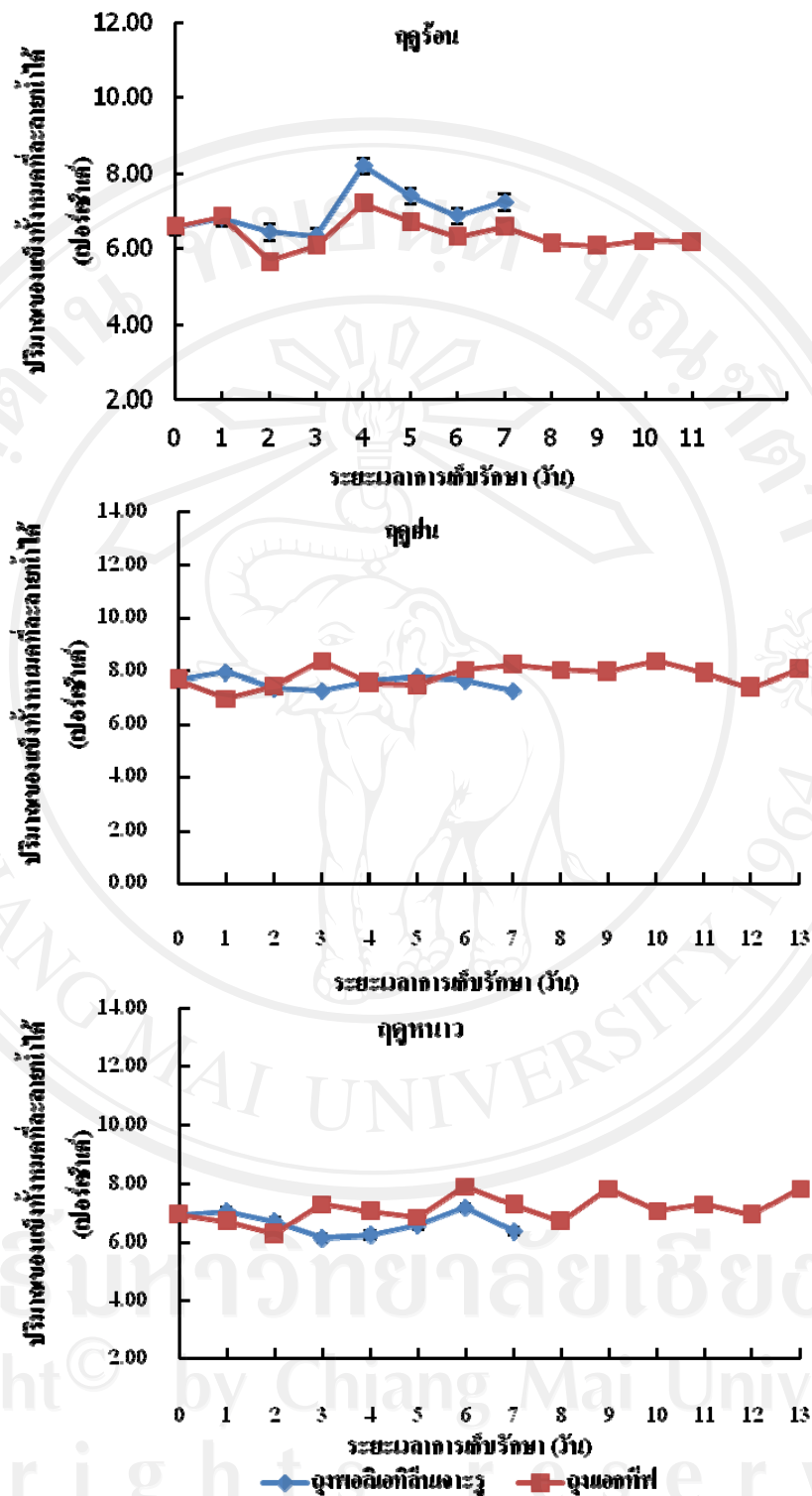
ภาพ 8 ค่า chroma ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทิกเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤๅรื้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤๅฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และ ฤๅหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)



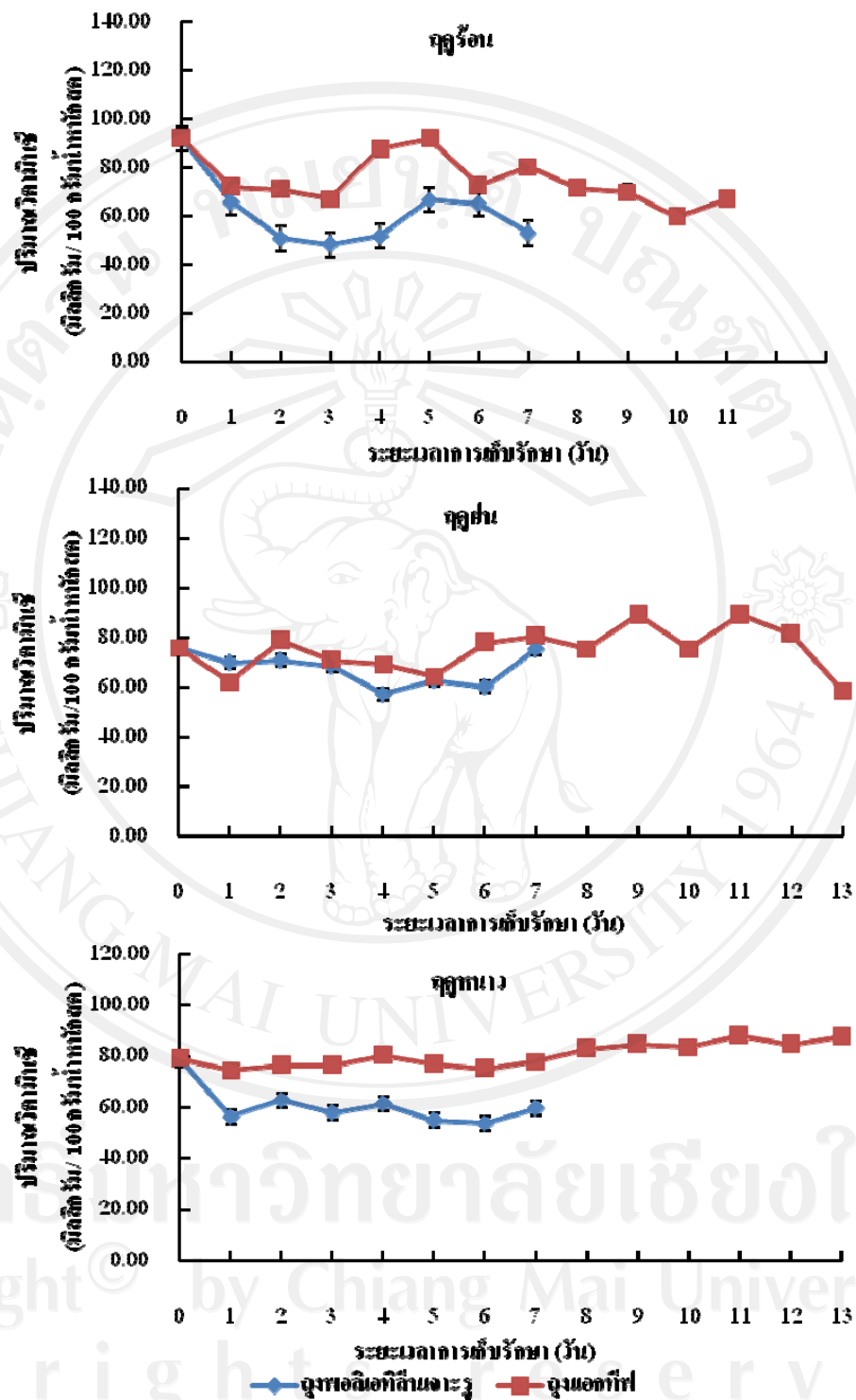
ภาพ 9 ค่า hue angle ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทิลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)



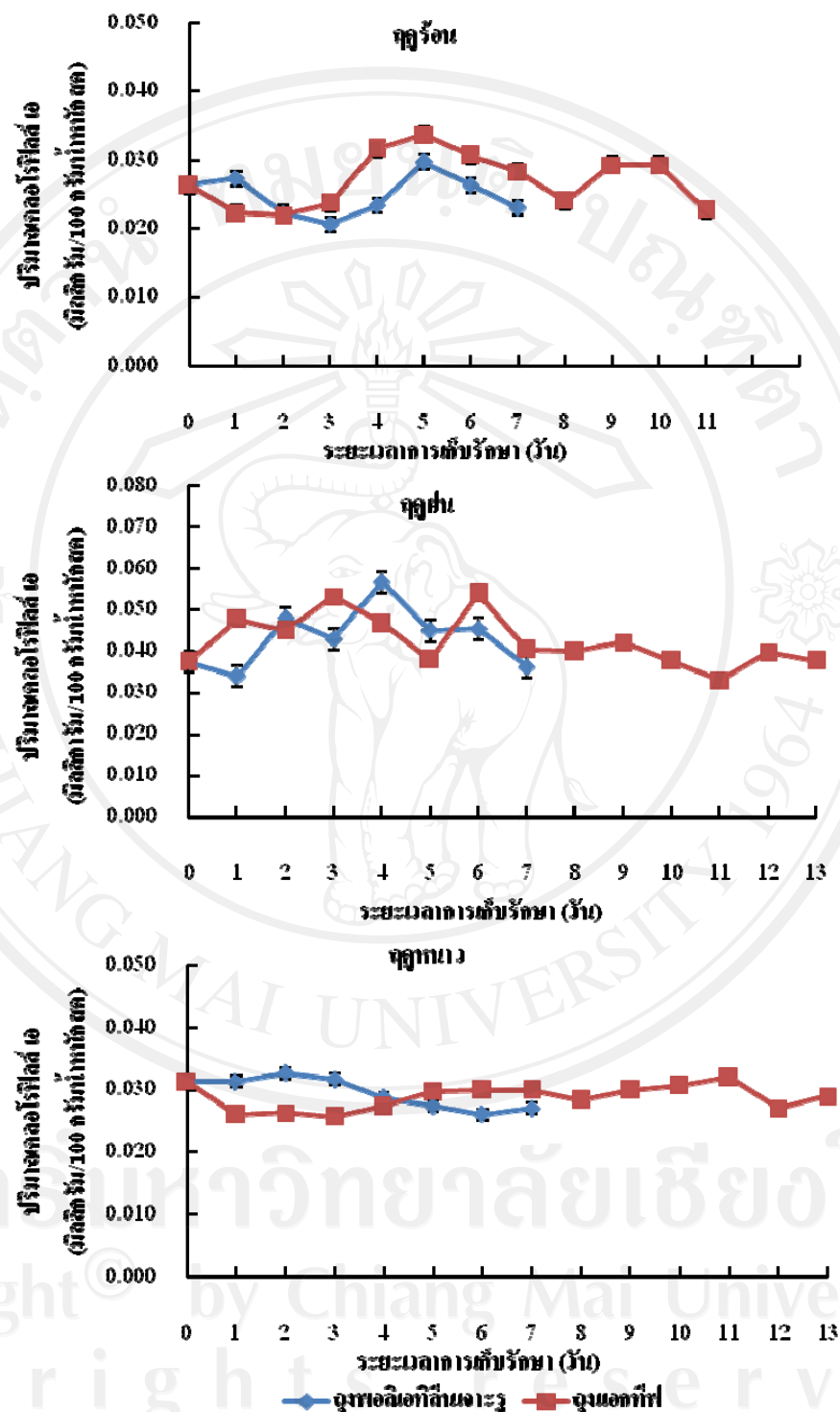
ภาพ 10 การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์) ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุง
 แอ็กทิฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤๅษี (มีนาคม-มิถุนายน) ฤๅษี
 (กรกฎาคม-ตุลาคม) และ ฤๅษี (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)



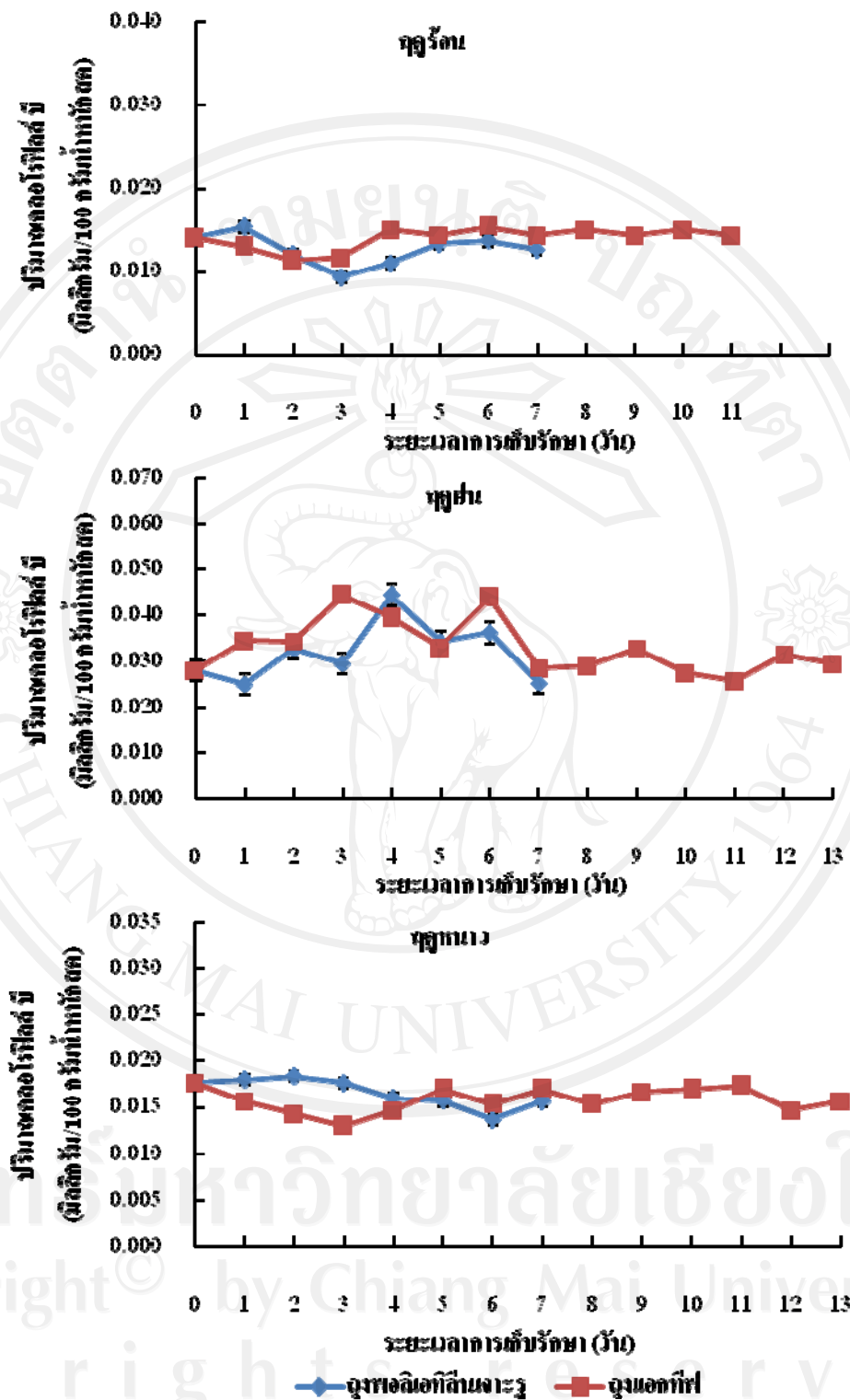
ภาพ 11 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (เปอร์เซ็นต์) ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทิฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และ ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)



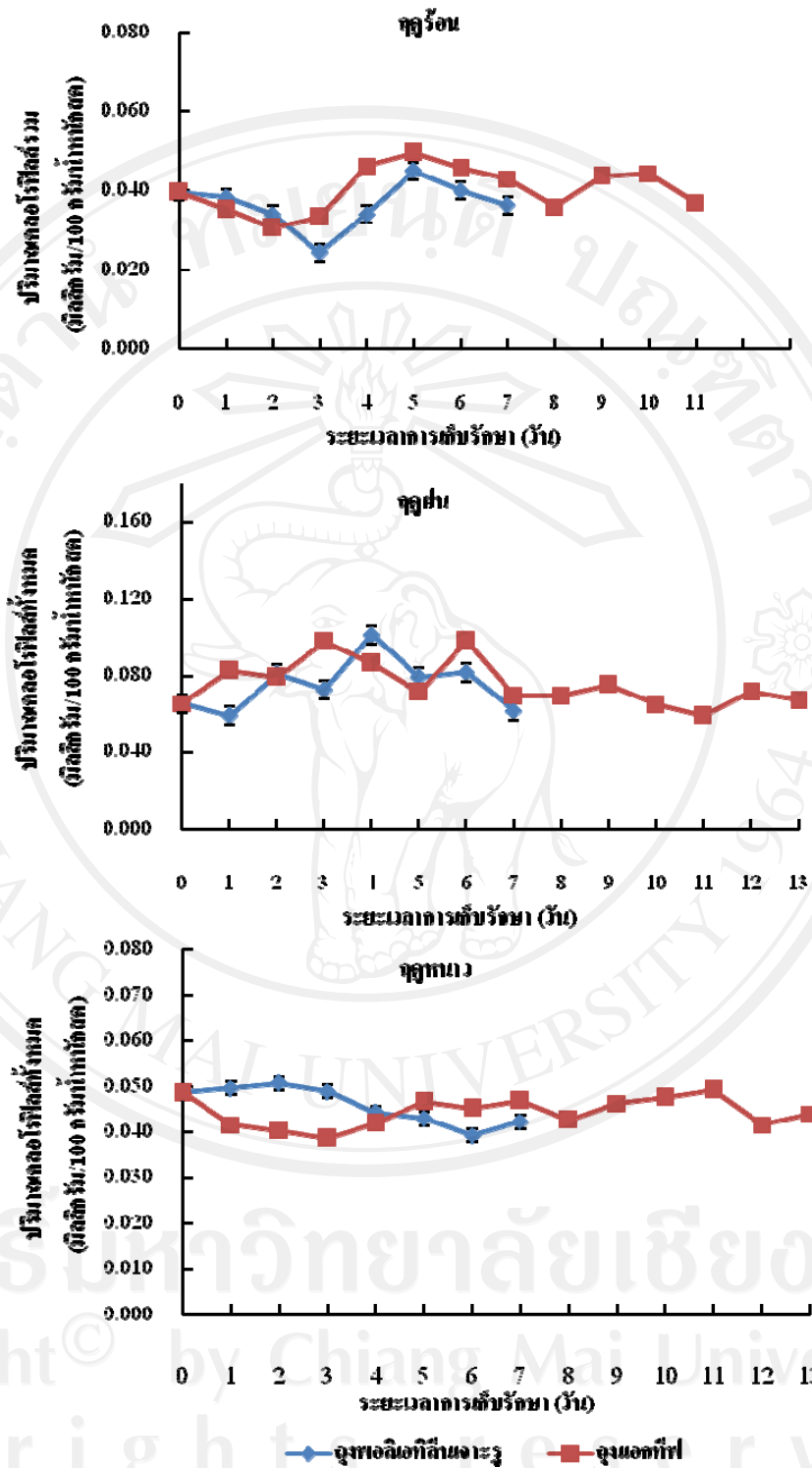
ภาพ 12 ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด) ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทิฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และ ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)



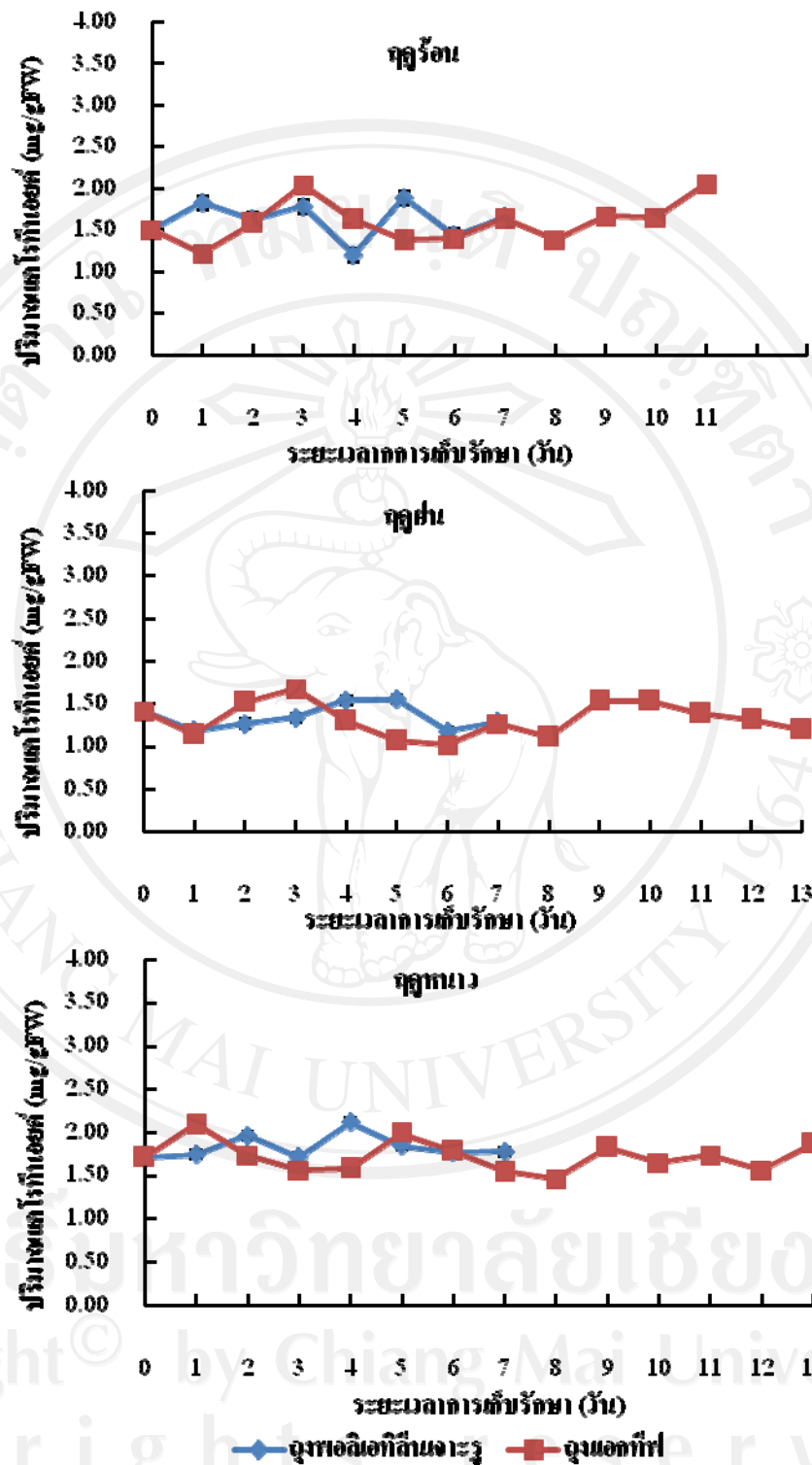
ภาพ 13 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด) ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และ ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)



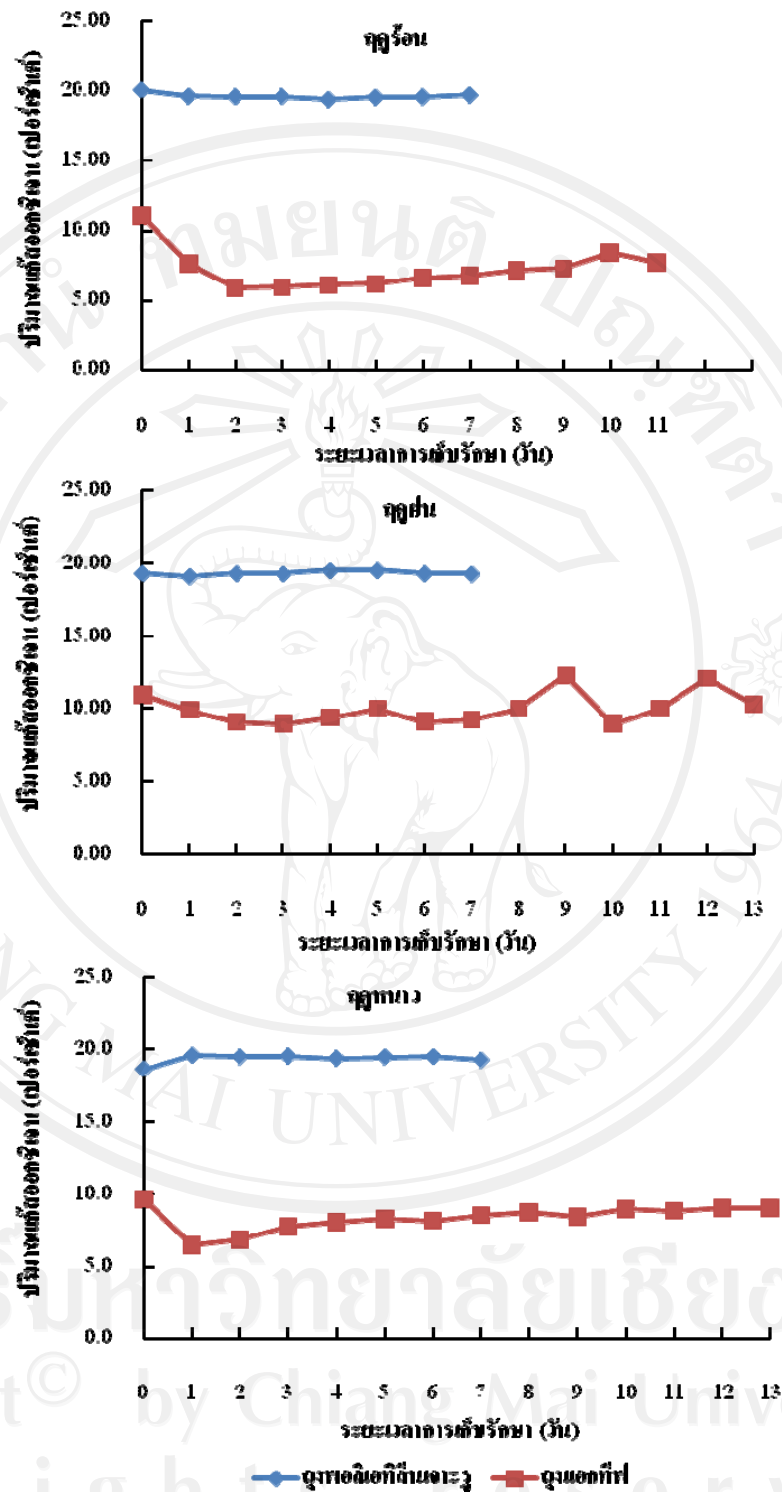
ภาพ 14 ปริมาณคลอโรฟิลล์บี (มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด) ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ เก็บ รักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)



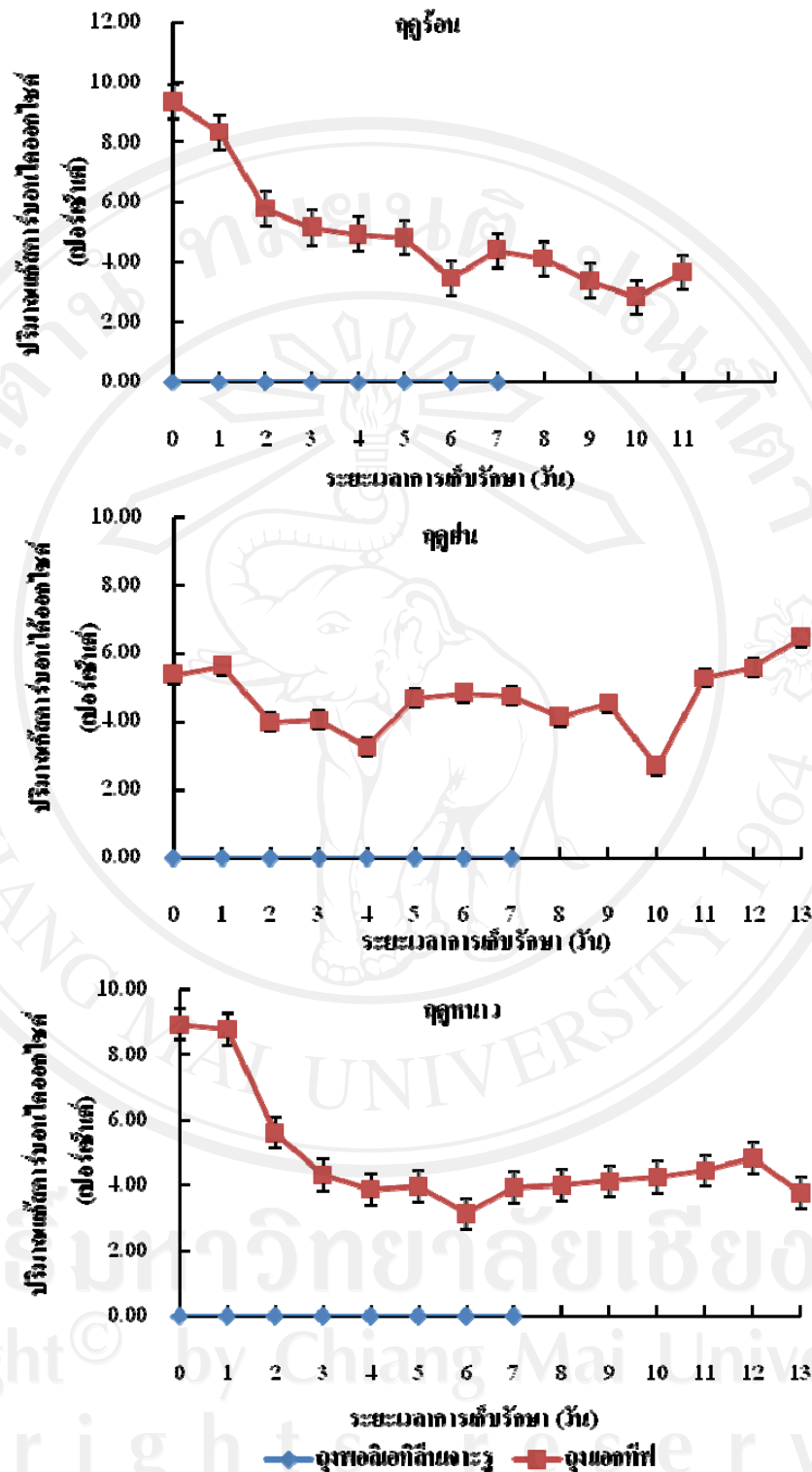
ภาพ 15 ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด) ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงนอกที่ฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)



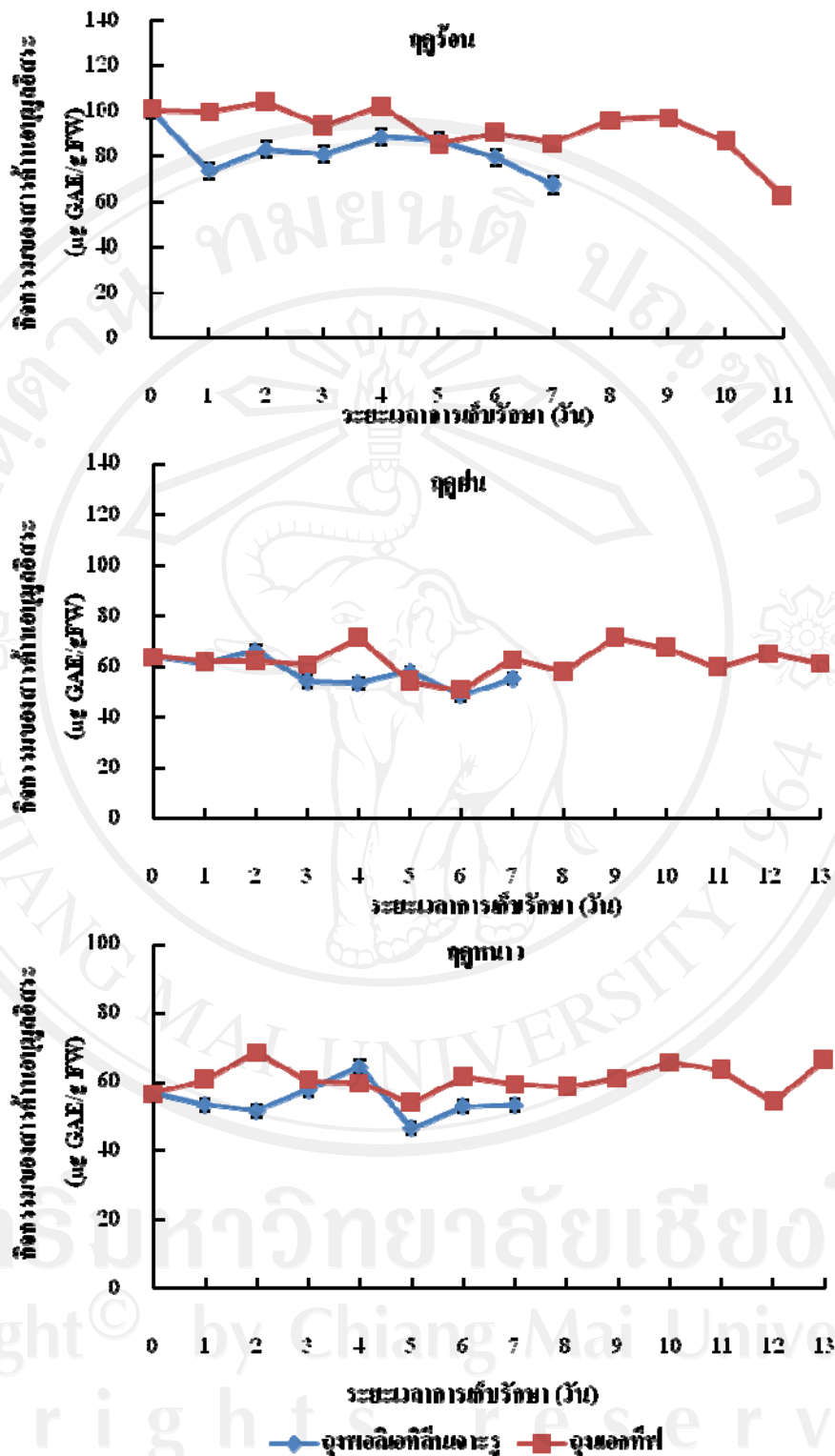
ภาพ 16 ปริมาณแคโรทีนอยด์ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในกุญร่อน (มีนาคม-มิถุนายน) กุญฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และกุญหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)



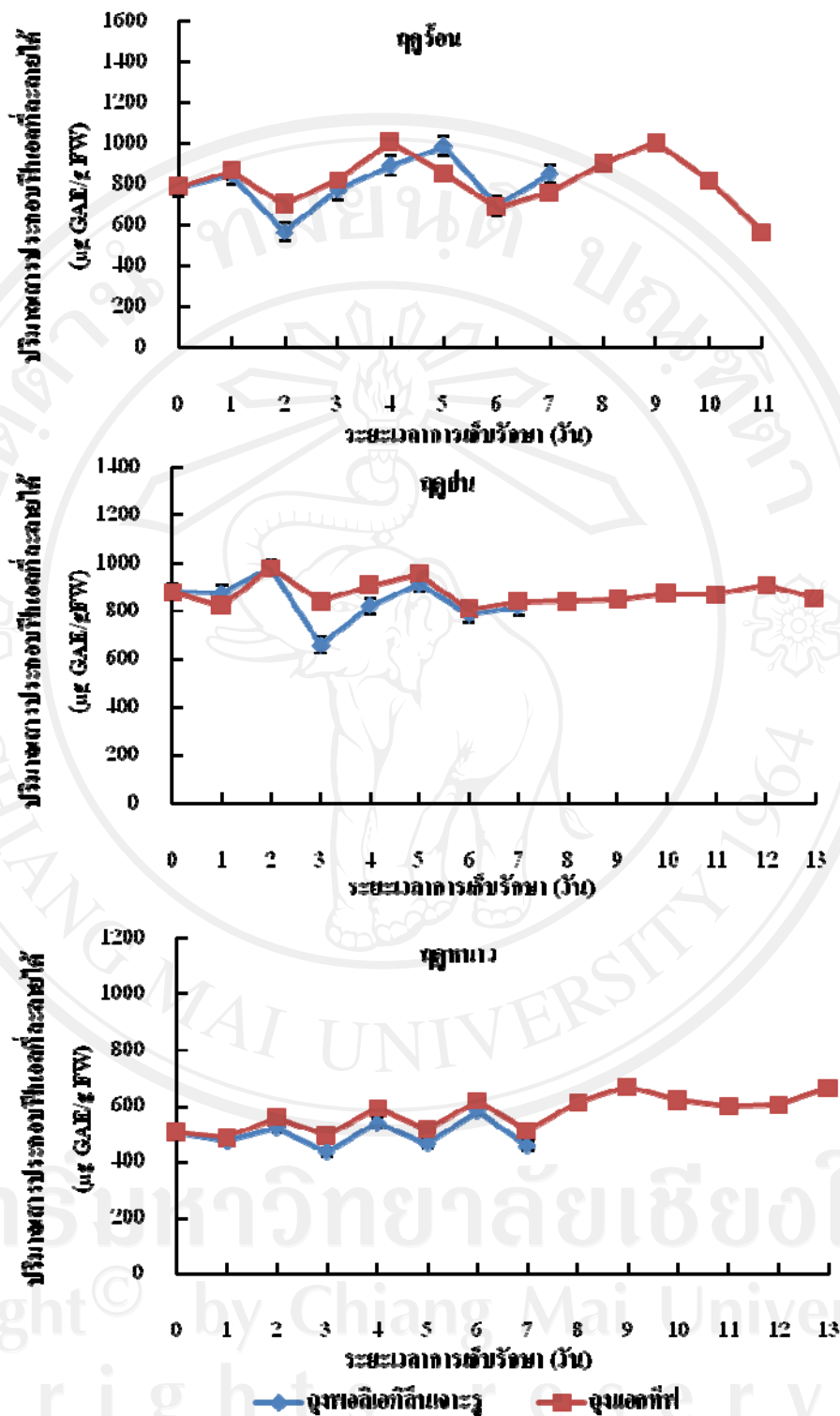
ภาพ 17 ปริมาณแก๊สออกซิเจน (เปอร์เซ็นต์) ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทิว เก็บรักษาไว้ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)



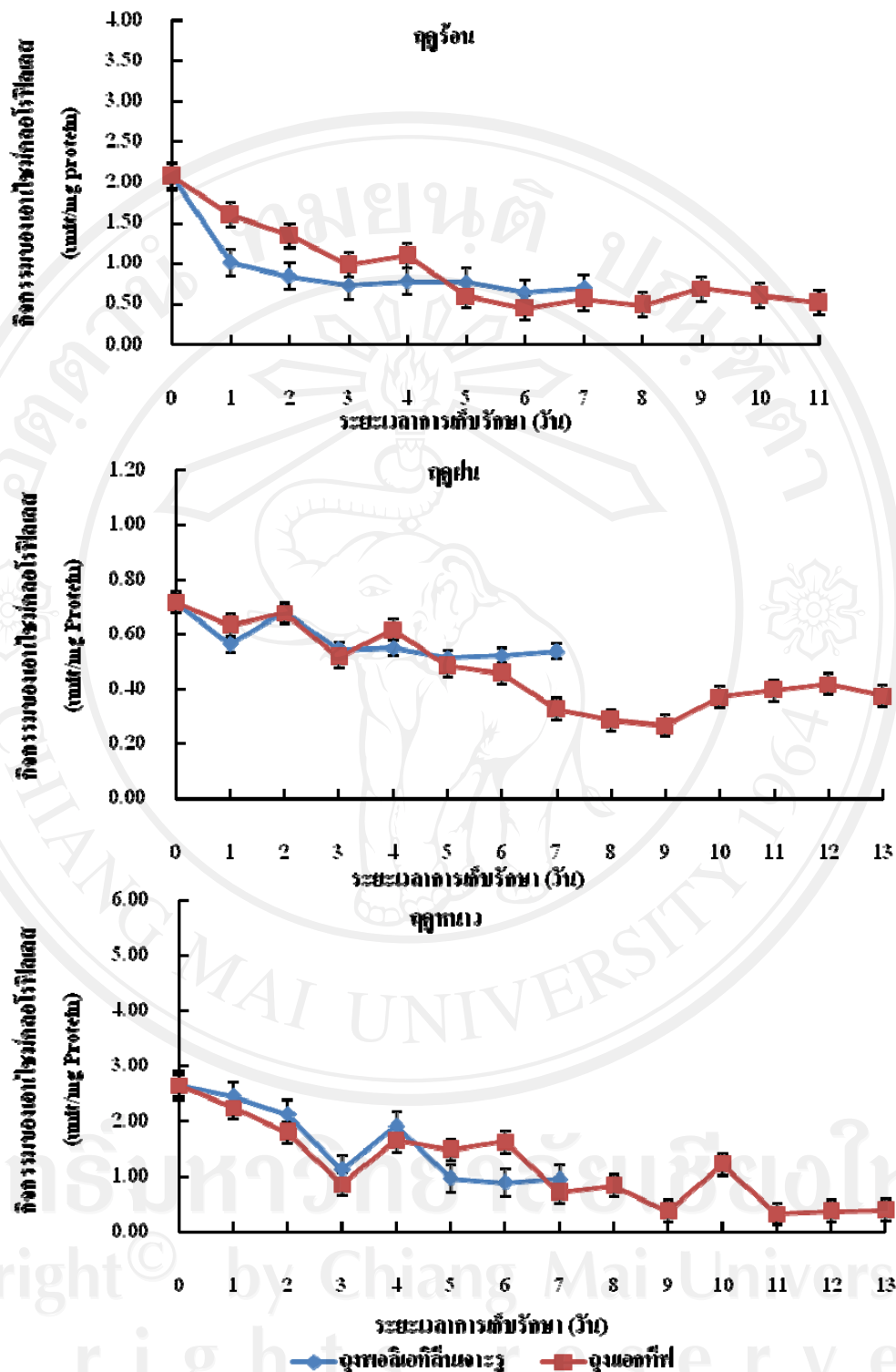
ภาพ 18 ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (เปอร์เซ็นต์) ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีน เจาะรูและดูกองอีโกลิยงะรุ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และ ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)



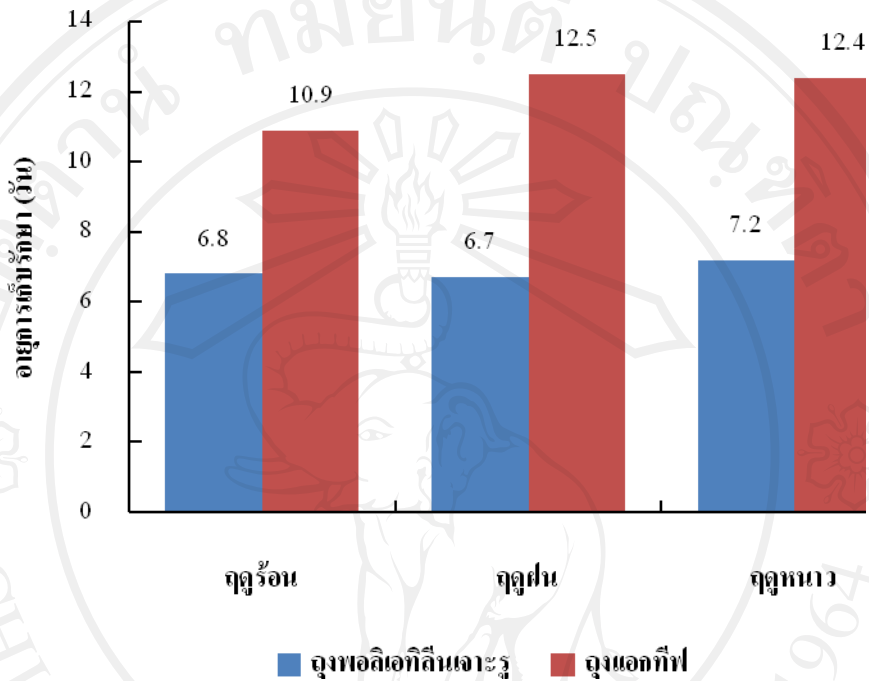
ภาพ 19 กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ (µg GAE/g FW) ของบรอกโคลีที่บรจลงในดุงพอลิเอ-ทีลินเจาะรูและดุงเอกทิฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และ ฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)



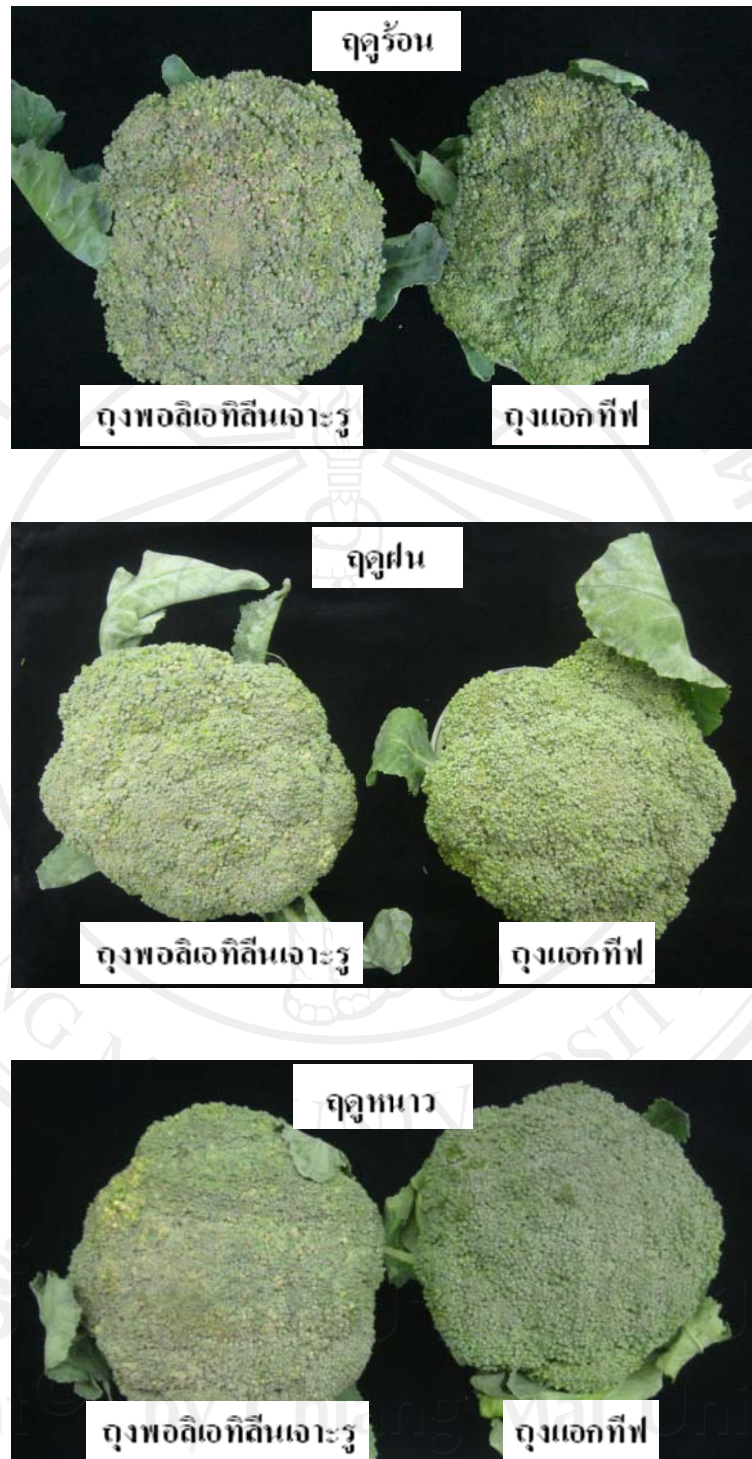
ภาพ 20 ปริมาณสารประกอบฟีนอลที่ละลายได้ ($\mu\text{g GAE/g FW}$) ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)



ภาพ 21 กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (unit/mg Protein) ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุง พอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)



ภาพ 22 อายุการเก็บรักษา (วัน) ของบรอกโคลีที่บรรจุลงในตุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและตุงแอกทิลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)



ภาพ 23 ลักษณะของบรอกโคลีที่บรรจุลงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแฉกทีฟ เก็บรักษาไว้ที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน ในฤดูร้อน (มีนาคม-มิถุนายน) ฤดูฝน (กรกฎาคม-ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)

การทดลองที่ 2 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุง

ลักษณะปรากฏ

ลักษณะปรากฏของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุง แอ็กทิฟ ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ นาน 4 วัน พบว่า บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูมีค่าคะแนนลักษณะปรากฏ เท่ากับ 1.73 ± 0.15 คะแนน ซึ่งมีคะแนนมากกว่าบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงแอ็กทิฟมี คะแนนลักษณะปรากฏ เท่ากับ 1.07 ± 0.07 คะแนน การบรรจุบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงน้ำหนัก 200 กรัม เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน พบว่า มีคะแนนลักษณะปรากฏ เท่ากับ 1.70 ± 0.21 คะแนน ซึ่งมากกว่าบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุน้ำหนัก 600 กรัม ซึ่งมีคะแนน ลักษณะปรากฏ เท่ากับ 1.20 ± 0.13 คะแนน อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของบรรจุภัณฑ์และปริมาณ น้ำหนักที่บรรจุไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน และตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า คะแนนลักษณะ ปรากฏของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ตาราง 18 ตาราง ภาพผนวก 52 และภาพ 24)

จากผลการทดลอง พบว่า บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงแอ็กทิฟ มีสีเขียว สด ไม่ ปรากฏอาการเหี่ยว เหลือง เน่า และยังไม่หมดอายุการเก็บรักษา มีคะแนนลักษณะปรากฏดีกว่า บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Beltran *et al.* (2005) ที่รายงาน ว่า ผักกาดหอมห่อที่บรรจุใน active modified atmosphere packaging แล้ว เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70 เปอร์เซ็นต์ นาน 13 วัน มีลักษณะ ปรากฏภายนอกดีกว่า และเกิดสีน้ำตาลน้อยกว่าผักกาดหอมห่อสุดควบคุม และการเก็บรักษา บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม พบว่า บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อม ปรุงที่บรรจุน้ำหนัก 600 กรัม มีสีเขียว สด ไม่ปรากฏอาการเหี่ยว เหลือง เน่า และยังไม่หมดอายุการ เก็บรักษา มีคะแนนลักษณะปรากฏดีกว่าบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุน้ำหนัก 200 กรัม โดย บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุง ที่บรรจุน้ำหนัก 200 กรัม มีลักษณะช่อดอกเริ่มเหี่ยวและมีสีเหลือง เกิดขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากการสูญเสีย น้ำ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้รูปทรงของผักเปลี่ยนไป และเกิด การเปลี่ยนสี โดยเฉพาะสีเขียวหายไป ปรากฏสีเหลืองขึ้นแทน (สายชล, 2528; จริ่งแท้, 2549)

การเกิดกลิ่นผิดปกติ (off-odor)

บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน พบว่า บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงแอ็กทิฟมีคะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติ เท่ากับ 1.27 ± 0.12

คะแนน ซึ่งมากกว่าบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู ซึ่งมีคะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติ เท่ากับ 1.00 ± 0.00 คะแนน โดยการบรรจุบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงน้ำหนัก 600 กรัม มีคะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติ เท่ากับ 1.40 ± 0.16 คะแนน ซึ่งมากกว่าบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุน้ำหนัก 200 และ 400 กรัม มีคะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติ เท่ากับ 1.00 ± 0.00 และ 1.00 ± 0.00 คะแนน ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น พบว่า บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงน้ำหนัก 600 กรัม มีคะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติเพิ่มขึ้นหลังจากวันที่ 2 ของการเก็บรักษา บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงน้ำหนัก 400 กรัม มีคะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติเพิ่มขึ้นหลังจากวันที่ 6 ของการเก็บรักษา และบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงน้ำหนัก 200 กรัม มีคะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของบรรจุภัณฑ์และปริมาณน้ำหนักรวมมีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 19 ตารางภาคผนวก 53 และภาพ 25)

จากผลการทดลอง พบว่า บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงเอกทิฟ มีคะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติมากกว่าบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู และเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้นบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงเอกทิฟมีคะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติเพิ่มขึ้น การเก็บรักษาบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงน้ำหนัก 600 กรัม มีคะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติมากกว่าบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงน้ำหนัก 200 และ 400 กรัม อาจเป็นเพราะการบรรจุบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงน้ำหนัก 600 กรัม มีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าการบรรจุน้ำหนัก 200 และ 400 กรัม อีกทั้งมีปริมาณแก๊สออกซิเจนน้อยกว่าบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงน้ำหนัก 200 และ 400 กรัม เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของบรรจุภัณฑ์กับปริมาณของผลิตภัณฑ์บรรจุมีปฏิสัมพันธ์กัน ซึ่งถ้าภายในบรรจุภัณฑ์มีผลิตภัณฑ์บรรจุอยู่ในปริมาณมากย่อมมีการใช้แก๊สออกซิเจนหมดไปอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดการสะสมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น และมีการสะสมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าบรรจุภัณฑ์ที่มีการบรรจุผลิตภัณฑ์ในปริมาณน้อย (จริงแท้, 2549) โดยการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ในสภาพที่มีแก๊สออกซิเจนต่ำและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูงไปกระตุ้นให้ผลิตภัณฑ์เกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ออกมา ซึ่งกลิ่นเป็นสาเหตุหลักต่อการสูญเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Forney and Rij, 1991) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Kaur *et al.* (2011) ที่เก็บรักษาปวยเล้งหั่นชิ้นในถุง low-density polyethylene บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน พบว่า ปวยเล้งหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุน้ำหนัก 600 กรัม เกิดกลิ่นผิดปกติขึ้น โดยกลิ่นที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มรุนแรงเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ส่วนการเก็บรักษาปวยเล้งหั่นชิ้นพร้อมปรุงน้ำหนัก 200 และ 400 กรัม ไม่เกิดกลิ่นผิดปกติขึ้น

การเปลี่ยนสี

บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและในถุงแอกทิฟ นาน 4 วัน มีค่า L^* ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่า 33.40 ± 0.53 และ 33.46 ± 0.49 ตามลำดับ สำหรับค่า L^* ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม มีค่าเท่ากับ 33.24 ± 0.68 , 34.27 ± 0.58 และ 32.79 ± 0.58 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ค่า L^* ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงมีค่าค่อนข้างคงที่ ซึ่งอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของบรรจุภัณฑ์และปริมาณน้ำหนักที่บรรจุมีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 20 ตารางภาคผนวก 54 และภาพ 26)

ค่า chroma ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและในถุงแอกทิฟเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน มีค่าเท่ากับ 11.31 ± 0.79 และ 11.96 ± 0.81 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ การบรรจุบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม มีค่า chroma เท่ากับ 11.59 ± 0.92 , 12.03 ± 0.85 และ 11.29 ± 1.16 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุง นาน 9 วัน พบว่าค่า chroma ค่อนข้างผันแปร ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของบรรจุภัณฑ์และปริมาณน้ำหนักที่บรรจุไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 20 ตารางภาคผนวก 55 และภาพ 27)

ค่า hue angle ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและในถุงแอกทิฟเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน มีค่าเท่ากับ 89.68 ± 0.00 และ 89.68 ± 0.00 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ การบรรจุบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม มีค่า hue angle เท่ากับ 89.68 ± 0.00 , 89.68 ± 0.00 และ 89.68 ± 0.00 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของบรรจุภัณฑ์และปริมาณน้ำหนักที่บรรจุไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 20 ตารางภาคผนวก 56 และภาพ 28)

ภายหลังจากการเก็บเกี่ยวการเสื่อมสภาพของบรอกโคลีสามารถสังเกตได้จากการเกิดสีเหลืองของช่อดอกและการสูญเสียความแดง (King and Morris, 1994) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการสูญเสียปริมาณคลอโรฟิลล์ (Aiamla-or *et al.*, 2010) และการสูญเสียน้ำหนัก (Barth *et al.*, 1992; Barth *et al.*, 1993) จากผลการทดลองที่ได้ พบว่า สีของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูไม่แตกต่างทางสถิติและกับบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงแอกทิฟ และการบรรจุบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัมไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า L^* , chroma และ hue angle ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุง สอดคล้องกับ Pariasca *et al.* (2000) ศึกษา

ผลของการเก็บรักษาแบบสภาพบรรยากาศตัดแปลงและการควบคุมบรรยากาศต่อคุณภาพของถั่ว
 ถั่วลันเตา (*Pisum sativum* L. var. *saccharatum*) เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่า ชนิด
 ของบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า L^* เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 28 วัน ในทำนองเดียวกันกับ
 Serrano *et al.* (2006) ศึกษาผลของการบรรจุในสภาพบรรยากาศตัดแปลง โดยบรรจุบรรจุในถุง
 ถุงพอลิโพรพิลีนสามชนิด คือ macro-perforated (Ma-P), microperforated (Mi-P) และ non-
 perforated (No-P) เปรียบเทียบกับบรรจุในถุงที่มิได้บรรจุแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 1 องศา
 เซลเซียส เมื่อเก็บรักษาบรรจุในถุงนาน 28 วัน พบว่า บรรจุในถุง non-perforated (No-P)
 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่า hue angle

การสูญเสียน้ำหนัก

บรรจุในถุงหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศา
 เซลเซียส นาน 4 วัน มีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 3.15 ± 0.46 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าบรรจุใน
 ชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงแอททิฟที่มีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 0.17 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ การบรรจุ
 บรรจุในถุงหั่นชิ้นพร้อมปรุงน้ำหนัก 200 กรัม เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน
 พบว่า มีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 2.47 ± 1.06 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าบรรจุในถุงหั่นพร้อมปรุงที่
 บรรจุ 400 และ 600 กรัม ซึ่งมีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 1.28 ± 0.52 และ 1.22 ± 0.49 เปอร์เซ็นต์
 ตามลำดับ อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของบรรจุภัณฑ์และปริมาณน้ำหนักรวมที่บรรจุมีปฏิสัมพันธ์กัน
 (ตาราง 21 ตารางภาคผนวก 57 และภาพ 29)

การสูญเสียน้ำหนักของผลิตผลที่เก็บรักษานั้น ส่วนใหญ่เกิดจากการสูญเสียน้ำภายใน
 ผลิตผลซึ่งขึ้นอยู่กับความดันของไอน้ำภายในผลิตผลกับภายนอกผลิตผล โดยการระเหยผ่านทาง
 ช่องเปิดต่างๆ เช่น stomata, lenticels รอยแผลเป็นที่ขูดและปลายผล บาดแผล หรือ รอยขีดที่เกิดจาก
 การกระทบกระเทือน ซึ่งส่งผลให้เกิดการสูญเสียน้ำได้มากขึ้นเช่นกัน (จริงแท้, 2549) จากทดลอง
 พบว่า เมื่อเก็บรักษาบรรจุในถุงหั่นพร้อมปรุงไว้นานขึ้น บรรจุในถุงมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่ม
 สูงขึ้น และอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่บรรจุกับปริมาณน้ำหนักรวมที่บรรจุมีปฏิสัมพันธ์
 กัน การเก็บรักษาผลิตผลไว้ในสภาพบรรยากาศตัดแปลงต้องคำนึงถึงปริมาณผลิตผลในบรรจุภัณฑ์
 ในปริมาตรที่เท่ากันถ้ามีผลิตผลบรรจุอยู่มากย่อมใช้แก๊สออกซิเจนหมดไปอย่างรวดเร็วและมีการ
 สะสมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มมากขึ้นได้เร็วกว่าการบรรจุผลิตผลในปริมาณน้อย (จริงแท้,
 2549) เนื่องจากผลิตผลพืชสวนภายหลังการเก็บเกี่ยวยังมีชีวิต และยังมีกระบวนการเมแทบอลิซึม
 ต่างๆ เกิดขึ้น รวมถึงการคายน้ำ ซึ่งการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพ จะช่วยชะลอการเกิด
 กระบวนการต่างๆ และลดการสูญเสียน้ำของผลิตผลได้ (คณัยและนิธิยา, 2548) การเก็บรักษาใน

สภาพบรรยากาศดัดแปลงสามารถช่วยลดการสูญเสียน้ำ โดยการจำกัดการแพร่ของไอน้ำภายในฟิล์มพลาสติกและทำให้ภายในบรรจุภัณฑ์มีความชื้นสัมพัทธ์สูง (Serrano *et al.*, 2006) และในสภาพที่มีแก๊สออกซิเจนต่ำจะช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักของบรอกโคลีได้ (Bastrash *et al.*, 1993) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jia *et al.* (2009) ที่รายงานว่า การบรรจุบรอกโคลีในสภาพบรรยากาศดัดแปลง เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 และ 20 องศาเซลเซียส นาน 23 วัน พบว่า มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าบรอกโคลีหุ้ดควบคุม

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู เก็บรักษานาน 4 วัน มีค่าเท่ากับ 7.38 ± 0.08 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์กับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของบรอกโคลีหั่นชิ้นที่พร้อมปรุงที่บรรจุในถุงเอกทิฟ ที่มีค่าเท่ากับ 7.37 ± 0.11 เปอร์เซ็นต์ การบรรจุบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 7.47 ± 0.10 , 7.35 ± 0.11 และ 7.30 ± 0.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของบรรจุภัณฑ์และปริมาณน้ำหนักรวมไม่ปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 22 ตารางภาคผนวก 58 และภาพ 30)

จากผลการทดลอง พบว่า ชนิดของบรรจุภัณฑ์และปริมาณน้ำหนักรวมไม่ส่งผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Rizzo and Muratore (2009) ที่เก็บรักษาเซเลอรีในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือ polyolefin anti-fog และ polypropylene micro-perforated เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ พบว่าบรรจุภัณฑ์ทั้งสองชนิดไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของเซเลอรี เมื่อเก็บรักษานาน 6 วัน ในทำนองเดียวกันกับ อภิชาติ (2553) รายงานว่า การเก็บรักษาผักชีไทยอินทรีย์ในถุงพอลิเอทิลีน ถุงเอกทิฟ และถุงพอลิโพรพิลีนที่มีการดัดแปลงสภาพบรรยากาศ น้ำหนัก 50 กรัม เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน พบว่าชนิดของบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผักชีไทยอินทรีย์ และจากผลการทดลองเมื่อเก็บรักษาบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงไว้นานขึ้นปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ลดลง มีสาเหตุมาจากในระหว่างเก็บรักษาบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงยังมีการหายใจ หรือกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์เพื่อให้ได้พลังงานมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของเซลล์ โดยส่วนใหญ่สารตั้งต้นที่ใช้คือน้ำตาลซูโครส และกรดอะมิโน ทำให้ปริมาณน้ำตาลและกรดที่สะสมอยู่ลดลงซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ลดลง (จริงแท้, 2549; Wills *et al.*, 1998)

ปริมาณวิตามินซี

ปริมาณวิตามินซีของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูเก็บรักษานาน 4 วัน มีค่าเท่ากับ 76.46 ± 5.47 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์กับปริมาณวิตามินซีของบรอกโคลีหั่นชิ้นที่พร้อมปรุงที่บรรจุในถุงแอกทิฟ ที่มีค่าเท่ากับ 73.13 ± 4.16 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด การบรรจุบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม มีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 74.38 ± 6.88 , 81.56 ± 4.88 และ 68.44 ± 5.80 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ปริมาณวิตามินซีของบรอกโคลีหั่นชิ้นมีแนวโน้มลดลง ซึ่งอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของบรรจุภัณฑ์และปริมาณน้ำหนักที่บรรจุไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 22 ตารางภาคผนวก 59 และ ภาพ 31)

จากผลการทดลอง พบว่า ชนิดของบรรจุภัณฑ์และปริมาณน้ำหนักที่บรรจุไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Rai *et al.* (2008) รายงานว่า การบรรจุบรอกโคลีใน perforated polymeric film ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี และปริมาณคลอโรฟิลล์ เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน ในทำนองเดียวกันกับ Koide and Shi (2007) ที่รายงานว่าการเก็บรักษาพริกสีเขียวในฟิล์ม Polylactic acid (PLA) based biodegradable, low-density polyethylene (LDPE) และ perforated (LDPE) บรรจุน้ำหนัก 120 กรัม ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน พบว่า ชนิดของบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อปริมาณวิตามินซีของพริกสีเขียว นอกจากนี้ Rico *et al.* (2008) รายงานว่า การเก็บรักษาผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นพร้อมปรุงในฟิล์ม oriented polypropylene (OPP) ที่มีปริมาณแก๊สออกซิเจน $1.37 \times 10^{-3} \text{ Lm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ $1.48 \times 10^{-3} \text{ Lm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$ บรรจุน้ำหนัก 100 กรัม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่า ผักกาดหอมห่อหั่นชิ้นพร้อมปรุงมีปริมาณวิตามินซีลดลงตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษานาน 10 วัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลอง

ภายหลังการเก็บเกี่ยวปริมาณวิตามินซีมักมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นค่อนข้างมาก ซึ่งผักบร็อกโคลีและช็อคดอกจะมีการสูญเสียวิตามินซีค่อนข้างสูง สำหรับการการสูญเสียวิตามินซีในผลิตภัณฑ์เกิดจากปัจจัยหลายประการ คือ กิจกรรมของเอนไซม์ เช่น Ascorbic acid oxidase, Polyphenol oxidase และ Peroxidase และยังเกิดจากกระบวนการออกซิเดชันด้วย (จริงแท้, 2544) โดยทั่วไปแล้ว พบว่า ปริมาณวิตามินซีที่มีอยู่ในผลไม้ และผักสดนั้นจะลดลงตามอายุการเก็บรักษา ซึ่งมีปัจจัยทางสภาพแวดล้อมหลายอย่างที่มีผลต่อการลดลงของปริมาณวิตามินซีที่สามารถตรวจพบได้ในระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ เช่น การเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ การ

ได้รับความเสียหายทางด้านกายภาพและการเกิดอาการสะท้อนขาว เป็นต้น นอกจากนี้ ปัจจัยก่อนการเก็บเกี่ยวหลายๆ ปัจจัย รวมถึงระบบการผลิตก็ยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อปริมาณวิตามินซีในผลิตผลอีกด้วย (Lee and Kader, 2000)

ปริมาณคลอโรฟิลล์

ผลการทดลอง พบว่า บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทิฟ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทิฟ เก็บรักษานาน 4 วัน มีค่าเท่ากับ 0.062 ± 0.003 และ 0.065 ± 0.002 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เท่ากับ 0.068 ± 0.002 , 0.059 ± 0.004 และ 0.063 ± 0.003 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ เมื่อเก็บรักษาบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุง นาน 9 วัน ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของบรรจุภัณฑ์และปริมาณน้ำหนักที่บรรจุไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 23 ตารางภาคผนวก 60 และภาพ 32)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูเก็บรักษานาน 4 วัน มีค่าเท่ากับ 0.033 ± 0.002 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์กับปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงแอกทิฟ ที่มีค่าเท่ากับ 0.035 ± 0.001 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี เท่ากับ 0.036 ± 0.001 , 0.032 ± 0.002 และ 0.034 ± 0.001 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ เมื่อเก็บรักษาบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุง นาน 9 วัน พบว่ามีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของบรรจุภัณฑ์และปริมาณน้ำหนักที่บรรจุไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 23 ตารางภาคผนวก 61 และภาพ 33)

บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด 0.095 ± 0.005 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์กับปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงแอกทิฟ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.099 ± 0.003 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด เท่ากับ 0.103 ± 0.003 , 0.091 ± 0.005 และ 0.096 ± 0.004

มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ การเก็บรักษาบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงไว้นานขึ้น พบว่า บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงมีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น ส่วนอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของบรรจุภัณฑ์และปริมาณน้ำหนักที่บรรจุไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 23 ตารางภาคผนวก 62 และภาพ 34)

จากผลการทดลอง พบว่า ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาการบรรจุบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมด การบรรจุบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมด จากการเก็บรักษาบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงไว้นานขึ้น พบว่า บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงมีปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถอธิบายได้เนื่องจากเกิดการผกผันของคลอโรฟิลล์ บี ไปเป็นคลอโรฟิลล์ เอ ซึ่งทำให้ไปขัดขวางการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ (จริงแท้, 2550) สอดคล้องกับการทดลองของ Noichinda *et al.* (2007) รายงานว่า การบรรจุคะน้าในถุงพอลิเอทิลีน บรรจุน้ำหนัก 300 กรัม เก็บรักษาไว้ในสภาพที่มีแสง (ความเข้มแสง $21.8 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) และในที่มืด อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของคะน้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 10 วัน ในทำนองเดียวกันกับ Kaur *et al.* (2011) ที่เก็บรักษาปวยเล้งหั่นชิ้นในถุง low-density polyethylene น้ำหนักบรรจุ 200 400 และ 600 กรัม ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การบรรจุปวยเล้งหั่นชิ้นพร้อมปรุงในถุง low-density polyethylene และน้ำหนักบรรจุ 200 400 และ 600 กรัม ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ และตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาปวยเล้งหั่นชิ้นพร้อมปรุง มีปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มสูงขึ้น

ปริมาณแคโรทีนอยด์

ผลการทดลอง พบว่า บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและในถุงแอกทีฟ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณแคโรทีนอยด์ของบรอกโคลีหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟแล้วเก็บรักษานาน 4 วัน มีค่าเท่ากับ 2.85 ± 0.16 และ 2.72 ± 0.15 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ การบรรจุบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม มีปริมาณแคโรทีนอยด์ เท่ากับ 2.65 ± 0.21 , 2.85 ± 0.17 และ 2.86 ± 0.20 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ปริมาณแคโรทีนอยด์ของบรอกโคลี

หั่นชิ้นมีค่าค่อนข้างผันแปร ซึ่งอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของบรรจุภัณฑ์และปริมาณน้ำหนักที่บรรจุ ไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 24 ตารางภาคผนวก 63 และภาพ 35)

จากการทดลอง เมื่อเก็บรักษาบรอกโคลีหั่นชิ้นนาน 9 วัน พบว่า ปริมาณแคโรทีนอยด์ของบรอกโคลีหั่นชิ้นที่บรรจุในกรรมวิธีต่าง ๆ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับวันแรกของการเก็บรักษา ความผันแปรของปริมาณแคโรทีนอยด์ลักษณะนี้สามารถอธิบายในด้านการจัดการหลังเก็บเกี่ยวได้ว่า บรอกโคลียังคงเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยาและทางเคมีอย่างต่อเนื่อง เช่น การสังเคราะห์ทางชีวเคมี และการเปลี่ยนแปลงสารทางเมแทบอลิซึมในระหว่างกระบวนการพัฒนาสี ขณะที่การลดลงของสารดังกล่าวอาจเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของเอนไซม์ที่เพิ่มขึ้น การเสื่อมสภาพทางสรีระวิทยา และการหายใจของเนื้อเยื่อพืช อย่างไรก็ตาม ปริมาณแคโรทีนอยด์ในบรอกโคลีอาจเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาเก็บรักษา และอาจเพิ่มมากขึ้น 2 ถึง 3 เท่าจากปริมาณที่มีอยู่เดิม (Hornero-Méndez *et al.*, 2000) Raffo *et al.* (2007) รายงานว่า การเก็บรักษาพริกหวานสีแดงที่อุณหภูมิ 7.5 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน ปริมาณแคโรทีนอยด์อาจมีค่าคงที่หรือลดลง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์ชนิด capsanthin และ cucurbitaxanthin A ที่เพิ่มสูงขึ้น หรือแคโรทีนอยด์ชนิด β -carotene ที่มีปริมาณลดลง จากผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kaur *et al.* (2011) พบว่า การบรรจุพวยหลังหั่นชิ้นใน low-density polyethylene (LDPE) ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75 เปอร์เซ็นต์ นาน 4 วัน พบว่า สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงแคโรทีนอยด์ ชนิด β -carotene ได้ดีกว่าบรรจุไว้ในถุง polypropylene (PP)

ปริมาณแก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน มีปริมาณแก๊สออกซิเจน เท่ากับ 19.73 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงแอกทิฟ ที่มีปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในถุงเพียง 3.07 ± 0.71 เปอร์เซ็นต์ การบรรจุบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงน้ำหนัก 200 กรัม มีปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในถุงมากที่สุด คือ 12.72 ± 3.12 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในถุงของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุน้ำหนัก 400 และ 600 กรัม มีปริมาณแก๊สออกซิเจน เท่ากับ 11.06 ± 3.80 และ 10.41 ± 4.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของบรรจุภัณฑ์และปริมาณน้ำหนักที่บรรจุมีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 25 ตารางภาคผนวก 64 และภาพ 36)

บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูมีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 0.00 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงแอกทิฟที่มีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 8.35 ± 1.19 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณแก๊ส

คาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุน้ำหนัก 200 กรัม มีค่าน้อยที่สุด คือ 2.32 ± 1.06 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุน้ำหนัก 400 และ 600 กรัม มีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 3.89 ± 1.76 และ 6.31 ± 2.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของบรรจุภัณฑ์และปริมาณน้ำหนักที่บรรจุมีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 25 ตารางภาคผนวก 65 และภาพ 37)

จากผลการทดลอง พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่บรรจุกับปริมาณที่บรรจุมีปฏิสัมพันธ์กัน ซึ่งถ้าภายในบรรจุภัณฑ์มีผลผลิตบรรจุอยู่มากย่อมมีการใช้แก๊สออกซิเจนหมดไปอย่างรวดเร็วและมีการสะสมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มมากขึ้นเร็วกว่าการบรรจุผลผลิตในปริมาณน้อย (จริงแท้, 2544) เมื่อพิจารณาแนวโน้มปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่า ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงแรกของการเก็บรักษาและมีปริมาณลดลงจนเข้าสู่ภาวะสมดุล ซึ่งปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มสูงขึ้นภายในถุงแอทโมสเฟียร์ เนื่องจากมีการใช้แก๊สออกซิเจนในกระบวนการหายใจ ทำให้ในระหว่างเก็บรักษามีปริมาณแก๊สออกซิเจนลดลงในขณะที่มีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้น (อศิราและคณะ, 2549) โดยการเก็บรักษาผลผลิตไว้ในถุงแอทโมสเฟียร์ส่งผลให้ปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์ลดลง เพราะถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจ ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในบรรจุภัณฑ์ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของกระบวนการหายใจมีค่าเพิ่มขึ้น (Kader, 1986) และในขณะเดียวกันถุงแอทโมสเฟียร์มีคุณสมบัติในการควบคุมการผ่านเข้าออกของแก๊สออกซิเจนให้อยู่ในภาวะสมดุลตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ทั้งนี้อัตราการซึมผ่านเข้าออกของแก๊สออกซิเจนยังขึ้นอยู่กับชนิดของฟิล์มที่นำมาใช้ทำบรรจุภัณฑ์ด้วย (Serrano *et al.*, 2006) โดยแนวโน้มของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มสูงขึ้นนี้สอดคล้องกับการทดลองของ เกษม (2553) ที่ศึกษาการเก็บรักษายอดชาโยเต้ในถัวยโดยบรรจุในถุงแอทโมสเฟียร์ร่วมกับการลดอุณหภูมิ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส และการทดลองของ Escaona *et al.* (2006) ที่ศึกษาการเก็บรักษาอะโหลหั่นชิ้นในสภาพควบคุมบรรยากาศ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่า ในวันที่ 9 ของการเก็บรักษาอะโหลหั่นชิ้นมีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มจาก 5 kPa เป็น 15 kPa

กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ

ผลการทดลอง พบว่า บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอทโมสเฟียร์มีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระไม่แตกต่างกัน โดยกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระของบรอกโคลีหั่นชิ้นที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอทโมสเฟียร์แล้วเก็บรักษานาน 4 วัน มีค่า

เท่ากับ 39.56 ± 1.47 และ 37.71 ± 0.82 ไมโครกรัมเทียบกับกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงบรรจุน้ำหนัก 600 กรัม มีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 42.05 ± 1.59 ไมโครกรัมเทียบกับกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักสด ซึ่งมากกว่าบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุน้ำหนัก 200 และ 400 กรัม คือมีค่าเท่ากับ 37.14 ± 1.36 และ 36.71 ± 0.91 ไมโครกรัม เทียบกับกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระของบรอกโคลีหั่นชิ้นมีค่าค่อนข้างผันแปร แต่มีแนวโน้มลดลง อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของบรรจุภัณฑ์และปริมาณน้ำหนักที่บรรจุมีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 26 ตารางภาคผนวก 66 และภาพ 38)

สารต้านอนุมูลอิสระเป็นสารประกอบที่ทำหน้าที่ในการยับยั้งหรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของโมเลกุลต่างๆ โดยสารต้านอนุมูลอิสระจะเข้ายับยั้งปฏิกิริยาในขั้นตอนของการเริ่มต้นหรือในระหว่างการเพิ่มจำนวนของปฏิกิริยาลูกโซ่ สารต้านอนุมูลอิสระที่พบในธรรมชาติ ประกอบด้วยสารประกอบหลายชนิด เช่น สารประกอบฟีนอล สารประกอบไนโตรเจน แคโรทีนอยด์ วิตามินซี และคลอโรฟิลล์ เป็นต้น (Velioğlu *et al.*, 1998; Shahidi, 1996; Lanfer-Maquez *et al.*, 2005) การลดอัตราการหายใจและการสูญเสียน้ำโดยการบรรจุหรือเก็บรักษาในสภาพดัดแปลงบรรยากาศเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยชะลอการสูญเสียส่วนประกอบทางเคมีดังกล่าวได้ (Toivonen, 1997) โดยการเก็บรักษาบรอกโคลีไว้ในสภาพบรรยากาศดัดแปลงจะช่วยชะลอการสูญเสีย phytochemicals อื่นๆ เช่น แคโรทีนอยด์ วิตามินซี แต่ไม่มีผลต่อกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ ในระหว่างการเก็บรักษา (Barth and Zhuang, 1996) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Serrano *et al.* (2006) รายงานว่า การบรรจุบรอกโคลีในพอลิโพรพิลีนฟิล์มแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่า ไม่มีผลต่อกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระตลอดอายุการเก็บรักษา (144 ชั่วโมง) ในทำนองเดียวกันกับ Vina and Chaves, (2006) รายงานว่า การบรรจุเซเลอรีหั่นชิ้นพร้อมปรุงในตะกร้า polystyrene แล้วหุ้มด้วย PVC ฟิล์ม เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน ไม่มีผลต่อกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ

ปริมาณสารประกอบฟีนอลที่ละลายน้ำได้

เมื่อเก็บรักษานาน 4 วัน พบว่า บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนมีปริมาณสารประกอบฟีนอลที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 569.37 ± 18.45 ไมโครกรัมเทียบกับกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักสด ซึ่งมากกว่าบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงเอกทิฟที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 526.06 ± 15.43 ไมโครกรัมเทียบกับกรดแกลลิกต่อกรัม น้ำหนักสด การบรรจุบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงน้ำหนัก 600 กรัม มีปริมาณสารประกอบฟีนอลที่

ละลายน้ำได้เท่ากับ 575.16 ± 25.93 ไมโครกรัมเทียบกับกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักสด ซึ่งมีค่ามากกว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลที่ละลายน้ำได้ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุน้ำหนักปริมาตร 400 กรัม คือ 510.75 ± 14.81 ไมโครกรัมเทียบกับกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักสด ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลของบรอกโคลีหั่นชิ้นมีค่าค่อนข้างผันแปร แต่มีแนวโน้มลดลง อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของบรรจุภัณฑ์และปริมาณน้ำหนักที่บรรจุมีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 26 ตารางภาคผนวก 67 และภาพ 39)

สารประกอบฟีนอลทำหน้าที่เป็นสารริดิซ์ เป็นตัวให้ไฮโดรเจน และกำจัดออกซิเจนที่อยู่ในรูปแอกทีฟ (ROS) ด้วยหน้าที่ต่างๆ ดังกล่าวจึงทำให้สารประกอบฟีนอลเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญชนิดหนึ่งที่พบได้ทั่วไปในพืชผักและผลไม้ (Rice-Evans, 1996; Malenčić *et al.*, 2007; Padma and Picha, 2008) การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอล เช่น gallic acid, 4-hydroxybenzoic acid, cinnamic acid, p-coumaric acid และ caffeic acid ด้วยสารละลายที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบมีผลต่อการสลายตัวและการเกิด hydroxylation ของสารประกอบฟีนอลได้ ซึ่งน้ำในผลิตภัณฑ์อาจมีผลต่อการสังเคราะห์หรือสลายตัวของสารประกอบฟีนอล (Breitfellner *et al.*, 2002) การบรรจุในสภาพที่มีออกซิเจนสูงทำให้บรอกโคลีมีปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงกว่า เนื่องจากออกซิเจนเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอล (จริงแท้, 2550) จากการทดลองสอดคล้องกับ Amanatidou *et al.* (2000) ที่รายงานว่า การเก็บรักษาแครอทหั่นชิ้นพร้อมปรุงในสภาพที่มีการบดไดออกไซด์สูงมีผลต่อการลดลงของสารประกอบฟีนอล เมื่อเปรียบเทียบกับเก็บไว้ในสภาพปกติ ในทำนองเดียวกันกับ Rizzo and Muratore (2009) รายงานว่า การบรรจุเซเลอรีใน polyolefin (co-extruded polyethylene และ polypropylene) และ micro perforated polypropylene (MP) เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ นาน 35 วัน พบว่า มีปริมาณสารประกอบฟีนอลไม่แตกต่างกันในทุกกรรมวิธี โดยปริมาณสารประกอบฟีนอลมีแนวโน้มลดลง

การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ Enterobacteriaceae

บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 2.02 ± 0.11 และ $2.35 \pm 0.08 \log_{10}$ จำนวนโคโลนีต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ผลการทดลองยังพบว่าการบรรจุบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงน้ำหนัก 400 และ 600 กรัม มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 2.11 ± 0.14 และ $1.99 \pm 0.10 \log_{10}$ จำนวนโคโลนีต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ มีค่าน้อยกว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุน้ำหนัก

200 กรัม คือ $2.45 \pm 0.08 \log_{10}$ จำนวนโคโลนีต่อกรัมน้ำหนักสด ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของบรอกโคลีหั่นชิ้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของบรรจุภัณฑ์และปริมาณที่บรรจุไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 27 ตารางภาคผนวก 68 และภาพ 40)

จากผลการทดลอง พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของบรอกโคลีที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่ต่างกันและปริมาณต่างกันเพิ่มขึ้นจากวันแรกของการเก็บรักษา เนื่องจากบรอกโคลีที่ผ่านกระบวนการหั่นชิ้นมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาอย่างรวดเร็ว ซึ่งส่งผลให้เซลล์และเนื้อเยื่อของผลิตผลดังกล่าวอยู่ในสภาพที่ถูกทำลาย อีกทั้งยังง่ายต่อการเข้าทำลายหรือง่ายต่อการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ที่เกี่ยวข้องกับการเน่าเสีย (Wiley, 1994) ผลการทดลองที่ได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Lucera *et al.* (2011) ที่รายงานว่า การบรรจุบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงปริมาณ 100 กรัม ใน polypropylene micro-perforated films คือ MP-PP-20 และ MP-PP-7 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่า มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นจากวันแรกของการเก็บรักษา นอกจากนี้ Nguyen-The and Carlin (1994) รายงานว่า ผักพร้อมปรุงมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก $3 \log \text{cfu g}^{-1}$ เป็น $6 \log \text{cfu g}^{-1}$ ภายหลังจากผ่านกระบวนการหั่นชิ้น และหลังจากที่นำผักพร้อมปรุงไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำจะมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก $3 \log \text{cfu g}^{-1}$ เป็น $9 \log \text{cfu g}^{-1}$ และ Escalona *et al.* (2006) รายงานว่า กะหล่ำปลีหั่นชิ้นมีปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มจาก $3.3\text{--}3.4 \log \text{cfu g}^{-1}$ เป็น $4.3\text{--}5.6 \log \text{cfu g}^{-1}$ เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน และพบว่า ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไม่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของกะหล่ำปลีหั่นชิ้น

กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส

เมื่อเก็บรักษานาน 4 วัน พบว่า บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู มีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส เท่ากับ 0.473 ± 0.029 หน่วยต่อมิลลิกรัมโปรตีน ซึ่งมากกว่า บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงแอกทิฟที่มีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส เท่ากับ 0.303 ± 0.021 หน่วยต่อมิลลิกรัมโปรตีน การบรรจุบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม มีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส เท่ากับ 0.374 ± 0.046 , 0.391 ± 0.052 และ 0.400 ± 0.051 หน่วยต่อมิลลิกรัมโปรตีน ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสของบรอกโคลีหั่นชิ้นมีค่าค่อนข้างผันแปร อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของบรรจุภัณฑ์และปริมาณที่บรรจุไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 28 ตารางภาคผนวก 69 และภาพ 41)

ขั้นตอนแรกของการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เริ่มจากการย่อยเอาส่วนของ phytyl ออกโดยเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (chlorophyllase) (Matile *et al.*, 1989; Shimokawa *et al.*, 1978) ซึ่งถือว่าเป็น

เอนไซม์ชนิดแรกที่ทำหน้าที่ในกระบวนการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ แต่จากการศึกษาในใบบาร์เล่ย์ และ oilseed rape ซึ่งเป็นพืชน้ำมันชนิดหนึ่ง พบเอนไซม์คลอโรฟิลเลสอยู่บริเวณเยื่อหุ้มชั้นในของคลอโรพลาสต์ (Matile *et al.*, 1997) การค้นพบนี้เป็นหลักฐานในการสนับสนุนทฤษฎีที่กล่าวว่าคลอโรฟิลล์และเอนไซม์คลอโรฟิลเลสถูกแยกออกจากกันอย่างชัดเจนเพื่อป้องกันเอนไซม์คลอโรฟิลเลสไปไฮโดรไลส์คลอโรฟิลล์ ก่อนที่พืชจะเข้าสู่ระยะของการเสื่อมสภาพ (Fernandez-Lopez *et al.*, 1991) และจากการค้นพบนี้ทำให้ทราบว่ากิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสที่เกิดขึ้นไม่ใช่เอนไซม์ชนิดเดียวที่มีผลต่อการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ซึ่งการสูญเสียสีเขียวของคลอโรฟิลล์โดยทั่วไปเกิดขึ้นหลังจากขั้นตอนการเปิดวงแหวน porphyrin ที่เร่งด้วยเอนไซม์ pheophorbide oxygenase ซึ่งพบอยู่ใน gerontoplast envelope (Matile and Schellenberg, 1996)

จากผลการทดลอง พบว่า กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสในวันที่ 4 ของการเก็บรักษามีแนวโน้มลดลงจากวันแรกของการเก็บรักษา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Fang *et al.* (1998) ที่ศึกษากิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสและการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในระหว่างการเสื่อมสภาพของใบ *Phaseolus vulgaris* L. พบว่า กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสมีค่าสูงในระยะแรกของการเก็บรักษา และลดลงเมื่อเริ่มเข้าสู่ระยะของการเสื่อมสภาพของใบ การสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในระหว่างการเสื่อมสภาพของใบไม่ได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส และพบว่าใบ *Phaseolus vulgaris* L. พันธุ์พื้นเมืองมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี สูงกว่าใบ *Phaseolus vulgaris* L. พันธุ์ non-yellowing mutant มีอัตราส่วนของคลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี เพิ่มขึ้นในระหว่างเก็บรักษาในใบถั่วลิสงเตาทั้งสองพันธุ์ ในทำนองเดียวกันกับ พวงเพชร (2552) พบว่า ปวยเล้งมีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสสูงในช่วงแรกของการเก็บรักษา ทั้งนี้กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อเก็บรักษาปวยเล้งไว้นานขึ้น

อายุการเก็บรักษา

บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงแอกทีฟมีอายุการเก็บรักษานานกว่าบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู โดยบรอกโคลีที่บรรจุในถุงแอกทีฟมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 7.6 ± 0.26 วัน ส่วนบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูมีอายุการเก็บรักษานาน 5.6 ± 0.26 วัน การบรรจุบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงน้ำหนัก 400 กรัม มีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ 7.6 ± 0.37 วัน ซึ่งนานกว่าบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงน้ำหนัก 200 และ 600 กรัม ที่มีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ 6.1 ± 0.53 และ 6.1 ± 0.23 ตามลำดับ โดยตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่า อิทธิพลร่วม

ระหว่างชนิดของบรรจุภัณฑ์และปริมาณน้ำหนักรับบรรจุมีปฏิสัมพันธ์กัน (ตาราง 29 ตาราง ภาพผนวก 70 และภาพ 42)

บรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและในถุงแอกทีฟ หมกอายุการเก็บรักษาในวันที่ 5.6 และ 7.6 วัน ของการเก็บรักษาตามลำดับ การประเมินอายุการเก็บรักษาของบรอกโคลีหั่นชิ้น พร้อมปรุงนั้นใช้เกณฑ์การประเมินลักษณะปรากฏ โดยกำหนดให้บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุง หมกอายุการเก็บรักษา เมื่อมีระดับคะแนนลักษณะปรากฏมากกว่าหรือเท่ากับ 3 คะแนน ซึ่งบ่งบอกว่าผู้ประเมินเริ่มไม่พอใจในผลิตภัณฑ์นั้นๆ ซึ่งบรอกโคลีที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าบรอกโคลีที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์แอกทีฟอาจเป็นผลมาจากบรอกโคลีที่บรรจุในถุง พอลิเอทิลีนเจาะรูมีการสูญเสียไอน้ำมากกว่า โดยผลิตผลพืชสวนภายหลังการเก็บเกี่ยวยังมีชีวิต และยังมีกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ เกิดขึ้น รวมถึงการคายน้ำ ในระหว่างการเก็บรักษาจึงต้องเก็บ รักษาไว้ในที่มีความชื้นสูง การบรรจุในถุงพลาสติก หรือห่อด้วยฟิล์มพลาสติก ซึ่งการเลือกใช้ ภาชนะบรรจุที่มีประสิทธิภาพ จะช่วยลดชะลอการเกิดกระบวนการต่างๆ และลดการสูญเสียน้ำของ ผลิตผลได้ เพื่อให้มีการสูญเสียน้ำน้อยที่สุด (दनัยและนิธิยา, 2548; Watada *et al.*, 1996) การเก็บ รักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงสามารถช่วยลดการสูญเสียน้ำ โดยการจำกัดการแพร่ของไอน้ำ ภายในฟิล์มพลาสติกและทำให้ภายในภาชนะบรรจุมีความชื้นสัมพัทธ์สูง (Serrano *et al.*, 2006) Izumi *et al.* (1996) รายงานว่า การเก็บรักษาบรอกโคลีภายใต้สภาพดัดแปลงบรรยากาศ คือ บรรจุ ในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและไม่เจาะรู แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่า บรอกโคลีที่ บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนไม่เจาะรูมีลักษณะปรากฏดีกว่าและมีอายุการเก็บรักษานานกว่าบรรจุในถุง พอลิเอทิลีนเจาะรู การเก็บรักษาบรอกโคลีไว้ในสภาพดัดแปลงบรรยากาศช่วยลดอัตราการหายใจ รักษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส และยืดอายุการเก็บรักษาบรอกโคลีให้นานขึ้น (Barth *et al.*, 1993; Gillies *et al.*, 1997; Toivonen, 1997; Toivonen and DeEll, 2001) ในทำนองเดียวกันกับ Gorny *et al.* (2002) การเก็บรักษาผลิตผลในสภาพที่มีออกซิเจนต่ำ (1–5%) และ คาร์บอนไดออกไซด์สูง (5–10%) สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลหั่นชิ้นพร้อมปรุงพร้อม บริโภคโดยลดอัตราการหายใจ การสังเคราะห์เอทิลีนและการคายน้ำ การเก็บรักษาเฟนเนล (fennel) ในสภาพดัดแปลงบรรยากาศที่มีปริมาณแก๊สออกซิเจนต่ำ (3–6 kPa) และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ สูง (12–15 kPa) สามารถชะลอกระบวนการเสื่อมสภาพและสามารถยืดอายุการเก็บรักษาเฟนเนล (fennel) ได้เป็น 14 วัน เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส (Escalona *et al.*, 2004) เช่นเดียวกันกับ Fonseca *et al.* (2005) ที่รายงานว่า การเก็บรักษาคะน้าหั่นฝอยในสภาพที่มีแก๊ส ออกซิเจนต่ำ (1–2 kPa) และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สูง (15–20 kPa) สามารถยืดอายุการเก็บรักษา คะน้าหั่นชิ้นจาก 2 วัน เป็น 4 วัน เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และ Villanueva *et*

al. (2005) รายงานว่า การเก็บรักษาหน่อไม้ฝรั่งตัดแต่งพร้อมบริโภคภายใต้สภาพคัดแปลงบรรยากาศ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษาหน่อไม้ฝรั่งเป็น 12 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 18 ลักษณะปรากฏ ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุง
แอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศา
เซลเซียส นาน 4 วัน

กรรมวิธี	ลักษณะปรากฏ (คะแนน)
ปัจจัยที่ 1 ชนิดบรรจุภัณฑ์	
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	1.73±0.15 ^a
ถุงแอกทีฟ	1.07±0.07 ^b
ปัจจัยที่ 2 น้ำหนักที่บรรจุ	
200 กรัม	1.70±0.21 ^a
400 กรัม	1.30±0.15 ^{ab}
600 กรัม	1.20±0.13 ^b
ปัจจัยที่ 1	*
ปัจจัยที่ 2	*
ปัจจัยที่ 1x2	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

หมายเหตุ

ระดับคะแนน 1 ช่อดอกสดและมีสีเขียว

ระดับคะแนน 2 ช่อดอกเริ่มเหี่ยวหรือมีสีเหลืองเกิดขึ้นเล็กน้อย

ระดับคะแนน 3 ช่อดอกเหี่ยวประมาณ 50% หรือสีเปลี่ยนเป็นสีเหลือง 50%
(หมดอายุการวางจำหน่าย)

ระดับคะแนน 4 ช่อดอกเหี่ยวประมาณ 75% หรือสีเปลี่ยนเป็นสีเหลือง 75%

ระดับคะแนน 5 ช่อดอกเหี่ยว 100% หรือสีเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทั้งหมด

ตาราง 19 การเกิดกลิ่นผิดปกติของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

กรรมวิธี	การเกิดกลิ่นผิดปกติ (คะแนน)
ปัจจัยที่ 1 ชนิดบรรจุภัณฑ์	
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	1.00±0.00 ^b
ถุงแอกทีฟ	1.27±0.12 ^a
ปัจจัยที่ 2 น้ำหนักที่บรรจุ	
200 กรัม	1.00±0.00 ^b
400 กรัม	1.00±0.00 ^b
600 กรัม	1.40±0.16 ^a
ปัจจัยที่ 1	*
ปัจจัยที่ 2	*
ปัจจัยที่ 1x2	*

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

หมายเหตุ

ระดับคะแนน 1 ไม่เกิดกลิ่นผิดปกติ

ระดับคะแนน 2 เกิดกลิ่นผิดปกติ

ตาราง 20 ค่า L* chroma และ hue angle ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีน
เจาะรูและถุงแอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4
องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

กรรมวิธี	L*	chroma	hue angle
ปัจจัยที่ 1 ชนิดบรรจุภัณฑ์			
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	33.40±0.53	11.31±0.79	89.68±0.00
ถุงแอกทีฟ	33.46±0.49	11.96±0.81	89.68±0.00
ปัจจัยที่ 2 น้ำหนักที่บรรจุ			
200 กรัม	33.24±0.68	11.59±0.92	89.68±0.00
400 กรัม	34.27±0.58	12.03±0.85	89.68±0.00
600 กรัม	32.79±0.58	11.29±1.16	89.68±0.00
ปัจจัยที่ 1	ns	ns	ns
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns
ปัจจัยที่ 1x2	*	ns	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 21 การสูญเสียน้ำหนัก ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

กรรมวิธี	การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)
ปัจจัยที่ 1 ชนิดบรรจุภัณฑ์	
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	3.15±0.46 ^a
ถุงแอกทีฟ	0.17±0.01 ^b
ปัจจัยที่ 2 น้ำหนักที่บรรจุ	
200 กรัม	2.47±1.06 ^a
400 กรัม	1.28±0.52 ^b
600 กรัม	1.22±0.49 ^b
ปัจจัยที่ 1	*
ปัจจัยที่ 2	*
ปัจจัยที่ 1x2	*

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 22 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณวิตามินซี ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุง
ที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม
แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

กรรมวิธี	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ ละลายน้ำได้ (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด)
ปัจจัยที่ 1 ชนิดบรรจุภัณฑ์		
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	7.38±0.08	76.46±5.47
ถุงแอกทีฟ	7.37±0.11	73.13±4.16
ปัจจัยที่ 2 น้ำหนักที่บรรจุ		
200 กรัม	7.47±0.10	74.38±6.88
400 กรัม	7.35±0.11	81.56±4.88
600 กรัม	7.30±0.15	68.44±5.80
ปัจจัยที่ 1	ns	ns
ปัจจัยที่ 2	ns	ns
ปัจจัยที่ 1x2	ns	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 23 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ของ
 บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก
 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

กรรมวิธี	ปริมาณ คลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัมต่อ100 กรัมน้ำหนักสด)	ปริมาณ คลอโรฟิลล์ บี (มิลลิกรัมต่อ100 กรัมน้ำหนักสด)	ปริมาณ คลอโรฟิลล์ ทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อ100 กรัมน้ำหนักสด)
ปัจจัยที่ 1 ชนิดบรรจุภัณฑ์			
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	0.062±0.003	0.033±0.002	0.095±0.005
ถุงแอกทีฟ	0.065±0.002	0.035±0.001	0.099±0.003
ปัจจัยที่ 2 น้ำหนักที่บรรจุ			
200 กรัม	0.068±0.002	0.036±0.001	0.103±0.003
400 กรัม	0.059±0.004	0.032±0.002	0.091±0.005
600 กรัม	0.063±0.003	0.034±0.001	0.096±0.004
ปัจจัยที่ 1	ns	ns	ns
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns
ปัจจัยที่ 1x2	ns	ns	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 24 ปริมาณแคโรทีนอยด์ ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

กรรมวิธี	ปริมาณแคโรทีนอยด์ (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด)
ปัจจัยที่ 1 ชนิดบรรจุภัณฑ์	
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	2.85±0.16
ถุงแอกทีฟ	2.72±0.15
ปัจจัยที่ 2 น้ำหนักที่บรรจุ	
200 กรัม	2.65±0.21
400 กรัม	2.85±0.17
600 กรัม	2.86±0.20
ปัจจัยที่ 1	ns
ปัจจัยที่ 2	ns
ปัจจัยที่ 1x2	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 25 ปริมาณแก๊สออกซิเจนและปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุง ของบรอกโคลีหั่น
ชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ
600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

กรรมวิธี	ปริมาณแก๊ส ออกซิเจนภายในถุง (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ ภายในถุง (เปอร์เซ็นต์)
ปัจจัยที่ 1 ชนิดบรรจุภัณฑ์		
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	19.73±0.02 ^a	0.00±0.00 ^b
ถุงแอกทีฟ	3.07±0.71 ^b	8.35±1.19 ^a
ปัจจัยที่ 2 น้ำหนักที่บรรจุ		
200 กรัม	12.72±3.12 ^a	2.32±1.06 ^c
400 กรัม	11.06±3.80 ^b	3.89±1.76 ^b
600 กรัม	10.41±4.19 ^c	6.31±2.83 ^a
ปัจจัยที่ 1	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
ปัจจัยที่ 1x2	*	*

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 26 กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลที่ละลายได้ ของ
บรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก
200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

กรรมวิธี	กิจกรรมของสารต้าน อนุมูลอิสระ (ไมโครกรัมเทียบกับกรด แกลลิกต่อกรัมน้ำหนักสด)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลที่ ละลายได้ (ไมโครกรัมเทียบกับกรดแกล ลิกต่อกรัมน้ำหนักสด)
ปัจจัยที่ 1 ชนิดบรรจุภัณฑ์		
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	39.56±1.47	569.37±18.45 ^a
ถุงแอกทีฟ	37.71±0.82	526.06±15.43 ^b
ปัจจัยที่ 2 น้ำหนักที่บรรจุ		
200 กรัม	37.14±1.36 ^b	557.24±15.43 ^{ab}
400 กรัม	36.71±0.91 ^b	510.75±14.81 ^b
600 กรัม	42.05±1.59 ^a	575.16±25.93 ^a
ปัจจัยที่ 1	ns	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
ปัจจัยที่ 1x2	*	*

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 27 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู และถุงเอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

กรรมวิธี	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log ₁₀ จำนวนโคโลนีต่อกรัมน้ำหนักสด)
ปัจจัยที่ 1 ชนิดบรรจุภัณฑ์	
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	2.02±0.11 ^b
ถุงเอกทีฟ	2.35±0.08 ^a
ปัจจัยที่ 2 น้ำหนักที่บรรจุ	
200 กรัม	2.45±0.08 ^a
400 กรัม	2.11±0.14 ^b
600 กรัม	1.99±0.10 ^b
ปัจจัยที่ 1	*
ปัจจัยที่ 2	*
ปัจจัยที่ 1x2	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 28 กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน

กรรมวิธี	กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (หน่วยต่อมิลลิกรัมโปรตีน)
ปัจจัยที่ 1 ชนิดบรรจุภัณฑ์	
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	0.473±0.029 ^a
ถุงแอกทีฟ	0.303±0.021 ^b
ปัจจัยที่ 2 น้ำหนักที่บรรจุ	
200 กรัม	0.374±0.046
400 กรัม	0.391±0.052
600 กรัม	0.400±0.051
ปัจจัยที่ 1	*
ปัจจัยที่ 2	ns
ปัจจัยที่ 1x2	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

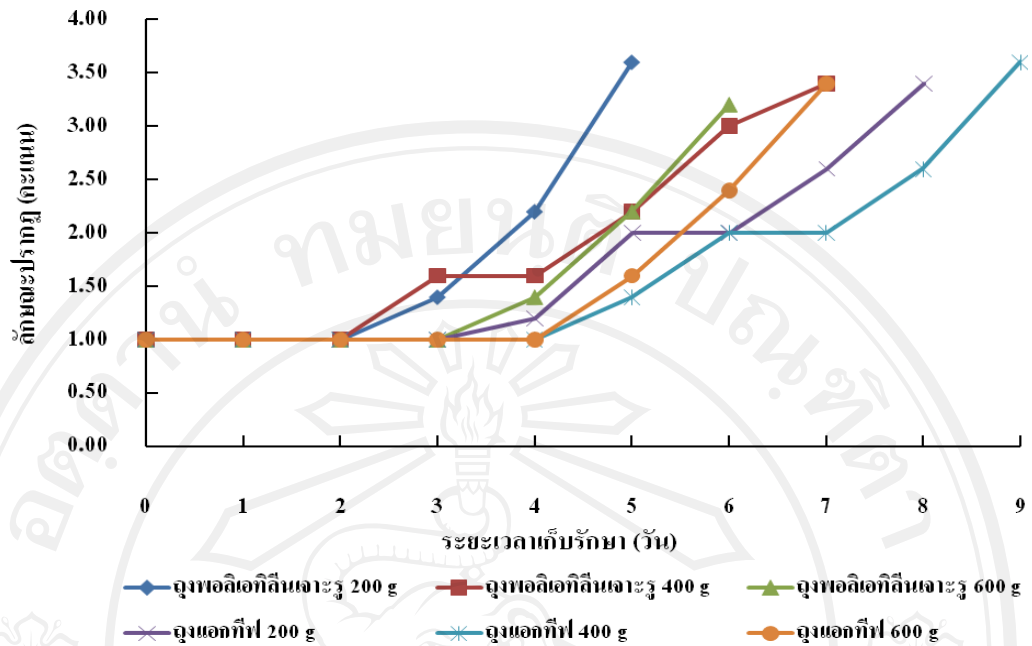
ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 29 อายุการเก็บรักษา ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุง
แอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศา
เซลเซียส นาน 4 วัน

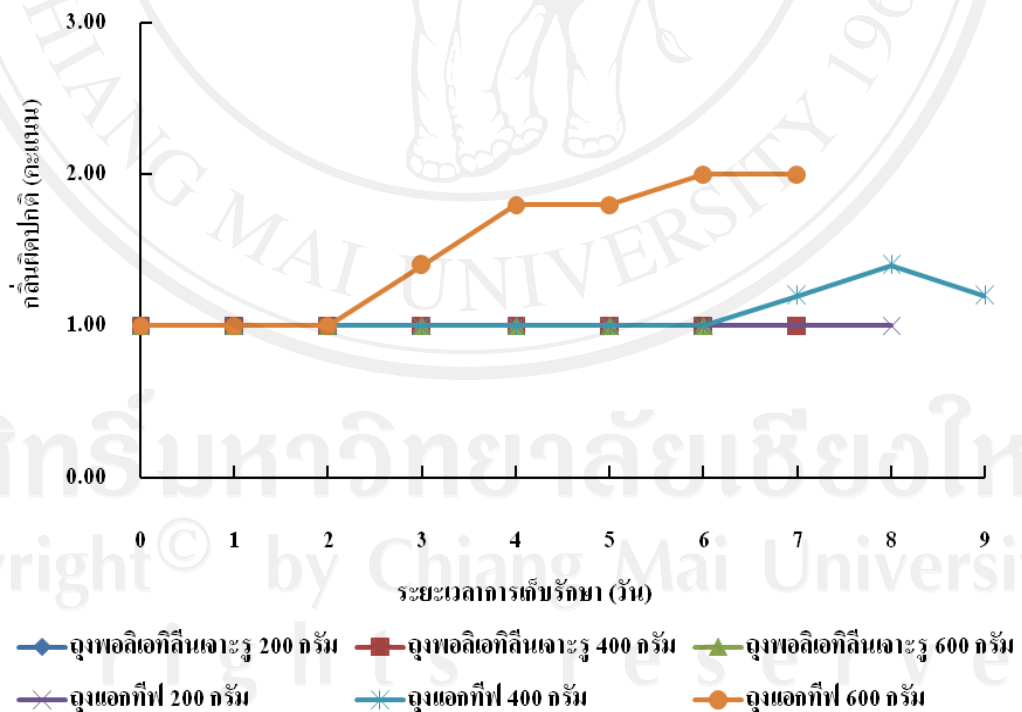
กรรมวิธี	อายุการเก็บรักษา (วัน)
ปัจจัยที่ 1 ชนิดบรรจุภัณฑ์	
ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู	5.6±0.26 ^b
ถุงแอกทีฟ	7.6±0.26 ^a
ปัจจัยที่ 2 น้ำหนักที่บรรจุ	
200 กรัม	6.1±0.53 ^b
400 กรัม	7.6±0.37 ^a
600 กรัม	6.1±0.23 ^b
ปัจจัยที่ 1	*
ปัจจัยที่ 2	*
ปัจจัยที่ 1x2	*

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

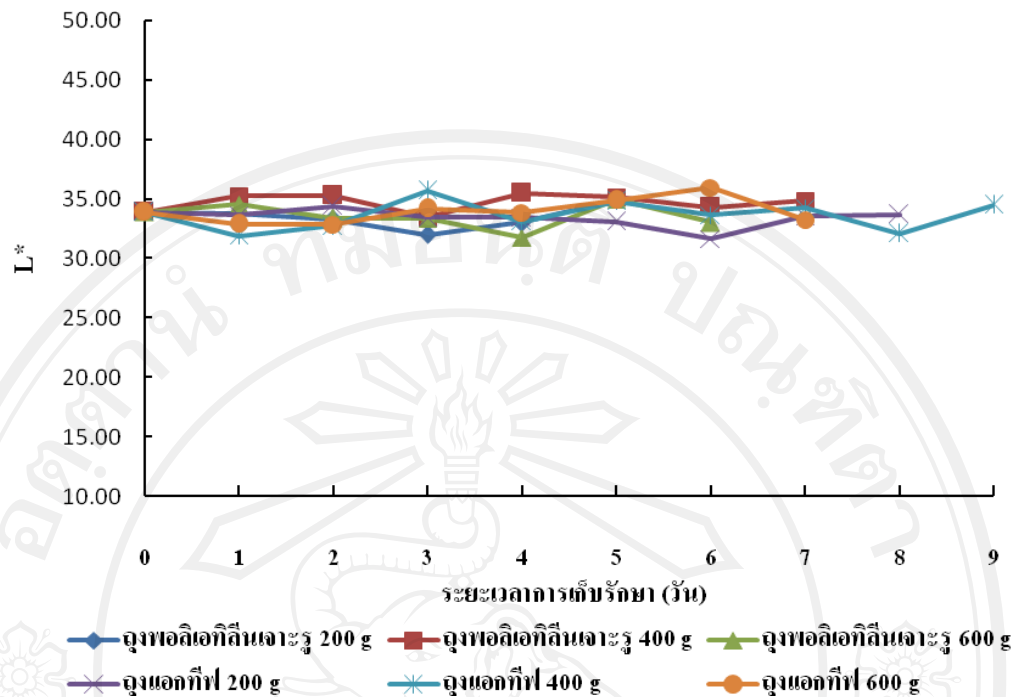
* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



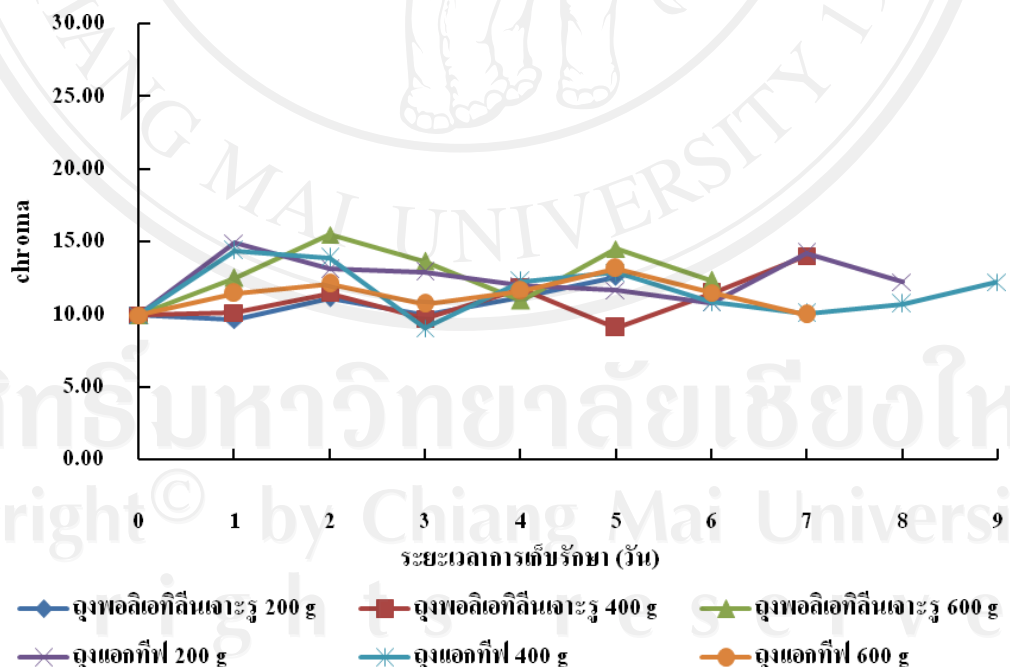
ภาพ 24 ลักษณะปรากฏ ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 9 วัน



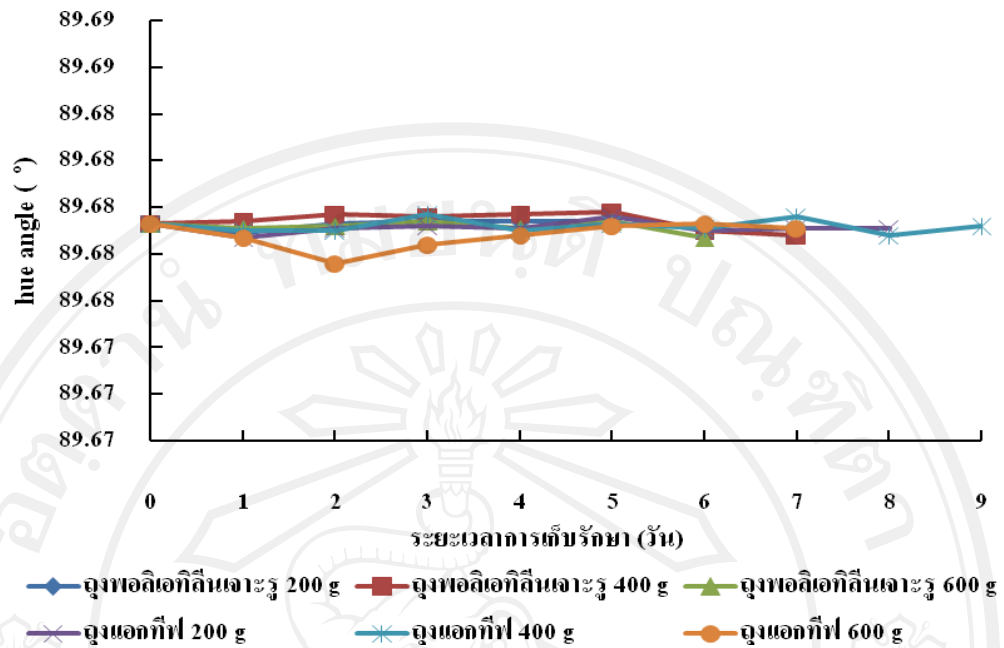
ภาพ 25 การเกิดกลิ่นผิดปกติ ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 9 วัน



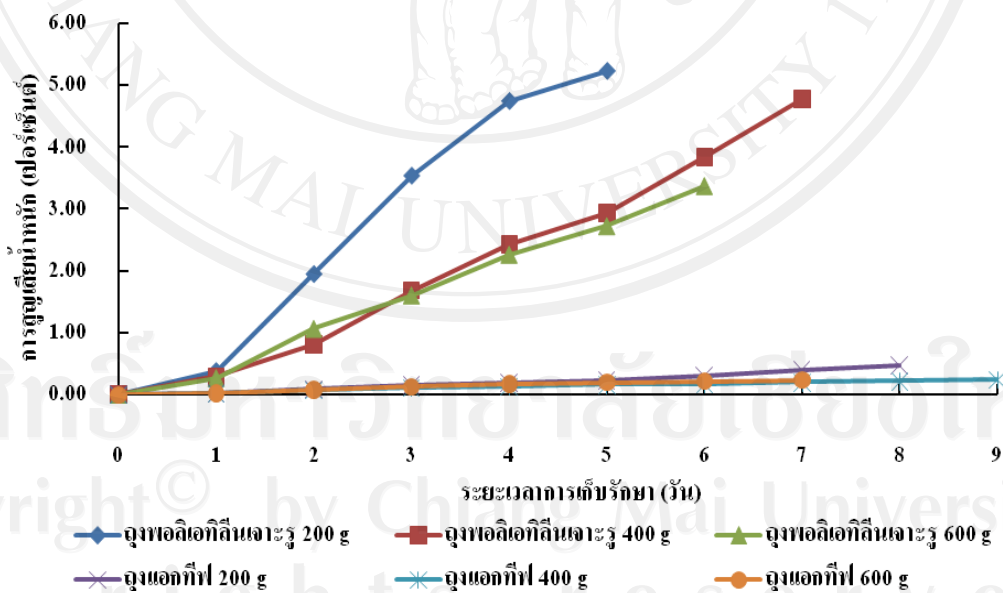
ภาพ 26 ค่า L* ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 9 วัน



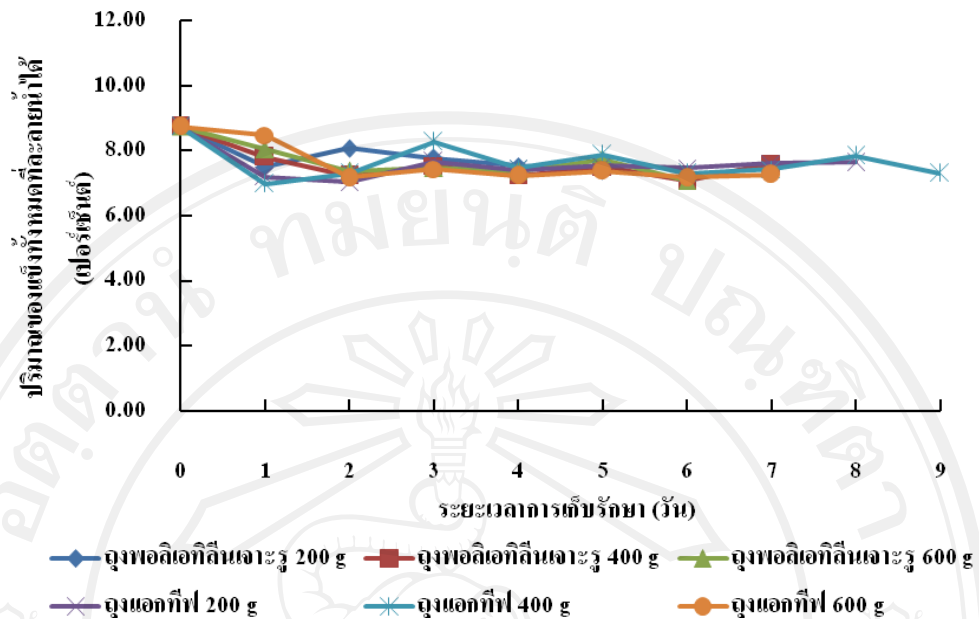
ภาพ 27 ค่า chroma ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 9 วัน



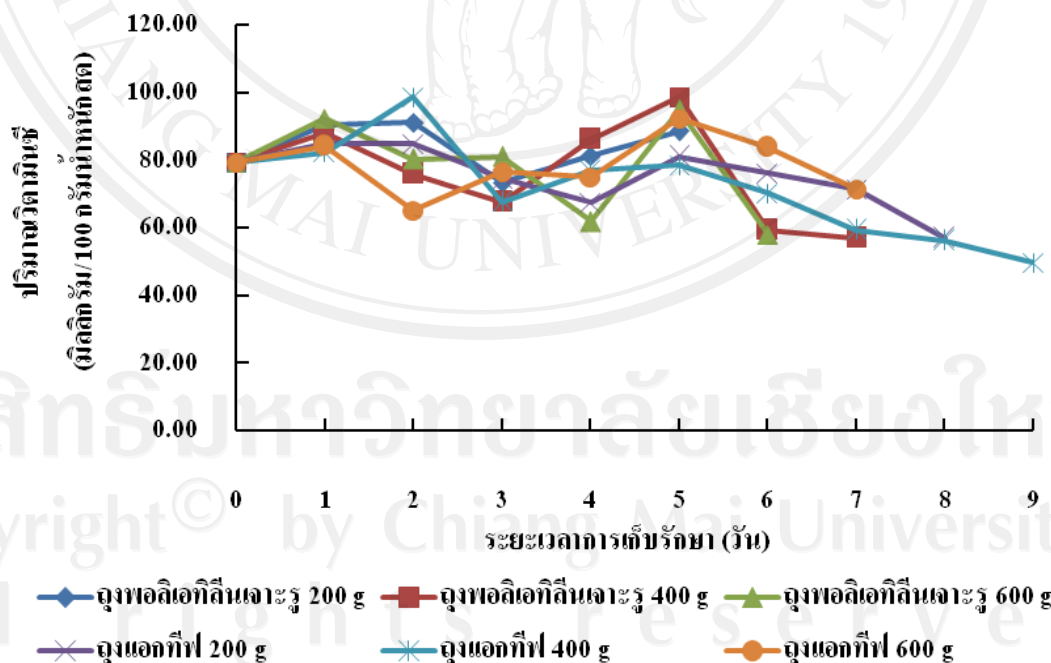
ภาพ 28 ค่า hue angle ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 9 วัน



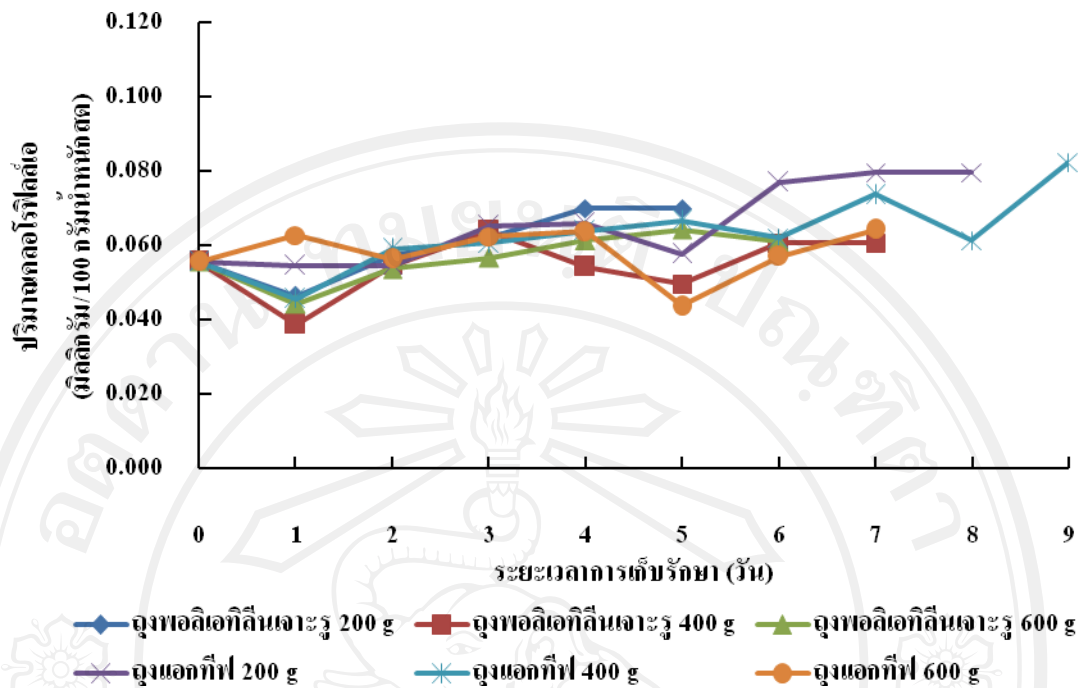
ภาพ 29 การสูญเสียน้ำหนัก ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีน เจาะรูและถุงแอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 9 วัน



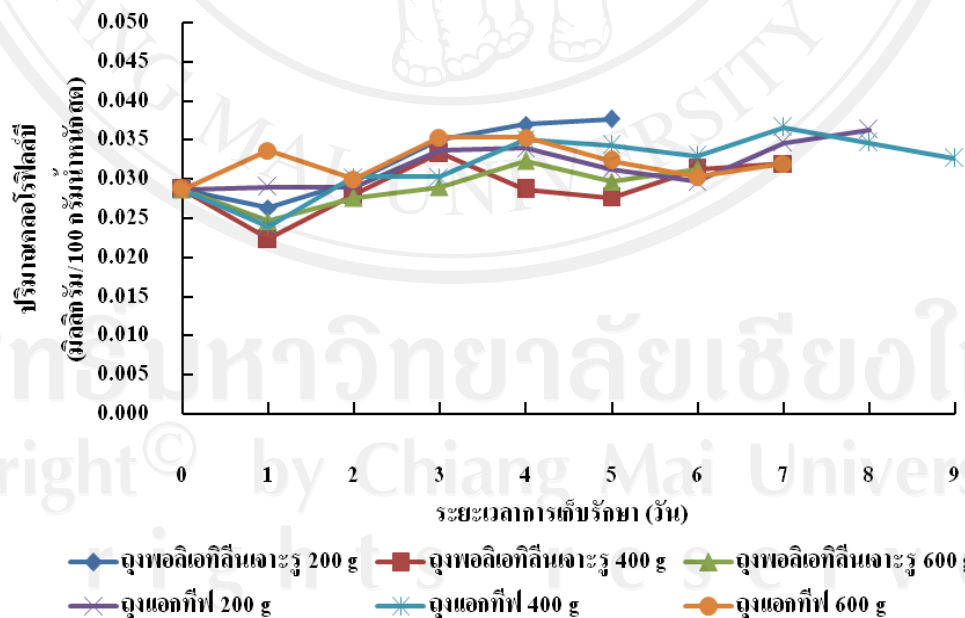
ภาพ 30 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 9 วัน



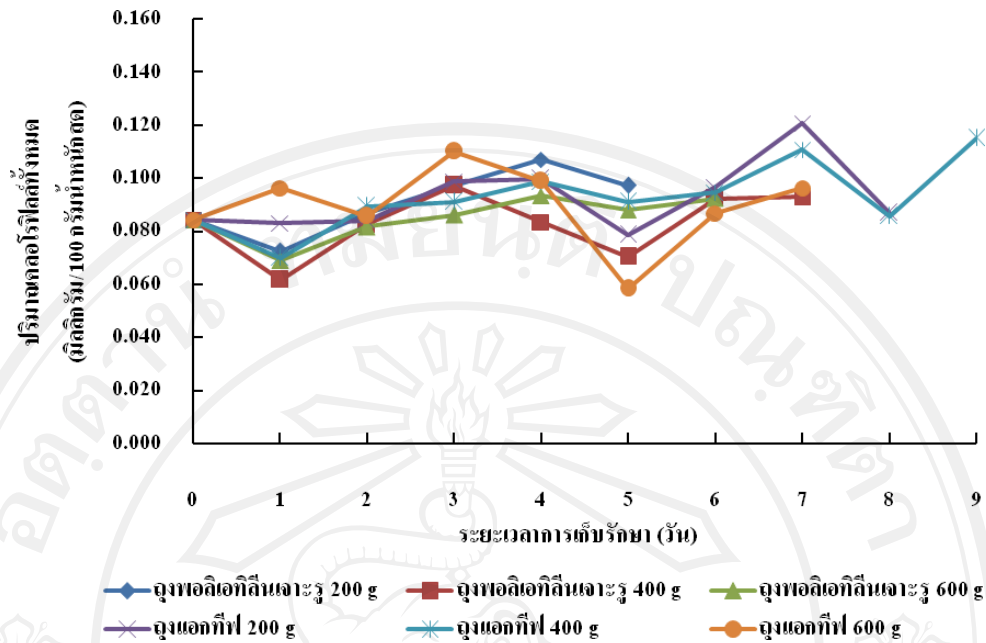
ภาพ 31 ปริมาณวิตามินซี ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่ บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 9 วัน



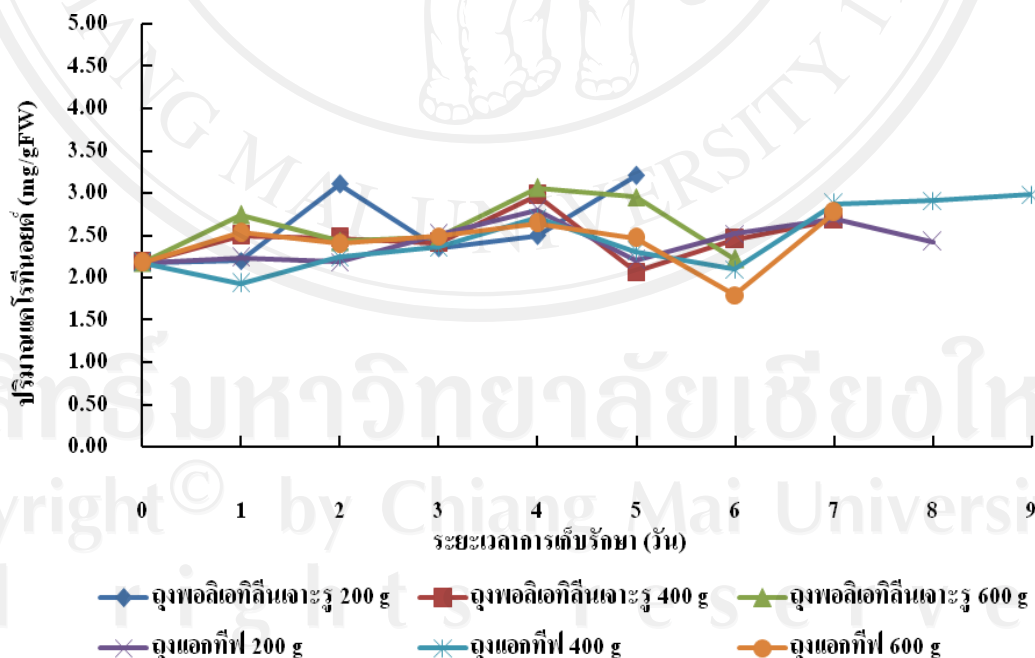
ภาพ 32 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของบรอคโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุง ที่บรรจุในถุงพอลิโอเอทิลีนเจาะรู และถุงแอกทึฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 9 วัน



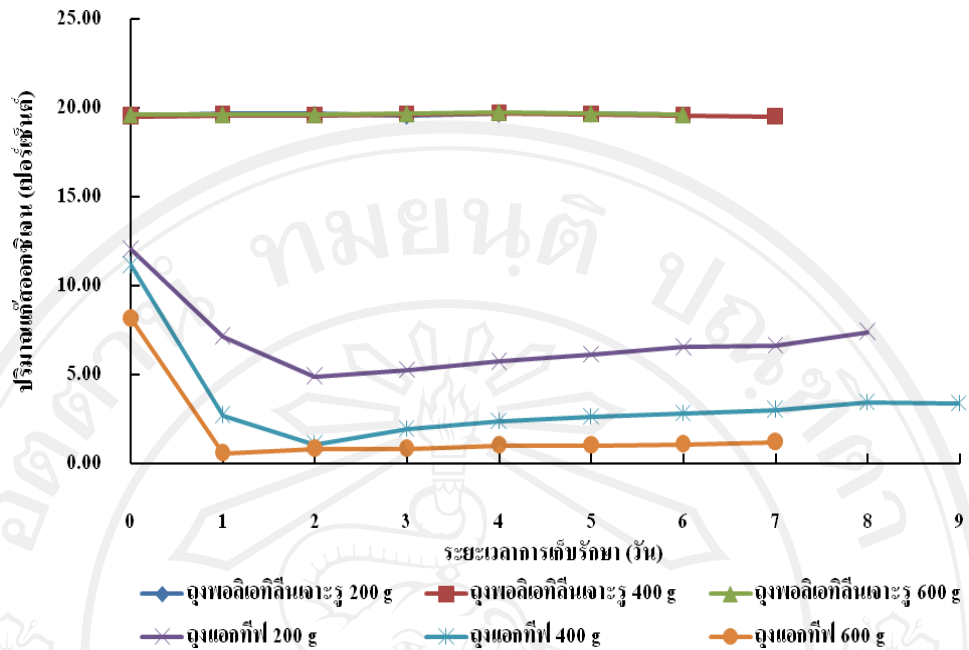
ภาพ 33 ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของบรอคโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิโอเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทึฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 9 วัน



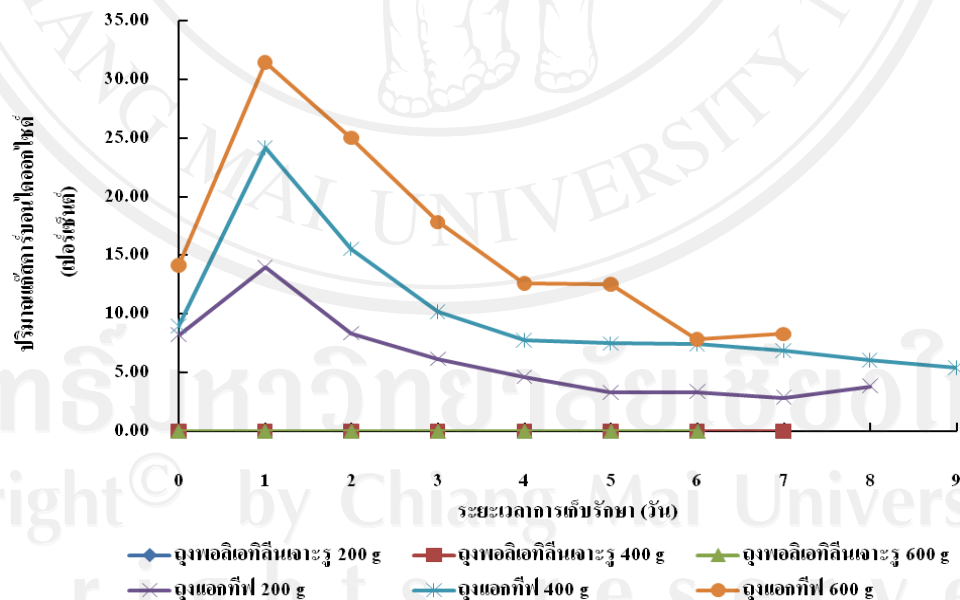
ภาพ 34 ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ของบรอกโคลีหั่นชิ้น พร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีน เจาะรูและถุงแอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 9 วัน



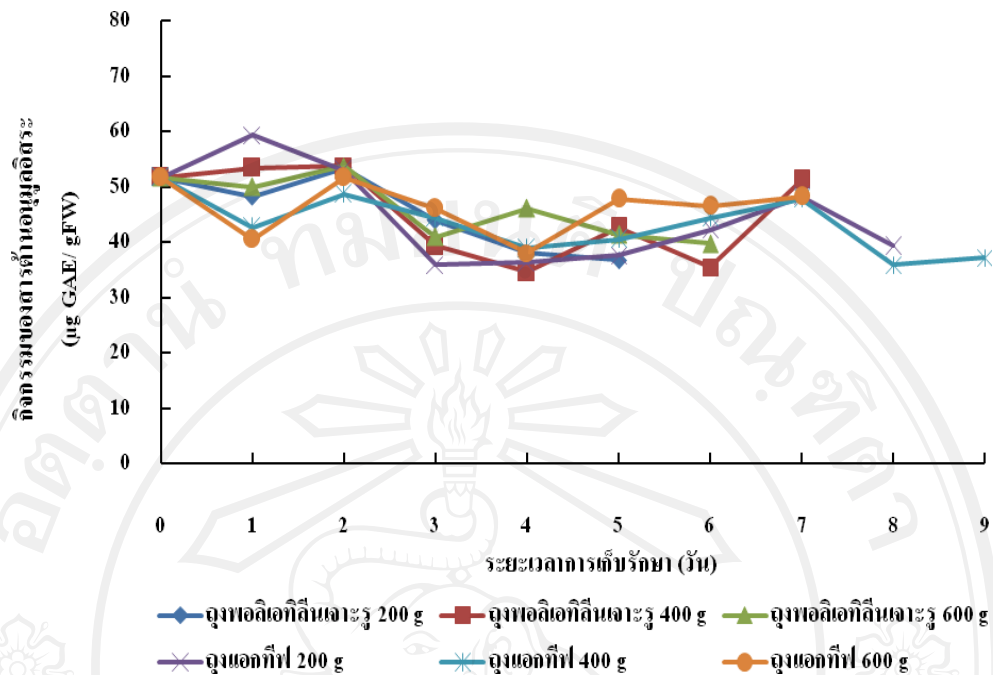
ภาพ 35 ปริมาณแคโรทีนอยด์ ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีน เจาะรูและถุงแอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 9 วัน



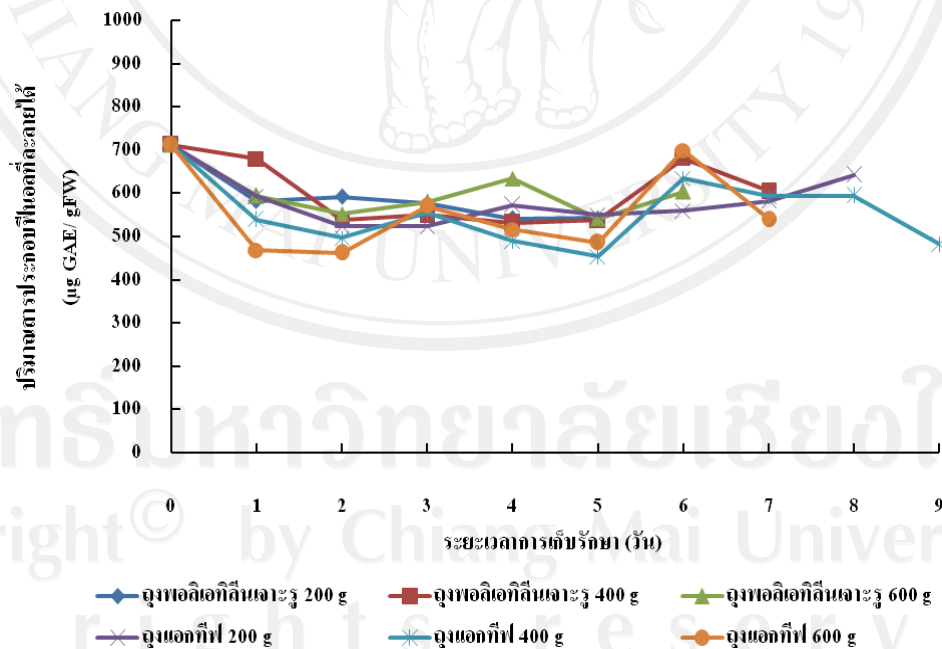
ภาพ 36 ปริมาณแก๊สออกซิเจน ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 9 วัน



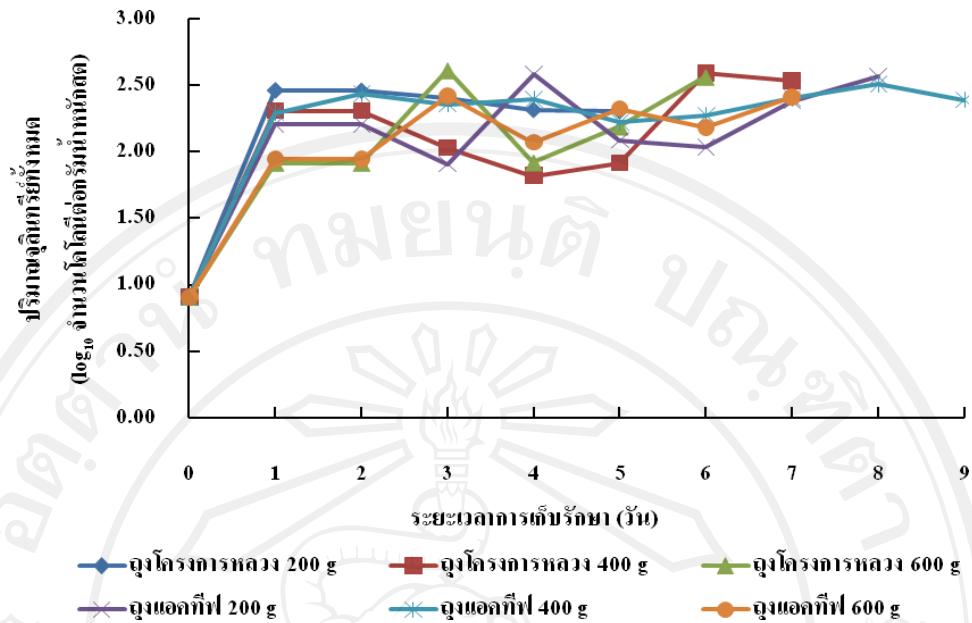
ภาพ 37 ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 9 วัน



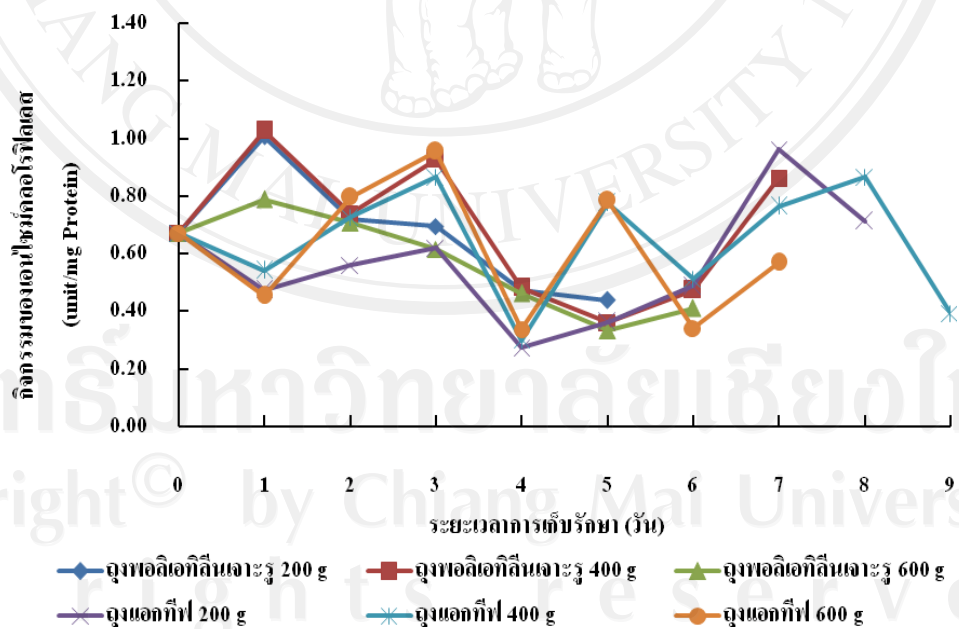
ภาพ 38 กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 9 วัน



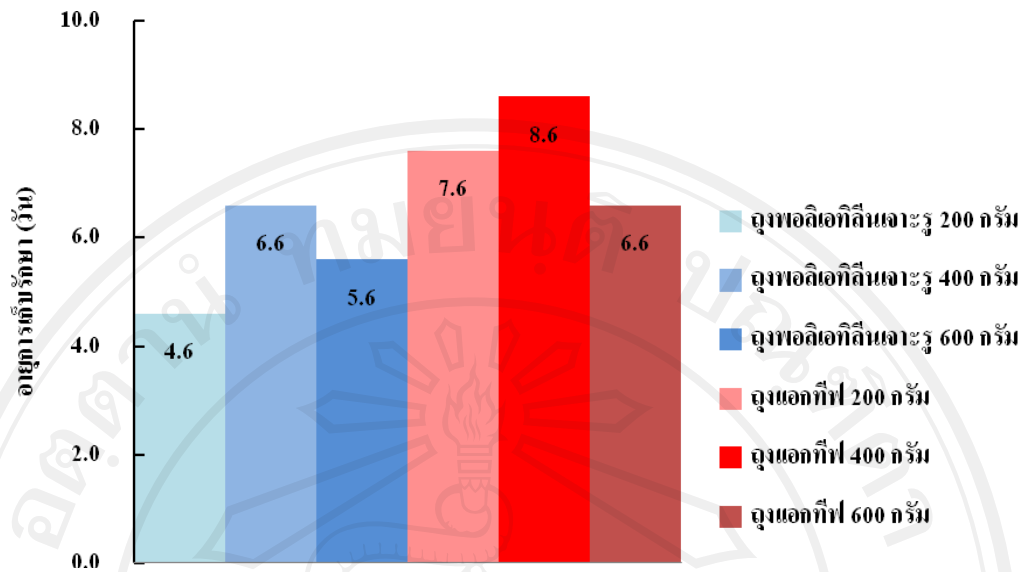
ภาพ 39 ปริมาณสารประกอบฟีนอลที่ละลายได้ ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 9 วัน



ภาพ 40 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิโอทีลินเจาะรู และถุงแอลทีพี บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้ว เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส 4 วัน



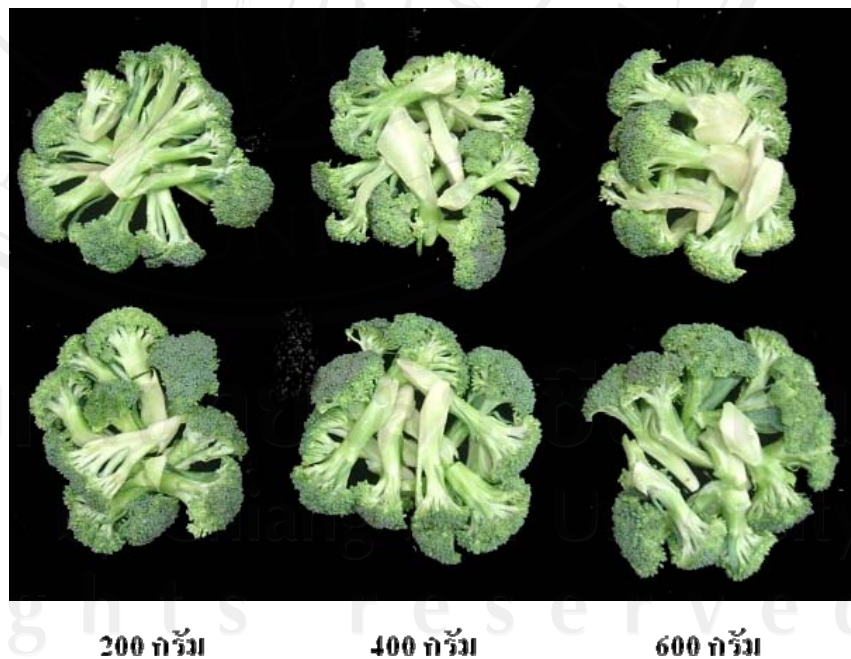
ภาพ 41 กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิโอทีลินเจาะรูและถุงแอลทีพี บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 9 วัน



ภาพ 42 อายุการเก็บรักษา ของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 9 วัน

ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู

ถุงแอกทีฟ



200 กรัม

400 กรัม

600 กรัม

ภาพ 43 ลักษณะของบรอกโคลีหั่นชิ้นพร้อมปรุงที่บรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูและถุงแอกทีฟ บรรจุน้ำหนัก 200, 400 และ 600 กรัม เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน