

Received: January 20, 2021; Revised: March 16, 2021; Accepted: April 16, 2021

ผลการทดแทนเห็ดนางฟ้าต่อคุณภาพทางเคมี-กายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้อั่วกบ
Effect of substitute with phoenix mushroom to physical-chemical quality of
Sai Aua Kob product

นิตยา ภูงาม^{1*}, ณัฏวลิณคล เสรษฐปราโมทย์¹, ไกรวิชญ์ ไหมคำมูล¹ และวนิดา ยินดีรัมย์¹
Nittaya Phungam^{1*}, Natwalinkhol Settapramote¹, Kraiwit Maikhamun¹ and
Wanida Yindeeram¹

¹คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์

*Corresponding Author E-mail Address : Nittaya.ph@muti.ac.th and pampam.302@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลการทดแทนเห็ดนางฟ้าต่อคุณภาพทางเคมี-กายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้อั่วกบที่มีการเติมเห็ดนางฟ้า 75% (w/w) ทดแทนเนื้อกบภายในผลิตภัณฑ์ จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไส้อั่วกบ พบว่า ไส้อั่วกบที่มีการทดแทนเห็ดนางฟ้ามีปริมาณโปรตีนสูงกว่า (18.18% (w/w)) สูตรควบคุม (13.18% (w/w)) เยื่อใยมีปริมาณสูงขึ้น (6.50% (w/w)) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม (4.24%) ไส้อั่วกบสูตรทดแทนมีปริมาณไขมันต่ำกว่า (0.92% (w/w)) สูตรควบคุม (2.80% (w/w)) เช่นเดียวกับปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ต่ำกว่า (4.17% (w/w)) สูตรควบคุม (10.20% (w/w)) และปริมาณเถ้าของไส้อั่วกบสูตรทดแทนมีค่าใกล้เคียงสูตรควบคุม (4.46 และ 4.23% (w/w) ตามลำดับ) จากการวิเคราะห์ปริมาณพลังงาน พบว่าไส้อั่วกบสูตรทดแทนให้พลังงานต่ำกว่า (77.68 kcal) สูตรควบคุม (118.72 kcal) จากการวิเคราะห์ค่า Peroxide Value (P.V.) และ Acid Value (A.V.) พบว่า ไส้อั่วกบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบของไขมันทั่วไป การศึกษาคุณภาพทางกายภาพ พบว่าสูตรทดแทนมีค่า Water activity ค่าความแน่นเนื้อ และค่าการอุ้มน้ำสูงกว่า (0.76, 13.26 N และ 64.02% (w/w) ตามลำดับ) สูตรควบคุม (0.70, 11.92 N และ 58.00% (w/w) ตามลำดับ) ซึ่งส่งผลต่อคุณลักษณะเคมี-กายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้อั่ว และส่งผลต่อคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ที่มีโปรตีน และใยอาหารสูง

คำสำคัญ: ไส้อั่วกบ เห็ดนางฟ้า คุณภาพทางเคมี-กายภาพ

Abstract

This research is to study physical-chemical quality the Sai Aua Kob product the substitute with 75% phoenix mushroom. The chemical composition analysis of Sai Aua Kob product found that it was higher of protein (18.18% (w/w)) and fiber content (6.50% (w/w)) than protein (13.18% (w/w)) and fiber content (6.50% (w/w)) of control formulas (4.24% (w/w)). The lower of fat content (0.92% (w/w)), control formulas (2.80% (w/w)). Including the lower of carbohydrate content (4.46% (w/w)), control formulas (10.20% (w/w)) and ash content of substitute formulas has similar value with control formulas (4.46 and 4.23% (w/w), respectively). The energy value analysis found that the substitute formulas for lower energy (77.68 kcal), control formulas (118.72 kcal). The acid value (A.V.) and Peroxide value (P.V.) were in the standard level. The study of physical quality found that the substitute formulas have higher of water holding, firmness and water activity value (64.02% (w/w), 13.26 N and 0.76, respectively), control formulas (58.00% (w/w), 11.92 N and 0.70, respectively). This results in physical-chemical good characteristics of Sai Aua Kob product.

Keywords: Sai Aua Kob product, Phoenix mushroom, Physical-chemical quality

บทนำ

ไส้อั่ว เป็นอาหารพื้นเมืองที่พบทางภาคเหนือของประเทศไทย โดยคำว่า อั่ว หมายถึง ใส่ไส้ และยัดไว้ตรงกลาง ซึ่งปกติทำจากเนื้อหมูบด และมีส่วนผสมพริกแห้ง กระเทียม ขมิ้น (ใส่หรือไม่ใส่ก็ได้) ข้าว ใบมะกรูด หอมแดง และเครื่องปรุงรสกรอกลงไปนึ่งในไส้อ่อนของหมูที่ผ่านการล้างทำความสะอาด จากนั้นบิดให้เป็นท่อนพอประมาณ เวลารับประทานจะนำไปย่างไฟหรืออบให้สุกจนมีสีเหลืองพร้อมรับประทาน การผลิตไส้อั่วในบางพื้นที่มีการทดแทนเนื้อไม้บดละเอียดเข้าไปเป็นส่วนผสมแทนเนื้อหมู ซึ่งไส้อั่วที่ทำจากเนื้อไม้ไม่เหมาะสำหรับชาวมุสลิมหรือผู้ที่ไม่ประสงค์ที่จะรับประทานหมู หรืออาจจะดัดแปลงใช้เนื้อสัตว์ชนิดอื่น และไส้อาจใช้ไส้สัตว์ชนิดอื่นหรือใช้ไส้เทียมแทนไส้หมูได้ (สุพัตรา และคณะ, 2554)

ปัจจุบันไส้อั่วเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมรับประทานกันเป็นอย่างมากทั่วทุกภาคเพื่อให้สามารถใช้วัตถุดิบในแต่ละพื้นที่ให้เกิดประโยชน์ในการนำมาพัฒนาเป็นไส้อั่วได้ ทั้งนี้ในพื้นที่จังหวัดสุรินทร์มีการเลี้ยงกบเป็นอาชีพเสริมในชุมชน โดยเฉพาะอำเภอปราสาท และอำเภอกาบเชิง ที่เลี้ยงกบจำหน่ายและขายในรูปแบบกบยัดไส้ และกบแดดเดียว (สุรินทร์ร้อยแปด, 2561) ทีมวิจัยจึงมีแนวคิดเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคด้วยการนำเนื้อกบมาพัฒนาเป็นไส้อั่วและเพิ่มเห็ดนางฟ้าที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เช่น โปรตีนสูง ให้พลังงานต่ำ และมีไขมันน้อย จึงเหมาะแก่คนที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก (สวรยา, 2552) ซึ่งเห็ดนางฟ้าจะช่วยเสริมคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อกบที่เป็นองค์ประกอบของไส้อั่วให้มีโปรตีน และเส้นใยสูง และไขมันต่ำ รวมทั้งช่วยให้ไส้อั่วมีเนื้อสัมผัสที่ชุ่มฉ่ำเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นอกจากนี้เครื่องแกงที่เป็นส่วนผสมของไส้ที่มีองค์ประกอบของสมุนไพรต่าง ๆ ช่วยให้อายุของผลิตภัณฑ์น้ำรับประทานและสมุนไพรมีส่วนช่วยในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของอาหารส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไส้อั่วมีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น ทั้งนี้งานวิจัยเบื้องต้นนี้เป็นการศึกษาการทดแทนเห็ดนางฟ้าในผลิตภัณฑ์ไส้อั่วกบ โดยทำการคัดเลือกอัตราส่วนของเห็ดนางฟ้าที่เหมาะสม (0, 25, 50, 75 และ 100% (w/w)) ในการทดแทนในผลิตภัณฑ์ไส้อั่วกบ ซึ่งทำการเปรียบเทียบคุณภาพของไส้อั่วกบทดแทนเห็ดนางฟ้า และไส้อั่วกบสูตรพื้นฐาน จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า การทดแทนเห็ดนางฟ้าอัตราส่วน

75% (w/w) ได้คะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุด อย่างไรก็ตามยังไม่ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะทางเคมี-กายภาพของไส้อั่วกบทดแทนด้วยเห็ดนางฟ้า และสูตรควบคุม งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาคคุณลักษณะดังกล่าวมาข้างต้นเพื่อแสดงผลให้ทราบว่าไส้อั่วกบที่พัฒนาขึ้นเป็นสูตรที่ดีและเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภค รวมทั้งการทดแทนเห็ดนางฟ้า 75% (w/w) เป็นอัตราส่วนการทดแทนที่สูงจึงเป็นการช่วยลดต้นทุนในการใช้เนื้อมกที่มีราคาแพงและเป็นการใช้วัตถุดิบที่มีในท้องถิ่นให้มีมูลค่าสูงขึ้นได้

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. ขั้นตอนการผลิตไส้อั่วกบทดแทนเห็ดนางฟ้า

1.1 ขั้นตอนเตรียมส่วนผสมของไส้อั่ว

นำกบมาการลอกหนังและเครื่องในกบออกล้างทำความสะอาด แล้วนำไปลวกในน้ำร้อน 5 นาที โดยแยกเอาส่วนเนื้อและกระดูกอ่อนกบออกมาพักไว้ ส่วนเห็ดนางฟ้าฉีก (ปริมาณ 100 g) เป็นเส้นแล้วลวกและบีบน้ำออกด้วยผ้าขาวบางจนสะเด็ดน้ำพักไว้ จากนั้นทำการเตรียมเครื่องเทศโดยการนำ พริก ใบมะกรูด หัวหอม กระเทียม ตะไคร้ ตามอัตราส่วนในสูตรของ (สุวรรณยา, 2552) นำเครื่องเทศ เนื้อกบและกระดูกอ่อน เห็ดนางฟ้า และเครื่องปรุงมาปั่นผสมด้วยเครื่องผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน และเตรียมส่วนผสมไส้อั่วกบสูตรพื้นฐาน (สูตรควบคุม) โดยมีส่วนผสมของเครื่องเทศ เนื้อกบและกระดูกอ่อน และเครื่องปรุง ซึ่งไม่มีการเติมเห็ดนางฟ้าเข้าไปในส่วนผสม (ดัดแปลงจาก สมฉันท์, 2551)

ตารางที่ 1 อัตราส่วนการทดแทนเห็ดนางฟ้าในผลิตภัณฑ์ไส้อั่วกบ

ส่วนผสม	อัตราส่วน (ร้อยละ)	
	สูตรควบคุม (Control)	ร้อยละ 75
กบ	100	25
เห็ดนางฟ้า	0	75

1.2 ขั้นตอนการอัดไส้อั่วกบ

นำไส้ที่เตรียมจากข้อ 1.1 มากรอกลงในไส้เทียมด้วยเครื่องอัดไส้กรอก ให้มีขนาดสม่ำเสมอ จากนั้นนำไส้อั่วที่ได้ไปอบที่เตาอบไฟฟ้า ด้วยอุณหภูมิ 180°C เป็นเวลา 45 นาที ในระหว่างนั้นมีการวัดอุณหภูมิใจกลางของไส้อั่วให้มีค่าอยู่ในช่วง 75-80°C ด้วยเครื่องดักข้อมูล (Data Logger) (มาตรฐานอุณหภูมิที่บ่งชี้ถึงการสุกของอาหาร) เมื่อครบระยะเวลาและอุณหภูมิอาหารถึงมาตรฐานกำหนด นำไส้อั่วออกจากเตาอบ พักให้เย็น ณ อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 นาที บรรจุลงในถุงไนลอน/พีอี (Nylon/PE) แล้วปิดผนึกถุงนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี-กายภาพ ดังต่อไปนี้

2. การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้อั่วกบทดแทนเห็ดนางฟ้า

นำไส้อั่วไปลดขนาดตัวอย่างโดยวิธีการปั่นจนละเอียด ด้วยเครื่องปั่นจากนั้นเก็บตัวอย่างไว้ในถุงซิปล็อค แล้วนำไปวิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ

2.1 วิเคราะห์ปริมาณความชื้น

ชั่งน้ำหนักไส้อั่วกบปริมาณ 3 g ลงในกระป๋องอลูมิเนียมที่อบแห้งน้ำหนัก และจดบันทึกไว้แล้ว จากนั้นนำไปอบในตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ที่อุณหภูมิ 100±5°C เป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง จากนั้นทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator)

แล้วชั่งน้ำหนัก นำเข้าอบ 1 ชั่วโมงจนน้ำหนักคงที่ (ผลต่างของน้ำหนัก ที่ชั่งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 0.1%) และนำไปคำนวณหาปริมาณความชื้น (% Moisture) (AOAC, 2000)

2.2 วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน โดยวิธี Kjeldahl

ชั่งตัวอย่างใส่ถ้วยปริมาณ 3 g ห่อด้วยกระดาษชำระใส่ลงในขวดย่อย จากนั้นเติมคตะลิส (Catalyst) โดยใช้ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0.35 g และ K_2SO_4 6.25 g ซึ่งสารละลายตัวอย่างที่เป็นสารละลายสีเขียวใส แล้วทำการกลั่นตัวอย่างที่ย่อยได้โดยหยดอินดิเคเตอร์ผสม (Mixed indicator) 2-3 หยด นำไปกลั่นด้วยชุดกลั่นโปรตีนจนได้สารละลายเป็นสีฟ้า แล้วนำสารละลายที่กลั่นได้มาทำการไตเตรทด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ที่มีความเข้มข้น 0.1 M (0.1M HCl) จนได้สีชมพูม่วง นำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณโปรตีน (% Protein) (AOAC, 2011)

2.3 วิเคราะห์ปริมาณไขมัน โดยวิธี Soxhlet (Soxhlet System)

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างใส่ถ้วยที่ผ่านการอบแห้งหาความชื้นปริมาณ 3 g แล้วห่อด้วยกระดาษกรอง (Whatman No.1) นำตัวอย่างลงในทิมเบิล (Thimble) ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน จากนั้นนำทิมเบิลและถ้วยสแตนเลสที่รองรับไขมันที่ผ่านการอบไล่ความชื้น และทราบน้ำหนักที่แน่นอนใส่ลงในเครื่องสกัดไขมัน (Extraction Collection Vessel Apparatus) ทำการเติมสารละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum Ether) เป็นตัวสกัด ปริมาณ 75 ml ทำการสกัดโดยตั้งเวลาการสกัด (Immersion Time) 20 นาที เวลาล้าง (Washing Time) 40 นาที และเวลาการระเหย (Recovery Time) 15 นาที หลังจากนั้นนำถ้วยรองรับไขมันไปอบเพื่อระเหยสารสกัดออกให้หมดที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลานาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น จากนั้นชั่งน้ำหนักจนได้น้ำหนักคงที่แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณไขมัน (% Fat) (AOAC, 2011)

2.4 วิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร

ชั่งตัวอย่างใส่ถ้วยที่ได้จากการวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน จากนั้นใส่ถุงสำหรับวิเคราะห์ใยอาหาร นำไปย่อยด้วยด้วยกรดซัลฟูริก 1.25% (v/v) และโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25% (v/v) เป็นเวลา 30 นาที และล้างตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น นำไปอบให้แห้งในตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 105°C จนได้น้ำหนักคงที่ และนำไปเผาในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 600°C จนกระทั่งชั่งได้น้ำหนักคงที่ นำไปคำนวณปริมาณใยอาหาร (% Fiber) (AOAC, 2011)

2.5 วิเคราะห์ปริมาณเถ้า

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างใส่ถ้วยที่ผ่านการอบแห้งหาความชื้น ปริมาณ 3 g. ลงในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่อบและทราบน้ำหนักที่แน่นอน นำไปเผาบนไฟอ่อนบนเตาเผาไฟฟ้า (Hot Plate) ในตู้ดูดควัน (Hood) จากนั้นนำไปเผาในเตาเผาไฟที่อุณหภูมิ 500°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จนได้เถ้าสีขาว ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนัก นำน้ำหนักที่ชั่งได้ไปคำนวณหาปริมาณเถ้าทั้งหมด (% Ash) (AOAC, 2000)

2.6 วิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

โดยการคำนวณจากสูตร เมื่อทราบว่า % ความชื้น % โปรตีน % ไขมัน % เถ้า และ % เส้นใย นำค่าดังกล่าวนี้มาคำนวณตามสูตร (AOAC, 2000)

$$\% \text{ คาร์โบไฮเดรต} = 100 - (\% \text{ ความชื้น} + \% \text{ โปรตีน} + \% \text{ ไขมัน} + \% \text{ เถ้า} + \% \text{ เส้นใย})$$

2.7 ค่าพลังงาน

โดยคำนวณจากสูตร เมื่อทราบปริมาณ โปรตีน ไขมัน และ คาร์โบไฮเดรต นำค่าดังกล่าวนี้มาคำนวณตามสูตร ดังนี้

$$\text{พลังงาน (Energy)} = (\text{โปรตีน} \times 4) + (\text{ไขมัน} \times 9) + (\text{คาร์โบไฮเดรต} \times 4)$$

2.8 วัดค่าแอกติวิตี (a_w)

วัดปริมาณน้ำอิสระด้วยเครื่อง Water Activity Meter บรรจุไส้แก้วไม่น้อยกว่าครึ่งลงในภาชนะใส่ช่องฝาเครื่องหมุนป้อนวัดเพื่ออ่านค่ารองจนเครื่องทำงานเสร็จจะมีเสียงเตือน บันทึกค่าที่ได้

2.9 วิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value (P.V.)) และค่าความเป็นกรด (Acid value (A.V.))

นำผลิตภัณฑ์ใส่แก้วกับทั้งสองแบบมาบรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิด Nylon/PE ที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 14 วัน โดยทำการสุ่มตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ในวันที่ 7 และ 14 วัน เพื่อวิเคราะห์หาค่า P.V. และค่า A.V. (AOAC, 2000)

3. วิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์ใส่แก้วเสริมเห็ดนางฟ้า

3.1 วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส

วัดค่าเนื้อสัมผัสของไส้แก้วกับด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer: TA. XTi/50) ทำการทดลองวิธีละ 3 ซ้ำ โดยการนำตัวอย่างไปวัดค่าแรงเฉือนโดยใช้ชุดหัววัด ใบมีดคม (Craft Knife Blade) (A/CKB) เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 mm กำหนดให้ความเร็วของหัววัดเท่ากับ 10 mm/sec.

3.2 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water Holding Capacity: WHC)

ชั่งน้ำหนักไส้แก้วกับ 10 g ใส่ในหลอดเซนตริฟิวส์ นำไปให้ความร้อนในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 90°C นาน 14 นาที ทำตัวอย่างให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำไปเซนตริฟิวส์ที่ 9000 rpm นาน 20 นาที ชั่งน้ำหนักส่วนของเหลว และส่วนเนื้อที่เหลือจากการเซนตริฟิวส์ คำนวณความสามารถในการอุ้มน้ำ (สวรยา, 2552)

4. วิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ทางสถิติ โดยการนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดของไส้แก้วสูตรพื้นฐานและไส้แก้วที่มีการทดแทนเห็ดนางฟ้า มาทำการเปรียบเทียบ ด้วยวิธี Independent Samples T-Test ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไส้แก้วที่มีการทดแทนเห็ดนางฟ้า 75% (w/w) นำมาเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม (Control) พบว่า ไส้แก้วที่มีการทดแทนเห็ดนางฟ้า มีแนวโน้มของปริมาณความชื้น โปรตีน และใยอาหารสูงกว่า (66.00, 18.18 และ 6.50% (w/w) ตามลำดับ) สูตรควบคุมเล็กน้อย (64.12, 13.18 และ 4.24% (w/w) ตามลำดับ) นอกจากนี้การเสริมเห็ดนางฟ้าส่งผลให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรต และไขมันต่ำกว่า (4.17 และ 0.92% (w/w) ตามลำดับ) สูตรควบคุม (10.20 และ 2.80% (w/w) ตามลำดับ) ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และไส้แก้วสูตรทดแทนมีปริมาณใกล้เคียงกับสูตรควบคุมที่มีค่าเท่ากับ 4.46 และ 4.23% (w/w) ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อนำองค์ประกอบทางเคมีมาคำนวณค่าพลังงาน พบว่าไส้แก้วสูตรทดแทน น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 g ให้พลังงานเท่ากับ 77.68 kcal ซึ่งต่ำกว่าสูตรควบคุมที่ให้พลังงานสูงถึง 118.72 kcal (ดังแสดงตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาขององค์ประกอบทางเคมีของไส้แก้วเสริมเห็ดนางฟ้า

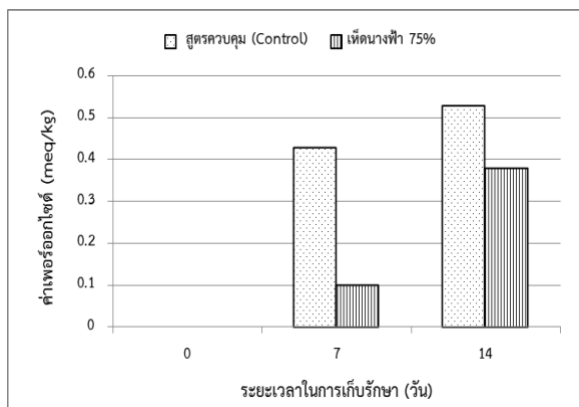
องค์ประกอบทางเคมี (%)	สูตรควบคุม (Control)	ไส้แก้วเสริมเห็ดนางฟ้า 75%
ความชื้น (Moisture)	64.12±1.04 ^b	66.00±4.65 ^a
โปรตีน (Protein)	13.18±2.18 ^b	18.18±2.96 ^a

ไขมัน (Fat)	2.80±1.32 ^a	0.92±0.15 ^b
เถ้า (Ash)	4.46±0.20 ^a	4.23±0.35 ^a
เยื่อใย (Fiber)	4.24±0.76 ^b	6.50±1.35 ^a
คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)	10.20±1.55 ^b	4.17±4.69 ^a
พลังงาน (Energy) (kcal)	118.72 ^a	77.68 ^b

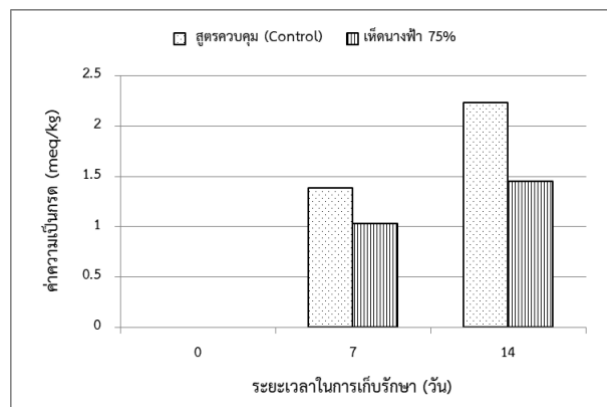
หมายเหตุ ^{a, b} อักษรที่แนวนอนที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ค่า P.V. ในผลิตภัณฑ์ไส้วักบที่มีการทดแทนเห็ดนางฟ้า 75% (w/w) เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 14 วัน พบว่า ค่า P.V. มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น (อยู่ในช่วง 0-0.56 meq/kg) เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างไส้วักสูตรทดแทน และสูตรควบคุม เห็นได้ว่าค่า P.V. ของสูตรควบคุมมีค่าสูงกว่าไส้วักสูตรทดแทน ดังแสดงในรูปที่ 1 (ก)

สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่า P.V. คือเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นมีแนวโน้มของค่า A.V. เพิ่มขึ้น (อยู่ในช่วง 0-2.40 KOH/g) และผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ไส้วักสูตรควบคุมมีค่า A.V. สูงกว่าไส้วักสูตรทดแทนต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของผลิตภัณฑ์ต้องมีค่า P.V. และ A.V. ต่ำกว่า 20-40 meq/kg ดังรูปที่ 1 (ข)



(ก) ค่าเพอร์ออกไซด์



(ข) ค่าความเป็นกรด

รูปที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าเพอร์ออกไซด์ (ก) และ ค่าความกรด (ข) ของไส้วักบที่มีการทดแทนเห็ดนางฟ้า ปริมาณ 75% (w/w) ที่ผ่านเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 14 วัน ณ อุณหภูมิ 4°C (n=3)

ในการวิเคราะห์ค่า a_w ของไส้วักบสูตรทดแทน เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม พบว่า ไส้วักบสูตรทดแทนมีค่า a_w สูงกว่า (0.76) สูตรควบคุมเล็กน้อย (0.70) และผลของการวิเคราะห์ความแน่นเนื้อของไส้วักบ แสดงให้เห็นว่าไส้วักบสูตรทดแทนมีความแน่นเนื้อสูงกว่า (13.26 N) สูตรควบคุม (11.92 N) สอดคล้องกับคุณลักษณะการอุ้มน้ำของไส้วักสูตรทดแทน มีค่าการอุ้มน้ำ เท่ากับ 64.02% (w/w) ซึ่งสูงกว่าสูตรควบคุมที่มีค่าเท่ากับ 58.00% (w/w) โดยคุณลักษณะทางด้านกายภาพทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อ $p \leq 0.05$ (ดังแสดงตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาคุณลักษณะทางเคมี-กายภาพของไส้อ้วกบเสริมเห็ดนางฟ้า

คุณลักษณะทางด้านกายภาพ	สูตรควบคุม (Control)	ไส้อ้วกบเสริมเห็ดนางฟ้า 75%
ค่า Water activity (a_w)	0.70±0.12 ^b	0.76±0.12 ^a
ความแน่นเนื้อ (N)	11.92±0.21 ^b	13.26±0.11 ^a
การอุ้มน้ำ (Water Holding) (%)	58.00±0.32 ^a	64.02±0.15 ^b

หมายเหตุ อักษร ^{a, b} ในลักษณะแนวนอนที่ต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การอภิปรายผล

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไส้อ้วกบทดแทนเห็ดนางฟ้า 75% (w/w) เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม แสดงให้เห็นว่า ไส้อ้วกบทดแทนมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าสูตรควบคุม เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของเห็ดนางฟ้ามีปริมาณโปรตีนสูงเมื่อนำมาผสมกับเนื้อบดที่มีโปรตีนสูงเช่นเดียวกันจึงส่งผลให้ปริมาณโปรตีนของไส้อ้วกบสูตรทดแทนมีค่าสูงเพิ่มขึ้นตามไปด้วย (สวรยา, 2552) สอดคล้องกับไส้อ้วกปลาเสริมเห็ดนางฟ้า มีปริมาณโปรตีนสูง (14.94-24.10% (w/w)) (พาขวัญ, 2555) นอกจากนี้สูตรทดแทนมีปริมาณไขมันต่ำกว่าสูตรควบคุม เนื่องจากการนำเห็ดนางฟ้ามาทดแทนเนื้อบดที่อยู่ภายในผลิตภัณฑ์ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสัดส่วนไขมันที่ลดลง เพราะเห็ดนางฟ้าเป็นวัตถุดิบที่มีปริมาณไขมันที่ต่ำอยู่แล้วเมื่อนำมาผสมในผลิตภัณฑ์จึงไม่ส่งผลให้ปริมาณไขมันเพิ่มขึ้น (พาขวัญ, 2555) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าไส้อ้วกปลาเสริมเห็ดนางฟ้ามีปริมาณไขมันสูง (6.11-8.63% (w/w)) (พาขวัญ, 2555) ดังนั้นจึงเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกสำหรับผู้บริโภคกลุ่มที่รักสุขภาพหรือกลุ่มทั่วไป นอกจากนี้เห็ดนางฟ้ามีปริมาณเยื่อใยสูงจึงส่งผลให้เมื่อนำมาผสมในผลิตภัณฑ์ทำให้ผลิตภัณฑ์ไส้อ้วกบสูตรทดแทนมีปริมาณเยื่อใยสูงขึ้นกว่าสูตรควบคุม เมื่อพิจารณาปริมาณคาร์โบไฮเดรตของสูตรทดแทนต่ำ เพราะจากสัดส่วนขององค์ประกอบทางเคมีทั้งหมดมีปริมาณที่เหมาะสมจึงส่งผลให้คาร์โบไฮเดรตที่คำนวณออกมามีปริมาณน้อยกว่าสูตรควบคุม (สถิตพงษ์, 2559)

นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณพลังงานของไส้อ้วกบสูตรทดแทนมีค่าต่ำกว่าสูตรควบคุม เนื่องจากสัดส่วนของไขมัน หรือคาร์โบไฮเดรตที่เป็นพลังงานหลักที่ร่างกายนำไปใช้เป็นพลังงานมีค่าต่ำจึงส่งผลให้พลังงาน หรือแคลอรีที่ร่างกายได้รับจากการรับประทานไส้อ้วกบสูตรทดแทนจึงน้อยกว่าสูตรควบคุม (พาขวัญ, 2555; อภิรักษ์, 2549) ผลิตภัณฑ์นี้จึงดีต่อสุขภาพของผู้บริโภคเพราะมีคุณค่าทางโภชนาการสูงและเหมาะแก่การนำไปผลิตเป็นอาหารเพื่อสุขภาพเนื่องจากมีปริมาณโปรตีนสูงไขมันต่ำและมีเยื่อใยมากขึ้น สอดคล้องกับวิจัยของ สถิตพงษ์ (2559) การพัฒนาไส้อ้วกเห็ดนางฟ้าภูฐานเสริมใยเปลือกส้มโอ พบว่าไส้อ้วกมีปริมาณโปรตีน และใยอาหารสูงขึ้น รวมทั้งมีไขมันต่ำกว่าสูตรควบคุม ดังนั้นจึงส่งผลให้ไส้อ้วกที่ได้มีพลังงานต่ำกว่าไส้อ้วกสูตรควบคุม

จากการศึกษาค่า P.V. และ A.V. ที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 15 วัน พบว่า ค่า P.V. และ A.V. มีค่าต่ำ เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่ต้องมีค่า P.V. และ A.V. ต่ำกว่า 20-40 meq/kg ซึ่งเป็นช่วงที่ผู้บริโภคยังสามารถยอมรับในผลิตภัณฑ์ได้ (Peason et al., 1976) และค่า P.V. และ A.V. ของไส้อ้วกสูตรควบคุมมีค่าต่ำ เนื่องจากในผลิตภัณฑ์มีปริมาณไขมันต่ำ รวมทั้งผลิตภัณฑ์ไส้อ้วกทั้ง 2 สูตร มีการบรรจุอยู่ในถุงไนลอน-ฟอยล์ ที่มีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนได้ดีจึงส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างไขมันกับออกซิเจนเกิดขึ้นได้น้อยทำให้ค่า A.V. และ P.V. ของผลิตภัณฑ์มีค่าน้อยตามไปด้วย (ปุ่น และสมพร, 2541; พาขวัญ, 2555; ภัทรพร, 2540) ดังนั้นจึงไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์จนผู้บริโภคไม่ยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์

การศึกษาลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้อวบสูตรทดแทนมีค่า a_w ค่าความแน่นเนื้อ และค่าการอุ้มน้ำสูงกว่าสูตรควบคุม เนื่องจากเห็ดนางฟ้าเป็นวัตถุดิบที่มีเส้นใยอาหารชนิดเซลลูโลส (Cellulose) และเฮมิเซลลูโลส (Hemi cellulose) ที่เป็นกลุ่มพอลิแซ็กคาไรด์ที่มีโครงสร้างโมเลกุลที่เหนียว แข็งแรง และสามารถดูดซับน้ำไว้ในโครงสร้างได้ดี โดยที่เซลลูโลสกลุ่มนี้จะไม่ละลายน้ำแต่จะสามารถพองตัวในน้ำได้ดี ดังนั้นจึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบของเห็ดนางฟ้ามีค่าความชื้น ค่า a_w ค่าความแน่นเนื้อ และค่าการอุ้มน้ำสูงตามไปด้วย (นุติ, 2544; สติพงษ์, 2559)

บทสรุป

ผลิตภัณฑ์ไส้อวบทดแทนเห็ดด้วยนางฟ้า 75% (w/w) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณโปรตีน ใยอาหารสูง และไขมัน และพลังงานต่ำกว่าไส้อวบสูตรควบคุม เหมาะสำหรับผู้บริโภคที่สนใจในการรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพ การทดแทนเห็ดนางฟ้ามีส่วนช่วยให้ผลิตภัณฑ์ไส้อวบมีคุณสมบัติเนื้อสัมผัสที่มีความแน่นเนื้อมากขึ้นกว่าสูตรควบคุม เนื่องจากมีค่าการอุ้มน้ำสูง นอกจากนี้ในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไส้อวบที่มีการทดแทนด้วยเห็ดนางฟ้าเกิดกลิ่นเหม็นหืนได้น้อยกว่าสูตรควบคุม เนื่องจากผลิตภัณฑ์ไส้อวบที่มีการทดแทนด้วยเห็ดนางฟ้ามีปริมาณไขมันต่ำ รวมทั้งไส้อวบเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของสมุนไพรปริมาณมากจึงช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพ เช่น สี กลิ่น และลักษณะปรากฏได้ และยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานมากกว่า 14 วัน ผลิตภัณฑ์สามารถนำวัตถุดิบที่เป็นพื้นถิ่นมาเสริมเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ และมูลค่าทางการตลาดของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ สำหรับห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

เอกสารอ้างอิง

- นันทรี หุ่นเที่ยง. (2559). การศึกษาปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายในห้องเพาะเลี้ยงเห็ดนางฟ้าภูฐานซึ่งสร้างขึ้นด้วยวงบ่อซีเมนต์ตามแบบจำลองหม้อดินเก็บความเย็น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นุติ เปาทอง. (2544). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เห็ดหอยจากเห็ดนางฟ้า. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2547). ไส้อวบ. (ออนไลน์). ค้นเมื่อ 12 มีนาคม 2564.
http://www.nkw.ac.th/courseware/www.nectec.or.th/courseware/siamculture/otop/tis/tcps294_47.pdf.
- ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ. (2541). บรรจุภัณฑ์อาหาร. สำนักพิมพ์หทัยเฮง: กรุงเทพฯ.
- พาขวัญ ทองรักษ์. (2555). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้อวบปลาไขมันต่ำ. รายงานการวิจัย. คณะวิชาเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ กรุงเทพฯ.
- ภัทรพร ธัญญาธิกุล. (2540). ผลของภาชนะบรรจุและการเก็บรักษาต่อคุณภาพของข้าวสาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สติพงษ์ มั่นหล้า. (2559). การผลิตไส้อวบเห็ดนางฟ้าภูฐานเสริมใยเปลือกส้มโอ. วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี. 10(2): 103-114.

สมฉันท์ ปรีชา. (2551). บทสัมภาษณ์ผู้ผลิตไส้อั่ว. ค้นเมื่อ 22 กรกฎาคม 2563.

<https://www.agro.cmu.ac.th/lanna/sausage.html>.

สวรยา เม่งเกร็ด. (2552). การทดแทนเนื้อหมูบางส่วนด้วยกากถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์ไส้อั่ว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง.

สุพัตรา เปี่ยมวารี, สรวิต แจ่มจำรูญ, วันทนา สะสมทรัพย์, ธนภักษ์ อินยอด และสุริวิภา สังขาร. (2554). การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเห็ดนางฟ้าภูฐาน *Pleurotus eous* อบแห้ง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 42(2): 9-12.

สุรินทร์ร้อยแปด. (2561). กบยัดไส้. ค้นเมื่อ 10 มกราคม 2564. <http://surin108.com/web/2015/09/อังกาบอบ-กบยัดไส้ย่าง-อ/>.

อภิรักษ์ เพ็ชรมงคล. (2549). การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเส้นใยอาหารจากกากส้มเขียวหวาน กากส้มสายน้ำผึ้ง กากส้มสีทอง และเปลือกส้มโอ. รายงานการวิจัย. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่.

AOAC. (2000). Official Methods of Analysis of AOAC. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists. United States.

AOAC. (2011). Official Methods of Analysis of AOAC. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists. United States.

Peason D., Melon H.K. and Ronald S. (1976). The chemical analysis of food. Churchill Livingstone Edinburgh: London.