บทที่ 5

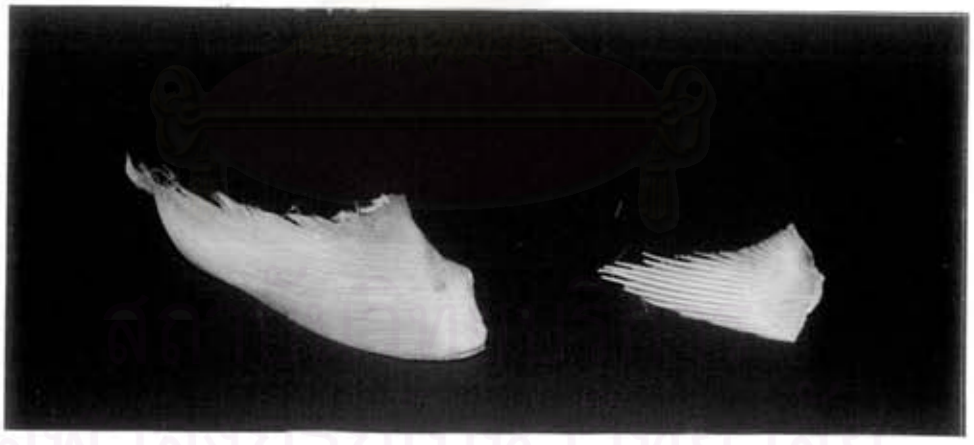
วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 ผลการศึกษาสมบัติของครีบปลาฉลามที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ศึกษาสีของหูฉลามเส้นที่ได้จากครีบของปลาฉลาม 3 ชนิด คือ ปลาฉลามหูดำ , ปลาฉลามหูด่าง และปลาฉลามหูขาว และศึกษาครีบที่ตำแหน่งต่าง ๆ ได้แก่ ครีบหลัง , ครีบอก , ครีบสะโพก และครีบหาง จากที่ได้มีรายงานไว้ว่า ครีบปลาฉลามที่ดีควรให้หูฉลามเส้นมีสีเป็นสีเหลือง ไม่ซีดหรือเป็นสีเทา และสามารถคัดส่วนของหูฉลามเส้นได้ในปริมาณมาก (ประยงค์ อนันทวงศ์ , 2536) สีของหูฉลามเส้นแตกต่างกัน เนื่องจากชนิดและปริมาณของรงควัตถุ (Pigment) ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ (1) คาโรทีนอยด์ (Carotenoids) เป็นกลุ่มของรงควัตถุที่ให้สีเหลือง หรือสีแดง (2) เมลานิน (Melanins) เป็นกลุ่มของรงควัตถุที่ให้สีน้ำตาลถึงดำ ลักษณะของสีที่ปรากฏในหูฉลามเส้นขึ้นอยู่กับปริมาณรงควัตถุ 2 กลุ่มนี้ (Simpson 1982;Hendry and Houghton, 1996) ครีบของปลาฉลามต่างชนิดกันอาจให้หูฉลามเส้นมีสีที่แตกต่างกัน สีที่ปรากฏมีตั้งแต่สีเหลืองถึงสีเหลืองอมเทา ส่วนครีบที่ตำแหน่งต่างกันจะสามารถคัดส่วนของหูฉลามเส้นได้ในปริมาณที่ต่างกัน เนื่องจากความแตกต่างกันของรูปร่าง , ความหนาของครีบ และ ปริมาณของกระดูกฐานครีบ (Hildebrand , 1974) โดยที่ตำแหน่งครีบหลัง ครีบอก และครีบสะโพก ส่วนของกระดูกฐานครีบจะมีรูปร่างเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า (รูปที่ 5.1) ส่วนครีบหางมีรูปร่างเป็นรูปสามเหลี่ยมฐานแคบทรงสูง (รูปที่ 5.2) ซึ่งตำแหน่งครีบหลังและครีบอกมีความหนามากกว่าครีบตะโพกและครีบหาง

จากตาราง 4.1 แสดงค่าสีทางการตรวจพินิจด้วยผู้เชี่ยวชาญ และวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ค่าสีทั้งค่า a* และ b* ที่ได้จากครีบของปลาฉลามทั้ง 3 ชนิด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่ค่าความสว่างของหูฉลามเส้นจากครีบของปลาฉลามหูดำมีค่าน้อยกว่าและแตกต่างจากที่ได้จากครีบของปลาฉลามอีก 2 ชนิด อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) อย่างไรก็ตามสีที่ปรากฏของหูฉลามเส้นที่ได้จากครีบของปลาฉลามทั้ง 3 ชนิดให้สีเป็นสีเหลือง เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบ แต่เนื่องจากปลาฉลามในสกุล

Carcharinus sp. ที่พบมากในเขตน่านน้ำของประเทศไทย คือ ปลาฉลามหูดำ (Carcharinus spallanzani) (ทศพร วงศ์รัตน์ , 2524) จึงเลือกใช้ครีบที่ได้จากปลาฉลามหูดำเป็นวัตถุดิบ แม้ว่าจะให้ค่าความสว่างน้อยกว่าที่ได้จากครีบของปลาฉลามหูด่างและปลาฉลามหูขาว ซึ่งในขั้นตอนการเตรียมหูฉลามเส้นทางการค้าจะนำไปแช่ในสารละลายด่าง เพื่อทำให้หูฉลามเส้นมีลักษณะฟูและมีสีไสสว่างเพิ่มขึ้น (สมบูรณ์ สิริเพชรอมร , สัมภาษณ์) และจากการศึกษาความสัมพันธ์ของตำแหน่งครีบกับปริมาณหูฉลามเส้นที่คัดได้ ดังตารางที่ 4.2 พบว่า ครีบที่ตำแหน่งต่างกัน ให้ปริมาณของหูฉลามเส้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่ตำแหน่งครีบหลังและครีบอก ให้หูฉลามเส้นปริมาณมากกว่าครีบสะโพกและครีบหาง ตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกใช้ครีบของปลาฉลามหูดำที่ตำแหน่งครีบหลัง และ ครีบอก ในการเตรียมหูฉลามเส้นเพื่อใช้ในการผลิตต่อไป เมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งของครีบกับราคาในการซื้อขาย พบว่าทางการค้าจะแบ่งเกรดของครีบฉลามตามความยาวที่วัดจากฐานครีบถึงปลายครีบ และ ชั่งน้ำหนักในการซื้อขาย ไม่ได้คำนึงถึงความหนาบางของครีบ ดังนั้นในการเลือกซื้อ ควรที่จะเลือกที่ตำแหน่งครีบหลังและครีบอก เพราะสามารถคัดส่วนของหูฉลามเส้นได้ในปริมาณที่มากกว่าที่ตำแหน่งครีบสะโพกและครีบหาง ในขณะที่เสียค่าใช้จ่ายเท่ากัน



รูปที่ 5.1 กระดูกฐานครีบจากครีบอกของปลาฉลาม

รูปที่ 5.2 กระดูกฐานครีบจากครีบหางของปลาฉลาม

5.2 ศึกษาเวลาที่ใช้ในการนึ่ง และทำแห้งหูฉลามเส้น

5.2.1 เวลาที่เหมาะสมในการนึ่งหูฉลามเส้น

ขั้นตอนนี้ศึกษาเวลาที่ใช้ในการนึ่งเพื่อทำให้หูฉลามเส้นสุกโดยได้ศึกษาหาช่วงเวลาที่ควรใช้โดยประมาณก่อน แล้วแปรเวลาเป็น 3 ระดับ คือ 2 , 3 และ 4 ชั่วโมง ติดตามผลโดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และ วัดลักษณะเนื้อสัมผัสโดยใช้ Texture Analyzer

ตารางที่ 4.3 แสดงลักษณะเนื้อสัมผัสของหูฉลามเส้นที่ผ่านการนึ่ง โดยใช้ไอน้ำชิงเป็นตัวส่งผ่านความร้อน จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า เวลาในการนึ่งมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ถ้าใช้เวลานึ่งนานขึ้น ค่า Chewiness จะน้อยลง เช่นเดียวกับค่า Hardness และ Springiness ส่วนค่า Cohesiveness มีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากโครงสร้างของโปรตีนคอลลาเจนที่พบในหูฉลามเส้น มีลักษณะเป็นไฟลิเปปไทด์พันกันเป็น

เกลียวคล้ายเส้นเชือก มีแรงยึดเหนี่ยวสูง ทำให้หูฉลามเส้นมีเนื้อสัมผัสเหนียวแข็ง และมีความยืดหยุ่นสูง เมื่อได้รับความร้อนโดยการนึ่ง ไอน้ำจะไฮโดรไลซ์โปรตีนคอลลาเจนให้แปรสภาพไปเป็นเจลาติน โดยโครงสร้างของเจลาตินยังคงรูปเดิมเป็นมัดเกลียว (fibrous) ของคอลลาเจน แต่มีขนาดเล็กลง ทำให้มีความสามารถในการจับน้ำมากขึ้น หูฉลามเส้นจึงมีลักษณะอ่อนนิ่มขึ้น (Ward and Court , 1977) ตารางที่ 4.4 แสดงการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า เวลาในการนึ่งมีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านความยืดหยุ่นระหว่างเคี้ยว และ การยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่เวลาในการนึ่งนาน 3 ชั่วโมง ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับด้านความยืดหยุ่นระหว่างเคี้ยวสูงที่สุด มีค่า Chewiness เท่ากับ 16.37 ± 0.41 g และได้คะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุด ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการนึ่งหูฉลามเส้นที่เหมาะสม คือ ใช้เวลานาน 3 ชั่วโมง

5.2.2 เวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งหูฉลามเส้น

ขั้นตอนนี้ศึกษาเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง ที่อุณหภูมิ 70 ± 5 °C แปรเวลาเป็น 3 ระดับ คือ 3 , 4 และ 5 ชั่วโมง ติดตามผลโดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส , วัดปริมาณความชื้นในหูฉลามเส้นอบแห้ง , ปริมาณการดูดน้ำกลับ และลักษณะเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวัด Texture Analyzer

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าความชื้นของหูฉลามเส้นอบแห้ง และค่าการดูดน้ำกลับ จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า เวลาในการอบแห้ง มีผลต่อค่าการดูดน้ำกลับของหูฉลามเส้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ถ้าเวลาในอบแห้งเพิ่มขึ้น หูฉลามเส้นให้ค่าการดูดน้ำกลับลดลง โดยที่ค่าความชื้นในหูฉลามเส้นอบแห้งมีค่าไม่เกิน 10 % ตารางที่ 4.6 แสดงลักษณะเนื้อสัมผัสของหูฉลามเส้นคืนรูป จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า เวลาในการอบแห้งมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ถ้าเวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้น ค่า Chewiness มีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากค่า Hardness มีค่าเพิ่มขึ้น โดยที่ค่า Cohesiveness และ Springiness มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) การที่เวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้นทำให้หูฉลามเส้นมีเนื้อสัมผัสแห้งแข็งกรอบมากขึ้นและคืนรูปไม่ดี เนื่องจากโปรตีนประกอบที่พบในโครงสร้างของโปรทีโอไกลแคนซึ่งมีส่วนช่วยในการคืนรูปเกิดการหดตัวมากขึ้นเมื่อได้รับความร้อนในการอบแห้ง เพราะเซลสูญเสียน้ำมากขึ้น ทำให้ความสามารถในการจับน้ำเมื่อนำมาคืนรูปมีค่าลดลง (มนตรี จุฬาวัฒนกล , 2530) ตารางที่ 4.7 แสดงค่าการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า เวลาในการอบแห้งมีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านความ

ยึดหยุ่นระหว่างเคี้ยวอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ถ้าเวลาเพิ่มขึ้นให้ค่าการยอมรับลดลง เวลาอบแห้ง 3 และ 4 ชั่วโมง ให้ค่าไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างจากที่ 5 ชั่วโมง ดังนั้นจึงพิจารณาเวลาในการอบแห้ง 3 ชั่วโมง เพราะให้ค่าการดูดน้ำกลับสูงที่สุด มีค่า 64.11 % อย่างไรก็ตาม คะแนนการยอมรับรวมยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ จึงต้องศึกษาภาวะในการผลิตหูฉลามเส้นอบแห้งให้มีค่าการดูดน้ำกลับ และคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงขึ้นในขั้นต่อไป

5.3 ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตซุปหูฉลามกึ่งสำเร็จรูป

ส่วนที่ 1 : ศึกษาการทำแห้งหูฉลามเส้นโดยใช้ตู้อบลมร้อน

5.3.1 ศึกษาการอุ้มน้ำ และการพองตัวของหูฉลามเส้น

หาชนิดของสารและเวลาในการแช่หูฉลามเส้น โดยศึกษาสารที่ใช้ 2 ชนิด คือ สารละลายกรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) 1% (v/v) และสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 1% (w/v) ซึ่งทางการค้ามีการใช้สารละลายด่าง NaOH เพื่อปรับปรุงลักษณะปรากฏด้านสีและขนาดของหูฉลามเส้นอยู่แล้ว ในการทดลองแปรเวลาในการแช่เป็น 5 ระดับ คือ 3 , 4 , 5 , 6 และ 7 ชั่วโมง จุดประสงค์ของการศึกษาในขั้นนี้เพื่อทำให้โครงสร้างของโปรตีนในหูฉลามเส้นพองตัวเพื่อประโยชน์ในการคืนรูป ติดตามผลโดยการชั่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น เลือกภาวะที่ให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นมากที่สุด , วัดสีของหูฉลามเส้นที่ผ่านการแช่ในสารละลายกรดและด่างที่เวลาต่าง ๆ กัน

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นหลังจากแช่ในสารละลายกรดหรือด่างที่เวลาต่าง ๆ พบว่า ชนิดของสาร , เวลา และอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของสาร และเวลาในการแช่หูฉลามเส้น มีผลต่อค่าของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) การแช่ในสารละลายด่าง NaOH 1% จะให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามเวลาที่เพิ่มขึ้น และเพิ่มขึ้นมากที่สุดที่เวลาแช่นาน 4 ชั่วโมง หลังจากนั้นการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักหลังแช่จะมีค่าลดลง และการแช่ในสารละลายกรด H_3PO_4 1% ก็ให้ผลเช่นเดียวกัน แต่การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักจะเพิ่มขึ้นในปริมาณที่น้อยกว่า และใช้เวลานานกว่าที่แช่ใน NaOH 1% โดยน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากที่สุดที่เวลาแช่นาน 6 ชั่วโมง เพิ่มขึ้น 1.82 ± 0.01 เท่า ซึ่งน้อยกว่าเมื่อแช่ใน NaOH 1% นาน 4 ชั่วโมง ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากถึง 2.04 ± 0.01 เท่า เนื่องจากสารละลายกรดหรือด่างทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงประจุของโมเลกุลโปรตีน ในสภาวะที่ pH มีค่าสูงขึ้น ทำให้โปรตีนมีประจุลบ

อิสระเพิ่มขึ้น และเกิดแรงผลักทางไฟฟ้าระหว่างประจุลบอิสระ ทำให้โปรตีนเกิดการพองตัว ส่วนในสภาวะที่ pH มีค่าต่ำลง ทำให้โปรตีนมีประจุบวกอิสระเพิ่มขึ้น และเกิดแรงผลักทางไฟฟ้าระหว่างประจุบวกอิสระ ทำให้โปรตีนเกิดการพองตัวเช่นกัน สามารถดูดซึมน้ำได้เพิ่มขึ้น (deMan , 1990) แต่เมื่อแช่นานขึ้นระดับหนึ่ง การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักจะเพิ่มขึ้นน้อยลง เนื่องจากสารละลายกรดและด่างทำลายพันธะโควาเลนท์และนอนโควาเลนท์ที่เชื่อมระหว่างไกลโคอะมิโนไกลแคน และ แกนโปรตีน ทำให้ไกลโคอะมิโนไกลแคนซึ่งมีประจุลบจำนวนมาก (polyanion) จับกับโมเลกุลของน้ำ หรือ แคทอิออนอื่น ๆ เช่น Na, H อยู่ในสารละลายที่ใช้แช่ (Ward and Court , 1977)

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าความสว่าง (L) และค่าสี (a* , b*) ของหูฉลามเส้นที่ใช้วัดโดยใช้เครื่องวัด Spectrophotometer หลังการแช่ในสารละลายกรด H_3PO_4 หรือด่าง NaOH 1% ที่เวลาต่าง ๆ พบว่า ชนิดของสาร , เวลา และอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของสารและเวลาในการแช่หูฉลามเส้น มีผลต่อค่า L , a* และ b* อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) การแช่ในสารละลายกรดหรือด่างจะให้ค่า L และค่า a* เพิ่มขึ้น ส่วนค่า b* มีค่าลดลงตามเวลาที่เพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบค่า L , a* และ b* ระหว่างการแช่ในกรด H_3PO_4 และด่าง NaOH ที่เวลาเดียวกัน พบว่า การแช่ในกรด H_3PO_4 จะให้ค่า L และค่า a* มากกว่า ส่วนค่า b* จะมีค่าน้อยกว่าการแช่ในด่าง NaOH โดยสีของหูฉลามเส้นที่ปรากฏเมื่อแช่ในกรด H_3PO_4 เป็นสีขาวใส ส่วนที่แช่ในด่าง NaOH ให้สีเป็นสีเหลืองใส เนื่องจาก pH เป็นกรดหรือด่างมีผลทำให้สารพวก Non-collagenous Protein และ Proteoglycan ละลายอยู่ในสารละลายที่แช่ มีผลทำให้หูฉลามเส้นมีลักษณะที่ใสขึ้น หรืออาจเกิดจาก Carotenoids Melanins ซึ่งเป็นรงควัตถุในหูฉลามเส้นสามารถละลายในกรด H_3PO_4 หรือด่าง NaOH ได้แตกต่างกัน (Hendry and Houghton , 1996)

5.3.2 ศึกษาวิธีที่ทำให้หูฉลามเส้นสุก

5.3.2.1 วิธีต้มในน้ำขิง แปรอุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 80 , 90 และ 100 °C เวลา 3 ระดับ คือ 20 , 30 และ 40 นาที ติดตามผลโดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และวัดลักษณะเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวัด Texture Analyzer

ตารางที่ 4.10 - 4.13 แสดงลักษณะเนื้อสัมผัสของหูฉลามเส้นที่ผ่านการแช่ในสารละลาย NaOH 1% นาน 4 ชั่วโมง และทำให้สุกโดยวิธีต้มในน้ำขิง จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า อุณหภูมิ , เวลา และอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิ และเวลาในการต้มในน้ำขิง

มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส ค่า Chewiness , Hardness และ Springiness อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ที่อุณหภูมิและเวลาเพิ่มขึ้น ค่า Chewiness จะมีค่าลดลง เมื่อพิจารณาค่า Hardness ที่อุณหภูมิ 80 °C และ 90 °C ค่า Hardness จะมีค่าลดลง และมีค่าน้อยกว่าที่อุณหภูมิ 100 °C ที่เวลาเพิ่มขึ้น , ค่า Springiness ที่อุณหภูมิ 80 °C จะมีค่าลดลงที่เวลาเพิ่มขึ้น และที่อุณหภูมิ 90 °C , 100 °C ค่า Springiness จะมีค่าเพิ่มขึ้นที่เวลาเพิ่มขึ้น ส่วนค่า Cohesiveness พบว่า อุณหภูมิ และเวลาในการต้มมีผลต่อค่า Cohesiveness อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น ค่า Cohesiveness จะมีค่าลดลง ที่เวลาในการต้มเพิ่มขึ้น ค่า Cohesiveness จะมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากการต้มหูฉลามเส้นที่อุณหภูมิต่ำ หูฉลามเส้นจะค่อย ๆ หดตัว เมื่อเพิ่มเวลาในการต้มนานขึ้นโปรตีนคอลลาเจนจะถูกไฮโดรไลซ์ไปเป็นเจลาตินและโปรทีโอไกลแคน ซึ่งประกอบด้วยโปรตีนจับกับไกลโคอะมิโนไกลแคน ซึ่งสามารถจับกับโมเลกุลของน้ำได้มากขึ้น (มนตรี จุฬาวัฒนกล,2530) ค่า Hardness , Springiness และ Chewiness จึงมีค่าลดลง ส่วนค่า Cohesiveness จะมีค่าเพิ่มขึ้น ตารางที่ 4.14 - 4.17 แสดงค่าการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อุณหภูมิ , เวลา และอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการต้ม มีผลต่อการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี , กลิ่นรส และความยืดหยุ่นระหว่างเคี้ยว อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนด้านการยอมรับรวม พบว่า อุณหภูมิ และ เวลา มีผลต่อการประเมินคุณภาพทางด้านการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งเมื่อพิจารณาแยกตามคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสแต่ละด้านได้ ดังนี้

<u>ด้านสี</u> อุณหภูมิ , เวลา และอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการต้ม มีผลต่อคะแนนด้านสี อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) พบว่า เมื่อใช้อุณหภูมิ 80 °C หรือ 100 °C ที่เวลาเพิ่มขึ้นให้สีที่ด้อยลง คือหูฉลามเส้นที่ได้มีสีเหลืองออกน้ำตาล อาจเกิดจากวิธีต้มหูฉลามเส้นจะสัมผัสกับน้ำขิงโดยตรง ส่งผลให้มีสีน้ำตาลของน้ำขิงเพิ่มขึ้นที่เวลาเพิ่มขึ้น เมื่อต้มที่อุณหภูมิ 90 °C เวลา 30 นาที คะแนนด้านสีของหูฉลามเส้นมีค่าสูงสุด ในขณะที่เวลา 20 นาที ที่อุณหภูมิเดียวกันมีคะแนนต่ำกว่า เนื่องจากหูฉลามเส้นมีความใสน้อยกว่า แม้ว่าสีที่ได้จะอ่อนกว่าก็ตาม

<u>ด้านกลิ่นรส</u> อุณหภูมิ , เวลา และอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการต้ม มีผลต่อคะแนนด้านกลิ่นรส อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) พบว่า เมื่อใช้เวลาเพิ่มขึ้น พิจารณาที่อุณหภูมิเดียวกัน จะให้กลิ่นรสที่ดีขึ้น โดยที่อุณหภูมิ 80 °C เวลา 40 นาที คะแนนด้านกลิ่นรสมีค่าสูงสุด เนื่องจากการให้ความร้อนที่อุณหภูมิดังกล่าวเวลานาน ๆ หูฉลามเส้นจะค่อย ๆ หดตัว ขณะเดียวกันน้ำขิงจะเข้าไปแทรกในโครงสร้างทำให้สามารถลดกลิ่นคาวได้ดี

แต่ถ้าให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง เวลาสั้น ๆ หูฉลามเส้นจะหดตัวอย่างรวดเร็วน้ำขิงไม่สามารถแทรกเข้าไปในโครงสร้างได้ จึงสามารถสกัดกลิ่นคาวได้เฉพาะที่ผิวนอกเท่านั้น

ด้านความยืดหยุ่นระหว่างเคี้ยว (Chewiness) อุณหภูมิ , เวลา และอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการต้ม มีผลต่อคะแนนด้านความยืดหยุ่นระหว่างเคี้ยว อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) พบว่า การใช้อุณหภูมิสูง เวลาสั้น ๆ คะแนนความยืดหยุ่นระหว่างเคี้ยวมีค่าสกัดลง และเมื่อใช้อุณหภูมิสกัดลง พิจารณาที่เวลาเดียวกัน คะแนนการยอมรับจะเพิ่มขึ้น โดยที่อุณหภูมิ 80 °C หรือ 90 °C ใช้เวลา 40 นาที ได้คะแนนการยอมรับด้านนี้สูงสุด เนื่องจากการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาดังกล่าว หูฉลามเส้นจะหดตัว ขณะเดียวกันโครงสร้างของโปรตีนคอลลาเจน และ โปรทีโอไกลแคนจะมีน้ำเข้าไปแทรก คอลลาเจนเกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็นเจลาติน , โปรทีโอไกลแคนจะมีลักษณะนิ่มคล้ายวุ้น

ด้านการยอมรับรวม อุณหภูมิและเวลา มีผลต่อคะแนนการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) พบว่า ที่อุณหภูมิ 80 °C หรือ 90 °C ที่เวลา 40 นาที ได้คะแนนการยอมรับรวมสูงสุด ซึ่งเป็นแนวโน้มเดียวกับด้านกลิ่นรสและความยืดหยุ่นระหว่างเคี้ยว ดังนั้นจึงเลือกใช้ภาวะในการต้มที่อุณหภูมิ 80 °C นาน 40 นาที เพื่อใช้ศึกษาในขั้นต่อไป

5.3.2.2 วิธีนึ่ง โดยใช้ไอน้ำขิงเป็นตัวส่งผ่านความร้อน แปรเวลาเป็น 3 ระดับ คือ 20 , 30 และ 40 นาที ติดตามผลโดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และวัดลักษณะเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวัด Texture Analyzer

ตารางที่ 4.18 แสดงลักษณะเนื้อสัมผัสของหูฉลามเส้นที่ผ่านการแช่ในสารละลาย NaOH 1% นาน 4 ชั่วโมง และทำให้สุกโดยวิธีนึ่งใช้ไอน้ำขิงเป็นตัวส่งผ่านความร้อน จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า เวลาในการนึ่งมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส ค่า Chewiness , Hardness , Cohesiveness และ Springiness อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เวลาในการนึ่งเพิ่มขึ้น ค่า Chewiness จะมีค่าสกัดลง เมื่อพิจารณาค่า Hardness และ Springiness จะมีค่าสกัดลงเช่นเดียวกัน ส่วนค่า Cohesiveness จะมีค่าเพิ่มขึ้น และตารางที่ 4.19 แสดงค่าการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า เวลาในการนึ่งมีผลต่อค่าการประเมินคุณภาพด้านสี ความยืดหยุ่นระหว่างเคี้ยว และการยอมรับรวม อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเวลาในการนึ่งนาน 30 หรือ 40 นาที ได้คะแนนการยอมรับด้านสีสูงกว่าที่เวลานึ่งนาน 20 นาที เนื่องจากการได้รับความร้อนที่เวลานานขึ้นโปรตีนคอลลาเจนจะถูกไฮโดรไลซ์ด้วยไอน้ำ

กลายเป็นเจลาตินได้มากขึ้น สีของหูฉลามเส้นจึงมีลักษณะใสกว่า (Forrest et al. , 1976) ส่วนด้านความยืดหยุ่นระหว่างเคี้ยว พบว่า ที่เวลาในการนึ่งนาน 30 นาที ได้คะแนนสูงที่สุด ดังนั้นที่เวลาในการนึ่งนาน 30 นาที จึงได้คะแนนการยอมรับรวมสูงสุด และมีค่า Chewiness ใกล้เคียงกับหูฉลามเส้นที่ผ่านการนึ่งนาน 3 ชั่วโมง หรือ หูฉลามเส้นที่ผ่านการแช่ในสารละลาย NaOH 1% 4 ชั่วโมง และต้มที่อุณหภูมิ 80 °C นาน 40 นาที

ตารางที่ 4.20 แสดงลักษณะสีของหูฉลามเส้นที่ผ่านการแช่สารละลาย NaOH 1% 4 ชั่วโมง และทำให้สุกในภาวะที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดของแต่ละวิธี พบว่า การนึ่งนาน 30 นาที ค่าความสว่าง (L) , ค่าสีแดง - เขียว (a*) , สีเหลือง - น้ำเงิน (b*) ไม่แตกต่างจากหูฉลามเส้นที่ผ่านการแช่ใน NaOH 1% 4 ชั่วโมง (control) ส่วนการต้มที่อุณหภูมิ 80 °C นาน 40 นาที ให้ค่า L , a* และ b* แตกต่างจากวิธีนึ่งและ control อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากวิธีนึ่งหูฉลามเส้นไม่ได้สัมผัสกับน้ำขิง ซึ่งมีสีน้ำตาลโดยตรงแตกต่างจากวิธีต้ม น้ำขิงจะเข้าไปแทรกอยู่ในโครงสร้าง ทำให้ค่า L และค่าสี a* , b* มีค่าเปลี่ยนแปลงไป ลักษณะของสีที่ปรากฏเป็นสีเหลืองออกน้ำตาลคล้ำ

5.3.3 ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งหูฉลามเส้น

แปรวิธีในการทำให้หูฉลามเส้นสุกเป็นวิธีต้ม และ วิธีนึ่ง โดยเลือกจากภาวะที่เหมาะสมในข้อ 5.3.2 อบที่อุณหภูมิ 70±5 °C แปรเวลาเป็น 3 , 4 และ 5 ชั่วโมง ติดตามผลโดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส , วัดปริมาณความชื้น , ปริมาณการดูดน้ำกลับ และลักษณะเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวัด Texture Analyzer

ตารางที่ 4.21 แสดงค่าความชื้นและการดูดน้ำกลับของหูฉลามเส้นอบแห้งที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70±5 °C จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า วิธีในการทำให้สุก , เวลาในการอบแห้งและอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีในการทำให้สุกและเวลาในการอบแห้งมีผลต่อค่าปริมาณความชื้นของหูฉลามเส้นอบแห้งและปริมาณการดูดน้ำกลับ อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ที่เวลาอบแห้งเพิ่มขึ้น หูฉลามเส้นให้ค่าการดูดน้ำกลับลดลง เนื่องจากโปรตีนประกอบที่พบในโครงสร้างของโปรทีโอไกลแคน ซึ่งมีส่วนช่วยในการคืนรูปเกิดการหดตัวมากขึ้น ทำให้สูญเสียความสามารถในการจับกับน้ำ (มนตรี จุฬาวัฒนทล , 2530) หูฉลามที่ผ่านการทำให้สุกด้วยวิธีนึ่งนาน 30 นาที จะมีค่าการดูดน้ำกลับมากกว่าวิธีต้มที่อุณหภูมิ 80 °C นาน 40 นาที เมื่อเปรียบเทียบที่เวลาอบแห้งเดียวกัน อาจเกิดจากการได้รับความร้อนด้วยวิธีต้ม ซึ่งหูฉลามเส้น

สัมผัสกับความร้อนโดยตรงโปรตีนคอลลาเจนถูกไฮโดรไลซ์ไปเป็นเจลาติน ขณะเดียวกันเกิดการหดตัวอย่างฉาวรเมื่อนำไปอบแห้งและคืนรูปจึงให้ค่าการดูดน้ำกลับน้อยกว่าวิธีนึ่ง ตารางที่ 4.22 - 4.24 แสดงลักษณะเนื้อสัมผัสของหูฉลามเส้นคืนรูป จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า วิธีในการทำให้สุก เวลาในการอบแห้ง และ อิทธิพลร่วมระหว่างวิธีในการทำให้สุก และเวลาในการอบแห้ง มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสค่า Chewiness และ Hardness อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ที่เวลาอบแห้งเพิ่มขึ้น ค่า Chewiness และ Hardness จะเพิ่มขึ้น โดยหูฉลามเส้นที่ผ่านการทำให้สุกด้วยวิธีนึ่งนาน 30 นาที จะให้ค่าน้อยกว่าวิธีต้มที่อุณหภูมิ 80 °C นาน 40 นาที เมื่อเปรียบเทียบที่เวลาอบแห้งเดียวกัน ค่า Cohesiveness พบว่า วิธีในการทำให้สุกมีผลต่อค่า Cohesiveness การทำให้หูฉลามเส้นสุกโดยวิธีนึ่งนาน 30 นาที จะให้ค่า Cohesiveness สูงกว่าวิธีต้มที่อุณหภูมิ 80 °C นาน 40 นาที เนื่องจากเมื่อได้รับความร้อนโดยวิธีนึ่ง ไอน้ำจะไฮโดรไลซ์โปรตีนคอลลาเจนให้แปรสภาพไปเป็นเจลาติน โดยที่โครงสร้างยังคงรูปเดิมเป็นมัดเกลียวของคอลลาเจน แต่มีขนาดเล็กลง ทำให้มีความสามารถในการจับน้ำมากขึ้น ส่วนวิธีต้ม โครงสร้างที่เป็นมัดเกลียวของคอลลาเจนอาจถูกทำลาย ทำให้ความแข็งแรงของพันธะภายในมีค่าลดลง (Ward and Court , 1977) ส่วนค่า Springiness พบว่า เวลาในการอบแห้งมีผลต่อค่า Springiness ที่เวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้น ค่า Springiness จะมีค่าเพิ่มขึ้น ตารางที่ 4.25 - 4.26 แสดงลักษณะสีของหูฉลามเส้นคืนรูป จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า วิธีในการทำให้สุก เวลาในการอบแห้งและอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีในการทำให้สุก และ เวลาในการอบแห้ง มีผลต่อค่าสีแดง - เขียว (a*) , สีเหลือง - น้ำเงิน (b*) อย่างมีนัยสำคัญ ที่เวลาอบแห้งเพิ่มขึ้น ค่า a* และ b* จะเพิ่มขึ้น สีที่ปรากฏจะเป็นสีเหลืองคล้ำ โดยหูฉลามเส้นที่ผ่านการนึ่งนาน 30 นาที จะมีค่าน้อยกว่าวิธีต้มที่อุณหภูมิ 80 °C นาน 40 นาที เมื่อเปรียบเทียบที่เวลาในการอบแห้งเดียวกัน ส่วนค่าความสว่าง (L) พบว่า วิธีในการทำให้สุกมีผลต่อค่า L อย่างมีนัยสำคัญ วิธีนึ่งให้ค่า L สูงกว่าวิธีต้ม ตารางที่ 4.27 - 4.30 แสดงค่าการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของหูฉลามเส้นคืนรูป จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า วิธีในการทำให้สุก เวลาในการอบแห้งและอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีในการทำให้สุก และ เวลาในการอบแห้ง มีผลต่อค่าการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรส และ ความยืดหยุ่นระหว่างเคี้ยว อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนด้านสี พบว่า วิธีในการทำให้สุก มีผลต่อการประเมินคุณภาพด้านสีอย่างมีนัยสำคัญ และ ด้านการยอมรับรวม พบว่า วิธีในการทำให้สุก และ เวลาในการอบแห้ง มีผลต่อการประเมินคุณภาพด้านการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งพิจารณาแยกตามคุณภาพทางประสาทสัมผัสแต่ละด้านได้ดังนี้

ด้านสี วิธีในการทำให้สุก มีผลต่อคะแนนด้านสี อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) พบว่า หูฉลามเส้นที่ผ่านการทำให้สุกโดยวิธีนึ่ง ใช้ไอน้ำขิงเป็นตัวส่งผ่านความร้อนนาน 30 นาที ได้คะแนนการยอมรับด้านสี ดีกว่าวิธีต้มที่อุณหภูมิ 80 °C นาน 40 นาที เนื่องจากวิธีนึ่งหูฉลามเส้นไม่ได้สัมผัสกับน้ำขิงโดยตรง ทำให้สีหลังการอบแห้ง และ คืนรูปมีลักษณะที่ดี ส่วนการต้มหูฉลามเส้นในน้ำขิง สีของน้ำขิง เข้าไปแทรกในโครงสร้างของหูฉลามเส้น ทำให้มีสีคล้ำ คะแนนยอมรับจึงมีค่าต่ำกว่า ขิงเป็นพืชสมุนไพรที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ในแง่ที่ให้กลิ่นรส คือ มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ใช้ดับกลิ่นคาวและมีรสเผ็ด เพราะประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยและสาร Oleo - resin (พยอม ตันติวัฒน์ , 2531) แต่สำหรับรงควัตถุที่ให้สีในขิง พบว่า ยังไม่มีการศึกษาและระบุว่าเป็นชนิดใด

ด้านกลิ่นรส วิธีในการทำให้สุก , เวลาในการอบแห้ง และอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีในการทำให้สุก และ เวลาในการอบแห้ง มีผลต่อคะแนนด้านกลิ่นรส อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) พบว่า หูฉลามเส้นที่ผ่านการทำให้สุกโดยวิธีต้ม ที่อุณหภูมิ 80 °C นาน 40 นาที ได้คะแนนด้านกลิ่นรสแตกต่างกันตามเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง คือ เวลาในการอบแห้งนาน 3 และ 4 ชั่วโมง ได้คะแนนด้านกลิ่นรสดีกว่าที่เวลาในการอบแห้งนาน 5 ชั่วโมง ส่วนวิธีนึ่งที่เวลานาน 30 นาที พบว่า คะแนนด้านกลิ่นรสไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในแต่ละเวลาของการอบแห้ง คือ 3 , 4 และ 5 ชั่วโมง และได้คะแนนด้านกลิ่นรสสูงสุด เนื่องจากวิธีนึ่งหูฉลามเส้นไม่ได้สัมผัสกับน้ำขิงโดยตรง ส่วนการต้มหูฉลามเส้นในน้ำขิง หูฉลามเส้นจะมีกลิ่นรสแปลกปลอมของน้ำขิงเกิดขึ้น เป็นผลทำให้คะแนนด้านกลิ่นรส หลังการอบแห้งและคืนรูปมีค่าต่ำกว่า

ด้านความยืดหยุ่นระหว่างเคี้ยว (Chewiness) วิธีในการทำให้สุก , เวลาในการอบแห้ง , อิทธิพลร่วมระหว่างวิธีในการทำให้สุก และ เวลาในการอบแห้ง มีผลต่อคะแนนด้านความยืดหยุ่นระหว่างเคี้ยวอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) พบว่าหูฉลามเส้นที่ผ่านการทำให้สุกโดยวิธีต้มที่อุณหภูมิ 80 °C นาน 40 นาที คะแนนด้านความยืดหยุ่นระหว่างเคี้ยวแตกต่างกันตามเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง คือ เวลาในการอบแห้งนาน 3 ชั่วโมง มีคะแนนด้านความยืดหยุ่นระหว่างเคี้ยวดีกว่าที่เวลาในการอบแห้งนาน 4 และ 5 ชั่วโมง ตามลำดับ ส่วนวิธีนึ่งที่เวลานาน 30 นาที คะแนนความยืดหยุ่นระหว่างเคี้ยวแตกต่างกันตามเวลาที่ใช้ในการอบแห้งเช่นเดียวกัน ที่เวลาในการอบแห้งนาน 3 และ 4 ชั่วโมง คะแนนความยืดหยุ่นระหว่างเคี้ยวดีกว่าที่เวลาในการอบแห้งนาน 5 ชั่วโมง และที่เวลาอบแห้งนาน 3 และ 4 ชั่วโมง ได้คะแนนความยืดหยุ่นระหว่างเคี้ยวที่ดีที่สุดเมื่อคืนรูป เนื่องจากวิธีนึ่งหูฉลามเส้น ไอน้ำขิงจะ hydrolyze คอลลาเจน

ไปเป็นเจลาติน ส่วนวิธีต้มหูฉลามเส้นในน้ำขิง หูฉลามเส้นสัมผัสกับความร้อนโดยตรง น้ำจะ hydrolyze คอลลาเจนไปเป็นเจลาติน ขณะเดียวกันโปรตีนบางส่วนเกิดการเสียสภาพโดยมีการหดตัวอย่างฉาวร และ ที่เวลาการอบแห้งนานขึ้น การหดตัวจะเกิดมากขึ้น เกิดลักษณะที่แห้งกรอบ เมื่อคืนรูปจะมีลักษณะเหนียวแข็ง แสดงว่าสูญเสียความสามารถในการดูดน้ำกลับ

<u>การยอมรับรวม</u> วิธีในการทำให้สุก และ เวลาในการอบแห้ง มีผลต่อการยอมรับรวม อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) พบว่าหูฉลามเส้นที่ผ่านการทำให้สุกโดยวิธีนึ่งใช้ไอน้ำขิงเป็นตัวส่งผ่านความร้อนนาน 30 นาที ได้คะแนนการยอมรับรวมดีกว่าวิธีต้มที่อุณหภูมิ 80 °C นาน 40 นาที โดยที่คะแนนการยอมรับรวม แตกต่างกันตามเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง คือ เวลาในการอบแห้งนาน 3 ชั่วโมง คะแนนการยอมรับรวมดีกว่าที่เวลาในการอบแห้งนาน 4 และ 5 ชั่วโมงตามลำดับ ซึ่งคะแนนการยอมรับรวมเป็นแนวโน้มเดียวกับด้านสี กลิ่นรส และความยืดหยุ่นระหว่างเคี้ยว ดังนั้นจึงเลือกใช้ภาวะในการทำให้สุก ด้วยวิธีนึ่งใช้ไอน้ำขิงเป็นตัวส่งผ่านความร้อนนาน 30 นาที และ ใช้เวลาในการอบแห้งนาน 3 ชั่วโมง

ส่วนที่ 2 : ศึกษาการทำแห้งเนื้อไก่โดยวิธีทำแห้งเยือกแข็ง

5.3.4 ศึกษาผลของความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และ เวลาในการแช่เนื้อไก่ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อไก่เส้น

แช่เนื้อไก่ส่วนอก ในสารละลายเกลือ และ น้ำตาลอย่างละ 5 % (w/v) แปรความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (STPP) เป็น 0 , 3 และ 5 % (w/v) แปรเวลาเป็น 20 , 30 และ 40 นาที นำไปนึ่งให้สุก ฉีกเนื้อไก่ให้เป็นเส้นและทำแห้งโดยใช้ Freeze Dryer ติดตามผลโดยวัดปริมาณการดูดน้ำกลับ และ ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยเลือกภาวะที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด

ตารางที่ 4.31 แสดงค่าความชื้นและการดูดน้ำกลับของเนื้อไก่เส้นทำแห้ง จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ความเข้มข้นของ STPP และ อิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นและ เวลาในการแช่เนื้อไก่ มีผลต่อค่าความชื้นของเนื้อไก่เส้นอบแห้ง และ ค่าการดูดน้ำกลับของเนื้อไก่เส้นคืนรูปอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อความเข้มข้นของ STPP เพิ่มขึ้น ค่าการดูดน้ำกลับมีค่าเพิ่มขึ้น โดยที่ความชื้นของผลิตภัณฑ์จะมีค่าลดลงที่ความเข้มข้นของ STPP 0 % การดูดน้ำกลับมีค่าลดลง ส่วนความชื้นมีค่าเพิ่มขึ้นที่เวลาแช่เพิ่มขึ้น และมีความเข้มข้นของ

STPP 3 % การดูดน้ำกลับมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนความชื้นมีค่าลดลง ที่เวลาแช่เพิ่มขึ้น และที่ความเข้มข้นของ STPP 5 % การดูดน้ำกลับมีค่าสูงที่สุด ส่วนความชื้นมีค่าต่ำสุด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่เวลาแช่ต่างกัน เนื่องจากคุณสมบัติของสาร STPP มีความสามารถในการดูดน้ำสูง และสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงประจุไฟฟ้า (electrical charges) มีผลต่อโปรตีนกล้ามเนื้อ ซึ่งประกอบด้วยแอกตินและไมโอซิน จัดเรียงตัวเป็นโครงสร้างที่ซับซ้อน โดยสารฟอสเฟตจะทำลายพันธะอิออนิก (ionic bonds) ของโปรตีนกล้ามเนื้อ แยกโครงสร้างของโปรตีนไมโอซินออกมา ทำให้มีกลุ่มของประจุลบอิสระเพิ่มขึ้น เกิดแรงผลักทางไฟฟ้า (electrostatic repulsion) โปรตีนจึงพองตัว และประจุลบอิสระของไมโอซินสามารถจับกับกลุ่มของประจุบวกอิสระของไมเลกุลน้ำได้ ทำให้สามารถดูดน้ำคืนได้ดี (Dziezak , 1990)

ตารางที่ 4.32 แสดงค่าการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ความเข้มข้นของ STPP , เวลาในการแช่ , อิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นและเวลาในการแช่มีผลต่อค่าการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และ การยอมรับรวม อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ที่ความเข้มข้นของ STPP 0 % หรือระดับที่ไม่มีการใช้ STPP คะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่เวลาแช่ต่างกัน ส่วนการแช่เนื้อไก่ใน STPP ที่ความเข้มข้น และ เวลาแช่เพิ่มขึ้น คะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม มีค่าลดลงเนื่องจากสารฟอสเฟตทำให้เนื้อไก่ มีลักษณะใสคล้ายกับเนื้อไก่ดิบ ทำให้เนื้อไก่สูญเสียกลิ่นรส และเนื้อสัมผัสมีลักษณะคล้ายฟองน้ำ (Dziezak , 1990) โดยลักษณะดังกล่าวจะเกิดมากขึ้นเมื่อใช้ STPP ในปริมาณสูงขึ้น และแช่นานขึ้น ดังนั้นการใช้ที่ความเข้มข้นและเวลาแช่เหมาะสม จะทำให้คะแนนการยอมรับด้านต่าง ๆ มีค่าสูง โดยพบว่าภาวะที่เหมาะสม คือ ที่ความเข้มข้น 3 % ใช้เวลาแช่นาน 20 นาที คะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และ การยอมรับรวมมีค่าสูงสุด

ส่วนที่ 3 : ศึกษาการทำซุปผงโดยใช้ Dry - Mix

5.3.5 ศึกษาหาสูตรของซุปผงที่เหมาะสม

ผสมส่วนประกอบที่เป็น Dry Solid ส่วนประกอบประกอบด้วย (1) pregel corn starch แปรปริมาณ 70 - 85 % (2) yeast autolysate แปรปริมาณ 5 - 15 % (3) red onion powder แปรปริมาณ 5 - 15 % กำหนดให้ส่วนประกอบอื่น ๆ คงที่ ติดตามผลโดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเลือกสูตรที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุด

ตารางที่ 4.33 แสดงค่าการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ปริมาณของ pregel corn starch , yeast autolysate และ red onion powder ที่ต่างกันมีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านสี , กลิ่นรส , ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ 6 ซึ่งประกอบด้วย pregel corn starch , yeast autolysate และ red onion powder เท่ากับ 79% , 10.5% , 10.5% ตามลำดับ ได้คะแนนการยอมรับด้านสี , กลิ่นรส ของซุปไก่ และมีลักษณะข้นพอเหมาะ ส่วนสูตรอื่น ๆ จะได้คะแนนการยอมรับด้านต่าง ๆ ต่ำกว่า พิจารณาแยกแต่ละด้านได้ดังนี้

<u>ด้านสี</u> สูตรที่ 1 กับ 2 , สูตรที่ 4 กับ 5 และ สูตรที่ 3 กับ 6 ได้คะแนนการยอมรับด้านสีไม่แตกต่างกัน เนื่องจากประกอบด้วย red onion powder ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ให้สีน้ำตาลแดงในปริมาณใกล้เคียงกัน สูตรที่ 1 กับ 2 ได้คะแนนการยอมรับด้านสีต่ำ เนื่องจากประกอบด้วย red onion powder สูงถึง 15 % ทำให้ซุปมีสีเข้มมาก

<u>ด้านกลิ่นรส</u> สูตรที่ 2 กับ 3 และ สูตรที่ 3 , 4 และ 6 ได้คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นรสไม่แตกต่างกัน เนื่องจากประกอบด้วย yeast autolysate ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ให้กลิ่นรสของซุปในปริมาณ 5 - 10.5 % สูตรที่ 1 กับ 5 ได้คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นรสต่ำ เนื่องจากประกอบด้วย yeast autolysate สูงถึง 15 % ทำให้ซุปมีกลิ่นรสของ yeast แรงมาก

<u>ลักษณะเนื้อสัมผัส</u> สูตรที่ 2 กับ 5 และ สูตรที่ 1 , 3 และ 4 ได้คะแนนการยอมรับด้านลักษณะเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกัน เนื่องจากประกอบด้วย pregel corn starch ในปริมาณที่มากหรือน้อยเกินไป ซุปจึงมีลักษณะข้นมากหรือเหลวเกินไป คะแนนการยอมรับด้านลักษณะเนื้อสัมผัสจึงต่ำกว่าในสูตรที่ 6

ด้านการยอมรับรวม คะแนนการยอมรับรวมจากผลการทดลองพบว่า สอดคล้องกับคะแนนการยอมรับด้านลักษณะเนื้อสัมผัส , กลิ่นรส และ สี ตามลำดับ

5.4 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ซุปหูฉลามกึ่งสำเร็จรูป

วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ซุปหูฉลามกึ่งสำเร็จรูป จากตารางที่ 4.34 พบว่า ผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยโปรตีน , ไขมัน และ คาร์โบไฮเดรต ในปริมาณคิดเป็นเปอร์เซนต์ เท่ากับ 8.83 , 1.22 และ 4.31 ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังประกอบด้วยแร่ธาตุและกากใยอีกในปริมาณเล็กน้อย จะเห็นว่า เป็นผลิตภัณฑ์ที่ให้ประโยชน์ต่อร่างกายในแง่ของการให้พลังงานเป็นส่วนใหญ่โดยผลิตภัณฑ์ซุปหูฉลาม 1 serving ซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมตามอัตราส่วนที่กำหนด ให้พลังงาน 63.54 กิโลแคลอรี

5.5 ศึกษาวิธีการคืนรูปของผลิตภัณฑ์ซุปหูฉลามกึ่งสำเร็จรูป

แปรวิธีการคืนรูป 2 วิธี คือ (1) เทน้ำเดือดลงในผลิตภัณฑ์ซุปหูฉลามกึ่งสำเร็จรูป นาน 3 นาที (2) นำหูฉลามเส้นและเนื้อไก่เส้น ต้มในน้ำเดือดนาน 3 นาที ช้อนขึ้นใส่ภาชนะ เทเครื่องปรุงรสลงในน้ำที่ใช้ลวก ติดตามผลโดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพื่อหาวิธีการคืนรูปที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.35 แสดงค่าการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยที่การคืนรูปด้วยวิธีแยกปรุงรสระหว่างส่วนเนื้อกับเครื่องปรุงรส ได้คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นรส , ลักษณะปรากฏ และ การยอมรับรวมสูงกว่า วิธีที่ปรุงส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ซุปหูฉลามกึ่งสำเร็จรูปพร้อมกัน อาจเนื่องจากส่วนเนื้อสามารถคืนรูปในน้ำเดือดได้ดีกว่าในน้ำซุปซึ่งประกอบด้วยแป้งข้าวโพดพรีเจล เป็นส่วนที่เมื่อจับกับโมเลกุลของน้ำจะให้ลักษณะข้นหนืด ทำให้มีโมเลกุลของน้ำอิสระเหลืออยู่น้อย ส่วนหูฉลามและเนื้อไก่จึงดูดน้ำกลับได้น้อย ส่งผลให้รสชาติของผลิตภัณฑ์ไม่กลมกล่อม , ลักษณะเนื้อสัมผัสของหูฉลามเหนียวแข็ง คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นรส , ลักษณะปรากฏ และ การยอมรับรวม จึงต่ำกว่าวิธีการแยกปรุง ดังนั้น ในการบริโภคผลิตภัณฑ์ซุปหูฉลามกึ่งสำเร็จรูป ควรคืนรูปด้วยวิธีแยกปรุงระหว่างส่วนเนื้อและเครื่องปรุงรส

5.6 ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ซุปหูฉลามกึ่งสำเร็จรูป

บรรจุผลิตภัณฑ์แต่ละส่วนในภาชนะบรรจุแยกกัน เก็บที่อุณหภูมิห้อง ที่เวลาต่าง ๆ นำมาตรวจสอบคุณภาพทุก 1 เดือน เป็นเวลา 4 เดือน

ตารางที่ 4.36 แสดงค่าความชื้นของหูฉลามเส้น , เนื้อไก่เส้น เก็บในถุงลามิเนทชนิด Nylon / LLDPE ขาวขุ่น ความหนา 140 μm และ ซุปผง เก็บในถุงลามิเนทชนิด PEt / PE / Al / copolymer resin ความหนา 80 μm ส่วนตารางที่ 4.37 แสดงค่าเปอร์ออกไซด์ของเครื่องปรุงรส ส่วนน้ำมันงา + เหล้าจีน เก็บในถุงลามิเนทชนิด Nylon / PE / ionomer resin ความหนา 78 μm และตารางที่ 4.38 - 4.39 แสดงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณเชื้อยีสต์รา ในส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ซุปหูฉลามกึ่งสำเร็จรูปทั้ง 4 ส่วน พบว่า อายุการเก็บมีผลต่อค่าความชื้น , ค่าเปอร์ออกไซด์ , ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณเชื้อยีสต์ราของผลิตภัณฑ์ในแต่ละส่วนอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยจะมีค่าเพิ่มขึ้นที่อายุการเก็บเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม เมื่อเก็บเป็นเวลานาน 4 เดือน ค่าต่าง ๆ นี้ มีค่าไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนด (ภาคผนวก ฉ) ตารางที่ 4.40 - 4.42 แสดงค่า การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของหูฉลามเส้นอบแห้งคืนรูป , เนื้อไก่เส้นทำแห้งคืนรูป และ ส่วนน้ำซุปซึ่งเตรียมจากผลิตภัณฑ์ในแต่ละส่วน เก็บที่เวลาต่าง ๆ เป็นเวลานาน 4 เดือน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และมีคะแนนการยอมรับอยู่ในระดับสูง แสดงว่า ผลิตภัณฑ์ซุปหูฉลามกึ่งสำเร็จรูปที่ผลิตนี้ สามารถเก็บได้นานกว่า 4 เดือน ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทร่วมกับการใช้สารดูดความชื้นและสารป้องกันออกซิเจน

5.7 ศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ซุปหูฉลามกึ่งสำเร็จรูปในกลุ่มผู้บริโภคทั่วไป

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ซุปหูฉลามกึ่งสำเร็จรูปที่ผลิตได้นี้ไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบที่เป็นผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 15 คน ใช้แบบทดสอบ hedonic scale คะแนนเต็ม 9

ตารางที่ 4.43 แสดงค่าการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปหูฉลามกึ่งสำเร็จรูป พบว่า คะแนนการยอมรับทางด้านสีและลักษณะปรากฏอยู่ในระดับชอบมาก ผลิตภัณฑ์มีสีและลักษณะปรากฏน่ารับประทานมาก , ด้านกลิ่นรสอยู่ในระดับชอบปานกลาง

ผู้ทดสอบบางคนมีข้อคิดเห็นว่า ผลิตภัณฑ์ยังขาดกลิ่นหอมและเสนอแนะว่าควรเติมซอสเปรี้ยวและผักชี เวลาปรุงเสร็จและเสริฟในลักษณะนี้ , ด้านลักษณะเนื้อสัมผัสอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ชอบและพอใจเนื้อสัมผัสของเนื้อไก่เส้นแล้ว แต่สำหรับหูฉลามเส้น ผู้ทดสอบให้ข้อคิดเห็นว่า บางเส้นของหูฉลามเส้นมีลักษณะเหนียวและแข็ง เนื่องจากเส้นของหูฉลามมีขนาดแตกต่างกัน แม้ว่าจะเตรียมจากครีบเกรดเดียวกัน เส้นหูฉลามที่มีขนาดใหญ่เมื่อคืนรูปจึงมีลักษณะเหนียวและแข็งกว่าเส้นหูฉลามขนาดเล็ก ข้อเสนอแนะ ควรคืนรูปผลิตภัณฑ์ส่วนหูฉลามเส้นด้วยวิธีต้มในน้ำเดือด และศึกษาว่าต้องใช้เวลาเท่าไรจึงจะทำให้หูฉลามเส้นอ่อนนิ่มทั้งหมด ซึ่งเชื่อว่าคะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดยรวมจะดีขึ้น รวมทั้งคะแนนความชอบโดยรวมซึ่งผู้ทดสอบชอบผลิตภัณฑ์ซุปหูฉลามกึ่งสำเร็จรูปแค่ระดับปานกลางจะมีคะแนนอยู่ในระดับที่สูงขึ้นด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย