

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ผลของการบรรจุแบบตัดแปลงสภาพบรรยากาศสมมูลต่ออายุการเก็บรักษาหน่อไม้หวานพันธุ์ห ลือแปรรูปพร้อมบริโภค

4.1.1 ปริมาณโปรตีน

การเก็บรักษาหน่อไม้หวานพันธุ์หลือในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 8 วัน พบว่า หน่อไม้หวานพันธุ์หลือที่บรรจุในถุงชนิด PP มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) โดยมีปริมาณเท่ากับ 16.67 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PE-VH, LDPE และ PE-M ที่มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 15.46, 13.40 และ 13.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PE-H มีปริมาณโปรตีนน้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) โดยมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 11.22 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) ซึ่งปริมาณโปรตีนของหน่อไม้หวานพันธุ์หลือที่ทำได้ในงานทดลองนี้มีปริมาณต่ำกว่าปริมาณโปรตีนของหน่อไม้หวานอีก 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Dendrocalamus asper*, *Dendrocalamus strictus*, *Bambusa nutans* และ *Bambusa vulgaris* ซึ่งมีปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วง 19.20-25.80 เปอร์เซ็นต์ (Satya et al., 2010) และตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาปริมาณโปรตีนของหน่อไม้หวานมีแนวโน้มลดลงจากวันแรกของการเก็บรักษาจนถึงวันที่ 12 ของการเก็บรักษา จากนั้นจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อหน่อไม้หวานใกล้หมดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 6)

4.1.2 ปริมาณไขมัน

การเก็บรักษาหน่อไม้หวานพันธุ์หลือในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่า ปริมาณไขมันของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงทุกชนิดมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 7) โดยในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด LDPE มีปริมาณไขมันเท่ากับ 1.34 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณที่สูงกว่าหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PP, PE-M, PE-H และ PE-VH ที่มีปริมาณไขมันเท่ากับ 0.57, 0.91, 1.05 และ 0.44 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) ปริมาณไขมันของหน่อไม้หวานพันธุ์หลือที่ทำได้ในงานทดลองนี้มีปริมาณใกล้เคียงกับปริมาณไขมันของหน่อไม้อีก 5 สายพันธุ์ ได้แก่

Dendrocalamus giganteus, *Dendrocalamus asper*, *Dendrocalamus strictus*, *Bambusa nutans* และ *Bambusa vulgaris* ซึ่งมีปริมาณไขมันอยู่ในช่วง 19.20-25.80 เปอร์เซ็นต์ (Satya et al., 2010)

4.1.3 ปริมาณเถ้า

การเก็บรักษาหน่อไม้หวานพันธุ์ห่อหุ้มในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 8 วัน พบว่า หน่อไม้หวานพันธุ์ห่อหุ้มที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ มีปริมาณเถ้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH มีปริมาณเถ้าเท่ากับ 10.29, 9.51, 10.01, 9.32 และ 10.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งปริมาณเถ้าของหน่อไม้หวานพันธุ์ห่อหุ้มที่หาได้ในงานทดลองนี้มีปริมาณสูงกว่าปริมาณเถ้าของหน่อไม้ห่อหุ้มอีก 5 สายพันธุ์ ได้แก่ *Dendrocalamus giganteus*, *Dendrocalamus asper*, *Dendrocalamus strictus*, *Bambusa nutans* และ *Bambusa vulgaris* ซึ่งมีปริมาณเถ้าอยู่ในช่วง 0.80-1.03 เปอร์เซ็นต์ (Satya et al., 2010) และตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาปริมาณเถ้าของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PE-H มีแนวโน้มที่ลดลง ในขณะที่หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด LDPE, PP, PE-M และ PE-VH มีแนวโน้มของปริมาณเถ้าที่ไม่คงที่ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา (ภาพที่ 3)

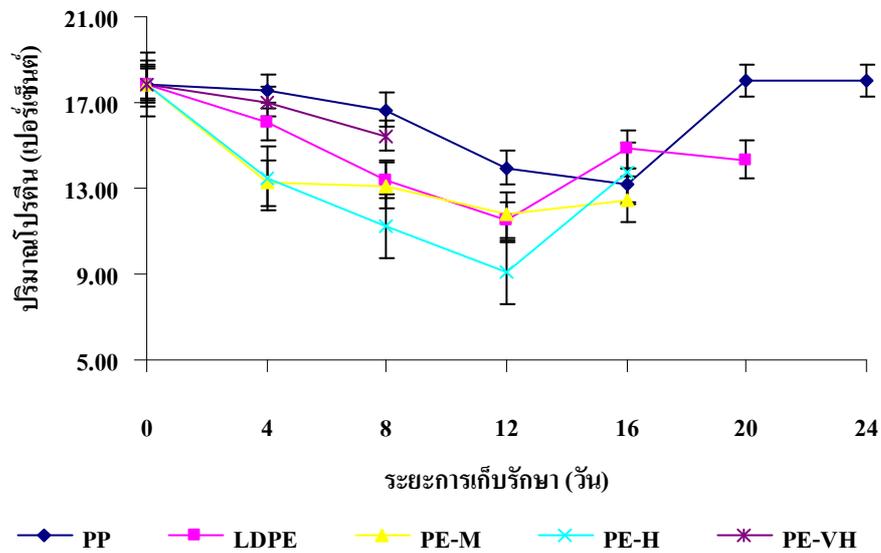
4.1.4 ปริมาณกาก

การเก็บรักษาหน่อไม้หวานพันธุ์ห่อหุ้มในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่า ปริมาณกากของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงทุกชนิดมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 4) โดยในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PE-VH มีปริมาณกากสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 2.80 กรัม/100 กรัม ในขณะที่หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PP มีปริมาณกากน้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) คือ 2.49 กรัม/100 กรัม ส่วนหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด LDPE, PE-M และ PE-H มีปริมาณกาก เท่ากับ 2.64, 2.63 และ 2.68 กรัม/100 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งปริมาณกากของหน่อไม้หวานพันธุ์ห่อหุ้มที่หาได้ในงานทดลองนี้มีปริมาณสูงกว่าปริมาณกากของหน่อไม้ห่อหุ้มอีก 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Dendrocalamus asper*, *Dendrocalamus strictus*, *Bambusa nutans* และ *Bambusa vulgaris* ซึ่งมีปริมาณกากอยู่ในช่วง 0.71-0.98 เปอร์เซ็นต์ (Satya et al., 2010)

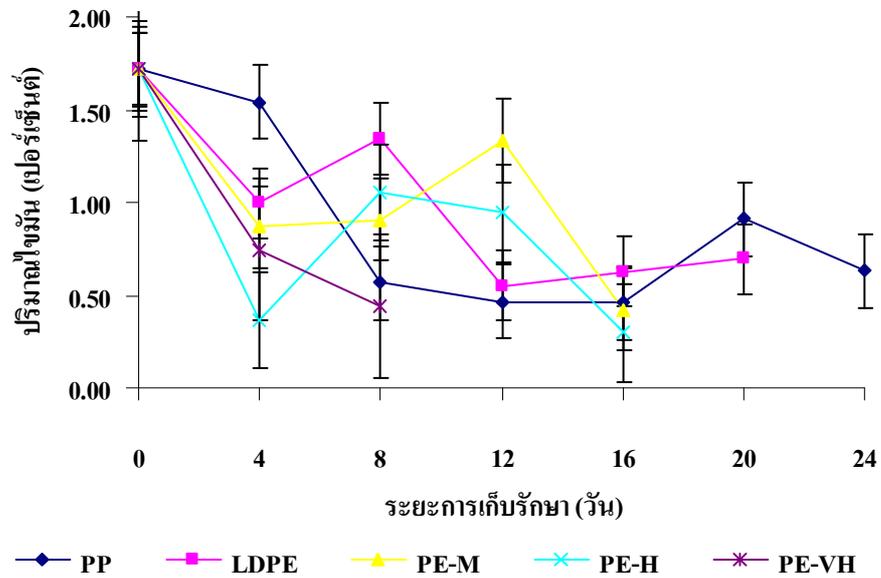
ตารางที่ 1 ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า และกาก ของหน่อไม้หวานพันธุ์หลักูที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 8 วัน

ชนิดถุง	ปริมาณโปรตีน (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณไขมัน (เปอร์เซ็นต์)	เถ้า (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณกาก (กรัม/100 กรัม)
PP	16.67±0.09 ^a	0.57±0.09 ^c	10.29±0.78	2.49±0.01 ^d
LDPE	13.40±0.34 ^c	1.34±0.06 ^a	9.51±0.62	2.64±0.01 ^c
PE-M	13.11±0.24 ^c	0.91±0.27 ^b	10.01±0.12	2.63±0.01 ^c
PE-H	11.22±0.05 ^c	1.05±0.05 ^b	9.32±0.03	2.68±0.01 ^b
PE-VH	15.46±0.13 ^b	0.44±0.13 ^c	10.22±0.10	2.80±0.01 ^a

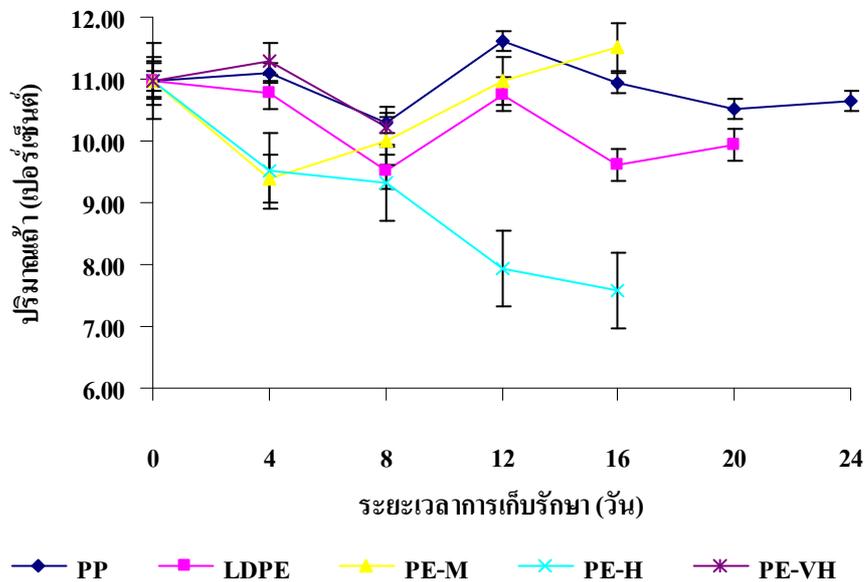
หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



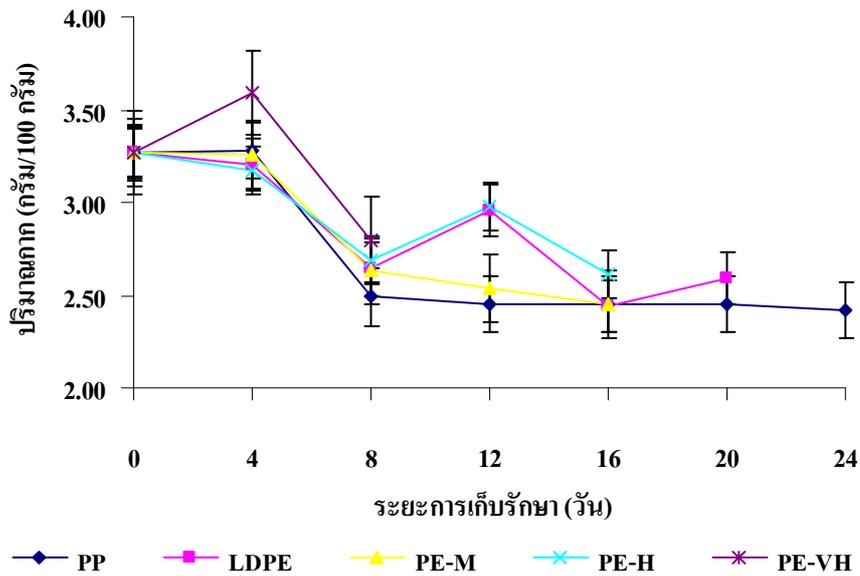
ภาพที่ 6 ปริมาณ โปรตีนของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 วัน



ภาพที่ 7 ปริมาณไขมันของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 วัน



ภาพที่ 8 ปริมาณเถ้าของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 วัน



ภาพที่ 9 ปริมาณกากของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 วัน

4.1.5 ปริมาณวิตามินซี

การเก็บรักษาหน่อไม้หวานพันธุ์หลักู่ในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 8 วัน พบว่า ชนิดของถุงไม่มีผลต่อปริมาณวิตามินซีของหน่อไม้หวานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH มีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 3.75, 3.13, 3.75, 3.13 และ 3.75 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด (ตารางที่ 2) ปริมาณวิตามินซีของหน่อไม้หวานพันธุ์หลักู่ที่หาได้ในงานทดลองนี้มีปริมาณใกล้เคียงกับปริมาณวิตามินซีของหน่อไม้อีก 5 สายพันธุ์ ได้แก่ *Dendrocalamus giganteus*, *Dendrocalamus asper*, *Dendrocalamus strictus*, *Bambusa nutans* และ *Bambusa vulgaris* ซึ่งมีปริมาณวิตามินซีอยู่ในช่วง 3.20-13.70 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด (Satya *et al.*, 2010) ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาพบว่าปริมาณวิตามินซีของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงทุกชนิดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น (ภาพที่ 10) เช่นเดียวกับพริกหวานตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เก็บรักษาในถุงแบบสภาพบรรยากาศตัดแปลงและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (González-Aguilar *et al.*, 2004) และสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่ผ่านการลดอุณหภูมิโดยผ่านอากาศเย็น แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 5 และ 10 องศาเซลเซียส (กรรณิการ์, 2551) ที่มีแนวโน้มของปริมาณวิตามินซีที่เพิ่มสูงขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา และ Toor and Savage (2006) ศึกษาการเก็บรักษามะเขือเทศที่อุณหภูมิต่างๆ พบว่า มะเขือเทศมีปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา

4.1.6 ปริมาณออกซาลาเลท

การเก็บรักษาหน่อไม้หวานพันธุ์ห่อในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 8 วัน พบว่า ชนิดของถุงไม่มีผลต่อปริมาณออกซาลาเลทของหน่อไม้หวานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH มีปริมาณออกซาลาเลทเท่ากับ 151.9, 143.76, 140.88, 151.66 และ 137.45 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด (ตารางที่ 2) ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาพบว่าปริมาณออกซาลาเลทของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงทุกชนิดมีแนวโน้มลดลง (ภาพที่ 11)

4.1.7 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด

การเก็บรักษาหน่อไม้หวานพันธุ์ห่อในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 8 วัน พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด LDPE มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมากที่สุด โดยมีจำนวนโคโลนี เท่ากับ 170×10^6 CFU/กรัม รองลงมา คือ หน่อไม้หวานหวานพันธุ์ห่อที่บรรจุในถุงชนิด PP, PE-H และ PE-VH โดยมีจำนวนโคโลนีเท่ากับ 25×10^6 , 13×10^6 และ 8.80×10^6 CFU/กรัม ตามลำดับ และหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PE-M มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยที่สุด โดยมีจำนวนโคโลนีเท่ากับ 8.35×10^6 CFU/กรัม (ตารางที่ 2) เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยา ของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร พบว่า หน่อไม้หวานหวานพันธุ์ห่อที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีจำนวนโคโลนี มากเกินกว่ามาตรฐานคุณภาพทางจุลชีววิทยาที่กำหนดให้มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 1×10^6 CFU/กรัม

4.1.8 ปริมาณยีสต์และรา

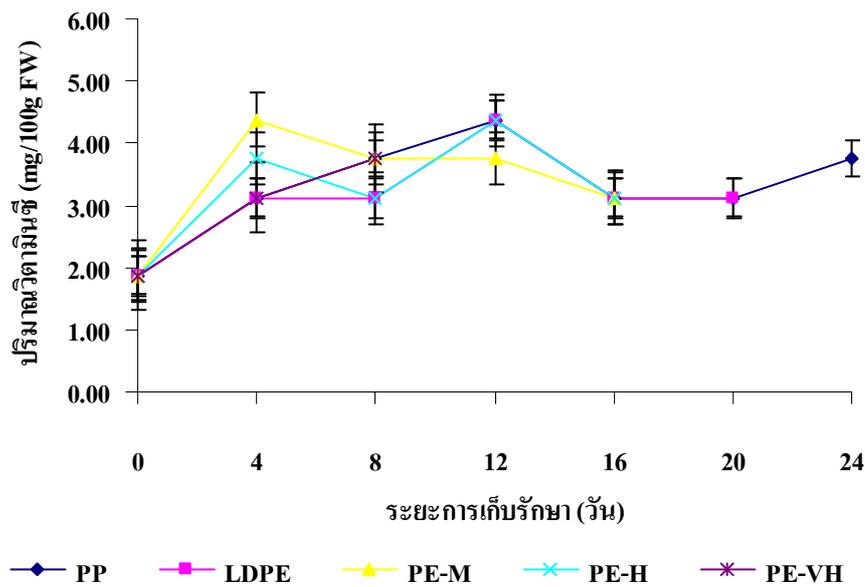
ปริมาณยีสต์และราในหน่อไม้หวานพันธุ์ห่อที่บรรจุในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 8 วัน พบว่า ปริมาณยีสต์และรามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 2) โดยหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PE-VH มีปริมาณยีสต์และรามากที่สุด โดยมีจำนวนโคโลนี เท่ากับ 5.3×10^4 CFU/กรัม รองลงมา คือ หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด LDPE, PE-M และ PE-H โดยมีจำนวนโคโลนีเท่ากับ 3.9×10^4 , 0.62×10^4 และ 0.47×10^4 CFU/กรัม ตามลำดับ และหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PP มีปริมาณยีสต์และราน้อยที่สุด โดยมีจำนวนโคโลนี เท่ากับ 0.26×10^4 CFU/กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยา ของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร พบว่า หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PE-VH และ LDPE มีจำนวนโคโลนี มากเกินกว่ามาตรฐานคุณภาพทางจุลชีววิทยาที่กำหนดให้มี

ปริมาณยีสต์น้อยกว่า 1×10^4 CFU/กรัม ส่วนหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PE-M, PE-H และ PP มีจำนวนโคโลนีน้อยกว่ามาตรฐานคุณภาพทางจุลชีววิทยาที่กำหนด

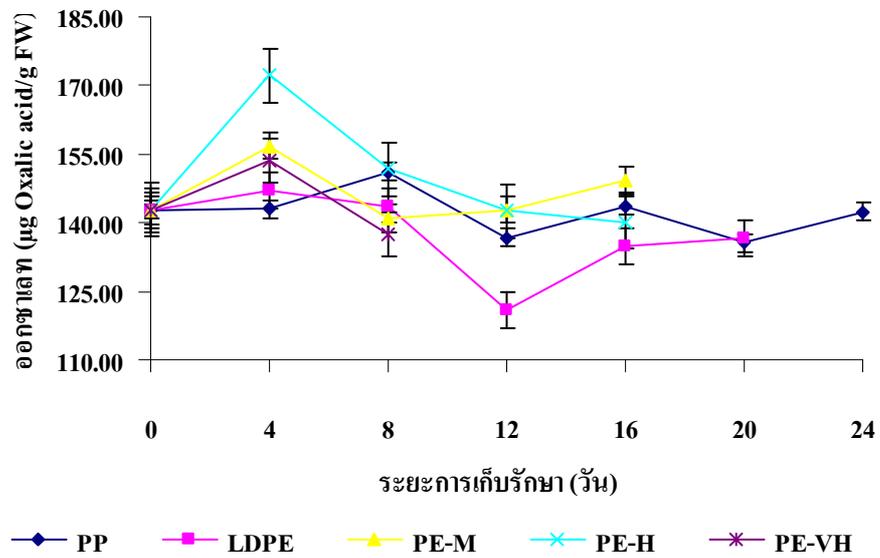
ตารางที่ 2 ปริมาณวิตามินซี ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราของหน่อไม้หวานพันธุ์หลี่จู๋ที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 8 วัน

ชนิดถุง	วิตามินซี (มก./100 กรัมน้ำหนัก สด)	ออกซาเลท (ไมโครกรัม/กรัม น้ำหนักสด)	เชื้อจุลินทรีย์ ทั้งหมด (CFU/กรัม)	ปริมาณยีสต์และรา (CFU/กรัม)
PP	3.75±0.00	151.19±7.84	25.0x10 ^{6b}	0.26x10 ^{4c}
LDPE	3.13±1.08	143.76±6.20	170.0x10 ^{6a}	3.90x10 ^{4b}
PE-M	3.75±0.00	140.88±7.20	8.35x10 ^{6d}	0.62x10 ^{4c}
PE-H	3.13±1.08	151.66±13.35	13.0x10 ^{6c}	5.30x10 ^{4a}
PE-VH	3.75±1.88	137.45±11.57	8.80x10 ^{6d}	0.47x10 ^{4d}

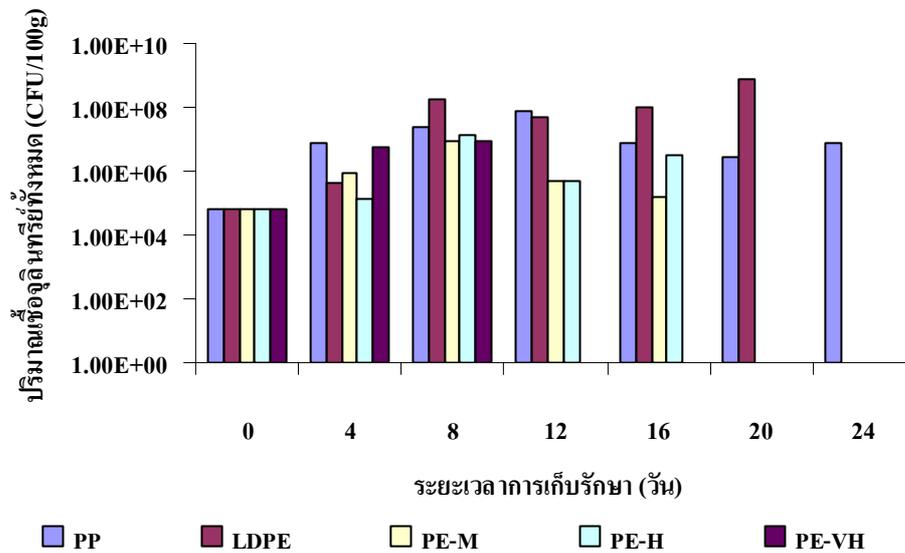
หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



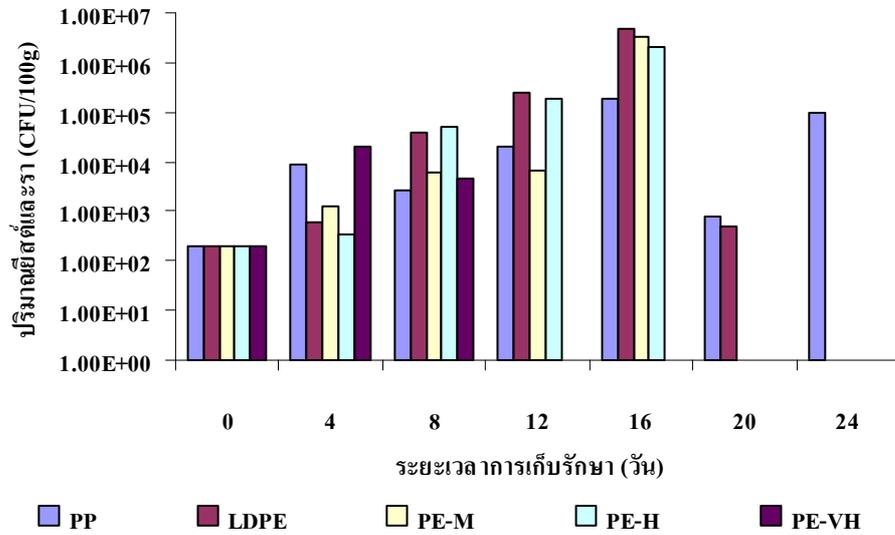
ภาพที่ 10 ปริมาณวิตามินซีของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 วัน



ภาพที่ 11 ปริมาณออกซาเลตของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 วัน



ภาพที่ 12 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 วัน



ภาพที่ 13 ปริมาณยีสต์และราของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 วัน

4.1.9 ความชื้น

ความชื้นของหน่อไม้หวานพันธุ์หลักที่บรรจุในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 8 วัน พบว่า หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PP และ LDPE มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 93.62 และ 93.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าความชื้นของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PE-VH ที่มีความชื้นเท่ากับ 93.44 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความชื้นของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PE-M และ PE-H ที่มีความชื้นเท่ากับ 93.54 และ 93.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ความชื้นของหน่อไม้หวานพันธุ์หลักที่หาได้ในงานทดลองนี้มีปริมาณใกล้เคียงกับความชื้นของหน่อไม้อีก 5 สายพันธุ์ ได้แก่ *Dendrocalamus giganteus*, *Dendrocalamus asper*, *Dendrocalamus strictus*, *Bambusa nutans* และ *Bambusa vulgaris* ซึ่งมีความชื้นอยู่ในช่วง 77.00-94.70 เปอร์เซ็นต์ (Satya *et al.*, 2010) โดยความชื้นของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงทุกชนิดมีความชื้นเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น (ภาพที่ 14)

4.1.10 ความแน่นเนื้อ

การเก็บรักษาหน่อไม้หวานพันธุ์หลักในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่า ความแน่นเนื้อของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงทุกชนิดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 15) โดยในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ มีความแน่นเนื้อที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยหน่อไม้หวานพันธุ์หลักในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH มีความแน่นเนื้อเท่ากับ 58.99, 51.62, 64.46, 72.22 และ 80.59 นิวตัน/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ความแน่นเนื้อของหน่อไม้หวานที่เพิ่มขึ้นสอดคล้องกับงานทดลองของ Villanueva *et al.* (2005) ที่เก็บรักษาหน่อไม้ฝรั่งภายใต้สภาวะบรรยากาศตัดแปลง และแครอทตัดแต่งพร้อมบริโกล ที่ผ่านการล้างด้วยน้ำที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน 2 อุณหภูมิ (4 และ 50 องศาเซลเซียส) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 9 วัน (Klaiber *et al.*, 2005) โดยพบว่าทั้งหน่อไม้ฝรั่งและแครอทมีความแน่นเนื้อที่เพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

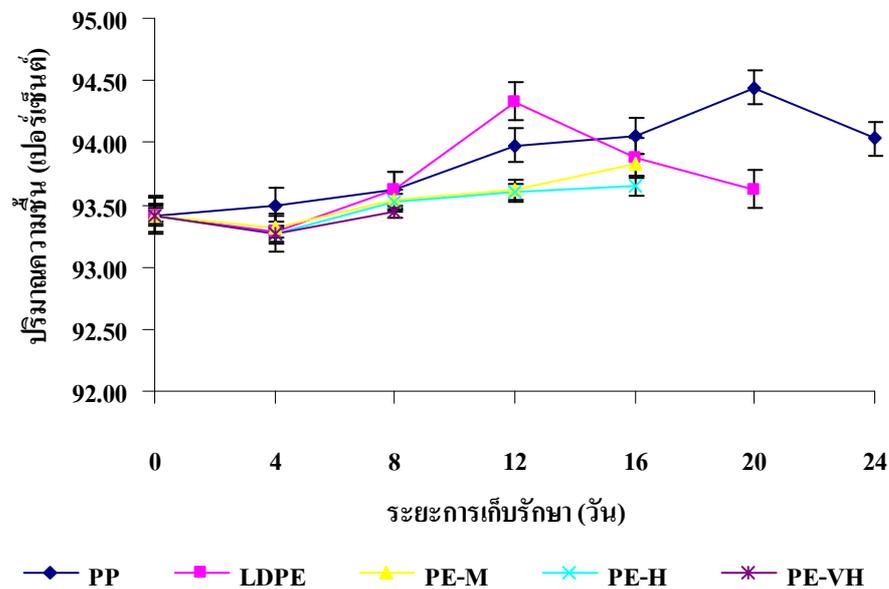
4.1.11 การสูญเสียน้ำหนัก

การเก็บรักษาหน่อไม้หวานพันธุ์หลักในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 8 วัน พบว่า หน่อไม้หวานมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 0.32, 0.33, 0.41, 0.22 และ 0.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3) บรรจุภัณฑ์แบบตัดแปลงสภาพบรรยากาศมีอิทธิพลในการชะลอการสูญเสียน้ำหนักของผลิตผลได้ เนื่องจากคุณสมบัติของพลาสติกฟิล์มในการจำกัดการซึมผ่านเข้าออกของไอน้ำ และในทางกลับกันจะทำให้เกิดแรงดันไอน้ำภายในบรรจุภัณฑ์ที่ยังสูงมากก็จะทำให้ความสามารถในการซึมผ่านของฟิล์มลดลง (Serrano *et al.*, 2006) สอดคล้องกับการศึกษาของ Tzoumaki *et al.* (2009) ที่พบว่าการบรรจุหน่อไม้ฝรั่งในถาดโฟมและหุ้มด้วยพลาสติกฟิล์ม และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถที่จะชะลอการสูญเสียน้ำหนักของหน่อไม้ฝรั่งได้ โดยหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงทุกชนิดมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักที่เพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น (ภาพที่ 16) เช่นเดียวกับบรอกโคลีที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบตัดแปลงสภาพบรรยากาศ 3 ชนิด (Mi-P, Ma-P และ No-P) (Serrano *et al.*, 2006) และมะเขือเทศ (CV' Liberto) ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบตัดแปลงสภาพบรรยากาศ 4 ชนิด (PE20, PE50, PVC และ PP) (Batu and Thomson, 1998) ที่มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักที่เพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น

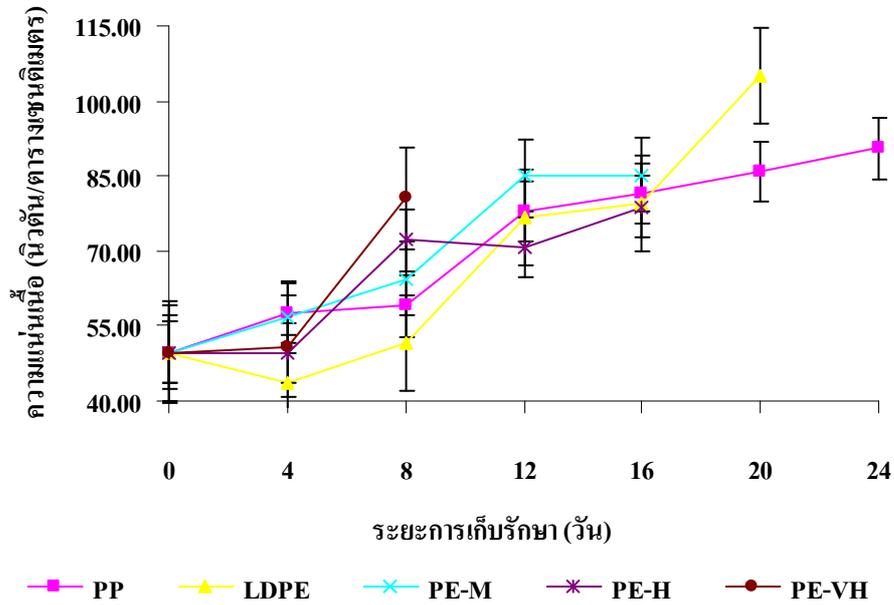
ตารางที่ 3 ความชื้น ความแน่นเนื้อ และการสูญเสียน้ำหนักของหน่อไม้หวานพันธุ์หลี่จู้ที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 8 วัน

ชนิดถุง	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน/ตารางเซนติเมตร)	การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)
PP	93.62±0.18 ^a	58.99±27.97	0.32±0.16
LDPE	93.61±0.05 ^a	51.62±8.73	0.33±0.05
PE-M	93.54±0.04 ^{ab}	64.46±23.86	0.41±0.06
PE-H	93.52±0.07 ^{ab}	72.22±15.03	0.22±0.05
PE-VH	93.44±0.03 ^b	80.59±44.38	0.21±0.07

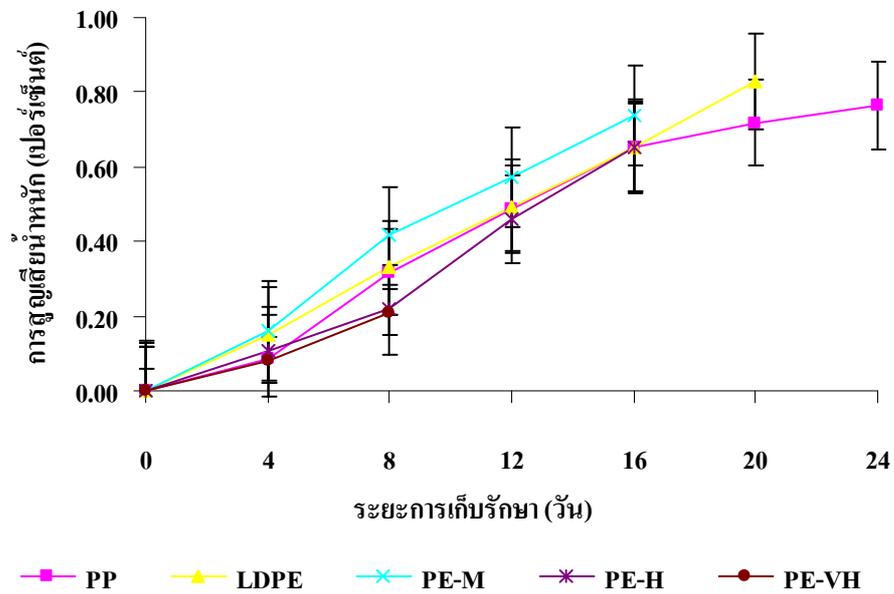
หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 14 ปริมาณความชื้นของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 วัน



ภาพที่ 15 ความแน่นเนื้อของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 วัน



ภาพที่ 16 การสูญเสียน้ำหนักของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 วัน

4.1.12 ปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในถุง

การเก็บรักษาหน่อไม้หวานพันธุ์ห่อใหญ่ในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 8 วัน พบว่า หน่อไม้หวานพันธุ์ห่อใหญ่ที่บรรจุในถุงชนิด LDPE และ PE-M มีปริมาณแก๊สออกซิเจนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในถุงเท่ากับ 19.07 และ 17.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีปริมาณแก๊สออกซิเจนที่สูงกว่าหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PE-H และ PE-VH ที่มีปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในถุงเท่ากับ 15.00 และ 14.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PP มีปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในถุงน้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) โดยมีปริมาณแก๊สออกซิเจนเท่ากับ 5.77 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4) ปริมาณแก๊สออกซิเจนของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PP มีปริมาณที่เพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 4 และลดลงจนถึงวันที่ 8 ของการเก็บรักษา จากนั้นมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจนหน่อไม้หวานหมดอายุการเก็บรักษา ในขณะที่หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH มีแนวโน้มของปริมาณแก๊สออกซิเจนที่เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา (ภาพที่ 17)

4.1.13 ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุง

ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ของหน่อไม้หวานพันธุ์ห่อใหญ่ที่บรรจุในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 8 วัน พบว่า หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PP มีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 9.90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งตรวจไม่พบปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (ตารางที่ 4) โดยปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PP มีปริมาณเพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 12 ของการเก็บรักษาจากนั้นมีปริมาณลดลงจนหน่อไม้หวานหมดอายุการเก็บรักษา ในขณะที่หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH ตรวจไม่พบปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ตั้งแต่วันที่ 4 ของการเก็บรักษาจนหน่อไม้หวานหมดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 18)

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์จะสอดคล้องกับปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ทั้งนี้เนื่องจากแก๊สออกซิเจนจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจ ทำให้ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา จึงทำให้ในช่วงแรกของการเก็บรักษาปริมาณแก๊สออกซิเจนมีค่าลดลงในขณะที่ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าเพิ่มสูงขึ้น (อศิราและคณะ, 2549) และขณะเดียวกันบรรจุภัณฑ์แบบแอคทีฟก็จะควบคุมการซึมผ่านเข้าออกของแก๊สให้อยู่ในสถานะ

สมมูลตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ทั้งนี้อัตราการซึมผ่านเข้าออกของแก๊สก็ยังคงขึ้นอยู่กับชนิดของฟิล์มที่นำมาใช้ทำบรรจุภัณฑ์ด้วย (Serrano *et al.*, 2006)

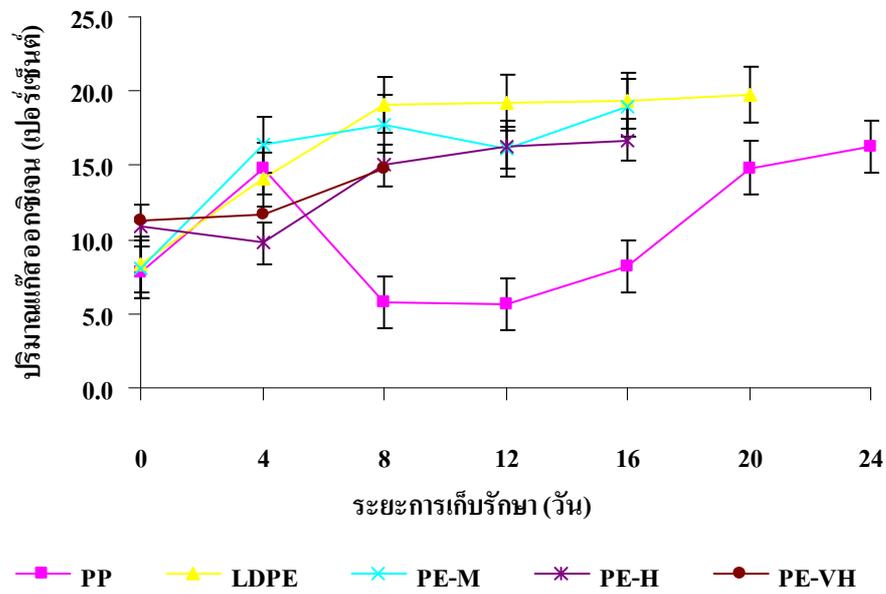
4.1.14 อัตราการหายใจ

การเก็บรักษาหน่อไม้หวานพันธุ์ห่อในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 8 วัน พบว่า หน่อไม้หวานพันธุ์ห่อที่บรรจุในถุงชนิด PP มีอัตราการหายใจเท่ากับ 33.20 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์/กิโลกรัมชั่วโมง โดยมีอัตราการหายใจที่สูงกว่าหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH ตรวจไม่พบปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จึงไม่สามารถคำนวณอัตราการหายใจของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงเหล่านี้ได้ (ตารางที่ 4) อัตราการหายใจของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PP มีอัตราเพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 12 ของการเก็บรักษาจากนั้นมีอัตราลดลงจนหน่อไม้หวานหมดอายุการเก็บรักษา ในขณะที่หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH ตรวจไม่พบปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ตั้งแต่วันที่ 4 ของการเก็บรักษาจนหน่อไม้หวานหมดอายุการเก็บรักษา ค่ารวมอัตราการหายใจของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงเหล่านี้ได้ (ภาพที่ 19)

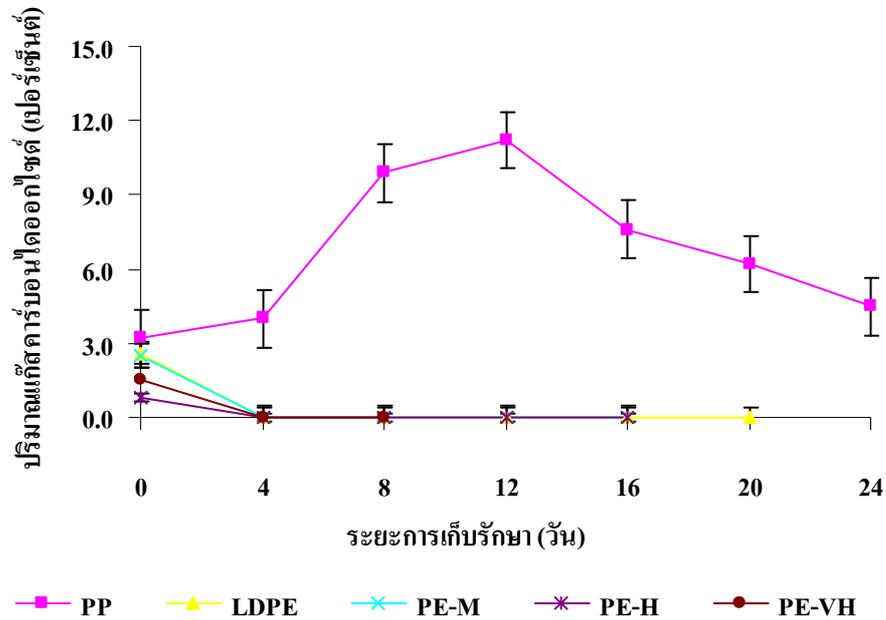
ตารางที่ 4 ปริมาณแก๊สออกซิเจน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และอัตราการหายใจของหน่อไม้หวานพันธุ์ห่อที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 8 วัน

ชนิดถุง	แก๊สออกซิเจน (เปอร์เซ็นต์)	แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (เปอร์เซ็นต์)	อัตราการหายใจ (มก.CO ₂ / กก.ชม.)
PP	5.77±1.65 ^c	9.90±0.60 ^a	34.20±2.10 ^a
LDPE	19.07±0.06 ^a	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b
PE-M	17.80±1.40 ^a	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b
PE-H	15.00±0.10 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b
PE-VH	14.87±0.65 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b

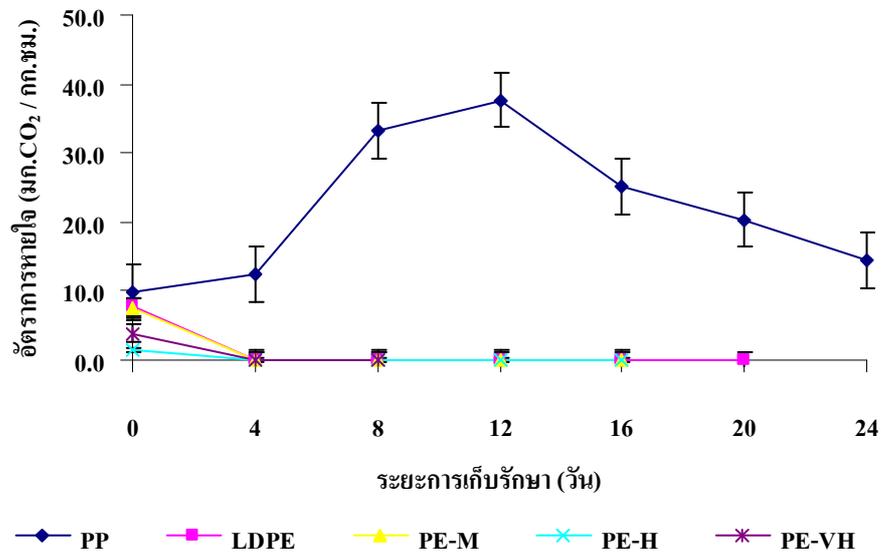
หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 17 ปริมาณแก๊สออกซิเจนของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 วัน



ภาพที่ 18 ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 วัน



ภาพที่ 19 อัตราการหายใจของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 วัน

4.1.15 การเกิดสีน้ำตาล

การเกิดสีน้ำตาลของหน่อไม้หวานพันธุ์หลักูที่บรรจุในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 8 วัน พบว่า หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PE-VH มีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) โดยมีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลเท่ากับ 2.80 คะแนน ในขณะที่หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M และ PE-H มีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเท่ากับ 0.80, 1.00, 0.80 และ 1.00 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 5) และคะแนนการเกิดสีน้ำตาลของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงทุกชนิดมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 20) สำหรับหน่อไม้ที่บรรจุในบรรจุในถุงชนิด PP มีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นช้ากว่าถุงชนิดอื่นๆ เนื่องจากตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาถุงชนิด PP มีปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในถุงที่ต่ำกว่าถุงชนิดอื่นๆ ทั้งนี้ ปริมาณแก๊สออกซิเจนที่ความเข้มข้นต่ำสามารถที่จะชะลอการเกิดสีน้ำตาลของหน่อไม้ได้ ถึงแม้ว่าออกซิเจนที่ความเข้มข้นต่ำนี้จะก่อให้เกิดความเสียหายกับฝักและผลไม้อาหารชนิดแต่ไม่เกิดกับหน่อไม้ (Shen *et al.*, 2006)

4.1.16 การเปลี่ยนแปลงสี

การเก็บรักษาหน่อไม้หวานพันธุ์ห่อสีในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่า ค่า L* ของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงทุกชนิดมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 21) โดยในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PE-VH มีค่า L* ต่ำที่สุด ($p \leq 0.05$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 77.38 ในขณะที่หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M และ PE-H มีค่า L* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 81.54, 81.86, 81.80 และ 8.33 ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ซึ่งค่า L* ของหน่อไม้หวานที่ลดลงแสดงให้เห็นว่าหน่อไม้หวานมีสีคล้ำขึ้น จากการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวของหน่อไม้หวาน เช่นเดียวกับ Nasar-Abbas *et al.* (2008) ที่ศึกษาการเก็บรักษาถั่วปากอ้า (*Vicia faba* L.) ภายใต้สภาพดัดแปลงบรรยากาศที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่า ถั่วปากอ้า มีค่า L* ลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 12 เดือน ในขณะที่ถั่วลันเตา (*Pisum sativum* L. var. *Saccharatum*) มีค่า L* เมื่อเก็บรักษาภายใต้สภาพดัดแปลงบรรยากาศที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน (Pariasca *et al.*, 2001)

หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PE-M และ PE-VH มีค่า chroma ที่ลดลงจนถึงวันที่ 4 ของการเก็บรักษา และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น ในขณะที่ค่า chroma ของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PP, LDPE และ PE-H มีแนวโน้มที่ลดลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา (ภาพที่ 22) ซึ่งในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PE-VH มีค่า chroma ที่สูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 16.24 แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่า chroma ของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PE-M ที่มีค่าเท่ากับ 14.98 ส่วนค่า chroma ของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด LDPE มีค่าเท่ากับ 14.35 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่า chroma ของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PE-M และ PE-H โดยค่า chroma ของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PE-H มีค่าเท่ากับ 13.38 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่า chroma ของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PP ที่มีค่าเท่ากับ 11.94 โดยเป็นค่า chroma ที่ต่ำที่สุด ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 5)

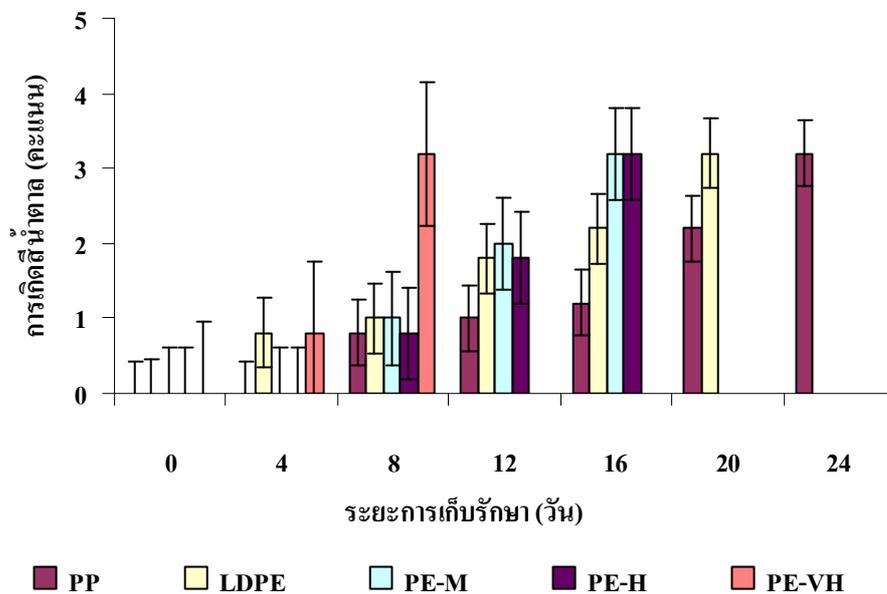
ค่า hue angle ของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PP ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 91.50 ซึ่งเป็นค่าที่สูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่า hue angle ของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PE-M ที่มีค่าเท่ากับ 90.07 และค่า hue angle ของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PE-M ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับค่า hue angle ของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด LDPE และ PE-H ที่มีค่าเท่ากับ 89.19 และ 89.02 ตามลำดับ ในขณะที่ค่า hue angle ของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PE-VH มีค่าต่ำที่สุดคือ 87.86 ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับค่า hue angle ของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด LDPE และ

PE-H (ตารางที่ 5) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาค่า hue angle ของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 23)

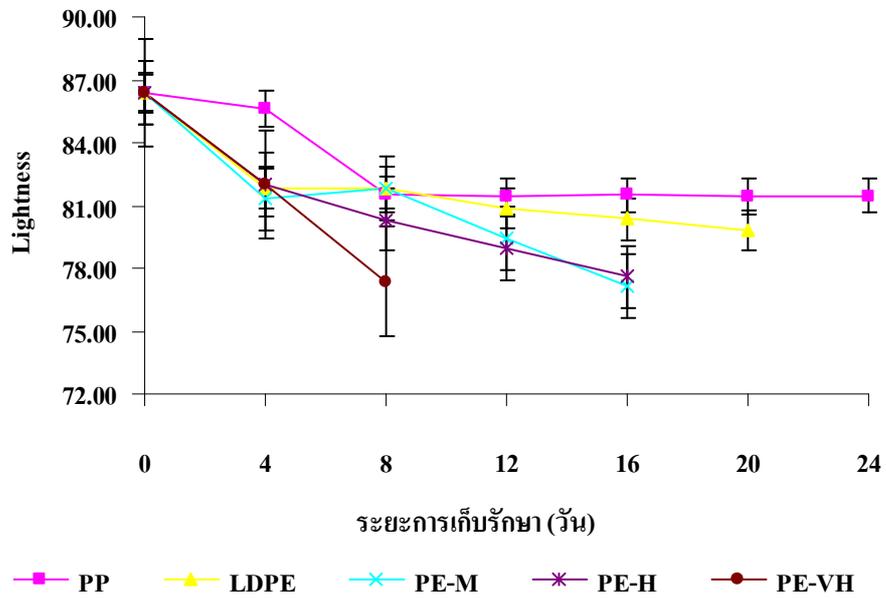
ตารางที่ 5 การเกิดสีน้ำตาล ค่า L* ค่า chroma และค่า hue angle ของหน่อไม้หวานพันธุ์ห่อที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 8 วัน

ชนิดถุง	การเกิดสีน้ำตาล	L*	chroma	hue angle (องศา)
PP	0.80±0.45 ^b	81.54±0.98 ^a	11.94±0.70 ^d	91.50±0.21 ^a
LDPE	1.00±0.00 ^b	81.86±0.98 ^a	14.35±0.58 ^{bc}	89.19±0.71 ^{bc}
PE-M	0.80±0.45 ^b	81.80±1.37 ^a	14.98±0.32 ^{ab}	90.07±1.18 ^{ab}
PE-H	1.00±0.00 ^b	80.33±1.65 ^a	13.38±0.66 ^{cd}	89.02±1.27 ^{bc}
PE-VH	2.80±0.45 ^a	77.38±2.40 ^b	16.24±1.38 ^a	87.86±0.42 ^c

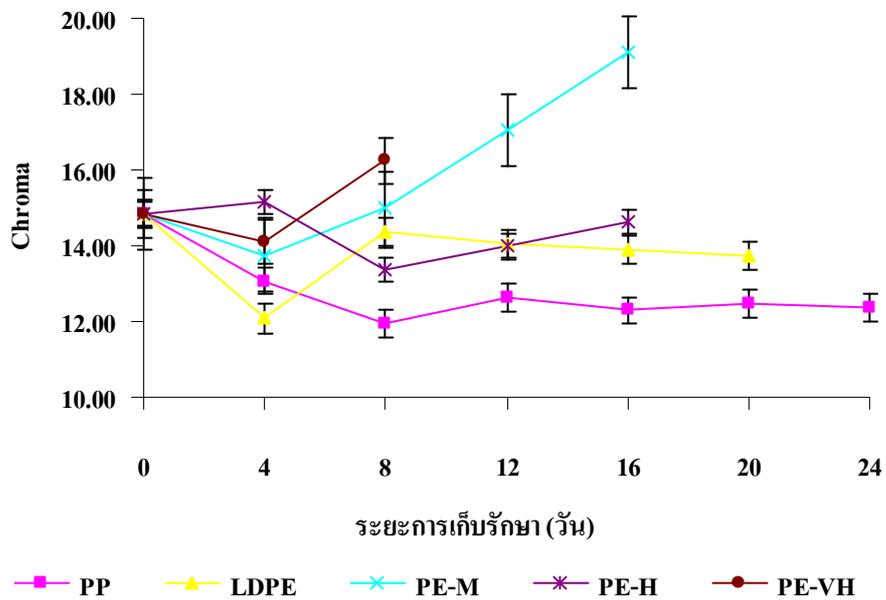
หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



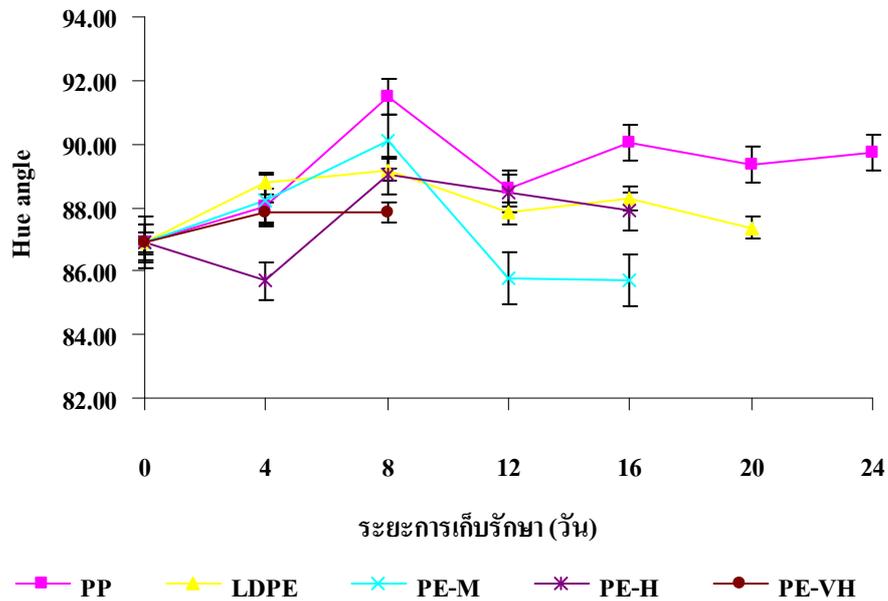
ภาพที่ 20 การเกิดสีน้ำตาลของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 วัน



ภาพที่ 21 ค่า L* ของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 วัน



ภาพที่ 22 ค่า chroma ของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 วัน



ภาพที่ 23 ค่า hue angle ของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 วัน

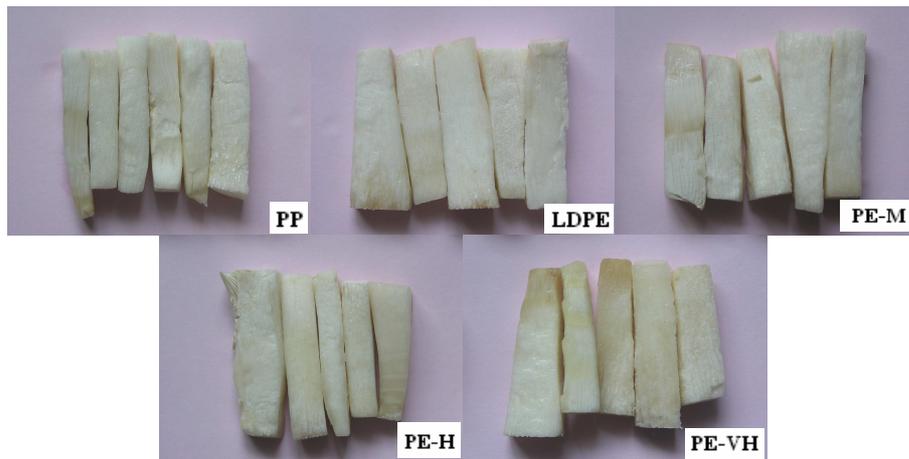
4.1.17 อายุการเก็บรักษา

การเก็บรักษาหน่อไม้หวานพันธุ์หลิ่วในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่า หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PP มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด ($p \leq 0.05$) คือ 23.67 วัน รองลงมาคือหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด LDPE มีอายุการเก็บรักษานาน 19.67 วัน ในขณะที่หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PE-M และ PE-H มีอายุการเก็บรักษานาน 11.67 วัน ส่วนหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PE-VH มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุด โดยมีอายุการเก็บรักษานาน 7.67 วัน ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 6) Kleinhenz *et al.* (2000) ได้อ้างถึงอายุการเก็บรักษาของหน่อไม่ว่าจะมีอายุการเก็บรักษาเพียง 1 วัน เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (20-25 องศาเซลเซียส) ในขณะที่การเก็บรักษาหน่อไม้ที่อุณหภูมิต่ำร่วมกับการเก็บรักษาไว้ในบรรจุภัณฑ์ชนิด LDPE นอกจากนี้ Jia *et al.* (2009) ยังพบว่า การเก็บรักษาบรอกโคลีภายใต้สภาพบรรยากาศตัดแปลงในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด (M0, M1 และ M2) เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 และ 20 องศาเซลเซียส สามารถที่จะยืดอายุการเก็บรักษาของบรอกโคลีได้เมื่อเปรียบเทียบกับบรอกโคลีในชุดควบคุม

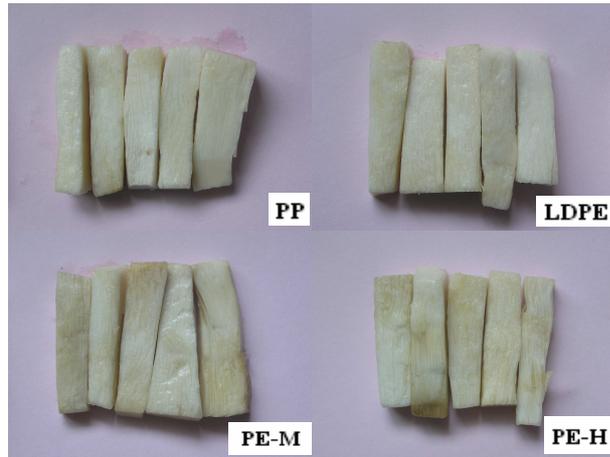
ตารางที่ 6 อายุการเก็บรักษาของหน่อไม้หวานพันธุ์หลี่จู๋ที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 8 วัน

ชนิดถุง	อายุการเก็บรักษา (วัน)
PP	23.67±0.58 ^a
LDPE	19.67±0.58 ^b
PE-M	11.67±0.58 ^c
PE-H	11.67±0.58 ^c
PE-VH	7.67±0.58 ^d

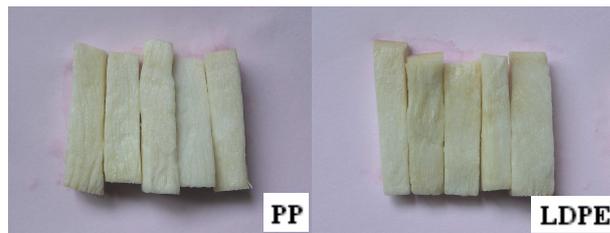
หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 24 หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 8 วัน



ภาพที่ 25 หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M และ PE-H เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 16 วัน



ภาพที่ 26 หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PP และ LDPE เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 20 วัน



ภาพที่ 27 หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PP เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 วัน

4.2 ผลของบรรจุภัณฑ์ถุงพลาสติกกับหน่อไม้หวานพันธุ์หลิ้งูบรรจุร่วมกับผักกาดแก้วและแครอทแปรรูปพร้อมบริโภค

4.2.1 การสูญเสียน้ำหนัก

การเก็บรักษาหน่อไม้หวานพันธุ์หลิ้งู ร่วมกับผักกาดหอมห่อและแครอทในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 7 วัน พบว่า ผักที่บรรจุในถุงชนิด PE-VH มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสูงสุด ($p \leq 0.05$) โดยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 0.54 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผักที่บรรจุในถุงชนิด PE-M, PE-H และ LDPE ที่มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 0.46, 0.43 และ 0.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักที่บรรจุในถุงชนิด PP มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 0.26 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7) โดยผักที่บรรจุในถุงทุกชนิดมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักที่เพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น (ภาพที่ 28) เช่นเดียวกับมะเขือเทศ (CV' Liberto) ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบดัดแปลงสภาพบรรยากาศ 4 ชนิด (PE20, PE50, PVC และ PP) (Batu and Thomson, 1998) ที่มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น

4.2.2 การเกิดสีน้ำตาลของหน่อไม้หวานพันธุ์หลิ้งู

การเกิดสีน้ำตาลของหน่อไม้หวานพันธุ์หลิ้งูที่บรรจุร่วมกับผักกาดหอมห่อ และแครอทในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 7 วัน พบว่า หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PE-VH มีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลสูงสุด ($p \leq 0.05$) โดยมีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลเท่ากับ 3.00 คะแนน รองลงมาคือหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PE-M และ PE-H ที่มีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลเท่ากับ 2.00 และ 2.20 คะแนน ตามลำดับ ในขณะที่หน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงชนิด PP และ LDPE มีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่น้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) และมีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลเท่ากัน คือ 0.00 คะแนน (ตารางที่ 7) และคะแนนการเกิดสีน้ำตาลของหน่อไม้หวานที่บรรจุในถุงทุกชนิดจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 29)

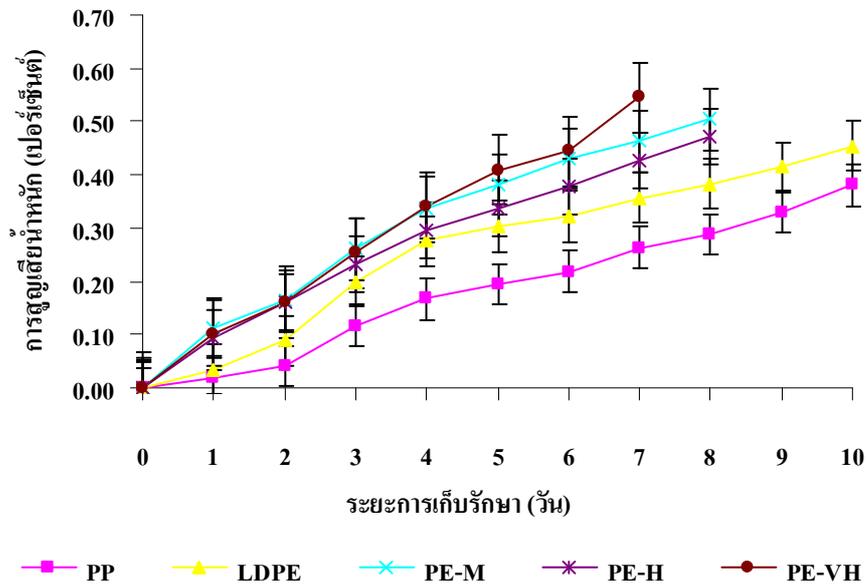
4.2.3 การเกิดสีชมพูบริเวณรอยตัดของผักกาดหอมห่อ

การเกิดสีชมพูบริเวณรอยตัดของผักกาดหอมห่อที่บรรจุร่วมกับหน่อไม้หวานพันธุ์หรั่ง และ แครอทในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 7 วัน พบว่า ผักกาดหอมห่อที่บรรจุในถุงชนิด PE-H และ PE-VH มีคะแนนการเกิดสีชมพูบริเวณรอยตัดเท่ากันและเกิดมากที่สุด ($p \leq 0.05$) โดยมีคะแนนการเกิดสีชมพูเท่ากับ 2.00 คะแนน ในขณะที่ผักกาดหอมห่อที่บรรจุในถุงชนิด LDPE และ PE-M มีคะแนนการเกิดสีชมพูไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนเท่ากับ 1.00 และ 1.20 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 7) ส่วนผักกาดหอมห่อที่บรรจุในถุงชนิด PP ไม่ปรากฏการเกิดสีชมพูตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ในขณะที่คะแนนการเกิดสีชมพูของผักกาดหอมห่อที่บรรจุในถุงชนิด LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH จะมีคะแนนเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 30)

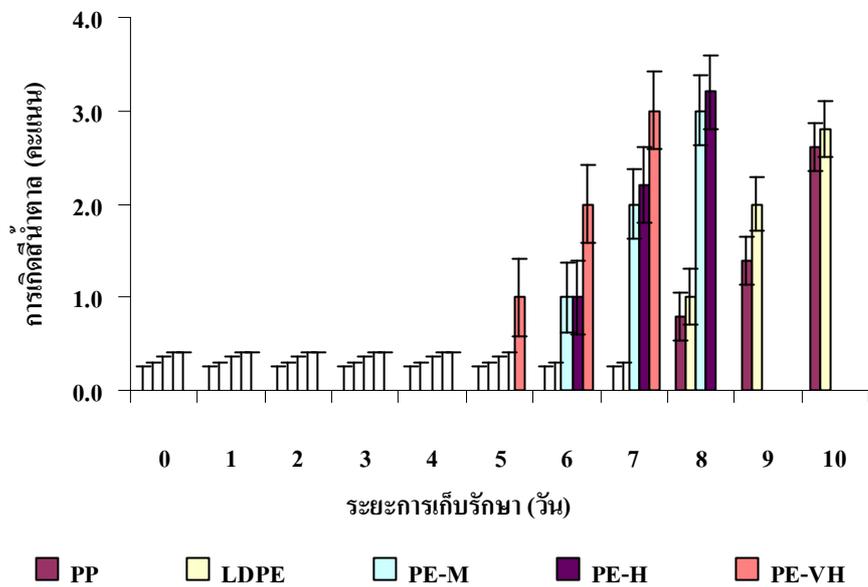
ตารางที่ 7 การสูญเสียน้ำหนัก การเกิดสีน้ำตาลของหน่อไม้หวานพันธุ์หรั่ง และการเกิดสีชมพูบริเวณรอยตัดของผักกาดหอมห่อที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 7 วัน

ชนิดถุง	การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)	การเกิดสีน้ำตาล (คะแนน)	การเกิดสีชมพู (คะแนน)
PP	0.26±0.04 ^d	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^c
LDPE	0.36±0.06 ^c	0.00±0.00 ^c	1.00±0.00 ^b
PE-M	0.46±0.05 ^b	2.00±0.00 ^b	1.20±0.45 ^b
PE-H	0.43±0.09 ^{bc}	2.20±0.45 ^b	2.00±0.00 ^a
PE-VH	0.54±0.01 ^a	3.00±0.00 ^a	2.00±0.00 ^a

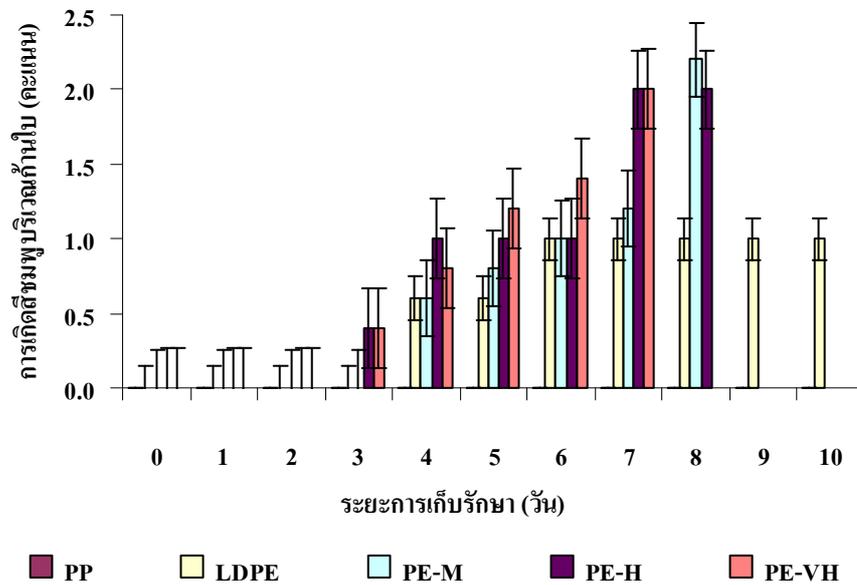
หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 28 การดูดซับน้ำหนักของหน่อไม้หวานพันธุ์ห่อฉิว ผักกาดหอมห่อ และแครอทแปรรูปพร้อมบริโภคที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 วัน



ภาพที่ 29 การเกิดสื่อน้ำตาลของหน่อไม้หวานพันธุ์ห่อฉิวที่บรรจุร่วมกับแครอทและผักกาดหอมห่อในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 วัน



ภาพที่ 30 การเกิดสีชมพูบริเวณรอยตัดของฝักกาดหอมห่อที่บรรจุร่วมกับหน่อไม้พันธุ์ห่อหุ้มและแคโรทในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 วัน

4.2.4 ปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในถุง

การเก็บรักษาหน่อไม้หวานพันธุ์ห่อหุ้ม ร่วมกับฝักกาดหอมห่อและแคโรทในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 7 วัน พบว่า ฝักที่บรรจุในถุงชนิด PE-H และ PE-VH มีปริมาณแก๊สออกซิเจนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในถุงเท่ากับ 9.78 และ 6.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีปริมาณแก๊สออกซิเจนที่สูงกว่าฝักที่บรรจุในถุงชนิด PP, LDPE และ PE-M ที่มีปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในถุงเท่ากับ 0.00, 3.26 และ 0.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 8) ปริมาณแก๊สออกซิเจนของฝักที่บรรจุในถุงชนิด PP มีปริมาณที่ลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา จากนั้นจะเข้าสู่ภาวะสมดุลจนฝักหมดอายุการเก็บรักษา ส่วนปริมาณแก๊สออกซิเจนของฝักที่บรรจุในถุงชนิด LDPE, PE-M และ PE-H จะมีปริมาณลดลงจนถึงวันที่ 3 จากนั้นจะเข้าสู่ภาวะสมดุลจนฝักหมดอายุการเก็บรักษา ในขณะที่ปริมาณแก๊สออกซิเจนของฝักที่บรรจุในถุงชนิด PE-VH มีปริมาณลดลงจนถึงวันที่ 2 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนฝักหมดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 31)

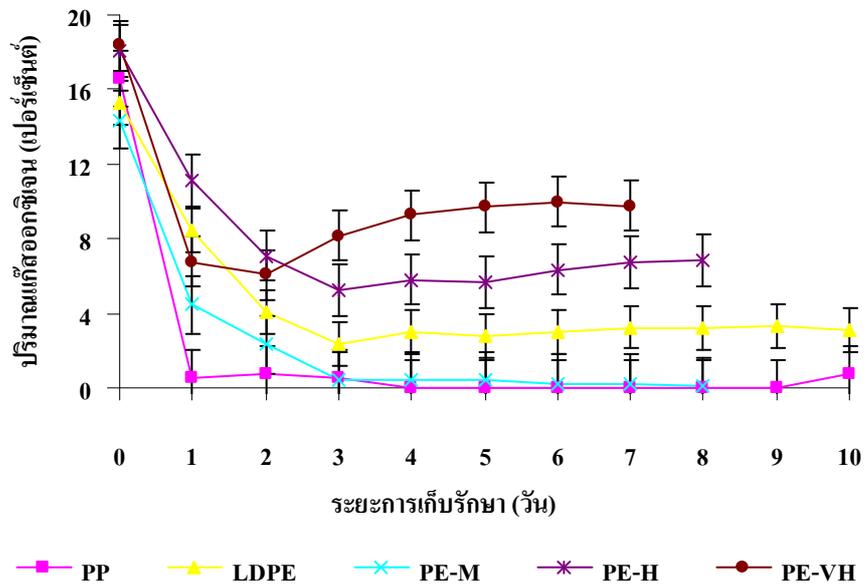
4.2.5 ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุง

ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ของหน่อไม้หวานพันธุ์ห่อหุ้มที่บรรจุร่วมกับผักกาดหอมห่อและแครอทในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 7 วัน พบว่า ผักที่บรรจุในถุงชนิด PP มีปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในถุงสูงที่สุด คือมีปริมาณเท่ากับ 12.06 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ของผักที่บรรจุในถุงชนิด LDPE และ PE-M ที่มีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณเท่ากับ 1.00 และ 0.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ผักที่บรรจุในถุงชนิด PE-H และ PE-VH ตรวจไม่พบปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (ตารางที่ 8) โดยปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ของผักที่บรรจุในถุงชนิด PP มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนผักหมดอายุการเก็บรักษา ในขณะที่ผักที่บรรจุในถุงชนิด LDPE มีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 2 จากนั้นจะมีปริมาณลดลงและเข้าสู่สภาวะสมดุลจนผักหมดอายุการเก็บรักษา ส่วนปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ของผักที่บรรจุในถุงชนิด PE-M มีปริมาณเพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 1 จากนั้นจะมีปริมาณลดลงและเข้าสู่สภาวะสมดุลจนผักหมดอายุการเก็บรักษา และผักที่บรรจุในถุงชนิด PE-H และ PE-VH ตรวจไม่พบปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 32)

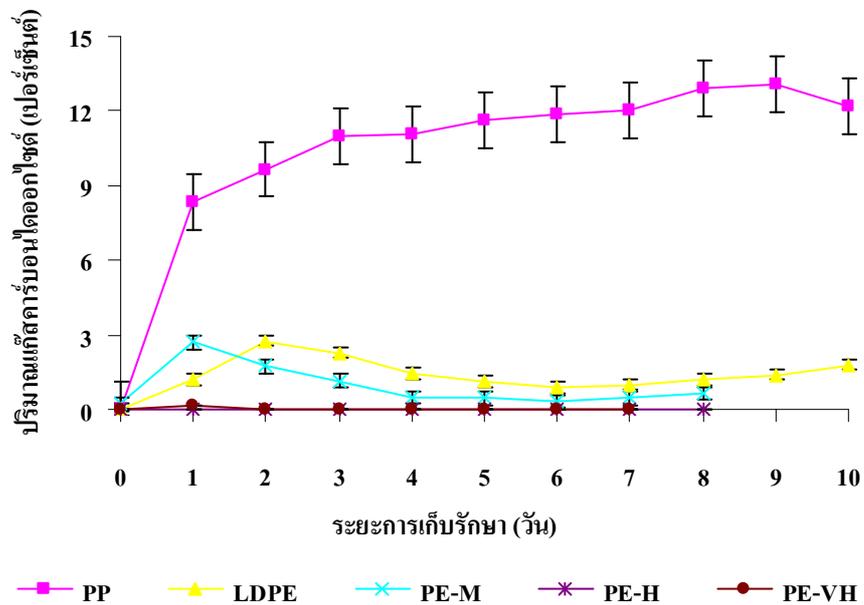
ตารางที่ 8 ปริมาณแก๊สออกซิเจน และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงชนิดต่างๆ ที่บรรจุหน่อไม้หวานพันธุ์ห่อหุ้ม ผักกาดหอมห่อ และแครอทแปรรูปพร้อมบริโภค เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 7 วัน

ชนิดถุง	แก๊สออกซิเจน (เปอร์เซ็นต์)	แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (เปอร์เซ็นต์)
PP	0.00±0.00 ^b	12.06±0.77 ^a
LDPE	3.26±4.06 ^b	1.00±0.81 ^b
PE-M	0.24±0.43 ^b	0.46±0.50 ^{bc}
PE-H	6.72±3.59 ^a	0.00±0.00 ^c
PE-VH	9.78±1.37 ^a	0.00±0.00 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 31 ปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในถุงภายในถุงชนิดต่างๆ ที่บรรจุหน่อไม้หวานพันธุ์หมีจูร่วมกับแครอทและผักกาดหอมห่อ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 วัน



ภาพที่ 32 ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงภายในถุงชนิดต่างๆ ที่บรรจุหน่อไม้หวานพันธุ์หมีจูร่วมกับแครอทและผักกาดหอมห่อ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 วัน

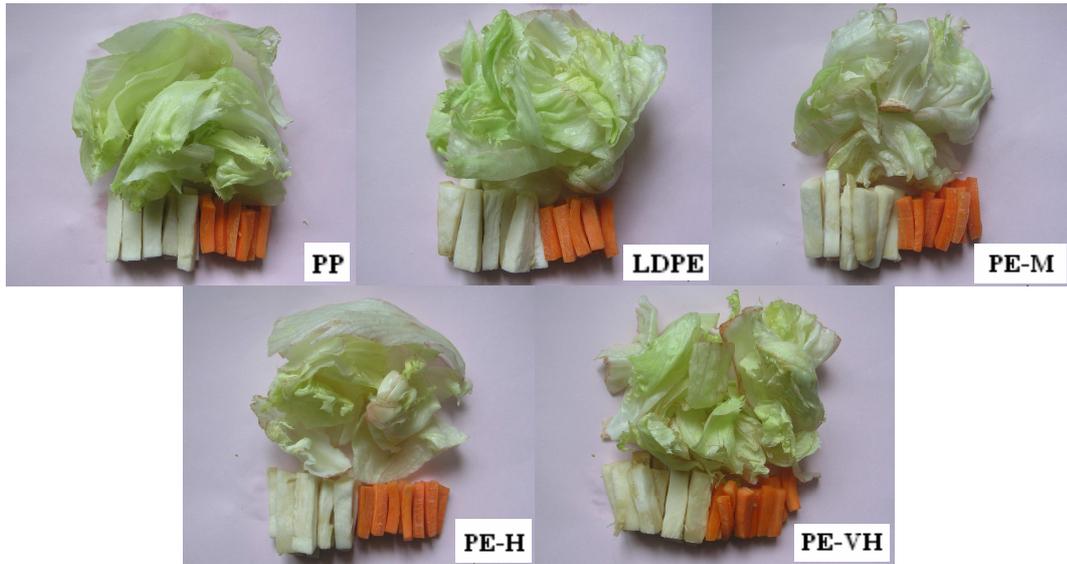
4.2.6 อายุการเก็บรักษา

การเก็บรักษาหน่อไม้หวานพันธุ์หลิ่ว ร่วมกับผักกาดหอมห่อและแครอทในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่า ผักที่บรรจุในถุงชนิด PP และ LDPE มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด ($p \leq 0.05$) คือ 10.00 และ 9.80 วัน ตามลำดับ รองลงมาคือผักที่บรรจุในถุงชนิด PE-M และ PE-H ที่มีอายุการเก็บรักษาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีอายุการเก็บรักษานาน 8.00 และ 7.80 วัน ตามลำดับ ในขณะที่ผักที่บรรจุในถุงชนิด PE-VH มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุด โดยมีอายุการเก็บรักษานาน 7.00 วัน ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 9)

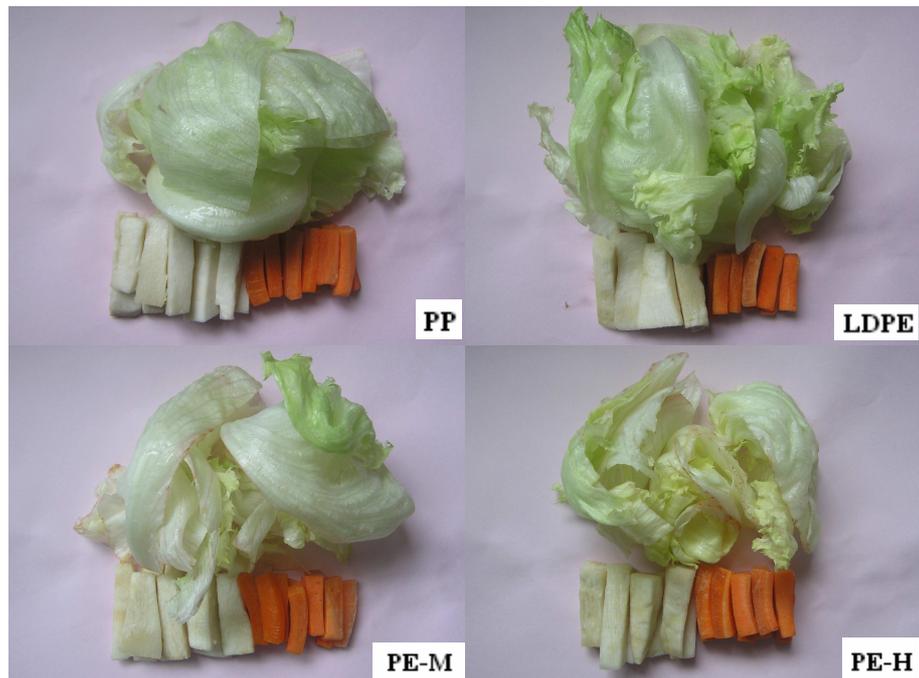
ตารางที่ 9 อายุการเก็บรักษาของหน่อไม้หวานพันธุ์หลิ่ว ผักกาดหอมห่อ และแครอทแปรรูปพร้อมบริโภคที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ชนิดถุง	อายุการเก็บรักษา (วัน)
PP	10.00±0.00 ^a
LDPE	9.80±0.45 ^a
PE-M	8.00±0.00 ^b
PE-H	7.80±0.45 ^b
PE-VH	7.00±0.00 ^c

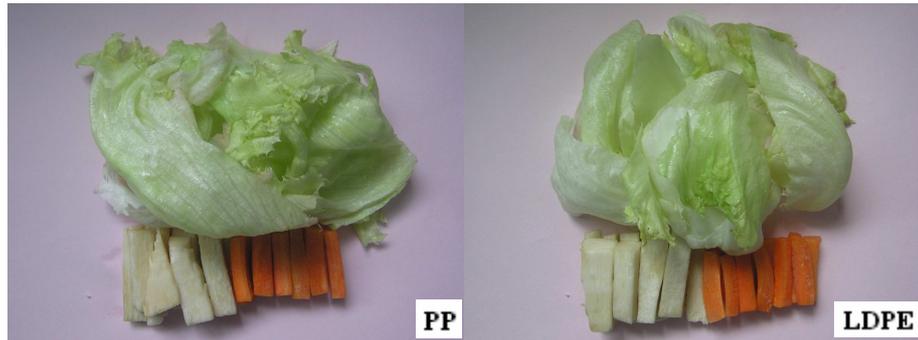
หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 33 หน่อไม้หวานที่บรรจุร่วมกับผักกาดหอมห่อและแครอทในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M, PE-H และ PE-VH เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 7 วัน



ภาพที่ 34 หน่อไม้หวานที่บรรจุร่วมกับผักกาดหอมห่อและแครอทในถุงชนิด PP, LDPE, PE-M และ PE-H เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 8 วัน



ภาพที่ 35 หน่อไม้หวานที่บรรจุร่วมกับผักกาดหอมห่อและแครอทในถุงชนิด PP และ LDPE เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 วัน