

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

#### 1. สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิธีการที่ดีที่สุดเพื่อเก็บรักษาปลาหมักกึ่งแห้ง โดยแบ่งงานวิจัยออกเป็น 3 ตอนใหญ่ๆ คือ การศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการอบปลาหมักกึ่งแห้ง การศึกษาปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทที่ใช้ในการผลิตปลาหมักกึ่งแห้ง และการศึกษาผลของโปแตสเซียมซอร์เบท การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ และอุณหภูมิในการเก็บ ที่มีต่ออายุการเก็บของปลาหมักกึ่งแห้ง สามารถสรุปผลการศึกษาทั้งหมดได้ดังนี้

1. การศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการอบปลาหมักกึ่งแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส พบว่าเวลาที่เหมาะสมคือ 4 ชั่วโมง โดยจะทำให้ปลาหมักกึ่งแห้งมีค่าน้ำที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วงของอาหารกึ่งแห้ง ผลผลิตกึ่งแห้งที่ได้มีคุณภาพดีทั้งในด้านลักษณะปรากฏ และลักษณะเนื้อสัมผัส ตลอดจนเป็นการประหยัดค่าไฟฟ้าในกระบวนการอบแห้ง

2. การศึกษาปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทที่ใช้ในการผลิตปลาหมักกึ่งแห้ง พบว่าการใช้โปแตสเซียมซอร์เบทไม่เกินร้อยละ 0.10 (คิดเทียบน้ำหนักเนื้อปลาสด) ทำให้มีปริมาณกรดซอร์บิกในปลาหมักกึ่งแห้งไม่เกินข้อกำหนดของมาตรฐานอาหาร และได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดซอร์บิกกับปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบท สำหรับคำนวณหาปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทที่ควรใช้เพื่อให้มีปริมาณกรดซอร์บิกในปลาหมักกึ่งแห้งตามที่ต้องการ และทำให้ทราบถึงปริมาณกรดซอร์บิกที่ควรจะมีในผลิตภัณฑ์ หากมีการใช้โปแตสเซียมซอร์เบทปริมาณต่างๆ

#### 3. คุณภาพเริ่มต้นของปลาหมักกึ่งแห้ง

คุณภาพทางเคมี พบว่าปลาหมักกึ่งแห้งมีค่าน้ำที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วงของอาหารกึ่งแห้ง (ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์อยู่ระหว่าง 0.810 - 0.835) ปริมาณความชื้นร้อยละ 33.28 - 37.58 มีปริมาณโปรตีนสูง (ปริมาณโปรตีนร้อยละ 46.07 - 55.66) ปริมาณไขมันร้อยละ 3.30 - 5.19 ปริมาณเกลือร้อยละ 4.65 - 6.21 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ร้อยละ 1.17 - 1.62 เนื่องจากปลาหมักกึ่งแห้งมีปริมาณเกลือและน้ำตาลไม่สูง จึงเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการบริโภคเนื้อปลาที่ไม่เค็มหรือหวานจนเกินไป ผลผลิตกึ่งแห้งมีเถ้าร้อยละ 6.20 - 8.02 หากใช้โปแตสเซียมซอร์เบทร้อยละ 0.046 หรือ 0.092 (คิดเทียบน้ำหนักเนื้อปลาสด) จะมีปริมาณกรดซอร์บิกในผลิตภัณฑ์ประมาณ 400 และ 800 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ผลผลิตกึ่งแห้งมี pH ระหว่าง 6.23 - 6.27 มีค่า TVN ระหว่าง 50.38 - 53.86 มิลลิกรัม/100 กิโลกรัม และมี TBA value ระหว่าง 13.62 - 17.85

คุณภาพทางกายภาพ จากการวัดสีพบว่า มีค่า L อยู่ระหว่าง 54.64 - 60.44 ค่า a\* อยู่ระหว่าง 2.60 - 4.06 และ ค่า b\* อยู่ระหว่าง 13.08 - 14.30

และคุณภาพทางจุลินทรีย์ วิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ระหว่าง 5.78 - 6.95 log โคโลนี/กรัม และวิเคราะห์จำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อราได้ระหว่าง 4.73 - 5.96 log โคโลนี/กรัม

#### 4. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปลาหมักกึ่งแห้งระหว่างการเก็บรักษา

ด้านเคมี พบว่าค่าน้ำที่เป็นประโยชน์และปริมาณความชื้นของปลาหมักกึ่งแห้งมีแนวโน้มคงที่ระหว่างการเก็บรักษา ปริมาณกรดซอร์บิคและ pH มีแนวโน้มลดลงโดยถ้าอุณหภูมิในการเก็บรักษาสูงขึ้น ยิ่งทำให้ปริมาณกรดซอร์บิคและ pH ลดลงเร็วขึ้น ค่า TVN มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยถ้าอุณหภูมิเก็บรักษาสูงขึ้น ยิ่งทำให้ TVN เพิ่มขึ้นเร็วขึ้น สำหรับ TBA value พบว่า ไม่สามารถบ่งบอกคุณภาพของปลาหมักกึ่งแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 และ 35 องศาเซลเซียส แต่ใช้บ่งบอกคุณภาพของปลาหมักกึ่งแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ได้ดี กล่าวคือ ถ้าระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น ผลิตภัณฑ์จะมี TBA value เพิ่มขึ้น

คุณภาพด้านกายภาพ จากการวัดค่าสีพบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น ค่า L มีแนวโน้มลดลง แสดงว่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ลดลง ค่า  $a^*$  เป็นบวกและมีแนวโน้มสูงขึ้น แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีสีแดงเพิ่มขึ้น สำหรับค่า  $b^*$  มีค่าเป็นบวกและมีแนวโน้มสูงขึ้นเช่นกัน แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองเพิ่มขึ้น

คุณภาพด้านจุลินทรีย์ พบว่าการเก็บรักษาปลาหมักกึ่งแห้งที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ทำให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลง จำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อราไม่เปลี่ยนแปลง ยกเว้นปลาหมักกึ่งแห้งที่ใช้โปแตสเซียมซอร์เบทร้อยละ 0.092 และบรรจุแบบสุญญากาศ จำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อรามีแนวโน้มลดลง แต่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 และ 35 องศาเซลเซียส ทำให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมทั้งจำนวนเชื้อยีสต์และเชื้อราเพิ่มขึ้น โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ทำให้จำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่าที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส สำหรับสิ่งทดลองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เมื่อถูกเก็บรักษาเป็นเวลา 35 วัน ได้ปรากฏกลุ่มโคโลนีเล็กๆ ของเชื้อจุลินทรีย์บนชั้นปลาหมักกึ่งแห้งบางชั้น ซึ่งแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์

คุณภาพด้านประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบยอมรับปลาหมักกึ่งแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส โดยสามารถเก็บรักษาได้อย่างน้อย 91 วัน

5. อุณหภูมิมีอิทธิพลต่ออายุการเก็บรักษามากที่สุด พบว่ายิ่งอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่ำลง ยิ่งทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียช้าลง การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ทำให้เก็บรักษาปลาหมักกึ่งแห้งได้นานที่สุด โดยสามารถเก็บรักษาได้อย่างน้อย 91 วัน ส่วนปลาหมักกึ่งแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 และ 35 องศาเซลเซียส จะเก็บรักษาได้ไม่เกิน 35 และ 14 วันตามลำดับ

6. ผลของโปแตสเซียมซอร์เบท พบว่าการใช้โปแตสเซียมซอร์เบทมีอิทธิพลต่อปริมาณปริมาณกรดซอร์บิค ความชื้นและจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยการใช้โปแตสเซียมซอร์เบทที่ระดับสูง (ร้อยละ 0.092) จะทำให้ปลาหมักกึ่งแห้งมีปริมาณความชื้นและจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลง ซึ่งจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียได้ช้ากว่า

7. ผลของการบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศ พบว่าการบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาพบรรยากาศมีอิทธิพลต่อปริมาณความชื้นและจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระดับต่ำ (การบรรจุหีบห่อแบบสุญญากาศ) จะทำให้ปลาหมักกึ่งแห้งมีปริมาณความชื้นและจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลง ซึ่งส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียได้ช้ากว่าด้วยเช่นกัน

8. สรุปว่าวิธีเก็บรักษาปลาหมักกึ่งแห้งที่เหมาะสมที่สุดคือ การใช้โปแตสเซียมซอร์เบทร้อยละ 0.092 ร่วมกับการบรรจุปลาหมักกึ่งแห้งแบบสุญญากาศ และเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Chiang Mai University

## 2. ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยนี้ผู้ทดลองขอเสนอแนะแนวทางบางอย่าง เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านที่สนใจจะผลิตปลาหมักกึ่งแห้งในระดับอุตสาหกรรม หรือต้องการทำงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปลาหมักกึ่งแห้งต่อไปภายหน้า ดังต่อไปนี้

1. เนื่องจากในกระบวนการผลิตปลาหมักกึ่งแห้ง ไม่มีขั้นตอนฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยความร้อน ดังนั้นผู้ผลิตปลาหมักกึ่งแห้งจึงควรตระหนักถึงความสะอาดของวัตถุดิบและกระบวนการผลิตเป็นอย่างมาก เพราะจะช่วยควบคุมให้อาณาจุลินทรีย์เริ่มต้นในผลิตภัณฑ์ปลาหมักกึ่งแห้งน้อยที่สุด โดยเฉพาะเนือปลานวลจันทร์เทศ อาจนำมาแช่ในสารละลายคลอรีนความเข้มข้นร้อยละ 0.003 (Jay, 1978) เพื่อทำลายจุลินทรีย์บางส่วน แล้วจึงนำเนือปลาไปคลุกเคล้ากับเครื่องปรุง ทั้งนี้ควรจะศึกษาถึงเวลาที่เหมาะสมในการแช่เนือปลาเพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย

2. เนื่องจากโปแตสเซียมซอร์เบทมีประสิทธิภาพยับยั้งจุลินทรีย์ดีมากขึ้น หาก pH ของอาหารลดลง ดังนั้นจึงควรศึกษาต่อไปถึงการเติมกรดในขั้นตอนการคลุกเคล้าเนือปลานวลจันทร์เทศกับเครื่องปรุง เพื่อปรับ pH ของผลิตภัณฑ์ให้ลดลง ทั้งนี้ปริมาณกรดที่ใช้ต้องไม่สูงมากจนกระทั่งผู้บริโภคไม่ยอมรับรสชาติของผลิตภัณฑ์

3. สำหรับปลาหมักกึ่งแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และใช้โปแตสเซียมซอร์เบทปริมาณร้อยละ 0.046 พบว่ามีอายุการเก็บไม่เกิน 35 วัน สิ่งทดลองเหล่านี้อาจจะมีอายุการเก็บรักษานานขึ้นกว่านี้หากเพิ่มปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทที่ใช้ ดังนั้นจึงอาจทำการศึกษาต่อไปในทิศทางที่เพิ่มปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทที่ใช้ และเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปลาหมักกึ่งแห้งที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เกิดขึ้นเร็วพอสมควร ดังนั้นจึงควรเพิ่มความถี่ในการสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์เพื่อทำให้ทราบถึงอายุการเก็บรักษาที่แน่นอนยิ่งขึ้น

4. การวัดระดับการเกิดออกซิเดชันของน้ำมันและไขมันในปลาหมักกึ่งแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สามารถใช้ค่า TBA value เป็นค่าชี้บ่งได้ดี แต่ไม่สามารถใช้ค่านี้เพื่อบ่งชี้ระดับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมันและไขมันในปลาหมักกึ่งแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง (20 และ 35 องศาเซลเซียส) และมีระยะเวลาเก็บรักษานานๆ ได้ ซึ่งเป็นการยืนยันการรายงานของ Sophonphong (1991) โดยในผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงควรจะใช้ค่า fluorescent product เป็นค่าบ่งบอกถึงระดับการเกิดออกซิเดชันของน้ำมันและไขมันในผลิตภัณฑ์