

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของกระบวนการเป่าฟิล์มต่อสมบัติของฟิล์มเป่าพอลิแลคติกแอซิดผสมยางธรรมชาติร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก พบว่าการปรับค่าอัตราการดึงฟิล์ม (take up ratio, TUR) และอัตราการเป่าขยายลูกโป่ง (blow up ratio, BUR) เท่ากับ 20 และ 1.8 ตามลำดับ การปรับลดค่า TUR และ BUR ส่งผลให้การยืดตัว ณ จุดขาด ความเหนียว การทนแรงกระแทกและแรงฉีกขาดเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้การซึมผ่านของแก๊สออกซิเจน (O_2) ลดลง ในทางตรงกันข้ามเมื่อเพิ่มค่า TUR และ BUR ทำให้การยืดตัว ณ จุดขาด ความเหนียว การทนแรงกระแทกและแรงฉีกขาดลดลง แต่จะทำให้การซึมผ่าน O_2 เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้น การขึ้นรูปฟิล์มเป่าที่ต้องการค่า OTR สูงควรขึ้นรูปที่อัตราการดึงฟิล์มที่มีค่าสูง

การเติมแป้งลงไปในฟิล์มพอลิแลคติกแอซิดที่ร้อยละ 5 10 และ 15 พบว่า เมื่อเติมแป้งมากจะช่วยเพิ่มความสามารถในการดูดซับน้ำและค่าการซึมผ่านไอน้ำของฟิล์ม แต่ทำให้ค่าการซึมผ่านของ O_2 ลดลง อีกทั้งสมบัติเชิงกลของฟิล์มยังมีค่าลดลงด้วย แต่หลังจากลดการเติมแป้งลงในฟิล์มพลาสติกสูตร H6 ลงมาต่ำกว่าร้อยละ 5 โดยการเติมแป้งที่ 1, 3 และ 5 phr พบว่า การเติมแป้ง 1 phr นั้นยังสามารถผสมและขึ้นรูปเป็นฟิล์มเป่าได้ เมื่อวัดค่า OTR และ WVTR พบว่ามีค่า OTR ลดลงขณะที่ WVTR และ CO_2TR มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับสูตร H6 ($OTR: H6 = 5,569.9 \text{ cc} / \text{m}^2 \text{ day bar}$, $H6T = 3,014.19 \text{ cc} / \text{m}^2 \text{ day bar}$; $WVTR: H6 = 132.9 \text{ gm} / \text{m}^2 \text{ day bar}$, $H6T = 162.48 \text{ gm} / \text{m}^2 \text{ day bar}$; $CO_2TR: H6 = 1,300 \text{ cc} / \text{m}^2 \text{ day bar}$, $H6T = 2,055 \text{ cc} / \text{m}^2 \text{ day bar}$)

จากสมมติฐานที่ว่าฟิล์ม H6 น่าจะมีค่า OTR และ CO_2TR สูงกว่า bLDPE ที่สภาวะการเก็บรักษาเห็ดฟางจริง เมื่อทดสอบวัดค่า OTR ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 0, 40, 60, 80 และ 90 (%RH) ตามลำดับ พบว่าฟิล์ม PLA และ bLDPE มีค่า OTR และ CO_2TR ไม่แตกต่างกันในแต่ละระดับความชื้นสัมพัทธ์ ขณะที่ H6 มีค่า OTR ที่ 40%RH เพิ่มขึ้น 2 เท่าจากที่ความชื้น 0%RH การทดสอบวัดค่า OTR และ CO_2TR ที่สภาวะการเก็บรักษาเห็ดฟางจริง พบว่า OTR ของ bLDPE, PLA และ H6 มีค่าเท่ากับ 21,668 8,806.7 และ 9,351.3 $\text{cc}/\text{m}^2 \text{ day atm}$ ตามลำดับ ขณะที่ CO_2TR ของ bLDPE, PLA และ H6 มีค่าเท่ากับ 24,846, 9,119.2 และ 16,472 $\text{cc}/\text{m}^2 \text{ day atm}$ ตามลำดับ แสดงว่าสาเหตุที่ฟิล์ม H6 สามารถเก็บรักษาเห็ดฟางได้นานกว่า bLDPE นั้นไม่ใช่เพราะ OTR และ CO_2TR แต่เป็นเพราะฟิล์ม bLDPE ยอมให้น้ำผ่านน้อยเกินไป ทำให้น้ำสะสมภายในบรรจุภัณฑ์และกลั่นตัวเป็นหยดน้ำภายในถุงมากกว่า ฟิล์ม H6 เห็ดฟางจึงเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว

การขึ้นรูปฟิล์มในระดับการค้าที่โรงงานอุตสาหกรรมถุงพลาสติกไทยต้องมีการปรับระยะห่างของหัวคายกับลูกกลิ้งของเครื่องเป่าฟิล์มอย่างเหมาะสมจึงจะสามารถขึ้นรูปฟิล์มได้โดยไม่มีรอยยับ

การทดสอบการย่อยสลายทางชีวภาพตามมาตรฐาน ISO 14855-1 ของฟิล์ม H6T เป็นระยะเวลา 120 วัน พบว่า H6T ย่อยสลายไปประมาณร้อยละ 90.89 ± 1.38 เปรียบเทียบกับตัวอ้างอิง (ไมโครคริสตัลลินเซลลูโลส) ซึ่งย่อยสลายไปแล้วร้อยละ 87.14 ± 2.83

เนื่องจากเห็ดฟางสามารถเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วภายใน 1 วัน จากการนำและน้ำได้อย่างรวดเร็ว สารดูดซับความชื้นซิลิกาเจล 7 กรัม และทรายอิมบีดส์ 5 กรัม จึงถูกนำมาใช้เพื่อลดความชื้นภายในถุงพลาสติกชีวภาพย่อยสลายได้สูตรฟิล์ม H6 และ H30 ที่บรรจุเห็ดฟาง 250 กรัม โดยไม่ต้องเจาะรูเปรียบเทียบกับเห็ดฟางบรรจุในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (LDPE) เจาะรูเข็ม 16 รู เก็บรักษาที่ 15 องศาเซลเซียส พบว่า การใช้

สารดูดซับความชื้นซึ่ก้าเจลและดรายอิงบีดส์สามารถลดหยดน้ำและความชื้นภายในภาชนะบรรจุได้ โดยที่เห็ดฟางที่บรรจุถุง LDPE และ H6 มีอายุการเก็บรักษานาน 6 วัน ขณะที่เห็ดฟางที่บรรจุถุง H30 มีอายุการเก็บรักษาเพียง 4 วัน เนื่องจากพบปดล็อกหุ้มดอกเห็ดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล มีอาการยุบตัว น้ำและน้ำ แกนกลางภายในเห็ดฟางเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และมีกลิ่นเหม็นรุนแรง มีค่าการรั่วไหลของประจุ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เพิ่มขึ้นมากกว่า ขณะที่ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลงต่ำกว่าเห็ดฟางบรรจุถุง LDPE และ H6

จากการพัฒนาถุงพลาสติกย่อยสลายได้สูตร H6T ที่มีการเติมโมเลกุลแป้งดัดแปลงปริมาณ 1 phr ให้กับสูตร H6 นำมาทดสอบยี่ดอายุการเก็บรักษาเห็ดฟาง เปรียบเทียบกับถุง H6 ไม่เจาะรู และ LDPE เจาะรูเข็ม 16 รู พบว่า ถุง H6T สามารถยี่ดอายุการเก็บรักษาเห็ดฟางได้นาน 7 วัน ขณะที่เห็ดฟางบรรจุถุง H6 และ LDPE มีอายุการเก็บรักษา 6 วัน โดยเห็ดฟางบรรจุถุง H6 และ LDPE มีคะแนนกลิ่นลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน เห็ดฟางบรรจุถุง H6T มีแนวโน้มมีความแน่นเนื้อสูงกว่าและมีค่าการรั่วไหลประจุต่ำกว่าเห็ดฟางบรรจุถุง LDPE และ H6 จากการประเมินคุณภาพการชิมพบว่าเห็ดฟางที่บรรจุในถุงพลาสติกทั้ง 3 ชนิด ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

การทดสอบขึ้นรูป H6T ในระดับ semipilot และนำมาทดสอบบรรจุเห็ดฟางจำลองการส่งออกในระดับห้องปฏิบัติการ เปรียบเทียบกับการบรรจุเห็ดฟางในถุง LDPE เจาะรูเข็ม 16 รู พบว่า เห็ดฟางในถุง H6T ไม่เจาะรูสามารถเก็บรักษาได้นาน 7 วัน ขณะที่เห็ดฟางที่บรรจุถุง LDPE เจาะรูเข็ม 16 รู มีอายุการเก็บรักษา 6 วัน โดยที่คุณภาพยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทั้งนี้พบว่าเห็ดฟางบรรจุในถุง H6T มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าเห็ดฟางในถุง LDPE แต่เห็ดฟางบรรจุถุง LDPE มีสีแกนกลางคล้ำมากกว่าเห็ดฟางบรรจุถุง H6T โดยมีค่าความสว่าง (L^*) และค่ามุมของสี (angle Hue) ลดลงต่ำกว่า แต่มีค่าสีแดง (a^*) และค่าความเข้มสี (C^*) เพิ่มขึ้นสูงกว่าเห็ดฟางที่บรรจุถุง H6T นอกจากนี้เห็ดฟางในถุง LDPE มีค่าความแน่นเนื้อ TSS และ TA ลดลงและมีการรั่วไหลของประจุและปริมาณฟีนอลิกเพิ่มขึ้นเร็วกว่าเห็ดฟางบรรจุถุง H6T จากการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่าเห็ดฟางในถุง H6T มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้อยกว่าและคุณภาพเป็นที่ยอมรับมากกว่าเห็ดฟางบรรจุถุง LDPE

การตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคนมนุษย์ของเห็ดฟางบรรจุถุง LDPE และ H6T พบเฉพาะ Total plate count และ Coliform bacteria ที่เพิ่มสูงขึ้นภายใต้มาตรฐานกำหนด โดยการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ของเห็ดฟางที่บรรจุถุง H6T น้อยกว่าเห็ดฟางที่บรรจุถุง LDPE และจากการตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคนมนุษย์ของถุงพลาสติก LDPE และ H6T ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคนมนุษย์ของถุงพลาสติกทั้ง 2 ชนิด

จากการส่งออกเห็ดฟางโดยห้างหุ้นส่วนจำกัดเอส เอส ที อิมพอร์ต เอ็กส์พอร์ตไปประเทศบรูไน เพื่อประเมินคุณภาพเห็ดฟางที่บรรจุในถุง LDPE เจาะรู 16 รู และถุงพลาสติกย่อยสลายได้ H6T ไม่เจาะรู โดยพนักงานบริษัทที่ประจำอยู่ในประเทศไทยหลังจากเห็ดฟางขนส่งจากศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวไปยังโรงคัดบรรจุของบริษัท (วันที่ 0) และประเทศบรูไนเมื่อเห็ดฟางส่งออกไปถึงศูนย์กระจายสินค้าและจำหน่ายไปยังร้านอาหารไทย (วันที่ 5) พบว่าผู้ประเมินยังคงยอมรับเห็ดฟางในถุงทั้ง 2 ชนิด ทั้งนี้มีแนวโน้มว่าคุณภาพเห็ดฟางบรรจุถุง H6T มีคะแนนความแน่นเนื้อมากกว่า กลิ่นดีกว่า ดอกเห็ดแห้งกว่า และมีคะแนนความชอบสูงกว่า แต่มีสีคล้ำขึ้นเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับเห็ดฟางที่บรรจุในถุง LDPE

Abstract

Processing condition of blown films such as take-up ratio (TUR) and blow-up ratio (BUR) on properties of PLA with 20%wt of NR films were studied. TUR and BUR values that are used to process this H6 films are 20 and 1.8, respectively. It was found that decreasing of TUR and BUR led to increase of elongation at break, tensile toughness, impact strength, and tear strength. Unfortunately, oxygen transmission rate of films was decreased. In contrast, increasing of TUR and BUR led to the opposite results. Elongation at break, tensile toughness, impact strength, and tear strength were decreased; whereas, oxygen transmission rate of films was increased. This can be concluded that high TUR is suitable processing condition for high OTR films.

Adding 5, 10 and 15 wt% of TPS into PLA films were studied. It was found that the more TPS content, the more water absorption and water vapor transmission rate of films were observed. Conversely, oxygen transmission rate and mechanical properties of films were decreased with more TPS content. Improving of H6 film to reduce water by adding TPS content below 5%wt at 1, 3 and 5 phr was studied. It was found that adding of 1 phr of TPS made the compound can be blended and be blown. OTR, CO₂TR and WVTR of this film (H6T) were 3014.19, 2,055 cc / m² day bar and 162.48 gm/ m² day bar, respectively (OTR of H6 = 5,569.9 cc / m² day bar and H6T = 3,014.19 cc / m² day bar. WVTR of H6 = 132.9 gm / m² day bar and H6T = 162.48 gm / m² day bar; CO₂TR: H6 = 1,300 cc / m² day bar, H6T = 2,055 cc / m² day bar).

From assumption that OTR and CO₂TR of H6 film should be higher than those of bLDPE film at storage condition for straw mushrooms (15°C and 90%RH), OTR at relative humidity of 0, 40, 60, 80 and 90 % was measured. It was found that OTR of PLA and bLDPE did not change when humidity changed; whereas, OTR of H6 film at 40 %RH increased 2 folds from 0 %RH. At storage condition of straw mushroom, OTR of bLDPE, PLA and H6 film were 21,668, 8,806.7 and 9,351.3 cc/m² day atm, respectively, while CO₂TR of bLDPE, PLA and H6 film were 24,846, 9,119.2 and 16,472 cc/m² day atm, respectively. Therefore, OTR and CO₂TR was not the main factor affecting shelf life of straw mushrooms. But it was because WVTR of bLDPE films was too low. Water from condensation inside bLDPE films was much higher than that in H6 film. Straw mushrooms inside bLDPE package were deteriorated rapidly.

Commercial blown films extrusion was performed at Thai Plastic Bags Industries Co.,Ltd. Smooth surface films were available if the distance between die and nip roll had to be adjusted properly.

The result of biodegradability test following ISO 14855-1 of H6T films after 120 days was H6T decomposed 90.89±1.38% compared with reference (microcrystalline cellulose) that decomposed 87.14±2.83%.

Straw mushroom can rapidly deteriorate within one day from water soaking. Moisture absorbers : 7 grams of silica gel and 5 grams of drying beads, were used to reduce the moisture inside the non-perforated biodegradable plastic bags having para rubber as a component (formulations H6 and H30) or inside perforated

(with 16 needle holes) LDPE plastic bags in combination with packaging 250 grams of straw mushroom during storage at 15°C. Both moisture absorbers reduced water drop and moisture inside plastic bags. Straw mushroom inside H6 and LDPE had the storage life of 6 days, while that inside H30 had the storage life of 4 days. The cap of straw mushroom inside H30 turned brown, collapsed and soaked with water, and the internal stalk of straw mushroom also turned brown, and had strong off odours. Additionally, the straw mushroom inside H30 had higher electrolyte leakage and titratable acidity, and lower firmness and total soluble solids than that inside LDPE and H6.

H6T film developed by adding 1phr of thermoplastic starch (TPS) to H6 formular was tested the ability to extend shelf life of straw mushroom with non-perforated H6 and 16-needle-holes perforated LDPE. It was found that straw mushroom in H6T, H6 and LDPE had the storage life of 7, 6 and 6 days, respectively. The odor scores of straw mushroom in H6 and LDPE reduced rapidly at the storage life of 6 days. The straw mushroom in H6T tended to have higher firmness and lower electrolyte leakage than that in H6 and LDPE. The eating quality of straw mushroom in 3 kinds of plastic bags was still acceptable.

After H6T formular was blown at the semipilot level and contained the straw mushroom for export testing in the laboratory comparing with 16-needle-holes perforated LDPE plastic bags. It was found that the straw mushroom in non-perforated H6T and perforated LDPE had the storage life of 7 and 6 days, respectively. The quality of straw mushroom in both plastic bags was still acceptable. It was found that the straw mushroom in H6T had higher weight loss than that in LDPE. The straw mushroom in LDPE had lower lightness (L^* value) and angle hue, and had higher redness (a^* value) and chroma (C^*) than that in H6T. Additionally, the straw mushroom in LDPE had higher reduction of firmness, TSS and TA, and had greater increase in electrolyte leakage and phenolic content than that in H6T. The results of sensory evaluation revealed that the straw mushroom in H6T tended to alter the quality less than that in LDPE.

After determining food borne pathogen of the straw mushroom in LDPE and H6T, only total plate count and coliform bacteria was found and increased under the standard guideline. The straw mushroom in H6T had less total plate count and coliform bacteria than that in LDPE. However, there was no food borne pathogen found on both LDPE and H6T plastic bags.

The straw mushroom contained in perforated LDPE and non-perforated H6T was exported to Brunei by S.S.T. Import Export LTD., Part . The company officers in Thailand evaluated the quality after the straw mushroom was transported from Postharvest Technology Center to the company (0 Days) and those in Brunei evaluated the quality after the straw mushroom arrived at the distribution center and was sold to 5 Thai restuarants (5 Days). It was found that the evaluators accepted the straw mushroom contained in both LDPE and H6T. However, the straw mushroom in H6T tended to have higher scores of firmness, odour, dryness and preference and turned more brown than that in LDPE.