Agricultural Sci. J. 48 : 3 (Suppl.) : 265–268 (2017) ว. วิทย. กษ. 48 : 3 (พิเศษ) : 265-268 (2560)

อิทธิพลของการเก็บรักษาดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองอบแห้งหลังการเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพและเคมี

Influence of Dried *Cordyceps militaris* Storage on Physical and Chemical Qualities Changes

ณัฐพงษ์ สิงห์ภูงา[1] พีระศักดิ์ ฉายประสาท[1,2] และ บุญส่ง แสงอ่อน [1,2]

Natthapong Singpoonga[1], Peerasak Chaiprasart[1,2] and Boonsong Sangon[1,2]

Abstract

The physical and chemical changes of dried *Cordyceps militaris* in three packaging [i.e., LOCK&LOCK box, foil bag, and plastic under vacuum (vacuum bag)] at 5 and 30 °C. The experiment was done in 3 × 2 Factorial in CRD with 3 replications. Physiocal properties (weight, water activity (A_w), firmness, and color), together with the bioactive compound (adenosine and cordycepin) were determined at different time storage, every month for 9 months. The result showed that the samples packed in foil bags at 30 °C had the lowest of weight change (increase 5.37% of initial levels) and A_w (increase 84.61% of initial levels). The samples packed in foil bags at 30 °C had the lowest of firmness change (decrease 46.01% of initial levels). The sample packed in all packaging at 5 °C showed the better constant of color than at 30 °C with a*, b* and L* values were slightly decrease in storage time. The contents of bioactive compound remaining found that the samples storage in the foil bag at 5 °C showed the lowest of content of adenosine and cordycepin change (decrease 25.51% of adenosine and 45.13% of cordycepin of initial levels) after 9 months of storage.

Keywords: *Cordyceps militaris*, physical and chemical changes, bioactive compounds

บทคัดย่อ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีของดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองอบแห้งที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ กล่องถนอมอาหาร LOCK&LOCK, ถุงฟอยล์แบบซิปล๊อค และถุงพลาสติกแบบสูญญากาศ ที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน คือ 5 และ 30 °C โดยวางแผนการทดลองแบบ 3 × 2 Factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ วัดผลการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ (น้ำหนัก, ค่า water activity (A_w) ค่าความแน่นเนื้อ และสี) และวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (อะดีโนซีนและคอร์ไดเซปิน) โดยเก็บข้อมูลทุกเดือน เป็นเวลา 9 เดือน จากการทดลองพบว่า การเก็บรักษาในถุงฟอยด์ที่อุณหภูมิ 30 °C ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักและค่า A_w ของดอกเห็ดน้อยที่สุดโดยมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 5.37% และค่า A_w เพิ่มขึ้น 84.61% เมื่อเปรียบเทียบกับวันแรกของการเก็บรักษา การเก็บรักษาในถุงฟอยด์แบบซิปล็อกที่อุณหภูมิ 30 °C ทำให้ค่าความแน่นเนื้อเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดเมื่อเก็บรักษานาน 9 เดือน โดยมีค่าลดลง 46.01% เมื่อเปรียบเทียบกับวันแรกของการเก็บรักษา การเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ทั้งสามชนิดที่อุณหภูมิ 5 °C จะมีการเปลี่ยนแปลงสีของดอกเห็ดน้อยกว่าการเก็บที่อุณหภูมิ 30 °C โดยค่า a*, b* และ L* มีค่าลดลงเล็กน้อยตามระยะเวลาการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ พบว่า การเก็บรักษาในถุงฟอยล์แบบซิปล๊อคที่อุณหภูมิ 5 °C ทำให้ปริมาณสารอะดีโนซีนและสารคอร์ไดเซปินเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด โดยปริมาณสารอะดีโนซีนและสารคอร์ไดเซปินมีค่าลดลง 27.51% และ 45.13% ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษานาน 9 เดือน

คำสำคัญ: เห็ดถั่งเช่าสีทอง การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมี สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

คำนำ

เห็ดถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris* Link) เป็นเชื้อราปรสิตของแมลง (Entomofungus) จัดอยู่ในกลุ่ม Ascomycetes (Das *et al.*, 2010) เห็ดถั่งเช่าสีทองเป็นที่รู้จักมาตั้งแต่อดีตกาล ชาวจีนเชื่อว่าเป็นยาอายุวัฒนะ ใช้รักษาสารพัดโรค (Winkler, 2008) จากการศึกษาค้นคว้าทางเภสัชวิทยาพบว่า เห็ดถั่งเช่าสีทองมีสารสำคัญทางชีวภาพหลายชนิด แต่การวัดคุณภาพของเห็ดถั่งเช่าส่วนใหญ่จะวัดจากปริมาณของอะดีโนซีน (adenosine) และคอร์ไดเซปิน (cordycepin หรือ 3'-deoxyadenosine) (Li *et al.*, 2006) ในการเก็บรักษาเห็ดถั่งเช่าสีทองหลังการเก็บเกี่ยวโดยปกติแล้วจะนำมาทำให้แห้งโดย

---

[1] คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000
Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000
[2] สถานวิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000
Postharvest Technology Research Institute, Naresuan University, Phitsanulok 65000

การอบด้วยลมร้อน แล้วบรรจุภัณฑ์ในวัสดุต่างๆ เพื่อจำหน่าย อย่างไรก็ตามถึงแม้ดอกเห็ดจะผ่านการอบแห้งแล้วแต่ถ้าเก็บรักษาในสภาวะที่ไม่เหมาะสมก็จะส่งผลต่อการสูญเสียสภาพและสารสำคัญทางยาที่อยู่ในดอกเห็ด และอาจเกิดการปนเปื้อนของเชื้อราชนิดอื่นๆ ได้ ในปัจจุบันมีข้อมูลเกี่ยวกับการวัดคุณภาพของเห็ดถั่งเช่าสีทองอบแห้งที่เก็บรักษาในสภาวะต่างๆ น้อยมาก รายงานส่วนใหญ่จะทำการศึกษาในเห็ดเศรษฐกิจชนิดอื่น ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาวิธีการเก็บรักษาเห็ดถั่งเช่าสีทองหลังจากอบแห้งในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ในสภาวะที่แตกต่างกัน เพื่อทำให้ทราบถึงวิธีการที่เหมาะสมในเก็บรักษาเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ผ่านการอบแห้งให้สามารถยืดอายุและคงคุณภาพทั้งทางด้านกายภาพและทางด้านเคมีให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง

เพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง (*C. militaris*) ในอาหารแข็งพีดีเอ (PDA) ประกอบด้วย มันฝรั่ง 200 กรัม, กลูโคส 20 กรัม, ยีสต์สกัด 5 กรัม, เปปโตน 5 กรัม และผงวุ้นบริสุทธิ์ 15 กรัม ต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร ปรับค่า pH ที่ 6.5 - 7 นำไปบ่มในที่มืด อุณหภูมิ 22 °C เป็นเวลา 14 วัน จากนั้นทำการขยายเชื้อในอาหารเหลว โดยตัดชิ้นวุ้นที่มีเส้นใยเจริญอยู่จำนวน 2 ชิ้นวุ้น วางลงในอาหารเหลวพีดีบี (PDB) ที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว (ส่วนผสมเช่นเดียวกับอาหาร PDA แต่ไม่ใส่ผงวุ้น) นำไปบ่มบนเครื่องเขย่า (shaker) ที่ความเร็วรอบ 120 รอบต่อนาที ในที่มืดที่อุณหภูมิ 22 °C เป็นเวลา 14 วัน จากนั้นเพาะเลี้ยงในอาหารข้าวเพื่อให้เกิดดอก โดยหยอดเชื้อเหลวประมาณ 2 มิลลิลิตร ลงในอาหารข้าวที่ประกอบด้วย ข้าวขาว 50 กรัม, ดักแด้ไหม 30 กรัม และน้ำ PDB 50 มิลลิลิตร ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อความดันไอน้ำ 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °C นาน 15 นาที นำไปบ่มในที่มืด ที่อุณหภูมิ 22 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 80 - 90% ให้แสงวันละ 12 ชั่วโมง จนกระทั่งดอกเห็ดมีการเจริญเติบโตประมาณ 60 วัน หลังจากหยอดเชื้อ

2. การเก็บรักษาเห็ดถั่งเช่าสีทองแห้ง

นำเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงได้อบแห้งด้วยลมร้อน ที่อุณหภูมิ 50 °C นาน 48 ชั่วโมง ก่อนการเก็บรักษาทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ น้ำหนัก, ค่า water activity (A_w), ค่าความแน่นเนื้อ และสี วิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ อะดีโนซีนและคอร์ไดเซปิน ด้วยเครื่อง HPLC ตามวิธีการของ Huang *et al*. (2009) เก็บรักษาเห็ดถั่งเช่าสีทองแห้งในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ กล่องถนอมอาหาร LOCK & LOCK, ถุงฟอยล์แบบซิปล็อค และถุงฟิล์มพลาสติกแบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิที่ 5 °C และ 30 °C วัดผลการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพทุกเดือน เป็นเวลา 9 เดือน โดยเริ่มเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 1 ธ.ค. 2558 - 31 ส.ค. 2559

ผล

ผลการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักและค่า A_w โดยภาพรวม พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้นในทุกชุดการทดลอง **(Figure 1 a - b)** โดยการเก็บรักษาในถุงฟอยด์แบบซิปล็อก ที่อุณหภูมิ 30 °C ทำให้เห็ดถั่งเช่าสีทองแห้งมีน้ำหนักเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดเมื่อเก็บรักษานาน 9 เดือน โดยมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 5.37% เมื่อเปรียบเทียบกับวันแรกของการเก็บรักษา ส่วนค่า A_w พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แตกต่างกันมากนักในทุกชุดการทดลองยกเว้น control 1 และ 2 โดยการเก็บรักษาในถุงฟอยด์ที่อุณหภูมิ 30 °C ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของค่า A_w ของดอกเห็ดน้อยที่สุดเมื่อเก็บรักษานาน 9 เดือน โดยมีค่าเพิ่มขึ้น 84.61% เมื่อเปรียบเทียบกับวันแรกของการเก็บรักษา ซึ่งค่าที่ได้มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับ control 1 และ 2 ที่โดยมีค่าเพิ่มขึ้น 130.76% และ 150% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับวันแรกของการเก็บรักษา ผลการเปลี่ยนแปลงค่าความแน่นเนื้อ พบว่า มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก โดยเมื่อน้ำหนักเพิ่มขึ้นค่าความแน่นเนื้อจะลดลง ซึ่งจากผลการทดลองค่าความแน่นเนื้อลดลงในทุกชุดการทดลองเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น **(Figure 1 c)** โดยการเก็บรักษาในถุงฟอยด์แบบซิปล็อกที่อุณหภูมิ 30 °C ทำให้ค่าความแน่นเนื้อเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดเมื่อเก็บรักษานาน 9 เดือน โดยมีค่าลดลง 46.01% เมื่อเปรียบเทียบกับวันแรกของการเก็บรักษา

ผลการเปลี่ยนแปลงของสี ได้แก่ ค่าความสว่าง (L*), ค่าของสีแดง (a*) และค่าของสีเหลือง (b*) ในภาพรวม พบว่า มีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น **(Figure 1 d-f)** โดยการเก็บรักษาในถุงฟอยด์ที่อุณหภูมิ 5 °C มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าสี L*, a* และ b* น้อยที่สุดเมื่อเก็บรักษานาน 9 เดือน โดยมีค่าลดลง 34.13%, 1.10% และ 9.25% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับวันแรกของการเก็บรักษา

ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอะดีโนซีนและคอร์ไดเซปิน พบว่า มีค่าลดลงในทุกชุดการทดลอง (Figure 1 g-h) การเก็บรักษาในถุงฟอยด์แบบซิปล็อกที่อุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลา 9 เดือน ทำให้ปริมาณสารอะดีโนซีนและคอร์ไดเซปินมีปริมาณคงเหลือมากที่สุดเท่ากับ 1,357.61 mg/kg และ 2,948.65 mg/kg ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษานาน 9 เดือน ซึ่งมีค่าลดลง

27.51% และ 45.13% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับวันแรกของการเก็บรักษา ปริมาณคงเหลือของสารทั้งสองชนิดนี้ถือว่าอยู่ในระดับที่สูงและยอมรับได้ในทางการค้า ซึ่งในทางการค้านิยมให้มีปริมาณสารอะดีโนซีนและคอร์ไดเซปินสูงกว่า 1,000 mg/kg ขึ้นไป

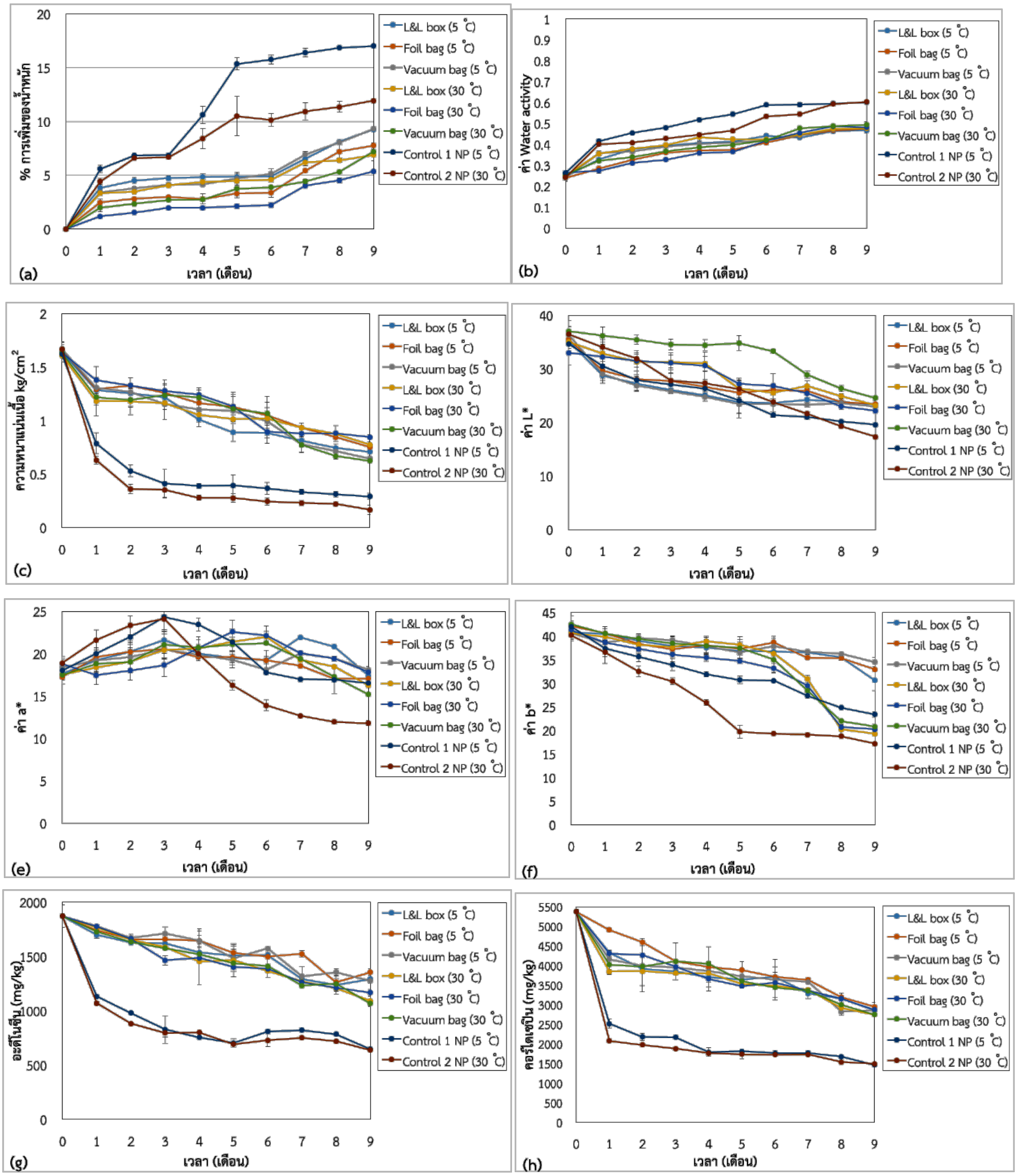

Figure 1 The physical and chemical qualities changes of dried *Cordyceps militaris* storge at different conditions. (a) weight changs, (b) water activity (A_w) changes, (c) firmness changes, (d) L* value changes, (e) a* value changes, (f) b* value changes, (g) adenosine changes, (h) cordycepin changes

วิจารณ์ผล

การเก็บรักษาเห็ดถั่งเช่าสีทองแห้งในบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิที่แตกต่างกันเมื่อระยะเวลามากขึ้นจะทำให้คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของเห็ดมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาชนิดของบรรจุภัณฑ์ต่อการเก็บรักษาแล้วพบว่าการเก็บรักษาในถุงฟอยด์แบบซิปล็อกทำให้เห็ดถั่งเช่าสีทองแห้งมีน้ำหนัก และค่า A_w เปลี่ยนแปลงน้อยกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นๆ เนื่องจากฟอยด์มีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านความชื้นได้ดีกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่น เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Jayathunge and Illeperuma (2001) ได้รายงานว่า การเก็บรักษาเห็ดนางรมอบแห้งในถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ที่อุณหภูมิ 27±2 °C ความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 82±3% เป็นเวลา 9 เดือน สามารถป้องกันความชื้นได้ดีกว่าวัสดุชนิดอื่นๆ ความชื้นที่เกิดขึ้นจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า A_w และค่าความแน่นเนื้อด้วย โดยเมื่อน้ำหนักเพิ่มขึ้น ค่า A_w จะสูงขึ้น ส่วนค่าความแน่นเนื้อจะลดลง ค่า A_w ที่วัดได้ในทุกสภาวะการทดลองยังอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยต่อการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ โดย Jame (1998) รายงานว่าอาหารแห้งที่มีความชื้นต่ำกว่า 15% จะต้องมีค่า A_w ต่ำกว่า 0.60 จึงจะปลอดภัยต่อการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ เช่นเดียวกับ สุพัตรา และคณะ (2554) ได้รายงานว่า ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์แบบสุญญากาศและแบบไม่สุญญากาศที่ใช้เก็บรักษาเห็ดเป๋าฮื้อแห้ง ให้ค่า A_w เท่ากับ 0.40 และตรวจไม่พบจุลินทรีย์ จากการทดลองยังพบว่าการเก็บรักษาในถุงฟอยด์แบบซิปล็อกทำให้การเปลี่ยนแปลงของสีและปริมาณสารสำคัญทางยาในตัวอย่างเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่น เนื่องจากการเก็บรักษาในถุงฟอยด์เป็นสภาวะที่ไม่ได้รับแสง ซึ่งแสงนั้นมีผลต่อความคงตัวของสี และเมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่ำจะสามารถช่วยรักษาสภาพโครงสร้างทางเคมีของเม็ดสีหรือรงควัตถุต่างๆ ได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองของ Gouveia and Empis (2003) รายงานว่าแสงนั้นมีผลต่อความคงตัวของสารที่สร้างขึ้นตามธรรมชาติภายในเซลล์สาหร่าย โดยการเก็บรักษาเซลล์ของสาหร่าย *Chlorella vulgaris* และ *Haematococcus pluvialis* ไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่มืดจะทำให้มีความคงตัวของสารสีแคโรทีนอยด์ในเซลล์สาหร่ายนานกว่าพวกที่เก็บในที่สว่าง แสดงให้เห็นว่าถุงฟอยด์มีคุณสมบัติที่ดีในการป้องกันความชื้นและออกซิเจน ซึ่งความชื้นจากน้ำเป็นสาเหตุเริ่มต้นของการเกิดปฏิกิริยา hydrolysis ส่วนออกซิเจนเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีโดยเอนไซม์ชนิดต่างๆ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญในการทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของเซลล์ เป็นผลให้เกิดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ (Frank and Heather, 1992)

เมื่อพิจารณาอุณหภูมิในการเก็บรักษา พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C จะทำให้ตัวอย่างมีน้ำหนัก และ ค่า A_w เพิ่มขึ้นมากกว่าการเก็บที่อุณหภูมิ 30 ° C เนื่องจากการเก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 5° C ในการทดลองนี้ทำการเก็บรักษาในตู้เย็นที่มีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 85 - 90% ซึ่งมีค่ามากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 °C โดยมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 60 - 65% จึงทำให้ความชื้นที่มีอยู่แพร่ผ่านบรรจุภัณฑ์เข้าไปในตัวอย่างได้มากกว่า แต่การเก็บที่อุณหภูมิ 5 °C จะคงสภาพของสีและสาระสำคัญทางยาได้ดีกว่า เนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยรักษาสภาพโครงสร้างทางเคมีของเม็ดสีหรือรงควัตถุต่างๆ ได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง และจะช่วยลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีและการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากจุลินทรีย์หรือเอนไซม์ชนิดต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ (จริงแท้ , 2549)

สรุป

การเก็บรักษาดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองแห้งในถุงฟอยด์แบบซิปล็อคที่อุณหภูมิ 30 °C จะช่วยป้องกันความชื้น การเพิ่มขึ้นของค่า A_w และการลดลงของค่าความแน่นเนื้อได้ดีที่สุด ในขณะที่การเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดเดียวกันที่อุณหภูมิ 5 °C ช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงของสีรวมถึงปริมาณสารอะดีโนซีนและคอร์ไดเซปินได้ดีกว่าสภาวะอื่นๆ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณโครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ร่วมกับบริษัทถั่งเฉ้าทองคำ จำกัด ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนวิจัย และขอขอบคุณสถานวิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร สำหรับอุปกรณ์และเครื่องมือในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช. นครปฐม: โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

สุพัตรา เปี่ยมงวารี, สรวิศ แจ่มจำรูญ, วันทนา สะสมทรัพย์, ธนภักษ์ อินยอด และ สุริวิภา สงขาร. 2554. ผลของการอบแห้งและภาชนะบรรจุในการยืดอายุการเก็บรักษาเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาว (*Pleurotus abalonus* Han.) ว. วิทย. กษ. 42(3 พิเศษ): 665-668.

Das, S. K., M. Masuda, A. Sakurai and M. Sakukabara. 2010. Medicinal uses of the mushroom *Codyceps militaris*: Current state and prospects. Fitoterapia 81(8): 961-968.

Frank, A. P. and Y. P. Heather. 1992. A Handbook of Food Packaging. (2nd ed). Blackie Academic & Professional. New York. 296 p.

Gouveia, L. and J. Empis. 2003. Relative stabilities of microalgal carotenoids in microalgal extracts, biomass and fish feed:effect of storage conditions. Innovative Food Science and Emerging Technologies 4: 227-233.

Huang, L., Q. Li, Y. Chen, X. Wang and X. Zho. 2009. Determination and analysis of cordycepin and adenosine in products of *Cordyceps* spp. African Journal of Microbiology Research 3(12): 957-961.

Jame, M. J. 1998. Modern food microbiology. (7th ed). Aspen Publishers. United States of America. p. 445.

Jayathunge, K.G.L.R. and C.K. Illeperuma. 2001. Dehydration of oyster mushroom and studies onacceptability and storability of the product. Tropical Agricultural Research 13: 69-77.

Li, C., Z. Li, M. Fan, W. Cheng, Y. Long, T. Ding and L. Ming. 2006. The composition of *Hirsutella sinensis*, anamorph of *Cordyceps sinensis*. J Food Compos Anal 19(8): 800-805.

Winkler, D. 2008. Yartsa Gunbu (*Cordyceps sinensis*) and the fungal commodification of Tibet's rural economy. Econ Bot 62(3): 291-305.