

## ผลของปริมาณแป้งสาลีและเห็ดนางรมหลวงต่อลักษณะเนื้อสัมผัส ของเนื้อเทียม

### Effects of Wheat Flour and Royal Oyster Mushrooms on Texture Characteristics of Meat Analogue

พนา โลหะทรัพย์ทวี<sup>1\*</sup> ณัฐวรา ดำรงค์มงคล<sup>1</sup> ธัญเรศ บุญพงษา<sup>1</sup> เอกชัย จิวเหียน<sup>1</sup> และ ลินจง สุขล่ำภู<sup>1</sup>  
Pana Lohasupthawee<sup>1</sup> Natvara Damrongmongcolkul<sup>1</sup> Thunyares Boonpongsa<sup>1</sup> Ekkashai Jewyeen<sup>1</sup>  
and Linchong Suklampoo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

<sup>1</sup>Department of Biology, School of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

วันที่ส่งบทความ : 9 กันยายน 2563 วันที่แก้ไขบทความ : 28 พฤษภาคม 2564 วันที่ตอบรับบทความ : 8 มิถุนายน 2564

Received: 9 September 2020, Revised: 28 May 2021, Accepted: 8 June 2021

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลของปริมาณแป้งสาลีและเห็ดนางรมหลวงต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อเทียม โดยทำการผลิตเนื้อเทียมที่ประกอบไปด้วยเต้าหู้ที่ได้จากการตกตะกอนโปรตีนจากถั่วเหลืองและถั่วลิสง กากถั่วเหลืองและถั่วลิสง ริกอตต้าชีส แป้งสาลี และเห็ดนางรมหลวง โดยใช้แป้งสาลีในการขึ้นรูปของเนื้อเทียม ซึ่งใช้ปริมาณแป้งสาลีร้อยละ 0, 5, 10, 14, 18, 22 และ 25 น้ำหนักต่อน้ำหนักจากการทดลองการวัดเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่อง Texture analyzer พบว่าเมื่อปริมาณแป้งสาลีมากขึ้นส่งผลให้ค่า Hardness และ Chewiness เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงเลือกเนื้อเทียมที่มีปริมาณแป้งสาลีร้อยละ 18 มาทำการปรับปรุงเพื่อเพิ่มเนื้อสัมผัสด้วยเห็ดนางรมหลวง โดยใช้ปริมาณเห็ดนางรมหลวงร้อยละโดยมวลทั้งหมดที่ 0, 3, 7, 10, 13 และ 16 จากการวัดค่า Hardness และ Chewiness โดยใช้เครื่อง Texture analyzer พบว่าที่ปริมาณเห็ดนางรมหลวงร้อยละ 7 ให้ค่า Hardness และ Chewiness สูงที่สุด สถาบันอาหารได้ทำการศึกษาคูณค่าทางโภชนาการ พบว่า เนื้อเทียม 50 กรัม ให้พลังงาน 130 กิโลแคลอรี มีไขมันทั้งหมด 5 กรัม โปรตีน 7 กรัม คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 14 กรัม และโซเดียม 210 มิลลิกรัม

คำสำคัญ : เนื้อเทียม เห็ดนางรมหลวง เนื้อสัมผัส แป้งสาลี

#### Abstract

The objective of this research is to study the effects of wheat flour and royal oyster mushrooms on texture characteristics of meat analogue. The main ingredients for the meat

---

\*ที่อยู่ติดต่อ E-mail address: pana.lo@kmitl.ac.th

analogue are tofu from soybean and peanut, soybean and peanut residues, ricotta cheese, wheat flour and royal oyster mushroom. The formation of meat analogue was affected by the concentration of wheat flour (0, 5, 10, 14, 18, 22 and 25% w/w). The texture of meat analog with different concentrations of wheat flour was measured using Texture Analyzer. It was found that the more amount of wheat flour, the more Hardness and Chewiness increased. We decided to use 18% w/w of wheat flour in our recipe for improving the meat analogue texture by adding Royal Oyster Mushroom at different concentrations (0, 3, 7, 10, 13 and 16% w/w). The results showed that 7% w/w of Royal Oyster Mushroom gave the highest Hardness and Chewiness. The National Food Institute conducted the evaluation of the nutritional composition of our meat analogue, the results showed that 50 grams of our meat analogue provided 130 kilocalories of energy, 5 grams of total fat, 7 grams of protein, 14 grams of total carbohydrate, and 210 milligrams of sodium.

**Keywords:** Meat analogue, Royal oyster mushrooms, Texture profile analysis test, Wheat flour

## 1. บทนำ

สารอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตแบ่งได้เป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ แหล่งโปรตีนที่มนุษย์บริโภคมาจากเนื้อสัตว์ ซึ่งสัตว์ต้องมีชีวิตก่อนฆ่า ฆ่าแล้ว จึงจะปลอดภัยต่อการนำมาบริโภค ดังนั้นโรงฆ่าสัตว์ต้องฆ่า ฆ่าแล้ว สัตว์ที่มีชีวิตผ่านการตรวจโรคแล้ว จึงจะจำหน่ายได้ งานวิจัยนี้สนับสนุนให้เลือกรับประทานเนื้อสัตว์และหันมารับประทานมังสวิรัต เพราะสัตว์ที่จะถูกฆ่าต่างก็รักชีวิต

เนื้อเทียม หรือ Meat Analogue ทำมาจากวัตถุดิบจำพวกมังสวิรัต เช่น ถั่วเหลือง นม ไข่ ธัญพืช ฯลฯ ซึ่งวัตถุดิบเหล่านี้ถูกนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ถั่วเหลืองถูกนำมาแปรรูปเป็นเต้าหู้ซึ่งผลิตในประเทศจีนกันมาเป็นพันปีแล้ว นมถูกนำมาแปรรูปเป็นเนยแข็งซึ่งชาวตะวันตกก็ทำกันมานานแล้วเช่นกัน นอกจากนี้ยังมีแหล่งโปรตีนที่ได้จาก แบคทีเรีย ยีสต์ และเชื้อรา ที่สามารถนำมาผลิตเป็นเนื้อเทียมได้ [1]

ในงานวิจัยนี้เลือกใช้แป้งสาลีเป็นตัวเชื่อมส่วนผสมต่าง ๆ เนื่องจากแป้งสาลีเป็นวัตถุดิบที่สำคัญที่ช่วยให้เกิดโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ มีคุณสมบัติการเป็นเจลที่อุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้แป้งสาลียังมีโปรตีน 2 ชนิด คือ กลูเตนิน (Glutenin) และไกลอะดลิน (Gliadin) ซึ่งจะทำให้เกิดสารชนิดหนึ่ง เรียกว่า “กลูเตน” (Gluten) มีลักษณะเป็นยาง เหนียว ยืดหยุ่นได้ กลูเตนนี้จะเป็นตัวเก็บอากาศเอาไว้ทำให้เกิดโครงสร้างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์ [2] นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการเลือกเห็นนางรมหลวงมาใช้เป็นวัตถุดิบเนื่องจากเห็นนางรมหลวงเป็นหีตที่มีปริมาณโปรตีนสูง [3] หาได้ง่ายในท้องตลาด และราคาถูก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปริมาณแป้งสาลีและเห็นนางรมหลวงต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อเทียมที่ผลิตได้ และศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อเทียมที่ผลิตได้

## 2. วิธีการทดลอง

### 2.1 การผลิตเต้าหู้

การตกตะกอนโปรตีนจากถั่วเหลืองและถั่วลันเตาในรูปของเต้าหู้ ดัดแปลงจากวิธีของ Zhang และคณะ [4] นำเมล็ดถั่วเหลือง 500 กรัม และถั่วลันเตา 100 กรัม ที่ผ่านการแช่น้ำ 8 ชั่วโมง ปั่นด้วยโถปั่นอาหาร โดยเติมน้ำ 1500 มิลลิลิตร จนเมล็ดถั่วละเอียด กรองแยกน้ำและกากถั่วด้วยผ้าขาวบางและกระชอน นำน้ำเต้าหู้ที่กรองได้ให้ความร้อนจนกระทั่งตัวอย่างมีอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เติมน้ำส้มสายชูกลั่นร้อยละ 5 ปริมาตร 60 มิลลิลิตร คนอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 วินาที ปิดไฟ ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที กรองแยกน้ำและโปรตีนที่ตกตะกอนด้วยกระชอนและผ้าขาวบาง นำเต้าหู้ที่ตกตะกอนได้พร้อมทั้งผ้าขาวบางสะเด็ดน้ำบนตะแกรงแล้วทับด้วยสิ่งของที่มีน้ำหนัก 1 กิโลกรัม เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของเนื้อเทียม

ในส่วนของกากถั่วที่กรองได้นั้นจะนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของเนื้อเทียมด้วย โดยนึ่งกากถั่วเป็นเวลา 20 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของเนื้อเทียม

### 2.2 การผลิตรีคอตต้าชีส

การตกตะกอนโปรตีนจากนมในรูปของรีคอตต้าชีส ดัดแปลงจากวิธีของ Sulieman และคณะ [5] ทำการละลายเวย์โปรตีนไฮโซเลต (WPI) 100 กรัม ด้วยน้ำ 400 มิลลิลิตร ในหม้อ ต้มให้ความร้อนจนกระทั่งน้ำเวย์มีอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เติมน้ำมันพืชของนมสดพาสเจอร์ไรส์ 400 มิลลิลิตร วิปปิ้งครีม 100 มิลลิลิตร ต้มไฟอ่อน คนตลอดเวลาด้วยทัพพีจนกระทั่งมีอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เติมน้ำส้มสายชูกลั่นร้อยละ 5 ปริมาตร 60 มิลลิลิตร คนอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 10 วินาที ปิดไฟ ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที กรองแยกน้ำและโปรตีนที่ตกตะกอนด้วยผ้าขาวบางและกระชอน นำโปรตีนที่ตกตะกอนได้พร้อมทั้งผ้าขาวบางสะเด็ดน้ำบนตะแกรงแล้วทับด้วยสิ่งของที่มีน้ำหนัก 500 กรัม เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของเนื้อเทียม

### 2.3 การศึกษาผลของปริมาณแป้งสาลีต่อเนื้อสัมผัสของเนื้อเทียม

เตรียมส่วนผสมพื้นฐาน โดยใช้ เต้าหู้ 350 กรัม รีคอตต้าชีส 140 กรัม กากถั่วผสม 70 กรัม ซอสพริกไทยดำ 35 กรัม ผงปรุงรสเห็ดหอม 4.2 กรัม และน้ำตาล 7 กรัม คลุกเคล้าด้วยเครื่องผสมอาหารเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำส่วนผสมพื้นฐานผสมกับแป้งสาลีน้ำหนักตามตารางที่ 1 คลุกเคล้าส่วนผสมพื้นฐานและแป้งสาลีด้วยเครื่องผสมอาหารเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นชั่งเนื้อเทียมจำนวน 50 กรัม ทำการขึ้นรูปด้วยพิมพ์ทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร สูง 1 เซนติเมตร กดให้เนื้อเทียมกระจายตัวทั่วพิมพ์ด้วยที่กด ยกตัวพิมพ์ออก ทำซ้ำจนครบทุกตัวอย่าง จากนั้นอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที กลับด้านของชิ้นเนื้อ อบต่ออีก 20 นาที จากนั้นนำเนื้อเทียมที่ได้ตัดเป็นชิ้นขนาดกว้าง 1.5 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตร และสูง 1 เซนติเมตร แล้วจึงนำไปวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของเนื้อเทียมด้วยเครื่อง Texture analyzer ดัดแปลงจาก Yuan และ Chang [6] ตามวิธีการในข้อ 2.6 ตัวอย่างละ 8 ชิ้น

ตารางที่ 1. ปริมาณส่วนผสมพื้นฐานต่อปริมาณแป้งสาลี (กรัม) ในการศึกษาผลของแป้งสาลีต่อเนื้อสัมผัสของเนื้อเทียม

Concentration of wheat flour (%)	Mixture of Meat analogue base (gram)	Wheat flour (gram)
0	100	0
5	95	5
10	90	10
14	86	14
18	82	18
22	78	22
25	75	25

#### 2.4 การศึกษาผลของปริมาณเห็ดนางรมหลวงต่อเนื้อสัมผัสของเนื้อเทียม

การเตรียมเนื้อเทียมสำหรับวิเคราะห์ผลจากปริมาณเห็ดนางรมหลวงต่อเนื้อสัมผัสของเนื้อเทียม โดยทำการเตรียมตัวอย่างเนื้อเทียมจากสูตรที่คัดเลือกในข้อที่ 2.3 โดยเตรียมตัวอย่าง 5 ตัวอย่าง ที่มีปริมาณเห็ดนางรมหลวงที่แตกต่างกัน คือ ร้อยละโดยมวลทั้งหมด 3, 7, 10, 13 และ 16 ตามลำดับ (โดยเห็ดนางรมหลวงที่นำมาเป็นส่วนประกอบของเนื้อเทียมจะผ่านการต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที แล้วนำมาตัดเป็นชิ้นให้ได้ขนาดประมาณ 0.5 เซนติเมตร) เตรียมส่วนผสมพื้นฐาน โดยใช้ เต้าหู้ 350 กรัม ริกอตต้าชีส 140 กรัม กากถั่วผสม 70 กรัม ซอสพริกไทยดำ 35 กรัม ผงปรุงรสเห็ดหอม 4.2 กรัม และ น้ำตาล 1 กรัม คลุกเคล้าด้วยเครื่องผสมอาหารเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำส่วนผสมพื้นฐานผสมกับแป้งสาลีและเห็ดนางรมหลวงน้ำหนักตามตารางที่ 2 คลุกเคล้าส่วนผสมพื้นฐาน แป้งสาลี และเห็ดนางรมหลวง ด้วยเครื่องผสมอาหารเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นชั่งเนื้อเทียมจำนวน 50 กรัม ทำการขึ้นรูปด้วยพิมพ์ทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร สูง 1 เซนติเมตร กดให้เนื้อเทียมกระจายตัวทั่วพิมพ์ด้วยที่กด ยกตัวพิมพ์ออก ทำซ้ำจนครบทุกตัวอย่าง จากนั้นอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที กลับด้านของชิ้นเนื้ออบต่ออีก 20 นาที จากนั้นนำเนื้อเทียมที่ได้ตัดเป็นชิ้นขนาดกว้าง 1.5 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตร และสูง 1 เซนติเมตร แล้วจึงนำไปวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของเนื้อเทียมด้วยเครื่อง Texture analyzer ดัดแปลงจาก Yuan และ Chang [6] ตามวิธีการในข้อ 2.6 ตัวอย่างละ 8 ซ้ำ

ตารางที่ 2. ปริมาณส่วนผสมพื้นฐานต่อปริมาณแป้งสาลีและเห็ดนางรมหลวง (กรัม) ในการศึกษาผลของเห็ดนางรมหลวงต่อเนื้อสัมผัสของเนื้อเทียม

Concentration of Royal Oyster Mushroom (%)	Mixture of Meat analogue base (gram)	Wheat flour (gram)	Royal Oyster Mushroom (gram)
0	82	18	0
3	79	18	3
7	75	18	7
10	72	18	10
13	69	18	13
16	66	18	16

## 2.5 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyzer

การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyzer (Taplus, Hampshire, United Kingdom) ดัดแปลงจาก Yuan และ Chang [6] ทดสอบแรงกด 2 ครั้ง โดยใช้ Load cell ขนาด 1 กิโลนิวตัน Cylinder Probe ขนาด 3.5 เซนติเมตร ความเร็ว 40 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะกด ร้อยละ 70 ทำซ้ำตัวอย่างละ 8 ครั้ง โดยข้อมูลที่ได้จะอยู่ในรูปของ Hardness, Cohesiveness, Gumminess, Springiness, Chewiness และ Adhesiveness เป็นไปตามคำอธิบายของ ฟิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และจิราภา วิทยากริกริษ [7]

ในการวิเคราะห์ทางสถิติใช้โปรแกรม SPSS ทำการเปรียบเทียบรายคู่ของค่าเฉลี่ยของผล โดยใช้ Duncan test และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – way Analysis of Variance) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

## 2.6 การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อเทียม

เตรียมเนื้อเทียมตามสูตรที่เหมาะสมในข้อที่ 2.4 นำไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ที่สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม โดยตรวจวัด ปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณโซเดียม ปริมาณความชื้น การวิเคราะห์แล้ว ตามวิธีการของ AOAC [8] การคำนวณหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดและพลังงานทั้งหมด [9]

## 3. ผลการทดลองและวิจารณ์

### 3.1 ผลของปริมาณแป้งสาลีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อเทียม

การสังเกตลักษณะภายนอกและลักษณะภายในของเนื้อเทียม ร่วมกับผลจากการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyzer (ตารางที่ 3) พบว่าหากเพิ่มปริมาณแป้งสาลีจะทำให้เนื้อเทียมสามารถขึ้น

รูปได้ดีขึ้น ค่าเฉลี่ยของ Hardness และ Chewiness จะสูงขึ้นเมื่อปริมาณแป้งสาลีเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chiang และคณะ [10] ที่ทำให้ทราบว่าเมื่อความเข้มข้นของกลูเตนเพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของ Hardness และ Chewiness จะสูงขึ้นตามไปด้วย เมื่อพิจารณาตามตารางที่ 3 ทำให้ทราบว่า เนื้อเทียมที่มีปริมาณแป้งสาลีร้อยละ 22 และ 25 มีความเหนียวมาก ต้องใช้พลังงานในการดึงหัววัดออกจากตัวอย่างมาก โดยสังเกตจากค่า Adhesiveness ที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $0.61 \pm 0.05$  และ  $0.98 \pm 0.09$  kgf.mm ตามลำดับ) เนื้อเทียมในสูตรนี้จึงไม่เหมาะสมต่อการบริโภค เนื้อเทียมที่มีปริมาณแป้งสาลีร้อยละ 0, 5, 10 และ 14 มีความร่วน แฉกหักง่าย ขึ้นรูปได้ไม่ดี เนื่องจาก Cohesiveness มีค่าที่น้อยเมื่อเทียบกับปริมาณแป้งสาลีร้อยละ 18, 22 และ 25 (ตารางที่ 3) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกเนื้อเทียมที่มีปริมาณแป้งสาลีร้อยละ 18 (รูปที่ 1) เนื่องจากสามารถขึ้นรูปได้ดีโดยพิจารณาจากค่า Hardness และ Cohesiveness ที่มากกว่าตัวควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ( $25.72 \pm 0.41$  N และ  $0.12 \pm 0.01$  ตามลำดับ) และมีปริมาณแป้งสาลีปานกลาง ประกอบกับผลิตภัณฑ์เนื้อเทียมนี้เป็นอาหารประเภทไส้เบอร์เกอร์ที่ต้องรับประทานคู่กับขนมปังและซอสที่มีส่วนผสมของแป้ง ถ้าหากว่าเนื้อเทียมมีปริมาณแป้งที่สูงก็อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค

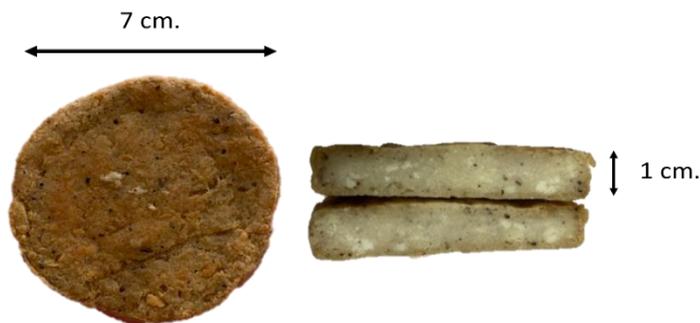
ตารางที่ 3. ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของเนื้อเทียมที่มีปริมาณแป้งสาลีต่าง ๆ

Parameters	Concentration of Wheat flour (%)						
	0 (Control)	5	10	14	18	22	25
Hardness (N)	$11.84 \pm 0.61^F$	$20.55 \pm 0.93^E$	$21.11 \pm 0.85^E$	$23.42 \pm 0.79^D$	$25.72 \pm 0.41^C$	$57.00 \pm 0.91^B$	$107.91 \pm 0.94^A$
Chewiness (Nmm)	$1.59 \pm 0.14^C$	$1.68 \pm 0.31^C$	$1.90 \pm 0.26^C$	$2.67 \pm 0.08^C$	$3.20 \pm 0.70^C$	$30.59 \pm 0.53^B$	$39.80 \pm 0.89^A$
Cohesiveness	$0.07 \pm 0.02^D$	$0.08 \pm 0.01^D$	$0.10 \pm 0.01^C$	$0.10 \pm 0.01^C$	$0.12 \pm 0.01^B$	$0.14 \pm 0.01^A$	$0.15 \pm 0.01^A$
Springiness (mm)	$0.78 \pm 0.40^B$	$0.84 \pm 0.36^B$	$0.95 \pm 0.16^B$	$0.99 \pm 0.34^B$	$1.01 \pm 0.33^B$	$2.62 \pm 0.23^A$	$2.73 \pm 0.20^A$
Gumminess (N)	$1.54 \pm 0.45^A$	$1.56 \pm 0.36^D$	$1.80 \pm 0.15^D$	$1.98 \pm 0.51^D$	$3.89 \pm 0.52^C$	$9.74 \pm 0.61^B$	$15.40 \pm 0.90^A$
Adhesiveness (kgf.mm)	$0.00 \pm 0.00^E$	$0.00 \pm 0.00^E$	$0.00 \pm 0.00^E$	$0.07 \pm 0.02^D$	$0.18 \pm 0.05^C$	$0.61 \pm 0.05^B$	$0.98 \pm 0.09^A$

หมายเหตุ ค่าที่แสดงมาจากการคำนวณค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวแนวนอน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

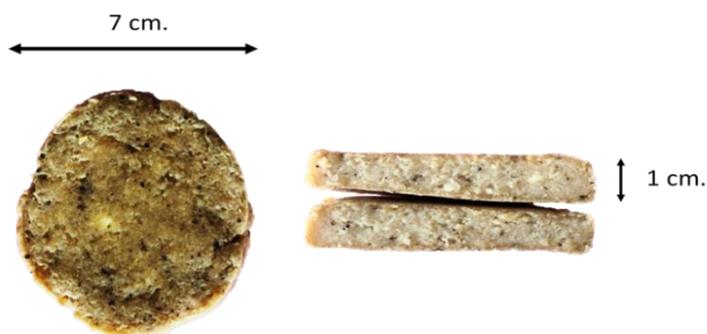
ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวแนวนอน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 1. ลักษณะภายนอกและภายในของเนื้อเตียมที่มีปริมาณแป้งสาลิร้อยละ 18

### 3.2 ผลของปริมาณเห็ดนางรมหลวงต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อเตียม

ผู้วิจัยจึงได้เลือกเห็ดนางรมหลวงมาช่วยเพิ่มปริมาณโปรตีนให้กับเนื้อเตียมที่มีปริมาณแป้งสาลิร้อยละ 18 ผลของปริมาณเห็ดนางรมหลวงในเนื้อเตียม จากการสังเกตลักษณะภายนอกและลักษณะภายในของเนื้อเตียมที่มีปริมาณแป้งสาลิร้อยละ 18 ผสมกับเห็ดนางรมหลวงที่ปริมาณต่าง ๆ ร่วมกับผลจากการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyzer (ตารางที่ 4) พบว่าการเพิ่มปริมาณเห็ดนางรมหลวงให้มากขึ้น จะทำให้เนื้อเตียมมีลักษณะฉ่ำและผิวหน้าไม่แห้ง จากตารางที่ 4 พบว่าการเพิ่มปริมาณเห็ดนางรมหลวงจะทำให้ค่าเฉลี่ย Hardness, Chewiness, Cohesiveness, Springiness, Gumminess และ Adhesiveness สูงขึ้น จนกระทั่งที่ปริมาณเห็ดนางรมหลวงร้อยละ 7 ค่าเฉลี่ยดังกล่าวจะสูงที่สุด ได้แก่  $35.72 \pm 0.27$  N,  $6.98 \pm 0.89$  Nmm,  $0.13 \pm 0.01$ ,  $1.78 \pm 0.08$  mm,  $4.10 \pm 0.56$  N และ  $0.90 \pm 0.01$  kgf.mm ตามลำดับ ถ้าหากปริมาณเห็ดนางรมหลวงสูงกว่าร้อยละ 7 ค่าเฉลี่ยดังกล่าวจะลดลง ทำให้เกิดผลเสียต่อการขึ้นรูปของเนื้อเตียม โดยสังเกตจากค่า Hardness และ Cohesiveness ที่ลดลง ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกเนื้อเตียมที่มีปริมาณเห็ดนางรมหลวงร้อยละ 7 เนื่องจากสามารถขึ้นรูปได้ดี ส่วนผสมสามารถยึดเกาะกันได้ โดยสังเกตได้จากค่าเฉลี่ย Cohesiveness ที่ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม นอกจากนี้ค่า Hardness, Chewiness, Springiness, Gumminess และ Adhesiveness มีค่าเพิ่มขึ้นจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (รูปที่ 2)



รูปที่ 2. ลักษณะภายนอกและภายในของเนื้อเตียมที่มีปริมาณแป้งสาลิร้อยละ 18 และปริมาณเห็ดนางรมหลวงร้อยละ 7

ตารางที่ 4. ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของเนื้อเทียมที่ปริมาณแป้งสาลีร้อยละ 18 และปริมาณเห็ดนางรมหลวงต่าง ๆ

Parameters	Concentration of Royal Oyster Mushroom (%)					
	0 (Control)	3	7	10	13	16
Hardness (N)	25.72±0.41 <sup>C</sup>	30.12±0.65 <sup>B</sup>	35.72±0.27 <sup>A</sup>	20.15±0.32 <sup>D</sup>	19.53±0.51 <sup>D</sup>	13.00±0.76 <sup>F</sup>
Chewiness (Nmm)	3.20±0.70 <sup>B</sup>	5.60±0.63 <sup>B</sup>	6.98±0.89 <sup>A</sup>	4.02±0.63 <sup>B</sup>	3.03±0.59 <sup>B</sup>	2.37±0.57 <sup>B</sup>
Cohesiveness	0.12±0.0 <sup>A</sup>	0.12±0.01 <sup>A</sup>	0.13±0.01 <sup>A</sup>	0.09±0.01 <sup>B</sup>	0.09±0.01 <sup>B</sup>	0.09±0.02 <sup>B</sup>
Springiness (mm)	1.01±0.33 <sup>B</sup>	1.71±0.07 <sup>A</sup>	1.78±0.08 <sup>A</sup>	1.58±0.38 <sup>A</sup>	1.14±0.48 <sup>B</sup>	1.06±0.49 <sup>B</sup>
Gumminess (N)	3.89±0.52 <sup>B</sup>	3.77±0.75 <sup>AB</sup>	4.10±0.56 <sup>A</sup>	2.25±0.55 <sup>C</sup>	1.95±0.37 <sup>C</sup>	1.36±0.39 <sup>D</sup>
Adhesiveness (kgf.mm)	0.18±0.05 <sup>C</sup>	0.76±0.21 <sup>A</sup>	0.90±0.01 <sup>A</sup>	0.36±0.07 <sup>B</sup>	0.35±0.13 <sup>B</sup>	0.17±0.03 <sup>C</sup>

หมายเหตุ ค่าที่แสดงมาจากการคำนวณค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวแนวนอน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

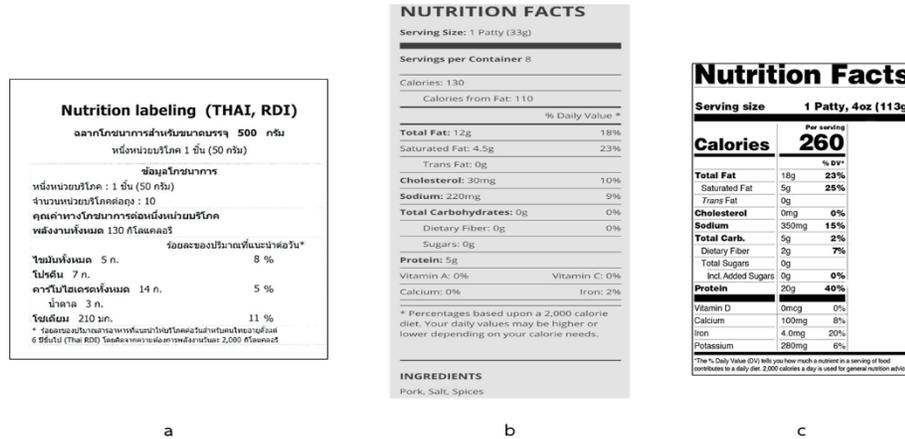
ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวแนวนอน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

### 3.3 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อเทียมจากถั่วเหลือง ถั่วลิสง โปรตีนนมและเห็ดนางรมหลวง

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการโดยสถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม พบว่าเนื้อเทียมจากถั่วเหลือง ถั่วลิสง โปรตีนนมและเห็ดนางรมหลวง 50 กรัม มีปริมาณไขมัน 5 กรัม โปรตีน 7 กรัม น้ำตาลทั้งหมด 3 กรัม โซเดียม 210 มิลลิกรัม ความชื้น 23.09 กรัม เถ้า 0.95 กรัม คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 14 กรัม และพลังงานทั้งหมด 130 กิโลแคลอรี ดังแสดงในรูปที่ 3a

จากการเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการจากผลึกโภชนาการของเนื้อเทียมที่ผลิตได้ (รูปที่ 3a) กับเนื้อสัตว์จริงในรูปแบบเบอร์เกอร์หมูจากบริษัท Jones Dairy Farm [11] (รูปที่ 3b) และเนื้อเทียมในรูปแบบเบอร์เกอร์จากบริษัท Beyond Meat [12] (รูปที่ 3c) พบว่าในปริมาณเนื้อ 50 กรัม ของทั้ง 3 ผลึกโภชนาการ เนื้อเทียมที่ผลิตได้ยังมีปริมาณโปรตีนที่น้อยและมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตค่อนข้างสูง ดังนั้นเพื่อแก้ไขจุดอ่อนของผลิตภัณฑ์นี้อาจทำได้โดยการเปลี่ยนชนิดของคาร์โบไฮเดรตจากในรูปของแป้งและน้ำตาลเป็นเส้นใย (Fiber) ซึ่งร่างกายไม่สามารถย่อยสลายได้จึงไม่ให้พลังงาน และยังช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอล

ในเลือด กระตุ้นระบบขับถ่ายซึ่งเป็นผลดีกับผู้บริโภค คาร์โบไฮเดรตในรูปเส้นใย ได้แก่ Carboxy Methyl Cellulose (CMC) [13]



รูปที่ 3. เปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการจากฉลากโภชนาการของเนื้อเทียมที่ผลิตได้จากงานวิจัย (a) ฉลากโภชนาการของไส้เบอร์เกอร์หมูจากบริษัท Jones Dairy Farm (b) [11] และฉลากโภชนาการของไส้เบอร์เกอร์เนื้อเทียมจากบริษัท Beyond Meat (c) [12]

#### 4. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของปริมาณแป้งสาลีทำให้ทราบว่าปริมาณแป้งสาลีที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการขึ้นรูปและพลังงานที่ใช้ในการเคี้ยวที่สูงขึ้น สังเกตได้จากค่าเฉลี่ยของ Hardness และ Chewiness จะเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณแป้งสาลีที่สูงขึ้น อย่างไรก็ตามที่ปริมาณแป้งสาลีที่ร้อยละ 22 และ 25 ส่งผลต่อพลังงานยึดเกาะภายในเนื้ออาหาร (Cohesiveness) ที่เพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้ Chewiness และ Gumminess เพิ่มขึ้นตามไปด้วยจึงต้องใช้พลังงานในการเคี้ยวสูงไม่เหมาะสมต่อเนื้อสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อเทียม จากการทดลองนี้ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกสูตรเนื้อเทียมที่มีปริมาณแป้งสาลีร้อยละ 18 มาทำการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการต่อไป เนื่องจากสามารถขึ้นรูปได้ดี จากการศึกษผลของเหตุฉนวนรบกวน ผู้วิจัยเลือกเนื้อเทียมที่มีปริมาณเหตุฉนวนรบกวนร้อยละ 7 เนื่องจากสามารถคงรูปได้ และมีค่าเฉลี่ย Hardness, Chewiness, Cohesiveness, Springiness, Gumminess และ Adhesiveness สูงขึ้น ในด้านคุณค่าทางโภชนาการเนื้อเทียมที่ผลิตได้ยังมีปริมาณโปรตีนต่ำและมีปริมาณแป้งสาลีที่ใช้ในการขึ้นรูปสูงกว่าเนื้อสัตว์จริงในรูปไส้เบอร์เกอร์หมูจากบริษัท Jones และเนื้อเทียมในรูปไส้เบอร์เกอร์จากบริษัท Beyond Meat

#### เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] Suman, G., Nupur, M., Anuradha, S. and Pradeep, B. 2015. Single Cell Protein Production: A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(9), 251-262.

- [2] ทิพาวรรณ เฟื่องเรือง. 2540. การดำเนินธุรกิจ และสารพันปัญหาขนมอบ. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยสารพัดช่าง พระนคร, [Tipavan Furangrang. 1997. Business and baked goods. Bangkok Polytechnic College, (in Thai)]
- [3] สุภาร์ตน์ จันทร์เหลือง. 2558. การศึกษาหาปริมาณสารเบตากลูแคน โปรตีน และเส้นใยในเห็ดป่าที่ใช้บริโภคในจังหวัดอุบลราชธานี. โครงการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรมประจำปี 2558 คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. [Suparat Chanluang. 2015. A study of beta-glucans, protein and fiber in wild mushroom in Ubon Ratchathani. Faculty of Pharmaceutical Sciences Ubon Ratchathani University. (in Thai)]
- [4] Zhang, J., Li, M.M., Zhang, R., Jin, N., Quan, R., Chen, D., Francis, F., Wang F.Z., Kong, Z.Q, and Fan, B. 2020. Effect of processing on herbicide residues and metabolite formation during traditional Chinese tofu production. *LWT - Food Science and Technology*, 131, 109707 (1-8).
- [5] Sulieaman, A.M.E., Eljack, A.S. and Salih, Z.A. 2012. Quality Evaluation of “Ricotta” Cheese Produced at Laboratory Level. *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*, 2(6), 108-112.
- [6] Yuan, S.H. and Chang K.C. 2007. Texture profile of tofu as affected by instron parameters and sample preparation, and correlations of instron hardness and springiness with sensory scores. *Journal of Food Science*, 72(2), S136-S145.
- [7] พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และจิราภา วิทยาภิรักษ์. 2549. พจนานุกรมวิศวกรรมอาหาร (อังกฤษ-ไทย) บริษัทฟู้ดเน็ตเวิร์ค โซลูชัน จำกัด, กรุงเทพฯ. [Phimphen Phon-chaloemphong and Chirapha Witthayaphirak. 2006. English Thai Dictionary of Food Engineering. Food Network Solution Company Limited, Bangkok. (in Thai)]
- [8] Latimer, G.W. 2019. Official methods of analysis of AOAC International. Rockville, AOAC International.
- [9] Sullivan, D.M. and Carpenter, D.E. 1993. Methods of analysis for nutrition labeling. Arlington, Association of Official Analytical Chemists International.
- [10] Chiang, J.H., Loveday, S.M, Hardacre, A.K. and Parker, M.E. 2019. Effects of soy protein to wheat gluten ratio on the physicochemical properties of extruded meat analogues. *Food Structure*, 19, 100102 (1-8).
- [11] Jones Dairy Farm. 2020. Products. Available at: <https://www.jonesdairyfarm.com/products/breakfast-sausage/golden-brown/mild-patties>. Retrieved 20 June 2020.
- [12] Beyond Meat. 2020. Products. Available at: <https://www.beyondmeat.com/products/cookout-classic/>. Retrieved 20 June 2020.

- [13] Schuh, V., Allard, K., Herrmann, K., Gibis, M., Kohlus, R. and Weiss, J. 2013. Impact of carboxymethyl cellulose (CMC) and microcrystalline cellulose (MCC) on functional characteristics of emulsified sausages. *Meat Science*, 93(2), 240-247.