

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การวิเคราะห์คุณภาพปลาสาวยรมควันที่ผู้ทดลองยอมรับ

เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีกำหนดคุณภาพมาตรฐานสำหรับผลิตภัณฑ์ปลาสาวยรมควันไว้ จึงต้องศึกษาสมบัติทางกายภาพบางอย่างของผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการผลิตขั้นต่อไป สำหรับการทดลองนี้ ดังนั้นจึงได้ผลิตปลาสาวยรมควันโดยแช่ fillet ในน้ำเกลือเข้มข้น 15% เป็นเวลานาน 7 นาที ล้างผ่านน้ำไหลเป็นเวลา 30 วินาที ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ 1 ชั่วโมงแล้วจึงอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง และรมควันโดยใช้ก้ามมะพร้าวเป็นแหล่งควันที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 30, 60, 90 และ 120 นาที ซึ่งสภาวะที่เลือกใช้ในการไล่เกลือและรมควันได้จากเอกสารเผยแพร่การแปรรูปสัตว์น้ำของกองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี ลักษณะทั่วไป ลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับรวม พร้อมทั้งวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4.1 พบว่า ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่รมควันเป็นเวลา 2 ชั่วโมง มีความชื้น 71.28% เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบมากที่สุด โดยมีคะแนนความชอบสี 7.50 ลักษณะปรากฏ 7.88 ลักษณะเนื้อสัมผัส 7.63 และคะแนนการยอมรับรวม 7.75 ขณะที่ตัวอย่างอื่นมีความชื้นอยู่ในช่วง 76.62-72.83% มีคะแนนความชอบทุกลักษณะต่ำกว่า ($P < 0.05$) ผลิตภัณฑ์ที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุดมีสีน้ำตาลเหลือง ถึงสีน้ำตาลทอง เนื้อสัมผัสเรียบนุ่ม มีความยืดหยุ่นไม่กระด้าง ลักษณะผิวตึง เรียบ มีความนุ่มลื่นมัน สีสมน้ำเสมอ ขณะที่ตัวอย่างอื่นซึ่งความชื้นสูงกว่าสีอ่อนค่อนข้างซีด เนื้อสัมผัสไม่แน่น มีความยืดหยุ่นน้อยกว่า ลักษณะผิวไม่เรียบและเป็นเงามันน้อยกว่า ซึ่งถ้าพิจารณาจากคะแนนการยอมรับรวม ที่เป็นคะแนนของลักษณะต่าง ๆ รวมกันแล้ว ผลิตภัณฑ์ที่รมควันเป็นเวลา 2 ชั่วโมง มีคุณภาพดีที่สุด พบว่าตัวอย่างปลารมควันดังกล่าวมีลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัสคล้าย smoked chubs ซึ่งนิยมบริโภคในสหรัฐอเมริกา smoked chubs มีสีน้ำตาลทอง (golden brown) ลักษณะเนื้อสัมผัสเรียบ นุ่ม มีความยืดหยุ่นไม่กระด้าง และมีค่าความชื้นอยู่ระหว่าง 61.19-72.65% (50) ซึ่งเป็นความชื้นที่เท่ากับหรือต่ำกว่าตัวอย่างปลารมควันที่มีคะแนนการยอมรับสูงสุดในงานทดลองนี้ ดังนั้นจึงเลือกความชื้นประมาณ 71% หรือต่ำกว่า ซึ่งใช้เวลารมควันประมาณ 2 ชั่วโมงขึ้นไป เป็นเกณฑ์ในการผลิตขั้นต่อไป

5.2 การเตรียมและวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบ

ปลาสดที่ใช้ในการทดลองนี้ ได้จากตลาดปลาหน้าจืด สะพานปลากรุงเทพฯ จัดส่งมายังห้องทดลองในสภาพยังมีชีวิต จึงสดมาก ผลจากการตรวจพินิจความสดพบว่า ปลามีลักษณะตาแดงนูน สีดำใส เหงือกแดงหรือชมพูจัด ผิวหนังเรียบเป็นเงา เนื้อสัมผัสยืดหยุ่น หนังท้องไม่แตกยุ่ย มีความยืดหยุ่นดีและใส ซึ่งสอดคล้องกับการกำหนดลักษณะปลาสด โดยกองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำกรมประมง (43) และจากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสดหรือค่า K พบว่ามีค่าเท่ากับ 10.77% โดยทั่วไปค่า K ประมาณ 20% จัดว่าเป็นปลาที่สดมาก จนสามารถบริโภคได้ เนื่องจากโปรตีนในเนื้อปลายังไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพ (46) ดังนั้นปลาที่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการทดลองนี้จึงสดมาก การใช้วัตถุดิบที่มีความสดจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี ไม่ว่าจะเป็นสี กลิ่นรส หรือลักษณะเนื้อสัมผัส และการเลือกใช้ปลาในสภาพยังมีชีวิตจะทำให้สามารถควบคุมความสม่ำเสมอในด้านความสดของวัตถุดิบได้ดีกว่าด้วย

สำหรับองค์ประกอบโดยประมาณของเนื้อปลาที่ใช้ พบว่ามีโปรตีน 16.89% ไขมัน 2.23% ความชื้น 79.22% และเถ้า 1.35% ซึ่งใกล้เคียงกับเนื้อปลาสดทั่วไป ที่มีค่าโปรตีนโดยเฉลี่ย 16-19% ความชื้น 70-80% ไขมัน 1-5% (51) จะเห็นได้ว่าปริมาณไขมันในเนื้อปลาสวยค่อนข้างสูง (มากกว่า 2%) เมื่อเปรียบเทียบกับปลาชนิดอื่น (52) ไขมันดังกล่าวนี้เป็นไขมันในกล้ามเนื้อ (intramuscular fat) ซึ่งมองไม่เห็นด้วยตาเปล่าเป็นส่วนใหญ่ ปลาที่มีไขมันในปริมาณขนาดนี้เหมาะที่จะนำมาผลิตปลารมควัน เพราะจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อนุ่มชวนบริโภค และความรู้สึกขณะเคี้ยวไม่กระด้าง

5.3 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการใส่เกลือและรมควันโดยใช้กามมะพร้าว เป็นแหล่งควัน

5.3.1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการใส่เกลือ

5.3.1.1 การใส่เกลือแบบแช่ชิ้นปลาในน้ำเกลือ

ได้ศึกษาความเข้มข้นและเวลาแช่ที่เหมาะสมในการแช่ปลาในน้ำเกลือ โดยแปรความเข้มข้นของน้ำเกลือ 3 ระดับ คือ 15, 20 และ 26% โดยเวลาที่แช่ปลาในน้ำเกลือเป็น 10, 20 และ 30 นาที แล้วผลิตปลารมควันและทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัสทุกตัวอย่าง พบว่าความเข้มข้นของน้ำเกลือ และเวลาที่แช่ปลาในน้ำเกลือไม่มีผลกับสี และลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ แต่มีผลต่อลักษณะปรากฏอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) และมีอิทธิพลเสริมระหว่างความเข้มข้นของน้ำเกลือกับเวลาแช่ปลาต่อความเค็ม กลิ่นรส และการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์อย่างมี

นัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 4.3)

ผลจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนลักษณะปรากฏของปลาสวายรมควันแสดงในรูปที่ 4.1 และตารางที่ 4.1 พบว่า น้ำเกลือเข้มข้น 15% ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนลักษณะปรากฏสูงที่สุด (8.03) ขณะที่น้ำเกลือเข้มข้น 26% ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนลักษณะปรากฏต่ำสุด (7.72) แต่ก็ยังอยู่ในช่วงชอบถึงชอบมาก (คะแนน 7-8)

ในด้านความเค็ม (รูปที่ 4.1 และตารางที่ 4.5) พบว่าเมื่อใช้น้ำเกลือเข้มข้น 15% เวลาในการแช่ปลาไม่มีผลกับความเค็มของผลิตภัณฑ์ ($P < 0.05$) ขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่แช่ในน้ำเกลือ 20 หรือ 26% เป็นเวลา 20 และ 30 นาที มีคะแนนรสชาติด้านความเค็มต่ำกว่าพวกที่ผ่านการแช่เป็นเวลา 10 นาที อย่างเห็นได้ชัด ($P < 0.05$) ผลดังกล่าวนี้ แสดงว่าเมื่อแช่ปลาในน้ำเกลือที่เข้มข้นมากกว่า 15% เป็นเวลานานเกินไปจะทำให้เกลือซึมเข้าสู่เนื้อเยื่อปลาในปริมาณมากเกินระดับที่เหมาะสมกับความชอบของผู้บริโภค คะแนนความชอบความเค็มของผู้ทดสอบจึงลดลง ดังนั้นจึงพิจารณาเฉพาะกรณีที่ใช้เวลา 10 นาที เท่านั้น เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการผลิต ที่เวลาดังกล่าวนี้ คะแนนความเค็มของผลิตภัณฑ์ที่แช่น้ำเกลือที่ความเข้มข้นทั้ง 3 ระดับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญนอกจากนั้นยังพบว่า คะแนนกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ (รูปที่ 4.1 และตารางที่ 4.6) มีแนวโน้มเช่นเดียวกับคะแนนความชอบด้านความเค็ม ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ความเค็มมีผลโดยตรงต่อกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ เพราะทุกตัวอย่างใช้เวลาในการรมควันเท่ากัน จึงควรมีกลิ่นไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ตัวอย่างที่รสเค็มจัดเกินไปอาจทำให้ผู้ทดสอบเกิดทัศนคติในทางลบกับกลิ่นของผลิตภัณฑ์ด้วย คะแนนกลิ่นรสถ่ำลง ส่วนคะแนนการยอมรับรวมในรูปที่ 4.1 และตารางที่ 4.7 นั้นมีแนวโน้มส่วนใหญ่สอดคล้องกับคะแนนด้านกลิ่นรสและความเค็ม แต่พบว่าในตัวอย่างที่แช่น้ำเกลือ 10 นาทีเท่ากัน พวกที่แช่น้ำเกลือ 20 และ 26% มีคะแนนการยอมรับรวมสูงกว่าพวกที่แช่น้ำเกลือ 15% อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) จากคะแนนลักษณะต่าง ๆ ที่สรุปได้จึงเลือกเวลาแช่ 10 นาทีไว้พิจารณาร่วมกับค่า WPS และความชื้นของผลิตภัณฑ์ต่อไป

ค่าเฉลี่ยและการวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณ WPS แสดงในรูปที่ 4.2 และตารางที่ 4.8 4.9 พบว่า ความเข้มข้นของน้ำเกลือและเวลาที่แช่ปลาในน้ำเกลือมีผลเสริมซึ่งกันและกันต่อปริมาณ WPS ของผลิตภัณฑ์ ($P < 0.01$) โดยอัตราการเพิ่มของปริมาณ WPS จะสูงขึ้นเมื่อเวลาแช่เพิ่มมากขึ้นและความเข้มข้นน้ำเกลือสูงขึ้น ($P < 0.05$) และที่ทุกเวลาแช่เดียวกัน ปริมาณ WPS ในผลิตภัณฑ์ที่แช่น้ำเกลือเข้มข้น 26% จะสูงกว่าพวกที่แช่น้ำเกลือ 20 และ 15% อย่างชัดเจน และที่เวลาแช่ 10 นาที เฉพาะผลิตภัณฑ์ที่แช่น้ำเกลือ 26% เท่านั้นที่มีค่า WPS 3.39%

ซึ่งสูงกว่า 3% ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ต้องการสำหรับการยับยั้งการเจริญและผลิตสารพิษของเชื้อ Clostridium botulinum (47)

ในด้านความชื้น (รูปที่ 4.2 และตารางที่ 4.8 4.10) พบว่า ความเข้มข้นของน้ำเกลือมีผล เสริมกับ เวลาในการแช่ปลาต่อปริมาณความชื้นของปลาสายลมควันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่ปริมาณความชื้นจะมีอัตราลดลง เมื่อเวลาแช่ปลาเพิ่มจาก 20 เป็น 30 นาที และอัตราการลดลงจะเพิ่มมากขึ้น เมื่อความเข้มข้นของน้ำเกลือสูงขึ้น ส่วนที่เวลาแช่น้ำเกลือ 10 นาที ความชื้นที่ความเข้มข้นน้ำเกลือ 3 ระดับ ไม่แตกต่างกันและยังอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมที่ผู้บริโภคยอมรับได้คือไม่เกิน 71% เมื่อพิจารณาปริมาณเกลือและความชื้นของผลิตภัณฑ์จะเห็นว่า เมื่อเกลือในเนื้อ เยื่อเพิ่มสูงขึ้น ความชื้นหรือปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์จะมีแนวโน้มต่ำลง ปฏิภาณกลับดังกล่าวนอกจากจะเป็นผลจากการวัดปริมาณสารแต่ละชนิดต่อหน่วยน้ำหนักแล้วยังอาจมีผลจากการแปรสภาพของโปรตีน เนื่องจากปริมาณเกลือเพิ่มสูงขึ้นใน เนื้อ เยื่อจน เป็นผลให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของโปรตีนลดลง (53) อีกด้วย

ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้ เลือก เวลาที่เหมาะสมสำหรับการแช่ขึ้นปลา ในน้ำเกลือเป็นเวลา 10 นาที ซึ่งเป็นเวลาที่สั้นที่สุดในการทดลองที่เวลาดังกล่าว ความเข้มข้นของน้ำเกลือทั้ง 20 และ 26% ให้ผลิตภัณฑ์ที่คะแนนการยอมรับรวมสูงกว่าที่ 15% แต่เมื่อพิจารณาปริมาณ WPS ประกอบด้วยจะเห็นว่า เฉพาะตัวอย่างที่แช่น้ำเกลือ 26% เป็นเวลา 10 นาที เท่านั้น ที่มีค่า WPS สูงกว่า 3% จึงเลือกความเข้มข้นน้ำเกลือและเวลาดังกล่าวนี้เป็นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการแช่น้ำเกลือ เพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

5.3.1.2 การหมัก เกลือแบบแห้ง

ได้ศึกษาอัตราส่วนเกลือ:ปลา และ เวลาหมักที่เหมาะสมในการใส่เกลือแบบแห้ง โดยแปรอัตราส่วนเกลือ:ปลา 3 ระดับคือ 1:3 1:5 และ 1:7 กับเวลาหมักปลาในเกลือเป็น 20 30 และ 40 นาที แล้วผลิตปลารมควันและทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัส พบว่า อัตราส่วนเกลือ:ปลา และ เวลาหมักเกลือไม่มีผลต่อสี ลักษณะปรากฏ และลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ แต่มีผลต่อกลิ่นรสอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่ามียูทิลร่วมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งระหว่างปัจจัย ทั้ง 2 ต่อคะแนนความเค็มและการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 4.11)

จากรูปที่ 4.3 และตารางที่ 4.12 ที่เวลาหมัก 20-30 นาที อัตราส่วนเกลือ:ปลา และ เวลาหมัก เกลือมีผล เสริมซึ่งกันและกันต่อคะแนนความ เค็มของผลิตภัณฑ์โดยที่คะแนนความ เค็ม

จะมีอัตราลดลงเร็วกว่าที่เวลาหมักนาน และอัตราส่วนของเกลือ:ปลาสูง ($P < 0.05$) แต่อัตราการลดมีจุดสูงสุดที่เวลาหมัก 30 นาที เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะที่เวลาดังกล่าวนี้ เกลือได้ซึมเข้าสู่เนื้อปลาในปริมาณเกินกว่าระดับที่ผู้บริโภคยอมรับแล้ว แม้เวลาหมักจะเพิ่มสูงขึ้น หรือผลิตภัณฑ์จะมีรส เค็มจัดขึ้น ผู้ทดสอบก็ไม่ได้ให้ความสำคัญในการพยายามแยกแยะลักษณะดังกล่าว หรืออีกเหตุผลหนึ่งอาจ เนื่องจาก เกลือได้ซึมเข้าไปในเนื้อ เยื่อปลามีความเข้มข้นของเกลือในเนื้อ เกือบ เท่ากับความเข้มข้นภายนอก เนื้อ เยื่อหรือใกล้จุดสมมูลแล้วอัตราการซึมผ่าน เข้าจึงลดลง แม้เวลาหมักจะสูงขึ้น

สำหรับคะแนนกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ (รูปที่ 4.3 และตารางที่ 4.13) เวลาการหมักเกลือ 20 นาที จะได้ผลิตภัณฑ์ที่ผู้ทดสอบเห็นว่ามึกลิ่นรสดีที่สุด และแตกต่างจากพวกที่หมักเป็นเวลา 30 และ 40 นาที ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนความเค็ม จะเห็นว่าอิทธิพลของความเค็มต่อกลิ่นรสผลิตภัณฑ์ที่หมัก เกลือแบบแห้งมีแนวโน้ม เช่นเดียวกับพวกแช่น้ำเกลือ ส่วนคะแนนการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ (รูปที่ 4.3 และตารางที่ 4.14) ก็มีแนวโน้ม เช่นเดียวกับคะแนนความเค็มและกลิ่นรส ดังนั้นจึงเลือกสภาวะการหมักแห้งเป็นเวลา 20 นาทีไว้พิจารณาร่วมกับปริมาณ WPS และความชื้นในการเลือกอัตราส่วนเกลือต่อปลาที่เหมาะสม

ค่าเฉลี่ยปริมาณ WPS และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ แสดงในรูปที่ 4.4 และตารางที่ 4.15 4.16 พบว่าอัตราส่วนเกลือ:ปลา และเวลาหมักเกลือมีผลเสริมซึ่งกันและกันต่อปริมาณ WPS โดยอัตราการเพิ่มปริมาณ WPS จะสูงกว่าที่เวลาหมักเกลือนาน ($P < 0.05$) แต่อัตราการเพิ่มมีจุดสูงสุดกล่าวคือ ที่เกลือ:ปลา 1:3 อัตราการเพิ่มมีแนวโน้มลดลง ซึ่งอาจอธิบายได้ว่า ที่ความเข้มข้นสูงขนาดนี้เกลือซึมเข้าเนื้อ เยื่อปลาเร็วจนใกล้จุดสมมูลในเวลาสั้น ดังนั้นเวลาหมักที่เพิ่มขึ้นจึงไม่ทำให้อัตราการซึมเข้าสูงขึ้น อย่างไรก็ตามค่า WPS ในผลิตภัณฑ์จากการใช้อัตราส่วนเกลือ:ปลาสูง จะมีค่าสูงในทุกเวลาการหมักและเมื่อพิจารณาที่เวลาหมักเกลือ 20 นาที ค่า WPS จากระดับเกลือทั้ง 3 ไม่แตกต่างกัน ($P < 0.05$) และมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 3%

จากตารางที่ 4.15 พบว่าอัตราส่วนเกลือ:ปลา มีภาวะปฏิปักษ์ (antagonism) กับเวลาหมักเกลือต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ซึ่งการแจกแจงในแต่ละระดับแสดงในรูปที่ 4.4 และตารางที่ 4.17 เมื่อใช้เกลือ:ปลา 1:3 อัตราความชื้นจะลดลง เมื่อใช้เวลาหมัก 20-30 นาที และจะเพิ่มขึ้น เมื่อเวลาหมักนานขึ้น แต่ค่าความชื้นที่เวลาหมัก 40 นาทีนี้ ก็ยังต่ำกว่าที่ 20 นาทีอย่างชัดเจน ที่เป็นเช่นนี้อาจอธิบายได้ตนเองเดียวกับการเพิ่มของเกลือ

ในเนื้อเยื่อ เนื่องจากแนวโน้มขององค์ประกอบทั้ง 2 เป็นปฏิภาคกลับ ซึ่งกันและกัน ผลลัพธ์ที่ใช้เกลือ:ปลา 1:5 ความชื้นมีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาหมักเพิ่มเป็น 30-40 นาที ขณะที่พวกซึ่งใช้อัตราส่วน 1:7 มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย เมื่อพิจารณาที่เวลาหมัก 20 นาที ผลลัพธ์จากการหมักเกลือ 1:7 และ 1:5 มีค่าความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และมีค่าอยู่ในเกณฑ์ยอมรับคือไม่เกิน 71%

เมื่อพิจารณาคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสร่วมกับปริมาณ WPS และความชื้นของผลลัพธ์ทุกตัวอย่าง จึงสรุปได้ว่า สภาวะการใส่เกลือแบบแห้งที่เหมาะสมที่สุดคือ หมัก 20 นาที ที่อัตราส่วนเกลือ:ปลา 1:7 ซึ่งมีความเข้มข้นต่ำสุด เพราะนอกจากจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายแล้ว ค่า WPS และความชื้นยังอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องการด้วย

เมื่อเปรียบเทียบสภาวะที่ดีที่สุดจากวิธีใส่เกลือแบบแห้งและแบบแช่น้ำเกลือ จะเห็นว่าแบบแช่น้ำเกลือจะใช้เวลานานกว่า แต่ปริมาณเกลือที่ใช้สูงกว่าแบบแห้ง และแบบแช่น้ำเกลือการซึมของเกลือเข้าในเนื้อเยื่อจะสม่ำเสมอกว่าแบบแห้ง การใช้เวลานานนอกจากมีผลดีทางด้านประหยัดเวลาในการผลิตแล้ว ยังดีในด้านการควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนและเจริญในผลลัพธ์อีกด้วย (54)

5.3.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการรมควัน

5.3.2.1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการรมควันขึ้นปลาสาวยซึ่งใส่เกลือโดยการแช่น้ำเกลือ 26% เป็นเวลา 10 นาที

ในการทดลองนี้ใช้ขึ้นปลาสาวยที่ใส่เกลือแล้ว มาผลิตปลาสาวยรมควันแบบใช้กาบมะพร้าวเป็นแหล่งควัน โดยแปรอุณหภูมิขณะรมควันเป็น 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส และที่แต่ละอุณหภูมิใช้เวลารมควัน 2 หรือ 3 ชั่วโมง ผลลัพธ์ที่ได้นำมาทดสอบคุณภาพผลลัพธ์ทางประสาทสัมผัสและพบว่าเวลาในการรมควันไม่มีผลต่อทุกลักษณะที่ทดสอบ แต่อุณหภูมิมีผลต่อความเค็ม กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส อย่างมีนัยสำคัญและพบว่าอิทธิพลร่วมมีผลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งระหว่างปัจจัยทั้ง 2 ต่อสี ลักษณะปรากฏ และการยอมรับรวม (ตารางที่ 4.18)

ผลจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย คะแนน ความเค็ม กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส แสดงในรูปที่ 4.5 และตารางที่ 4.19 พบว่าอุณหภูมิรมควัน 60 องศาเซลเซียส ให้ผลลัพธ์ที่มีคะแนน ความเค็ม กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัสสูงกว่าพวกที่รมควัน 70 และ 80 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญ แต่คะแนนความเค็มและกลิ่นรสของผลลัพธ์ที่รมควันทั้ง 3 อุณหภูมิก็ยัง

อยู่ในช่วงชอบถึงชอบมาก (คะแนน 7-8) ขณะที่คะแนนเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์รมควัน อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส อยู่ในช่วงเฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย (คะแนน 5-6) ซึ่งจัดว่าค่อนข้างต่ำ โดยผู้ทดสอบให้ความเห็นว่า ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสแห้งและกระด้างเกินไป แสดงว่า การใช้อุณหภูมิสูงถึง 80 องศาเซลเซียส ขณะรมควันเป็นผลให้โปรตีนบริเวณผิวนอกของชิ้นปลาส่วที่ไม่มีหนังหุ้ม เกิดการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากพลังงานความร้อนกับการเสียน้ำที่บริเวณผิว (55, 56)

ในด้านสี (รูปที่ 4.5 และตารางที่ 4.20) และลักษณะปรากฏ (รูปที่ 4.5 และตารางที่ 4.21) ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลารมควันจะไม่มีผลต่อลักษณะทั้งสอง และคะแนนของสีกับลักษณะปรากฏอยู่ในเกณฑ์ไม่ยอมรับ (คะแนนต่ำกว่า 5) โดยที่ผู้ทดสอบมีความเห็นว่า ลักษณะผิวผลิตภัณฑ์ค่อนข้างแห้ง ขาดความเลื่อมมัน ส่วนหนึ่งแยกออกจากเนื้อปลา และผิวมีสีน้ำตาลเข้มเกินไป เหตุที่หนังแยกจากเนื้อปลาเกิดเนื่องจากการหลอมของไขมัน ซึ่งแทรกระหว่างชั้นของหนังปลาและเนื้อปลา และการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันซึ่งยึดหนังกับส่วนโปรตีนกล้ามเนื้อ (57) นอกจากนี้อุณหภูมิสูงยังเร่งปฏิกิริยา Maillard ที่ผิวของผลิตภัณฑ์ จึงทำให้สีเข้มขึ้น (31) ส่วนที่อุณหภูมิรมควัน 70 องศาเซลเซียส พบว่าเวลา 2 ชั่วโมงให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนของสีกับลักษณะปรากฏสูงกว่าพวกที่รมควัน 3 ชั่วโมง ผลดังกล่าวนี้ตรงกันข้ามกับอุณหภูมิรมควัน 60 องศาเซลเซียส ที่เวลารมควัน 3 ชั่วโมง ให้ผลิตภัณฑ์ซึ่งสีและลักษณะปรากฏดีกว่าพวกที่รมควันเป็นเวลา 2 ชั่วโมงอย่างเห็นได้ชัด ($P < 0.05$) ส่วนคะแนนการยอมรับรวม (รูปที่ 4.5 และตารางที่ 4.22) ก็มีแนวโน้มเช่นเดียวกับคะแนนสีและลักษณะปรากฏ เมื่อเปรียบเทียบคะแนนของสี ลักษณะปรากฏและการยอมรับรวม ที่สภาวะการรมควันอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง พบว่าสภาวะการรมควันชุดหลังให้ผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีคะแนนลักษณะต่าง ๆ สูงที่สุด

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและค่าเฉลี่ยปริมาณ WPS และความชื้นแสดงในรูปที่ 4.6 และตารางที่ 4.23, 4.24, 4.25 พบว่าอุณหภูมิและเวลาในการรมควันมีอิทธิพลร่วมต่อ WPS และความชื้น ที่เวลารมควัน 2 ชั่วโมง ค่า WPS ของผลิตภัณฑ์ที่ใช้อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส จะต่ำกว่าพวกที่ใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ขณะที่ปริมาณความชื้นที่ 60 องศาเซลเซียส จะสูงสุดและต่างจากที่ 70 และ 80 องศาเซลเซียส (เรียงลำดับสูงต่ำตามลำดับ) นั่นคือ เมื่ออุณหภูมิการรมควันสูงขึ้น ปริมาณความชื้นจะลดลงทำให้ค่า WPS สูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบสภาวะรมควันที่ 70 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมงและ 60 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง ค่า WPS ของสภาวะหลัง (3.62%) จะสูงกว่าสภาวะแรก (3.27%) และปริมาณความชื้น 69.61%

ยังอยู่ในเกณฑ์กำหนด เนื่องจากการที่ปริมาณ WPS สูงจะช่วยให้การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ดีขึ้น อีกทั้งตัวอย่างที่รมควัน 60 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง มีคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุดด้วย จึงเลือกสภาวะดังกล่าวนี้สำหรับการรมควันชั้นปลาสาวยที่ใส่เกลือโดยแช่ในน้ำเกลือ 26% เป็นเวลา 10 นาที

5.3.2.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการรมควันชั้นปลาสาวย ซึ่งหมักเกลือแบบแห้งโดยใช้อัตราส่วนปลา: เกลือ 7:1 หมักเป็นเวลา 20 นาที

ในการทดลองใช้ชั้นปลาสาวยที่หมักเกลือแล้วมาผลิตปลาสาวยรมควัน โดยแปรอุณหภูมิในการรมควันเป็น 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส และเวลาที่ใช้รมควันนาน 2 และ 3 ชั่วโมง และทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัส พบว่าเวลารมควันไม่มีผลต่อทุกลักษณะทางประสาทสัมผัส แต่อุณหภูมิในการรมควันมีผลต่อสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) (ตารางที่ 4.26) ขณะที่ไม่มีปฏิภาคสัมพันธ์หรืออิทธิพลร่วมของทั้ง 2 ปัจจัยต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส การยอมรับรวมแสดงในรูปที่ 4.7 และตารางที่ 4.27 พบว่าอุณหภูมิรมควัน 60 องศาเซลเซียส ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนความชอบของทุกลักษณะสูงที่สุดอย่างเห็นได้ชัด ($P < 0.05$) และการที่เวลารมควันไม่มีผลต่อทุกลักษณะดังกล่าว จึงเลือกเฉพาะเวลา 2 ชั่วโมง มาพิจารณาร่วมกับค่า WPS และปริมาณความชื้น

ค่า WPS (รูปที่ 4.8 และตารางที่ 4.28, 4.29) พบว่าอุณหภูมิรมควันมีผลต่อค่า WPS ขณะที่เวลาไม่มีผล ($P < 0.05$) อุณหภูมิรมควัน 60 และ 80 องศาเซลเซียส จะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า WPS สูงกว่าพวกรมควันที่ 70 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิทั้ง 3 ระดับผลิตภัณฑ์ที่มีค่า WPS อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ส่วนปริมาณความชื้น (รูปที่ 4.8 และตารางที่ 4.30) อุณหภูมิและเวลารมควันจะมีอิทธิพลร่วมแบบเสริมกันต่อปริมาณความชื้น ($P < 0.01$) โดยเมื่ออุณหภูมิรมควันสูงขึ้น และยิ่งเวลารมควันนานขึ้น อัตราการลดลงของความชื้นยิ่งมากขึ้น และค่าเฉลี่ยความชื้นที่สภาวะอุณหภูมิรมควัน 60 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง คือ 70.26% ยังอยู่ในเกณฑ์กำหนด

การพิจารณาคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสร่วมกับค่า WPS และความชื้น ในผลิตภัณฑ์ได้เลือกสภาวะอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส กับเวลา 2 ชั่วโมง สำหรับการรมควันชั้น

ปลาสาวยซึ่งใส่เกลือแบบแห้ง โดยใช้เกลือปลา 1:7 และหมัก 20 นาที

5.4 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตปลารมควัน โดยใช้ควันเหลว

5.4.1 ศึกษาความเข้มข้นของควันเหลว และเวลาที่แช่ในควันเหลว

5.4.1.1 ศึกษาความเข้มข้นและเวลาที่แช่ในควันเหลว ขึ้นปลาที่ใส่เกลือโดยการแช่น้ำเกลือ 26% เป็นเวลา 10 นาที

ได้ศึกษาความเข้มข้นและเวลาที่เหมาะสมในการผลิตปลารมควัน โดยใช้ควันเหลวแทนควันจากก้ามมะพร้าว ในการทดลองได้แปรความเข้มข้นของควันเหลว 3 ระดับคือ 5 10 และ 15% กับเวลาที่แช่ปลาในควันเหลว เป็น 5 และ 10 นาที แล้วทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัส พบว่าเวลาแช่ไม่มีผลต่อสี ลักษณะปรากฏ ความเค็ม กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส แต่มีผลต่อคะแนนการยอมรับรวม ($P < 0.05$) ส่วนความเข้มข้นของควันเหลว มีผลต่อทุกลักษณะอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4.31)

ผลจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนสี ลักษณะปรากฏ ความเค็ม กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส แสดงในรูปที่ 4.9 และตารางที่ 4.32 พบว่าควันเหลว 15% ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนทุกลักษณะที่กล่าวมาแล้วสูงที่สุด ($P < 0.05$) โดยคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วง 7-8 ซึ่งหมายถึง ชอบถึงชอบมาก ส่วนคะแนนการยอมรับรวม ดังรูปที่ 4.9 และตารางที่ 4.33 พบว่าเวลาแช่ไม่มีผลกับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสทุกลักษณะ ยกเว้นการยอมรับรวมและความเข้มข้นของควันเหลว 15% แช่เป็นเวลา 5 นาที ให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้คะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุด (คะแนน 7-8) ซึ่งคะแนนที่สภาวะนี้จะแตกต่างจากสภาวะอื่นที่ทดลอง อย่างมีนัยสำคัญ ปลาสาวยรมควันจากควันเหลวที่สภาวะนี้จะมีส่วนน้ำตาลเหลือ ผิวดึงเรียบ เนื่องจากควันเหลวมีความเป็นกรด pH 2-2.4 และมีสาร phenol เป็นองค์ประกอบอยู่ 10.0-12.5 mg/ml เมื่อแช่จึงเป็นผลให้โปรตีนบริเวณผิวผลิตภัณฑ์เกิด coagulate และมีลักษณะเป็นชั้น ซึ่งมีความเรียบเหมือนผิวผลิตภัณฑ์ไส้กรอกบางชนิด นอกจากนั้นผลิตภัณฑ์ยังมีลักษณะเนื้อนุ่ม ยืดหยุ่น และพบว่าปลาสาวยรมควันที่แช่ควันเหลว 5% เป็นเวลา 5 นาที มีลักษณะสีซีด ผิวย่น ไม่ดึงเรียบ ลักษณะเนื้อสัมผัสยืดหยุ่นน้อย และมีกลิ่นรสของควันน้อย ซึ่งแสดงว่าปริมาณความเข้มข้นของสารที่ทำให้เกิดลักษณะที่ต้องการต่ำเกินไป (58) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีลักษณะไม่ชวนบริโภค เท่าพวกที่แช่ในสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่า

เมื่อพิจารณาผลของปัจจัยทั้ง 2 ต่อปริมาณ WPS และความชื้น (ตารางที่ 4.34)

พบว่าความเข้มข้นของควันเทลาไม่มีผลต่อปริมาณ WPS ขณะที่เวลาแช่มีผลอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง พบว่าเมื่อแช่เป็นเวลา 5 นาที ค่า WPS เจลลี่ในผลิตภัณฑ์จะเท่ากับ 3.02% ซึ่งสูงกว่าเมื่อแช่เป็นเวลา 10 นาที (WPS 2.69%) อย่างมีนัยสำคัญ (รูปที่ 4.10 และตารางที่ 4.35) และค่า WPS ดังกล่าวสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ส่วนผลต่อปริมาณความชื้น พบว่า มีอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นควันเทลา กับ เวลาในการแช่ต่อปริมาณความชื้น ($P < 0.01$) จากรูปที่ 4.10 และจากตารางที่ 4.36 จะเห็นว่าที่ความเข้มข้นสูงอัตราการลดของความชื้นจะสูงกว่าที่ความเข้มข้นต่ำ และที่เวลาแช่ 5 นาที อัตราการลดที่ความเข้มข้นสูงจะสูงกว่าที่เวลาแช่ 10 นาที ($P < 0.05$) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก การใช้ควันเทลาที่ความเข้มข้นต่ำ แช่เป็นเวลานานทำให้ผลิตภัณฑ์ดูดกลืนความชื้นมากกว่า เมื่ออบหรือให้ความร้อน จึงมีน้ำเหลืออยู่ในเนื้อเยื่อในปริมาณสูงกว่า

เนื่องจากความเข้มข้นของควันเทลา 15% ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงกว่า และเวลาไม่มีผลกับคะแนนเกือบทุกลักษณะ ยกเว้นการยอมรับรวม จึงเลือกความเข้มข้นที่เวลาแช่ 5 นาที ซึ่งเป็นเวลาสั้นกว่า เป็นสภาวะเหมาะสม ที่สภาวะดังกล่าวผลิตภัณฑ์มีค่า WPS อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดด้วย

5.4.1.2 ศึกษาความเข้มข้นและเวลาที่แช่ในควันเทลา ชั้นปลาที่หมักเกลือแบบแห้งใช้อัตราส่วน ปลา:เกลือ 7:1 หมักเป็นเวลา 20 นาที

ได้ศึกษาความเข้มข้นและเวลาที่แช่ที่เหมาะสม โดยแปรความเข้มข้นของควันเทลา 3 ระดับ คือ 5 10 และ 15% กับเวลาแช่ปลาในควันเทลาเป็น 5 และ 10 นาที จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 4.37) พบว่าเวลาแช่ไม่มีผลต่อลักษณะปรากฏ ความเค็ม กลิ่นรส และการยอมรับรวม แต่มีผลต่อสี ส่วนความเข้มข้นของควันเทลาไม่มีผลต่อสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรสและการยอมรับรวม สำหรับอิทธิพลร่วมของความเข้มข้นกับเวลาแช่ควันเทลา จะมีผลต่อลักษณะ เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

จากตารางที่ 4.38 ความเข้มข้นของควันเทลา 15% และเวลาแช่ 5 นาที ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนด้านสีสูงที่สุด และแตกต่างจากที่ระดับอื่นอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อพิจารณาที่ตาราง 4.39 ความเข้มข้น 15% จะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนลักษณะปรากฏ กลิ่นรส และการยอมรับรวม สูงที่สุด (7-8) อย่างเห็นเด่นชัด ($P < 0.05$) เมื่อพิจารณาผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส (รูปที่ 4.11 และตารางที่ 4.40) พบว่าที่เวลาแช่ 10 นาที เมื่อความเข้มข้นของควันเทลาเพิ่มขึ้น อัตราการเปลี่ยนแปลงของคะแนนเกิดขึ้นน้อยมาก และคะแนนมีค่าในช่วง 6-7 ขณะที่เวลาแช่ 5

นาที่ คะแนนเนื้อสัมผัสจะมีอัตราสูงขึ้น เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น และผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนความชอบเนื้อสัมผัสสูงสุด คือ 7.42 เป็นตัวอย่างที่แช่ในควันเหลวเข้มข้น 15% ส่วนความชอบด้านความเค็มนั้น พบว่าทั้งเวลาแช่และความเข้มข้นของควันเหลวมีผลอย่างไม่มีนัยสำคัญ

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณความชื้น และ WPS ดังตารางที่ 4.41 พบว่าความเข้มข้นและเวลาแช่ควันเหลวไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ แต่อธิติพลร่วมของทั้ง 2 ปัจจัยมีผลต่อปริมาณ WPS ในผลิตภัณฑ์ โดยที่เวลาแช่ควันเหลว 5 นาทีจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า WPS สูงกว่าที่ 10 นาที ในทุกระดับความเข้มข้นควันเหลวอย่างมีนัยสำคัญ (รูปที่ 4.12 และตารางที่ 4.42) ส่วนที่เวลาแช่ควันเหลว 5 นาที พบว่าความเข้มข้นควันเหลว 10 และ 15% ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า WPS สูงกว่าที่ 5% และค่า WPS อยู่ในเกณฑ์กำหนด

เนื่องจากความเข้มข้นของควันเหลว 15% ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส และการยอมรับรวม สูงกว่าและเวลาแช่ 5 นาที ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนสี ลักษณะเนื้อสัมผัส สูงกว่า จึงเลือกความเข้มข้นและเวลาแช่ควันเหลวนี ที่สภาวะดังกล่าวผลิตภัณฑ์ที่มีค่า WPS อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดด้วย

5.4.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการลดความชื้นหลังแช่ในควันเหลว

5.4.2.1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการลดความชื้น ขึ้นปลาสวายซึ่งใส่เกลือ โดยการแช่น้ำเกลือ 26% เป็นเวลา 10 นาที และแช่ควันเหลว 15% เป็นเวลา 5 นาที

ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการลดความชื้นหลังแช่ในควันเหลว โดยแปรรูขุมหมูมิในการอบเป็น 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส กับเวลาที่ใช้ออบ 2 และ 3 ชั่วโมง นำปลาสวายรมควันมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า เวลาการอบไม่มีผลต่อคะแนนทางประสาทสัมผัสทุกลักษณะ ($P < 0.05$) แต่ขุมหมูมิมีผลต่อคะแนนความชอบ สี ลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับรวม ($P < 0.01$) (ตารางที่ 4.43) รูปที่ 4.13 และตารางที่ 4.44 ขุมหมูมิการอบ 70 องศาเซลเซียส ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนการยอมรับด้านสี ลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม สูงที่สุด ซึ่งต่างจากขุมหมูมิ 60 และ 80 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) จึงเลือกขุมหมูมิการอบ 70 องศาเซลเซียสไว้พิจารณา ร่วมกับค่า WPS และความชื้นของผลิตภัณฑ์ในการเลือกเวลาอบ

สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นและ WPS แสดงในตารางที่ 4.45 พบว่า ขุมหมูมิและเวลาการอบมีผลต่อปริมาณความชื้นและ WPS และปัจจัยทั้ง 2 ยังมีปฏิภาคสัมพันธ์ต่อ

ความชื้นและ WPS อีกด้วย กล่าวคือ ที่อุณหภูมิสูงเมื่อเวลาการอบเพิ่มขึ้น อัตราการเพิ่มขึ้นของ WPS จะสูงกว่า (รูปที่ 4.14 และตารางที่ 4.46) และที่อุณหภูมิการอบ 70 องศาเซลเซียส เวลาการอบ 3 ชั่วโมง จะให้ค่า WPS 3.33% ซึ่งถึงเกณฑ์กำหนด ขณะที่เวลาอบ 2 ชั่วโมงให้ค่า WPS เพียง 2.70% ส่วนการลดของความชื้นมีแนวโน้ม เช่นเดียวกับการเพิ่มของปริมาณ WPS พบว่าผลิตภัณฑ์ที่อบเป็นเวลานานกว่า และใช้อุณหภูมิสูงกว่าจะมีปริมาณความชื้นต่ำกว่า (รูปที่ 4.14 และตารางที่ 4.47) และที่อุณหภูมิตอบ 70 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์มีค่า 68.82% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ยอมรับ

จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าว สภาวะที่เหมาะสมในการลดความชื้นหลังแช่ในควันเหลว 15% เป็นเวลา 5 นาที เมื่อใส่เกลือโดยแช่น้ำเกลือ 26% เป็นเวลา 10 นาที คือ อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคะแนนจากการทดสอบประสาทสัมผัสสูงสุด และเวลาอบ 3 ชั่วโมง ให้ค่า WPS ที่ถึงเกณฑ์กำหนด

5.4.2.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการลดความชื้น ขึ้นปลาสดซึ่งหมักเกลือแบบแห้งใช้อัตราส่วน ปลา: เกลือ 7:1 หมักนาน 20 นาที แล้วแช่ควันเหลว 15% เป็นเวลา 5 นาที

ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการลดความชื้นหลังแช่ในควันเหลว โดยแปรอุณหภูมิการอบเป็น 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส กับเวลาการอบ 2 และ 3 ชั่วโมง ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ มีแสดงในตารางที่ 4.48 พบว่าแต่ละปัจจัยไม่มีผลต่อคะแนนความเค็มและกลิ่นรส และเวลาการอบไม่มีผลต่อสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม แต่มีผลต่อลักษณะปรากฏอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ขณะที่อุณหภูมิการอบมีผลต่อสี ลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ ($P < 0.01$)

ในด้านสี ปัจจัยทั้ง 2 มีอิทธิพลร่วมกันต่อคะแนนสีผลิตภัณฑ์ ($P < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.48 พบว่าที่อุณหภูมิการอบ 70 และ 80 องศาเซลเซียส จะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนสีชอบถึงชอบมาก (คะแนน 7-8) และเมื่อพิจารณาเวลาการอบที่ 70 องศาเซลเซียส เวลาอบ 2 และ 3 ชั่วโมง มีค่าคะแนนสีไม่แตกต่างกัน ขณะที่ 80 องศาเซลเซียส เวลาอบ 2 ชั่วโมง จะให้คะแนนสีสูงกว่าที่ 3 ชั่วโมง อย่างเด่นชัด (รูปที่ 4.15 และตารางที่ 4.49)

เมื่อพิจารณาคะแนนลักษณะปรากฏ (รูปที่ 4.15 และตารางที่ 4.50) จะเห็นว่าที่อุณหภูมิตอบ 70 และ 80 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคะแนนสูงกว่าพวกอบที่ 60 องศา

เซลเซียส และที่เวลาอบ 2 ชั่วโมง คะแนนลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์จะสูงกว่าที่ 3 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามที่เวลาอบ 3 ชั่วโมง คะแนนลักษณะปรากฏก็ยังอยู่ในช่วงคะแนน เช่นเดียวกับที่ 2 ชั่วโมง คือคะแนน 7-8 ซึ่งเป็นคะแนนชอบถึงชอบมาก และจากตารางที่ 4.51 จะเห็นว่าอุณหภูมิอบ 70 องศาเซลเซียส ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับ รวมสูงกว่าที่อุณหภูมิ 60 และ 80 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนอยู่ใน ช่วง 7-8 ดังนั้นเลือกอุณหภูมิอบ 70 องศาเซลเซียส ไว้พิจารณาร่วมกับค่า WPS เพราะที่ 80 องศาเซลเซียส คะแนนลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับรวมมีค่าต่ำ แม้จะมีคะแนนที่ยอมรับได้ สำหรับเวลาอบ อาจจะเป็น 2 หรือ 3 ชั่วโมง เพราะให้คะแนนของสีที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ไม่แตกต่างกัน ส่วนผลต่อลักษณะปรากฏ แม้ที่ 2 ชั่วโมง จะให้คะแนนสูงกว่าที่ 3 ชั่วโมง แต่คะแนนก็ยังอยู่ในช่วงเดียวกันคือ 7-8

ตารางที่ 4.52 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้น และ WPS พบว่ามีอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและเวลาการอบต่อปริมาณความชื้น และ WPS จากรูปที่ 4.16 และตารางที่ 4.53 ค่าเฉลี่ย WPS ที่เวลาอบ 3 ชั่วโมง จะสูงกว่าที่ 2 ชั่วโมง และมีค่าอยู่ในเกณฑ์กำหนดคือ $>3\%$ ในทุกอุณหภูมิการอบ ขณะที่ผลิตภัณฑ์ซึ่งอบ 2 ชั่วโมง จะมีค่า WPS ต่ำกว่าเกณฑ์ ที่อุณหภูมิการอบ 70 และ 80 องศาเซลเซียส จะให้ค่า WPS สูงกว่าที่ 60 องศาเซลเซียส และเมื่อพิจารณาปริมาณความชื้น (รูปที่ 4.16 และตารางที่ 4.54) พบว่าอุณหภูมิมอบสูงและเวลาอบนาน ผลิตภัณฑ์จะเสียน้ำมากกว่าพวกอบที่อุณหภูมิต่ำกว่า หรือใช้เวลาสั้นกว่า

จากผลการศึกษาทั้งหมด สรุปได้ว่า สภาวะเหมาะสมสำหรับลดความชื้นปลาที่ใส่เกลือแบบแห้ง โดยใช้อัตราส่วนปลา:เกลือ 7:1 เวลาหมัก 20 นาที และแช่ควันเหลว 15% 5 นาที คืออบที่ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความชื้น 68.71% และ WPS 3.37% ซึ่งเป็นสภาวะเดียวกันกับพวกที่ใส่เกลือแช่น้ำเกลือ

5.5 ทดสอบการยอมรับปลาสาวยที่รมควันโดยใช้กาบมะพร้าว เปรียบเทียบกับพวกที่ใช้ควันเหลว

เนื่องจากการรมควันโดยใช้ควันธรรมชาติและการใช้ควันเหลวมีทั้งข้อดีและเสียที่แตกต่างกัน และมักจะให้ผลซึ่งมีลักษณะเฉพาะสำหรับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด จึงได้ทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์จาก 2 กระบวนการผลิต โดยเลือกสภาวะที่ดีที่สุดที่สรุปได้ จากแต่ละวิธีคือ ตัวอย่างที่ผลิตจากควันธรรมชาติใช้กาบมะพร้าวเป็นแหล่งควัน ผลิตโดยแช่ปลาในน้ำเกลือ 26% 10 นาที แล้วรมควันที่ 60 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง ตัวอย่างที่

ใช้ควันเหลวผลิตโดยแช่ปลาในน้ำเกลือ 26% 10 นาที แล้วแช่ควันเหลว 15% 5 นาที อบที่ 70 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง ทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัส ผลจากการทดสอบแสดงในรูปที่ 4.17 และตารางที่ 4.55 พบว่าคะแนนด้านความเค็ม กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกัน แต่คะแนนสี ลักษณะปรากฏและการยอมรับรวมแตกต่างกัน ($P < 0.05$) โดยคะแนนทุกลักษณะของปลาสาวยรมควันด้วยกามมะพร้าว สูงกว่าตัวอย่างที่ใช้ควันเหลว ลักษณะปลาสาวยรมควันจากกามมะพร้าว จะมีสีน้ำตาลเหลืองและผิวมีความเลื่อมมัน ขณะที่พวกซึ่งผลิตโดยใช้ควันเหลวมีสีคล้ำกว่า และมีความเลื่อมมันของผิวน้อยกว่า ซึ่งแสดงว่ามีความแตกต่างขององค์ประกอบที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลและความมันเงาของผิวผลิตภัณฑ์ระหว่างควันจากทั้ง 2 แหล่งตลอดลักษณะการจับของสารที่ต้องการบนผิวผลิตภัณฑ์ แต่อย่างไรก็ตามคะแนนสี ลักษณะปรากฏ และการยอมรับของปลาสาวยรมควันที่ใช้ควันเหลว ยังอยู่ในช่วงชอบถึงชอบมาก (คะแนน 7-8) แสดงว่าผู้บริโภคยังยอมรับปลาสาวยรมควันจากควันเหลวอยู่ ขณะที่คะแนนลักษณะดังกล่าวของปลาสาวยรมควันจากกามมะพร้าวอยู่ในช่วงชอบถึงชอบมากที่สุด (คะแนน 8-9) แสดงว่าผู้บริโภคเห็นความแตกต่างของผลิตภัณฑ์จากแบบวิธีผลิตทั้ง 2 นี้ และชอบพวกที่ผลิตจากควันธรรมชาติมากกว่า จากผลดังกล่าวนี้ถ้าคำนึงถึงในด้านความปลอดภัย กรณีบริโภคผลิตภัณฑ์รมควันเป็นประจำ อาจเลือกผลิตโดยใช้ควันเหลวได้ เพราะดีกว่าในด้านลดอัตราเสี่ยงจากการบริโภคสารก่อมะเร็ง แต่ถ้ามุ่งถึงด้านเศรษฐกิจหรือด้านทุนการผลิต การรมควันด้วยควันธรรมชาติให้ผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่า ใช้เวลาสั้นกว่าและมีเครื่องมือซึ่งพัฒนาถึงขั้นอุตสาหกรรมแล้วให้เลือกใช้มากกว่า และโดยทั่วไปผู้บริโภคก็ไม่ได้บริโภคผลิตภัณฑ์รมควันเป็นประจำวัน ดังนั้นอัตราเสี่ยงจากการบริโภคสารก่อมะเร็งจากผลิตภัณฑ์รมควันนับว่าต่ำ และในปัจจุบันผู้ผลิตตู้หรือห้องรมควันได้ติดตั้งเครื่องมือที่สามารถลดปริมาณสาร carcinogens ในควันไว้ด้วย การรมควันด้วยควันธรรมชาติจึงยังเป็นกระบวนการที่มีใช้ในอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์อย่างกว้างขวาง และแพร่หลายในปัจจุบัน (24)

5.6 การศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ปลาสาวยรมควัน

ในการศึกษาอายุการเก็บได้เลือกสภาวะใส่เกลือแบบเปียกและรมควัน โดยใช้กามมะพร้าวเป็นแหล่งควัน มาผลิตปลาสาวยรมควันโดยเติมสารเจือปน 3 ชนิดได้แก่ sodium erythorbate 2.5% sodium benzoate 0.5, 1.5 หรือ 2.5% และ potassium sorbate 0.5 1.5 หรือ 2.5% (ตั้งรายละเอียดในข้อ 3.6) ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการรมควันที่

อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง นำมาบรรจุที่ความดันบรรยากาศจำนวน 260-280 กรัม ในถุง PP ปิดผนึกแล้วเก็บที่อุณหภูมิ 30±1 องศาเซลเซียส หรือ 7±1 องศาเซลเซียส

การที่เลือกสภาวะใส่เกลือแบบแช่น้ำเกลือมาในขั้นนี้ ก็เนื่องจากสภาวะดังกล่าวใช้เวลาสั้นกว่าการใส่เกลือแบบแห้ง อีกทั้งยังสิ้นเปลืองแรงงานน้อยกว่า และกรรมวิธีก็ไม่ยุ่งยากเหมือนการใส่เกลือแบบแห้ง ซึ่งต้องสิ้นเปลืองเวลาและแรงงานในการคลุกเคล้าเกลือกับปลาแต่ละชั้นเป็นเวลานาน เพื่อให้แน่ใจว่าปริมาณเกลือสัมผัสและมีโอกาสดูดซึมเข้าปลา แต่ละชั้นสม่ำเสมอทั่วถึงจริง สำหรับการรมควันโดยใช้กามมะพร้าว เป็นแหล่งควันนั้น ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนทางประสาทสัมผัสสูงกว่าพวกที่ผลิตด้วยควันเหลว จึงเลือกมาศึกษาต่อในขั้นตอนนี้

5.6.1 ศึกษาอายุการเก็บปลาสวายรมควันที่อุณหภูมิ 30±1 องศาเซลเซียส

ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาสวายรมควันซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 30±1 องศาเซลเซียส มีแสดงในตารางที่ 4.56-4.58 จากตารางที่ 4.56 จะเห็นว่า เวลาเก็บมีผลต่อสี ลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และมีผลต่อความเค็มอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปฏิภาศสัมพันธ์ระหว่างสารกันเสียและเวลาเก็บมีผลต่อกลิ่นรสอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ผลจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 4.57) พบว่าที่ระยะเวลาเก็บ 3 วัน คะแนนสี ลักษณะปรากฏและการยอมรับรวมอยู่ในเกณฑ์ไม่ยอมรับ (ต่ำกว่า 5) แต่คะแนนความเค็มและลักษณะเนื้อสัมผัสยังอยู่ในช่วงคะแนน 6-7 ซึ่งจัดว่าอยู่ในเกณฑ์ยอมรับ ส่วนคะแนนกลิ่นรสจากตารางที่ 4.58 พบว่าในวันที่ 3 คะแนนกลิ่นรสมีแนวโน้มต่ำลงทุกตัวอย่างอย่างเห็นได้ชัด ($P < 0.05$) โดยพบว่าตัวอย่างที่ไม่ใช้สารกันเสีย ใช้เฉพาะ erythorbate เพียงอย่างเดียว erythorbate-0.5% benzoate, erythorbate-1.5% benzoate และ erythorbate-0.5% sorbate มีคะแนนกลิ่นรสอยู่ในเกณฑ์ไม่ยอมรับ (คะแนนต่ำกว่า 5) โดยผู้ทดสอบวิจารณ์ว่า ส่วนใหญ่มีกลิ่นอับ หรือเหม็นคล้ายกลิ่นนมบูด ส่วนตัวอย่างที่ผสม erythorbate-2.5% benzoate, erythorbate-1.5% sorbate และ erythorbate-2.5% sorbate มีคะแนนกลิ่นรสอยู่ระหว่าง 5.12-5.25 ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์ยอมรับ (คะแนนสูงกว่า 5) และทั้ง 3 ตัวอย่างแตกต่างกันอย่างไม่มีความสำคัญ

ตารางที่ 4.59 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ปริมาณความชื้น WPS และ TBA พบว่าความเข้มข้นและชนิดของสารกันเสีย กับเวลาเก็บรักษามีผลต่อปริมาณความชื้น แต่ไม่มีผลต่อปริมาณ WPS และค่า TBA และพบปฏิภาศสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองต่อปริมาณความชื้น

($P < 0.05$) การที่ค่า WPS ไม่เปลี่ยนที่เวลาและสภาวะบรรจุแบบต่าง ๆ อาจเป็นเพราะเวลาเก็บสั้นเพียง 3 วัน ไม่มีผลชัดเจนกับแนวโน้มของปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์พบว่าความชื้นแปรปรวนขึ้นลงตลอดระยะเวลาการเก็บ (ตารางที่ 4.60) ซึ่งอาจเป็นผลจากความแปรปรวนของปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์เองมากกว่าจะเกิดจากการแลกเปลี่ยนความชื้นระหว่างผลิตภัณฑ์กับบรรยากาศภายนอกภาชนะบรรจุ ทั้งนี้เพราะ PP ซึ่งใช้เป็นวัสดุภาชนะบรรจุสามารถกันการซึมผ่านของน้ำได้ดีพอสมควร จึงอาจต้องการเวลาเก็บนานกว่า 3 วัน สำหรับการเปลี่ยนแปลงความชื้นในผลิตภัณฑ์จะเกิดขึ้นอย่างชัดเจน ส่วนค่า TBA ซึ่งวัดการเกิดกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์นั้นระยะเวลาการเก็บที่สั้นเพียง 3 วัน อาจเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลงไม่ถึงระยะที่จะวัดปริมาณสาร aldehyde ซึ่งเกิดจาก lipid oxidation ได้ชัดเจน ค่า TBA จึงมีลักษณะแปรผันขึ้นลงและไม่มีความสำคัญ

International Commission on Microbiological Specifications for Food ซึ่งเป็นหน่วยงานที่กำหนดคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์อาหาร ได้กำหนดไว้ว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในปลารมควันแบบเย็นจะต้องไม่เกิน 10^7 CFU/กรัม (59) และผลจากการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ (ตารางที่ 4.61) พบว่า เมื่อระยะเวลาเก็บนานขึ้น ปริมาณจุลินทรีย์มีแนวโน้มสูงขึ้นทุกตัวอย่างโดยพบว่าเมื่อเก็บรักษาไว้เพียง 1 วันทุกตัวอย่างจะมีปริมาณแบคทีเรียเกิน 10^7 CFU/กรัม ยกเว้นตัวอย่างที่ใช้ erythorbate-2.5% benzoate ซึ่งมีปริมาณแบคทีเรีย 9.95×10^5 และ 5.75×10^6 CFU/กรัม ในวันที่ 1 และ 2 ตามลำดับ แสดงว่าที่อุณหภูมิห้องผลิตภัณฑ์ปลารมควันที่ผลิตขึ้นยังมีปริมาณน้ำในเนื้อเยื่อตลอดจนสารอาหารต่าง ๆ เหมาะแก่การเจริญของแบคทีเรียและสารจากควันมีผลในการช่วยเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้เป็นเวลาไม่ถึง 24 ชั่วโมง

ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสจะเห็นว่าปลารมควัน ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 30 ± 1 องศาเซลเซียส ทุกตัวอย่างมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเป็นเวลา 2 วัน ในวันที่ 3 ทุกตัวอย่างเสียจากปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ แต่ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียจะเห็นว่าในเวลาเพียงไม่ถึง 24 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่มีสภาพไม่เหมาะที่จะใช้บริโภคโดยไม่ทำให้สุกก่อน Poulter (60) รายงานว่าปลาแห้งที่ระดับความชื้น 40% และปริมาณเกลือ 5% จะคงคุณภาพดีได้ไม่เกิน 3-4 วัน ดังนั้นอายุการเก็บปลารมควันจากงานทดลองนี้ จึงพบว่าสอดคล้องกับผลของ Poulter เพราะปลารมควันที่ผลิตมีความชื้นประมาณ 70% ซึ่งสูงกว่าและปริมาณเกลือ (ต่อหน่วยน้ำหนักผลิตภัณฑ์) ประมาณ 2.5% ผลิตภัณฑ์จึงเก็บได้เป็นเวลายาวนานกว่า

5.6.2 ศึกษาอายุการเก็บปลาสาวยารมควันที่อุณหภูมิ 7+1 องศาเซลเซียส

ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 7+1 องศาเซลเซียส แสดงในตารางที่ 4.62-4.68 จากตารางที่ 4.62 จะเห็นว่า สารกันเสียและเวลาเก็บมีผลต่อสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส ความเค็ม ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และมีปฏิภาศสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษาทั้ง 2 ต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสทุกลักษณะด้วย จากคะแนนความชอบด้านสี (ตารางที่ 4.63) พบว่า ตัวอย่างที่ไม่ใส่สารกันเสีย (control) จะมีคะแนนสีเป็นที่ยอมรับ (>5) ถึงสัปดาห์ที่ 11 ในขณะที่ตัวอย่างที่ใช้ erythorbate เพียงอย่างเดียว ได้คะแนนการยอมรับด้านสีเพียงแค่สัปดาห์ที่ 7 ส่วนตัวอย่างที่ใช้สารกันเสีย erythorbate-0.5% benzoate จะมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ยอมรับถึงสัปดาห์ที่ 11 เช่นเดียวกับ control และเมื่อความเข้มข้นของ benzoate เพิ่มขึ้นเป็น 1.5 และ 2.5% คะแนนสีจะอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้นานขึ้น จนถึงสัปดาห์ที่ 12 สำหรับตัวอย่างที่ใช้สารกันเสีย erythorbate-sorbate จะมีคะแนนสีเป็นที่ยอมรับเพียง 7-8 สัปดาห์ เท่านั้น ที่ทุกระดับความเข้มข้นของ sorbate เป็นที่น่าสังเกตว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีสาร sorbate เจือปนอยู่จะมีสีค่อนข้างคล้ำ ไม่ชวนบริโภค เมื่อเก็บเกินกว่า 6 สัปดาห์ ทำให้คะแนนการยอมรับด้านสีต่ำกว่าตัวอย่างอื่น ตัวอย่างที่เติมเฉพาะ erythorbate ก็มีแนวโน้มการเปลี่ยนของคะแนนสีคล้ายกัน

ในด้านลักษณะปรากฏ (ตารางที่ 4.64) control จะมีคะแนนเป็นที่ยอมรับถึงสัปดาห์ที่ 11 ในขณะที่ตัวอย่างที่ใช้ erythorbate เพียงอย่างเดียว และตัวอย่างที่ใช้สารกันเสีย erythorbate กับ sorbate ที่ทุกระดับความเข้มข้นที่ศึกษา มีคะแนนลักษณะปรากฏเป็นที่ยอมรับแค่สัปดาห์ที่ 8 และหลังจากนั้นผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็น เมือกปรากฏบนผิว ส่วนตัวอย่างที่ใส่ erythorbate -0.5% benzoate จะมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ยอมรับถึงสัปดาห์ที่ 8 เช่นกัน แต่เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของ benzoate ขึ้นเป็น 1.5 และ 2.5% คะแนนลักษณะปรากฏจะอยู่ในเกณฑ์การยอมรับได้นานขึ้นจนถึงสัปดาห์ที่ 11

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนกลิ่นรส (ตารางที่ 4.65) control จะมีคะแนนเป็นที่ยอมรับถึงสัปดาห์ที่ 11 ขณะที่ตัวอย่างที่เติมเฉพาะ erythorbate จะมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ยอมรับเพียงสัปดาห์ที่ 9 หลังจากนั้นมักกลิ่นอับเกิดขึ้นและผู้บริโภคไม่ยอมรับ สำหรับตัวอย่างที่ใช้สาร erythorbate-benzoate ที่ทุกระดับความเข้มข้น คะแนนกลิ่นรสจะอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้นานขึ้นถึงสัปดาห์ที่ 12 แต่ตัวอย่างที่ใช้ erythorbate-sorbate ที่ทุกระดับความเข้มข้น จะมีคะแนนกลิ่นรสเป็นที่ยอมรับเพียง 8 สัปดาห์ ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่า คะแนนด้าน

กลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะลดลงสอดคล้องกับคะแนนด้านสี จึงอาจเป็นไปได้ว่า เมื่อผลิตภัณฑ์มีสีอยู่ในเกณฑ์ไม่ยอมรับแล้ว ผู้ชิมก็จะมียอดคิดต่อคุณภาพของกลิ่นรสด้วย

ในด้านความเค็มและเนื้อสัมผัส (ตารางที่ 4.66 และ 4.67) ตัวอย่าง control และตัวอย่างที่ใช้สารกันเสีย erythorbate-benzoate ที่ทุกระดับความเข้มข้น จะมีคะแนนทั้ง 2 ลักษณะอยู่ในเกณฑ์ยอมรับจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ในขณะที่ตัวอย่างที่ใช้สารกันเสีย erythorbate-sorbate ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 1.5 และ 2.5% จะมีคะแนนความเค็มอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้นาน 10 11 และ 12 สัปดาห์ ตามลำดับ ขณะที่คะแนนเนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับเพียงสัปดาห์ที่ 9-10 เท่านั้น

จากคะแนนด้านการยอมรับรวม (ตารางที่ 4.68) พบว่า control จะมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ยอมรับจนถึงสัปดาห์ที่ 8 ส่วนตัวอย่างที่ใช้ erythorbate-0.5% benzoate มีการยอมรับถึงสัปดาห์ที่ 11 และเมื่อความเข้มข้นของ benzoate เพิ่มเป็น 1.5 และ 2.5% จะทำให้เวลาในการยอมรับนานขึ้นถึงสัปดาห์ที่ 12 สำหรับตัวอย่างที่ใช้ erythorbate-sorbate ที่ทุกระดับความเข้มข้นจะมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ยอมรับเพียงแค่สัปดาห์ที่ 7-8 เท่านั้น จะเห็นได้ว่าตัวอย่างที่เติม erythorbate อย่างเดียว และ erythorbate-sorbate จะเป็นที่ยอมรับในระยะเวลาที่สั้นกว่าตัวอย่างที่ไม่ใช้สารกันเสียและใช้ erythorbate-benzoate

จากการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสทั้งหมด คะแนนเฉลี่ยด้านความเค็ม และเนื้อสัมผัส จะมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์การยอมรับได้นานกว่าด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส และการยอมรับรวม เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละความเข้มข้นและชนิดของสารกันเสีย จึงเป็นที่น่าสังเกตว่า ปัจจัยที่มีผลมากที่สุดต่อคะแนนการยอมรับรวม ได้แก่คุณภาพด้านสี ซึ่งโดยทั่วไปพบว่าถ้าผลิตภัณฑ์สีเปลี่ยนแปลงลักษณะอื่น ๆ มักมีคะแนนความชอบด้อยลงไปด้วย

ตารางที่ 4.69 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน ปริมาณความชื้น WPS และ TBA พบว่ามีปฏิภาศสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นและชนิดของสารกันเสีย กับเวลาเก็บรักษา ต่อปริมาณความชื้น WPS และ TBA อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยที่อัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณ WPS เมื่อเวลาการเก็บนานขึ้น จะน้อยลงเมื่อความเข้มข้นของสารกันเสียสูงขึ้น (ตารางที่ 4.70) และผลของความชื้นจะเป็นปฏิภาคกลับกับผลของปริมาณ WPS (ตารางที่ 4.71) เมื่ออุณหภูมิการเก็บต่ำ ไอน้ำในอากาศจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศต่ำลง ความชื้นของผลิตภัณฑ์จึงระเหยสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้ปริมาณความชื้นลดต่ำลงเมื่อเวลาเก็บนานขึ้น และเป็นผลทำให้เนื้อสัมผัสและลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์แห้งและแข็งกระด้าง (61)


สำหรับปริมาณ TBA (ตารางที่ 4.72) เมื่อเวลาเก็บนานขึ้น ปริมาณ TBA จะเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ TBA ในตัวอย่าง control และ 2.5% erythorbate พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นในสัปดาห์ที่ 2, 7, 8 และ 12 โดยเฉพาะในสัปดาห์ที่ 12 ในตัวอย่าง control มีค่า TBA ต่ำกว่าแสดงว่า sodium erythorbate ในระดับที่ศึกษา คือ 2.5% ไม่มีผลในการป้องกัน oxidative rancidity ของปลาสาวยารมควัน เป็นผลให้ปริมาณสารที่เกิดจากปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนของไขมันสูง และสารเหล่านี้บางชนิดเป็นตัวตั้งต้นของปฏิกิริยา Maillard จึงอาจเป็นสาเหตุให้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ erythorbate มีสีคล้ำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี และลักษณะปรากฏ และส่งผลไปถึงการยอมรับรวมสำหรับปริมาณ sodium erythorbate มีรายงานว่าสามารถช่วยรักษาสีของปลาแชลมอนรมควันได้ที่ระดับ 5% (41) แต่สีของปลาแชลมอนแตกต่างจากปลาสาวย เมื่อเปรียบเทียบการใช้ benzoate และ sorbate ในผลิตภัณฑ์พบว่าผลที่ได้มีแนวโน้มเหมือนกัน คือ เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารกันเสียเหล่านี้ ค่า TBA จะเพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) แต่ไม่มีรายงานจากผู้ทดสอบว่าเกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ แสดงว่าปริมาณสารให้กลิ่นหืนที่เกิดขึ้นยังไม่มากพอที่ผู้ทดสอบจะตรวจพบ และเมื่อพิจารณาปริมาณบัคเตเรียทั้งหมด (ตารางที่ 4.73) พบว่า เมื่อเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณบัคเตเรียจะเพิ่มขึ้น และเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารกันเสีย ปริมาณบัคเตเรียจะลดลง เมื่อเปรียบเทียบ control กับ 2.5% sodium erythorbate จะพบปริมาณบัคเตเรียในตัวอย่างที่ใช้ erythorbate สูงกว่า control เพราะ erythorbate เป็นสารกันหืน จึงไม่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของบัคเตเรียที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย แต่มีรายงานว่า การใช้สารกันเสียเพื่อยับยั้งการเจริญของบัคเตเรียมักจะไปกระตุ้นการเกิดกลิ่นหืน จากปฏิกิริยาการเติมออกซิเจน เพราะจะไปยับยั้งการสร้างสาร reducing ที่สร้างขึ้นโดยบัคเตเรีย (62) ดังนั้นจึงแนะนำให้ใช้สารกันหืนร่วมกับสารกันเสีย (63)

จากมาตรฐานกำหนดปริมาณจุลินทรีย์ที่กล่าวแล้วข้างต้น กำหนดให้มีปริมาณบัคเตเรียทั้งหมดไม่เกิน 10^7 CFU/กรัม และเมื่อพิจารณาจากตารางที่ 4.73 พบว่า ผลิตภัณฑ์จากการเติม erythorbate มีปริมาณบัคเตเรียอยู่ในเกณฑ์กำหนดเพียงสัปดาห์ที่ 5 ส่วน control อยู่ในเกณฑ์กำหนดได้นานถึง 11 สัปดาห์ ตัวอย่างที่ใช้ erythorbate-sorbate พบว่าปริมาณบัคเตเรียจะอยู่ในเกณฑ์กำหนดเมื่อเก็บนาน 8-9 สัปดาห์ ขณะที่การใช้ erythorbate-benzoate ได้นานถึง 12 สัปดาห์ ทุกระดับความเข้มข้น

ตารางที่ 4.74 แสดงปริมาณสารกันเสียตกค้างในผลิตภัณฑ์หลังการผลิตและเก็บเป็น

เวลา 24 ชั่วโมง จะเห็นว่า เมื่อใช้ erythorbate-benzoate ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 1.5 และ 2.5% จะมีปริมาณสารตกค้างในผลิตภัณฑ์ 237.72, 418.82 และ 875.59 ppm ตามลำดับ ซึ่งปริมาณดังกล่าวไม่เกิน 1000 ppm ที่กำหนดให้มีได้ในผลิตภัณฑ์

จากการทดลองสรุปได้ว่า ปลายาวยรมควันที่ใช้ 2.5% erythorbate เพียงอย่างเดียวไม่มีผลในการรักษาสีของปลายาวยรมควัน เนื่องจากปริมาณที่ใช้อาจจะต่ำเกินไปดังที่กล่าวมาแล้ว ส่วนตัวอย่างที่ใช้ 2.5% erythorbate-benzoate ทุกระดับความเข้มข้น มีคะแนนกลิ่น รส ความเค็ม ลักษณะเนื้อสัมผัส การยอมรับรวม และปริมาณบั๊กเตอรีอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้นาน 12 สัปดาห์ แต่ตัวอย่างที่ใช้ erythorbate-0.5% benzoate จะมีคะแนนลักษณะปรากฏอยู่ในเกณฑ์ยอมรับเพียง 8 สัปดาห์ จึงควรเลือกใช้ 2.5% erythorbate-1.5% benzoate เพื่อความประหยัด และลดปริมาณสารตกค้างในผลิตภัณฑ์ส่วนตัวอย่างที่ใช้ erythorbate-sorbate ที่ทุกระดับความเข้มข้น พบว่าไม่มีผลในการยับยั้งบั๊กเตอรี เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ใช้สารกันเสียและใช้ erythorbate-benzoate



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย