บทที่ 5

วิจารณ์

ปลานิล

5.1 การเตรียมและวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบ

5.1.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพปลานิลสด

ปลานิลที่ใช้ในการทดลองนี้ ได้จากบ่อปลาแถบจังหวัดสมุทรปราการ หลังจากลงอวนจับขึ้นมาได้บรรจุใส่ลังไม้บุสังกะสีด้านใน ลำเลียงปลาจากบ่อถึงสถานที่วิจัยภายในเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ปลาที่มาถึงบางตัวยังมีชีวิตอยู่จึงสดมาก ลักษณะปลาที่มีความสดในระดับดีมากจะมีลูกตาใส เต่งนูนสีดำ เหงือกแดงหรือชมพูจัด ผิวหนังเรียบเป็นเงา เนื้อสัมผัสยืดหยุ่นเป็นเงาใส ผนังท้องไม่แตกยุ่ย มีความยืดหยุ่นดีและใส ซึ่งสอดคล้องกับการกำหนดลักษณะปลาสด โดยกองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง (39)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของปลานิลพบว่าดัชนีความสด คือ ค่า TVB และค่า K เท่ากับ 6.06 mg% และ 55.79% (ตารางที่ 4.1) แสดงให้เห็นว่าปลานิลที่ใช้ในการทดลองมีความสดมาก โดยทั่วไปปลาที่มีค่า TVB ในระดับ 20-30 mg% กับ TMA 4-6 mg% จัดว่าเป็นปลาสด สำหรับค่า K ที่ระดับประมาณ 20% จัดว่าเป็นปลาที่สดมากจนสามารถบริโภคดิบได้ เนื่องจากโปรตีนเนื้อปลายังไม่แปลงสภาพ (Denature) (11) ถ้าค่า K สูงขึ้นความสดจะลดลงทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของปลาอีกด้วย ส่วนค่า TMA เป็นดัชนีความสดอีกอันหนึ่ง แต่มักจะตรวจพบเฉพาะในปลาทะเลไม่พบในปลาน้ำจืด (1) ดังนั้นจึงตรวจไม่พบสาร TMA ในเนื้อปลานิลสด

สำหรับ TBA No. ซึ่งเป็นค่าที่แสดงการเสื่อมสภาพของไขมันในเนื้อปลานั้นพบว่าในปลานิลสดมีค่าเท่ากับ 0.72 mg malonaldehyde/กิโลกรัมของเนื้อปลา โปรตีน 14.09% ไขมัน 1.87% ความชื้น 82.02% ซึ่งปริมาณที่กล่าวมาไม่แตกต่างมากนักจากเนื้อปลาเศรษฐกิจทั่วไปมีโปรตีนโดยเฉลี่ย 16-19% ความชื้น 70-80% ไขมัน 1-5% (45) และสำหรับปริมาณ SSP ที่สกัดได้ (Extractable SSP) มีค่า 66.83% (ตาราง ที่ 4.1) ของปริมาณโปรตีนทั้งหมดซึ่งพบว่าสูงกว่าเมื่อเทียบกับโปรตีนจากเนื้อหมูหรือเนื้อวัว (50%) (46) แสดงว่าปลานิลสามารถใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์พวกที่ต้องการเนื้อสัมผัสเหนียว เช่น ลูกชิ้นได้เป็นอย่างดี

5.1.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพปลานิลสด ที่ผ่านการเก็บรักษาในน้ำแข็ง (0 องศาเซลเซียส ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 1, 4 และ 6 วัน

จากตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเก็บรักษาปลาในน้ำแข็ง 1 วัน ความสดจะลดลงโดยดัชนีความสด TVB = 9.79% และค่า K = 60.64% ซึ่งสูงขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับปลาสด แต่เมื่อเวลาเก็บเพิ่มขึ้นค่า TVB ลดลง เนื่องจากสารพวก Volatile base สามารถละลายน้ำได้(47) เพราะเมื่อเก็บรักษาปลาในน้ำแข็งนานขึ้น น้ำแข็งบางส่วนละลายเป็นน้ำ ปลาจึงแช่อยู่ในน้ำทำให้สารดังกล่าวนี้บางส่วนสูญเสียไป ส่วนค่า K จะสูงขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แสดงว่าเนื้อปลาเสื่อมสภาพจากปฏิกิริยาของเอนไซม์และ ATP ที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อปลาสลายตัวไปเป็น ADP --->AMP --->IMP --->Hx (11) เพราะค่า K เป็นดัชนีความสดที่ได้จากการวัดอัตราการสลายตัวของ ATP (ภาคผนวก ก.3) และจากการเพิ่มอย่างค่อนข้างสม่ำเสมอเมื่อเวลาเก็บเพิ่มขึ้น จึงอาจสรุปได้ว่าค่า K เป็นดัชนีความสดที่ดีสำหรับปลานิลซึ่งเก็บที่อุณหภูมิประมาณ 0 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะปรากฏ กล่าวคือเมื่อเวลาเก็บนานขึ้น ค่า K สูงขึ้น ปลาจะมีเหงือกสีคล้ำ ตาขุ่นยุบ เนื้อนิ่ม

TBA No. ของปลานิลในน้ำแข็ง (0 องศาเซลเซียส ± 2 องศาเซลเซียส) เมื่อเก็บเป็นเวลา 1 วัน 4 วัน และ 6 วัน มีค่าเท่ากับ 0.88 1.18 1.76 mg malonaldehyde/กิโลกรัมเนื้อปลา จะเห็นว่าค่าสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น เพราะเกิดการเสื่อมของไขมันในเนื้อปลาเนื่องจากปฏิกิริยา Lipid oxidation และค่า SSP เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเก็บรักษา คือ ลดลงจาก 66.83% เป็น 56.76% เมื่อเวลาเก็บเพิ่มขึ้นจาก 0 ถึง 6 วัน ผลดังกล่าวนี้ทำให้ความสามารถในการเกิดเจลลดลง (1 13)

5.2 <u>การศึกษาผลของความสดของปลาต่อคุณภาพสุริมิ</u>

เนื่องจากเกณฑ์กำหนดคุณภาพสุริมิที่ใช้เป็นสากลนิยม ได้แก่ ความชื้น pH ความสามารถในการพับ(Folding test) และการวัดค่า Gel strength จากเครื่อง Rheometer (1) ดังนั้น การทดสอบคุณภาพสุริมิที่ผลิตได้ในการทดลองนี้จึงใช้เกณฑ์ดังกล่าว และในการทดสอบความเหนียวโดยวิธีทางประสาทสัมผัสนิยมใช้เกณฑ์การตัดสินความเหนียวของผลิตภัณฑ์เป็นดัชนี จึงนำสุริมิที่ผลิตได้แล้วมาขึ้นรูปเป็นลูกชิ้น เพื่อใช้ในการทดสอบ จากตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์

ค่าเฉลี่ยคุณภาพสุริมิจากปลานิลที่ระดับความสดต่าง ๆ พบว่าค่าความชื้นและ pH ของสุริมิแตกต่างกันอย่างมีมีนัยสำคัญ เนื่องจากในกระบวนการผลิตได้ควบคุมระดับความชื้นและ pH ทุกขั้นตอนจากการผลิตลูกชิ้น เพื่อทดสอบความเหนียวของสุริมิ พบว่าสุริมิจากปลานิลสดแช่น้ำแข็ง 0 วัน (55.79% K-Value) 1 วัน (60.64% K-Value) และ 4 วัน (83.83% K-Value) ให้ผลิตภัณฑ์ที่ความเหนียวแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่ต่างจากพวกที่ได้จากปลานิลที่แช่ในน้ำแข็ง 6 วัน (85.72% K-Value) แสดงว่าที่ระดับความสด 85.72% K-Value ลักษณะหน้าที่ (Functional characteristic) ของสุริมิเริ่มด้อยลง เมื่อนำมาขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ผู้ทดสอบจึงสังเกตเห็นความแตกต่างของลักษณะเนื้อสัมผัสได้ชัดแจน ค่าจากการทดสอบด้วยวิธีพับ ก็สอดคล้องกับคะแนนความเหนียวด้วย (ตารางที่ 4.3) ในการวัดค่าความเหนียวของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่อง Rheometer ค่าที่ได้แสดงถึงแรงกดที่ทำให้เนื้อลูกชิ้นแตกและแยกจากกัน แรงดังกล่าวนี้ใช้เป็นตัวแทนการฉีกขาดจากแรงกัดของฟัน (1) ผลจากการทดสอบ (รูป 4.2) แสดงให้เห็นว่าลูกชิ้นที่ผลิตจากสุริมิปลานิลที่ความสด 55.79% K-Value มีค่า Gel strength สูงที่สุด คือ 291.52 gm.cm และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากลูกชิ้นที่ผลิตจากสุริมิปลานิลแช่น้ำแข็ง ที่ความสด 60.64% K-Value กับ 83.83% K-Value และค่า Gel strength ของลูกชิ้นที่ผลิตจากสุริมิปลานิลแช่น้ำแข็ง ความสด 85.72% K-Value มีค่าต่ำสุด คือ 42.57 qm.cm. ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนความเหนียว และค่าจากการทดสอบด้วยวิธีพับ (ตารางที่ 4.1 4.2) เนื่องจากความสด และ SSP ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเกิดเจลลดลง (1 13) และจากการทดลองนี้พบว่าสามารถผลิตสุริมิจากปลานิลที่มีค่าความสดไม่เกิน 83.83% K-Value หรือที่เก็บรักษาในน้ำแข็งเป็นเวลาไม่เกิน 4 วัน

5.3 <u>การศึกษาผลของการแช่เยือกแข็งและการใช้สาร Reducing agent</u>

รูปที่ 4.4 แสดงค่าความสด TVB ค่า K TBA No. และ SSP ของปลานิลแช่เยือกแข็ง ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน 2 เดือน 3 เดือน จากรูปดังกล่าวจะเห็นว่า ค่า TVB และค่า K สูงขึ้นจากปลาสด ผลดังกล่าวนี้เกิดขึ้นเนื่องจากที่อุณหภูมิแช่แข็งปฏิกิริยาจากเอนไซม์ (Enzyme) ยังคงเกิดขึ้นได้อย่างช้า ๆ จึงทำให้ความสดของปลาด้อยลง (11)

ในระหว่างการเก็บรักษาปลาที่สภาวะแช่แข็ง เนื้อปลาสามารถเกิดปฏิกิริยา Auto-oxidation ขึ้นได้ ทำให้ค่า TBA No. สูงขึ้นจากการที่ไขมันในตัวปลาทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเกิดกลิ่นหืนขึ้นซึ่งชี้ให้เห็นการเสื่อมสภาพของไขมันในเนื้อปลา เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น เช่นเดียวกับปริมาณ SSP ที่ลดลงเนื่องจากโปรตีนเกิดการแปลงสภาพความสามารถในการละลายจึงลดลง (15 16 17 18 19 20 21) ค่าความชื้นของเนื้อปลาลดลงเมื่อเวลาเก็บรักษานานขึ้นโดยเฉพาะปลาที่เก็บเป็นเวลา 3 เดือน ความชื้นมีค่า 74.09%(ตารางที่ 4.4) ต่างจากที่ 0 เดือน อย่างมีนัยสำคัญ ผลดังกล่าวนี้อาจอธิบายได้ว่าเกิดเนื่องจากการแช่เยือกแข็งเป็นเวลานานทำให้คุณสมบัติการกักเก็บน้ำในเซล (Water holding capacity) ของเนื้อเยื่อเสียไปทำให้มีการเสียน้ำจากเซลมากขึ้นระหว่างการทำให้น้ำแข็งละลาย ปริมาณน้ำในเนื้อปลาจึงลดลง และความสามารถในการเกิดเจลลดลงด้วย (15 21) ดังนั้นเมื่อนำปลาที่ผ่านการแช่เยือกแข็งแล้วมาผลิตสุริมิจะทำให้ความยืดหยุ่นและความเหนียวของผลิตภัณฑ์ลดลง ส่วนตารางที่ 4.7 และ 4.9 แสดงให้เห็นว่าอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาการแช่เยือกแข็งปลาและระดับความเข้มข้นของสาร Reducing agent มีผลต่อคะแนนความเหนียวและค่า Gel strength ของลูกชิ้นจากสุริมิที่ผลิตจากปลานิลที่ผ่านการแช่เยือกแข็ง 1 2 และ 3 เดือน กล่าวคือคะแนนความเหนียวและค่า Gel strength ของลูกชิ้นปลาจากสุริมิที่ไม่ใช้สาร Reducing agent ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อสุริมินั้นผลิตจากปลาที่ระยะเวลาเก็บในสภาวะเยือกแข็งเพิ่มขึ้น ผลดังกล่าวนี้แตกต่างจากสุริมิที่ใช้สาร Reducing agent ที่คะแนนความเหนียว และค่า Gel strengtn สูงกว่าโดยเฉพาะสุริมิจากปลานิลที่ผ่านการแช่เยือกแข็ง 3 เดือน จะเห็นผลชัดเจนยิ่งขึ้น แต่จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติคะแนนความเหนียวของลูกชิ้นพบว่าชนิดของสาร Reducing agent มีอิทธิพลร่วมกับระยะเวลาแช่เยือกแข็งปลาอย่างไม่มีนัยสำคัญ

ค่า Gel strength ของลูกชิ้นจากสุริมิที่ใช้และไม่ใช้สาร Reducing agent ผลิตจากปลานิลที่ผ่านการแช่เยือกแข็ง 1 2 และ 3 เดือน (จากตารางที่ 4.9) แสดงให้เห็นอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาแช่เยือกแข็งปลาชนิดของสาร Reducing agent และระดับความเข้มข้นของสาร Reducing agent กล่าวคือค่า Gel strength ของลูกชิ้นจากสุริมิที่ไม่ใช้สาร Reducing agent จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับสุริมิที่ใช้สาร Reducing agent และพบว่าเมื่อเวลาในการเก็บปลาที่สภาวะเยือกแข็งเพิ่มมากขึ้น การใช้สาร Reducing agent ที่

ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นจะให้ค่าผลิตภัณฑ์ที่มี Gel strength สูงกว่า โดย Cysteine 0.10% จะให้ค่า Gel strength สูงที่สุด ส่วน Mercaptoethanol และ Sodium metabisulfite ให้ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีค่า Gel strength ขึ้นลงไม่คงที่ไม่ว่าจะเป็นที่ความเข้มข้นใดหรือที่ความสดใดๆ ของปลาที่ใช้ทำเป็นสุริมิ แต่ค่าที่ได้ยังอยู่ในเกณฑ์ยอมรับ

จากการทดลองนี้จะเห็นว่าสุริมิที่ผลิตจากปลาที่ผ่านการแช่เยือกแข็ง และใช้สาร Reducing agent จะให้ลูกชิ้นที่มีความเหนียว และค่า Gel strength สูงกว่าพวกที่ผลิตจากสุริมิที่ไม่ใช้สาร Reducing agent ผลนี้สอดคล้องกับงานของ Jiang และคณะ (22) ที่ได้ทดลองใช้สาร Reducing agent ได้แก่ Mercaptoethanol Cysteine Tannic acid และ Sodium metabisulfite ในการผลิตสุริมิจากเนื้อปลาคอดแช่เยือกแข็ง และพบว่าสมบัติด้านความยืดหยุ่นและความเหนียวดีขึ้น เช่นเดียวกับ Itoh และคณะ (47 48) ซึ่งสรุปว่าการใช้ Cysteine Cystine และ Inorganic reducing agent พวก Sodium nitrite Sodium thiosulfate และ Sodium hydrogen sulfate ในเนื้อปลาบดจะทำให้ค่า Gel strength ของผลิตภัณฑ์สูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับพวกที่ไม่ได้ใช้สารดังกล่าว

ในส่วนของปริมาณความชื้นพบว่าสุริมิชนิดใช้ และไม่ใช้สาร Reducing agent ที่ผลิตจากปลานิลที่ผ่านการแช่เยือกแข็ง 1, 2 และ 3 เดือน มีค่าความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และมีอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาแช่เยือกแข็งปลาและชนิดของสาร Reducing agent (ตารางที่ 4.11) กล่าวคือ ระยะเวลาแช่เยือกแข็งปลาและ Cysteine ให้สุริมิที่ความชื้นไม่แตกต่างกันที่ระยะเวลาเก็บต่าง ๆ ขณะที่ระยะเวลาการเก็บปลาที่สภาวะเยือกแข็ง และสาร Mercaptoethanol มีผลกับปริมาณความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยสุริมิจากปลาแช่เยือกแข็ง 1 เดือน มีค่าความชื้นสูงกว่าพวกที่ผลิตจากปลาแช่เยือกแข็ง 2 และ 3 เดือน อย่างมีนัยสำคัญ และ Sodium metabisulfite ก็มีผลกับปริมาณความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ คือ สุริมิที่ผลิตจากปลาแช่เยือกแข็ง 1 เดือน มีค่าความชื้นสูงที่สุด รองลงมาคือ 2 และ 3 เดือน ตามลำดับ ส่วนค่า pH ของสุริมิที่ได้จากการทดลองในแต่ละ treatment มีความแปรปรวนมาก ไม่สามารถนำมาใช้เป็นดัชนีคุณภาพสุริมิได้ แต่อย่างไรก็ตามค่าความชื้นและ pH อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (43)

ถึงแม้ว่าสาร Reducing agent ทุกชนิดจะให้ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีคะแนนความเหนียว และค่า Gel strength อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับแต่ผู้ทดสอบมีความเห็นว่า Mercaptoethanol ให้

ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีกลิ่นผิดไปจากลูกชิ้นทั่ว ๆ ไปจึงไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้สารชนิดนี้ทั้งในด้านกลิ่นและรสชาติ จึงตัดสินให้ Cysteine และ Sodium metabisulfite เป็นสาร Reducing agent ที่มีประสิทธิภาพและคุณสมบัติที่ใช้ได้สำหรับการทดลองนี้และได้เลือกไว้ใช้สำหรับผลิตเพื่อศึกษาอายุการเก็บต่อไป แม้ว่า Sodium metabisulfite จะให้เกณฑ์การยอมรับต่ำกว่า Cysteine ก็ตาม แต่ Sodium metabisulfite เป็นสารที่ราคาถูกและนิยมใช้ในวงการอุตสาหกรรมอาหารโดยทั่วไปอยู่แล้วในการรักษาคุณภาพ (49) สำหรับระดับความเข้มข้นที่ดีที่สุดที่สรุปได้จากการทดลองนี้ คือ 0.10% เนื่องจากให้คะแนนความเหนียวและค่า Gel strength ดีที่สุด

5.4 การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

5.4.1 การศึกษาอายุการเก็บของสุริมิจากปลานิลที่ระดับความสดต่าง ๆ

จากรูปที่ 4.5 4.6 4.7 4.8 และตารางที่ 4.14 4.15 แสดงให้เห็นว่าเวลาเก็บและความสดไม่มีผลกับค่าความเหนียวและคะแนนความเหนียวของผลิตภัณฑ์ ส่วนค่า pH และความชื้นไม่เปลี่ยนแปลงมากนักตลอดระยะการเก็บรักษาแต่ปลานิลเก็บรักษาในน้ำแข็งที่มีค่าความสด 83.83% K-Value และ 85.72% K-Value มีคะแนนความเหนียวและค่า Gel strength แตกต่างจากสุริมิจากปลานิลที่ระดับความสด 55.79 60.64% K-Value อย่างมีนัยสำคัญ และสุริมิจากปลานิลที่ระดับความสด 85.72% K-Value คะแนนความเหนียวต่ำกว่าสุริมิจากปลานิลที่ระดับความสด 83.83% K-Value อย่างมีนัยสำคัญซึ่ง Iwata และคณะ และ Dyer กับ Dingle กล่าวว่าเมื่อใช้ปลาไม่สดในการผลิตสุริมิ การเสื่อมคุณภาพจะเกิดได้เร็วยิ่งขึ้น (37 38)

สุริมิที่เวลาเก็บ 0 เดือน หรือพวกที่ผลิตได้ใหม่ ๆ จะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนความเหนียวและค่า Gel strength สูงที่สุดไม่ว่าที่ความสดของปลานิลระดับใดและสุริมิที่เก็บรักษาจากเดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 3 คะแนนความเหนียวและค่า Gel strength เปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ เนื่องจากได้ควบคุมอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษาตลอดระยะเวลา 3 เดือน ไม่ให้มีความผันผวน เพราะอุณหภูมิเก็บรักษาที่ผันผวนจะเป็นผลให้โปรตีนแปลงสภาพ และทำให้คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้อยลง (14)

จากการทดลองนี้จะเห็นว่าคุณภาพของสุริมิที่ดี จะต้องผลิตจากปลาที่สด และสามารถคงคุณภาพที่ดีในระหว่างการเก็บรักษา ถ้านำปลาที่ไม่สดมาผลิตสุริมิ คุณภาพจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงเวลาเก็บรักษา

5.4.2 การศึกษาอายุการเก็บของสุริมิที่ผลิตจากปลานิลแช่เยือกแข็งใช้และไม่ใช้สาร Reducing agent

ในการทดลองได้เก็บปลานิลแช่เยือกแข็ง (ข้อ 3.3) ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน 2 เดือน และ 3 เดือน ปลาที่เก็บแต่ละเวลาเก็บนำมาผลิตเป็นสุริมิโดยเติมสาร Reducing agents คือ Cysteine และ Sodium metabisulfite ที่ระดับความเข้มข้น 0.10% แล้วเก็บสุริมิที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ± 2 องศาเซลเซียส เพื่อหาอายุการเก็บ พบว่าเวลาเก็บปลาที่สภาวะแช่เยือกแข็งมีผลต่อคะแนนความเหนียวและค่า Gel strength ของสุริมิตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาสุริมิ กล่าวคือ เมื่อระยะเวลาแช่แข็งปลานานขึ้น จะมีผลทำให้คะแนนความเหนียวและค่า Gel strength ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 4.17 และ 4.18 ผู้ทดสอบชอบความเหนียวของสุริมิจากปลาที่เก็บที่สภาวะแช่แข็ง 1 เดือน มากที่สุด เนื่องจากปลาที่ผ่านสภาวะแช่เยือกแข็งแล้วมาทำให้น้ำแข็งละลาย (Thaw) ก่อนนำไปใช้ ไมเลกุลของน้ำที่ละลายออกมาทำให้ไมเลกุลของโปรตีนอยู่ใกล้กันมากขึ้นทำให้เกิดการเกี่ยวพันข้ามพันธะโดยเฉพาะพันธะไดซัลไฟด์ (S-S) ซึ่งจะมีผลทำให้การละลายของ SSP ลดลง การเกิดเจลยากขึ้น ความเหนียวของผลิตภัณฑ์จึงลดลง (22)

ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างการใช้และไม่ใช้สาร Reducing agent กับเวลาในการเก็บรักษาสุริมินั้น พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาสุริมิมีผลต่อความเหนียวอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ เมื่อเวลาการเก็บรักษาสุริมินานขึ้น คะแนนความเหนียวและค่า Gel strength จะลดลงตามลำดับไม่ว่าตัวอย่างนั้นใช้หรือไม่ใช้สาร Reducing agent ก็ตาม (ตารางที่ 4.17 4.18 รูปที่ 4.10 และ 4.11) สุริมิที่ผลิตได้ใหม่ (เก็บ 0 เดือน) ชนิดที่ใช้สาร Reducing agent มีคะแนนความเหนียวและค่า Gel strength สูงที่สุด เท่ากับ 8.18 และ 554.05 gm.cm. ตามลำดับ และพบว่าสุริมิพวกที่ไม่ใช้สาร Reducing agent จะมีอัตราลดลงมากกว่าพวกที่ใช้สาร Reducing agent อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากสาร Reducing agent ไป

เปลี่ยนพันธะไดซัลไฟด์ (S-S) ของโปรตีนกล้ามเนื้อปลาให้เป็น S-H มากขึ้น ซึ่งทำให้ SSP ละลายได้เพิ่มขึ้น การเกิดเจลจึงดีขึ้น (22 47 48)

สำหรับอิทธิพลร่วมระหว่างการใช้และไม่ใช้สาร Reducing agent กับเวลาเก็บปลาที่สภาวะแช่เยือกแข็งนั้นพบว่า การใช้สาร Reducing agent มีผลมากกว่ากับคะแนนความเหนียวและค่า Gel strength ของผลิตภัณฑ์จากปลาที่เก็บในสภาวะแช่เยือกแข็งเป็นเวลานานกว่า (ตารางที่ 4.17 4.18 และรูปที่ 4.10 4.11) กล่าวคือการเพิ่มของคะแนนความเหนียวและค่า Gel strength ในผลิตภัณฑ์จากปลาที่เก็บในสภาวะแช่เยือกแข็ง 3 เดือน มีค่า 0.63 และ 55.33 gm.cm. ในขณะที่ผลิตภัณฑ์จากปลาที่เก็บในสภาวะแช่เยือกแข็ง 1 เดือน มีค่า 0.56 และ 29.80 gm.cm.

จะเห็นได้ว่าคุณภาพด้านความเหนียวและค่า Gel strength ของสุริมิจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาสุริมิเพิ่มขึ้น ไม่ว่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากปลาแช่เยือกแข็งที่เก็บเป็นเวลานานเท่าไรก็ตามและจากการทดลองนี้โดยทั่วไปพบว่าผู้ทดสอบชอบความเหนียวของสุริมิที่ใช้ Sodium metabisulfite มากกว่า Cysteine โดยผู้ทดสอบมีความเห็นว่าลูกชิ้นจากสุริมิที่ผสม Cysteine มีเนื้อสัมผัสที่แข็งกว่า ขณะที่พวกผสม Sodium metabisulfite เหนียวแบบนุ่ม ความแตกต่างดังกล่าวนี้ตรวจไม่พบจากค่า Gel strength ของผลิตภัณฑ์ ซึ่งทั้งนี้อาจเพราะแรงที่ต้องการในการกดจนเนื้อแยกจากกันไม่แตกต่างกัน ไม่ว่าผลิตภัณฑ์จะเหนียวแบบแข็งหรือแบบนุ่มก็ตาม

ค่า pH ของสุริมิจากปลานิลแช่เยือกแข็งชนิดใช้และไม่ใช้สาร Reducing agent ที่ทุกเวลาเก็บรักษาอยู่ในช่วงระหว่าง 6.5-7.0 ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเกิดเจล (13) เช่นเดียวกับความชื้นของสุริมิซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 70-80% ซึ่งก็จัดว่าเป็นระดับที่อยู่ในเกณฑ์ดีสำหรับการเกิดเจลของผลิตภัณฑ์เช่นกัน (13)

จากผลการศึกษาอายุการเก็บสุริมิเป็นเวลา 3 เดือน พบว่าสามารถที่จะนำปลานิลซึ่งเก็บที่สภาวะแช่เยือกแข็งไว้นาน 3 เดือน มาผลิตเป็นสุริมิได้โดยคุณภาพยังเป็นที่ยอมรับ กล่าวคือคะแนนความเหนียว ค่า Gel strength ระดับความชื้น และค่า pH อยู่ในเกณฑ์ดีเป็นที่ยอมรับ การใช้สาร Reducing agent คือ 0.10% Cysteine และ 0.10% Sodium metabisulfite จะให้ผลิตภัณฑ์ที่คุณภาพด้านความเหนียวและค่า Gel strength ดี

กว่าพวกที่ไม่ใช้สาร Reducing agent และสามารถเก็บสุริมิได้ 3 เดือน โดยคุณภาพเปลี่ยนแปลงในระดับที่ยังเป็นที่ยอมรับ

ปลาหลังเขียว (ปลาซาร์ดีน)

5.5 การเตรียมและการวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบ

5.5.1 การวิเคราะห์คุณภาพปลาหลังเขียวสด

ปลาหลังเขียวที่นำมาใช้ในการทดลองนี้เป็นปลาที่จับได้ในอ่าวไทยแถบจังหวัดชุมพร โดยเรือที่ออกจับเพียง 1 คืน หลังจับได้บรรจุใส่ลังควบคุมอุณหภูมิโดยน้ำแข็งมายังสถานที่วิจัย ปลาที่มาถึงสถานที่วิจัยจึงสดมาก มีลักษณะปรากฏดี ลำตัวมีสีสดใส เป็นเงา ตาดำเล็กใส เหงือกแดง เนื้อสัมผัสยืดหยุ่นดี ผนังท้องไม่แตกยุ่ย

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของปลาหลังเขียวพบว่า ดัชนีความสด คือ TVB TMA K-Value มีค่าเท่ากับ 6.3 mg% 0.97 mg% และ 43.43 mg% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.20) แสดงให้เห็นว่าปลาหลังเขียวที่ใช้ในการทดลองมีความสดมากเมื่อเทียบกับค่าความสดโดยทั่วไป (11) และพบว่าสามารถหาค่า TMA ได้ในปลาหลังเขียวซึ่งเป็นปลาทะเลและสอดคล้องกับ Suzuki (1) ที่กล่าวว่าจะพบ TMA ซึ่งเป็นตัวการที่ทำให้เกิดกลิ่นคาวเฉพาะในปลาทะเล

ค่า TBA No. ของปลาหลังเขียวเท่ากับ 4.06 mg malonaldehyde ต่อเนื้อปลา 1 กิโลกรัม ซึ่งสูงกว่าที่พบในปลานิล และมีโปรตีน 20.68% ไขมัน 0.82% ความชื้น 78.72% ค่าทั้งหมดที่ได้ไม่แตกต่างจากเนื้อปลาเศรษฐกิจทั่วไป (45) การที่ค่า TBA สูงกว่าปลานิล แม้ปริมาณไขมันจะต่ำกว่า อาจเป็นเพราะปลาหลังเขียวที่ใช้ในการทดลองส่วนใหญ่เป็นปลาที่กำลังมีไข่ปริมาณไขมันในเนื้อปลาจึงต่ำกว่าปกติ (โดยปกติมีค่าเฉลี่ยประมาณ 2-5%) และไขมันเกิดปฏิกิริยา Oxidation ไปมากกว่าไขมันในปลานิล ค่า TBA จึงสูงกว่า ส่วนปริมาณ SSP ที่สกัดได้ มีค่าเท่ากับ 55.36% ซึ่งต่ำกว่าที่ตรวจพบในปลานิลถึง 10% แต่ก็ยังสูงกว่าที่พบในเนื้อหมูและเนื้อวัว

5.5.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพปลาหลังเขียวสดที่ผ่านการเก็บรักษาในน้ำแข็ง (0 องศาเซลเซียส $\pm$ 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 2, 5 และ 9 วัน

จากตารางที่ 4.21 พบว่าดัชนีความสด TVB มีค่า 8.79 5.88 และ 15.93 mg% TMA 1.09 0.92 และ 2.99 mg% มีค่า K 63.23 82.59 และ 90.30% ตามลำดับ ระหว่างการเก็บรักษาปลาหลังเขียวสดในน้ำแข็ง 2 วัน 5 วัน และ 9 วัน จะเห็นว่า

ได้ค่า TVB และ TMA ค่อนข้างแปรผัน ซึ่งทั้งนี้อาจเป็นเพราะสาร TVB และ TMA ละลายได้ในน้ำ จึงมีการสูญเสียขณะเก็บโดยแช่ในน้ำแข็งไปบ้าง (47) สำหรับ ค่า K จะเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาเก็บรักษาปลา แสดงให้เห็นว่าเมื่อเวลาเก็บนานขึ้น ค่า K จะเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ที่ทำให้เนื้อปลาเสื่อมสภาพเช่นเดียวกับค่า TBA ที่เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บนานขึ้น เนื่องจากไขมันเกิดปฏิกิริยา Oxidation ส่วนค่า SSP ลดลงในระหว่างการเก็บรักษาเนื่องจากการเสื่อมสภาพของโปรตีนซึ่งจะเป็นผลให้ประสิทธิภาพในการเกิดเจลของเนื้อปลาลดลง (1 9)

5.6 การศึกษาผลของความสดของปลาหลังเขียวต่อคุณภาพสุริมิ

จากตารางที่ 4.22 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของคุณภาพสุริมิจากปลาหลังเขียว ที่ระดับความสด 43.43 63.23 82.59 และ 90.30% K-Value ตามลำดับ พบว่าสุริมิที่ผลิตจากปลาหลังเขียวทุกระดับความสดไม่สามารถนำมาขึ้นรูปเป็นลูกชิ้นได้และจากการวัดค่า Gel strength คะแนนความเหนียวและค่าการพับ (Folding test) พบว่าอยู่ในเกณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับ การที่เป็นเช่นนี้อธิบายได้ว่าอาจเนื่องมาจากธรรมชาติของปลาหลังเขียวเป็นปลาที่เกิดเจลได้ยากและเจลมีอัตราการคงตัว (Set) เร็วมาก (9 13) Shimizu และคณะ (13) รายงานว่าปลาหลังเขียวที่ผ่านระยะ Rigor แล้วจะสูญเสียความสามารถในการเกิดเจลประมาณครึ่งหนึ่ง

5.7 การศึกษาผลการแช่เยือกแข็งและการใช้สาร Reducing agent

จากตารางที่ 4.2.3 แสดงผลการวิเคราะห์ทางเคมีของปลาหลังเขียวที่ผ่านการแช่เยือกแข็งแล้ว 1 เดือน พบว่าค่า TVB TMA ค่า K และค่า TBA สูงขึ้นกว่าปลาสด ผลอันนี้อธิบายได้เช่นเดียวกับปลานิล และเป็นดัชนีซึ่งชี้ให้เห็นว่าปลาสดมีการเสื่อมสภาพแม้เมื่อเก็บที่อุณหภูมิแช่แข็ง ส่วนค่า SSP ที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัดเกิดเนื่องจากการแช่เยือกแข็ง ทำให้ Myofibrillar protein เกิดเสื่อมสภาพ ปริมาณ SSP ที่สกัดได้จึงต่ำกว่าปลาสด การเสื่อมสภาพของโปรตีนจะเป็นผลให้เนื้อปลาสูญเสียสมบัติด้านการเก็บกักน้ำไว้ในเซล และเสียความสามารถในการเกิดเจล (13 18) จึงทำให้ไม่สามารถนำสุริมิที่ผลิตจากปลาแช่เยือกแข็งมาขึ้นรูปได้ ถึงแม้ว่าจะใช้สาร Reducing agent แล้วก็ตาม

ตารางที่ 4.24 แสดงปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในการผลิตสุริมิจากปลาหลังเขียวด้วยการทดลองซ้ำและควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อคุณภาพสุริมิด้านความเหนียว เช่น ควบคุม pH และอุณหภูมิขณะล้างเนื้อปลา และระหว่างการนวดเป็นสุริมิ การควบคุม pH ทำโดย Alkaline leaching ในขั้นตอนการล้างเนื้อปลาครั้งแรกโดยเติม $NaHCO_3$ 0.2% ในน้ำล้างเพื่อปรับ pH ของเนื้อปลาให้อยู่ระหว่าง 6.5-7.0 แต่สุริมิที่ผลิตได้ยังมีคุณภาพด้านความเหนียวต่ำ

เมื่อทดลองเติมสาร Reducing agent ลงในเนื้อปลาหลังเขียวสด ในขั้นตอนการนวดเป็นสุริมิ พบว่าความเหนียวที่ได้รับยังต่ำ เนื้อร่วน ขึ้นรูปไม่ได้ จึงได้ทดลองเติมไข่ขาวลงในเนื้อปลาขณะนวดเป็นสุริมิ แต่ก็ยังไม่สามารถขึ้นรูปได้ ในการแก้ปัญหาขั้นต่อไปได้นำเนื้อปลาที่ผ่านกระบวนการล้างแต่ยังไม่ได้นวดและไม่ได้แช่แข็งมาผลิตเป็นลูกชิ้นเลย เพราะคิดว่าการแช่เยือกแข็งอาจทำให้ Myofibrillar protein ในเนื้อปลาแปลงสภาพ จึงเกิดเจลได้ยาก แต่จากการทดลองพบว่าก็ไม่สามารถขึ้นรูปได้เช่นกัน จึงได้ทดลองแยกเนื้อปลาโดยใช้มือแทนการใช้เครื่อง Mechanical deboner เพราะคิดว่าการใช้เครื่องอาจทำให้เนื้อปลาส่วนสีดำ (Dark meat) ซึ่งมี Water soluble protein (WSP) ปะปนออกมามาก และ Protein ดังกล่าวนี้เป็นตัวการที่ขัดขวางการเกิดเจลในเนื้อปลา (1) แต่พบว่าเนื้อปลาที่แยกกระดูกด้วยมือและนำมาผลิตลูกชิ้นทันทีก็ให้ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีเนื้อสัมผัสร่วนและมีค่า Gel strength ต่ำเช่นเดียวกัน

จากขั้นตอนต่าง ๆ ที่ได้ดำเนินการ เพื่อการแก้ปัญหาด้านความเหนียวของสุริมิจากปลาหลังเขียวที่กล่าวมาแล้ว พบว่าไม่มีวิธีใดสามารถแก้ปัญหาได้จึงไม่สามารถผลิตสุริมิที่มีคุณภาพดีตามเกณฑ์การยอมรับ (43) ได้จากงานทดลองนี้ ซึ่งผลดังกล่าวนี้อาจอธิบายได้ว่า ปลาหลังเขียวโดยธรรมชาติเป็นปลาเนื้อดำที่มี Glycogen ในเนื้อปลาสูงกว่าปลาชนิดอื่นทั่วไป หลังตายปริมาณ Lactic acid จึงเพิ่มสูงมากขึ้นถึงประมาณ 200 mole/กรัม ขณะที่ในเนื้อปลาชนิดอื่นจะมีอยู่เพียงประมาณ 35 mole/กรัม ดังนั้น pH ในเนื้อปลาลดลงเร็วมาก คือ ต่ำกว่า 6.5 จึงเป็นอุปสรรคในการเกิดเจลและนอกจากนั้นเจลของเนื้อปลาหลังเขียวยังมีอัตราการคงตัวเร็วมากอีกด้วย (9 13) มีผู้อธิบายว่าความสามารถในการเกิดเจลของเนื้อปลาขึ้นกับสภาวะทางนิเวศวิทยาและสภาพทางชีววิทยาของปลาแต่ละชนิด (13) เช่น แหล่งที่จับ สถานที่จับปลาแต่ละแหล่งจะมีผลต่อคุณภาพของปลา เนื่องมาจากคุณภาพน้ำและอาหารที่ปลากิน อายุของปลา (ขนาด

ของปลา) อายุและขนาดของปลาทำให้ปริมาณการสะสมของไขมันในตัวปลาแตกต่างกัน ลักษณะอาการที่ปลาตายรวมทั้งวิธีจับปลา เป็นต้นว่าปลาที่ได้มาชอกช้ำ หรือมีการดิ้นรนมากแค่ไหน ปลาที่ชอกช้ำและดิ้นรนมากจะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดขึ้นเร็วมากด้วย ฤดูกาลที่จับจะมีผลต่อการเกิดเจลของเนื้อปลา คือ กำลังวางไข่ หรือหลังวางไข่จะมีความสามารถในการเกิดเจลต่างกันด้วย สำหรับปลาหลังเขียวปลาที่วางไข่และหลังวางไข่ จะมีความสามารถในการเกิดเจลต่ำ (13) และปลาหลังเขียวที่ได้มาทดลองแต่ละครั้งเป็นปลาที่กำลังมีไข่เป็นส่วนใหญ่ และโดยธรรมชาติ ปลาชนิดนี้สามารถวางไข่ได้ตลอดปี (8) จากสาเหตุเช่นนี้จึงเป็นอุปสรรคในการนำปลาหลังเขียวมาผลิตเป็นสุริมิที่ดี นอกจากว่าจะใช้ปลาหลังเขียวสดมากๆ หรือใช้ปลาในระยะก่อนเกิด Rigor mortis และผลิตเป็นสุริมิบนเรือที่ใช้จับปลา ตลอดจนสำรวจระยะวางไข่ของปลาจากแต่ละแหล่ง และเลือกปลาก่อนวางไข่มาใช้เป็นวัตถุดิบ จึงอาจผลิตสุริมิที่มีคุณภาพดีจากปลาชนิดนี้ได้