Agricultural Sci. J. 42 : 1 (Suppl.) : 587-590 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 1 (พิเศษ) : 587-590 (2554)

การบรรจุเห็ดนางรมฮังการีเพื่อการประยุกต์ใช้งานเชิงพาณิชย์

Packaging of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kummer) for Commercial Application

ปิติรัตน์ กลิ่นธรรม[1] บงกช หะรารักษ์[1] ชาริณี วิโนทพรรษ์[1] นพดล เกิดดอนแฝก[1] และวรรณี ฉินศิริกุล[1]

Pitirat Klintham[1], Bongkot Hararak[1], Charinee Winotapan[1], Noppadon Keddonfag[1] and Wanee Chinsirikul[1]

Abstract

Mushrooms are highly perishable and have high market demands. One major problem found in the mushroom market is its rapid deterioration within a day after harvest. The aim of this experiment was to study the optimum modified atmosphere of oyster mushroom and try to apply this concept for commercial application. Tests were performed by packaging eighty grams of oyster mushroom in a cylindrical acrylic jar that had a total volume of 1,330 ml. The jar had one open end and was thus covered with a plastic film lid to allow for gas permeation over the area of 95 cm^2. Three types of films were used in this study. These films had different permselectivity or different ratios of CO_2 permeation to O_2 permeation (β). Such three films were: 1) common biaxially-oriented polypropylene film (BOPP; β= 2.46), 2) moderate oxygen transmission film with a higher β than that of BOPP (PE-1; β = 4.06) and 3) ultra high oxygen transmission film with a uniquely low β of <1 (PP-2; β = 0.35). Packaged mushrooms were stored at 0±1^{O}C. Resulting gas compositions (oxygen and carbon dioxide) and their changes during storage in the jars were measured and used for designing another form of mushroom package in a pouch or bag. The same three types of plastic films were made into bags with size of 41x46 cm. It should be noted that only the third PP-2 film (ultra high O_2 permeation) were combined with BOPP and sealed on the side. The second series of experiments involved packaging 1,000 grams of oyster mushroom in the three plastic bags and stored at 0±1^{O}C. The results showed that the 'BOPP-PP2' bags could effectively prolong the shelf-life of oyster mushroom up to 8 days. However, the mushroom packaged in normal BOPP bags could be kept only for 2 days. Off-odors were apparent due to anaerobic respiration. For PE-1 bag, the shelf-life of mushroom was 4 days.

Keywords: mushrooms, modified atmosphere packaging

บทคัดย่อ

เห็ดเป็นผลิตผลที่เกิดการเสื่อมเสียได้ง่ายและมีความต้องการของตลาดสูง ปัญหาหลักที่พบในการจำหน่ายเห็ดสดคือการเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็วภายหลังการเก็บเกี่ยว การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการบรรจุในสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่มีความเหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาเห็ดนางรมฮังการีเพื่อการประยุกต์ใช้งานจริง โดยบรรจุเห็ดนางรมฮังการีน้ำหนัก 80 กรัมลงในโหลอะคริลิกทรงกระบอกปลายปิดหนึ่งด้านซึ่งมีปริมาตร 1,330 มิลลิลิตร โดยส่วนด้านบนของโหลอะคริลิกปลายเปิดสำหรับการปิดผนึกด้วยฟิล์มพลาสติก ซึ่งมีพื้นที่สำหรับการแพร่ผ่านของก๊าซ 95 ตารางเซนติเมตร โดยฟิล์มพลาสติกที่ใช้มีอัตราการแพร่ผ่านของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อออกซิเจน (β) แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ 1) ฟิล์มพอลิพรอพิลีนชนิดดึงยืดสองทิศทาง (BOPP; β = 2.46) 2) ฟิล์มที่มีค่าการแพร่ผ่านของก๊าซออกซิเจนอยู่ในช่วงปานกลางและค่า β สูงกว่า BOPP (PE-1; β = 4.06) และ 3) ฟิล์มที่มีค่าการแพร่ผ่านของก๊าซออกซิเจนสูงพิเศษและมีอัตราการเลือกให้ก๊าซออกซิเจนผ่านสูงกว่าคาร์บอนไดออกไซด์หรือ β ต่ำกว่า 1 (PP-2; β = 0.35) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1 ^{o}C จากนั้นนำข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจนภายในภาชนะบรรจุมาออกแบบการบรรจุเห็ดนางรมฮังการีน้ำหนัก 1,000 กรัมในถุงพลาสติกขนาด 41x46 เซนติเมตร จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ถุง BOPP ถุง PE-1 และถุงเชิงประกอบพอลิโพรพิลีน-2 (BOPP-PP2) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 ± 1 องศาเซลเซียส พบว่า เห็ดนารมฮังการีที่บรรจุในถุง BOPP-PP2 สามารถเก็บรักษาได้ 8 วัน โดยยังไม่เกิดกลิ่นผิดปกติ ส่วนเห็ดนางรมฮังการีที่บรรจุในถุง BOPP ทั่วไป สามารถเก็บรักษาได้เพียง 2 วัน เนื่องจากเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนส่งผลให้เกิดกลิ่นที่ผิดปกติและเห็ดนางรมฮังการีที่บรรจุในถุง PE-1 เก็บรักษาได้เพียง 4 วัน

คำสำคัญ: เห็ด การบรรจุในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

[1] เทคโนโลยีโพลิเมอร์ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ปทุมธานี 12120

[1] Polymer Technology, National Metal and Materials Technology Center, National Science and Technology Development Agency, Pathumthani 12120

คำนำ

เห็ดนางรมฮังการีจัดอยู่ในสกุลเห็ดนางรม (*Pleurotus osttreatus*) สามารถผลิตได้ดีแม้อากาศร้อน โดยธรรมชาติของเห็ดจะเกิดการสูญเสียคุณภาพอย่างรวดเร็วภายในเวลาไม่กี่ชั่วโมงหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การเหี่ยวหรือการม้วนงอของหมวกเห็ดเนื่องจากการสูญเสียน้ำ การเกิดการเปลี่ยนของสีจากสีขาวไปเป็นสีเหลืองเนื่องจากปฏิกิริยาชีวเคมีบางประเภท เป็นต้น การนำเทคโนโลยีการบรรจุในสภาพดัดแปลงบรรยากาศมาใช้กับเห็ดยังคงมีข้อจำกัด อันเนื่องจาก เห็ดมีอัตราการหายใจที่สูงมีการใช้ออกซิเจนในการหายใจและปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงมากกว่าผลิตผลทางการเกษตรหลายๆ ชนิด ดังนั้น การเลือกใช้วัสดุทางการบรรจุที่จะนำมาใช้ในการบรรจุเห็ดในสภาพบรรยากาศดัดแปลงยังคงทำได้ยาก ซึ่งในขณะนี้ทางศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติได้ทำการพัฒนาฟิล์มพลาสติกที่มีความสามารถในการแพร่ผ่านของก๊าซสูงพิเศษ ซึ่งมีค่าการผ่านของก๊าซสูงมากกว่าฟิล์มพลาสติกทั่วไปที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดและสามารถที่จะควบคุมอัตราการผ่านของก๊าซให้ได้ในระดับต่างๆ ตามที่ต้องการโดยใช้เทคนิคการควบคุมโครงสร้างของพอลิเมอร์ในกระบวนการผลิต เพื่อนำมาใช้เป็นวัสดุทางการบรรจุสำหรับผลิตผลทางการเกษตร ซึ่งจากปัญหาเรื่องการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของเห็ดทำให้ทางคณะผู้วิจัยมีความสนใจและอยากจะศึกษาการบรรจุในสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่มีความเหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาเห็ดนางรมฮังการีที่สามารถประยุกต์ใช้งานในเชิงพาณิชย์ได้จริง โดยการศึกษาการบรรจุเห็ดนางรมฮังการีน้ำหนัก 1,000 กรัม เพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้งานในการเก็บรักษาเห็ดของเกษตรกรผู้เพาะปลูกเพื่อลดปัญหาการขึ้นลงของราคาเห็ดที่มีอยู่ในปัจจุบันได้

อุปกรณ์และวิธีการ

เห็ดนางรมฮังการีจากตลาดไทถูกนำมาคัดคุณภาพและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหมวกเห็ดให้ใกล้เคียงกัน จากนั้นนำเห็ดนางรมฮังการี 1,000 กรัม บรรจุลงถุงบรรจุภัณฑ์ 4 ชนิด ซึ่งมีขนาด 41 ซม. X 46 ซม. โดยประกอบด้วย (1) ถุงฟิล์มพอลิพรอพิลีน (BOPP), (2) ถุงฟิล์มที่มีค่าการแพร่ผ่านของก๊าซออกซิเจนอยู่ในช่วงปานกลางและค่า β สูงกว่า BOPP (PE-1) (3) ถุงเชิงประกอบพอลิพรอพิลีน-2 (PP-B2, BOPP พื้นที่ 1886 cm^2 ประกบกับ ultra high OTR-2 พื้นที่ 18886cm^2) ฟิล์มที่ใช้และบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด มีค่าการผ่านของก๊าซดังแสดงในตารางที่ 1 (Table 1) ทั้งนี้ทดสอบการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1^{O}C โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ทำการบันทึกผลการทดลองในวันที่ 0, 2, 4, 6 และ 8 ของการเก็บรักษา มีการบันทึกการเปลี่ยนแปลงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และก๊าซออกซิเจน (O_2) ภายในภาชนะบรรจุ โดยสุ่มเก็บก๊าซจากช่องว่างบรรยากาศภายในภาชนะบรรจุเห็ดนางรมฮังการีโดยใช้เครื่อง dual head space analyzer Mocon Pack Check^{TM} model 650 รายงานค่าในหน่วยร้อยละ (%) การสูญเสียน้ำหนักรายงานค่าในหน่วยร้อยละ (%) วัดการเปลี่ยนแปลงค่าสีบริเวณหมวกเห็ดโดย เครื่องวัดสี MiniscanEZ HunterLab รายงานค่าในหน่วย L a b

Table 1. Gas transmission properties of BOPP, PE-1 and PP-2 three films used in this study

Film	Thickness (μm)	WVTR (g/m^2/day)	OTR* (cc/m^2/day)	CO_2TR* (cc/m^2/day)	Permeability ratio ($\beta = P_{CO2}/P_{O2}$)	Package	OTR of package** (cc/pkg.day)	CO_2TR of package** (cc/pkg.day)	WVTR of package** (g/pkg.day)
BOPP	25±0.1	4.5±0.1	1,200±70	3,000±100	2.46	BOPP	450±2	1,100±100	1.7±0.2
PE-1	26±0.1	21.6±0.5	8,600±250	33,000±700	4.06	PE-1	3,200±50	12,000±500	8.5±0.5
PP2	44±0.1	33.5±4.0	220,000±15,000	77,000±1,600	0.35	BOPP-PP2	42,000±200	15,000±100	9.2±0.5

Note: * tested at 23^{O}C, 0%RH, ** Bags size 41X46 cm.

ผลและวิจารณ์

จากการทดลองพบว่า การเปลี่ยนแปลงของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และก๊าซออกซิเจน (O_2) ภายในถุงบรรจุเห็ดนางรมฮังการีดังภาพที่ 1 (Figure 1) การเปลี่ยนแปลงของ CO_2 และ O_2 ภายในถุงบรรจุเห็ดนางรมฮังการีสอดคล้องกับอัตราการหายใจ คุณสมบัติของฟิล์มพลาสติกที่นำมาทำภาชนะบรรจุ พื้นที่ในการซึมผ่านของก๊าซ (ขนาดถุง) และอุณหภูมิ ผลจากการศึกษา พบว่า ถุงบรรจุเห็ดนางรมฮังการีชนิดพอลิพรอพิลีน (BOPP) และพอลิเอทิลีน (PE-1) เกิดการสะสมของประมาณ CO_2 สูง (Figure 1A and 1B) และมีการลดลงของปริมาณ O_2 ภายถุงอย่างรวดเร็วและเหลือน้อยกว่าร้อยละ 1 สาเหตุอันเนื่องมาจากสภาพให้ซึมผ่านได้ของฟิล์ม BOPP และ PE-1 ค่อนข้างต่ำเมื่อนำมาใช้บรรจุเห็ดนางรมฮังการีซึ่งมีอัตราการหายใจที่สูงมากทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซไม่เพียงพอ ผลจากการเกิดการสะสมของปริมาณ CO_2ในระดับความเข้มข้นที่

สูงและการลดลงของปริมาณ O_2 ที่ลดลงและมีปริมาณน้อยไม่เพียงพอต่อการหายใจของเห็ดนางรมฮังการี่ทำให้เห็ดนางรมฮังการี่ที่บรรจุในถุงชนิด BOPP และ PE-1 เกิดกลิ่นผิดปกติอันเนื่องมาจากการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนและเป็นสาเหตุหนึ่งของการไม่ยอมรับของผู้บริโภคได้เนื่องจากเห็ดมีกลิ่นรสที่ผิดปกติไปจากธรรมชาติ ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงของ CO_2 และ O_2 ภายถุงเชิงประกอบ BOPP-PP2 ซึ่งมีส่วนประกอบของฟิล์มพลาสติกชนิด PP-2 ซึ่งที่มีค่าซึมผ่านของแก๊สสูงแบบพิเศษ (Table. 1) พบว่า ยังคงมีปริมาณ O_2 ภายในภาชนะบรรจุที่มากเพียงพอสำหรับการหายใจของเห็ดนางรมฮังการี จากการทดลองพบว่าเห็ดนางรมฮังการีที่บรรจุในถุง BOPP และ PE-1 สามารถเก็บรักษาได้เพียง 2 วัน และเกิดกลิ่นผิดปกติเนื่องจากสภาพบรรยากาศในการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสม ทำให้เกิดการสะสมของสารประกอบจำพวกอะเซทัลดีไฮด์หรือเอทานอลในเนื้อเยื่อของผลิตผลจึงทำให้มีกลิ่นรสที่ผิดปกติ (Pesis and Avissar, 1989) สำหรับปริมาณ O_2 ที่น้อยกว่าร้อยละหนึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดการสูญเสียกลิ่นรสตามธรรมชาติของเห็ด (Anon, 1995) ส่วนเห็ดนางรมฮังการีที่บรรจุในถุง BOPP-PP2 สามารถเก็บรักษาได้นาน 8 วันโดยยังคงความสดและลักษณะปรากฏที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและไม่เกิดกลิ่นผิดปกติ

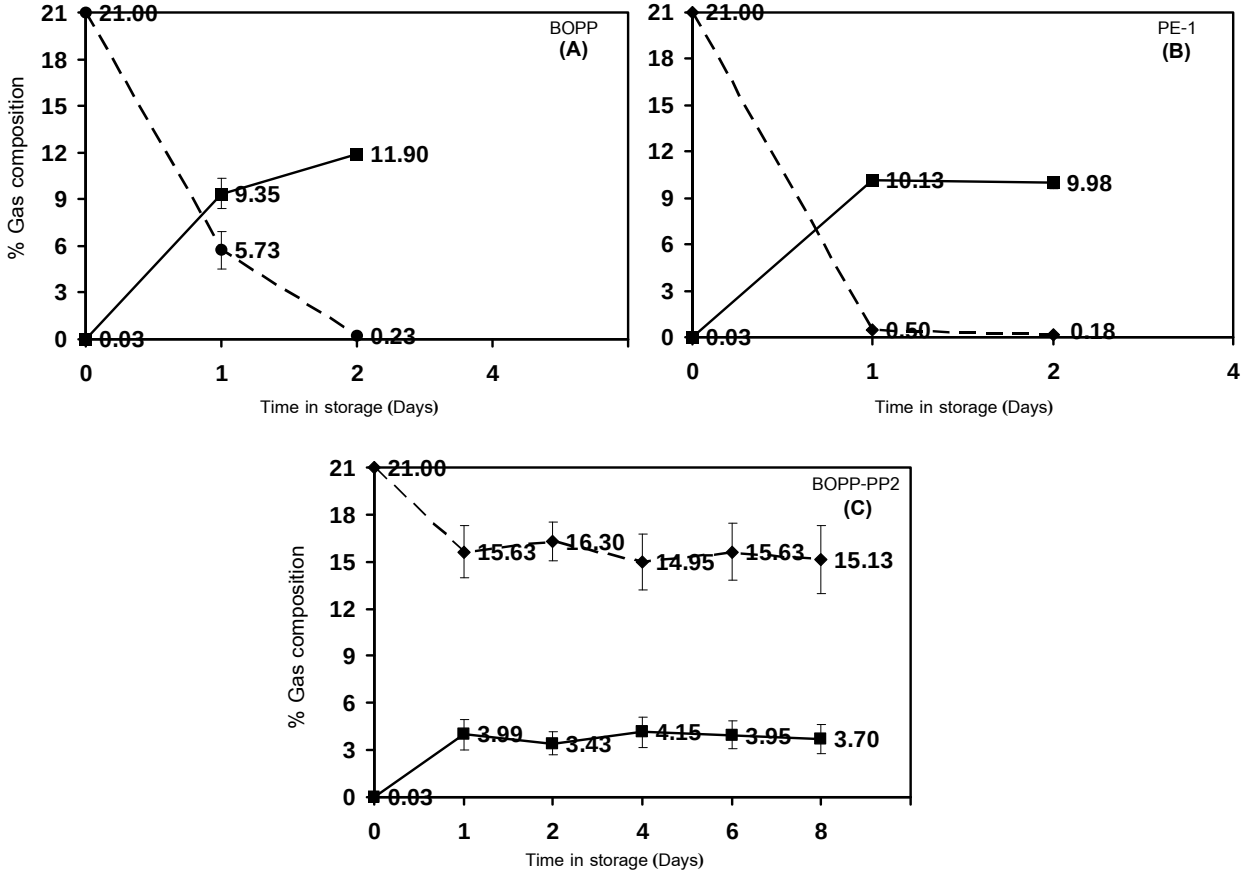

Figure 1. Oxygen (- - -) and carbon dioxide (——) concentrations (%) in packages: BOPP (1A), PE-1 (1B) and BOPP-PP2 bags (1C) during storage at 0±1°C

การเปลี่ยนแปลงค่าสีบริเวณหมวกเห็ดของเห็ดนางรมฮังการีถือเป็นดัชนีบ่งชี้การยอมรับของผู้บริโภคได้ โดยค่าความสว่าง (L value) และค่าสีเหลือง (b value) สามารถใช้อธิบายการเปลี่ยนจากสีขาวเป็นเป็นสีเหลืองบริเวณหมวกเห็ดซึ่งเป็นการเสื่อมคุณภาพทางลักษณะปรากฏของเห็ดได้ จากการทดลองพบว่า ค่าความสว่างของเห็ดนางรมฮังการีที่บรรจุในถุง BOPP-PP2 ค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาและไม่พบความแตกต่างระหว่างวันแรกและวันสุดของการเก็บรักษา ส่วนค่าสีเหลือง (b value) ของเห็ดนางรมฮังการีที่บรรจุในถุง BOPP-PP2 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างจากวันแรกของการเก็บรักษามากนัก เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเห็ดนางรมฮังการีที่บรรจุในถุง BOPP, PE-1 และ BOPP-PP2 ดัง Figure 2 การสูญเสียน้ำหนักถือเป็นดัชนีที่มีความสำคัญในการบ่งชี้การเสื่อมคุณภาพของเห็ด เนื่องจากตามธรรมชาติของเห็ดนั้นจะมีการสูญเสียน้ำอย่างรวดเร็วภายหลังการเก็บเกี่ยวซึ่งส่งผลถึงลักษณะปรากฏที่ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เช่น การเหี่ยว การมีสีคล้ำขึ้นของดอกเห็ดได้ ในผักหรือผลไม้บางชนิดการสูญเสียน้ำเพียงร้อยละ 5 ของน้ำหนัก

เริ่มต้น สามารถมีผลทำให้มีลักษณะปรากฏไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้ (Yaguang *et al*., 2004) ดังนั้น การเก็บรักษาเห็ดที่ดีต้องสามารถที่จะลดอัตราการสูญเสียน้ำและคงรักษาน้ำหนักได้ด้วย จากการทดลอง พบว่า เห็ดนางรมฮังการีที่บรรจุในถุงชนิด BOPP-PP2 มีการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา 8 วัน อยู่ในช่วงร้อยละ 0.8-1.4 ของน้ำหนักเริ่มต้น ซึ่งการสูญเสียน้ำหนักในระดับนี้ยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่น้อยและยังคงมีลักษณะปรากฏเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

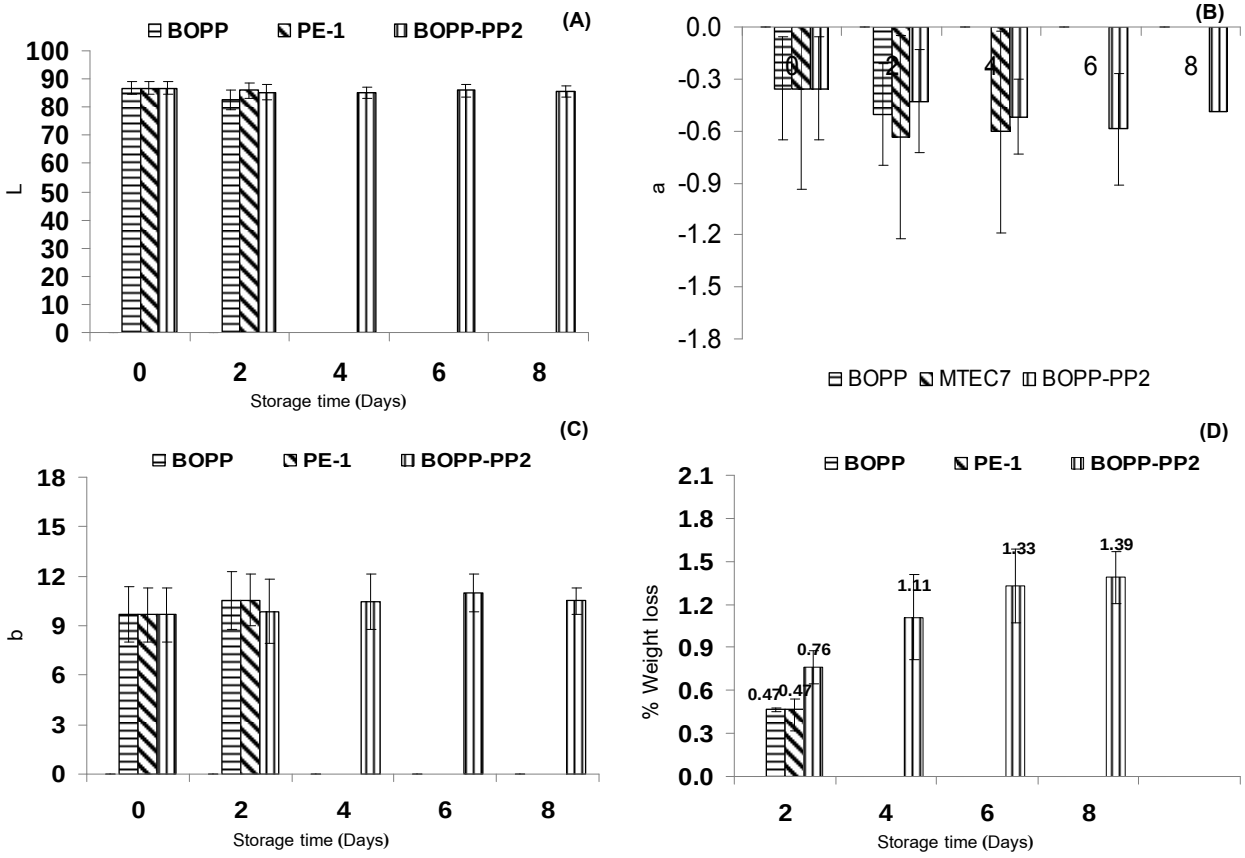

Figure 2. Lightness (A), a value (Red)(B), b value (Yellow) (C) and percent weight loss (D) of oyster mushroom packed in BOPP, PE-1 and BOPP-PP2 bags during storage at 0±1°C

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการบรรจุเห็ดนางรมฮังการี น้ำหนัก 1,000 กรัม ด้วยถุงเชิงประกอบชนิด BOPP-PP2 เพื่อสร้างสภาพบรรยากาศดัดแปลงแบบสมดุล เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0±1°C สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 8 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับถุง BOPP และ PE-1 ที่เก็บรักษาได้เพียง 2 โดยเห็ดนางรมฮังการียังคงความสดและมีลักษณะปรากฏเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ สำหรับเงินทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Pesis, E. and I. Avissar. 1989. The postharvest quality of orange fruits as affected by prestorage treatment with acetaldehyde vapors or anaerobic conditions. HortSci. 64: 107-113.

Anon. 1995. Controlled Atmosphere Handbook. A Guide for Shipment of Perishable Cargo in Refrigerated Rontainers. Carier Corp., Syracuse, NY. 63 p.

Yaguang L., S. Trevor and C. Marita. 2004. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery stocks. USDA/ARS.