



## ผลของชนิดเครื่องเทศในการเป็นสารต้านการเกิดออกซิเดชันในผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะ Effect of Spices as an Antioxidant in Goat Chinese Sausage

อานีส่าห์ บือฮะ<sup>1\*</sup> ซอบีเราะห์ การียอ<sup>2</sup> และรอมลี เจดอเลาะ<sup>3</sup>  
Aneesa Bueha<sup>1\*</sup>, Sobiroh Kariyo<sup>2</sup> and Romalee Cheadoloh<sup>3</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ฮาลาล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยฟาฏอนี จังหวัดปัตตานี 94160 ประเทศไทย

<sup>2</sup>คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยฟาฏอนี จังหวัดปัตตานี 94160 ประเทศไทย

<sup>3</sup>ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จังหวัดยะลา 95000 ประเทศไทย

<sup>1</sup>Department of Research and Development Halal Product, Faculty of Science and Technology,  
Fatoni University, Pattani 94160, Thailand

<sup>2</sup>Faculty of Science and Technology, Fatoni University, Pattani 94160, Thailand

<sup>3</sup>Department of Foodscience and Technology, Faculty of Science and Technology, Yala Rajabhat University, Yala 95000, Thailand

\*Corresponding author, e-mail: aneesa.bueha@ftu.ac.th

(Received: Aug 16, 2024; Revised: Jan 29, 2025; Accepted: Feb 18, 2025)

### บทคัดย่อ

ปัจจุบันพื้นที่ภาคใต้มีความนิยมเลี้ยงแพะเป็นจำนวนมาก แต่เป็นการบริโภคแบบปรุงสุก ไม่นิยมนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ งานวิจัยนี้ศึกษาการแปรรูปเนื้อแพะเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อเซียง และศึกษาผลของเครื่องเทศในการเป็นสารต้านออกซิเดชันของไขมันในระหว่างการเก็บรักษา โดยชนิดของเครื่องเทศที่นำมาศึกษามี 3 ชนิดคือ อบเชย (*Cinnamomum verum*) ยี่ห่วย (*Ocimum gratissimum* L.) จันทน์แปดกลีบ (โปเป็ยัก) (*Illicium verum*) ผลการศึกษาพบว่า เนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่มีปริมาณไขมันร้อยละ 50 ของน้ำหนักเนื้อแพะ มีคะแนนความชอบโดยรวมทางประสาทสัมผัสสูงสุด ( $P \leq 0.05$ ) ผลการศึกษาชนิดของเครื่องเทศที่มีผลต่อการต้านการเกิดออกซิเดชันของไขมันพบว่า ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา อบเชย ให้ค่า PV (Peroxide Value) และค่า TBARS (Thiobarbituric Acid Reactive Substances) น้อยที่สุด ( $P > 0.05$ ) ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาและปริมาณเครื่องเทศพบว่า เนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่เติมอบเชยในปริมาณร้อยละ 0.1 จะมีค่า PV และ TBARS น้อยที่สุด ( $P > 0.05$ ) ผลการตรวจปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ของผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่บรรจุแบบสุญญากาศเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 90 วัน พบว่า หลังจากวันที่ 60 ของการเก็บรักษา มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราของทุกระดับความเข้มข้นของเครื่องเทศอบเชยเกินมาตรฐาน นอกจากนี้ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในวันที่ 45 ของการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่มีการเติมปริมาณอบเชยที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด 6.95 ( $P \leq 0.05$ ) แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคยังคงยอมรับผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่เก็บไว้นาน 45 วัน

**คำสำคัญ :** เนื้อแพะ เนื้อเซียง เครื่องเทศ สารชะลอการหืน

### Abstract

Currently, goat farming is widely popular in southern Thailand; however, goat meat is typically consumed as cooked dishes rather than being processed into value-added products. This research focuses on developing goat chinese sausages and studying the effects of spices as antioxidants for fat oxidation during storage. Three types of spices were investigated: cinnamon (*Cinnamomum verum*), cumin (*Ocimum gratissimum* L.), and star anise (*Illicium verum*). The study revealed that goat chinese sausages with 50% fat content received the highest overall sensory acceptance scores ( $P < 0.05$ ). Regarding the spices' effects on fat oxidation, cinnamon exhibited the lowest peroxide value (PV) and thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) on the 8<sup>th</sup> day of storage ( $P > 0.05$ ). The results further showed that adding 0.1% cinnamon to goat meat sausages minimized PV and TBARS values during storage ( $P > 0.05$ ). Microbiological analysis indicated that vacuum-packed goat chinese sausages stored at 4°C for 90 days



ให้มีความหลากหลายในประเทศไทยยังมีน้อยมาก เพื่อเป็นการส่งเสริมการบริโภคและการใช้ประโยชน์จากเนื้อแพะให้สอดคล้องกับอาชีพการเลี้ยงแพะที่มีแนวโน้มสูงขึ้นในปัจจุบัน ประกอบกับมูลค่าตลาดอาหารฮาลาลที่ขยายตัวเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยในครั้งนี้ คือศึกษาถึงคุณสมบัติในการเป็นสารชะลอการหืนของเครื่องเทศที่ใช้กับผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะ โดยจะศึกษาถึงคุณสมบัติการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและศึกษาปริมาณเครื่องเทศต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะ โดยชนิดของเครื่องเทศที่จะนำมาศึกษามี 3 ชนิดคือ อบเชย (*Cinnamomum verum*) ยี่หระ (*Ocimum gratissimum* L.) โป๊ยกั๊ก (จันทร์แปดกลีบ) (*Illicium verum*) ซึ่งเป็นเครื่องเทศที่ใช้ในการให้กลิ่นรสที่เป็นเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์กุนเชียง โดยหวังว่าผลการศึกษานี้จะเป็นการส่งเสริมให้มีการใช้ประโยชน์จากเนื้อแพะเพิ่มมากขึ้น

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 1. ศึกษาอัตราส่วนระหว่างเนื้อแพะกับไขมันที่มีผลต่อลักษณะคุณภาพทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากแพะ

แพะที่ทำการศึกษามาจากฟาร์มการิม อำเภอเมือง จังหวัดยะลา แพะพันธุ์พื้นเมือง อายุ 1 ปี น้ำหนักต่อตัวประมาณ 25-30 กิโลกรัม ผ่านกระบวนการฆ่า เอาขนออก และชำแหละที่ถูกต้องตามหลักศาสนาอิสลาม นำเนื้อแพะส่วนขาหลังบรรจุในกล่องโฟมที่มีการเติมน้ำแข็งระหว่างการขนส่งจากฟาร์มแพะมาถึงคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยฟาฏอนี ระยะเวลา 1 ชั่วโมง นำมาล้างให้สะอาด ทั้งให้สะอาด ตัดแต่งเพื่อแยกเอาไขมันและพังผืดออกเหลือเพียงส่วนเนื้อแดง (Lean meat) จากนั้นหั่นเนื้อเป็นชิ้นขนาด 1x1 นิ้ว เก็บในถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน (Polyethylene; PE) นำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ก่อนนำไปใช้ผลิต ส่วนไขมันแพะนำมาลวกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 นาทีเพื่อลดกลิ่นสาบและบดด้วยเครื่องบดเนื้อ (Philips HR7310, จีน) ที่ความเร็วระดับ 3 จนละเอียด ไขมันแพะบดที่ได้จะเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อเตรียมร่อนออกมาผสมลงในส่วนผสมเนื้อเซียง ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอดโดยสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ โดยมีตัวแปรอิสระที่ต้องการเปรียบเทียบ 1 ตัวคือ อัตราส่วนระหว่างเนื้อแพะกับไขมันที่มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค แบ่งออกเป็น 3 ระดับ โดยศึกษาปริมาณไขมันร้อยละ 30 50 และ 70 ของน้ำหนักเนื้อแพะตามลำดับดังตารางที่ 1 (Eadmusik *et al.*, 2012)

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบสูตรผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่มีอัตราส่วนไขมันต่อร้อยละน้ำหนักเนื้อแพะที่แตกต่างกัน

ส่วนผสม (กรัม)	สูตรที่ 1 (ไขมันร้อยละ 30 ของน้ำหนักเนื้อแพะ)	สูตรที่ 2 (ไขมันร้อยละ 50 ของน้ำหนักเนื้อแพะ)	สูตรที่ 3 (ไขมันร้อยละ 70 ของน้ำหนักเนื้อแพะ)
เนื้อแพะ	1000	1000	1000
มันแพะ	300	500	700
เกลือไนไตรท์*	22	22	22
น้ำตาล	280	280	280
อิริโทรเบท	1.50	1.50	1.50
ผงพะโล้	1	1	1

หมายเหตุ : เกลือไนไตรท์ คือ สารผสมระหว่างเกลือป่นธรรมดา 994 กรัม และโซเดียมไนไตรท์ 6 กรัม

นำเนื้อแพะไปบดด้วยเครื่องบดละเอียด 2 ครั้ง ครั้งละ 1 นาที ที่ความเร็วระดับ 3 (Philips HR7310, จีน) ซึ่งส่วนผสมตามสูตรที่กำหนดไว้ นำเนื้อแพะและมันแพะที่บดแล้วมานวดด้วยเครื่องนวด (KitchenAid 5K5SSWH, สหรัฐอเมริกา) ความเร็วเบอร์ 3 เวลา 2-3 นาทีจนเหนียว ใส่น้ำตาลและเกลือไนไตรท์ นวดให้เข้ากันดีด้วยความเร็วเบอร์ 3 เวลา 5 นาที บรรจุส่วนผสมอัดลงในไส้ด้วย Halal collagen casing นำไส้สวมในกระบอกที่ใช้สำหรับบรรจุ (Thai pro food SUS201, ไทย) มัดเป็นท่อนโดยให้มีความยาวท่อนละ 7 นิ้ว ใช้เข็มหมุดจิ้มไล่อากาศ ส่วนปลายไส้มัดให้แน่น นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส อบจนเนื้อเซียงมีความชื้นร้อยละ 25-30 (18-20 ชั่วโมง) นำเนื้อเซียงที่อบเสร็จแล้วผึ่งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง บรรจุในถุงโพลีโพรพิลีนในภาวะสุญญากาศ ประเมินผลการทดลองดังนี้

- 1) วิเคราะห์ลักษณะองค์ประกอบทางเคมี โดยวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน (AOAC, 2016)
- 2) วิเคราะห์ลักษณะคุณภาพทางกายภาพ การวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyzer เตรียมตัวอย่างโดยการตัดตัวอย่างในแนวขวาง 10 มิลลิเมตร วัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสอาหาร (Texture analyzer TA-XT2, อังกฤษ) ด้วยวิธี Texture Profile Analysis (TPA) ใช้หัววัดทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร กำหนดให้ Pre-test speed 0.8 มิลลิเมตรต่อวินาที test speed 0.8 มิลลิเมตรต่อวินาที Post-test speed 8.0 มิลลิเมตรต่อวินาที และ distance ร้อยละ 40 และรายงานผลเป็นค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ค่าการยึดเกาะ (Cohesiveness), ค่าการแตกตัวพร้อมกลืน (Gumminess) และค่าแรงการเคี้ยว (Chewiness) (Suksripaisal, 2016)
- 3) วิเคราะห์ลักษณะคุณภาพทางกายภาพ การวัดค่าสี ด้วยระบบ CIE lab โดยใช้เครื่องวัดสี Hunter Lab (Color Flex CX2687, สหรัฐอเมริกา) เตรียมตัวอย่างโดยการตัดตัวอย่างในแนวขวาง 10 มิลลิเมตร ก่อนนำมาวิเคราะห์ตั้งค่ามาตรฐานของเครื่องโดยใช้จานเทียบสีดำและสีขาว รายงานผลค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ค่าสีแดง ( $a^*$ ) และค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) (Suksripaisal, 2016)
- 4) การประเมินทางประสาทสัมผัส ประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้บริโภคทั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน นำผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะไปทอดที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-15 วินาที ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เตรียมตัวอย่างโดยตัดตัวอย่างในแนวขวางหนา 10 มิลลิเมตร ใส่ถ้วยพลาสติกพร้อมฝาปิด กำกับรหัสตัวอย่างโดยใช้เลขสุ่ม 3 หลัก เสริฟตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง ให้ผู้ทดสอบประเมินตัวอย่างในแบบสอบถาม โดยการให้ระดับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี ความแข็ง ความแน่นเนื้อ ความฉ่ำ กลิ่นเครื่องเทศ รสหวาน รสเค็ม และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9-points hedonic scale กำหนดคะแนนเป็น 1-9 โดย 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 3 = ไม่ชอบ 5 = บอกรับไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ และ 9 = ชอบมากที่สุด (Kaewkot *et al.*, 2020)

2. ศึกษาชนิดของเครื่องเทศที่มีผลในการชะลอการหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชันในผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะ ทำการศึกษาชนิดของเครื่องเทศที่มีผลในการชะลอการหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชันในผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะ โดยเครื่องเทศที่นำมาศึกษาคือ อบเชย ยี่ห่วย และจันทร์แปดกลีบ (เป็ยกัก) (ง่วนสุน, ไทย) โดยนำเครื่องเทศอบแห้งในตู้อบลมร้อน (Memmert, Germany) ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง นำมาบดเป็นผงด้วยเครื่องบดของแห้ง (Philips HR1393/00, จีน) ด้วยความเร็วปานกลาง เป็นเวลา 15 นาที บดให้ละเอียดร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 ไมโครเมตร ลงในถุงลามิเนตพอลิเอทิลีนที่สภาวะสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (Suksripaisal & Theprugsa, 2019) ทำการผลิตเนื้อเซียงจากเนื้อแพะ โดยใช้สูตรที่ให้ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด มาทำการศึกษาชนิดของเครื่องเทศเปรียบเทียบกับสารกันหืนสังเคราะห์ คือ Butylated hydroxyanisole (BHA) โดยเติมผงเครื่องเทศแต่ละชนิดลงในเนื้อเซียงจากเนื้อแพะ ให้ได้ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 สำหรับ BHA ใช้ความเข้มข้นร้อยละ 0.01 ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่อนุญาตให้ใช้ได้ ในผลิตภัณฑ์ประเภทเนื้อ หลังจากนั้นทำการเก็บรักษาในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เพื่อเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน และทำการตรวจค่าออกซิเดชันในวันที่ 0 2 4 6 และ 8 ของการทดลอง นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีวิเคราะห์ปริมาณ PV (A.O.C.S., 2017) วิเคราะห์ปริมาณ TBARS (A.O.C.S., 2017)

### 3. ศึกษาอายุการเก็บรักษาและปริมาณเครื่องเทศที่มีผลในการชะลอการหืนในผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะ

นำเครื่องเทศที่ให้ผลการชะลอการหืนดีที่สุดในตอนต้น 2 มาทำการศึกษาถึงปริมาณของเครื่องเทศที่มีผลในการชะลอการหืนและลดกลิ่นสาบของเนื้อแพะ ศึกษาการเพิ่มปริมาณเครื่องเทศที่มีผลในการชะลอการหืนและลดกลิ่นสาบของเนื้อแพะ จำนวน 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0.02 0.04 0.06 0.08 และ 0.1 ของน้ำหนักเนื้อแพะตามลำดับ หลังจากนั้นทำการเก็บในบรรจุภัณฑ์โพลีโพรพิลีนในภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นระยะเวลา 90 วัน โดยการเก็บตัวอย่างทุก ๆ วันที่ 0 7 15 30 45 60 75 และ 90 วัน นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี วิเคราะห์ปริมาณ PV (A.O.C.S., 2017), วิเคราะห์ปริมาณ TBARS (A.O.C.S., 2017) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา (AOAC, 2016) ทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัสในวันที่ 0 45 90 ของการเก็บรักษา (Kaewkot *et al.*, 2020)

### 4. การวางแผนการทดลอง

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพและจุลชีววิทยาออกแบบการทดลองแบบ CRD ทดลอง 3 ซ้ำ ส่วนการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสออกแบบการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ RCBD นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแตกต่าง

ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการทดลองโดยวิธี Duncan's Multiple Range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

## ผลการวิจัย

### 1. ผลการศึกษาอัตราส่วนระหว่างเนื้อแพะกับไขมันที่มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค

จากการศึกษาผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่มีอัตราส่วนไขมันต่อร้อยละน้ำหนักเนื้อแพะที่แตกต่างกัน โดยปริมาณไขมันร้อยละ 30 50 และ 70 ซึ่งผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ และการทดสอบทางประสาทสัมผัส มีดังนี้

#### 1.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

จากการวิเคราะห์ทางเคมีของผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะ ในปริมาณไขมันที่แตกต่างกันได้แก่ ร้อยละ 30 50 และ 70 ของน้ำหนักเนื้อแพะ ดังตารางที่ 2 ได้ผลการทดลองพบว่า การเติมปริมาณไขมันที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณความชื้น ( $P < 0.05$ ) ปริมาณความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเติมปริมาณไขมันในปริมาณเพิ่มขึ้น โดยพบว่าเนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่มีการเติมไขมันร้อยละ 30 ของน้ำหนักเนื้อแพะมีปริมาณความชื้นมากที่สุดคือ 25.47 ผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันพบว่าเนื้อเซียงจากเนื้อแพะมีปริมาณไขมันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เมื่อเติมไขมันในปริมาณเพิ่มขึ้น โดยเนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่เติมไขมันร้อยละ 30 50 และ 70 ของน้ำหนักเนื้อแพะ มีปริมาณไขมันเฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ  $16.29 \pm 0.69$ ,  $22.94 \pm 0.09$  และ  $26.27 \pm 0.29$  ( $P < 0.05$ ) ด้านปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่มีอัตราส่วนไขมันแตกต่างกัน

ปริมาณไขมัน (ร้อยละของน้ำหนักเนื้อ แพะ)	องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)		
	ปริมาณความชื้น	ปริมาณไขมัน	ปริมาณโปรตีน
ไขมันร้อยละ 30	$25.47 \pm 1.20^b$	$16.29 \pm 0.69^c$	$21.01 \pm 0.89^a$
ไขมันร้อยละ 50	$29.30 \pm 0.53^a$	$22.94 \pm 0.09^b$	$20.15 \pm 0.07^a$
ไขมันร้อยละ 70	$27.46 \pm 0.56^a$	$26.27 \pm 0.29^a$	$20.59 \pm 0.20^a$

หมายเหตุ : อักษรในแนวตั้งที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

#### 1.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

##### 1.2.1 ค่าสี

ผลการวิเคราะห์ค่าสีของเนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกันแสดงในตารางที่ 3 พบว่า เนื้อเซียงจากเนื้อแพะมีค่าความสว่าง (Lightness,  $L^*$ ) และค่าสีเหลือง (Yellowness,  $b^*$ ) เพิ่มขึ้นเมื่อมีการเติมปริมาณไขมันเพิ่มมากขึ้น แต่ค่าสีแดง (Redness,  $a^*$ ) ซึ่งค่าที่ได้ดังตารางที่ 3 พบว่าเนื้อเซียงจากเนื้อแพะมีค่าความสว่าง (Lightness,  $L^*$ ) และค่าสีเหลือง (Yellowness,  $b^*$ ) เพิ่มขึ้นเมื่อมีการเติมปริมาณไขมันเพิ่มมากขึ้น แต่ค่าสีแดง (Redness,  $a^*$ ) ลดลงเมื่อเติมปริมาณไขมันเพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 3 ค่าสีของผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่มีอัตราส่วนไขมันแตกต่างกัน

ปริมาณไขมัน (ร้อยละของน้ำหนักเนื้อ แพะ)	ค่าสี		
	$L^*$	$a^*$	$b^*$
ไขมันร้อยละ 30	$35.65 \pm 1.28^b$	$7.12 \pm 0.59^a$	$9.10 \pm 0.32^b$
ไขมันร้อยละ 50	$37.48 \pm 1.23^b$	$6.80 \pm 0.16^{ab}$	$9.33 \pm 0.65^b$
ไขมันร้อยละ 70	$41.47 \pm 0.02^a$	$6.31 \pm 0.01^b$	$11.74 \pm 0.03^a$

หมายเหตุ : อักษรในแนวตั้งที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

### 1.2.2 ลักษณะเนื้อสัมผัส

ผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อเซียงแพะมีปริมาณไขมันแตกต่างกันแสดงในตารางที่ 4 พบว่าเนื้อเซียงจากเนื้อแพะ มีค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความสามารถในการยึดเกาะกันภายในชิ้นอาหาร (Cohesiveness) และค่าความคงทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) มีแนวโน้มลดต่ำลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้น

ตารางที่ 4 ลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่มีอัตราส่วนไขมันแตกต่างกัน

ปริมาณไขมัน (ร้อยละของ น้ำหนักเนื้อ แพะ)	Hardness (N)	Springiness (mm)	Cohesiveness	Gumminess (N)	Chewiness (Nxmm)
ร้อยละ 30	61.65±1.98 <sup>a</sup>	0.74±0.06 <sup>a</sup>	0.47±0.03 <sup>b</sup>	38.42±0.27 <sup>a</sup>	36.42±0.29 <sup>a</sup>
ร้อยละ 50	60.72±1.67 <sup>a</sup>	0.81±0.04 <sup>b</sup>	0.49±0.01 <sup>a</sup>	38.37±0.21 <sup>a</sup>	36.10±0.23 <sup>a</sup>
ร้อยละ 70	57.89±1.57 <sup>a</sup>	0.94±0.03 <sup>c</sup>	0.43±0.04 <sup>c</sup>	39.89±0.28 <sup>ab</sup>	35.01±0.31 <sup>b</sup>

หมายเหตุ : อักษรในแนวตั้งที่แตกต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติที่ (P<0.05)

### 1.2.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสเนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่มีปริมาณไขมันที่แตกต่างกันในแต่ละคุณลักษณะดังแสดงในตารางที่ 5 พบว่าคุณลักษณะทางด้านกลิ่นเครื่องเทศ และรสเค็มของผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่มีปริมาณไขมันที่แตกต่างกัน มีคะแนนความชอบอยู่ในช่วงเฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย ทางด้านคุณลักษณะปรากฏ ความแข็ง ความแน่นเนื้อ ความฉ่ำ และรสหวาน คะแนนความชอบอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ส่วนทางด้านคุณลักษณะทางด้านสีพบว่าคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วงชอบปานกลาง ทางด้านคะแนนความชอบโดยรวม พบว่าเนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่มีปริมาณไขมันร้อยละ 50 มีคะแนนความชอบสูงที่สุด (P<0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่มีปริมาณไขมันร้อยละ 30 และ 70 ของน้ำหนักเนื้อแพะ

ตารางที่ 5 คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่มีอัตราส่วนของไขมันแตกต่างกัน

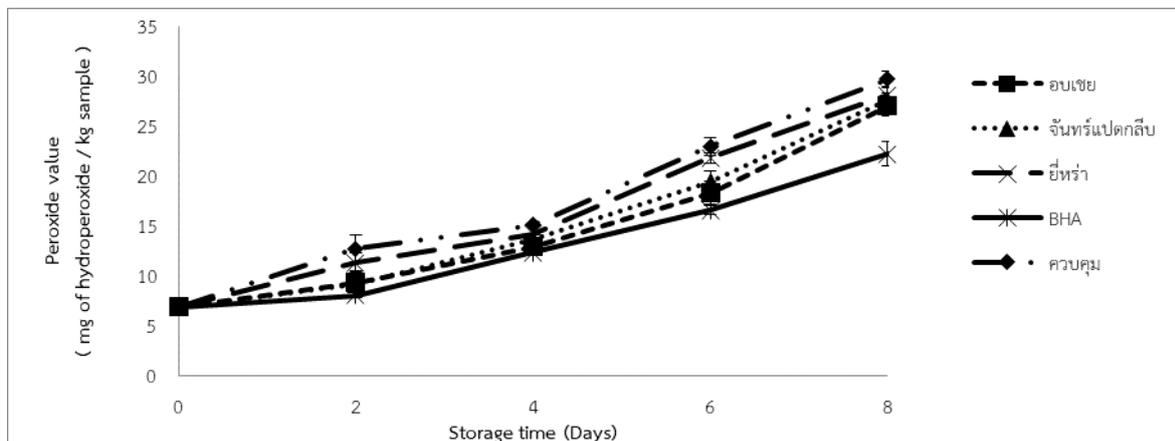
ปริมาณ ไขมัน (ร้อยละ ของ น้ำหนัก เนื้อ แพะ)	ลักษณะ ปรากฏ	สี	ความแข็ง	ความ แน่นเนื้อ	ความฉ่ำ	กลิ่น เครื่องเทศ	รสหวาน	รสเค็ม	ความชอบ โดยรวม
ร้อยละ 30	6.87±1.43 <sup>a</sup>	7.23±1.36 <sup>a</sup>	6.77±1.41 <sup>a</sup>	6.77±1.48 <sup>a</sup>	6.37±1.65 <sup>a</sup>	5.47±1.68 <sup>a</sup>	6.53±1.89 <sup>a</sup>	5.93±1.68 <sup>a</sup>	6.77±1.74 <sup>ab</sup>
ร้อยละ 50	6.31±1.58 <sup>a</sup>	6.90±1.57 <sup>a</sup>	6.59±1.38 <sup>a</sup>	6.41±1.90 <sup>a</sup>	6.24±1.49 <sup>a</sup>	5.41±2.05 <sup>a</sup>	6.79±1.37 <sup>a</sup>	6.10±1.90 <sup>a</sup>	7.10±1.53 <sup>a</sup>
ร้อยละ 70	6.40±2.03 <sup>a</sup>	7.13±1.33 <sup>a</sup>	6.30±1.51 <sup>a</sup>	6.33±1.71 <sup>a</sup>	5.70±1.64 <sup>b</sup>	5.13±1.80 <sup>a</sup>	6.40±1.79 <sup>a</sup>	5.30±1.93 <sup>a</sup>	6.37±1.38 <sup>b</sup>

หมายเหตุ : อักษรในแนวตั้งที่แตกต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติที่ (P<0.05)

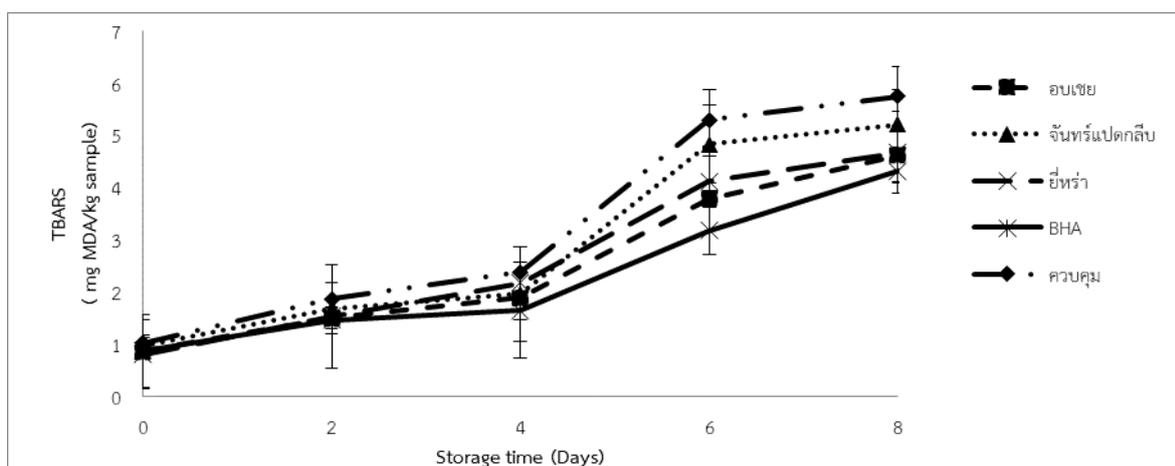
## 2. ผลของชนิดเครื่องเทศต่อการชะลอการหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชันในผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะ

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงแพะในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน ปริมาณ PV และ TBARS มีค่าเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา (P≤0.05) ค่าเปอร์ออกไซด์ แสดงถึงปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นกับไขมัน

ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์สามารถเกิดขึ้นเองหรืออาจถูกเร่งโดยสารประกอบพวกฮีมซึ่งมีเหล็กเป็นองค์ประกอบทำให้เกิดสารพวกอัลดีไฮด์หรือคีโตนพบว่า เนื้อเซียงแพะมีค่า TBARS เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น แสดงในภาพที่ 2 เนื่องจากเนื้อเซียงแพะมีโอกาสที่จะสัมผัสกับออกซิเจนมากขึ้นเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเป็นขั้นตอนที่ออกซิเจนเข้าร่วมตัวกับอนุมูลอิสระ เกิดเป็นอนุมูลอิสระตัวใหม่ที่เร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยชุดทดลองที่ไม่มีการเติมสารกันหืนพบว่า มีปริมาณ TBARS เพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเทียบกับชุดการทดลองอื่น



ภาพที่ 2 ปริมาณค่าเปอร์ออกไซด์ของเนื้อเซียงแพะผสมเครื่องเทศชนิดต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และสารกันหืนสังเคราะห์ BHA ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ

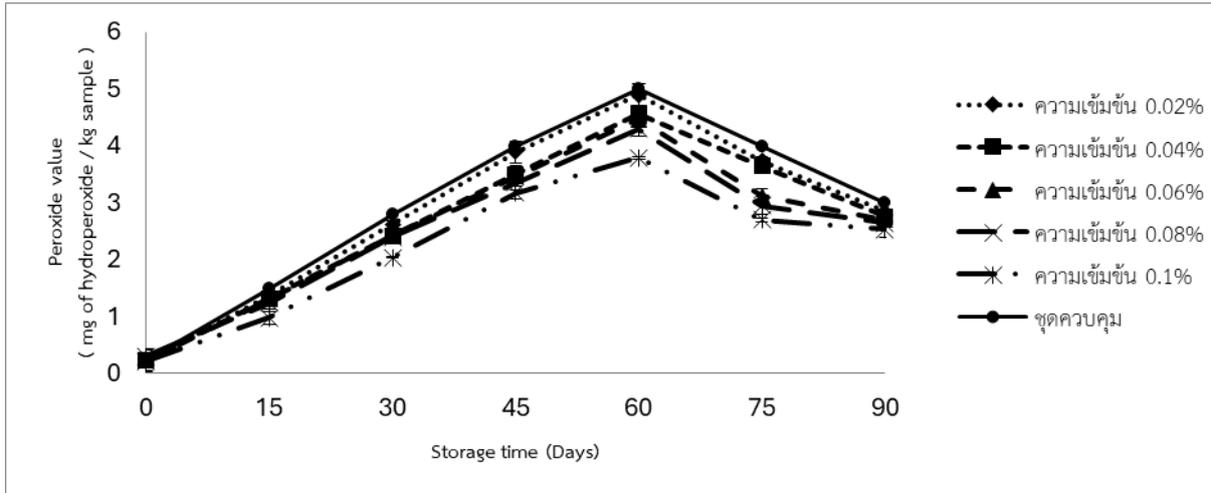


ภาพที่ 3 ปริมาณค่า TBARS ของเนื้อเซียงแพะผสมเครื่องเทศชนิดต่าง ๆ ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และสารกันหืนสังเคราะห์ BHA ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 ในระยะเวลาการเก็บรักษา 8 วัน ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส

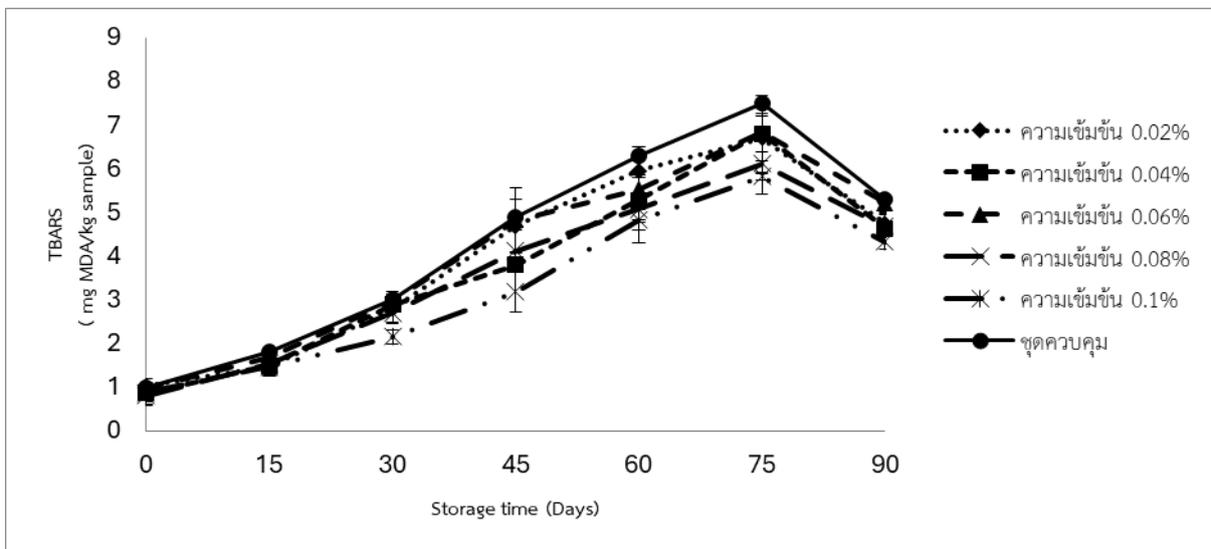
### 3. ผลของอายุการเก็บรักษาและปริมาณเครื่องเทศต่อการชะลอการหืนในผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะ

#### 3.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ PV และ ผลการวิเคราะห์ปริมาณ TBARS

ผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงแพะผสมเครื่องเทศอบเชยที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน ในระยะเวลาการเก็บรักษา 90 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสภายใต้สภาวะสุญญากาศ จากผลการวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์พบว่า มีค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $P \leq 0.05$ ) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นในช่วง 60 วัน และมีค่าเปอร์ออกไซด์ลดลงภายหลังการเก็บรักษานาน 90 วัน ผลการวิเคราะห์ค่า TBARS เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $P \leq 0.05$ ) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นในช่วง 75 วัน และมีค่าเปอร์ออกไซด์ลดลงภายหลังการเก็บรักษานาน 90 วัน



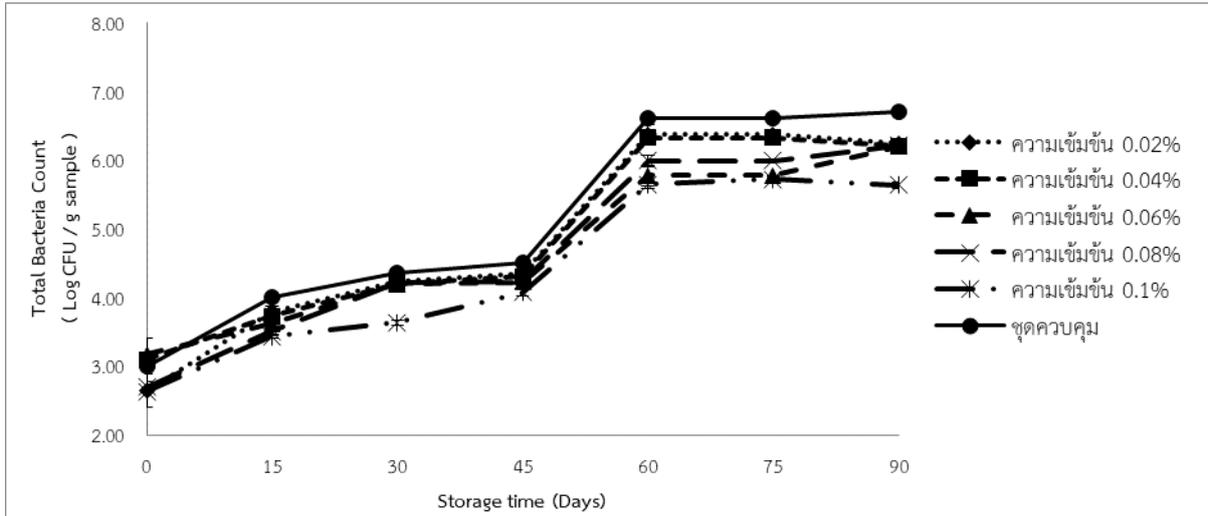
ภาพที่ 4 ค่าปริมาณเปอร์ออกไซด์ของเนื้อเซียงแพะผสมเครื่องเทศอบเซียงที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน ในระยะเวลาการเก็บรักษา 90 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสภายใต้สภาวะสุญญากาศ



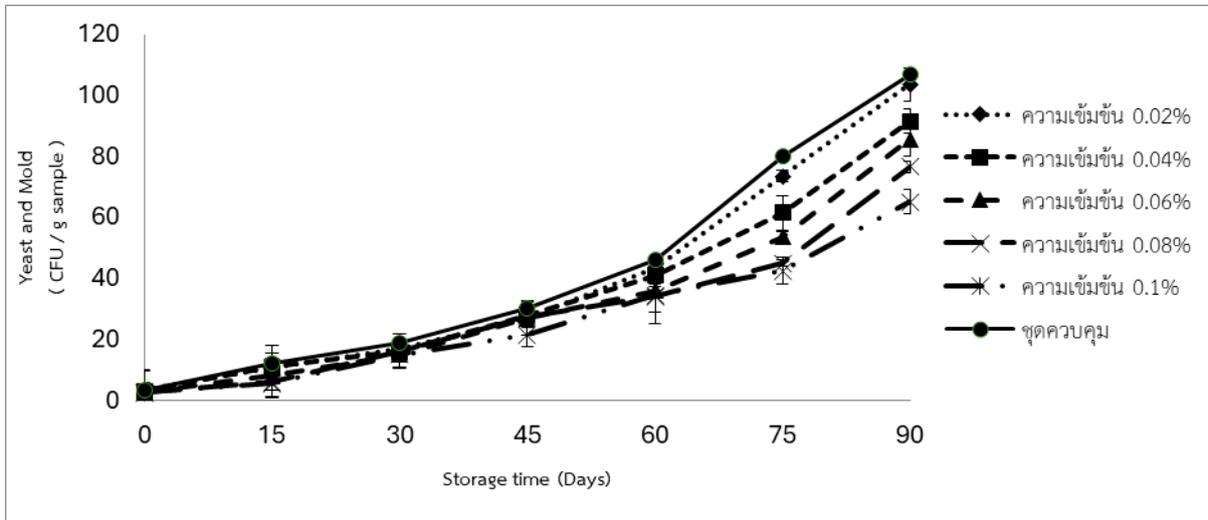
ภาพที่ 5 ปริมาณค่า TBARS ของเนื้อเซียงแพะผสมเครื่องเทศอบเซียงที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน ในระยะเวลาการเก็บรักษา 90 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสภายใต้สภาวะสุญญากาศ

### 3.2 ผลคุณภาพทางจุลินทรีย์

ผลการตรวจปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ของผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่บรรจุแบบสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 90 วัน พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นทุกระดับความเข้มข้นของเครื่องเทศอบเซียง ( $P \leq 0.05$ )



ภาพที่ 6 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนื้อเซียงจากเนื้อแพะผสมเครื่องเทศอบเซียงที่ระดับความชื้นแตกต่างกัน ในระยะเวลาการเก็บรักษา 90 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสภายใต้สภาวะสุญญากาศ



ภาพที่ 7 ปริมาณเชื้อยีสต์และราของเนื้อเซียงจากเนื้อแพะผสมเครื่องเทศอบเซียงที่ระดับความชื้นแตกต่างกัน ในระยะเวลาการเก็บรักษา 90 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสภายใต้สภาวะสุญญากาศ

### 3.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสเนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่มีปริมาณไขมันที่แตกต่างกันในแต่ละคุณลักษณะดังแสดงในตารางที่ 6 พบว่า จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่มีปริมาณเครื่องเทศอบเซียงแตกต่างกัน ผลทดสอบวันที่ 45 ของการเก็บรักษา พบว่า ผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดในผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่มีการเติมปริมาณอบเซียงที่ระดับความชื้นร้อยละ 0.1

**ตารางที่ 6** คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่มีปริมาณเครื่องเทศอบเซียงแตกต่างกันในวันที่ 0 ของการเก็บรักษา

ปริมาณ ความ เข้มข้น ของ อบเซียง (ร้อยละ ของเนื้อ แพะ)	ลักษณะ ปรากฏ	สี	ความแข็ง	ความแน่น เนื้อ	ความฉ่ำ	กลิ่น เครื่องเทศ	รสหวาน	รสเค็ม	ความชอบ โดยรวม
ร้อยละ 0.02	6.65±1.27 <sup>b</sup>	6.85±0.93 <sup>a</sup>	6.85±1.42 <sup>a</sup>	7.05±1.10 <sup>a</sup>	6.5±1.57 <sup>a</sup>	6.75±1.02 <sup>a</sup>	7.35±0.81 <sup>a</sup>	6.75±1.65 <sup>a</sup>	7.10±0.79 <sup>a</sup>
ร้อยละ 0.04	7.30±0.73 <sup>a</sup>	7.40±1.14 <sup>a</sup>	7.45±1.10 <sup>a</sup>	7.40±0.99 <sup>a</sup>	6.65±1.39 <sup>a</sup>	6.55±1.70 <sup>a</sup>	7.00±1.62 <sup>a</sup>	6.70±1.98 <sup>a</sup>	7.05±1.50 <sup>a</sup>
ร้อยละ 0.06	7.45±0.89 <sup>a</sup>	7.45±0.76 <sup>a</sup>	6.65±1.27 <sup>a</sup>	7.10±0.91 <sup>a</sup>	7.05±0.94 <sup>a</sup>	6.45±1.32 <sup>a</sup>	7.10±1.02 <sup>a</sup>	6.95±1.67 <sup>a</sup>	6.85±1.35 <sup>a</sup>
ร้อยละ 0.08	6.85±1.14 <sup>ab</sup>	7.10±1.45 <sup>a</sup>	6.90±1.83 <sup>a</sup>	7.10±1.07 <sup>a</sup>	6.60±1.35 <sup>a</sup>	6.70±1.08 <sup>a</sup>	7.15±1.23 <sup>a</sup>	6.60±1.64 <sup>a</sup>	7.00±0.97 <sup>a</sup>
ร้อยละ 0.1	7.45±0.69 <sup>a</sup>	7.45±1.00 <sup>a</sup>	7.50±0.69 <sup>a</sup>	7.35±0.67 <sup>a</sup>	6.90±1.02 <sup>a</sup>	7.25±0.72 <sup>a</sup>	7.45±1.23 <sup>a</sup>	6.70±1.84 <sup>a</sup>	7.60±0.60 <sup>a</sup>

หมายเหตุ : อักษรในแนวตั้งที่แตกต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติที่ (P<0.05)

**ตารางที่ 7** คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่มีปริมาณเครื่องเทศอบเซียงแตกต่างกันในวันที่ 45 ของการเก็บรักษา

ปริมาณ ความ เข้มข้น ของ อบเซียง (ร้อยละ ของ เนื้อ แพะ)	ลักษณะ ปรากฏ	สี	ความแข็ง	ความแน่น เนื้อ	ความฉ่ำ	กลิ่น เครื่องเทศ	รสหวาน	รสเค็ม	ความชอบ โดยรวม
ร้อยละ 0.02	6.25+1.48 <sup>ab</sup>	6.35+0.99 <sup>a</sup>	4.75+1.55 <sup>c</sup>	5.70±2.00 <sup>a</sup>	5.30±1.66 <sup>a</sup>	5.30±1.75 <sup>a</sup>	6.05±1.39 <sup>a</sup>	5.90±1.59 <sup>ab</sup>	5.25±1.21 <sup>b</sup>
ร้อยละ 0.04	6.20+1.01 <sup>ab</sup>	6.50+1.10 <sup>a</sup>	6.05+1.67 <sup>ab</sup>	6.00±1.69 <sup>a</sup>	5.55±1.85 <sup>a</sup>	5.65±1.76 <sup>a</sup>	6.25±1.55 <sup>a</sup>	5.60±1.19 <sup>ab</sup>	5.85±1.60 <sup>b</sup>
ร้อยละ 0.06	6.45+1.28 <sup>a</sup>	6.40+1.57 <sup>a</sup>	5.45+1.67 <sup>bc</sup>	5.90±1.77 <sup>a</sup>	5.45±1.67 <sup>a</sup>	5.70±1.81 <sup>a</sup>	6.05±1.32 <sup>a</sup>	5.45±1.32 <sup>b</sup>	5.90±1.92 <sup>b</sup>
ร้อยละ 0.08	5.50+1.43 <sup>b</sup>	6.15+1.35 <sup>a</sup>	5.70+1.26 <sup>abc</sup>	5.70±1.45 <sup>a</sup>	5.25±1.71 <sup>a</sup>	5.50±1.79 <sup>a</sup>	5.80±1.44 <sup>a</sup>	5.20±1.20 <sup>b</sup>	5.55±1.73 <sup>b</sup>
ร้อยละ 0.1	6.55+1.15 <sup>a</sup>	6.80+1.06 <sup>a</sup>	6.70+1.38 <sup>a</sup>	6.25±1.74 <sup>a</sup>	6.10±1.25 <sup>a</sup>	5.35±1.60 <sup>a</sup>	5.90±1.62 <sup>a</sup>	6.45±1.39 <sup>a</sup>	6.95±1.28 <sup>a</sup>

หมายเหตุ : อักษรในแนวตั้งที่แตกต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติที่ (P<0.05)

### อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาปริมาณไขมันร้อยละที่เหมาะสมต่อการผลิตเนื้อเซียงแพะที่มีปริมาณไขมันร้อยละ 30 50 และ 70 ตามลำดับของน้ำหนักเนื้อแพะมีการศึกษาคุณภาพทางเคมี ความชื้น ปริมาณไขมัน ปริมาณโปรตีน ความชื้นในทุกชุดการ



ทดลองอยู่ในช่วงร้อยละ 25-30 ผลมาจากกระบวนการผลิตที่ควบคุมปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในช่วงดังกล่าว เมื่อเติมไขมันในปริมาณเพิ่มขึ้นพบว่า ในตัวอย่างที่มีการเติมไขมันร้อยละ 70 เมื่อผ่านการอบจะพบการไหลเยิ้มของน้ำมันเกิดการสูญเสียไขมันออกมามากกว่าเนื้อเยื่อของสมควรรซึ่งอาจเป็นผลทำให้ค่าองค์ประกอบทางเคมีในด้านปริมาณไขมันจึงมีค่าต่างกันไม่มากกับชุดการทดลองที่มีการเติมปริมาณไขมันร้อยละ 50 ซึ่งการเติมไขมันในปริมาณที่มากอาจจะมีผลต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์เมื่อผ่านกระบวนการทำให้สุกด้วยความร้อนผลิตภัณฑ์เนื้อเยื่ออาจสูญเสียส่วนของของเหลวออกมา ปริมาณไขมันมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็ง โดยมีบทบาทที่สำคัญให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่มีความนุ่มและฉ่ำ ผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งทั่วไปจะมีไขมันเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละไม่เกิน 30 (Choothin *et al.*, 2017) ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนพบว่า ปริมาณโปรตีนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เนื่องมาจากกระบวนการอบแห้งซึ่งทำให้ไขมันออกมาจากไส้ในปริมาณมากที่สุดส่วนขององค์ประกอบจึงไม่ต่างกันมากนัก ซึ่งเนื้อเยื่อเป็นผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปเนื้อโดยการลดขนาด แบบบดหยาบโดยการบดเนื้อด้วยเครื่องบด เพื่อให้โครงสร้างของเนื้อลดลงแต่ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระดับเส้นใยกล้ามเนื้อ ซึ่งไขมันที่เติมจะเข้าไปแทรกอยู่ในโครงสร้างดังกล่าว เมื่อชั่งตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์จึงไม่ได้พบความแตกต่างของปริมาณโปรตีนในตัวอย่างที่มีปริมาณไขมันที่แตกต่างกัน

การทดสอบคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ในด้านค่าสีผลการวิเคราะห์ค่าสีของเนื้อเยื่อจากเนื้อแพะที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกันแสดงในตารางที่ 3 พบว่า เนื้อเยื่อจากเนื้อแพะมีค่าความสว่าง (Lightness,  $L^*$ ) และค่าสีเหลือง (Yellowness,  $b^*$ ) เพิ่มขึ้นเมื่อมีการเติมปริมาณไขมันเพิ่มมากขึ้น แต่ค่าสีแดง (Redness,  $a^*$ ) ลดลงเมื่อเติมปริมาณไขมันเพิ่มมากขึ้น อาจเป็นผลเนื่องมาจากสีเหลืองของไขมัน โดยปริมาณของไขมันจะมีผลต่อค่าความเหลืองอย่างมีนัยสำคัญ ( $P\leq 0.05$ ) และผลจากการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar) และกรดอะมิโน (Amino acid) ซึ่งได้สารสีน้ำตาล (Muangthai *et al.*, 2017)

การทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อเยื่อแพะที่มีปริมาณไขมันที่แตกต่างกันพบว่า เนื้อเยื่อมีความแข็งค่าความสามารถในการยึดเกาะกันภายในชิ้นอาหาร และค่าความคงทนต่อการเคี้ยว มีแนวโน้มลดลงต่ำลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้น ลักษณะดังกล่าวอาจมีสาเหตุมาจากการเติมไขมันที่มากอาจไปขัดขวางการเกิดโครงข่ายเจลของโปรตีนในระหว่างขั้นตอนการนวดผสม ไขมันเกิดการรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่ที่ขัดขวางการเชื่อมประสานกันของโปรตีนทำให้ความแข็งแรงของเจลลดลง ประกอบกับการเพิ่มปริมาณไขมันมากขึ้น จะทำให้ปริมาตรรวมเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่เกลือที่ใส่ในแต่ละสูตรมีปริมาณเท่าเดิม เกลือเป็นส่วนผสมที่สำคัญในผลิตภัณฑ์เนื้อขึ้นรูป โดยเกลือทำหน้าที่สกัดโปรตีนไมโอไฟบริลจากเนื้อสัตว์ เพื่อให้โปรตีนดังกล่าวสามารถเกิดโครงข่ายร่างแหได้ (Kongratana & Khamin, 2020) ดังนั้นในชุดตัวอย่างที่มีปริมาณไขมันเพิ่มมากขึ้นจะทำให้มีสัดส่วนของเกลือต่อปริมาตรรวมต่ำกว่าในชุดตัวอย่างที่มีปริมาณไขมันน้อยกว่า จึงทำให้ความสามารถในการเกิดโครงข่ายร่างแหที่จะก่อให้เกิดเจลลดต่ำลง

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเนื้อเยื่อจากเนื้อแพะที่มีปริมาณไขมันที่แตกต่างกันในแต่ละคุณลักษณะดังแสดงในตารางที่ 10 พบว่า คะแนนความชอบทุกคุณลักษณะของเนื้อเยื่อจากเนื้อแพะที่มีปริมาณไขมันที่แตกต่างกันพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) โดยพบว่า คุณลักษณะทางด้านกลิ่นเครื่องเทศ และรสเค็มของผลิตภัณฑ์เนื้อเยื่อจากเนื้อแพะที่มีปริมาณไขมันที่แตกต่างกันมีคะแนนความชอบอยู่ในช่วงเฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย ทางด้านคุณลักษณะปรากฏ ความแข็ง ความแน่นเนื้อ ความฉ่ำ และรสหวาน คะแนนความชอบอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ส่วนทางด้านคุณลักษณะทางด้านสีพบว่า คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วงชอบปานกลาง ทางด้านคะแนนความชอบโดยรวมพบว่า เนื้อเยื่อจากเนื้อแพะที่มีปริมาณไขมันร้อยละ 50 มีคะแนนความชอบสูงสุด ( $P\leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อเยื่อจากเนื้อแพะที่มีปริมาณไขมันร้อยละ 30 และ 70 โดยมีค่าคะแนนอยู่ที่ 7.10 6.77 และ 6.37 ตามลำดับ โดยเนื้อเยื่อจากเนื้อแพะที่มีปริมาณไขมันร้อยละ 50 มีค่าคะแนนความชอบอยู่ในช่วงความชอบปานกลาง ซึ่งชุดการทดลองนี้จะถูกคัดเลือกสำหรับการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อเยื่อแพะในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน ปริมาณ PV และ TBARS มีค่าเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา ( $P\leq 0.05$ ) ค่าเปอร์ออกไซด์ แสดงถึงปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างไขมันกับออกซิเจน ซึ่งเป็นสาเหตุให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสเปลี่ยนแปลงและมีกลิ่นหืนเพิ่มขึ้น จากการวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ในภาพที่ 3 พบว่า เนื้อเยื่อแพะมีค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P\leq 0.05$ ) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยชุดทดลองที่ไม่มีการเติมสารต้านการหืนพบว่า มีปริมาณเปอร์ออกไซด์มากที่สุดเมื่อเทียบกับชุดการทดลองอื่น ( $P>0.05$ ) รองลงมาคือ ยี่หระ จันทรแปดกลีบ (เป็ยกัก) อบเชย ตามลำดับ ( $P>0.05$ ) ชุดการทดลอง



ที่มีการเติม BHA ให้ปริมาณเปอร์ออกไซด์น้อยที่สุดตลอดอายุการเก็บรักษา ( $P \leq 0.05$ ) โดยวันที่ 8 ซึ่งเป็นวันสุดท้ายของการเก็บรักษามีปริมาณเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 0.48 มิลลิกรัมของไฮโดรเปอร์ออกไซด์ต่อน้ำหนักตัวอย่าง 1 กิโลกรัม ผลการวิเคราะห์ค่า TBARS เป็นดัชนีที่บ่งถึงการเกิดออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์สามารถเกิดขึ้นเองหรืออาจถูกเร่งโดยสารประกอบพวกฮีมซึ่งมีเหล็กเป็นองค์ประกอบทำให้เกิดสารพวกอัลดีไฮด์หรือคีโตนพบว่า เนื้อเซียงแพะมีค่า TBARS เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น แสดงในภาพที่ 4 โดยชุดทดลองที่ไม่มีการเติมสารกันหืนพบว่า มีปริมาณ TBARS เพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเทียบกับชุดการทดลองอื่น ( $P > 0.05$ ) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kailomsom (2015) ที่ศึกษาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกกะเพราไกลด์ไขมันโดยใช้แป้งบูรร่วมกับแซนแทนกัม จากการทดลองพบว่า ค่า TBARS ของตัวอย่างไส้กรอกกะเพราไกลด์ไขมันโดยใช้แป้งบูรร่วมกับแซนแทนกัมมีค่าไม่เกิน 3.00 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมไขมันเมื่อเก็บรักษา 14 วันอาจมีผลมาจาก เครื่องเทศบางชนิดในส่วนผสมของไส้กรอก และเมื่อพิจารณาในระหว่างชุดการทดลองที่มีการใช้เครื่องเทศพบว่าในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา อบเชยให้ผลของค่า TBARS น้อยที่สุด ( $P > 0.05$ ) โดยให้ค่า TBARS เท่ากับ 4.63 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง รองลงมาคือ ยี่ห่วยและจันทร์แปดกลีบ (เป็ยกัก) โดยให้ค่า TBARS เท่ากับ 4.67 และ 5.21 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพในการป้องกันการหืนพบว่า เครื่องเทศที่ให้ผลประสิทธิภาพในการชะลอการหืนดีที่สุดคือ อบเชย โดยพบว่า เครื่องเทศที่ใช้ในการทำขนมเซียงและมีประสิทธิภาพในการป้องกันการหืนในรูปเครื่องเทศผงได้แก่ อบเชย มีค่าดัชนีการป้องกันการหืนเท่ากับ 1.3 (Kongkan, 2020) อบเชยประกอบไปด้วยองค์ประกอบทางเคมีหลายชนิด โดยสารสำคัญที่พบมากคือ Cinnamaldehyde จัดอยู่ในกลุ่มสารประกอบฟีนอลิก ซึ่งสามารถจับกับอนุมูลเปอร์ออกซิล โดยสารประกอบฟีนอลิกจะให้ไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระ (Sukaim *et al.*, 2020) ถึงแม้ความสามารถในการชะลอการหืนไม่ได้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) แต่เมื่อพิจารณาถึงกลิ่นรสของอบเชยพบว่าเป็นส่วนผสมของเนื้อเซียงในหลายสูตร (Sloyjalung, 2021) จึงได้คัดเลือกเครื่องเทศอบเชยไปใช้ในการพัฒนาสูตรเนื้อเซียงแพะต่อไป

ค่าเปอร์ออกไซด์ แสดงถึงปริมาณเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างไขมันกับออกซิเจน ซึ่งเป็นสาเหตุให้สีของผลิตภัณฑ์ซีดจางลง กลิ่นรสเปลี่ยนแปลงและมีกลิ่นหืนเพิ่มขึ้น จากผลการวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์พบว่า เนื้อเซียงจากเนื้อแพะมีค่าเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยพบว่า ค่า PV จะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในช่วง 30 วันแรกของการเก็บรักษา ( $P \leq 0.05$ ) และจะมีแนวโน้มลดลงภายหลังการเก็บรักษาในวันที่ 60 และ 90 ของการเก็บรักษา แสดงผลในภาพที่ 5 โดยผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะมีค่าเปอร์ออกไซด์เริ่มต้นเท่ากับ 0.22 – 0.30 มิลลิกรัมของไฮโดรเปอร์ออกไซด์ต่อน้ำหนักตัวอย่าง 1 กิโลกรัม การลดลงของค่าเปอร์ออกไซด์อาจมีผลเนื่องมาจากสารไฮโดรเปอร์ออกไซด์ซึ่งเป็นสารประกอบที่ไม่เสถียรเกิดการสลายตัวไปเป็นสารประเภทอัลดีไฮด์และคีโตน ซึ่งมีผลให้ค่า TBARS เพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์อาหารที่เสื่อมเสียคุณภาพและไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคนั้นจะมีค่าเปอร์ออกไซด์สูงเกิน 25 มิลลิกรัมสมมูลย์ของเปอร์ออกไซด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง (Riyaphan *et al.*, 2024) เมื่อเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะในกลุ่มที่มีการเติมเครื่องเทศอบเชยพบว่า ระดับความเข้มข้นของเครื่องเทศอบเชยในปริมาณที่แตกต่างกันและการเก็บรักษาในเวลาต่างกันมีผลต่อค่าเปอร์ออกไซด์ โดยที่เนื้อเซียงแพะที่เติมเครื่องเทศในปริมาณร้อยละ 0.1 มีค่าเปอร์ออกไซด์น้อยที่สุด ( $P > 0.05$ ) รองลงมาคือเนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่มีการเติมเครื่องเทศอบเชยในปริมาณร้อยละ 0.08 0.06 0.04 และ 0.02 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบในระยะเวลาการเก็บรักษาเดียวกัน การเติมเครื่องเทศในปริมาณสูงกว่าจะชะลอการเพิ่มขึ้นของค่าเปอร์ออกไซด์ได้ดีเนื้อเซียงที่มีการเติมปริมาณเครื่องเทศน้อยกว่าหรือที่ไม่มีการเติมเครื่องเทศ

ผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่บรรจุแบบสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสพบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นค่า TBARS มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จากวันที่ 0 จนถึงวันที่ 90 ของการเก็บรักษาพบว่า ค่า TBARS เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) เนื้อเซียงจากเนื้อแพะมีโอกาสที่จะสัมผัสกับออกซิเจนมากขึ้นเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นและอาจเป็นไปได้ว่าหลังจากผ่านการเก็บผลิตภัณฑ์ไปแล้ว จุลินทรีย์ที่มีอยู่อาจเจริญเติบโตขึ้นมากจนสามารถสร้างเอนไซม์หรือสารต่าง ๆ ที่จะไปเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้ ๆ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของ TBARS เกิดจากกลุ่ม คาร์บอนิล ได้แก่ มาลอนอัลดีไฮด์ ซึ่งเป็นสารที่ได้จาก ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในผลิตภัณฑ์และเข้ามาทำ ปฏิกิริยากับโปรตีนในผลิตภัณฑ์ส่งผลให้กลุ่มคาร์บอนิล ไม่มีความอิสระพอที่จะทำปฏิกิริยากับ TBARS จึงเป็นสาเหตุให้ค่า TBARS ในระหว่างการเก็บรักษามีค่าเพิ่มขึ้นแล้วลดลง (Onsamlee, 2016) จากผลการทดลองพบว่า เมื่อเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะในกลุ่มที่มีการเติมเครื่องเทศอบเชยพบว่า ระดับความเข้มข้นของเครื่องเทศ

อบเชยในปริมาณที่แตกต่างกันและการเก็บรักษาในเวลาต่างกันมีผลต่อค่ามีลิกกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ โดยที่เนื้อเซียงแพะที่เติมเครื่องเทศในปริมาณน้อยละ 0.1 จะมีค่ามีลิกกรัมมาลอนอัลดีไฮด์น้อยที่สุด ( $P>0.05$ ) รองลงมาคือเนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่มีการเติมเครื่องเทศอบเชยในปริมาณร้อยละ 0.08 0.06 0.04 และ 0.02 ตามลำดับ

ผลการตรวจปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ของผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่บรรจุแบบสุญญากาศเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 90 วันพบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นทุกระดับความเข้มข้นของเครื่องเทศอบเชย ( $P\leq 0.05$ ) โดยปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ในช่วงวันที่ 0-60 ของการเก็บรักษาของทุกระดับความเข้มข้นของเครื่องเทศอบเชยยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ซึ่งกำหนดไว้ว่าปริมาณ จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา ต้องมีไม่เกิน  $1.0\times 10^5$  และ  $1.0\times 10^2$  CFU/กรัม (Thai Community Product Standards, 2003) สารสำคัญที่พบมากในอบเชยคือ Cinnamaldehyde ซึ่งมีฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์อย่างกว้างขวางเมื่อทดสอบแบบนอกร่างกาย (In vitro) ได้แก่ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียทั้งแกรมบวกและแกรมลบ เช่น *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* ฤทธิ์ต้านเชื้อราในจีนัส *Aspergillus* (Lohalaksanadech et al., 2019)

จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่มีปริมาณเครื่องเทศอบเชยในปริมาณที่แตกต่างกันได้ทำการทดสอบที่วันที่ 0 และ 45 วันของการเก็บรักษา เนื่องจากในวันที่ 60 ของการเก็บรักษามีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เกินมาตรฐานพบว่า ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษาคะแนนเฉลี่ยความชอบของผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะด้านลักษณะปรากฏ สี ความแข็ง ความแน่นเนื้อ ความนุ่ม กลิ่นเครื่องเทศ รสหวาน รสเค็ม ความชอบโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่มีปริมาณเครื่องเทศแตกต่างกัน เมื่อทำการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นพบว่า คะแนนด้านลักษณะปรากฏ สี ความแข็ง ความแน่นเนื้อ ความนุ่ม กลิ่นเครื่องเทศ รสหวาน รสเค็ม ความชอบโดยรวมมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณการเกิดออกซิเดชันของไขมันที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลานาน 45 วัน นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะได้รับคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด 6.95 ในผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่มีการเติมปริมาณอบเชยที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.1 แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคยังคงยอมรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้นาน 45 วัน

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาผลของชนิดเครื่องเทศในการเป็นสารต้านการเกิดออกซิเดชันในผลิตภัณฑ์เนื้อเซียงจากเนื้อแพะ ผลการศึกษาพบว่า เนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่มีปริมาณไขมันร้อยละ 50 ของน้ำหนักเนื้อแพะ มีคะแนนความชอบโดยรวมทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด ( $P\leq 0.05$ ) ผลของการศึกษาชนิดของเครื่องเทศที่มีผลต่อการชะลอการหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชันพบว่า ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา อบเชยให้ผลของค่าเปอร์ออกไซด์และค่า TBARS น้อยที่สุด ( $P>0.05$ ) ผลของการศึกษาอายุการเก็บรักษาและปริมาณเครื่องเทศ เนื้อเซียงจากเนื้อแพะที่เติมอบเชยในปริมาณน้อยละ 0.1 จะมีปริมาณ PV และ TBARS น้อยที่สุด ( $P>0.05$ )

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และได้รับความร่วมมือจาก สาขาวิชาวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารฮาลาล มหาวิทยาลัยฟาฏอนี และภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

### เอกสารอ้างอิง

- AOAC. (2016). *Association of Official Agricultural Chemists* (20<sup>th</sup>ed.). Rockville, U.S.A.: AOAC international.
- A.O.C.S. (2017). *Official methods and recommended practices of the American oil chemists society* (7<sup>th</sup> ed.). U.S.A.: AOCS Press, Champaign.
- Choothin, S., Meenakhom, V. & Kaewkot, A. (2017). Effect of pre-emulsion of Konjac gel and rice bran oil as a substitute of lard on physical and sensory qualities in Chinese sausage. In *The 14<sup>th</sup> National Conference, Kasetsart University Kamphaeng Saen campus*, December 7-8, 2017. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)



- Deesanam, N. & Buawong, P. (2014). Effect on rancidity of Chinese sausage by adding the extracted anthocyanin from black non-glutinous rice bran. In *The 5<sup>th</sup> Rajamangala University of Technology National Conference*, January 15-16, 2014. Ayutthaya: Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi. (in Thai)
- Eadmusik, S., Luddee, M. & Choosuk, N. (2012). Substitution of *M. purpureus* fermented soybean residues for Chinese-style sausage. *The Journal of KMUTNB*, 22(3), 622-631. (in Thai)
- Kaewkot, A., Koonawootrittriron, S., Suwanasopee, T., Suwonsichon, T. & Kayan, A. (2020). The addition of black pepper in beef Chinese sausage products for value added. In *PIM 10<sup>th</sup> National and 3<sup>rd</sup> International Conference*. July 17, 2020. Nonthaburi: Panyapiwat Institute of Management. (in Thai)
- Kailomsom, S. (2015). Product development of reduced fat chicken holy basil sausage using Konjac flour in combination with Xanthan gum. *Journal of Agriculture*, 31(1), 77-87. (in Thai)
- Keawsaard, S. (2012). *Ocimum sanctum* Linn. and free radical scavenging activity. *Journal of Science Ladkrabang*, 21(2), 54-65. (in Thai)
- Klinklan, K., Kerdchoechuen, O. & Laohankunjit, N. (2016). Chemical composition and antioxidant activities of essential oils from clove, mace star, anise and sand ginger. *Agricultural Science Journal*, 47(2), 13-16. (in Thai)
- Kongkan, S. (2020). *Development of massaman flavored Sangyod rice (Oryza sativa L.) spread*. Master's Thesis. Rajamangala University of Technology Thanyaburi. (in Thai)
- Kongratana, V. & Khamin, J. (2020). *Surimi and factors affecting the gel strength of surimi gel*. [Online]. Retrieved April 27, 2024, from: [https://www4.fisheries.go.th/local/file\\_document/20201019155149\\_1\\_file.pdf](https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20201019155149_1_file.pdf). (in Thai)
- Lohalaksanadech, S., Sujarit, C. & Chinnanon, M. (2019). *Effect of natural antimicrobial from herb on quality change of Vannamei shrimp and fish fillet during chilling storage*. Research report. Trang: Rajamangala University of Technology Srivijaya.
- Mattaphong, I. (2019). *Study on the production, marketing and consumer behavior of meat goats in the upper southern Thailand*. Master's Thesis. Prince of Songkla University. (in Thai)
- Muangthai, P., Wiwatchankit, Y. & Kuno, M. (2014). Study on the occurrence of hydroxymethylfuraldehyde from caramellization and maillard reactions in model systems. *Journal Srinakharinwirot University (Science and Technology)*, 6(12), 59-76. (in Thai)
- Office of the Royal Society. (2021). *Department of livestock development promotes goat farming for farmers in the southern border provinces* [Online]. Retrieved April 27, 2024, from: <https://secretary.dld.go.th/webnew/index.php/th/news-menu/dld-editorial-menu/5917-4-2563>. (in Thai)
- Onsamlee, G. (2016). Optimal production process conditions for rancidity reduction in Kao tang product of housewife club of Royal Thai Army Aviation Center, Khao Phra Ngam sub-district, Muang district, Lopburi province. *Journal of Community Development and Life Quality*, 4(3), 429-440. (in Thai)
- Riyaphan, M., Limsakul, N., Boonwong, N., Hamchara, P. & Koomkrong, N. (2024). Quality characteristics of chicken Chinese sausage of SRU products during storage. *Khon Kaen Agriculture Journal Suppl.*, 2, 116-121. (in Thai)
- Sasha, F., Petcharat, S., Prabrat, S., Wunsang, T. & Thongchim, P. (2024). The creation of increasing value for goat meat of entrepreneurs for community enterprise in Thung Pho subdistrict of Saba Yoi district in Songkhla province. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 9(4), 807-818. (in Thai)



- Sloyjalung, T. (2021). *Production and storage of reduced fat ready to eat Chinese fish sausage*. Master's Thesis. Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. (in Thai)
- Sukaim, J., Phonprapai, C., Oontawee, S. & Chanthon, S. (2020). Activities of cinnamon bark extract on antioxidant and alpha-glucosidase inhibition. *Thai Journal of Science and Technology*, 9(5), 659-667. (in Thai)
- Suksripaisal, C. (2016). *Production and storage of ready-to-eat reduced fat Chinese sausage using hurdle technology*. Master's Thesis. Thammasat university.
- Suksripaisal, C. & Theprugsa, P. (2019). Use of tomato and Ang-Kak powder in Chinese sausage. *Thai Journal of Science and Technology*, 27(2), 252-263.
- Thai Community Product Standards. (2003). *Chinese pork sausage* [Online]. Retrieved April 27, 2024, from: [https://fic.nfi.or.th/law/upload/file1/TH\\_1081.pdf](https://fic.nfi.or.th/law/upload/file1/TH_1081.pdf). (in Thai)
- Trade Policy and Strategy Office. (2023). *The situation of Halal food products 2023* [Online]. Retrieved April 27, 2024, from: <https://fhafnb.com/blog/halal-food-market/>.