วว.

โครงการวิจัยที่ ภ. 52-07 / ย. 2 / รายงานฉบับที่ 1 (ฉบับสมบูรณ์)

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาเห็ดสดและเห็ดแห้ง

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

โครงการวิจัยที่ ภ. 52-07
การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพจากเห็ด

โครงการย่อยที่ 2
การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา
เห็ดสดและเห็ดแห้ง

รายงานฉบับที่ 1 (ฉบับสมบูรณ์)
การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา
เห็ดสดและเห็ดแห้ง

โดย

สุพัตรา เปี่ยมวารี **สรวิศ แจ่มจำรูญ**
วันทนา สะสมทรัพย์ **จิตตา สาตร์เพ็ชร์**
สาวิตรี วีระเสถียร **สุริวิภา สังขาร**

บรรณาธิการ วว., กรุงเทพฯ 2555

ลิขิต หาญจางสิทธิ์ สงวนลิขสิทธิ์

บุญเรียม น้อยชุมแพ
พิสุทธิ์ พลับสวาท

รายงานฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้พิมพ์โดย
ผู้ว่าการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

(นายยงวุฒิ เสาวพฤกษ์)
ผู้ว่าการ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเห็ดสดและเห็ดแห้งได้นำเห็ดสดไปผ่านกระบวนการทำแห้ง สำเร็จลุล่วงได้โดยได้รับความร่วมมือจาก เจ้าหน้าที่ฝ่ายเทคโนโลยีการเกษตร เจ้าหน้าที่ฝ่ายเภสัช เจ้าหน้าที่วิเคราะห์ดินและปุ๋ย และเจ้าหน้าที่ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร ทุกท่านที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องตู้อบลมร้อน และคณะทำงานโครงการฯ ขอขอบคุณทุกๆ ท่านมา ณ โอกาสนี้.

คำนำ

เห็ดเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมในการบริโภค เนื่องจากมีรสชาติดี และมีคุณค่าทางโภชนาการสูงจึงมีมูลค่าทางเศรษฐกิจ ทำรายได้ให้กับผู้เพาะเลี้ยงเป็นจำนวนมาก เป็นอาชีพที่ได้รับความนิยมในชุมชนเพราะในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ประเทศไทยต้องสั่งซื้อเห็ดจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก แต่ในปัจจุบันประเทศไทยเราได้ทำการเพาะเห็ดจนสามารถเพาะเห็ดทำให้ไม่ต้องสั่งซื้อเห็ดจากต่างประเทศและยังเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งเห็ดมีสรรพคุณทางยาและมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เสริมสร้างระบบคุ้มกัน ตั้งแต่อดีตกาลมาคนจีนยังใช้เห็ดเป็นยาอายุวัฒนะ เพราะเชื่อว่ามีสารพอลิแซคคาไรด์ ที่มีคุณสมบัติช่วยรักษาอาการหวัดทำให้เลือดลมดี ป้องกันการเติบโตของเนื้องอก ป้องกันโรคเลือด โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ ยับยั้งการสร้างเซลล์มะเร็ง ต้านเชื้อไวรัสเอดส์ เห็ดยังมีกรดอะมิโนที่จำเป็น ช่วยในการย่อยคอเลสเตอรอลได้ดี มีสาระสำคัญช่วยกระตุ้นการทำงานของเซลล์ในระบบภูมิคุ้มกันให้สมดุล เพื่อมีประสิทธิภาพในการต่อสู้กับเซลล์เนื้องอกและต่อต้านอนุมูลอิสระ ในปัจจุบันได้มีการแปรรูปอาหารโดยใช้เทคโน-โลยี ที่เกิดจากการพัฒนาจากภูมิปัญญาของชุมชน เช่น การตากแดด การอบ การย่าง หรือ ทอด ซึ่งการแปรรูปอาหารเพื่อรองรับการบริโภคในระดับครัวเรือนโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บรักษาอาหารในช่วงที่ขาดแคลน เพื่อให้มีอาหารบริโภคแม้นอกฤดูกาล ผู้บริโภคต้องการอาหารที่เกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยในระหว่างการแปรรูป และมีลักษณะใกล้เคียงกับวัตถุดิบและบรรเทาการขาดแคลนอาหารเนื่องจากสภาวะโลกร้อนทำให้อัตราการผลิตอาหารลดลง เนื่องจากภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป สะดวกต่อการขนส่ง จึงพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปอาหารเพื่อสนองความต้องการของผู้บริโภค สำหรับเทคโนโลยีที่เหมาะสมที่ใช้ในการทำแห้งในชุมชนได้แก่ ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ ตู้อบแห้งด้วยลมร้อน สำหรับการแพทย์ หรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องการรักษาคุณค่าทางโภชนาการให้ใกล้เคียงกับอาหารสดมากที่สุด ใช้วิธีการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ในประเทศไทยมีเห็ดหลายสายพันธุ์ที่นิยม ซึ่งสามารถสร้างเศรษฐกิจในประเทศ.

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในยืดอายุการเก็บรักษาเห็ดในสภาพเห็ดสดและเห็ดแห้ง

ขอบเขตของโครงการวิจัย

ศึกษาเทคโนโลยีการยืดอายุการเก็บรักษาเห็ดในสภาพเห็ดสดและเห็ดแห้งจำนวน 3-5 สายพันธุ์

ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กลุ่มเป้าหมายเฉพาะราย โดยอาศัยนักวิชาการของฝ่ายโดยวิธี on site training

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

กลุ่มเป้าหมายที่จะได้รับประโยชน์จากผลงานวิจัยโดยตรงได้แก่ เกษตรกร สามารถนำผลงานวิจัยไปใช้ เพื่อให้ได้ผลิตผลที่มีคุณภาพตรงต่อความต้องการของตลาด สามารถแข่งขันได้ในตลาดสากล ซึ่งเป็นการสนับสนุนยุทธ์ศาสตร์เพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของประเทศ ในหัวข้อการพัฒนาสินค้าและบริการ

กลุ่มเป้าหมายที่ได้รับประโยชน์จากผลงานวิจัยโดยอ้อม ได้แก่นักวิชาการในสาขาวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะได้นำผลงานวิจัยและองค์ความรู้ที่ได้จากแผนงานวิจัยไปพัฒนาต่อยอด ตลอดจนบุคลากรทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้มีการพัฒนาขึ้นระหว่างแผนงานวิจัย ซึ่งเป็นการสนับสนุนยุทธ์ศาสตร์เพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขัน ในหัวข้อการพัฒนาการสร้างนวัตกรรม

วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางวิชาการเกี่ยวกับ การเก็บรักษาเห็ด เพื่อให้ได้คุณภาพก่อนถึงกลุ่มเป้าหมายในสภาพเห็ดสดและเห็ดแห้ง

-ศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพทางสรีรวิทยาของเห็ดชนิดต่างๆ

-ศึกษาวิธีการเก็บรักษา

2. พัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเห็ดสดและแห้ง

- ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในเก็บรักษา

- วิเคราะห์สาระสำคัญบางชนิดในเห็ด

3. ถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ได้สู่กลุ่มเป้าหมาย

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
คำนำ	ข
วัตถุประสงค์ของโครงการ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ช
ABSTRACT	1
บทคัดย่อ	2
1. บทนำ	3
2. อุปกรณ์และวิธีการ	5
3. ผลการทดลองและวิจารณ์	16
4. สรุปผลและข้อเสนอแนะ	59
5. ผลการศึกษาเบื้องต้นทางด้านตลาดและผลกระทบของโครงการ	60
6. เอกสารอ้างอิง	61

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1.	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีผิว และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านคะแนนการยอมรับโดยรวมของเห็ดนางฟ้าภูฏานภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ กัน เป็นเวลา 5 วัน	17
ตารางที่ 2.	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีผิว และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านคะแนนการยอมรับโดยรวมของเห็ดหูหนูดำภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ กัน เป็นเวลา 15 วัน	21
ตารางที่ 3.	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีผิว และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านคะแนนการยอมรับโดยรวมของเห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นและเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน เป็นเวลา 7 วัน	25
ตารางที่ 4.	การเปลี่ยนแปลงสี และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ของเห็ดนางฟ้าภูฏานแห้งในถุงอะลูมินัมฟอยล์ (AL) และถุงพอลิเอทิลีน (PE) แบบไม่สุญญากาศ (1), สุญญากาศ (2) เมื่อเก็บรักษา 12 เดือน	34
ตารางที่ 5.	คุณค่าทางโภชนาการ กลูแคน และจุลินทรีย์ของเห็ดนางฟ้าภูฏานแห้ง ในถุงอะลูมินัมฟอยล์ (AL) และถุงพอลิเอทิลีน (PE) แบบสุญญากาศ (1), ไม่สุญญากาศ (2) เก็บรักษา 12 เดือน	35
ตารางที่ 6.	การเปลี่ยนแปลงสี และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ของเห็ดหูหนูแห้ง ในถุงอะลูมินัมฟอยล์ (AL) และถุงพอลิเอทิลีน (PE) แบบไม่สุญญากาศ (1), สุญญากาศ (2) เก็บรักษา 12 เดือน	41
ตารางที่ 7.	คุณค่าทางโภชนาการ กลูแคนและจุลินทรีย์ ของเห็ดหูหนูแห้ง ในถุงอะลูมินัมฟอล์ย (AL) และถุงพอลิเอทิลีน (PE) แบบสุญญากาศ (1), ไม่สุญญากาศ (2) เก็บรักษา 12 เดือน	42
ตารางที่ 8.	การเปลี่ยนแปลงสี และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ของเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวแห้ง ในถุงอะลูมินัมฟอยล์ (AL) และถุงพอลิเอทิลีน (PE) แบบไม่สุญญากาศ (1), สุญญากาศ (2) เก็บรักษา 12 เดือน	49

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 9.	คุณค่าทางโภชนาการ กลูแคน และจุลินทรีย์ ของเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวแห้ง ในถุงอะลูมินัมฟอยล์ (AL) และถุงพอลิเอทิลีน (PE) แบบสุญญากาศ (1), ไม่สุญญากาศ (2) เก็บรักษา 12 เดือน	50
ตารางที่ 10.	การเปลี่ยนแปลงสี และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ของเห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นแห้ง ในถุงอะลูมินัมฟอยล์ (AL) และถุงพอลิเอทิลลีน (PE) แบบไม่สุญญากาศ (1), สุญญากาศ (2) เก็บรักษา 12 เดือน	57
ตารางที่ 11.	แสดงคุณค่าทางโภชนาการ กลูแคนและจุลินทรีย์ ของเห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นแห้ง ในถุงอะลูมินัมฟอยล์ (AL) และถุงพอลิเอทิลีน (PE) แบบสุญญากาศ (1), ไม่สุญญากาศ (2) เก็บรักษา 12 เดือน	58

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 1.1	เห็ดนางฟ้าภูฏาน ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ กัน เป็นเวลา 3 วัน	18
รูปที่ 1.2	เห็ดนางฟ้าภูฏาน ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ กัน เป็นเวลา 5 วัน	19
รูปที่ 1.3	เห็ดนางฟ้าภูฏาน ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ กัน เป็นเวลา 9 วัน	19
รูปที่ 2.1	เห็ดหูหนูภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ กัน เป็นเวลา 5 วัน	22
รูปที่ 2.2	เห็ดหูหนูภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ กัน เป็นเวลา 7 วัน	22
รูปที่ 2.3	เห็ดหูหนูภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ กัน เป็นเวลา 9 วัน	23
รูปที่ 2.4	เห็ดหูหนูภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ กัน เป็นเวลา 10 วัน	23
รูปที่ 3.1	เห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน เป็นเวลา 12 วัน	26
รูปที่ 3.2	เห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน เป็นเวลา 15 วัน	26
รูปที่ 3.3	เห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน เป็นเวลา 12 วัน	27
รูปที่ 3.4	เห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน เป็นเวลา 12 วัน	27
รูปที่ 4.1	การเปลี่ยนแปลงด้านสี ของเห็ดนางฟ้าภูฏานอบแห้ง เก็บรักษา 0, 3 และ 6 เดือน	32
รูปที่ 4.2	การเปลี่ยนแปลงด้านสี ของเห็ดนางฟ้าภูฏานอบแห้ง เก็บรักษา 9 และ 12 เดือน	33
รูปที่ 5.1	การเปลี่ยนแปลงด้านสี ของเห็ดหูหนูอบแห้ง เก็บรักษา 0, 3 และ 6 เดือน	39
รูปที่ 5.2	การเปลี่ยนแปลงด้านสี ของเห็ดหูหนูอบแห้ง เก็บรักษา 9 และ12 เดือน	40
รูปที่ 6.1	การเปลี่ยนแปลงด้านสี ของเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวอบแห้ง เก็บรักษา 3 และ 6 เดือน	47
รูปที่ 6.2	การเปลี่ยนแปลงด้านสี ของเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวอบแห้ง เก็บรักษา 9 และ 12 เดือน	48
รูปที่ 7.1	การเปลี่ยนแปลงด้านสี ของเห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นอบแห้ง เก็บรักษา 0, 3 และ 6 เดือน	55
รูปที่ 7.2	การเปลี่ยนแปลงด้านสี ของเห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นอบแห้ง เก็บรักษา 9 และ12 เดือน	56

RESEARCH AND DEVELOPMENT POSTHARVEST TECHNOLOGY OF MUSHROOMS: FRESH AND DRY STATE

Supatra Piamvaree, Soravit Jamjumroon, Wantana Sasomsup, Sawitree Vierasthiean and Surivipa Sungkarn

ABSTRACT

The study of prolonging the strorage life of Pleurotus Agaricus and Abalonus long-stak and short-stak mushrooms by modifiled atmosphere of packing film on the tray place at 5ºC, 10ºC and 15ºC, respectively. The best mushrooms appearance were found at 5ºC with 9 days of Pleurotus mushroom, at 5ºC with 9 days of Abalonus mushrooms long-stalk and short-stalk and stored at 5ºC with 15 days of Agaricus bisporus were maximum commened storage period for mushrooms, respectively. Off-flavor and discolor of the pulp was found in mushrooms stored for longer of time.

A test to prolong the shelf life of mushrooms were conducted by drying with a hot air oven at 70ºC for 3 hr, followed by 60ºC for 18 hr. The dried mushroom was stored in 2 kinds of bags (aluminum foil and polyethylene) under vacuum and non-vacuum conditions at ambient temperature (28-32ºC) for 12 months. The quality of dried mushroom of the physical and chemical properties of the product (L, a, b, a_w, moisture, calories, protein, carbohydrate, fat and polysaccharides). Packaging with aluminum foil under vacuum and non-vacuum conditions resulted in an a_w of 0.40 and the absence of microorganisms. The dried mushroom in polyethylene bags under vacuum and non- vacuum conditions had a_w in the ranges of 0.5 - 0.64 .The nutritive values of the dried mushrooms in all the treatments were not significantly different ($p>0.05$). This research indicated that the shelf life of all good quality dried mushroom in aluminum foil bags under vacuum and non-vacuum conditions could be extended up to 9 months.

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาเห็ดสดและเห็ดแห้ง

สุพัตรา เปี่ยมวารี[1], สรวิศ แจ่มจำรูญ[1], วันทนา สะสมทรัพย์[1], จิตตา สาตร์เพชร์[1], สาวิตรี วีระเสถียร[1] และสุริวิภา สังขาร[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาเห็ดสดในสภาพบรรยากาศดัดแปลง ประกอบด้วย เห็ดนางฟ้าภูฏาน, เห็ดหูหนู และเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวและก้านสั้น, ทำการเก็บรักษาที่ 5, 10 และ 15 องศาเซลเซียส, โดยบรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์มและมีชุดควบคุมที่ 25 องศาเซลเซียส, พบว่า เห็ดนางฟ้าภูฏานสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ได้นาน 9 วัน, เห็ดหูหนูเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ได้นาน 15 วัน และ เห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวและก้านสั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ได้นาน 15 วัน ตามลำดับ และพบว่า การเก็บรักษาเห็ดนานขึ้นเห็ดมีกลิ่นผิดปกติรุนแรงและเนื้อรอบผิวเห็ดมีสีผิดปกติ.

ศึกษาการยืดอายุการเก็บเกี่ยวเห็ดสดโดยอบเห็ดสด โดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิที่ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง, แล้วปรับอุณหภูมิลงเหลือ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง. ทำการเก็บรักษาเห็ดแห้งในภาชนะบรรจุ 2 ชนิด คือถุงอะลูมินัมฟอยล์และถุงพอลิเอทิลีน ใน 2 สภาวะการเก็บรักษา, ซึ่งประกอบด้วย แบบสุญญากาศและแบบไม่สุญญากาศไว้ที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 เดือน, ทำการตรวจวัดคุณภาพทุกๆ 3 เดือน, โดยวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด, วิเคราะห์หาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ดังนี้ L, a, b, a_w, ความชื้น, แคลอรี, โปรตีน, คาร์โบไฮเดรต, ไขมัน, กลูแคน และปริมาณจุลินทรีย์, พบว่า ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศและแบบไม่สุญญากาศ ให้ a_w เท่ากับ 0.40 และตรวจไม่พบจุลินทรีย์. ส่วนในถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศและแบบไม่สุญญากาศ ซึ่งให้ a_w ระหว่าง 0.50-0.64. เมื่อพิจารณาถึงคุณค่าทางโภชนาการของเห็ดอบแห้ง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกการทดลอง ($p>0.05$). ผลการวิจัยในครั้งนี้ พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเห็ดอบแห้ง

[1]ฝ่ายเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

1. บทนำ

เห็ดจัดเป็นอาหารประเภทผัก หรือที่เรียกกันว่า fungi as food (Song 2003). ในแง่ทางโภชนาการนั้น ถือว่าเห็ดเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยมีปริมาณโปรตีน, เกลือแร่ และเส้นใยสูง, แต่มีไขมันอยู่ในระดับต่ำ. นอกจากนี้ การบริโภคเห็ดจะปลอดภัยจากสารพิษ เนื่องจากเห็ดไม่มีสารเคมีที่เป็นพิษเข้ามาเกี่ยวข้องในการผลิต. การผลิตเห็ดสามารถทำให้ได้ค่าตอบแทนสูงกว่าพืชอื่นหลายชนิด เนื่องจากเป็นการผลิตที่ใช้พื้นที่น้อยกว่าพืชอื่น, สามารถใช้วัสดุเหลือใช้มาผลิต (Lin Lee, Li 2003). เห็ดให้คุณค่าทางโภชนาการสูง, เป็นแหล่งของโปรตีน, วิตามิน และธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์, อีกทั้งยังมีคุณสมบัติในแง่ของยาสามารถป้องกันและรักษาโรค (medicinal product). เห็ดบางชนิดพบว่ามีสรรพคุณป้องกันและรักษาโรค, จึงทำให้ได้รับความนิยมบริโภคเห็ดกันมากขึ้น, จากการที่เห็ดมีสารเพิ่มภูมิต้านทานต่อโรคร้ายบางชนิดได้, รวมทั้งมีสารที่สามารถยับยั้งการเพิ่มจำนวนของเซลล์มะเร็งได้อีกด้วย (Kuo, Weng, Ha, Wu 2006). โดยทั่วไปแม้ว่าเห็ดจะไม่ให้คุณค่าทางโภชนาการครบถ้วนทั้งหมดก็ตาม, แต่ถือเป็นอาหารเพื่อสุขภาพของมนุษย์. การผลิตเห็ดทั่วโลกในปัจจุบันนี้มีประมาณ 4.27 ล้านตัน, ในจำนวนนี้เป็นการผลิตเห็ดแชมปิญองร้อยละ 37.2. ประเทศที่ผลิตมากที่สุดคือ สหรัฐอเมริกา, จีน และฝรั่งเศส ตามลำดับ. รองลงมาคือ เห็ดสกุลนางรมร้อยละ 21.5, เห็ดหอมร้อยละ 12.2, ประเทศญี่ปุ่นและจีนเป็นผู้ผลิตมากที่สุด. สำหรับเห็ดฟางผลิตมากเป็นอันดับ 5 ของโลก ประมาณ 270,000 ตัน, โดยมีการผลิตอยู่ประมาณร้อยละ 6 ของปริมาณเห็ดทั่วโลก, ประเทศที่ผลิตมากคือ จีน, ฟิลิปปินส์, ไต้หวัน, ไทย และมาเลเซีย. ส่วนประเทศที่ผลิตเห็ดเพื่อส่งออกมากที่สุดได้แก่ จีน, ฝรั่งเศส, เนเธอร์แลนด์, สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น ตามลำดับ. ในปี พ.ศ. 2533 ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนผลิตเห็ดแห้งได้ถึง 29,000 ตัน ซึ่งเป็นผลผลิตที่มากที่สุดในโลก.

สำหรับการผลิตของประเทศไทย ในแต่ละปีมีประมาณ 120,000 ตัน, คิดเป็นมูลค่ารวมมากกว่า 12,000 ล้านบาท. เห็ดที่นิยมผลิตส่วนใหญ่คือ เห็ดฟาง สูงถึงร้อยละ 75 และเห็ดที่ผลิตในแต่ละปีจะถูกใช้บริโภคในประเทศประมาณร้อยละ 70. นอกจากเห็ดฟางแล้ว ยังพบว่า มีการผลิตเห็ดสกุลนางรม, เห็ดหูหนู, เห็ดหอม และเห็ดแชมปิญอง เป็นต้น. (ปัญญา 2538) คนไทยนิยมนำเห็ดสดมาบริโภคเป็นอาหาร, แต่เนื่องจากเห็ดเกิดการเน่าเสียง่าย ซึ่งเกิดจากจุลินทรีย์ จึงต้องมีการแปรรูป เพื่อเพิ่มมูลค่า, เพื่อการส่งออกผลิตภัณฑ์จากเห็ด, ทำให้การถนอมอาหารเข้ามามีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมาก. เนื่องจากพฤติกรรมการบริโภคอาหารมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม, สาเหตุมาจากคนส่วนใหญ่ต้องการความสะดวก, รวดเร็ว และต้องการเก็บรักษาอาหารไว้บริโภคได้นานๆ.

การถนอมอาหาร เป็นวิธีการเก็บรักษาอาหารไว้ให้ได้นาน, โดยไม่ทำให้อาหารนั้นเกิดการเสื่อมเสีย และยังคงให้คุณลักษณะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (Rhangsadthong 2001). การถนอมอาหารมีประโยชน์และมีความสำคัญหลายอย่าง เช่น ช่วยบรรเทาความขาดแคลนอาหาร, ช่วยให้เกิดการกระจายอาหาร, ช่วยให้มีอาหารบริโภคนอกฤดูกาล, ใช้อาหารเหลือให้เกิดประโยชน์, ช่วยให้เกิดความสะดวกในการขนส่ง, ช่วยยืดอายุการเก็บอาหารไว้ให้ได้นาน, ช่วยเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตร. การถนอมอาหารมีจุดประสงค์ที่สำคัญ คือ ต้องการที่จะเก็บรักษาอาหารไว้ให้นานที่สุดโดยไม่เน่าเสีย. หลักการถนอมอาหาร คือ การเก็บรักษาอาหารให้ปลอดเชื้อ (Khroosong 1994). การล้างทำความสะอาดจะช่วยลดการเจริญและกิจกรรมของจุลินทรีย์ เช่น การถนอมอาหารโดยใช้อุณหภูมิต่ำ. การทำให้แห้ง หรือการเก็บอาหารไว้ในสภาวะไร้ออกซิเจน. การให้ความร้อน การฉายรังสีเพื่อทำลายจุลินทรีย์. ผู้บริโภคในปัจจุบันสนใจเรื่องสุขภาพและนิยมการบริโภคผักและผลไม้สดกันมากขึ้น (จริงแท้ 2538). อย่างไรก็ตาม เห็ดสดเป็นสินค้าที่ยากต่อการจัดการ เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีเกิดขึ้นตลอดเวลาภายหลังการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้ในระหว่างการเก็บรักษา (วรภัทร 2545). อัตราการหายใจเป็นสิ่งที่แสดงที่ดีถึงอายุหลังการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้ (ปัญญา 2538). โดยปกติผักและผลไม้ที่มีอัตราการหายใจสูงจะมีอายุหลังการเก็บเกี่ยวลดลง (Beit-Halachmy 1992 และ Exama 1993). ผักและไม้ที่มีอัตราการหายใจต่ำจะมีอายุหลังการเก็บเกี่ยวนาน. การหายใจเป็นกระบวนการที่ค่อนข้างยุ่งยากและขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการหายใจ จึงมีความสำคัญในแง่การปฏิบัติการและการเก็บรักษาผักและผลไม้หลังการยืดอายุ (Choi 2002). เห็ดสดโดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยรักษาคุณสมบัติทางกายภาพของเห็ดสดได้นาน. ดังนั้น คณะผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญในการถนอมอาหารโดยใช้อุณหภูมิต่ำ, การทำให้แห้ง, การบรรจุภัณฑ์ และการเก็บอาหารไว้ในสภาวะไร้ออกซิเจน, รวมทั้งควรมีความรู้เกี่ยวกับการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของอาหารในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้แน่ใจในคุณภาพคุณค่าทางโภชนาการ และความปลอดภัยที่จะนำไปบริโภค.

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 การศึกษาหลังการเก็บเกี่ยวเห็ดสด

ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของเห็ดนางฟ้าภูฏาน เห็ดเป๋าฮื้อก้านยาว เห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้น และเห็ดหูหนู

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เห็ดนางฟ้าภูฏาน, เห็ดเป๋าฮื้อก้านยาว, เห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้น และเห็ดหูหนู, จากบริษัท เอเชีย และจากฟาร์มเห็ดจังหวัดสระบุรี, นครปฐม และปทุมธานี.
2. เครื่องวัดสี (Color Different Meter) Minolta รุ่น CR-200.
3. เครื่อง Gas Chromatograph (Shimadzu GC-9A).
4. เครื่อง UV Spectophotometer (CECIL 1000 series).
5. เครื่องชั่ง (Sartorius E 55005).
6. เครื่องวิเคราะห์ก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Headspace Analyzer Model 6600).
7. ถุงพลาสติกพอลีเอทิลีน (PE) ขนาด 20 x 25 เซนติเมตร ความหนา 6 ไมครอน.
8. ถุงพลาสติก (ถุงซิป) ความหนา 70 ไมครอน ขนาด 70x20.50 เซนติเมตร.
9. ถุงร้อนขนาด 8x12 เซนติเมตร.
10. Active film ความหนา 23 ไมครอน.
11. ถาดโฟม ขนาด 10x18 เซนติเมตร.
12. Polyvinylchloride cling film ความหนา 10 ไมครอน.
13. ห้องเย็นปรับอุณหภูมิ (Temperature Control Cabinets) 5, 10 และ15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90-95.

วิธีการทดลอง

เก็บเกี่ยวดอกเห็ดนางฟ้าภูฏาน, เห็ดเป๋าฮื้อก้านยาว, เห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้น และเห็ดหูหนู ที่มีดัชนีการเก็บเกี่ยว คือ ดอกบานร้อยละ 70-80, จากแปลงเพาะบริษัทเอเชีย. ตัดเศษวัสดุที่ติดมาทิ้ง, คัดขนาดดอกเห็ดเท่าๆ กัน, นำไปลดอุณหภูมิเป็นเวลา 1 ชั่วโมง, บรรจุดอกเห็ดใส่ในถาดโฟม ขนาด 12×18×3 ลบ.ซม. ถาดละ 100 กรัม, หุ้มด้วยพลาสติกฟิล์ม (Polyvinylchloride Cling Film), แล้วเก็บรักษาในที่มีอุณหภูมิต่างๆ, โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 4 สิ่งทดลองๆ (Treatment) ละ 3 ซ้ำ (ถาด), ดังนี้.

สิ่งทดลองที่ 1 อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส).

สิ่งทดลองที่ 2 อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส.

สิ่งทดลองที่ 3 อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส.

สิ่งทดลองที่ 4 อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส.

บันทึกข้อมูลทุกๆ 2 วัน ดังนี้:

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

1.1 การสูญเสียน้ำหนัก, นำดอกเห็ด 5 ดอก ชั่งน้ำหนักเริ่มต้นก่อนทำการเก็บรักษา, หลังจากนั้น ชั่งน้ำหนักเห็ดทุกๆ 3 วัน. น้ำหนักที่ได้คิดเป็นร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักสด, คำนวณจากสูตร ดังนี้.

$$\text{การสูญเสียน้ำหนักสด (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา - น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา}} \times 100$$

1.2 การเปลี่ยนแปลงสี, วัดด้วยเครื่องวัดความแตกต่างของสี Color Different Meter (CDM) ระบบ Hunter's scale, ซึ่งประกอบด้วย,

ค่า L เป็นค่าที่รายงานถึงความสว่างของสีมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100,

กรณีที่ ค่า L เท่ากับ 100 หมายถึง สีขาว,

ค่า L เท่ากับ 0 หมายถึง สีดำ.

ค่า a เป็นค่าที่รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงของสีในช่วงสีเขียวถึงสีแดง,

กรณีที่ ค่า a เป็น ลบ หมายถึง สีเขียว,

ค่า a เป็น บวก หมายถึง สีแดง.

ค่า b เป็นค่าที่รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงของสีในช่วงสีน้ำเงินถึงสีเหลือง.

กรณีที่ ค่า b เป็น ลบ หมายถึง สีน้ำเงิน,

ค่า b เป็น บวก หมายถึง สีเหลือง.

2. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เป็นการวิเคราะห์เพื่อประเมินการยอมรับของผู้บริโภค, โดยการให้ผู้บริโภคดูลักษณะทางกายภาพของเห็ดสดที่ได้ทำการเก็บรักษา แล้วตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ. โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 4 อย่างคือ สี, เนื้อสัมผัส, กลิ่น และความชอบโดยรวม, ดังนี้:

2.1 การประเมินด้านสี, ใช้คำบรรยายในการประเมิน 5 คำ ดังนี้.

5=ชอบมาก

4=ชอบ

3=บอกไม่ได้ว่าชอบไม่ชอบ

2=ไม่ชอบ

1=ไม่ชอบมาก

2.2 การประเมินเนื้อสัมผัส, ใช้คำบรรยายในการประเมิน 5 คำ ดังนี้.

5=สดมาก

4=สด

3=บอกไม่ได้ว่าสดไม่สด

2=เหี่ยว

1=ฉ่ำน้ำมาก

2.3 การประเมินด้านกลิ่น, ใช้คำบรรยายในการประเมิน 3 คำ ดังนี้.

5=ปกติ

4=บอกไม่ได้ว่าปกติไม่ปกติ

3=ผิดปกติ

2.4 การประเมินความชอบโดยรวม, ใช้คำบรรยายในการประเมิน 5 คำ ดังนี้.

5=ชอบมาก

4=ชอบ

3=บอกไม่ได้ว่าชอบไม่ชอบ

2=ไม่ชอบ

1=ไม่ชอบมาก

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม SPSS (1999-2000) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT).

2.2 การศึกษาหลังการเก็บเกี่ยวเห็ดอบแห้ง

ศึกษาผลของชนิดของภาชนะบรรจุที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาดอกเห็ดนางฟ้าภูฏาน, เห็ดเป๋าฮื้อก้านยาว, เห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้น และเห็ดหูหนูอบแห้ง.

เก็บเกี่ยวดอกเห็ดนางฟ้าภูฏาน, เห็ดเป๋าฮื้อก้านยาว, เห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้น และเห็ดหูหนูบาน ที่มีดัชนีการเก็บเกี่ยว คือ ดอกบานร้อยละ 70-80, จากฟาร์มเห็ดจังหวัดสระบุรี, นครปฐม และปทุมธานี. ตัดเศษวัสดุที่ติดมาทิ้ง, นำเห็ดวางบนตะแกรง 0.50x1.50 ตารางเมตร, แล้วนำเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง. จากนั้น ปรับอุณหภูมิเป็น 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง. บรรจุดอกเห็ดในภาชนะบรรจุแบบต่างๆ ปริมาณ 40 กรัม/ภาชนะบรรจุ, เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (30±2) องซาเซลเซียส. โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ประกอบด้วย 4 สิ่งทดลอง (ภาชนะบรรจุ) ๆ ละ 4 ซ้ำ ดังนี้.

สิ่งทดลองที่ 1 ถุงอะลูมินัมฟอยล์ สภาพสุญญากาศ.

สิ่งทดลองที่ 2 ถุงอะลูมินัมฟอยล์.

สิ่งทดลองที่ 3 ถุงพอลิเอทิลีน สภาพสุญญากาศ.

สิ่งทดลองที่ 4 ถุงพอลิเอทิลีน.

ทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 เดือน และบันทึกข้อมูลทุก 3, 6, 9 และ 12 เดือน ดังนี้:

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเห็ดแห้ง

1.1 การเปลี่ยนแปลงสี (เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1).

2. การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี

2.1 วิเคราะห์ปริมาณความชื้น ตามวิธีของ ISO (1999) Method 6496:1999

วิธีการวิเคราะห์

1. อบถ้วยเปล่าพร้อมฝาในตู้อบที่อุณหภูมิ 103 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 30 ± 1 นาที.
2. นำถ้วยออกจากตู้อบทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้องในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักถ้วยพร้อมฝา.
3. ชั่งตัวอย่างที่บดแล้ว 5 กรัม ความละเอียด 0.0001 กรัม แล้วเขย่าให้ตัวอย่างกระจายให้ทั่ว.
4. นำถ้วยตัวอย่างเข้าอบในตู้อบโดยวางฝาปิดไว้เพียงด้านข้าง ที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง.

5. เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วให้ปิดฝาถ้วยแล้วนำออกจากตู้อบทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้องในโถดูดความชื้น แล้วทำการชั่งน้ำหนักความละเอียด 0.0001 กรัม.

6. ในกรณีที่ตัวอย่างมีไขมันเป็นส่วนประกอบต้องอบตัวอย่างอีกครั้ง ที่อุณหภูมิ 103± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 ± 1 นาที.

7. การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักทั้ง 2 ครั้ง ต้องไม่เกิน 0.1 ร้อยละ ของน้ำหนักตัวอย่าง.

คำนวณจากสูตร ดังนี้:

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)-น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)}} \times 100$$

2.2 วิเคราะห์ค่า Water activity (a_w)

วิธีการวิเคราะห์

1. เทน้ำกลั่นบริสุทธิ์ใส่ลงในภาชนะพลาสติกที่มากับเครื่องวัด a_w ให้ความสูงมาเกิน 2 ใน 3 ของภาชนะ นำเข้าเครื่องเพื่อปรับค่าให้เป็น 0.

2. ตัดเห็ดแห้งชิ้นเล็กใส่ลงในภาชนะพลาสติกชนิดเดียวกับข้อ 1.ให้ความสูงมาเกิน 2 ใน 3 ของภาชนะนำเข้าเครื่องเพื่ออ่านค่า a_w.

2.3 วิเคราะห์โปรตีนทั้งหมด (Crude Protein)

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 0.10 กรัม ที่ผ่านการอบแห้งและบดละเอียดและร่อนผ่านตะแกรง 0.5 มิลลิเมตร ใส่หลอดย่อยขนาด 250 มิลลิลิตร.

2. ใส่ตัวเร่งปฏิกิริยา (Kjelblet) จำนวน 2 เม็ด และกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร.

3. นำตัวอย่างไปย่อยด้วยเครื่อง 2020 Digestion System ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จนกระทั่งสารละลายเป็นสีฟ้าใส.

4. ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง.

5. นำตัวอย่างที่ผ่านการย่อยเข้าเครื่องกลั่น Kjeltec System 2200 Distilling Unit กลั่นด้วยระบบอัตโนมัติ โดยใช้กรดบอริก ร้อยละ 2 ปริมาตร 30 มิลลิลิตร ที่หยด screen methyl red indicator ไว้ แล้วจึงผสมน้ำกลั่น ปริมาตร 30 มิลลิลิตร และโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 70 ปริมาตร 80 มิลลิลิตร เครื่องกลั่นจะกลั่น ได้ ammonium borate ซึ่งเป็นด่างแก่.

6. นำตัวอย่างที่ผ่านการกลั่นมาไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.10 นอร์แมลลิตี.

7. คำนวณหาปริมาณโปรตีนทั้งหมด (Crude Protein) จากสูตร ดังนี้:

ปริมาณไนโตรเจน (Total Nitrogen) = $\frac{(A-B) \times C \times 0.014 \times 100}{D}$

ปริมาณโปรตีน (Crude Protien) = ร้อยละ N x 6.25

A คือ ปริมาณกรดที่ใช้ในการไทเทรตกับตัวอย่าง.

B คือ ปริมาณกรดที่ใช้ในการไทเทรตกับ Blank.

C คือ ความเข้มข้นของกรดที่ใช้ในการไทเทรตกับตัวอย่าง.

D คือ น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ย่อย (กรัม).

2.4 วิเคราะห์ปริมาณไขมันทั้งหมด (Crude Fat) ตามวิธีของ AOAC (1995)

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 2.0 กรัม (W1)ใส่ใน thimble ที่มีกระดาษกรองเบอร์ 1 หรือเบอร์ 41 หุ้มภายใน ใช้สำลีวางบนตัวอย่าง นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถอบ.

2. อบถ้วยที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถอบ ชั่งน้ำหนักถ้วย (W2).

3. ตวง petroleum ether 80 มิลลิลิตร ใส่ลงในถ้วย ในครั้งแรก.

4. นำ thimble ที่บรรจุตัวอย่างซึ่งผ่านการอบสอดเข้า condenser ในส่วนของ Extraction Unit ของเครื่อง Soxhtec system HT.

5. สอดถ้วยที่บรรจุ petroleum ether เข้าเครื่องดึงตัวอย่างลงใน Soxhlet body ให้สนิท แล้วใช้เวลาสกัดตัวอย่าง 2 ชั่วโมง ที่ 30-60 องศาเซลเซียส.

6. ใช้เครื่องสกัดดึงตัวอย่างขึ้นจากตัวทำละลาย เพื่อให้ petroleum ether ที่ควบแน่นมาจาก condenser ไหลลงมาล้างตัวอย่าง.

7. นำถ้วยที่มีไขมัน ไปอบที่ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 30 นาที. ทิ้งให้เย็นในโถอบแห้ง ชั่งน้ำหนักถ้วย (W3).

8. ตัวอย่างที่ผ่านการวิเคราะห์ไขมันเก็บใส่กระดาษไว้เพื่อวิเคราะห์ crude fiber ต่อไป.

คำนวณหาปริมาณไขมันทั้งหมด จากสูตรดังนี้.

ปริมาณไขมัน(Crude fat) = $\frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (W2)- น้ำหนักแห้งที่สกัดไขมันแล้ว (W3)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (W1)}} \times 100$

2.5 วิเคราะห์ปริมาณพอลิแซคคาไรด์ (กลูแคนทั้งหมด) โดยวิธี Mushroom and Yeast Beta-Glucan (K-YBGL)

2.5.1 วิธีการวิเคราะห์บีตากลูแคน (Total glucan)

1. ชั่งตัวอย่าง 0.1 กรัม ลงในหลอดทดลอง 20x125 มิลลิเมตร เติม 10 นอร์แมลลิตี ไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1.5 มิลลิลิตร แล้วผสมให้เข้ากันกับเครื่องผสมสาร(vortex mix) นำไปบ่มที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที โดยทำการผสมกันทุกๆ 15 นาที.

2. เติมน้ำ 10 มิลลิลิตร ปิดฝานำไป ผสมให้เข้ากันกับเครื่องผสมสาร(vortex mix) นำไปบ่มในอ่างนำร้อนที่ 100 องศาเซลเซียส หลังจาก 5 นาที ให้คลายเกลียวฝาแล้วทำการบ่มต่อไปจนครบ 2 ชั่วโมง.

3. เมื่อตัวอย่างเย็นลง เติม 10 มิลลิลิตร KOH 2 โมล.

4. นำตัวอย่างจากข้อ 4 มาปรับปริมาตรด้วยโซเดียมแอซีเทตบัฟเฟอร์ (200 มิลลิโมล พีเอช 5.0) เป็น 100 มิลลิลิตร, แล้วกรองตัวอย่างผ่านกระดาษกรองเบอร์ 42 หรือ 41, หรือนำไปปั่นเหวี่ยง 1,000 รอบ นาน 10 นาที.

5. ดูดตัวอย่างใส่หลอดทดลอง หลอดละ 100 ไมโครลิตรจำนวน 3 หลอด.

- reagent blank คือ ตัวอย่าง 100 ไมโครลิตร ผสมกับ 100ไมโครลิตร แอซีเทตบัฟเฟอร์ 200 มิลลิโมล พีเอช 4.0 ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องผสมสาร.

- reaction solution คือ ตัวอย่าง 100 ไมโครลิตร เติมลงในหลอดทดลอง 3 หลอด ในแต่ละหลอดเติม 0.1 มิลลิลิตร เอนไซม์ (1,3) เอกโซ-กลูแคนเนสและบีตากลูโคไซเดส ผสมกับ 200 มิลลิโมล โซเดียมแอซีเทตบัฟเฟอร์ (pH 5.0) แล้วนำหลอดทดลองมาบ่มที่ 40 องซาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง.

- เติม กลูโคส-ออกซิเดส-เปอร์ออกซิเดส-บัฟเฟอร์ (GOPOD reagent) 3 มิลลิลิตร ในหลอดทดลองทั้ง 3 และสารมาตรฐานกลูโคส (0.1 มิลลิลิตร โซเดียมแอซีเทตบัฟเฟอร์ 200 มิลลิโมล) แล้วบ่มที่ 40 องซาเซลเซียส นาน 20 นาที.

6. ปริมาณกลูแคนทั้งหมด ด้วยเครื่อง UV Spectophotometer ที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร, ถ้าบีตากลูแคนมากกว่าร้อยละ 10 ควรทำการเจือจางตัวอย่างด้วย 200 มิลลิโมลาร์ของโซเดียมอซีเตทบัฟเฟอร์ก่อนทำการวัด.

2.5.2 วิธีการวิเคราะห์แอลฟากลูแคน (alpha- glucan)

1. ชั่งตัวอย่าง 0.1 กรัม ลงในหลอดทดลองขนาด 20X125 มิลลิเมตร เติม 2 โมล KOH ที่เย็น แล้วทำการคนตัวอย่างประมาณ 20 นาที โดยใช้ magnetic ช่วย, ต้องคนตัวอย่างในอ่างน้ำที่เย็นจัด.

2. เติม 1.2 โมล โซเดียมอซีเตทบัฟเฟอร์ 8 มิลลิลิตร พีเอช 3.8 ลงในแต่ละหลอดทดลอง ผสมให้เข้ากันแล้วเติม 0.2 มิลิลิตร(amyloglucosidase 1630 U/ml plus inertase 500 U/ml) บ่มที่ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที.

3. นำตัวอย่างใส่หลอดทดลอง 3 หลอดๆละ 100 ไมโครลิตร.

- reagent blank คือ ตัวอย่าง 100 ไมโครลิตร ผสมกับ 100ไมโครลิตร แอซีเทตบัฟเฟอร์ 200 มิลลิโมล พีเอช 4.0 ผสมให้เข้ากันกับเครื่องผสมสาร (vortex mix).

- reaction solution คือ ตัวอย่าง 100 ไมโครลิตรเติมลงในหลอดทดลอง 3 หลอด ในแต่ละหลอดเติม 0.1 มิลลิลิตร เอนไซม์ (1,3) เอกโซ-กลูคแคนเนสและบีตากลูโคไซเดส ผสมกันกับโซเดียมแอซีเทตบัฟเฟอร์(pH 5.0 200 มิลลิโมล) แล้วนำหลอดทดลองมาบ่มที่ 40 องซาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง.

- เติม กลูโคส-ออกซิเดส-เปอร์ออกซิเดส-บัฟเฟอร์(GOPOD reagent) 3 มิลลิลิตร ใน หลอดทดลองทั้ง 3 และสารมาตรฐานกลูโคส (0.1 มิลลิลิตร 200 มิลลิโมล โซเดียมแอซีเทตบัฟเฟอร์) แล้วบ่มที่ 40 องซาเซลเซียส นาน 20 นาที.

4. ปริมาณแอลฟากลูแคน ด้วยเครื่อง UV Spectophotometer ที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร ถ้าแอลฟากลูแคนมากกว่าร้อยละ 10 ควรทำการเจือจางตัวอย่างด้วย 200 มิลลิโมลาร์ ของโซเดียมอซีเตทบัฟเฟอร์ก่อนทำการวัด.

คำนวณปริมาณกลูแคนทั้งหมด จากสูตร ดังนี้.

เปอร์เซ็นต์กลูแคนทั้งหมด น้ำหนักที่มีความชื้น (percent, on as is basis)

$$\text{Total- glucan, (ร้อยละw/w)} = \frac{\Delta E \times F \times 100 \times 1 \times 100 \times 162}{0.1 \times 1000 \times W \times 180}$$

$$= \frac{\Delta E \times F \times 90}{W}$$

เปอร์เซ็นต์ แอลฟา-กลูแคน น้ำหนักแห้ง (percent,on dry weight besis)

$$\text{Alpha- glucan, (ร้อยละw/w)} = \frac{\Delta E \times F \times 103 \times 1 \times 100 \times 162}{1000 \times W \times 180}$$

$$= \frac{\Delta E \times F \times 9.27}{W}$$

ß-D glucan, (ร้อยละw/w) = Total Glucan - œGlucan

ΔE = ค่าดูดกลืนของตัวอย่าง - ค่าดูดกลืนของ blank.

F = แฟกเตอร์เท่ากับ 100ไมโครกรัมของ ดี-กลูโคส / ค่าดูดกลืนของกลูโคสที่ 100 ไมโครกรัม.

1/1000 = ไมโครกรัม เปลี่ยนเป็น มิลลิกรัม.

100/W = เป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวอย่างผงแห้ง.

162/180 = แฟกเตอร์ที่เปลี่ยนจากน้ำตาลอิสระ, โดยจะหาปริมาณแอนไฮโดรดี-กลูโคสที่เกิดขึ้นใน บีตา-กลูแคนได้.

103 = แฟกเตอร์ของปริมาตรที่ถูกต้องในการวิเคราะห์ (0.1 มิลลิลิตร จาก 10.3 มิลลิลิตร).

W = น้ำหนักตัวอย่างผงแห้ง.

2.6 วิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีของ Hedge and Hofreter (1962)

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างมา 100 มิลลิกรัม บดละเอียดและร่อนผ่านตะแกรง 0.5 มิลลิเมตร เติม 2.5 นอร์แมลลิตี ไฮโดรคลอริก 5 มิลลิลิตร นำไปต้มในอ่างน้ำร้อนนาน 3 ชั่วโมง ทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง.
2. เติมโซเดียมคาบอเนต (ของแข็ง) จนผุดเป็นฟองขึ้นมาจึงหยุดเติม.
3. ปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร แล้วนำไปเซนติฟิวส์ 6,000 กรัม 10 นาทีขึ้นอยู่กับตัวอย่างที่ บด.
4. เลือกส่วนสารละลายใส 0.5 มิลลิลิตรเพื่อใช้ในการวิเคราะห์.
5. เตรียมสารมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ1.0 มิลิลิตร ที่ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ พร้อมใส่ตัวอย่าง 0.5 มิลลิลิตร ทำ 3 หลอด ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1.0 มิลลิลิตร.
6. เติม Antorne reagent ลงไปหลอดละ 4 มิลลิลิตร พร้อมแช่ไว้ในอ่างน้ำร้อนเป็นเวลา 8 นาที.
7. นำไปวัดค่าการดูดกลืนสีที่ 630 นาโนเมตร.
8. คำนวณหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตจากกราฟมาตรฐาน.

หมายเหตุ: ทุกครั้งหลังจากที่มีการเติมกรดซัลฟิวริกควรทำให้ตัวอย่างที่อยู่ในหลอดทดลองเย็นก่อนเสมอ.

คำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรต จากสูตร ดังนี้:

1. หา (ความเข้มข้น) มิลลิกรัมของกลูโคสจากกราฟมาตรฐานกลูโคสที่ค่าดูดกลืน.
2. หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตจากตัวอย่าง 100 มิลลิกรัม (as is basis).

$$\text{ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด} = \frac{\text{มิลลิกรัมของกลูโคส} \times 100}{\text{ปริมาตรของตัวอย่างที่ใช้}}$$

$$\text{Total Cabohydrate, w/w ร้อยละ} = \frac{\text{Cabohydrate (as is besis)} \times 100}{[100 - \text{Moiture content (ร้อยละ)}]}$$

2.7 คำนวนหาค่าพลังงานอาหาร (กิโลแคลอรี)

การคำนวณค่าพลังงานอาหาร ทำได้โดยโดยเปลี่ยนค่าของโปรตีน, ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต จากโปรตีน 1 กรัม = 4 กิโลแคลอรี, ไขมัน 1 กรัม = 9 กิโลแคลอรี และคาร์โบไฮเดรต 1 กรัม = 4 กิโลแคลอรี, จากสูตรดังนี้.

ค่าพลังงานอาหาร = (ร้อยละโปรตีน x 4 กิโลแคลอรี) + (ร้อยละคาโบไฮเดรต x 4 กิโล-แคลอรี) + (ร้อยละไขมัน x 9 กิโลแคลอรี)

3. ปริมาณจุลินทรีย์ ตามวิธีของ AOAC (2000)

1. นำตัวอย่างมาชั่งน้ำหนัก 1.0 กรัม เทลงในภาชนะขนาด 100 มิลลิลิตร ที่ปลอดเชื้อแล้ว เติมน้ำ ร้อยละ 0.1, peptone เจือจาง 99 มิลลิลิตร, ใส่ลงในเครื่องตีป่นอาหารไฟฟ้า, จะได้อาหารที่มีความเจือจาง 10^{-1} นำไปเจือจาง เป็น 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-5}, และ10^{-6}.

2. ตรวจวิเคราะห์ด้วย spread plate โดยดูดตัวอย่างมา 0.10 มิลลิลิตร จากระดับการเจือจางสุดท้ายเป็น 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4} , 10^{-5} และ 10^{-6} ระดับละ 3 จาน ใส่ในบนจานอาหาร Plate Count Agar (PCA).

3. บ่มจานอาหารที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง รายงานผลเป็นต่อกรัมอาหารแห้ง.

4. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นการวิเคราะห์ เพื่อประเมินการยอมรับของผู้บริโภค. โดยการให้ผู้บริโภคดูลักษณะทางกายภาพของเห็ดอบแห้งที่ได้ทำการเก็บรักษา แล้วตอบแบบสอบถามความพึงพอใจโดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 3 อย่างคือ สี, กลิ่น และความชอบโดยรวม ดังนี้:

แบบสอบถามการประเมินด้านสี มีคำบรรยาย 9 คำ ดังนี้.

9 =ชอบมากที่สุด

8=ชอบมาก

7=ชอบปานกลาง

6=ชอบเล็กน้อย

5=บอกไม่ได้ว่าชอบไม่ชอบ

4=ไม่ชอบเล็กน้อย

3=ไม่ชอบปานกลาง

2=ไม่ชอบ

1=ไม่ชอบมากที่สุด

แบบสอบถามการประเมินด้านกลิ่น มีคำบรรยาย 9 คำ ดังนี้.

9=ชอบมากที่สุด

8=ชอบมาก

7=ชอบปานกลาง

6=ชอบเล็กน้อย

5=บอกไม่ได้ว่าชอบไม่ชอบ

4=ไม่ชอบเล็กน้อย

3=ไม่ชอบปานกลาง

2=ไม่ชอบ

1=ไม่ชอบมากที่สุด

แบบสอบถามการประเมินความชอบโดยรวม มีคำบรรยาย 9 คำ ดังนี้.

9=ชอบมากที่สุด

8=ชอบมาก

7=ชอบปานกลาง

6=ชอบเล็กน้อย

5=บอกไม่ได้ว่าชอบไม่ชอบ

4=ไม่ชอบเล็กน้อย

3=ไม่ชอบปานกลาง

2=ไม่ชอบ

1=ไม่ชอบมากที่สุด

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS (1999-2000) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 การศึกษาหลังการเก็บเกี่ยวดอกเห็ดสด

ศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเห็ดนางฟ้าภูฏาน

ศึกษาผลของอุณหภูมิที่ 5, 10 และ 15 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส, โดยบรรจุความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±5 มีการเปลี่ยนแปลงดังนี้.

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก

ชุดควบคุมที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด รองลงมาคือชุดทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10, 15 และ 5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ. โดยมีการสูญเสียน้ำหนักสด เท่ากับ 11.16, 2.85, 2.57 และ 0.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และตารางผนวกที่ 10).

การเปลี่ยนแปลงสี

สีของดอกเห็ดภายหลังการเก็บรักษานาน 5 วัน มีค่าการเปลี่ยนแปลงสีไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกชุดการทดลอง (ตารางที่ 1) และเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาในวันที่ 9 การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ยังคงรักษาค่าสี ความสว่างได้ดีที่สุด.

การประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัส

จากการทดลอง ผลของอุณหภูมิที่ 5, 10 และ 15 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่เก็บรักษาไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส, ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 90±5, ภายหลังการเก็บรักษา ไว้ 5 วัน, พบว่า การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านคะแนนการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภค ชุดการทดลองที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีคะแนนการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคมากที่สุด. รองลงมาคือ ชุดชุดควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส, 10 องศาเซลเซียส และ 15 องศาเซลเซียส ตามลำดับ. คะแนนการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภค เท่ากับ 5.0, 2.4, 2.2 และ 2.0 ตามลำดับ และมีความแตกต่างทางสถิติ. เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา พบว่า ชุดการทดลองที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีคะแนนการยอมรับโดยรวม (ด้านสีดอก, เนื้อสัมผัส, กลิ่น) สูงที่สุดเท่ากับ 3.2 คะแนน, เมื่อเก็บรักษาได้นาน 9 วัน (ตารางที่ 1).

ตารางที่ 1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีผิว และการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านคะแนนการยอมรับ โดยรวมของเห็ดนางฟ้าภูฏานภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ กัน เป็นเวลา 5 วัน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	การสูญเสียน้ำหนัก (ร้อยละ)	การเปลี่ยนแปลงสีผิว (L, a และ b)			การทดสอบทางประสาทสัมผัส (ด้านคะแนนการยอมรับโดยรวม)
		L	a	b	
อุณหภูมิห้อง	11.16c	58.00	4.86	13.59	2.4a
5	0.98a	61.23	5.03	15.34	5.0b
10	2.85b	55.71	4.70	13.72	2.0a
15	2.57b	56.15	4.58	13.39	2.2a

[1] หมายถึง : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.

รูปที่ 1.1 เห็ดนางฟ้าภูฏาน ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 3 วัน.

รูปที่ 1.2 เห็ดนางฟ้าภูฏาน ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 5 วัน.

รูปที่ 1.3 เห็ดนางฟ้าภูฏาน ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 9 วัน.

3.2 ศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเห็ดหูหนูดำ

ศึกษาผลของอุณหภูมิที่ 5, 10 และ 15 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่เก็บรักษาไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส โดยบรรจุความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 ±5 มีการเปลี่ยนแปลง ดังนี้.

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก

ชุดควบคุมที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 2.0 เปอร์เซ็นต์, รองลงมาคือ ชุดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10, 15 และ 5 องศาเซลเซียส (0.94, 0.81 และ 0.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองชุดที่มีการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ ชุดที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเท่ากับ 0.65 (ตารางที่ 2).

การเปลี่ยนแปลงสี

ภายหลังการเก็บรักษาการเปลี่ยนแปลงสีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 2).

การประเมิณคุณภาพด้านประสาทสัมผัส

จากการทดลอง ผลของอุณหภูมิที่ 5, 10 และ 15 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่เก็บรักษาไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส, ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 ±5, ภายหลังการเก็บรักษาไว้ 5 วัน, พบว่า การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านคะแนนการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภค, ชุดการทดลองที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีคะแนนการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคมากที่สุด. รองลงมาคือ ชุดที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ชุดควบคุมที่เก็บรักษาไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ตามลำดับ. คะแนนการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคเท่ากับ 4.8, 2.4, 2.4 และ 2.2 ตามลำดับ มีความแตกต่างทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 2. เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาชุดการทดลองที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีคะแนนการยอมรับโดยรวม (ด้านสีดอก, เนื้อสัมผัส, กลิ่น) สูงที่สุดเท่ากับ 3.0 คะแนน ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาได้นาน 10 วัน.

ตารางที่ 2. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก, การเปลี่ยนแปลงสีผิว และการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านคะแนนการยอมรับโดยรวมของเห็ดหูหนูดำภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ กัน เป็นเวลา 15 วัน.

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	การสูญเสียน้ำหนัก (ร้อยละ)	การเปลี่ยนแปลงสีผิว (L, a และ b)			การทดสอบทางประสาทสัมผัส (ด้านคะแนนการยอมรับโดยรวม)
		L	a	b	
อุณหภูมิห้อง	2.00c	39.09a	4.47a	3.95a	2.4a
5	0.30a	41.71a	5.57ab	4.44a	4.8c
10	0.94b	39.26a	5.26a	3.49b	2.4b
15	0.81b	41.66a	4.89a	4.44a	2.2a

[1] หมายถึง : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.

รูปที่ 2.1 เห็ดหูหนูภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ กัน เป็นเวลา 5 วัน.

รูปที่ 2.2 เห็ดหูหนูภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ กัน เป็นเวลา 7 วัน.

รูปที่ 2.3 เห็ดหูหนูภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ กัน เป็นเวลา 9 วัน.

รูปที่ 2.4 เห็ดหูหนูภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ กัน เป็นเวลา 10 วัน.

3.3 ศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้น และเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาว

ศึกษาคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นและเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวบรรจุในถาดโฟมเปรียบเทียบกับชุดควบคุม นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส, ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90±2, พบการเปลี่ยนแปลง ดังนี้.

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก

การเก็บรักษาเห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 0.94 เปอร์เซ็นต์, รองลงมาคือ เห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส, เห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้น 5 องศาเซลเซียส และเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาว 5 องศาเซลเซียส (0.77, 0.43 และ 0.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) (ตารางที่ 3). เมื่อสิ้นสุดการทดลองชุดที่มีการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ ชุดเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเท่ากับ 0.11 (ตารางที่ 3).

การเปลี่ยนแปลงสี

การเปลี่ยนแปลงสีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาและหมดอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน ทุกชุดการทดลองมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3).

การประเมิณคุณภาพด้านประสาทสัมผัส

เห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีคะแนนการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคมากที่สุด คือ 4.20, รองลงมาคือ ชุดเห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส, เห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (3.60, 2.40 และ 1.60 ตามลำดับ) (ตารางที่ 3). เมื่อสิ้นสุดการทดลองเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีคะแนนการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคมากที่สุดเท่ากับ 3.2 (ตารางที่ 3).

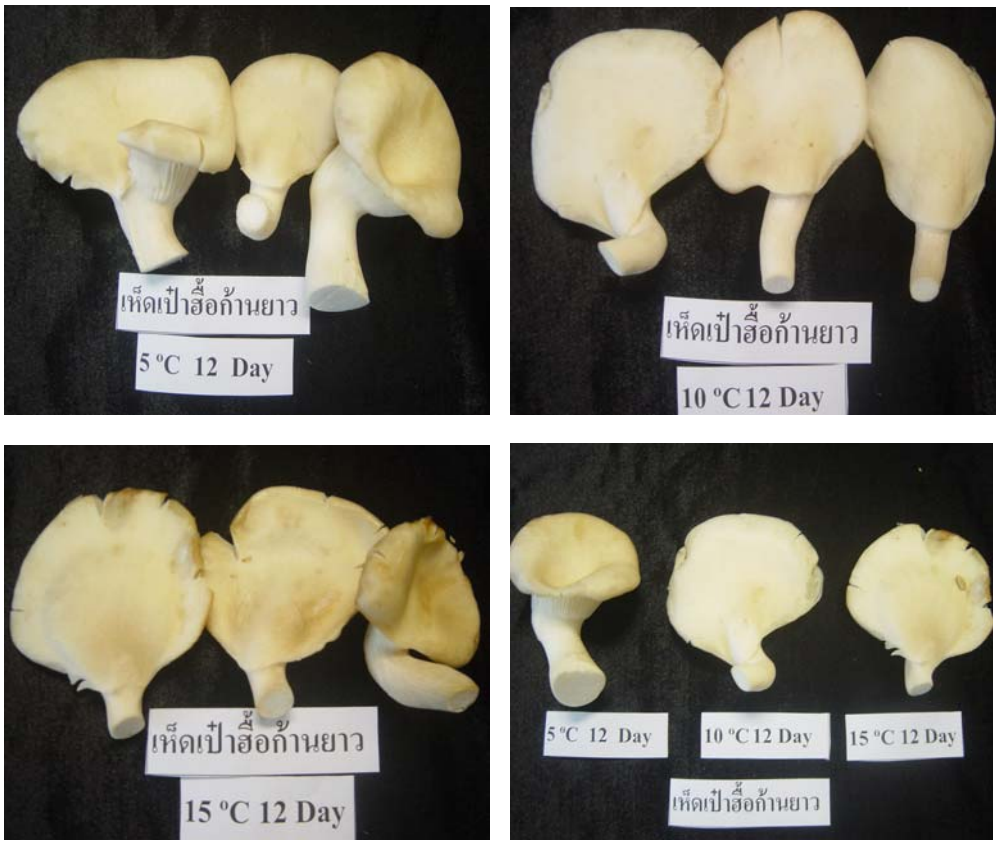
ตารางที่ 3. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก, การเปลี่ยนแปลงสีผิว และการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านคะแนนการยอมรับโดยรวมของเห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นและเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน เป็นเวลา 7 วัน.

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	การสูญเสียน้ำหนัก (ร้อยละ)	การเปลี่ยนแปลงสีผิว (L, a และ b)			การทดสอบทางประสาทสัมผัส (ด้านคะแนนการยอมรับโดยรวม)
		L	a	b	
ก้านสั้น 25 C	0.94a	66.77a	3.92c	23.06b	2.4b
ก้านยาว 25 C	0.77c	74.06b	2.13b	20.01ab	1.60a
ก้านสั้น 5 C	0.43a	77.26c	1.00a	15.61a	3.60c
ก้านยาว 5 C	0.23b	68.02a	3.30c	19.47a	4.20c

[1] หมายถึง : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.

รูปที่ 3.1 เห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน เป็นเวลา 12 วัน.

รูปที่ 3.2 เห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน เป็นเวลา 15 วัน.



รูปที่ 3.3 เห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน เป็นเวลา 12 วัน.

รูปที่ 3.4 เห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน เป็นเวลา 15 วัน.

3.4 การศึกษาหลังการเก็บเกี่ยวเห็ดอบแห้ง

3.4.1 ศึกษาชนิดของภาชนะบรรจุที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาดอกเห็ดนางฟ้าภูฏานอบแห้ง

จากการนำเห็ดมาอบแห้ง โดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง, แล้วปรับอุณหภูมิลงเหลือ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง. ทำการเก็บรักษาเห็ดแห้งในภาชนะบรรจุ 2 ชนิด คือ ถุงอะลูมินัมฟอยล์และถุงพอลิเอทิลีนใน 2 สภาวะการเก็บรักษา, ซึ่งประกอบด้วย แบบสุญญากาศและแบบไม่สุญญากาศไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28-32 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 เดือน, ทำการตรวจวัดคุณภาพและบันทึกข้อมูลทุกๆ 3 เดือน ดังนี้.

การเปลี่ยนแปลงสี

ผลการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของเห็ดนางฟ้าภูฏานแห้งที่ใช้บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศ มีค่าความสว่างเท่ากับ 50.10-57.27, บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศ มีค่าความสว่าง เท่ากับ 49.34-59.55, บรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีค่าความสว่าง เท่ากับ 46.20-57.04 และบรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศ มีค่าความสว่างเท่ากับ 50.19-60.20 มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 4).

ผลการเปลี่ยนแปลงค่าสีแดง (a) ของเห็ดนางฟ้าภูฏานแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศ มีค่าสีแดง a เท่ากับ 2.29-6.16, บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศ มีค่าสีแดง a เท่ากับ 2.31-5.74, บรรจุภัณฑ์ถุง ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศ มีค่าสีแดง a เท่ากับ 2.29-7.12 และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศ มีค่าสีแดง a เท่ากับ 2.92-7.99 มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 4).

ผลการเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลือง (b) ของเห็ดนางฟ้าภูฏานแห้ง ที่ใช้บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัม-ฟอยล์แบบสุญญากาศมีสีเหลือง (b) เท่ากับ 16.19-25.25, บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีค่าสีเหลือง (b) เท่ากับ 12.92-27.47, บรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศ มีค่าสีเหลือง (b) เท่ากับ 16.19 - 26.04, บรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนและแบบไม่สุญญากาศ มีค่าสีเหลือง (b) เท่ากับ 16.19-25.89, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 4).

การเปลี่ยนแปลงค่าWater activity (a_w)

ผลการเปลี่ยนแปลงค่า a_w ของเห็ดนางฟ้าภูฏานแห้งที่ใช้บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศ มีค่า a_w เท่ากับ 0.40-0.54, บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีค่าแอกติวิตี้ a_w เท่ากับ 0.40-0.62, บรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีน แบบสุญญากาศมีค่า a_w เท่ากับ 0.42 -0.60 และบรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีค่า a_w เท่ากับ 0.42-0.61, มีความแตกต่างกันทางสถิติตามลำดับ (ตารางที่ 5).

ปริมาณความชื้น

ผลของปริมาณความชื้นในนางฟ้าภูฏานแห้งที่ใช้บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีความชื้น เท่ากับร้อยละ 3.55-9.92, บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีความชื้น เท่ากับ 3.55-7.56, บรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีความชื้นเท่ากับร้อยละ 3.55-10.02 และบรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีความชื้นเท่ากับร้อยละ 3.55-10.00, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 5).

การเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมัน

ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมันของเห็ดนางฟ้าภูฏานที่ใช้บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีปริมาณไขมันเท่ากับร้อยละ 0.55-1.55, บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีปริมาณไขมันเท่ากับร้อยละ 0.31-1.62, บรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีปริมาณไขมันเท่ากับร้อยละ 0.65-1.59, บรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีปริมาณไขมันเท่ากับร้อยละ 0.39-1.55, มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5).

การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีน

ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีนของเห็ดนางฟ้าภูฏานแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีปริมาณโปรตีนเท่ากับร้อยละ 28.58-32.03, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีปริมาณโปรตีนเท่ากับร้อยละ 28.16-30.60, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีปริมาณโปรตีนเท่ากับร้อยละ 27.43-30.97 และถุงพอลิเอทิลีน แบบไม่สุญญากาศมีปริมาณโปรตีนเท่ากับร้อยละ 30.21-31.61 และมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5).

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรต

ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตของเห็ดนางฟ้าภูฏานแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเท่ากับร้อยละ 51.26-54.40, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่

สุญญากาศมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเท่ากับร้อยละ 40.93-53.77, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเท่ากับร้อยละ 48.20-56.26 และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเท่ากับร้อยละ 43.17-56.80, มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5).

การเปลี่ยนแปลงพลังงาน (กิโลแคลอรี)

ผลการเปลี่ยนแปลงค่าพลังงานของเห็ดนางฟ้าภูฏานแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์ แบบสุญญากาศมีค่าพลังงาน เท่ากับ 339.94-370.03 กิโลแคลอรี, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีค่าพลังงาน เท่ากับ 293.01-368.30 กิโลแคลอรี, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีค่าพลังงานเท่ากับ 314.54-370.06 กิโลแคลอรี และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีค่าพลังงานเท่ากับ 308.82-368.02 กิโลแคลอรี, มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5).

การเปลี่ยนแปลง Total Glucan

ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณกลูแคนของเห็ดนางฟ้าภูฏานแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศ มีปริมาณกลูแคนเท่ากับร้อยละ 19.62-47.11, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศ มีปริมาณกลูแคนเท่ากับร้อยละ 19.41-46.20, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีปริมาณกลูแคนเท่ากับร้อยละ 21.32-47.11 และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีปริมาณบีตากลูแคนเท่ากับร้อยละ 19.60-47.96, มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5).

การเปลี่ยนแปลง Alpha-Glucan

ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลฟากลูแคนของเห็ดนางฟ้าภูฏานแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีปริมาณแอลฟากลูแคนเท่ากับร้อยละ 1.46-2.05, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีปริมาณแอลฟากลูแคนเท่ากับร้อยละ 0.99-1.99, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีปริมาณแอลฟากลูแคนเท่ากับร้อยละ 0.79-2.01 และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีปริมาณแอลฟากลูแคนเท่ากับร้อยละ 1.11-1.90, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 5).

การเปลี่ยนแปลง Beta-Glucan

ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณบีตากลูแคนของเห็ดนางฟ้าภูฏานแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีปริมาณบีตากลูแคนเท่ากับร้อยละ 18.16-45.20, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีปริมาณบีตากลูแคนเท่ากับร้อยละ 18.42-44.27, บรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีปริมาณบีตากลูแคนเท่ากับร้อยละ 20.53-45.20 และบรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่

สุญญากาศมีปริมาณบีตากลูแคนเท่ากับร้อยละ 19.20-47.33, มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5).

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

ผลการเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ของเห็ดนางฟ้าภูฏานแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศ มีจำนวนจุลินทรีย์เท่ากับ $1.75x10^{6}$ CFU/g, บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์ แบบไม่สุญญากาศ มีจำนวนจุลินทรีย์เท่ากับ $4.60x10^{6}$ CFU/g, บรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีจำนวนจุลินทรีย์เท่ากับ $5.47x10^{6}$ CFU/g. บรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนและแบบไม่สุญญากาศมีจำนวนจุลินทรีย์เท่ากับ มากกว่า10^{6} CFU/g ตามลำดับ (ตารางที่ 5).

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศ บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศ บรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศและบรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 4), พบว่า มีคะแนนการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคการทดลองชุดถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศ บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศ มีคะแนนการยอมรับโดยรวม (ด้านสี, เนื้อสัมผัส, กลิ่น) สูงที่สุดเท่ากับ 7.60 และ 7.20 คะแนน, เก็บรักษาได้นาน 9 เดือน (ตารางที่ 4).

เห็ดนางฟ้าภูฏานแห้ง 0 เดือน

ถุงอะลูมินัมฟอยล์ (สุญญากาศ) 3 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ 3 เดือน

ถุงพอลิเอทิลีน (สุญญากาศ) 3 เดือน ถุงพอลิเอทิลีน 3 เดือน

ถุงพอลิเอทิลีน (สุญญากาศ) 6 เดือน ถุงพอลิเอทิลีน 6 เดือน

ถุงอะลูมินัมฟอยล์ 6 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ (สุญญากาศ) 6 เดือน

รูปที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงด้านสี ของเห็ดนางฟ้าภูฏานอบแห้ง เก็บรักษา 0 ,3 และ 6 เดือน..

ถุงอะลูมินัมฟอยล์ 9 เดือน ถุงพอลิเอทิลีน 9 เดือน

ถุงพอลิเอทิลีน (สุญญากาศ) 9 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ (สุญญากาศ) 9 เดือน

ถุงพอลิเอทิลีน(สุญญากาศ) 12 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ (สุญญากาศ) 12 เดือน

ถุงพอลิเอทิลีน 12 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ 12 เดือน

รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงด้านสี ของเห็ดนางฟ้าภูฏานอบแห้ง เก็บรักษา 9 และ 12 เดือน.

ตารางที่ 4. การเปลี่ยนแปลงสีและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเห็ดนางฟ้าภูฏานแห้งในถุงอะลูมินัมฟอยล์ (AL) และถุงพอลิเอทิลีน (PE) แบบไม่สุญญากาศ (1),สุญญากาศ (2) เมื่อเก็บรักษา 12 เดือน.

เก็บรักษา (เดือน)	ภาชนะบรรจุ	ค่าความสว่าง (L)	ค่าสีแดง (a)	ค่าสีเหลือง (b)	ความชอบโดยรวม
0	AL(1)	50.19a [1]	2.92a	16.19a	7.17a
	AL(2)	50.19a	2.92a	16.19a	6.60a
	PE(1)	50.19a	2.92a	16.19a	7.20a
	PE(2)	50.19a	2.92a	16.19a	7.40a
3	AL(1)	50.10a	3.22ab	22.25a	7.25a
	AL(2)	50.50a	2.31a	12.92a	6.83ab
	PE(1)	57.04ab	5.60c	24.75b	7.26a
	PE(2)	60.24c	3.98b	24.75a	7.00ab
6	AL(1)	50.69a	4.95a	25.06b	7.60a
	AL(2)	59.55b	5.39a	27.47c	7.20a
	PE(1)	46.20a	6.78a	22.92c	6.67b
	PE(2)	54.67ab	5.85a	25.32a	6.80b
9	AL(1)	57.28a	6.16a	23.13c	6.25a
	AL(2)	54.73a	5.74a	22.75bc	5.60b
	PE(1)	53.63a	7.12b	23.50a	4.25c
	PE(2)	53.53a	7.99c	23.89ab	4.67c
12	AL(1)	56.77b	4.43b	25.25b	6.80a
	AL(2)	49.34a	3.35a	22.62c	6.75a
	PE(1)	52.54ab	6.52c	26.04a	4.40b
	PE(2)	53.47ab	6.81c	25.89bc	3.80c

[1] หมายถึง : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.

ตารางที่ 5. คุณค่าทางโภชนาการ, กลูแคน และจุลินทรีย์ของเห็ดนางฟ้าภูฏานแห้ง ในถุงอะลูมินัมฟอยล์ (AL) และถุงพอลิเอทิลลีน (PE) แบบสุญญากาศ (1) ,ไม่สุญญากาศ (2) เก็บรักษา 12 เดือน.

การเก็บรักษา (เดือน)	ภาชนะบรรจุ	aw	ความชื้น (ร้อยละ)	ไขมัน (ร้อยละ)	โปรตีน (ร้อยละ)	คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	พลังงาน (กิโลแคลอรี)	T-glucan (ร้อยละ)	œ-glucan (ร้อยละ)	ß-glucan (ร้อยละ)	จุลินทรีย์ CFU / g
0	AL(1)	0.42a[1]	3.55a	1.55a	30.26a	54.40a	370.03a	47.11a	1.91a	45.20ab	nd
	AL(2)	0.42a	3.55a	1.62a	30.26a	53.77a	368.30a	46.16a	1.89a	44.27a	nd
	PE(1)	0.42a	3.55a	1.59a	30.26a	54.42a	370.06a	47.11a	1.91a	45.20ab	nd
	PE(2)	0.42a	3.55a	1.55a	30.26a	53.77a	368.02a	47.96a	1.89a	47.33b	nd
3	AL(1)	0.50b	7.19a	0.55a	28.58a	51.39a	335.91a	49.11c	1.98b	47.13a	nd
	AL(2)	0.48a	6.28a	0.54a	28.47a	50.97a	336.17a	46.20b	1.99b	44.21ab	nd
	PE(1)	0.59c	9.76b	1.05c	28.43a	51.30a	346.87b	43.05a	1.84a	41.21a	nd
	PE(2)	0.61d	10.36b	1.01b	30.21b	51.22a	350.20b	44.58ab	1.9ab	43.92ab	nd
6	AL(1)	0.53a	6.06a	0.84a	32.03c	53.21b	348.54b	40.55a	1.45a	39.10a	nd
	AL(2)	0.53a	6.38a	0.77a	30.59b	40.93a	293.01a	39.34a	1.94b	37.41ab	nd
	PE(1)	0.61b	10.02c	1.30b	28.87a	56.26b	352.24b	37.62b	1.91b	35.71a	nd
	PE(2)	0.61b	8.15b	1.31b	30.33b	43.17a	308.82a	38.50ab	1.42a	38.01ab	nd
9	AL(1)	0.54b	6.83a	0.68b	31.74c	53.22ab	345.99ab	19.62c	2.05b	18.16b	$1.75x10^6$
	AL(2)	0.62a	6.81a	0.31a	30.60a	51.76a	332.91b	19.41a	1.92b	18.42a	$4.60x10^6$
	PE(1)	0.62c	8.86b	0.65b	30.97ab	54.65ab	348.34ab	21.32b	2.01b	20.53a	$5.47x10^6$
	PE(2)	0.62c	10.00b	0.39a	30.36a	56.80b	352.13c	19.60a	1.46a	19.20a	nd
12	AL(1)	0.54a	9.92b	1.93b	29.37a	51.26a	339.94b	38.35a	1.46d	36.30a	$>10^6$
	AL(2)	0.54a	7.56a	1.30a	28.16ab	49.55ab	322.53a	34.47a	0.99b	32.55a	$>10^6$
	PE(1)	0.60b	6.38a	1.33a	27.43b	48.20b	314.54a	36.06b	0.79a	34.06b	$>10^6$
	PE(2)	0.61c	9.76b	1.22a	31.61b	51.57b	343.68b	34.07a	1.11c	33.58a	$>10^6$

[1] หมายถึง : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.

3.5 ศึกษาชนิดของภาชนะบรรจุที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาดอกเห็ดหูหนูอบแห้งการเปลี่ยนแปลงสีของเห็ดหูหนูอบแห้ง

ผลการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของเห็ดหูหนูแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีค่าความสว่างเท่ากับ 17.80-37.20, บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีค่าความสว่างเท่ากับ 19.54-32.25, บรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีค่าความสว่างเท่ากับ 19.54-38.02 และบรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีค่าความสว่างเท่ากับ 19.54-31.81, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 6).

ผลการเปลี่ยนแปลงค่าสีแดงของเห็ดหูหนูแห้งที่บรรจุในถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีค่าสีแดงเท่ากับ -5.13 - 4.31, บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีค่าสีแดงเท่ากับ -5.13 - 4.64, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศ มีค่าสีแดงเท่ากับ -5.13 - 4.71 และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีค่าสีแดงเท่ากับ -5.13 - 7.92, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 6).

ผลการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของเห็ดหูหนูแห้งที่บรรจุในถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีสีเหลืองเท่ากับ 8.08-11.12, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีค่าสีเหลืองเท่ากับ 8.08-12.31, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีค่าสีเหลืองเท่ากับ 8.08-6.47 และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีค่าสีเหลือง b เท่ากับ 8.08-9.66, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 6).

การเปลี่ยนแปลงค่า Water activity (a_w)

ผลการเปลี่ยนแปลงค่า a_w ของเห็ดหูหนูแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีค่า a_w เท่ากับ 0.30-0.41, ถุงอะลูมินัมฟอยล์ แบบไม่สุญญากาศ (2) มีค่า a_w เท่ากับ 0.30-0.46, บรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีค่า a_w เท่ากับ 0.30-0.60 และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศ มีค่า a_w เท่ากับ 0.30-0.64, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 7).

ปริมาณความชื้น

ผลของปริมาณความชื้นของเห็ดหูหนูแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีความชื้นเท่ากับร้อยละ 1.72-4.32, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีความชื้นเท่ากับร้อยละ 2.26 ถึง 4.20 ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีความชื้นเท่ากับร้อยละ 4.20-5.62 และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีความชื้น เท่ากับร้อยละ 4.20 ถึง 6.85, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 7).

การเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมัน

ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมันของเห็ดหูหนูแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีปริมาณไขมันเท่ากับร้อยละ 0.24-0.75, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีปริมาณไขมันเท่ากับร้อยละ 0.25-0.57, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศ มีปริมาณไขมันเท่ากับร้อยละ 0.18-0.57 และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีปริมาณไขมันเท่ากับร้อยละ 0.20-0.57, มีความแตกต่างกันทางสถิติตามลำดับ (ตารางที่ 7).

การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีน

ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีนของเห็ดหูหนูแห้ง ที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีปริมาณโปรตีนเท่ากับร้อยละ 5.69-6.64, บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศ มีปริมาณโปรตีนเท่ากับร้อยละ 6.63-7.50, บรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศ มีปริมาณโปรตีนเท่ากับร้อยละ 4.86-6.41 และบรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศ มีปริมาณโปรตีนเท่ากับร้อยละ 5.97-6.97, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 7).

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรต

ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตของเห็ดหูหนูแห้งที่ใช้บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศ มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเท่ากับร้อยละ 38.02-54.16, บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศ มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเท่ากับร้อยละ 42.41-54.93, บรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศ มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเท่ากับร้อยละ 42.01-55.93 และบรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ 45.30-55.07, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 7).

การเปลี่ยนแปลงพลังงาน (กิโลแคลอรี)

ผลการเปลี่ยนแปลงค่าพลังงานของเห็ดหูหนูแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศ มีค่าพลังงานเท่ากับ 179.20-246.62 กิโลแคลอรี, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศ มีค่าพลังงานเท่ากับ 203.35-250.02 กิโลแคลอรี, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีค่าพลังงานเท่ากับ 196.42-252.32 กิโลแคลอรี และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีค่าพลังงานเท่ากับ 202.27-251.04 กิโลแคลอรี, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 7).

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกลูแคน (Total-Glucan)

ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณกลูแคนของเห็ดหูหนูแห้ง ที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศ มีปริมาณกลูแคนเท่ากับร้อยละ 23.71-38.70, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีปริมาณกลูแคนเท่ากับร้อยละ 18.62-37.65, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศ มีปริมาณกลูแคนเท่ากับร้อยละ 20.23-36.82 และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีปริมาณบีตากลูแคนเท่ากับร้อยละ 21.73-35.95, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 7).

การเปลี่ยนแปลงแอลฟากลูแคน

ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลฟากลูแคนของเห็ดหูหนูแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศ มีปริมาณแอลฟากลูแคนเท่ากับร้อยละ 0.47-1.31, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีปริมาณแอลฟากลูแคนเท่ากับร้อยละ 0.46-1.38, บรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศ มีปริมาณแอลฟากลูแคนเท่ากับร้อยละ 0.40-1.52 และบรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศ มีปริมาณแอลฟากลูแคนเท่ากับร้อยละ 0.50-1.68, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 7).

การเปลี่ยนแปลงบีตากลูแคน

ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณบีตากลูแคนของเห็ดหูหนูแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีปริมาณบีตากลูแคนเท่ากับ 23.24-37.71, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีปริมาณบีตากลูแคนเท่ากับ 18.16-37.39, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศ มีปริมาณบีตากลูแคนเท่ากับ 19.83-35.50 และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีปริมาณบีตากลูแคนเท่ากับ 21.23-34.64, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 7).

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

ผลการเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ของเห็ดหูหนูแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศ มีจำนวนจุลินทรีย์เท่ากับ $2.25x10^4$ CFU/g - มากกว่า 10^6 CFU/g, บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศ มีจำนวนจุลินทรีย์ เท่ากับ $1.65x10^4$ CFU/g - $5.67x10^6$ CFU/g, บรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีน แบบสุญญากาศมีจำนวนจุลินทรีย์ เท่ากับ $1.65x10^4$ - $2.0x10^6$ CFU/g และบรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศ มีจำนวนจุลินทรีย์เท่ากับ $2.0x10^6$ CFU/g - มากว่า10^6 CFU/g ตามลำดับ (ตารางที่ 7).

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6) พบว่า คะแนนการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภค การทดลองชุดถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศและถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศ มีคะแนนการยอมรับโดยรวม (ด้านสี, เนื้อสัมผัส, กลิ่น) สูงที่สุดเท่ากับ 7.60 และ 7.30 คะแนน, เก็บรักษาได้นาน 9 เดือน (ตารางที่ 6).

ชุดควบคุม 0 เดือน

ถุงพอลิเอทิลีน 3 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ (สุญญากาศ) 3 เดือน

ถุงพอลิเอทิลีน (สุญญากาศ) 3 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ 3 เดือน

ถุงพอลิเอทิลีน (สุญญากาศ) 6 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ (สุญญากาศ) 6 เดือน

ถุงพอลิเอทิลีน 6 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ 6 เดือน

รูปที่ 5.1 การเปลี่ยนแปลงด้านสี ของเห็ดหูหนูอบแห้ง เก็บรักษา 0 , 3 และ 6 เดือน.

ถุงพอลิเอทิลีน (สุญญากาศ) 9 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ (สุญญากาศ) 9 เดือน

ถุงพอลิเอทิลีน 9 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ 9 เดือน

ถุงพอลิเอทิลีน (สุญญากาศ) 12 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ (สุญญากาศ) 12 เดือน

ถุงพอลิเอทิลีน 12 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ 12 เดือน

รูปที่ 5.2 การเปลี่ยนแปลงด้านสี ของเห็ดหูหนูอบแห้ง เก็บรักษา 9 และ12 เดือน.

ตารางที่ 6 การเปลี่ยนแปลงสีและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ของเห็ดหูหนูแห้ง ในถุงอะลูมินัมฟอยล์ (AL) และถุงพอลิเอทิลลีน (PE) แบบไม่สุญญากาศ (1), สุญญากาศ (2) เก็บรักษา 12 เดือน.

เก็บรักษา (เดือน)	ภาชนะบรรจุ	ค่าความสว่าง (L)	ค่าสีแดง (a)	ค่าสีเหลือง (b)	ความชอบโดยรวม
0	AL(1)	19.54a[1]	-5.13	8.08a	7.60a
	AL(2)	19.54a	-5.13	8.08a	7.60a
	PE(1)	19.54a	-5.13	8.08a	7.50a
	PE(2)	19.54a	-5.13	8.08a	7.40a
3	AL(1)	37.20b	-0.51	2.10a	7.50a
	AL(2)	30.82a	-0.11	0.91b	7.30ab
	PE(1)	30.82a	-0.38	2.12a	7.60a
	PE(2)	38.02b	1.47	3.25a	7.00ab
6	AL(1)	17.80a	-3.89	6.19b	7.60a
	AL(2)	25.86b	-1.65	9.09c	7.20a
	PE(1)	26.01b	-3.16	11.12c	6.67b
	PE(2)	26.01b	-1.11	5.82a	6.80b
9	AL(1)	23.03a	4.31	5.05c	6.25a
	AL(2)	32.25b	4.64	8.61bc	5.60b
	PE(1)	21.01a	4.71	3.03a	4.25c
	PE(2)	32.03b	7.92	12.31ab	4.67c
12	AL(1)	23.77a	-1.88	11.08c	6.80a
	AL(2)	27.04ab	-0.8	10.18b	6.75a
	PE(1)	22.22a	-0.44	6.47a	4.40b
	PE(2)	31.81c	4.17	9.66bc	2.80c

[1] หมายถึง : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความ เชื่อมั่นร้อยละ 95.

ตารางที่ 7. คุณค่าทางโภชนาการ, กลูแคน และจุลินทรีย์ของเห็ดหูหนูแห้ง ในถุงอะลูมินัมฟอล์ย (AL) และถุงพอลิเอทิลีน (PE) แบบสุญญากาศ (1),ไม่สุญญากาศ (2) เก็บรักษา 12 เดือน.

การเก็บรักษา (เดือน)	ภาชนะบรรจุ	aw	ความชื้น (ร้อยละ)	ไขมัน (ร้อยละ)	โปรตีน (ร้อยละ)	คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	พลังงาน (กิโลแคลอรี)	T-glucan (ร้อยละ)	œ-glucan (ร้อยละ)	ß-glucan (ร้อยละ)	จุลินทรีย์ CFU / g
0	AL(1)	0.30a[1]	4.20a	0.56a	6.63a	53.79a	246.62a	35.12a	1.31a	33.80a	$2.25x10^4$
	AL(2)	0.30a	4.20a	0.57a	6.63a	54.93a	250.02a	37.65b	1.31a	36.34b	$1.65x10^4$
	PE(1)	0.30a	4.20a	0.56a	6.63a	54.20a	252.32a	36.82ab	1.31a	35.50ab	$1.65x10^4$
	PE(2)	0.30a	4.20a	0.57a	6.63a	54.11a	251.04a	35.95ab	1.31a	34.64ab	$2.25x10^4$
3	AL(1)	0.41b	1.72a	0.38b	6.64ab	54.16a	205.06a	38.70c	0.99a	37.71c	$>10^6$
	AL(2)	0.39a	2.03a	0.52c	6.98b	54.36a	203.35a	38.63c	1.24b	37.39c	$3.0x10^5$
	PE(1)	0.54c	4.87b	0.33a	6.41a	55.93b	196.42a	34.84b	1.27b	33.56b	nd
	PE(2)	0.62d	6.85c	0.32a	6.97b	55.07ab	202.27a	32.72a	1.03a	31.69a	$4.17x10^7$
6	AL(1)	0.42a	2.26a	0.44b	6.048a	44.05a	179.20a	31.94b	1.19a	30.75b	$>10^6$
	AL(2)	0.46b	2.26a	0.42b	7.48b	42.41a	224.49a	33.29b	1.38ab	31.91b	$1.03x10^7$
	PE(1)	0.60c	5.14b	0.40ab	6.20a	42.01a	229.94a	27.51a	1.52bc	25.99a	$5.67x10^6$
	PE(2)	0.64c	6.66c	0.36a	6.21a	45.30a	220.26a	31.95b	1.68c	30.28b	$1.67x10^6$
9	AL(1)	0.36a	2.96a	0.24a	5.43a	38.02a	221.87a	29.23a	0.98a	28.25a	$>10^6$
	AL(2)	0.41b	2.46a	0.25b	7.50b	48.17b	236.73b	30.61ab	0.97a	29.65a	$1.06x10^7$
	PE(1)	0.42b	5.62b	0.18b	5.38a	50.89b	227.63b	32.92ab	1.05a	31.87a	$8.0x10^6$
	PE(2)	0.62c	5.61b	0.20b	6.96b	48.41b	222.33b	33.17b	1.039a	32.13a	$4.0x10^6$
12	AL(1)	0.36b	4.32ab	0.75a	5.69b	48.09a	246.68a	23.71d	0.47b	23.24d	$>10^6$
	AL(2)	0.32a	3.36a	0.40b	6.81c	51.47b	251.39b	18.62a	0.46b	18.16a	$5.67x10^6$
	PE(1)	0.60c	3.61a	0.37b	4.86a	51.23b	248.33a	20.23b	0.40a	19.83b	$2.0x10^6$
	PE(2)	0.63d	5.22b	0.37b	5.97b	48.78a	248.13a	21.73c	0.50b	21.23c	nd

[1] หมายถึง : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.

3.6 ศึกษาชนิดของภาชนะบรรจุที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาดอกเป๋าฮื้อก้านยาวอบแห้ง

การเปลี่ยนแปลงสีของเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวอบแห้ง

ผลการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีค่าความสว่างเท่ากับ 59.95-74.44, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีค่าความสว่างเท่ากับ 59.95-76.83, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศ มีค่าความสว่างเท่ากับ 57.83-65.91 และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศ มีค่าความสว่างเท่ากับ 59.95-68.13, มีความแตกต่างกันทางสถิติตามลำดับ (ตารางที่ 8).

การเปลี่ยนแปลงค่าสีแดงของเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวแห้งถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีค่าสีแดงเท่ากับ 2.49-5.09, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศ มีค่าสีแดงเท่ากับ 2.08-5.09, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศ มีค่าสีแดงเท่ากับ 4.43-10.40 และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศ มีค่าสีแดง เท่ากับ 5.09-9.88, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 8).

การเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลืองของเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวแห้งที่ใช้บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีสีเหลืองเท่ากับ 34.01-37.73, บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศ มีค่าสีเหลืองเท่ากับ 34.01-39.51, บรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศ มีค่าสีเหลืองเท่ากับ 32.43-5.15, บรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนและแบบไม่สุญญากาศ มีค่าสีเหลืองเท่ากับ 32.08-34.01, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 8).

การเปลี่ยนแปลงค่า Water Activity (a_w)

ค่า a_w ของเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีค่า a_w เท่ากับ 0.40-0.51, บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศ มีค่า a_w เท่ากับ 0.34-0.46, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีค่า a_w เท่ากับ 0.40-0.64 และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีค่า a_w เท่ากับ 0.40-0.65, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 9).

ปริมาณความชื้น

ผลปริมาณความชื้นของเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวแห้งที่ใช้บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีความชื้นเท่ากับร้อยละ 3.32-11.16, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีความชื้น

เท่ากับร้อยละ 3.11-10.91, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีความชื้นเท่ากับร้อยละ 3.32-13.08 และบรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีความชื้นเท่ากับร้อยละ 3.32-12.14, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 9).

การเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมัน

ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมันของเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีปริมาณไขมันเท่ากับร้อยละ 1.18-2.25, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีปริมาณไขมันเท่ากับร้อยละ 1.79-2.24, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีปริมาณไขมันเท่ากับร้อยละ 1.60-2.25, ถุงพอลิเอทิลีนและแบบไม่สุญญากาศมีปริมาณไขมันเท่ากับร้อยละ 0.85-2.25, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 9).

การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีน

เห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศ มีปริมาณโปรตีนเท่ากับร้อยละ 17.67-22.45, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีปริมาณโปรตีนเท่ากับร้อยละ 19.16-23.32, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีปริมาณโปรตีนเท่ากับร้อยละ 17.77-21.98 และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีปริมาณโปรตีนเท่ากับร้อยละ 19.61-21.98, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 9).

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรต

เห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเท่ากับร้อยละ 54.19-62.86, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเท่ากับร้อยละ 51.22-67.62, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศ มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเท่ากับร้อยละ 51.76-66.13 และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเท่ากับร้อยละ 49.07-59.13, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 9).

การเปลี่ยนแปลงพลังงาน (กิโลแคลอรี)

ผลการเปลี่ยนแปลงค่าพลังงานของเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีค่าพลังงานเท่ากับ317.81-344.78 กิโลแคลอรี, บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศ มีค่าพลังงานเท่ากับ 310.38-367.58 กิโลแคลอรี, บรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบ

สุญญากาศมีค่าพลังงานเท่ากับ 298.51-356.50 กิโลแคลอรี และบรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศ มีค่าพลังงานเท่ากับ 276.81-329.19 กิโลแคลอรี, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 9).

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกลูแคน(Total-Glucan)

เห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีปริมาณกลูแคนเท่ากับ 22.31-44.60, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีปริมาณกลูแคนเท่ากับ 21.82-48.55, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีปริมาณกลูแคนเท่ากับ 22.20-44.13 และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีปริมาณบีตากลูแคนเท่ากับ 20.75-48.55, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 9).

การเปลี่ยนแปลงแอลฟากลูแคน Alpha-Glucan

เห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีปริมาณแอลฟากลูแคนเท่ากับร้อยละ 0.53-4.97, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีปริมาณแอลฟากลูแคน เท่ากับร้อยละ 0.54-5.06, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศ มีปริมาณแอลฟากลูแคนเท่ากับร้อยละ 0.35-4.97 และถุงพอลิ-เอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีปริมาณแอลฟากลูแคนเท่ากับร้อยละ 0.56-5.06, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 9).

การเปลี่ยนแปลงบีตากลูแคน Beta-Glucan

ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณบีตากลูแคนของเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีปริมาณบีตากลูแคนเท่ากับร้อยละ 21.79-39.15, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีปริมาณบีตากลูแคนเท่ากับร้อยละ 18.42-43.49, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีปริมาณบีตากลูแคนเท่ากับร้อยละ 21.85-39.15 และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีปริมาณบีตากลูแคนเท่ากับ 20.19-43.49. มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 9).

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

ผลการเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ของเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวแห้งที่ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศ และถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศไม่พบมีจำนวนจุลินทรีย์ ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศ มีจำนวนจุลินทรีย์ เท่ากับ 5.82 $x10^4$-$2.67x10^6$ CFU/g และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีจำนวนจุลินทรีย์เท่ากับ $1.67x10^4$ -$1.20x10^6$ CFU/g ตามลำดับ (ตารางที่ 9).

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชุดบรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9) พบว่า มีคะแนนการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภค ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศ และถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศ มีคะแนนการยอมรับโดยรวม (ด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่น) สูงที่สุดเท่ากับ 7.70 และ 7.30 คะแนน เมื่อเก็บรักษาได้นาน 9 เดือน (ตารางที่ 8).

ถุงอะลูมินัมฟอยล์ (สุญญากาศ) 3 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ 3 เดือน

ถุงพอลิเอทิลีน (สุญญากาศ) 3 เดือน ถุงพอลิเอทิลีน 3 เดือน

ถุงพอลิเอทิลีน (สุญญากาศ) 6 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ 6 เดือน

ถุงพอลิเอทิลีน 6 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ (สุญญากาศ) 6 เดือน

รูปที่ 6.1 การเปลี่ยนแปลงด้านสี ของเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวอบแห้ง เก็บรักษา 3 และ 6 เดือน.

ถุงอะลูมินัมฟอยล์ 9 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ (สุญญากาศ) 6 เดือน

ถุงพอลิเอทิลีน (สุญญากาศ) 9 เดือน ถุงพอลิเอทิลีน 9 เดือน

ถุงพอลิเอทิลีน (สุญญากาศ) 12 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ (สุญญากาศ) 12 เดือน

ถุงพอลิเอทิลีน 12 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ 12 เดือน

รูปที่ 6.2 การเปลี่ยนแปลงด้านสี ของเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวอบแห้ง เก็บรักษา 9 และ12 เดือน.

ตารางที่ 8. การเปลี่ยนแปลงสีและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ของเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวแห้ง ในถุงอะลูมินัมฟอยล์ (AL) และถุงพอลิเอทิลีน (PE) แบบไม่สุญญากาศ (1), สุญญากาศ (2) เก็บรักษา 12 เดือน.

เก็บรักษา (เดือน)	ภาชนะบรรจุ	ค่าความสว่าง (L)	ค่าสีแดง (a)	ค่าสีเหลือง (b)	ความชอบโดยรวม
0	AL(1)	59.95a[1]	5.09a	34.01a	7.70a
	AL(2)	59.95a	5.09a	34.01a	7.20a
	PE(1)	59.95a	5.09a	34.01a	7.50a
	PE(2)	59.95a	5.09a	34.01a	7.40a
3	AL(1)	65.61a	2.66a	34.37ab	7.40a
	AL(2)	64.30a	3.69a	36.99b	7.30ab
	PE(1)	63.91a	6.83b	32.43a	7.50a
	PE(2)	68.13a	5.78b	33.26a	7.00ab
6	AL(1)	67.33b	4.26a	36.10ab	7.60a
	AL(2)	69.77b	4.20a	37.18b	7.20a
	PE(1)	65.91ab	7.94b	33.53a	6.67b
	PE(2)	62.87a	9.08b	33.14a	6.80b
9	AL(1)	74.44b	2.49a	37.73b	6.25a
	AL(2)	72.13b	4.43b	39.51c	5.60b
	PE(1)	59.16a	9.16c	33.12a	4.25c
	PE(2)	60.87a	8.76c	32.08a	4.67c
12	AL(1)	70.32b	2.99a	36.84ab	6.80a
	AL(2)	76.83c	2.08b	37.66b	6.75a
	PE(1)	57.83a	10.40c	35.15ab	4.40b
	PE(2)	61.83a	9.88c	34.88a	2.80c

[1] หมายถึง : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.

ตารางที่ 9. คุณค่าทางโภชนาการ, กลูแคน และจุลินทรีย์ของเห็ดเป๋าฮื้อก้านยาวแห้ง ในถุงอะลูมินัมฟอยล์ (AL) และถุงพอลิเอทิลีน (PE) แบบสุญญากาศ (1), ไม่สุญญากาศ (2) เก็บรักษา 12 เดือน.

การเก็บรักษา (เดือน)	ภาชนะบรรจุ	aw	ความชื้น (ร้อยละ)	ไขมัน (ร้อยละ)	โปรตีน (ร้อยละ)	คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	พลังงาน (กิโลแคลอรี)	T-glucan (ร้อยละ)	œ-glucan (ร้อยละ)	ß-glucan (ร้อยละ)	จุลินทรีย์ CFU / g
0	AL(1)	0.40a[1]	3.32a	2.25a	21.98a	54.88a	328.68a	44.13a	4.97a	39.15a	nd
	AL(2)	0.40a	3.32a	2.24a	21.98a	55.09a	329.53a	48.55a	5.06a	43.49b	nd
	PE(1)	0.40a	3.32a	2.26a	21.98a	54.56a	327.86a	44.13a	4.97a	39.15a	nd
	PE(2)	0.40a	3.32a	2.25a	21.98a	55.01a	329.19a	48.55a	5.06a	43.49b	nd
3	AL(1)	0.42b	3.91a	2.09bc	22.45c	54.19c	325.36c	34.49a	4.11c	30.38a	nd
	AL(2)	0.34a	4.35a	2.04b	23.32c	52.46bc	321.49c	34.74ab	4.0bc	30.74ab	nd
	PE(1)	0.60c	9.24b	1.93a	18.14b	51.76b	298.51b	35.89bc	3.76b	32.13bc	$5.82x10^4$
	PE(2)	0.58d	9.71b	2.10c	15.79a	49.07a	276.81a	36.20c	3.22a	32.98c	$1.67x10^4$
6	AL(1)	0.51b	7.13a	1.56a	19.74ab	57.30b	322.17a	41.35c	3.22a	38.13c	nd
	AL(2)	0.63c	6.28b	1.79b	20.00b	57.25b	325.12a	38.58b	3.06a	34.28b	nd
	PE(1)	0.62c	9.04b	1.78b	19.00a	66.13a	356.50b	34.64a	3.62b	31.03a	$6.67x10^5$
	PE(2)	0.45a	8.86c	1.97c	19.61ab	59.13a	332.70c	34.51a	3.25a	31.26a	$2.17x10^5$
9	AL(1)	0.45b	3.88a	1.18b	17.67a	62.86b	344.78b	44.60c	1.49a	43.10c	nd
	AL(2)	0.41a	3.11a	2.27d	19.16b	67.62b	367.58c	41.35b	1.54b	39.81b	nd
	PE(1)	0.64c	8.47b	1.60c	21.84c	55.39a	323.31a	34.66a	1.50a	33.15a	$2.67x10^6$
	PE(2)	0.65c	12.14a	0.85a	21.39c	55.94a	316.92a	42.83bc	1.63c	41.20bc	$1.20x10^6$
12	AL(1)	0.40a	11.16a	2.00b	20.04b	54.91b	317.81cb	22.31a	0.53b	21.79a	nd
	AL(2)	0.40a	10.91a	2.04b	21.79c	51.22a	310.38b	21.82a	0.54b	18.42a	nd
	PE(1)	0.64b	13.08a	1.67b	17.77a	55.05b	301.03a	22.20a	0.35b	21.85a	$>10^6$
	PE(2)	0.63b	9.05b	2.00a	20.66bc	55.71b	323.47c	20.75a	0.56b	20.19a	$>10^6$

[1] หมายถึง : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.

3.7 ศึกษาชนิดของภาชนะบรรจุที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาดอกเป๊าฮื้อก้านสั้นอบแห้ง

การเปลี่ยนแปลงสีของเห็ดเป๊าฮื้อก้านสั้นอบแห้ง

ผลการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของเห็ดเป๊าฮื้อก้านสั้นแห้งที่บรรจุในถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีค่าความสว่างเท่ากับ 45.06-64.38, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีค่าความสว่างเท่ากับ 48.18-69.85, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีค่าความสว่างเท่ากับ 45.03-55.84 และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศ มีค่าความสว่างเท่ากับ 48.18-56.78, มีความแตกต่างกันทางสถิติตามลำดับ (ตารางที่ 10, รูปที่ 7.1).

ผลการเปลี่ยนแปลงค่าสีแดงของเห็ดเป๊าฮื้อก้านสั้นแห้งถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีค่าสีแดงเท่ากับ 4.91-7.21, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีค่าสีแดงเท่ากับ 4.96-11.48, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศ มีค่าสีแดงเท่ากับ 4.96-12.90 และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีค่าสีแดงเท่ากับ 6.37-11.81, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 10, รูปที่ 7.1).

ผลการเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลืองของเห็ดเป๊าฮื้อก้านสั้นแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีสีเหลืองเท่ากับ 25.63-39.23, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีค่าสีเหลืองเท่ากับ 27.25-38.98, บรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศ มีค่าสีเหลืองเท่ากับ 25.98-39.67, ถุงพอลิเอทิลีนและแบบไม่สุญญากาศ มีค่าสีเหลืองเท่ากับ 27.25-36.76, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 10, รูปที่ 7.1).

การเปลี่ยนแปลงค่า Water Activity (a_w)

ค่า a_w ของเห็ดเป๊าฮื้อก้านสั้นแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศ มีค่า a_w เท่ากับ 0.33-0.44, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศ มีค่า a_w เท่ากับ 0.33-0.49, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีค่า a_w เท่ากับ 0.33-0.65 และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีค่า a_w เท่ากับ 0.33-0.64, มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 11).

ปริมาณความชื้น

ความชื้นของเห็ดเป๊าฮื้อก้านสั้นแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีความชื้นเท่ากับร้อยละ 2.93-11.05, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีความชื้นเท่ากับร้อยละ 2.93-7.32, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีความชื้นเท่ากับร้อยละ 2.93-10.11 และบรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีน

แบบไม่สุญญากาศมีความชื้นเท่ากับร้อยละ 2.93-9.85, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 11).

การเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมัน

เห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีปริมาณไขมันเท่ากับร้อยละ 1.05-2.67, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีปริมาณไขมันเท่ากับร้อยละ 1.03-2.34, ถุงพอลิ-เอทิลีนแบบสุญญากาศมีปริมาณไขมันเท่ากับร้อยละ 1.46-2.32, ถุงพอลิเอทิลีนและแบบไม่สุญญากาศมีปริมาณไขมันเท่ากับร้อยละ 1.37-2.30, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 11).

การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีน

ปริมาณโปรตีนของเห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีปริมาณโปรตีนเท่ากับร้อยละ 18.14-23.94, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีปริมาณโปรตีนเท่ากับร้อยละ 19.11-24.48, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีปริมาณโปรตีนเท่ากับร้อยละ 19.04-23.79 และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีปริมาณโปรตีนเท่ากับร้อยละ 15.48-22.20, มี ความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 11).

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรต

เห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเท่ากับร้อยละ 46.44-54.98, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเท่ากับร้อยละ 47.52-54.41, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเท่ากับร้อยละ 44.49-54.50 และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเท่ากับร้อยละ 50.60-59.65, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 11).

การเปลี่ยนแปลงพลังงาน (กิโลแคลอรี)

เห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีค่าพลังงานเท่ากับ 287.62-318.57 กิโลแคลอรี, บรรจุภัณฑ์ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีค่าพลังงานเท่ากับ 278.71-325.19 กิโลแคลอรี, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีค่าพลังงานเท่ากับ 275.80-317.64 กิโลแคลอรี และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีค่าพลังงานเท่ากับ 281.77-339.70 กิโลแคลอรี, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 11).

การเปลี่ยนแปลงปริมาณกลูแคน Total Glucan

ปริมาณกลูแคนของเห็ดเฮื้อก้านสั้นแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศ มีปริมาณกลูแคนเท่ากับร้อยละ 19.86-45.71, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศมีปริมาณกลูแคนเท่ากับร้อยละ 19.18-45.97, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีปริมาณกลูแคนเท่ากับร้อยละ 17.60-45.71 และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศมีปริมาณบีตากลูแคนเท่ากับร้อยละ 21.36-44.89, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่11).

การเปลี่ยนแปลงแอลฟากลูแคน Alpha-Glucan

ปริมาณแอลฟากลูแคนของเห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศมีปริมาณแอลฟากลูแคนเท่ากับร้อยละ 1.41-5.93, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศ มีปริมาณแอลฟากลูแคนเท่ากับร้อยละ 1.01-5.95, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศมีปริมาณแอลฟากลูแคนเท่ากับร้อยละ 0.81-5.94 และบรรจุภัณฑ์ถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศ มีปริมาณแอลฟากลูแคนเท่ากับร้อยละ 0.76-5.95, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 11).

การเปลี่ยนแปลงบีตากลูแคน Beta-Glucan

ปริมาณบีตากลูแคนของเห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศ มีปริมาณบีตากลูแคนเท่ากับร้อยละ 18.45-39.78, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศ มีปริมาณบีตากลูแคนเท่ากับร้อยละ 18.17-40.02, ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศ มีปริมาณบีตากลูแคนเท่ากับร้อยละ 16.79-39.78 และถุงพอลิเอทิลีนแบบไม่สุญญากาศ มีปริมาณบีตากลูแคนเท่ากับร้อยละ 20.61-38.94, มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามลำดับ (ตารางที่ 11).

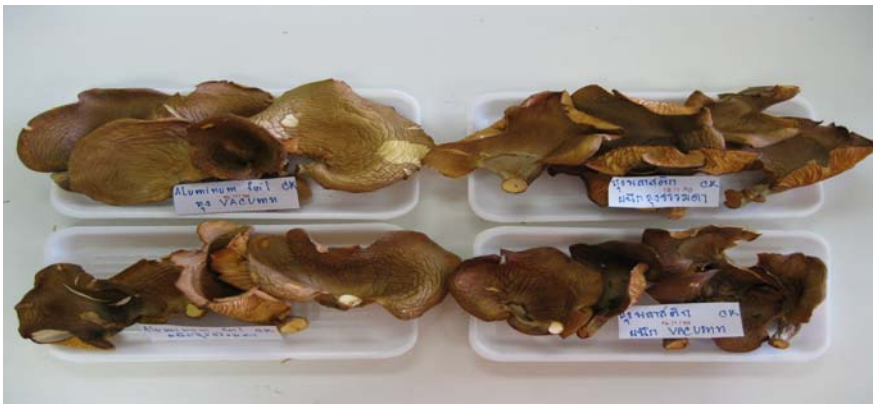
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

จำนวนจุลินทรีย์ของเห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นแห้งที่ใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศ มีจำนวนจุลินทรีย์เท่ากับ $3.0x10^4$ CFU/g, ถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศ มีจำนวนจุลินทรีย์เท่ากับ $5.33x10^4$ CFU/g ,ถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศ มีจำนวนจุลินทรีย์ เท่ากับ $0.67x10^4$ -$1.16x10^6$ CFU/g, ถุงพอลิเอทิลีนและแบบไม่สุญญากาศ มีจำนวนจุลินทรีย์เท่ากับ $6.67x10^4$-มากกว่า10^6 CFU/g, ตามลำดับ (ตารางที่ 11).

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชุดบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ชนิดต่างๆ มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 10) พบว่า มีคะแนนการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภค, โดยถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบสุญญากาศและถุงอะลูมินัมฟอยล์แบบไม่สุญญากาศ มีคะแนนการยอมรับโดยรวม (ด้านสี, เนื้อสัมผัส, กลิ่น) สูงที่สุดเท่ากับ 7.60 และ7.83 คะแนน, เก็บรักษาได้นาน 9 เดือน (ตารางที่ 10).

เห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นแห้ง 0 เดือน



ถุงพอลิเอทิลีน (สุญญากาศ) 3 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ (สุญญากาศ) 3เดือน

ถุงพอลิเอทิลีน 3 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ 3 เดือน

ถุงพอลิเอทิลีน 6 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ 6 เดือน

ถุงพอลิเอทิลีน (สุญญากาศ) 6 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ (สุญญากาศ) 6 เดือน

รูปที่ 7.1 การเปลี่ยนแปลงด้านสีของเห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นอบแห้ง เก็บรักษา 0, 3 และ 6 เดือน.

ถุงพอลิเอทิลีน (สุญญากาศ) 9 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ (สุญญากาศ) 9 เดือน

ถุงพอลิเอทิลีน 9 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ 9 เดือน

ถุงพอลิเอทิลีน (สุญญากาศ) 12 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ (สุญญากาศ) 12 เดือน

ถุงพอลิเอทิลีน 9 เดือน ถุงอะลูมินัมฟอยล์ 9 เดือน

รูปที่ 7.2 การเปลี่ยนแปลงด้านสีของเห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นอบแห้ง เก็บรักษา 9 และ12 เดือน.

ตารางที่ 10. การเปลี่ยนแปลงสีและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ของเห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นแห้งในถุงอะลูมินัมฟอยล์ (AL) และถุงพอลิเอทิลลีน (PE) แบบไม่สุญญากาศ (1),สุญญากาศ (2) เก็บรักษา 12 เดือน.

เก็บรักษา (เดือน)	ภาชนะบรรจุ	ค่าความสว่าง (L)	ค่าสีแดง (a)	ค่าสีเหลือง (b)	ความชอบโดยรวม
0	AL(1)	48.18a[1]	6.37a	27.25a	7.67a
	AL(2)	48.18a	6.37a	27.25a	7.60a
	PE(1)	48.18a	6.37a	27.25a	7.50a
	PE(2)	48.18a	6.37a	27.25a	7.40a
3	AL(1)	45.06a	7.21b	25.63a	7.50a
	AL(2)	59.41c	4.96a	34.31b	7.83ab
	PE(1)	49.18ab	4.96a	25.98a	7.60a
	PE(2)	51.17b	9.82c	27.72a	7.00ab
6	AL(1)	63.41c	6.34b	36.93b	7.60a
	AL(2)	69.85b	5.01a	39.67c	7.20a
	PE(1)	55.84a	7.95c	39.67c	6.67b
	PE(2)	53.82a	8.28c	16.76a	6.80b
9	AL(1)	64.38b	6.49a	39.23c	6.25a
	AL(2)	64.50b	5.51a	36.36bc	5.60b
	PE(1)	50.41a	11.48b	29.52a	4.25c
	PE(2)	51.91a	11.81b	31.94ab	4.67c
12	AL(1)	60.41bc	4.91a	33.80c	6.80a
	AL(2)	65.74c	7.25b	38.98b	6.75a
	PE(1)	45.03a	12.90d	29.22a	4.40b
	PE(2)	56.78b	9.96c	36.09bc	2.80c

[1] หมายถึง : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 11. คุณค่าทางโภชนาการ, กลูแคน และจุลินทรีย์ของเห็ดเป๋าฮื้อก้านสั้นแห้งในถุงอะลูมินัมฟอยล์ (AL) และถุงพอลิเอทิลีน (PE) แบบสุญญากาศ (1),ไม่สุญญากาศ (2) เก็บรักษา 12 เดือน.

การเก็บรักษา (เดือน)	ภาชนะบรรจุ	aw	ความชื้น (ร้อยละ)	ไขมัน (ร้อยละ)	โปรตีน (ร้อยละ)	คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	พลังงาน (กิโลแคลอรี)	T-glucan (ร้อยละ)	œ-glucan (ร้อยละ)	ß-glucan (ร้อยละ)	จุลินทรีย์ CFU / g
0	AL(1)	0.33a[1]	2.93a	2.29a	19.68a	54.72b	318.57b	45.71a	5.93a	39.78a	nd
	AL(2)	0.33a	2.93a	2.34a	19.68a	51.32a	305.02a	45.97a	5.95a	40.02a	nd
	PE(1)	0.33a	2.93a	2.32a	19.68a	54.50b	317.64b	45.71a	5.94a	39.78a	nd
	PE(2)	0.33a	2.93a	2.30a	19.68a	52.13a	308.23a	44.89a	5.95a	38.94a	nd
3	AL(1)	0.34a	5.63a	2.02c	21.24c	48.00bc	300.29b	34.36a	3.33c	31.03a	nd
	AL(2)	0.49b	6.80b	2.26d	19.11a	47.52b	284.66ab	34.74a	3.09bc	31.65a	nd
	PE(1)	0.60c	10.11c	1.46a	20.73bc	44.49a	275.80a	36.45b	2.74ab	33.71b	nd
	PE(2)	0.61c	9.22c	1.68b	20.36b	50.60c	297.01b	36.20b	2.37a	33.83b	nd
6	AL(1)	0.40a	4.93a	1.05a	23.11c	46.44a	287.62b	35.71a	3.45b	32.26a	nd
	AL(2)	0.42b	5.77a	1.25a	19.22b	47.85b	278.71a	32.93b	3.32ab	29.61b	nd
	PE(1)	0.63c	8.26b	1.95b	19.04b	47.10ab	280.80a	35.07ab	2.88a	32.18b	nd
	PE(2)	0.63c	9.85c	1.79b	15.48a	50.93c	281.77a	36.66b	3.94c	32.72b	nd
9	AL(1)	0.44b	4.96a	1.48b	23.94bc	54.98b	289.56a	31.34a	2.40a	28.94a	$3.0x10^4$
	AL(2)	0.43a	4.87a	1.03a	24.48c	49.56a	298.528ab	30.74a	2.35a	28.39a	$5.33x10^4$
	PE(1)	0.65c	6.99b	2.10c	23.79b	49.31a	302.52b	31.31a	2.42a	28.89a	$0.67x10^4$
	PE(2)	0.64c	7.92b	2.28d	18.25a	51.92a	297.25ab	30.54a	3.35b	27.19a	$6.67x10^4$
12	AL(1)	0.42b	11.05c	2.67c	18.14a	49.73a	295.49a	19.86b	1.41c	18.45b	nd
	AL(2)	0.38a	7.32b	1.93b	22.53c	54.41b	325.19c	19.18b	1.01b	18.17b	nd
	PE(1)	0.64c	5.71a	1.87b	18.89b	53.20b	305.16b	17.60a	0.81a	16.79a	$1.16x10^6$
	PE(2)	0.64c	8.12b	1.37a	22.20c	59.65c	339.70d	21.36c	0.76a	20.61c	$>10^6$

[1] หมายถึง : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.

4. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การเก็บรักษาเห็ดสดในสภาพบรรยากาศดัดแปลง (MA) ที่อุณหภูมิต่ำ, ผลการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์โดยแบบถาดโฟมหุ้มฟิล์ม ที่อุณหภูมิ 5, 10, 15 และ 25 องศาเซลเซียส พบว่า การเก็บเห็ดที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส, มีผลช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสี, เมื่อเปรียบเทียบเห็ดที่เก็บไว้ในบรรยากาศปกติ.

จากการอบเห็ดโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิที่ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง, แล้วปรับอุณหภูมิลงเหลือ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง, ทำการเก็บรักษาเห็ดแห้งในภาชนะบรรจุ 2 ชนิด คือถุงอะลูมินัมฟอยล์และถุงพอลิเอทิลีนใน 2 สภาวะการเก็บรักษา, ซึ่งประกอบด้วยแบบสุญญากาศและแบบไม่สุญญากาศไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 เดือน, ทำการตรวจวัดคุณภาพทุกๆ 3 เดือน, โดยวิเคราะห์หาปริมาณจุลิทรีย์ทั้งหมด, วิเคราะห์หาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี, พบว่า ถุงอะลูมินัมฟอยล์ แบบสุญญากาศและแบบไม่สุญญากาศ ให้ a_w เท่ากับ 0.40 และตรวจไม่พบจุลินทรีย์. ส่วนในถุงพอลิเอทิลีนแบบสุญญากาศและแบบไม่สุญญากาศ ซึ่งให้ a_w ระหว่าง 0.50-0.64. เมื่อพิจารณาถึงคุณค่าทางโภชนาการของเห็ดอบแห้ง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกการทดลอง ($p>0.05$). พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเห็ดอบแห้งให้มีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่ดีคือ การใช้ถุงอะลูมินัมฟอยล์ แบบสุญญากาศและแบบไม่สุญญากาศ, โดยสามารถเก็บรักษาได้นานถึง 9 เดือน.

ข้อเสนอแนะการทดลอง

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้ นับได้ว่า เป็นการเสนอทางเลือกใหม่ในการเก็บรักษาเห็ดสดและแห้ง โดยมีการพัฒนาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น, ซึ่งช่วยในการขนส่งเห็ดและการพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปเห็ดให้คุณลักษณะทางกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการของเห็ดมากที่สุด.

5. ผลการศึกษาเบื้องต้นทางด้านตลาดและผลกระทบของโครงการ

การวิจัยนี้เป็นข้อมูลเบื้องต้นที่จะต้องมีการศึกษา การแปรรูปและการบรรจุภัณฑ์ต่อไป การตลาดเพื่อการส่งออกจะขึ้นอยู่กับความยอมรับของผู้บริโภคในประเทศ หรือประเทศผู้นำเข้าและกฎเกณฑ์ข้อกำหนดในเรื่องคุณภาพของเห็ดสดและเห็ดแห้งระหว่างประเทศคู่ค้า.

ผลกระทบของโครงการด้านเศรษฐกิจ ความสามารถในการผลิตเห็ดสดให้มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และผลิตเห็ดแห้งให้คงคุณลักษณะใกล้เคียงกับเห็ดสดมากที่สุด ประเทศไทยจะมีรายได้จากการส่งออกผลิตผลทางการเกษตรเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากสามารถส่งออกผลิตผลเห็ดสดและเห็ดแห้งเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการควบคุมคุณภาพระหว่างการเก็บผลิตผลทางการเกษตร พร้อมทั้งควบคุมขบวนการแปรรูปและการขนส่งให้ได้มาตรฐานขึ้น

ผลกระทบของโครงการด้านสังคม ถ้าเกษตรกรผู้ผลิตเห็ดสดมีความสามารถผลิตเห็ดให้คงคุณค่าทางโภชนาการ และสามารถแปรรูปเห็ดแห้งให้คงคุณลักษณะทางกายภาพได้นั้น จะต้องมีการจัดการที่ดีทำการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต การควบคุมคุณภาพ การตลาด จึงจะสามารถผลิตผลิตผลทางการเกษตรให้ได้มาตรฐานตรงตามความต้องการของตลาด.

6. เอกสารอ้างอิง

ปัญญา, โพธิ์ฐิติรัตน์ และ กิตติพงษ์, ศิริวานิชกุล. 2538. เทคโนโลยีการเพาะเห็ด. พิมพ์ครั้งที่ 2 สำนักพิมพ์รั้วเขียว, กรุเทพฯ. 421 หน้า.

ลัคนทินวงศ์, วรภัทร. 2545. การยืดอายุการเก็บรักษาเห็ดฟาง (*Vovariella volvaceae*) ในสภาพบรรยากาศดัดแปลง (Modified Atmosphere Packaging) ในเชิงพาณิชย์. *ใน:* รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, หน้า136-143.

ศิริพานิช, จริงแท้. 2538. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและไม้ดอก, มหาวิทยาลัย-เกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม, 396 หน้า.

AOAC., 2000. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists 17th ed. Washington, DC.

Beit-Halachmy, L. and Mannheim. C.H., 1992. Is modified atmosphere packaging beneficial for fresh mushroom Lebensm. Wiss. *Technol*. **25**, pp. 426-432.

Burton, K. S. and Noble, R., 1993. The influence of flush number, bruising and storage temperature on mushroom quality. *Postharvest Biol: Technol*. **3**, pp. 39-47.

Choi, M. H., Park, J. E. and Kim, G. H. 2002. Quality changes of Pleurotus ostreatus during modified atmosphere storage as affected by temperature and packing material. Dept of food and Nutrient, Duk-Sung Women's Univ., 419 Sung-Mun Dong, To-Bong Gu, Seaul, Korea. PP. 132-714.

Exama, A., Arul, J., and Lencki, R.W., 1993. Suitability of plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *J. Food Sci.* **6**, pp. 1365-1370.

Hammond, J. B. W., 1979. Nichols, R., 1975. Changes in respiration and soluble carbohydrates during post-harvest storage of mushroom (*Agaricus bisporus*). *J. Sci. Food Agric*. **26**, pp. 835-842.

Hedge, J. E. and Hofreiter, B. T., 1962. Determination of total carbohydrate by anthrone method. *In :* R.L. Whistler and J.N. Be Miller (17th eds.). Carbohydrate Chemistry, New York,Academic Press, pp. 8-9.

Khroosong, W., 1994. Microbiological Food Processing. Odean Store Press. Bangkok. 210 p.

Kjeldahl, J. 1883. Neue methode zur bestimmung des stickstoffs in organischen. Körpern, Z. *Anal. Chem.* **22**: pp. 366-382.

Kuo, M. C., Weng, C. Y., Ha, C. L. and Wu, M. J., 2006. Ganoderma lucidum mycelia enhance innate immunity by activating NF-kappaB. *Journal of Ethnopharmacology*, **103**: pp. 217-222.

Lopez Briones, G., Varoquaux, P., Chambroy, Y., Bouquant, Y., Bureau, G., and Pascal, B., 1992. Storage of common mushroom under controlled atmospheres. *Int. J. Food Sci. Technol*. **27**, pp. 493-505.

Lin, S.-B., Li, C.-H., Lee, S.-S and Kan, L.-S., 2003. Triterpene-enriched extracts from *Ganoderma lucidum* inhibit growth of hepatoma cells via suppressing protein kinase C, activating mitogenactivated protein kinases and G2-phase cell cycle arrest. *Life Sciences* **72**: pp. 2381-2390.

Rhangsadthong, W., 2001. Food Processing Technology. Department of Industrial Technology, Faculty of Agricultural Sciences, Institute of Technology North Pra Chom Klao, Bangkok. p. 506.

Song, J. H., Lee, H. S., Hwang, J. K., Han, J. W., Ro, J. G., Keum D. H. and Park, K. M., 2003. Physiological activity of Sarcodon aspratus extracts. *Food Science*, **23**: pp. 172-179.

http://Pubs.cas.PSV.edu./freepubs/pds/ul 207 pad.