



## ผลของผงเห็ดหอมต่อคุณภาพและการลดปริมาณเกลือ ในผลิตภัณฑ์นั้กเก็ตไก่

### Effects of Shiitake Mushroom Powder on the Quality and Salt Reduction in Chicken Nuggets

ณิชา วิมลสังข์, พนิชา อยู่รุ่ง, เบญจรัตน์ เทพสงเคราะห์\*

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต  
ปทุมธานี 12120

Nichcha Wimonsang, Panicha Yoorung, Benjarat Tepsongkroh\*

Department of Food Science and Technology, Faculty of Science and Technology,  
Thammasat University, Pathum Thani 12120

Received 3 August 2022; Received in revised 12 October 2022; Accepted 25 October 2022

#### บทคัดย่อ

นั้กเก็ตไก่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณเกลือโซเดียมสูง การบริโภคในปริมาณมากอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณเกลือในนั้กเก็ตไก่โดยใช้ผงเห็ด เห็ดมีโปรตีนใยอาหารและมีการดอมีโนกลูตามิกที่ทำหน้ากระตุ้นประสาทการรับรู้รสอาหารให้ไวกว่าปกติ จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเห็ด 4 ชนิด พบว่าเห็ดหอมมีปริมาณเกลือสูงที่สุด (ร้อยละ 1.63) และมีปริมาณโปรตีนและใยอาหารที่ด้อยอยู่ในระดับร้อยละ 24.11 และ 10.22 ตามลำดับ เห็ดหอมจึงถูกเลือกไปใช้เป็นส่วนผสมทดแทนเกลือในนั้กเก็ตไก่ โดยแปรอัตราส่วนระหว่างเกลือและผงเห็ดหอม 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 ของปริมาณเกลือ พบว่าการเพิ่มปริมาณผงเห็ดหอมทำให้นั้กเก็ตไก่มีค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ค่าความแข็ง ความสามารถในการเกาะรวมกันลดลง และการเติมผงเห็ดหอมทดแทนเกลือที่ระดับร้อยละ 50 ของปริมาณเกลือ ยังคงทำให้นั้กเก็ตไก่มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สีเปลือกด้านนอก สีเนื้อด้านใน รสเค็ม เนื้อสัมผัสโดยรวม และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก (7.0-8.0) ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม (ไม่มีการเติมผงเห็ดหอม) ดังนั้นการใช้ผงเห็ดหอมเพื่อทดแทนเกลือบางส่วนในผลิตภัณฑ์นั้กเก็ตไก่จึงมีความน่าสนใจต่อการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์นั้กเก็ตไก่ที่ดีต่อสุขภาพได้

คำสำคัญ: นั้กเก็ตไก่; เห็ดหอม; เกลือ

## Abstract

Chicken nuggets are considered to have a high level of sodium, thus, increased consumption might affect consumers' health. This study aimed to reduce the salt content in chicken nuggets by using mushroom powder instead because mushrooms contain protein, fiber, and glutamic acid, which acts as a stimulant that makes taste receptors more sensitive. Regarding the chemical composition analysis of four mushroom species, shiitake mushrooms had the highest salt content (1.63%), and their protein and fiber contents were 24.11% and 10.22%, respectively. Thus, shiitake mushrooms were chosen to replace salt in chicken nuggets. The levels of shiitake mushrooms used to replace salt were 0%, 25%, 50%, and 100%. It was found that the presence of shiitake mushroom powder decreased the lightness ( $L^*$ ), hardness, and cohesiveness of chicken nuggets. Replacing salt with shiitake mushroom powder at 50% also received liking scores on appearance, outside and inside color, saltiness, overall texture, and overall liking at the levels of 'like moderately' to 'like very much' (7.0-8.0). However, there was no significant difference compared to the control formula (no shiitake mushroom powder was added). Therefore, the use of shiitake mushroom powder to partially replace salt in chicken nuggets is an interesting concept for developing healthy chicken nuggets.

**Keywords:** Chicken nuggets; Shiitake mushroom; Salt

## 1. บทนำ

ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (meat processing) เป็นผลิตภัณฑ์ที่บริโภคกันอย่างแพร่หลายเนื่องจากมีลักษณะทางประสาทสัมผัสและมีส่วนประกอบทางโภชนาการจำเป็นที่ดี เช่น มีโปรตีนคุณภาพดีสูง มีแร่ธาตุเหล็ก สังกะสี ซีลีเนียมวิตามินบี6 และวิตามินบี12 เป็นต้น [1] ปัจจุบันมีการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเนื้อสัตว์เพื่อลดความเสี่ยงของโรคที่อาจเกี่ยวข้องกับการบริโภคอาหารแปรรูปจากเนื้อสัตว์ เช่น ความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ โรคเบาหวาน โรคอ้วน โรคกระเพาะปัสสาวะ โรคหลอดเลือดสมอง เป็นต้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีปริมาณไขมัน กรดไขมันอิ่มตัว คอเลสเตอรอล สารเติมแต่งสังเคราะห์ และเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ในปริมาณสูง โดยเฉพาะเกลือมีความสำคัญในการเสริมสร้างรสชาติ กลิ่นรส และความเค็มของผลิตภัณฑ์ได้ดี นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มการกักเก็บความชื้นในผลิตภัณฑ์และช่วยละลายไมโอไฟบริลลาร์

โปรตีน (myofibrillar proteins) สำหรับจับไขมันและการทำให้เกิดอิมัลชันในกระบวนการแปรรูปเนื้อสัตว์ได้ [2,3] นักเก็ตไก่เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ที่นิยมเนื่องจากสะดวกในการเตรียมและรับประทาน แต่อย่างไรก็ตามเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์สูง โดยมีส่วนประกอบหลักคือเนื้อบดหรือไก่บดคลุกเคล้ากับเครื่องเทศ ขึ้นรูปเป็นชิ้นเล็กๆ เคลือบด้านนอกด้วยเกล็ดขนมปัง แล้วเก็บไว้ในช่องแช่แข็งจากนั้นนำไปทอดหรืออบ [4] การรับประทานผลิตภัณฑ์นักเก็ตไก่ในปริมาณมากอาจส่งผลให้ได้รับปริมาณโซเดียมเกินกว่า 2000 มิลลิกรัมต่อวัน ซึ่งอาจก่อให้เกิดการเสื่อมของไตและเกิดโรคต่างๆ ตามมา เช่น โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจและหลอดเลือด เป็นต้น ดังนั้นการใช้ส่วนผสมอาหารจากธรรมชาติที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่จะช่วยเสริมสร้างรสชาติ กลิ่นรส และความเค็ม เช่น การใช้มะเขือม่วงและเห็ดจึงเป็นอีกหนึ่งช่องทางการลดปริมาณเกลือในผลิตภัณฑ์นักเก็ตไก่ได้ [5]

เห็ดเป็นสินค้าเกษตรชนิดหนึ่งที่ประเทศไทยมีศักยภาพการผลิตสูง โดยเห็ดที่นิยมเพาะปลูกเพื่อใช้บริโภคเป็นอาหารมีหลายชนิด เช่น เห็ดหอม เห็ดฟาง เห็ดนางฟ้า เห็ดนางรม เป็นต้น [6] เนื่องจากหาง่าย ราคาไม่แพง มีคุณค่าทางโภชนาการทางด้านโปรตีน ใยอาหาร คาร์โบไฮเดรต กรดอะมิโนจำเป็นสูง เช่น ไลซีน ลูซีน วาลีน ทรีโอนีน และฟีนอลาีน มีปริมาณโซเดียมอยู่ในช่วงร้อยละ 1.30-20.10 และเห็ดยังให้พลังงานต่ำ เนื่องจากมีไขมันน้อย จึงเหมาะสำหรับผู้ที่มีปัญหาเกี่ยวกับไขมันในเลือดสูงและโรคหัวใจ [7,8] อีกทั้งในเห็ดจะมีสารพิษเคมีบางชนิด ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลาย ช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน ด้านการติดเชื้อไวรัส ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดหลอดเลือด และมีฤทธิ์ต้านมะเร็งลำไส้ เป็นแหล่งที่ของสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด สารประกอบหรือสารสกัดจากเห็ดสามารถใช้เป็นส่วนประกอบอาหารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่ประกอบลงในสูตรอาหารต่างๆ ได้ [9,10] นอกจากนี้เห็ดยังมีเนื้อสัมผัสคล้ายเนื้อสัตว์ มีรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์ โดยเฉพาะการมีอยู่ของกรดอะมิโนอิสระ เช่น กรดกลูตามิก แอสปาร์ติก 5-โรบิโนคลิโอด และเปปไทด์บางชนิดที่เกี่ยวข้องกับรสอูมามิ ทำให้เห็ดเป็นตัวเลือกที่ดีในการเพิ่มรสชาติ ช่วยกระตุ้นประสาทการรับรส ช่วยให้การบริโภคในผลิตภัณฑ์แปรรูปเนื้อสัตว์เนื่องจากเกลือเป็นส่วนประกอบสำคัญในการเสริมสร้างรสและความเค็มของผลิตภัณฑ์ [1,2] มีงานวิจัยศึกษาการใช้เห็ดทดแทนเกลือบางส่วนเพื่อลดปริมาณการใช้เกลือในผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ พบว่า สามารถใช้ปริมาณเห็ดกระดุมทดแทนได้ในช่วงระหว่างร้อยละ 50-80 ในผลิตภัณฑ์ประเภทเนื้อย่างและทาโก้เนื้อ โดยยังคงทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติและเนื้อสัมผัสที่ดี [11,12,13]

จากประโยชน์ข้างต้นของเห็ดและจากยุทธศาสตร์ลดการบริโภคเกลือเพื่อสุขภาพที่ดีโดยกระทรวงสาธารณสุข ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการลดปริมาณเกลือในผลิตภัณฑ์นักเก็ตไก่ด้วยการใช้เห็ดทดแทนเกลือบางส่วนในผลิตภัณฑ์ ทำให้นอกจากช่วยลดปริมาณ

เกลือที่บริโภคต่อวันแล้ว ยังเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์นักเก็ตไก่ได้ด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปริมาณผงเห็ดต่อคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมีและทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์นักเก็ตไก่ที่มีการลดปริมาณเกลือ

## 2. อุปกรณ์และวิธีการ

### 2.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

เนื้ออกไก่ หนังไก่ กระเทียม หอมหัวใหญ่ จากบริษัทสยามแม็คโคร จำกัด (มหาชน) โซเดียมไตรฟอสเฟต จากร้านเคมีภัณฑ์ เกลือตราปรุงทิพย์ พริกไทยขาวตราไร่ทิพย์ น้ำมันปาล์มตราหยก น้ำมันดอกทานตะวันตราหยก ไข่ไก่เบอร์ 2 ตรา aro ผงปรุงรสไก่ตราสดี แป้งสาลีเอนกประสงค์ตราดาวฟ้า แป้งมันสำปะหลังตรา aro และเห็ดสดจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ เห็ดนางฟ้า (Sajor-caju mushroom; SCM), เห็ดฟาง (Straw mushroom; SM), เห็ดนางฟ้าภูฐาน (Phoenix mushroom; PM) และเห็ดหอม (Shiitake mushroom; SHM) จากตลาดไท จังหวัดปทุมธานี

### 2.2 การเตรียมตัวอย่างผงเห็ดและการวิเคราะห์คุณภาพผงเห็ดที่ได้

เตรียมผงเห็ดโดยนำเห็ดสดไปล้างแล้วปั่นน้ำออกจากนั้นฉีกเห็ดเป็นเส้นขนาดเท่าๆกัน แล้วนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด (รุ่น CD-1, ยี่ห้อ PML tray dryer, ประเทศไทย) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 18 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำเห็ดแห้งที่ได้ไปปั่นด้วยเครื่องปั่นเอนกประสงค์ (รุ่น EM-14, ยี่ห้อ SHARP, ประเทศไทย) แล้วร่อนด้วยตะแกรงขนาด 60 เมช และบรรจุผงที่ได้ลงในซองอลูมิเนียมฟอยล์ปิดสนิท เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำไปวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (proximate analysis) ได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร [14] และปริมาณเกลือ (NaCl) (Mohr's method) โดยประมาณของเห็ดทั้ง 5 ชนิด

## 2.3 การศึกษาผลของปริมาณผงเห็ดในผลิตภัณฑ์นักเก็ตไก่

สูตรนักเก็ตไก่มีการพัฒนาโดยดัดแปลงสูตรจาก El-Anany *et al.* (2020) [15] ซึ่งสูตรประกอบด้วยเนื้ออกไก่ร้อยละ 70 หนังไก่ร้อยละ 20 น้ำแข็งเกล็ดร้อยละ 5 เกลือร้อยละ 1.5 กระเทียมสตร้อยละ 0.5 หอมหัวใหญ่ร้อยละ 2.5 ผงพริกไทยขาวร้อยละ 0.3 และโซเดียมไตรฟอสเฟตร้อยละ 0.2 โดยปัจจัยที่ใช้ศึกษาคืออัตราส่วนระหว่างปริมาณเกลือและผงเห็ดหอม 5 ระดับ ได้แก่ การทดแทนปริมาณผงเห็ดหอมร้อยละ 0 (control), 25 (SHM 25), 50 (SHM 50), 75 (SHM 75) และ 100 (SHM 100) ของปริมาณเกลือที่ใช้ในสูตร (ร้อยละ 1.5) ขั้นตอนการเริ่มจากบดไก่และหนังไก่ 10 วินาที จากนั้นเติมส่วนผสมที่เหลือและบดส่วนผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องบดเป็นเวลา 60 วินาที จากนั้นขึ้นรูปนักเก็ตด้วยมือให้มีขนาดเท่ากัน (20 กรัม) ชุบแป้งสาลีผสมน้ำในอัตราส่วน 1:2 และชุบเกล็ดขนมปัง และนำไปทอดในน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ  $150 \pm 5$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที จากนั้นนำนักเก็ตไก่ลดโซเดียมไปวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางกายภาพและประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสของดังนี้

**2.3.1 การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ**  
ได้แก่ ค่าสี ( $L^* a^* b^*$ ) โดยใช้เครื่อง colorimeter (ยี่ห้อ Hunter Lab, รุ่น CX2687, ประเทศสหรัฐอเมริกา) และบันทึกค่าสี  $L^*$  (ค่าความสว่าง),  $a^*$  (“+” หมายถึง วัตถุที่มีสีแดง, “-” หมายถึง วัตถุที่มีสีเขียว) และ  $b^*$  (“+” หมายถึง วัตถุที่มีสีเหลือง, “-” หมายถึง วัตถุที่มีสีน้ำเงิน) เตรียมตัวอย่างโดยนำนักเก็ตไก่มาทำการตัดเป็นชิ้นขนาด  $2 \times 2 \times 1$  เซนติเมตร แล้วทำการวัดค่าสี 3 จุดที่แตกต่างกันบนพื้นผิวของนักเก็ตทั้งสีผิวเปลือกด้านนอกและเนื้อสีด้านใน จำนวน 3 ซ้ำ และค่าค่าโครโมลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยวิธี texture profile analysis (TPA) ดัดแปลงจาก Barros *et al.* (2015) [16] โดยใช้หัววัดทรงกระบอกขนาด 50 มิลลิเมตร (P/50) กำหนดให้หัววัดกดลงบนตัวอย่างด้วยความเร็วก่อนกด (pre-test speed) เท่ากับ

1 มิลลิเมตร/วินาที ความเร็วขณะกด (test speed) เท่ากับ 2.5 มิลลิเมตร/วินาที เป็นระยะร้อยละ 50 ของตัวอย่าง และความเร็วที่หัววัดเคลื่อนที่กลับ (post-test speed) เท่ากับ 10.0 มิลลิเมตร/วินาที ทำการบันทึกค่า ได้แก่ ค่าความแข็ง (hardness) ค่าความยืดหยุ่น (springiness) ค่าการยึดเกาะ (cohesiveness) ค่าความเหนียว (adhesiveness) และค่าแรงที่ใช้ในการเคี้ยว (chewiness)

**2.3.2 การประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัส**  
ของผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) กำหนดให้คะแนน 1 คือไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 9 คือชอบมากที่สุด และระดับความพอดีของความเค็ม (Just about right; JAR scale) 5 ระดับ คือ มากเกินไปมาก, มากเกินไป, พอดี, น้อยเกินไป และ น้อยเกินไปมากกับผู้บริโภคทั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สีเปลือกด้านนอก สีเปลือกด้านใน กลิ่นรสโดยรวม รสเค็ม เนื้อสัมผัสโดยรวมและความชอบโดยรวม

## 2.4 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์นักเก็ตไก่ลดเกลือที่พัฒนาได้

นำนักเก็ตไก่ลดเกลือด้วยเห็ดผงเห็ดหอมสูตรที่เหมาะสม ซึ่งคัดเลือกจากผลการทดลองในข้อ 2.3 และสูตรควบคุม มาวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (proximate analysis) ได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต โยอาอาหาร [14] และปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ทั้งหมด (NaCl) (Mohr's method)

## 2.5 การวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ วางแผนการทดลองแบบ Randomized completely block design (RCBD) สำหรับการประเมินคุณภาพประสาทสัมผัส นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (analysis of vari-

ance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) และ Paired sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

### 3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

#### 3.1 ผลของการศึกษาค่าทางเคมีของเห็ดชนิดต่างๆ

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณเกลือของเห็ดทั้ง 4 ชนิด (Table 1) พบว่าเห็ดทั้ง 4 ชนิด มีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) และยังเป็นแหล่งที่ดีของโปรตีนและใยอาหารเมื่อเทียบกับผักใบเขียวชนิดอื่นๆ เช่น ผักโขม ผักกาดหอม ผักแพว มะรุม เป็นต้น [17,18] โดยเห็ดฟางมีปริมาณความชื้นมากที่สุด (ร้อยละ 7.40) รองลงมาคือ เห็ดนางฟ้าภูฐาน เห็ดหอม และเห็ดนางฟ้า ตามลำดับ และเห็ดฟางมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด (ร้อยละ 35.73) รองลงมาคือเห็ดนางฟ้าภูฐาน เห็ดหอม และเห็ดนางฟ้าตามลำดับ สำหรับปริมาณไขมัน พบว่าเห็ดหอมมีปริมาณไขมันสูงที่สุด (ร้อยละ 1.67) รองลงมาคือเห็ดนางฟ้า เห็ดฟางและเห็ดนางฟ้าภูฐาน สำหรับปริมาณใยอาหาร พบว่าเห็ดฟางมีปริมาณใยอาหารสูงที่สุด (ร้อยละ 14.78) รองลงมา คือ เห็ดนางฟ้า เห็ดนางฟ้าภูฐานและเห็ดหอมตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ahlawat *et al.* (2016) [19], Srikram *et al.* (2016) [20], Tepsongkroh *et al.* (2019) [21] ที่พบว่าเห็ดฟางมีปริมาณโปรตีนสูงอยู่ในช่วงร้อยละ

28.72-38.10 และมีปริมาณใยอาหารสูงอยู่ในช่วงร้อยละ 12.69-15.32 เช่นเดียวกับเห็ดหอมที่มีปริมาณไขมันสูงอยู่ในช่วงร้อยละ 1.22-2.08 เมื่อพิจารณาปริมาณเถ้าพบว่าเห็ดนางฟ้าภูฐานมีปริมาณเถ้ามากที่สุด (ร้อยละ 13.65) รองลงมาคือ เห็ดฟาง เห็ดหอมและเห็ดนางฟ้า มีปริมาณร้อยละ 10.67, 6.98 และ 5.99 ตามลำดับ ในด้านปริมาณคาร์โบไฮเดรต พบว่าเห็ดนางฟ้ามีปริมาณมากที่สุดคือร้อยละ 52.74 รองลงมาคือ เห็ดหอม เห็ดนางฟ้าภูฐาน และฟางมีปริมาณร้อยละ 49.92, 41.43 และ 30.54 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาปริมาณเกลือ พบว่าเห็ดหอมมีปริมาณเกลือมากที่สุดที่ร้อยละ 1.63 รองลงมาคือ เห็ดนางฟ้า เห็ดฟางและเห็ดภูฐานมีปริมาณร้อยละ 1.49 1.03 และ 0.66 ตามลำดับ โดยปริมาณเกลือที่พบมากในเห็ดหอมอาจมาจากการที่เห็ดหอมมีปริมาณกลูตาเมตหรือเกลือของกรดกลูตามิก เช่น โมโนโซเดียมกลูตาเมตรวมอยู่ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Gençcelep *et al.* (2019) [22] และ Mallikarjuna *et al.* (2013) [23] ที่พบว่าเห็ดหอมมีปริมาณเกลือโซเดียมมากที่สุด ทั้งนี้ความแตกต่างของปริมาณสารอาหารที่พบในเห็ดแต่ละชนิดมีความแตกต่างอาจเนื่องจากสายพันธุ์ ปริมาณสารอาหารที่เห็ดได้รับในการเจริญเติบโต และสภาพภูมิศาสตร์พื้นที่ เป็นต้น [24] ดังนั้นในการศึกษาขั้นต่อไปผู้วิจัยสนใจนำเห็ดหอมซึ่งมีปริมาณเกลือโซเดียมสูงที่สุดและมีปริมาณโปรตีนและเส้นใยอาหารที่ดีไปเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์นักเก็ตไก่เพื่อเป็นการศึกษาการใช้ผงเห็ดหอมทดแทนปริมาณเกลือในผลิตภัณฑ์นักเก็ตไก่ต่อไป

**Table 1** Proximate composition and salt content (NaCl) of four different mushrooms.

| Mushrooms  | Proximate composition (% dry weight) and salt content (%) |                         |                          |                          |                          |                            |                         |
|------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
|            | Moisture                                                  | Fat                     | <sup>1</sup> Protein     | Ash                      | Fiber                    | <sup>2</sup> Carbohydrates | NaCl                    |
| Sajor-caju | 6.90 <sup>b</sup> ±0.24                                   | 1.26 <sup>b</sup> ±0.02 | 20.15 <sup>c</sup> ±0.25 | 5.99 <sup>d</sup> ±0.07  | 12.95 <sup>b</sup> ±0.49 | 52.74 <sup>a</sup> ±0.31   | 1.49 <sup>b</sup> ±0.06 |
| Straw      | 7.40 <sup>a</sup> ±0.08                                   | 0.89 <sup>c</sup> ±0.07 | 35.73 <sup>a</sup> ±0.86 | 10.67 <sup>b</sup> ±0.04 | 14.78 <sup>a</sup> ±0.60 | 30.54 <sup>d</sup> ±0.44   | 1.03 <sup>c</sup> ±0.03 |
| Phoenix    | 7.12 <sup>b</sup> ±0.07                                   | 0.75 <sup>d</sup> ±0.03 | 24.96 <sup>b</sup> ±0.40 | 13.65 <sup>a</sup> ±0.05 | 12.09 <sup>b</sup> ±0.48 | 41.43 <sup>c</sup> ±0.77   | 0.66 <sup>d</sup> ±0.03 |
| Shiitake   | 7.10 <sup>b</sup> ±0.08                                   | 1.67 <sup>a</sup> ±0.07 | 24.11 <sup>b</sup> ±0.16 | 6.98 <sup>c</sup> ±0.04  | 10.22 <sup>c</sup> ±0.34 | 49.92 <sup>b</sup> ±0.47   | 1.63 <sup>a</sup> ±0.01 |

Values expressed as mean ± standard deviation.

Means with different lowercase superscript letters in each column are significantly different ( $p \leq 0.05$ ).

<sup>1</sup>Calculated using the conversion factor of  $N \times 4.38$ .

<sup>2</sup>Calculated by differences.

### 3.2 ผลของการศึกษาปริมาณผงเห็ดหอมในผลิตภัณฑ์นักเก็ตไก่ลดเกลือ

ค่าสีและค่าเค้าโครงลักษณะเนื้อสัมผัสเป็นคุณสมบัติทางกายภาพหลักที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์นักเก็ตไก่ จากการพิจารณาลักษณะทางกายภาพทั้งภายนอกและภายในของนักเก็ตไก่ทั้ง 5 สูตร พบว่ามีลักษณะภายนอกไม่แตกต่างกันมาก แต่เมื่อพิจารณาเนื้อภายใน พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณผงเห็ดหอมทำให้นักเก็ตไก่อมีลักษณะความแน่นของเนื้อที่ค่อนข้างลดลงและมีลักษณะเนื้อที่หยาบไม่เกาะกันมากขึ้น (Figure 1) และจาก Table 2 แสดงค่าสีของนักเก็ตไก่ทั้ง 5 สูตร พบว่าสีเปลือกด้านนอกของนักเก็ตไก่อมีค่าความสว่าง ( $L^*$ ) น้อยลงตามปริมาณผงเห็ดหอมที่เพิ่มขึ้น แต่มีค่าความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) เพิ่มขึ้นตามปริมาณผงเห็ดหอมที่เพิ่มขึ้น และค่าความเป็นสีเหลือง ( $b^*$ ) มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) และ

เมื่อพิจารณาค่าสีเนื้อด้านใน พบว่านักเก็ตไก่ทั้ง 5 สูตร มีค่าความสว่างน้อยลงตามปริมาณผงเห็ดหอมที่เพิ่มขึ้น โดย SHM 25 มีค่าไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ทั้งนี้เนื่องจากผงเห็ดหอมมีสีน้ำตาลเข้ม ดังนั้นเมื่อเพิ่มปริมาณผงเห็ดหอมจึงส่งผลให้สีเนื้อด้านในนักเก็ตไก่อมีสีเข้มขึ้น อีกทั้งการให้ความร้อนอาจทำให้ผลิตภัณฑ์นักเก็ตไก่อมีสีเข้มขึ้นจากการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kristanti *et al.* (2021) [25] และ Akesowan *et al.* (2021) [5] ที่พบว่าการเพิ่มปริมาณผงเห็ดทำให้ค่าความสว่างในผลิตภัณฑ์นักเก็ตไก่อลดลง สำหรับค่าความเป็นสีแดง พบว่า SHM 25 และ SHM 50 มีค่าไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) และค่าความเป็นสีเหลืองของทุกสูตรมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )



**Figure 1** Reduced-sodium chicken nuggets with various levels of shiitake mushroom powder.

**Table 2** Color ( $L^*$   $a^*$   $b^*$ ) of reduced-sodium chicken nuggets with various levels of shiitake mushroom powder.

| Formulas | Outside color            |                          |            | Inside color             |                           |            |
|----------|--------------------------|--------------------------|------------|--------------------------|---------------------------|------------|
|          | $L^*$                    | $a^*$                    | $b^*$ NS   | $L^*$                    | $a^*$                     | $b^*$ NS   |
| Control  | 51.57 <sup>a</sup> ±1.93 | 4.54 <sup>d</sup> ±0.74  | 26.56±1.21 | 61.74 <sup>a</sup> ±2.87 | 1.09 <sup>c</sup> ±0.53   | 16.56±1.21 |
| SHM 25   | 48.18 <sup>b</sup> ±1.68 | 5.87 <sup>c</sup> ±1.20  | 26.29±1.60 | 60.61 <sup>a</sup> ±2.13 | 1.26 <sup>bc</sup> ±0.34  | 16.26±0.70 |
| SHM 50   | 46.80 <sup>b</sup> ±2.59 | 6.23 <sup>bc</sup> ±1.25 | 25.96±1.21 | 57.68 <sup>b</sup> ±3.37 | 1.45 <sup>abc</sup> ±0.63 | 25.96±1.21 |
| SHM 75   | 43.81 <sup>c</sup> ±3.64 | 7.41 <sup>ab</sup> ±1.80 | 26.32±1.64 | 56.40 <sup>b</sup> ±2.71 | 1.80 <sup>ab</sup> ±1.19  | 17.06±2.84 |
| SHM 100  | 43.69 <sup>c</sup> ±3.06 | 7.93 <sup>a</sup> ±1.60  | 26.59±1.69 | 55.17 <sup>b</sup> ±2.31 | 1.96 <sup>a</sup> ±0.53   | 16.91±1.33 |

Values expressed as mean ± standard deviation.

Means with different lowercase superscript letters in each column are significantly different ( $p \leq 0.05$ ).

NS=not significant difference.

เมื่อพิจารณาค่าค่าโครงสร้างเนื้อสัมผัสของนักเก็ตไก่ที่มีการทดแทนเกลือบางส่วนด้วยผงเห็ดหอม (Table 3) พบว่าเมื่อมีการเพิ่มปริมาณผงเห็ดหอมที่ระดับร้อยละ 25 (SHM 25) ทำให้นักเก็ตไก่มีค่าความแข็ง (hardness) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม แต่ไม่แตกต่างกับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) กับ SHM 50, SHM 75 และ SHM 100 ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อปริมาณเกลือลดลงจากการแทนที่ด้วยผงเห็ดหอม จึงเป็นการลดความเข้มข้นของไมโอไฟบริลลาร์โปรตีน (myofibrillar proteins) เกิดการจับน้ำของไมโอซินระหว่างอนุภาคของเนื้อสัตว์ลดลง

[3] ทำให้ความคงตัวของอิมัลชันลดลง จึงผลให้นักเก็ตไก่มีค่าความแข็งลดลง อีกทั้งปริมาณเกลือที่ลดลงอยู่ในระดับที่ไม่ส่งผลต่อการที่จะเกิดเจลโปรตีนที่ดี สำหรับค่าความยืดหยุ่น (springiness) และค่าการทนต่อการเคี้ยว (chewiness) ของนักเก็ตไก่ทั้ง 5 สูตร พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) แต่มีค่าความสามารถในการเกาะรวมกัน (cohesiveness) ลดลงเมื่อปริมาณผงเห็ดเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณใยอาหารจากเห็ดหอมที่เพิ่มขึ้น อาจเป็นรบกวนการจับกันของโครงสร้างเมทริกซ์ระหว่างโปรตีน-โปรตีนหรือโปรตีน-เจลที่เกิดขึ้น [26]

**Table 3** Texture properties of reduced-sodium chicken nuggets with various levels of shiitake mushroom powder.

| Formulas | Hardness (N)             | Springiness <sup>NS</sup> | Cohesiveness             | Chewiness (N) <sup>NS</sup> |
|----------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Control  | 31.82 <sup>a</sup> ±1.31 | 0.91±0.04                 | 0.84 <sup>a</sup> ±0.02  | 22.60±1.14                  |
| SHM 25   | 28.68 <sup>b</sup> ±1.02 | 0.88±0.03                 | 0.82 <sup>b</sup> ±0.01  | 21.94±1.53                  |
| SHM 50   | 27.15 <sup>b</sup> ±3.57 | 0.86±0.08                 | 0.83 <sup>ab</sup> ±0.02 | 22.50±2.47                  |
| SHM 75   | 28.93 <sup>b</sup> ±0.99 | 0.86±0.04                 | 0.81 <sup>bc</sup> ±0.02 | 22.14±1.44                  |
| SHM 100  | 28.63 <sup>b</sup> ±2.67 | 0.90±0.04                 | 0.80 <sup>c</sup> ±0.02  | 22.16±2.78                  |

Values expressed as mean ± standard deviation.

Means with different lowercase superscript letters in each column are significantly different ( $p \leq 0.05$ ).

NS=not significant difference.

จากผลการประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสของนักเก็ตไก่ทั้ง 5 สูตร (Table 4) พบว่าการเพิ่มปริมาณผงเห็ดหอมมีผลต่อคะแนนความชอบของนักเก็ตไก่ทั้ง 5 สูตร เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบของผู้บริโภคในด้านลักษณะปรากฏ พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณผงเห็ดหอม SHM 75 และ SHM 100 ทำให้มีคะแนนความชอบลดลงแตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) แต่ SHM 25 และ SHM 50 ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) สำหรับคะแนนความชอบด้านสีเปลือกด้านนอกและด้านเนื้อด้านใน พบว่า SHM 25, SHM 50 และ SHM 75 ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) และ SHM 100 มีคะแนนความชอบน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มปริมาณผงเห็ดหอมทำให้สีของนักเก็ตเข้มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับผลค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ที่ลดลง (Table 2) จึงส่งผลให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สีเปลือกด้านนอกและสีเนื้อด้านในลดลง สำหรับคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสโดยรวม พบว่ามีคะแนนลดลงเมื่อปริมาณผงเห็ดหอมเพิ่มขึ้น แต่ SHM 25 ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) สำหรับคะแนนความชอบด้านรสเค็ม เนื้อสัมผัสโดยรวมและความชอบโดยรวม พบว่ามีคะแนนความชอบลดลงเมื่อปริมาณผงเห็ดหอมเพิ่มขึ้น แต่ SHM 25 และ

SHM 50 ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยมีคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลาง และ SHM 100 มีคะแนนความชอบน้อยที่สุด เนื่องจากการเพิ่มปริมาณผงเห็ดหอมเป็นการลดปริมาณเกลือลงในสูตรแต่ยังคงอยู่ในระดับที่ทำให้เกิดเจลมีลักษณะโครงสร้างไม่แข็งแรงและยังทำให้มีอิมัลชันมีความคงตัวน้อยลง จึงเป็นการเพิ่มการสูญเสียและการหดตัวของนักเก็ตไก่ในระหว่างการปรุงอาหารได้ [5] ส่งผลให้นักเก็ตไก่มีค่าความแข็งและความเค็มลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลค่าความแข็งที่ลดลงเมื่อมีการเติมเห็ดในผลิตภัณฑ์ (Table 2) เมื่อพิจารณาระดับความพอดีของความเค็ม (JAR scale) พบว่า SHM 25 และ SHM 50 มีระดับความพอดีของความเค็มพอดีแล้ว (JAR > ร้อยละ 70) แต่สำหรับสูตรควบคุมพบว่า ต้องมีการลดปริมาณเกลือลงและสำหรับ SHM 75 และ SHM 100 ต้องมีการเพิ่มปริมาณเกลือ ดังนั้นการลดปริมาณเกลือในนักเก็ตไก่สามารถใช้ผงเห็ดหอมทดแทนได้ที่ระดับร้อยละ 50 (SHM 50) ของปริมาณเกลือได้ โดยยังคงทำให้นักเก็ตไก่มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สีเปลือกด้านนอก สีเนื้อด้านใน รสเค็ม เนื้อสัมผัสโดยรวม และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) กับสูตรควบคุม

**Table 4** Sensory evaluation of reduced-sodium chicken nuggets with various levels of shiitake mushroom powder.

| Formulas | Sensory attributes     |                        |                       |                       |                       |                       |                       |
|----------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|          | Appearance             | Outside color          | Inside color          | Flavor                | Saltiness             | Texture               | Overall liking        |
| Control  | 7.6 <sup>ab</sup> ±0.9 | 7.4 <sup>ab</sup> ±1.0 | 7.7 <sup>a</sup> ±1.1 | 7.6 <sup>a</sup> ±1.3 | 7.2 <sup>a</sup> ±1.5 | 7.7 <sup>a</sup> ±1.1 | 7.4 <sup>a</sup> ±1.1 |
| SHM 25   | 7.7 <sup>a</sup> ±0.9  | 7.6 <sup>ab</sup> ±1.0 | 7.6 <sup>a</sup> ±1.0 | 7.9 <sup>a</sup> ±0.9 | 7.4 <sup>a</sup> ±1.4 | 7.6 <sup>a</sup> ±1.1 | 7.7 <sup>a</sup> ±1.1 |
| SHM 50   | 7.6 <sup>ab</sup> ±1.0 | 7.7 <sup>a</sup> ±0.9  | 7.5 <sup>a</sup> ±1.2 | 7.1 <sup>b</sup> ±1.2 | 7.3 <sup>a</sup> ±1.2 | 7.3 <sup>a</sup> ±1.1 | 7.3 <sup>a</sup> ±1.0 |
| SHM 75   | 7.5 <sup>b</sup> ±1.1  | 7.6 <sup>ab</sup> ±1.1 | 7.6 <sup>a</sup> ±1.0 | 6.4 <sup>c</sup> ±1.0 | 5.8 <sup>b</sup> ±1.6 | 6.6 <sup>b</sup> ±1.6 | 6.5 <sup>b</sup> ±1.3 |
| SHM 100  | 7.3 <sup>b</sup> ±1.2  | 7.3 <sup>b</sup> ±1.2  | 7.1 <sup>b</sup> ±1.3 | 5.3 <sup>d</sup> ±1.4 | 4.4 <sup>c</sup> ±1.4 | 5.8 <sup>c</sup> ±1.8 | 5.2 <sup>c</sup> ±1.6 |

Values expressed as mean ± standard deviation.

Means with different lowercase superscript letters in each column are significantly different ( $p < 0.05$ ).

### 3.4 ผลของการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์นักเก็ตไก่ที่พัฒนาได้

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณเกลือของนักเก็ตไก่สูตรควบคุมและนักเก็ตไก่ลดเกลือด้วยผงเห็ดหอมที่ระดับร้อยละ 50 (SHM 50) (Table 5) พบว่า SHM 50 มีปริมาณความชื้นน้อยกว่าสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เนื่องจากการลดปริมาณเกลือจากการแทนที่ด้วยผงเห็ดหอมเป็นการลดความเข้มข้นของโปรตีนที่สกัดออกมา ทำให้เมทริกซ์เจลโปรตีน-โปรตีนลดลง จึงเป็นการลดความสามารถในการกักเก็บน้ำ ส่งผลให้มีน้ำระเหยออกจากนักเก็ตไก่ในระหว่างการทอด ทำให้สูญเสียความชื้นของนักเก็ตไก่ในระหว่างการปรุงอาหารได้ [27] เมื่อพิจารณาปริมาณไขมันพบว่าการเพิ่มปริมาณผงเห็ดหอม ทำให้

นักเก็ตไก่มีปริมาณไขมันเพิ่มขึ้น (ร้อยละ 14.36) แตกต่างกับสูตรควบคุม (ร้อยละ 13.52) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เนื่องจากปริมาณไขมันในเห็ดหอมและไขมันในเห็ดหอมอาจมีการดูดซับน้ำมันในระหว่างการทอด [28] และด้านปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตพบว่า ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) สำหรับปริมาณเถ้าพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณผงเห็ดหอมทำให้นักเก็ตไก่มีปริมาณเถ้าลดลง แต่มีปริมาณไขมันเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีปริมาณไขมันที่ได้จากผงเห็ดหอม และเมื่อพิจารณาด้านปริมาณเกลือ พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณผงเห็ดหอมทำให้นักเก็ตไก่มิมีปริมาณเกลือลดลง ทั้งนี้เนื่องจากมีปริมาณผงเห็ดหอมทดแทนปริมาณเกลือในสูตรนักเก็ตไก่

**Table 5** Proximate composition and salt content of reduced-sodium chicken nuggets with various levels of shiitake mushroom powder.

| Formulas | Proximate composition and salt content (% dry basis) |             |                                    |            |            |                                          |            |
|----------|------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|------------|------------|------------------------------------------|------------|
|          | <sup>1</sup> Moisture                                | Fat         | <sup>2</sup> Protein <sup>NS</sup> | Ash        | Fiber      | <sup>3</sup> Carbohydrates <sup>NS</sup> | NaCl       |
| Control  | 47.80*±0.25                                          | 13.52±0.13  | 19.50±0.09                         | 2.79*±0.04 | 0.54±0.11  | 63.65±0.10                               | 2.26*±0.15 |
| SHM 50   | 46.45±0.20                                           | 14.36*±0.10 | 19.56±0.39                         | 1.79±0.01  | 1.21*±0.18 | 63.08±0.46                               | 0.94±0.01  |

Values expressed as mean ± standard deviation.

#### 4. สรุป

การศึกษานี้ของเห็ดและการใช้ผงเห็ดเพื่อลดปริมาณเกลือในผลิตภัณฑ์ไก่ทอด พบว่าเห็ดหอมมีปริมาณเกลือมากที่สุด และมีคุณค่าทางโปรตีนและใยอาหารที่ดี เมื่อนำมาทดแทนเกลือในผลิตภัณฑ์ไก่ทอดพบว่าทำให้ไก่ทอดมีค่าความสว่าง ค่าเค็ยโครงสร้างเนื้อสัมผัสด้านความแข็งและความสามารถในการเกาะรวมตัวกันลดลง และไก่ทอดที่เติมผงเห็ดหอมร้อยละ 50 ของปริมาณเกลือ เป็นสูตรที่มีการเติมผงเห็ดหอมมากที่สุดที่ยังคงลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏ สีเปลือกด้านนอก สีเนื้อด้านใน รสเค็ม เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมอยู่ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม อีกทั้งยังทำให้มีปริมาณใยอาหารมากกว่า และมีปริมาณเกลือน้อยกว่าสูตรควบคุม ดังนั้นการเติมผงเห็ดหอมทดแทนเกลือจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ไก่ทอดอีกหนึ่งทางเลือกที่ดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค โดยได้ผลิตภัณฑ์ไก่ทอดที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่เพิ่มขึ้น มีปริมาณเกลือน้อยลง แต่ยังคงมีคะแนนความชอบด้านรสเค็มไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต และศูนย์แห่งความเป็นเลิศทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมทางอาหาร แห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยและอุปกรณ์ เครื่องมือและสถานที่ในการทำวิจัย

#### 6. References

- [1] Pérez-Montes, A., Rangel-Vargas, E., Lorenzo, J.M., Romero, L. and Santos, E.M., 2021, Edible mushrooms as a novel trend in the development of healthier meat products, *Curr. Opin. Food Sci.* 37: 118-124.
- [2] Wong, K.M., Decker, E.A., Autio, W.R., Toong, K., DiStefano, G. and Kinchla, A.J., 2017. Utilizing mushrooms to reduce overall sodium in taco filling using physical and sensory evaluation, *J. food sci.* 82(10): 2379-2386.
- [3] Yogesh, K., Ahmad, T., Manpreet, G., Mangesh, K., Das, P., 2013, Characteristics of chicken nuggets as affected by added fat and variable salt contents, *J. Food Sci. Technol.* 50: 191-196.
- [4] Nayak, N.K., Pathak, V., Singh, V.P., Goswami, M. and Bharti, S.K., 2015. Quality of carrageenan incorporated low fat chicken nuggets during refrigerated storage at 4°C, *Livest. Res. Int.* 3(1): 7-13.
- [5] Akesowan, A., 2021 Partial salt reduction in gluten-free chicken nugget extended with white button mushroom and qual-

- ity development with eggplant flour, J. Food Sci. Technol. 58(12): 4738-4745.
- [6] Pitakthong, C., 2008, Mushroom Cultivation, 2nd Ed., Kasetsart Siam Books, Bangkok, 200p. (in Thai).
- [7] Cheung, P.C.K., 2010, The nutritional and health benefits of mushrooms, Nutr. Bull. 35(4): 292-299.
- [8] Buruleanu, L.C., Radulescu, C., Georgescu, A.A., Danet, F.A., Olteanu, R.L., Nicolescu, C.M. and Dulama, I.D., 2018, Statistical characterization of the phytochemical characteristics of edible mushroom extracts, Anal. Lett. 51(7): 1039-1059.
- [9] Ferreira, I.C., L. Barros and R. Abreu., 2009, Antioxidants in wild mushrooms, Curr. Med. Chem. 16: 1543-1560.
- [10] Randive, S.D., 2012, Cultivation and study of growth of oyster mushroom on different agricultural waste substrate and its nutrient analysis, Adv. Appl. Sci. Res. 3: 1938-1949.
- [11] Miller, A.M., Mills, K., Wong, T., Drescher, G., Lee, S.M., Sirimuangmoon, C., Schaefer, S., Langstaff, S., Minor, B. and Guinard, J.X., 2014, Flavor-enhancing properties of mushrooms in meat-based dishes in which sodium has been reduced and meat has been partially substituted with mushrooms, J. Food Sci. 79(9): 1795-1804.
- [12] Guinard, J.-X., Miller, A.M., Mills, K., Wong, T., Lee, S.M., Sirimuangmoon, C., Schaefer, S.E. and Drescher, G., 2016, Consumer acceptance of dishes in which beef has been partially substituted with mushrooms and sodium has been reduced, Appetite. 105(1): 449-459.
- [13] Mattar, T.V., Gonçalves, C.S., Pereira, R.C., Faria, M.A., de Souza, V.R. and Carneiro, J.D.D.S., 2018, A shiitake mushroom extract as a viable alternative to NaCl for a reduction in sodium in beef burgers: A sensory perspective, Br. Food J. 120: 1366-1380.
- [14] Association of Official Chemist (AOAC), 2000, Official Method of Analysis of Analysis of Association of Official Analytical Chemists, 17th Ed., Maryland, 2200 p.
- [15] El-Anany, A.M., Ali, R.F.M. and Elanany, A.M.M., 2020, Nutritional and quality characteristics of chicken nuggets incorporated with different levels of frozen white cauliflower, Ital. J Food Sci. 32(1): 45.
- [16] Barros, J.C., Munekata, P.E.S., Pires, M.A., Rodrigues, I., Andaloussi, O.S., da Costa Rodrigues, C.E. and Trindade, M.A., 2018, Omega-3-and fibre-enriched chicken nuggets by replacement of chicken skin with chia (*Salvia hispanica* L.) flour, LWT - Food Sci. Technol. 90: 283-289.
- [17] Udousoro, I. and Ekanem, P., 2013, Assessment of proximate compositions of twelve edible vegetables in Nigeria, Int. J. Modern Chem. 4(2): 79-89.
- [18] Sriket, P., 2014, Chemical components and antioxidant activities of Thai local vegetables, Curr. Appl. Sci. Technol. 14(1): 18-23.

- [19] Ahlawat, O.P., Manikandan, K. and Singh, M., 2016, Proximate composition of different mushroom varieties and effect of UV light exposure on vitamin D content in *Agaricus bisporus* and *Volvariella volvacea*, Mushroom Res. 25: 1-8.
- [20] Srikrum, A. and Supapvanich, S., 2016, Proximate compositions and bioactive compounds of edible wild and cultivated mushrooms from Northeast Thailand. Agr. Nat. Resour. 50: 432-436.
- [21] Tepsongkroh, B., Jangchud, K. and Trakoontivakorn, G., 2019, Antioxidant properties and selected phenolic acids of five different tray-dried and freeze-dried mushrooms using methanol and hot water extraction, J. Food Meas. Charact. 13(4): 3097-3105.
- [22] Gençcelep, H., Uzun, Y., Tunçtürk, Y. and Demirel, K., 2009, Determination of mineral contents of wild-grown edible mushrooms, Food Chem. 113(4): 1033-1036.
- [23] Mallikarjuna, S.E., Ranjini, A., Haware, D.J., Vijayalakshmi, M.R., Shashirekha, M.N. and Rajarathnam, S., 2013, Mineral composition of four edible mushrooms, J. Chem. 2013: 1-5.
- [24] Wang, X.M., Zhang, J., Wu, L.H., Zhao, Y.L., Li, T., Li, J.Q., Wang, Y.Z. and Liu, H.G., 2014, A mini-review of chemical composition and nutritional value of edible wild-grown mushroom from China, Food chem. 151: 279-285.
- [25] Kristanti, D. and Setiaboma, W., 2021, March. The colour and texture properties of mushroom chicken nugget with various flour as a filler, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 672(1): 012051.
- [26] Han, M. and Bertram, H.C., 2017, Designing healthier comminuted meat products: Effect of dietary fibers on water distribution and texture of a fat-reduced meat model system, Meat Sci. 133: 159-165.
- [27] Wang, Y., Ngadi, M.O. And Adedeji, A.A., 2010, Shrinkage of chicken nuggets during deep fat frying, Int. J. Food Prop. 13: 404-410.
- [28] Martínez-Flores, H.E., Maya-Cortés, D.C., Figueroa-Cárdenas, J.D., Garnica-Romo, M.G. and Ponce-Saavedra, J., 2009, Chemical composition and physicochemical properties of shiitake mushroom and high fiber products, CyTA-J. Food. 7: 7-14.