Agricultural Sci. J. 46 : 3/1 (Suppl.) : 227-230 (2015) ว. วิทย. กษ. 46 : 3/1 (พิเศษ) : 227-230 (2558)

การยืดอายุการเก็บรักษาเห็ดฟางในถุงพลาสติกชีวภาพย่อยสลายได้

Prolonging the Storage Life of Straw Mushrooms in Biodegradable Plastic Bags

อภิตา บุญศิริ[1,2] จิตติมา จิรโพธิธรรม[1] ยุพิน อ่อนศิริ[1]อนงค์นาฏ สมหวังธนโรจน์[3] และวรดา สโมสรสุข[4]

Apita Bunsiri[1,2], Jittima Jirapothithum[1], Yupin Onsiri[1], Anongnat Somwangtanaroj[3] and Worada Samosornsuk[4]

Abstract

Straw mushrooms have a short storage life (only 1 day) due to rapid deterioation and water soaking. Storing in modified atmosphere conditions in plastic bags with a moisture absorber at suitable temperatures can extend the shelf life of this mushroom. Therefore, 250 grams of straw mushrooms were packed with 5 grams of drying beads (as a moisture absorber) inside 2 kinds of nonperforated biodegradable plastic bags (H6 and H30) or 16-pinhole LDPE bags, and then stored at 15$\pm$1^{o}C, 90$\pm$5% RH for 6 days. It was found that the straw mushrooms kept in LDPE and H6 bags had the storage life of 6 days, while those kept in H30 had the storage life of 4 days. The straw mushrooms stored in H6 and H30 bags had higher weight loss than those stored in LDPE. O_2 concentration inside LDPE and H6 bags containing straw mushrooms increased throughout the storage period of 6 days, while that inside H30 increased continuously for the first 4 days and reduced to less than 5% after 6 days in storage. CO_2 concentration inside LDPE, H6 and H30 bags containing straw mushrooms decreased continuously throughout the storage period of 6 days. However, it was found that H30 bags had the highest CO_2 concentration. Moreover, the straw mushrooms packed in H30 bags had higher electrolyte leakage than those packed in LDPE and H60 bags.

Keywords: storage life, biodegradable plastic bag, straw mushroom

บทคัดย่อ

เห็ดฟางมีอายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากมีการเสื่อมสภาพและฉ่ำแฉะน้ำอย่างรวดเร็วภายใน 1 วัน การเก็บรักษาในสภาพดัดแปลงบรรยากาศโดยการบรรจุในถุงพลาสติกร่วมกับสารดูดซับความชื้นที่อุณหภูมิที่เหมาะสม สามารถยืดอายุการเก็บรักษาเห็ดฟางได้ ดังนั้น จึงบรรจุเห็ดฟาง 250 กรัม ร่วมกับสารดูดซับความชื้นดรายอิ้งบีดส์ 5 กรัม ภายในถุงพลาสติกชีวภาพย่อยสลายได้สูตรฟิล์ม H6 และ H30 ที่ไม่ต้องเจาะรูถุงพลาสติก เปรียบเทียบกับเห็ดฟางที่บรรจุในถุงพลาสติกพอลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (LDPE) ที่เจาะรูเข็ม 16 รู เก็บรักษาที่ 15$\pm$1^{o}C ความชื้นสัมพัทธ์ 90$\pm$5% เป็นเวลา 6 วัน ผลการทดลองพบว่า เห็ดฟางบรรจุในถุงพลาสติก LDPE และ H6 มีอายุการเก็บรักษานาน 6 วัน ในขณะที่เห็ดฟางที่บรรจุในถุงพลาสติก H30 มีอายุการเก็บรักษา 4 วัน ทั้งนี้พบว่า เห็ดฟางที่บรรจุในถุงพลาสติกย่อยสลายได้ H6 และ H30 มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าถุงพลาสติก LDPE ปริมาณก๊าซ O_2 ภายในถุงพลาสติก LDPE และ H6 บรรจุเห็ดฟางเพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาเก็บรักษา 6 วัน ขณะที่ในถุงพลาสติก H30 เพิ่มสูงขึ้นเป็นเวลา 4 วัน และลดลงมาต่ำกว่า 5% ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ในขณะที่ก๊าซ CO_2 ภายในถุงพลาสติก LDPE, H6 และ H30 ลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 6 วัน โดยที่ก๊าซ CO_2 ภายในถุงพลาสติก H30 มีค่าสูงที่สุด เห็ดฟางที่บรรจุในถุง H30 มีการรั่วไหลประจุมากกว่าถุงพลาสติก LDPE และถุง H6

คำสำคัญ: อายุการเก็บรักษา, ถุงพลาสติกชีวภาพย่อยสลายได้, เห็ดฟาง

[1] ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[1] Postharvest Technology Center, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[2] Postharvest Technology Innovation Center, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

[3] ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

[3] Department of Chemistry Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

[4] ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จ.ปทุมธานี 12120

[4] Department of Medical Technology, Faculty of Allied Health Sciences, Thammasat University, Pathumthani 12120

คำนำ

เห็ดฟางมีอายุการเก็บรักษาสั้น หลังการเก็บรักษาเห็ดฟางที่อุณหภูมิห้องหรือในตู้เย็นที่บ้านเพียง 1 วัน เห็ดฟางจะมีอาการฉ่ำแฉะน้ำ หมดสภาพในการใช้งาน ทำให้เป็นปัญหาในการส่งออกอย่างมาก มีรายงานว่า การบรรจุเห็ดฟางโดยวางบนถาดโฟม ห่อหุ้มด้วยพลาสติกพอลีไวนิลคลอไรด์ หนา 13 ไมโครเมตร หรือการบรรจุในถุงพลาสติกพอลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ หนา 50 ไมโครเมตร เจาะรูขนาดเล็กจำนวน 16 รู เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 14 และ 16°C สามารถยืดอายุการเก็บรักษาเห็ดฟางได้นาน 6 วัน ทั้งนี้ภายในภาชนะบรรจุเห็ดฟางมีการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) น้อยกว่า 15% และก๊าซออกซิเจน (O_2) 10-20 เปอร์เซ็นต์ การรั่วไหลของประจุบริเวณก้านดอกเห็ดน้อยกว่า 40% (พรรณี, 2551) สอดคล้องกับที่จิตติมา (2556) ซึ่งทำการเก็บรักษาเห็ดฟางในกล่องพลาสติก ร่วมกับซิลิกาเจล 7 กรัม หุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกพอลีไวนิลคลอไรด์ เจาะรูขนาดเล็ก 16 รู เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C สามารถยืดอายุการเก็บรักษาเห็ดฟางโดยไม่พบความเสียหายเลยได้นาน 6 วัน ทั้งนี้ภายในภาชนะบรรจุเห็ดฟาง มี CO_2 อยู่ระหว่าง 4-7% และ O_2อยู่ระหว่าง 10-15% การรั่วไหลของประจุบริเวณก้านดอกเห็ดน้อยกว่า 30% อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการรายงานดังกล่าวในถุงพลาสติกย่อยสลายได้ที่บรรจุเห็ดฟาง ดังนั้น จึงได้ทำการตรวจสอบการสูญเสียน้ำหนัก การสะสม CO_2 O_2 และการรั่วไหลของประจุ เพื่อให้ทราบผลของถุงพลาสติกย่อยสลายได้ที่มีต่ออายุการเก็บรักษาของเห็ดฟาง

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัดแต่งเห็ดฟางจากแปลงเกษตรกรในเขตจังหวัดราชบุรี ก่อนบรรจุเห็ดฟาง 250 กรัมในถุงพลาสติกพอลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (low density polyethylene, LDPE) ทางการค้า (OTR =12,500 cc/m^2-day) เจาะรูเข็ม 16 รู และถุงพลาสติกย่อยสลายได้ที่มีส่วนผสมของยางพาราสูตร H6 และ H30 ไม่เจาะรู ซึ่งผลิตโดยภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ร่วมกับสารดูดซับความชื้นดรายอิ้งบีดส์ 5 กรัม ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15$\pm$1°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90$\pm$5% บันทึกผลการทดลองทุก 2 วัน เป็นเวลา 6 วัน โดยการบันทึกอายุการเก็บรักษาของเห็ดฟาง (โดยการนับจำนวนวันที่สามารถเก็บรักษาเห็ดฟางโดยไม่ปรากฏเห็ดฟางเสียหายเลย หากมีเห็ดฟางเสียหายอย่างน้อย 1 ดอก ถือว่าหมดอายุการใช้งาน) การสูญเสียน้ำหนัก ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจนภายในถุงพลาสติก วิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ และการรั่วไหลของประจุ ตามวิธีการของพรรณี (2551)

ผลและวิจารณ์

จากการบรรจุเห็ดฟางในถุงพลาสติกทั้ง 3 ชนิด คือ LDPE, H6 และ H30 ร่วมกับสารดูดซับความชื้นดรายอิ้งบีดส์จำนวน 5 กรัม สามารถลดหยดน้ำและความชื้นภายในภาชนะบรรจุ อันเป็นสาเหตุของการเสื่อมสภาพของเห็ดฟาง อย่างไรก็ตาม พบว่า การบรรจุสารดูดซับความชื้นจำนวน 5 กรัม ยังคงช่วยยืดอายุการเก็บรักษาเห็ดฟางในถุง LDPE และ H6 ได้นาน 6 วัน แม้ว่าการใช้สารดูดซับความชื้นดรายอิ้งบีดส์ทำให้หยดน้ำภายในภาชนะบรรจุลดลง แต่เมื่อประสิทธิภาพของสารดูดซับความชื้นลดลง หยดน้ำที่อยู่ภายในภาชนะบรรจุจะเพิ่มขึ้น ด้วยเหตุนี้ สารดูดซับความชื้นจึงสามารถยืดอายุการเก็บรักษาเห็ดฟางในถุงพลาสติก LDPE เจาะรู และ H6 ได้ 6 วัน ในขณะที่เห็ดฟางในถุงพลาสติก H30 มีอายุการเก็บรักษา 4 วัน (Fig.1)

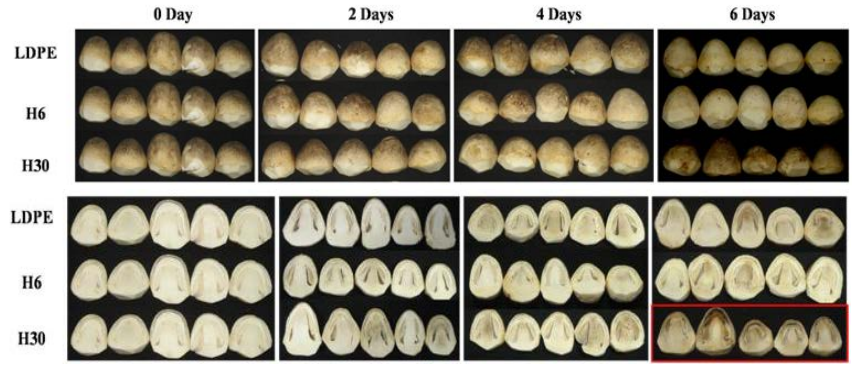

Fig.1 External (upper) and internal (lower) appearance of straw mushrooms stored at 15$\pm$1°C, 90$\pm$5% RH for 6 days in 16-pinhole LDPE bags and 2 kinds of nonperforated biodegradable plastic bags (H6 and H30) having para rubber as their components with 5 grams of drying beads as a moisture absorber

การสูญเสียน้ำหนักของเห็ดฟางมีค่าเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 6 วัน โดยเห็ดฟางบรรจุในถุงพลาสติก LDPE มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด ในขณะที่เห็ดฟางในถุงพลาสติก H6 และ H30 ซึ่งเป็นถุงพลาสติกย่อยสลายได้ที่มีส่วนประกอบของยางพารามีการสูญเสียน้ำมากกว่า เนื่องจากถุงพลาสติกย่อยสลายได้มีค่าการซึมผ่านของไอน้ำสูงกว่าถุงพลาสติก LDPE (Fig.2)

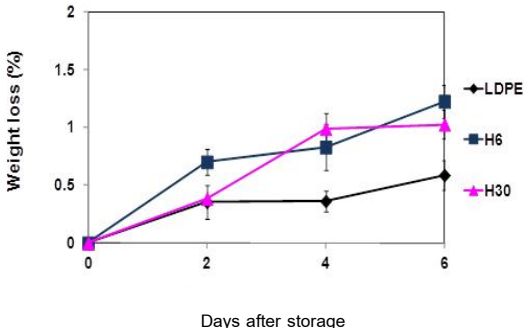

Fig.2 Weight loss of straw mushrooms stored at 15±1°C, 90±5% RH for 6 days in 16-pinhole LDPE bags and 2 kinds of nonperforated biodegradable plastic bags (H6 and H30) having para rubber as their components with 5 grams of drying beads as a moisture absorber

หลังจากเก็บรักษาเห็ดฟางที่อุณหภูมิ 15±1°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90±5% เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วทำการตรวจสอบความเข้มข้นของ CO_2 (0 วัน) พบว่าเห็ดฟางมีการสะสม CO_2 สูงถึง 13-15% และหลังจากนั้นมีค่าลดลง (Fig.3A) การเพิ่มขึ้นของ CO_2 ในวันที่ 0 อาจเกิดขึ้นจากบาดแผลตัดแต่ง ทำให้มีการใช้ O_2 สำหรับการหายใจ และปลดปล่อย CO_2 ภายในถุง พลาสติกเพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ Villaescusa and Gil (2003) ปริมาณ CO_2 ในถุงพลาสติก LDPE และ H6 มีค่าลดลงในวันที่ 2 จนกระทั่งวันที่ 6 ของการเก็บรักษา แต่สำหรับปริมาณ CO_2 ในภาชนะบรรจุเห็ดฟาง H30 มีค่าลดลงในช่วง 4 วันแรก และหลังจากนั้นวันที่ 6 มีค่าเพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของปริมาณ CO_2 ในวันที่ 6 นั้น เนื่องจากเห็ดฟางมีการเสื่อมสภาพทำให้มีอัตราการหายใจสูงจึงเกิดการสะสม CO_2 ในปริมาณมาก ทั้งนี้การลดลงของปริมาณ CO_2 ในภาชนะบรรจุ LDPE เนื่องจากการเจาะรูที่ถุงเป็นการเพิ่มพื้นที่ในการผ่านเข้าออกของก๊าซ ขณะที่ถุงพลาสติก H6 เป็นสูตรฟิล์มที่มีการพัฒนาให้มีการซึมผ่านของก๊าซ และไอน้ำสูง

ปริมาณ O_2 ในภาชนะบรรจุ พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 6 วัน ทั้งนี้ปริมาณ O_2 ของเห็ดฟางที่บรรจุถุงทั้ง 3 ชนิด มีค่าไม่แตกต่างกัน ยกเว้นเห็ดฟางที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก H30 ที่มีปริมาณ O_2 ลดลงต่ำกว่า 5% (Fig.3B) จากการทดลองที่ผ่านมาพบว่า การสะสม O_2 ภายในถุงพลาสติกที่บรรจุเห็ดฟางสูงกว่าหรือเท่ากับ 5% สามารถยืดอายุเห็ดฟางได้นาน 6 วัน (พรรณี, 2551; จิตติมา, 2556) นอกจากนี้จะเห็นได้ว่า เห็ดฟางที่มีการดูดซับหยดน้ำภายในถุงพลาสติกด้วยดรายอิ้งบีดส์ ทำให้ลดปัญหาดอกเห็ดฟางฉ่ำน้ำ ลดการเสื่อมสภาพของเซลล์ ซึ่งเป็นสาเหตุของการสร้างเอนไซม์เบต้ากลูคาเนสมาย่อยสลายตัวเองได้ (ศรัณยา และคณะ, 2553 ; Fukada *et al*., 2008)

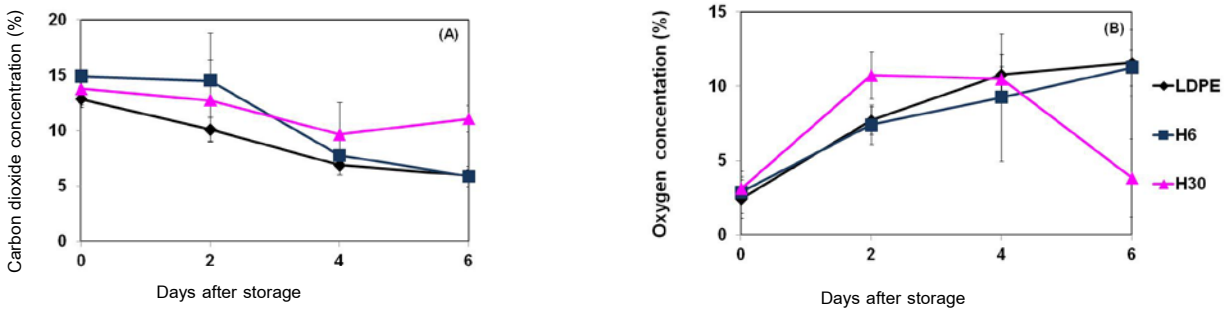

Fig.3 Headspace concentrations of carbon dioxide (A) and oxygen (B) in 16-pinhole LDPE plastic bags and 2 kinds of nonperforated biodegradable plastic bags (H6 and H30) having para rubber as their components with 5 grams of drying beads as a moisture absorber, containing straw mushrooms stored at 15± 1 °C, 90±5% RH for 6 days

ค่าการรั่วไหลประจุของเห็ดฟางเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยพบว่า เห็ดฟางที่บรรจุในถุงพลาสติก H30 มีค่าการรั่วไหลสูงกว่าเห็ดฟางในถุงพลาสติก H6 และ LDPE (Fig.4) ทั้งนี้เกิดจากถุงพลาสติกที่ไม่เหมาะสมต่อการบรรจุ โดยความเสียหายที่เกิดขึ้น เกิดจากในสภาพที่มี O_2 ต่ำกว่า 5% ทำให้ดอกเห็ดฟางเกิดการเสื่อมสภาพและไปกระตุ้นเอนไซม์เบต้ากลูคาเนสมาย่อยสลายตัวเอง ทำให้เซลล์เสื่อมสภาพ เกิดการรั่วไหลของประจุมากขึ้น ดอกเห็ดฟางจึงแสดงอาการยุบตัวและอาการฉ่ำแฉะน้ำปรากฏออกมาให้เห็น สอดคล้องกับรายงานของ Tao *et al*. (2006) ที่พบว่าเห็ดกระดุมในสภาพที่มี O_2 ต่ำกว่าสภาพที่เหมาะสม ส่งผลให้ค่าการรั่วไหลของประจุเพิ่มขึ้น

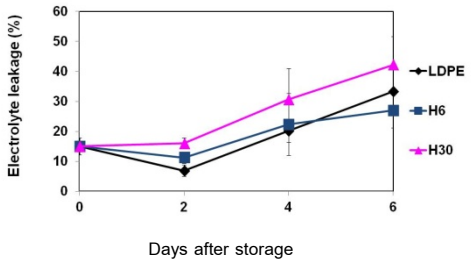

Fig.4 Electrolyte leakage of straw mushrooms stored at 15±1°C, 90±5% RH for 6 days in 16-pinhole LDPE bags and 2 kinds of nonperforated biodegradable plastic bags (H6 and H30) having para rubber as their components with 5 grams of drying beads as a moisture absorber

สรุป

จากการทดลองบรรจุเห็ดฟางในถุงพลาสติกทั้ง 3 ชนิด คือ LDPE H6 และ H30 ที่ ร่วมกับสารดูดซับความชื้นดรายอิ้งบีดส์จำนวน 5 กรัมเพื่อลดความชื้นภายในถุงพลาสติกชีวภาพย่อยสลายได้ที่มีส่วนประกอบของยางพาราสูตรฟิล์ม H6 และ H30 ที่บรรจุเห็ดฟาง 250 กรัม โดยไม่ต้องเจาะรูถุงพลาสติก เปรียบเทียบกับเห็ดฟางที่บรรจุในถุงพลาสติกพอลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (LDPE) ที่เจาะรูเข็ม 16 รู เก็บรักษาที่ 15±1°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90±5% เป็นเวลา 6 วัน สรุปว่าเห็ดฟางที่บรรจุในถุงพลาสติก LDPE เจาะรู 16 รู และถุงพลาสติกย่อยสลายได้ H6 มีอายุการเก็บรักษา 6 วัน ขณะที่เห็ดฟางบรรจุในถุงพลาสติกย่อยสลายได้ H30 มีอายุการเก็บรักษานาน 4 วัน เห็ดฟางที่บรรจุในถุงพลาสติกย่อยสลายได้ H6 และ H30 มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าถุงพลาสติก LDPE ปริมาณ CO_2 ภายในถุงพลาสติก LDPE, H6 และ H30 ลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 6 วัน โดยที่ CO_2 ภายในถุงพลาสติก H30 มีค่าสูงที่สุด ขณะที่ O_2 ภายในถุงพลาสติก LDPE และ H6 บรรจุเห็ดฟางเพิ่มสูงขึ้นไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาเก็บรักษา 6 วัน ขณะที่ถุงพลาสติก H30 เพิ่มสูงขึ้นเป็นเวลา 4 วัน และลดลงมาต่ำกว่า 5% ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา เห็ดฟางที่บรรจุในถุง H30 มีการรั่วไหลประจุมากกว่าถุงพลาสติก LDPE และถุง H6 ตามลำดับ

คำนิยม

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติและสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยผู้สนับสนุนงบประมาณวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จิตติมา จิรโพธิธรรม. 2556. การปรับปรุงคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาของเห็ดฟางและเห็ดนางรมฮังการีด้วยการดัดแปลงสภาพบรรยากาศและสารดูดซับความชื้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. โครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรรณี ศรีสวัสดิ์. 2551. ผลของการลดอุณหภูมิ อุณหภูมิเก็บรักษาและสภาพดัดแปลงบรรยากาศ ต่อคุณภาพของเห็ดฟาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 125 หน้า.

ศรัณยา สถิตย์มั่นวิวัฒน์, กนก รัตนะกนกชัย, ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ คิน เลย์ คู. 2553. การทำให้เอนไซม์เบต้ากลูคาเนสจากดอกเห็ดฟาง (*Volvariella volvacea*) บริสุทธิ์บางส่วนโดยการสกัดแบ่งชั้นของเหลวและการย่อยผนังเซลล์เห็ด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 41(3/1 พิเศษ) : 13-16.

Fukada, K., M. Hiraga, S. Asakuma, I. Arai, M. Sekikawa and T. Urashima. 2008. Purification and characterization of novel exo-ß-1,3-1,6-glucanase from the fruiting body of edible mushroom enoki (*Flammulina velutipes*). Bioscience, Biotechnology and Biochemistry 72 : 3107-3113.

Tao, F., M. Zhang, H.Q. Yu and J.C. Sun. 2006. Effects of different storage conditions on chemical and physical properties of white mushrooms after vacuum cooling. J. Food Eng. 77: 545–549.

Villaescusa R. and M.I. Gil. 2003. Quality improvement of *Pleurotus* mushroom by modified atmosphere packaging and moisture absorbers. Postharvest Biology and Technology 28: 169-179.