

ส่วนที่ 4

การศึกษาลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของเนื้อปลาปักเป้า

1. การคัดเลือกผู้ทดสอบ

ทำการคัดเลือกผู้ทดสอบเบื้องต้น โดยเลือกคนที่สามารถแยกตัวอย่างได้ถูกต้องมากที่สุดหรือตอบถูกมากที่สุด และมีความสนใจที่จะเป็นผู้ทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อปลาปักเป้าประมาณ 10-15 คน เพื่อนำมาฝึกฝนและทดสอบเพื่อแยกความแตกต่างของคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างเนื้อปลาปักเป้าเฉพาะที่จะฝึกฝนได้เช่น ลักษณะปรากฏ ความใสของเนื้อ สี กลิ่น และเนื้อสัมผัส เป็นต้น จากนั้นให้กลุ่มผู้ทดสอบช่วยกันคิดค้นคำศัพท์หรือคุณลักษณะเฉพาะ

การคัดเลือกผู้ทดสอบ ทำโดยนำตัวอย่างปลาปักเป้า ปลากระพงแดง ปลากระพงขาวและเนื้อไก่ที่เก็บในอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส มาทำการละลาย จากนั้นแล่เอาเฉพาะส่วนเนื้อเพื่อเตรียมนำมาทดสอบ โดยนำเนื้อปลาปักเป้า ปลากระพงแดง ปลากระพงขาวและเนื้อไก่ส่วนออกมาให้มีขนาดกว้างและยาว ประมาณ 2 X 5 เซนติเมตรและมีความหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร จากนั้นนำเนื้อที่แล่มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยการทดสอบความแตกต่างรวมทั้งหมดเลือกใช้วิธีการเลือกตัวอย่างที่จากสามตัวอย่าง (Triangle Test) ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน แล้วรวบรวมแบบรายงานการทดสอบจากผู้ทดสอบทั้งหมดไปวิเคราะห์ผล โดยเปรียบเทียบกับตารางที่ใช้จำนวนที่ตอบถูกเทียบกับจำนวนต่ำสุดของผู้ทดสอบที่เลือกตัวอย่างที่จากสามตัวอย่างได้ถูกต้อง ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4-1 และภาพที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 จำนวนผู้ที่ตอบผิดและถูกจากการเลือกตัวอย่างที่จากสามตัวอย่าง ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน

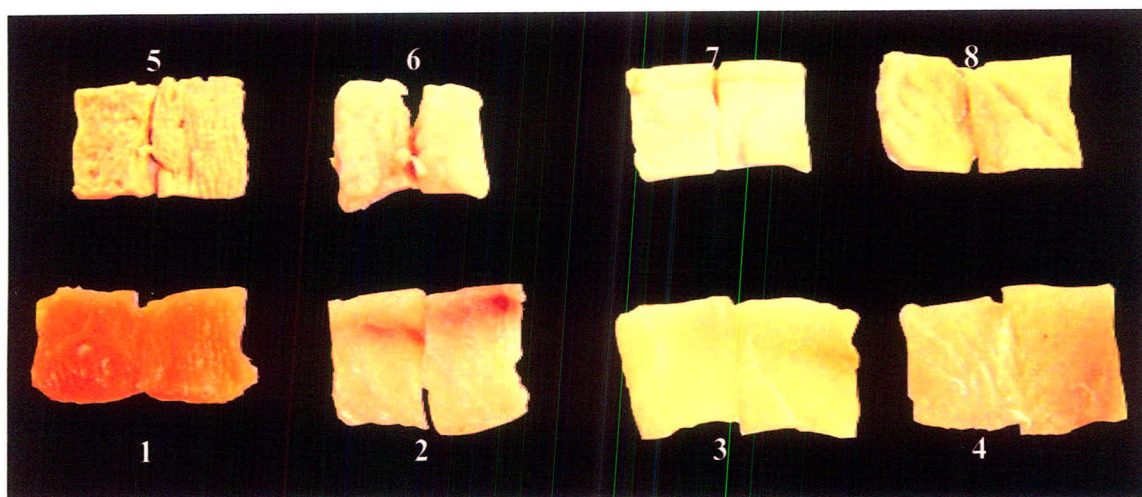
ตัวอย่างที่ทดสอบ	คนที่ตอบผิด	คนที่ตอบถูก
1.เนื้อปลาปักเป้าแล่กับเนื้ออกไก่แล่	4	26**
2.เนื้อปลาปักเป้าแล่กับเนื้อปลากระพงขาวแล่	12	18**
3.เนื้อปลาปักเป้าแล่กับเนื้อปลากระพงแดงแล่	15	15 ^{ns}
4.เนื้อปลาปักเป้าแล่กับเนื้ออกไก่แล่ (ต้ม)	4	26**
5.เนื้อปลาปักเป้าแล่กับเนื้อปลากระพงขาวแล่ (ต้ม)	14	16*
6.เนื้อปลาปักเป้าแล่กับเนื้อปลากระพงแดงแล่ (ต้ม)	12	18**

** ตัวอย่างที่ทดสอบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

* ตัวอย่างที่ทดสอบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns ตัวอย่างที่ทดสอบไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

การทดสอบความแตกต่างโดยรวมของเนื้อปลาปักเป้าแล้กับเนื้ออกไก่แล้ เนื้อปลาปักเป้าแล้กับเนื้อปลากะพงขาวแล้ เนื้อปลาปักเป้าแล้กับเนื้ออกไก่แล้ (ต้ม) และเนื้อปลาปักเป้าแล้กับเนื้อปลากะพงแดงแล้ (ต้ม) พบว่าตัวอย่างที่ทดสอบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) ส่วนเนื้อปลาปักเป้าแล้กับเนื้อปลากะพงขาวแล้ (ต้ม) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ผู้ทดสอบนั้นสามารถแยกความแตกต่างโดยรวมของเนื้อที่ผ่านการแล้ให้มีขนาดเล็กและบางได้ ซึ่งชิ้นเนื้อที่แล้ก็มีขนาดใกล้เคียงกันกับเนื้อปลาที่ใช้กันตามร้านอาหารลวกจิ้มและหมูกระทะ แต่ก็ยังคงเป็นเนื้อแล้ที่ยังไม่ผ่านกรรมวิธีที่ซับซ้อน ซึ่งต้องมีการศึกษาต่อไปว่าคุณลักษณะใดที่ทำให้เนื้อปลาปักเป้ามียุณลักษณะเด่นต่างจากเนื้อปลาชนิดอื่นๆ สำหรับการทดสอบความแตกต่างโดยรวมของเนื้อปลาปักเป้าแล้กับเนื้อปลากะพงแดงแล้ (ต้ม) พบว่าตัวอย่างที่ทดสอบไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 4-1 เนื้ออกไก่แล้ (1), เนื้อปลากะพงขาวแล้ (2), เนื้อปลาปักเป้าแล้ (3), เนื้อปลากะพงแดงแล้ (4), เนื้ออกไก่แล้-ต้ม (5), เนื้อปลากะพงขาวแล้-ต้ม (6) , เนื้อปลาปักเป้าแล้-ต้ม (7) และ เนื้อปลากะพงแดงแล้-ต้ม (8)

2. การฝึกฝนผู้ทดสอบ

หลังจากคัดเลือกผู้ทดสอบแล้วทำการฝึกฝนผู้ทดสอบ โดยให้ผู้ฝึกฝนคุ้นเคยกับตัวอย่างเนื้อปลาแล้หลายชนิดได้แก่ ปลาปักเป้า กะพงขาว กะพงแดง และทรายแดง เป็นต้น ซึ่งปลาแต่ละชนิดแล้แบ่งออกเป็น 2 ขนาด คือขนาดเล็ก กว้างและยาวประมาณ 2 X 5 เซนติเมตร หนาประมาณ 0.5-0.75 เซนติเมตร และขนาดใหญ่ซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกับที่โรงงานแล้ โดยใช้ขนาดของปลาปักเป้าเป็นเกณฑ์ ซึ่งใช้ปลาปักเป้าที่มีน้ำหนักประมาณ 300 กรัม ขึ้นไปโดยปลาปักเป้า 1 ตัวแล้ได้ 2 ชิ้น ตามเนื้อส่วนข้างลำตัว

3. การทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบพรรณนาเชิงปริมาณของเนื้อปลาปักเป้า

ผู้ทดสอบช่วยกันพัฒนาคำอธิบายคุณลักษณะเฉพาะของเนื้อปลาที่ทดสอบ แล้ววิเคราะห์หา ลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อปลาปักเป้าแบบพรรณนาเชิงปริมาณ ศึกษาถึงคุณลักษณะของเนื้อ แล่ที่ผ่านและไม่ผ่านความร้อน โดยการฝึกฝนผู้ทดสอบช่วยให้สามารถอธิบายลักษณะของเนื้อปลาได้ ได้แก่ สีชมพูกลาง ความสว่าง ความสม่ำเสมอ ความมันวาว ผิวสัมผัสเรียบ ความแน่นเนื้อ กลิ่นคาวปลา และเนื้อคล้ายยาง และลักษณะของเนื้อปลาแล่ที่ผ่านความร้อน ได้แก่ สีขาว มัดกล้ามเนื้อ ความแน่นเนื้อ กลิ่นคาวปลา เนื้อคล้ายยาง ผิวสัมผัสเป็นคลื่น ความชุ่มชื้น เนื้อเป็นปุย และเนื้อเป็นปึก สำหรับการ อธิบายคุณลักษณะเฉพาะของเนื้อปลาแล่ที่ผ่านและไม่ผ่านการทำให้สุกแสดงดังนี้

สีชมพูกลาง (baby pink) หมายถึง สีของชิ้นเนื้อโดยรวมเป็นสีชมพูกลางๆ ไม่เข้มมาก

(ชมพูซีด ชมพูกลาง ชมพูเข้ม)

ความสว่าง (brightness) หมายถึง ลักษณะของชิ้นเนื้อที่ใสและมีความสว่าง

(ทึบแสง โปร่งแสง)

ความสม่ำเสมอ (evenness) หมายถึง ลักษณะปรากฏของผิวชิ้นเนื้อโดยรวมมีความสม่ำเสมอ

(ผิวเป็นเหลี่ยม ผิวโค้งมน)

ความมันวาว (grossly) หมายถึง ผิวนอกชิ้นเนื้อมีลักษณะเป็นมันวาวเลื่อมและสะท้อนแสง

(เนื้อแห้งกระด้าง เนื้อมันวาวสะท้อนแสง)

ผิวสัมผัสเรียบ (smooth) หมายถึง ใช้นิ้วมือลูบสัมผัสชิ้นเนื้อแล้วมีลักษณะเรียบ

(เรียบ ขรุขระ)

ความแน่นเนื้อ (firm) หมายถึง ใช้นิ้วมือกดและบีบชิ้นเนื้อแล้วชิ้นเนื้อไม่ค่อยและ

(และ นิ่ม แน่น)

กลิ่นคาวปลา (fishy) หมายถึง กลิ่นเหม็นคาวของปลาเหมือนจะไม่สด

(ทะเลสด สาบ เหม็นฉุน)

เนื้อคล้ายยาง (rubbery) หมายถึง ชิ้นเนื้อเมื่อสัมผัสโดยการกด หรือบีบแล้วมีความยืดหยุ่น

เหมือนเยลลี่ และเมื่อปล่อยก็จะกลับสู่สภาพเดิม

(ยุบตัว เค็ง)

สีขาว (white) หมายถึง ชิ้นเนื้อที่มีสีออกสีขาว ขุ่นๆ

(สีขาวขุ่นซีด สีขาวสว่าง)

มัดกล้ามเนื้อ (myomere) หมายถึง ความชัดเจนของมัดกล้ามเนื้อเมื่อมอง

(มัดกล้ามเนื้อง่ายต่อการแยก มัดกล้ามเนื้อติดแน่นเป็นมัด)

ผิวสัมผัสเป็นคลื่น (wave) หมายถึง สัมผัสผิวชิ้นเนื้อแล้วเป็นลอนคลื่นชัดเจน

(ลอนคลื่นห่าง ลอนคลื่นถี่)

- ความชุ่มชื้น (moist)

หมายถึง สัมผัสชิ้นเนื้อแล้วมีความชุ่มชื้น ไม่แห้ง (แห้ง เปียก)
- เนื้อเป็นปุย (mushy)

หมายถึงเนื้อมีลักษณะเนื้อเป็นปุยขาวคล้ายสำลี (กระด้าง นุ่ม)
- เนื้อเป็นปึก(pasty)

หมายถึง สัมผัสชิ้นเนื้อแล้วมีลักษณะเหนียวติดมือ (แห้งร่วน เหนียวเป็นเมือก)

3.1 ผลการทดสอบคุณลักษณะเนื้อปลาแล้

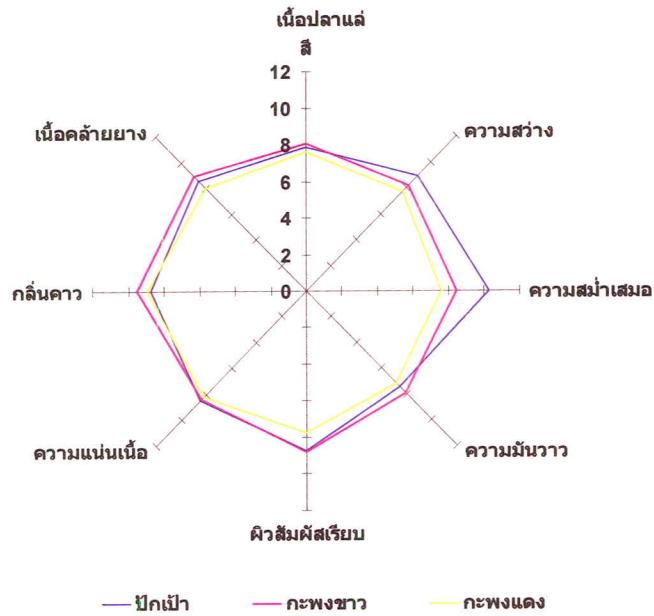
เมื่อใช้ผู้ทดสอบในการประเมินตัวอย่างได้แก่ เนื้อปลาปึกเป่า เนื้อปลากะพงขาว และเนื้อปลากะพงแดง พบว่าคะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะเนื้อแล้ด้านสีชมพูกลาง ความสว่าง ความมันวาว ผิวสัมผัสเรียบ ความแน่นเนื้อ กลิ่นคาวปลาและเนื้อคล้ายยาง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แต่คะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านความสม่ำเสมอ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) (แสดงดังตารางที่ 4-2 และรูปที่ 4-2, 4-3) โดยเนื้อปลาปึกเป่าจะได้คะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านความสม่ำเสมอสูงสุดคือ 10.30 ± 0.56 คะแนน รองลงมาได้แก่เนื้อปลากะพงขาว และกะพงแดงคือ 8.46 ± 0.62 และ 7.59 ± 0.71 คะแนนตามลำดับ

ตารางที่ 4-2 คะแนนเฉลี่ยลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี ความสว่าง ความสม่ำเสมอ ผิวสัมผัสเรียบ ความแน่นเนื้อ กลิ่นคาว และเนื้อคล้ายยาง ของเนื้อปลาปึกเป่าแล้ ปลากะพงขาวแล้ และปลากะพงแดงแล้

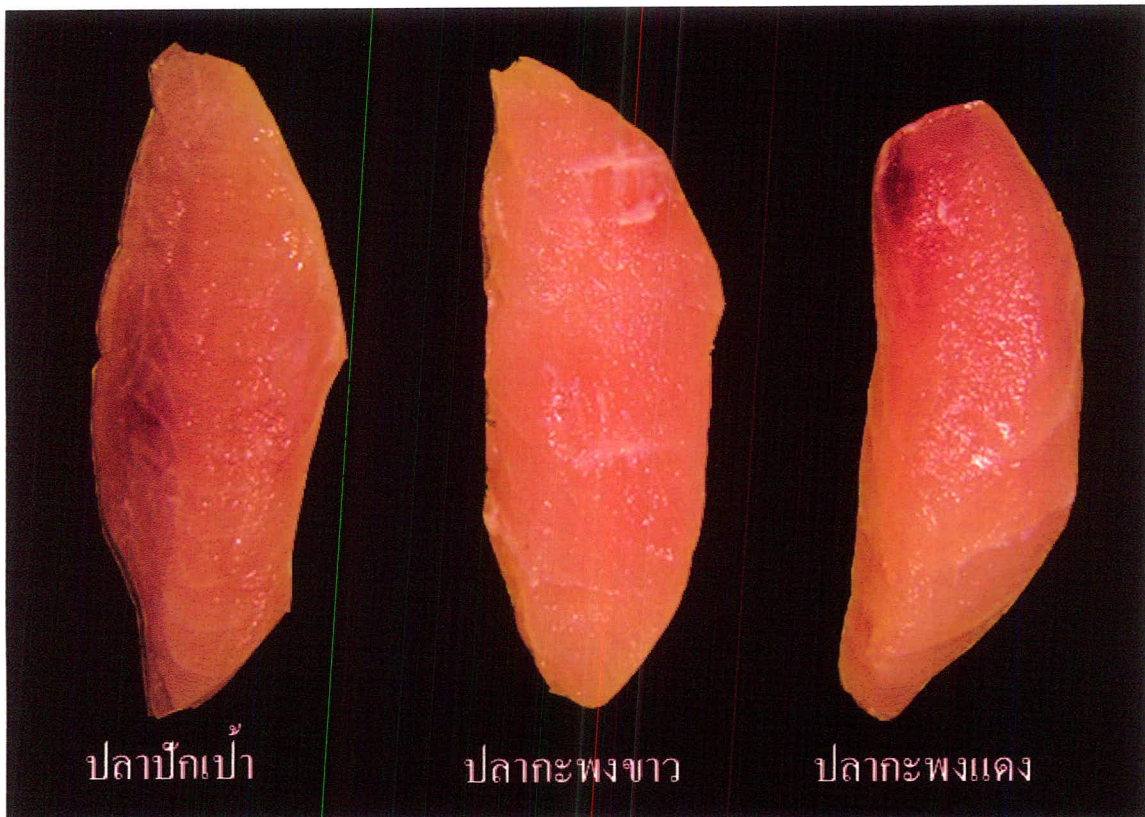
ชนิดปลา	คุณลักษณะ							
	สีชมพูกลาง ^{ns}	ความสว่าง ^{ns}	ความสม่ำเสมอ	ความมันวาว ^{ns}	ผิวสัมผัสเรียบ ^{ns}	ความแน่นเนื้อ ^{ns}	กลิ่นคาว ^{ns}	เนื้อคล้ายยาง ^{ns}
ปึกเป่า	7.89±0.38	8.95±0.58	10.30±0.56 ^a	7.39±0.59	8.73± 0.60	8.43±0.67	8.73±0.87	8.50±0.59
กะพงขาว	8.05±0.38	8.22±0.37	8.46 ±0.62 ^{ab}	7.90±0.39	8.80±0.56	8.33±0.59	9.51±0.68	8.95±0.58
กะพงแดง	7.59±0.71	7.68±0.36	7.59±0.71 ^b	7.18±0.48	7.73±0.53	8.15±0.44	8.95±0.63	7.91±0.39

^{a, b} ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

^{ns} ค่าเฉลี่ย ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



ภาพที่ 4-2 กราฟใยแมงมุมแสดงคะแนนเฉลี่ยลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี ความสว่าง ความสม่ำเสมอ ผิวสัมผัสเรียบ ความแน่นเนื้อ กลิ่นคาว และเนื้อคล้ายยางของเนื้อปลาปลากะพงขาว ปลากะพงแดง และปลากะพงดำ



ภาพที่ 4-3 เนื้อปลาปลากะพงขาว เนื้อปลาปลากะพงแดง และเนื้อปลาปลากะพงดำ

3.2 ผลการทดสอบคุณลักษณะเนื้อปลาแล้ที่ผ่านความร้อนโดยการต้ม

เนื้อปลาปักเป้า เนื้อปลากะพงขาว และเนื้อปลากะพงแดงแล้ นำไปต้มที่อุณหภูมิประมาณ 90-95 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที เมื่อใช้ผู้ทดสอบในการประเมินด้านสีขาว มัดกล้ำเนื้อ ความแน่นเนื้อ กลิ่นคาวปลา เนื้อคล้ายยาง ผิวสัมผัสเป็นคลื่น ความชุ่มชื้น เนื้อเป็นปุย และเนื้อเป็นปึก พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะเนื้อแล้ที่ผ่านความร้อนด้านสี กลิ่นคาวปลา ความชุ่มชื้น เนื้อเป็นปุย และเนื้อเป็นปึก ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่คะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะด้าน มัดกล้ำเนื้อ ความแน่นเนื้อ เนื้อคล้ายยาง และผิวสัมผัสเป็นคลื่น มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($P\leq 0.05$) (ตารางที่ 4-3 และภาพที่ 4-4, 4-5) โดยคุณลักษณะด้านมัดกล้ำเนื้อของเนื้อปลาปักเป้ามียคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ 10.30 ± 0.56 คะแนน รองลงมาเป็นกะพงขาว และกะพงแดง คือ 8.46 ± 0.62 และ 7.33 ± 0.54 คะแนนตามลำดับ ซึ่งเนื้อปลาปักเป้ามียโครงสร้างกล้ำเนื้อที่แข็งแรง ยึดหยุ่นสูง และสามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงต่ออุณหภูมิได้ดี (Fernandes *et al.*, 2006) จึงน่าจะส่งผลให้คุณลักษณะด้านความแน่นเนื้อและเนื้อคล้ายยางของปลาปักเป้ามียคะแนนเฉลี่ยมากกว่าเนื้อปลาปลากะพงขาวและปลากะพงแดง

คุณลักษณะด้านความแน่นเนื้อของเนื้อปลาปักเป้ามียคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ 10.42 ± 0.53 คะแนน รองลงมาเป็นปลากะพงแดง และกะพงขาว คือ 10.16 ± 0.48 และ 7.90 ± 0.39 คะแนนตามลำดับ

คุณลักษณะด้านผิวสัมผัสเป็นคลื่นของเนื้อปลาปักเป้ามียคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ 10.41 ± 0.46 คะแนน รองลงมาเป็นกะพงแดง และกะพงขาว คือ 9.50 ± 0.51 และ 8.31 ± 0.61 คะแนนตามลำดับ

คุณลักษณะด้านเนื้อคล้ายยางของเนื้อปลาปักเป้ามียคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ 8.25 ± 0.27 คะแนน รองลงมาเป็นกะพงแดง และกะพงขาว คือ 7.37 ± 0.47 และ 7.27 ± 0.43 คะแนนตามลำดับ

ตารางที่ 4-3 คะแนนเฉลี่ยลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี มัดกล้ำเนื้อ ความแน่นเนื้อ กลิ่นคาว

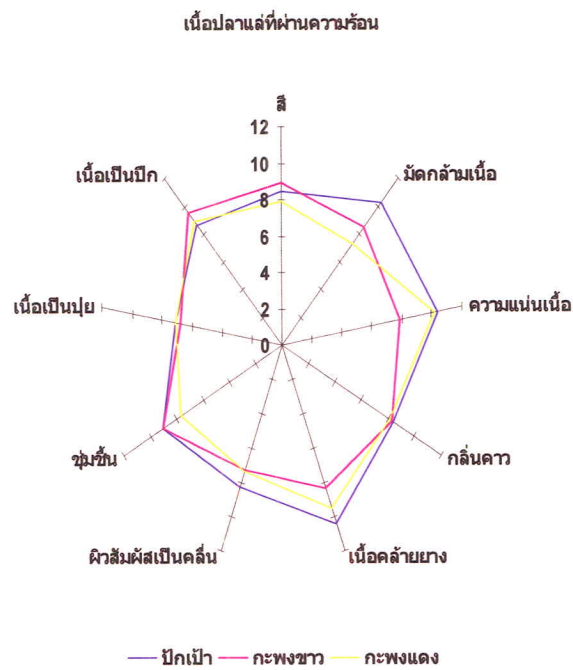
เนื้อคล้ายยาง ผิวสัมผัสเป็นคลื่น ความชุ่มชื้น เนื้อเป็นปุย เนื้อเป็นปึกของเนื้อปลาปักเป้าแล้

ปลากะพงขาวแล้และปลากะพงแดงแล้ที่ผ่านการต้มอุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที

ชนิดปลา	คุณลักษณะ								
	สี ^{ns}	มัดกล้ำเนื้อ	ความแน่นเนื้อ	กลิ่นคาว ^{ns}	เนื้อคล้ายยาง	ผิวสัมผัสเป็นคลื่น	ชุ่มชื้น ^{ns}	เนื้อเป็นปุย ^{ns}	เนื้อเป็นปึก ^{ns}
ปักเป้า	8.50 ± 0.59	10.30 ± 0.56^a	10.42 ± 0.53^a	8.43 ± 0.67	10.41 ± 0.46^a	8.25 ± 0.27^a	9.03 ± 0.52	7.07 ± 0.40	8.61 ± 0.71
กะพงขาว	8.95 ± 0.59	8.46 ± 0.62^b	7.90 ± 0.39^b	8.33 ± 0.59	8.31 ± 0.61^b	7.27 ± 0.43^{ab}	9.04 ± 0.53	6.76 ± 0.47	9.55 ± 0.68
กะพงแดง	7.91 ± 0.39	7.33 ± 0.54^b	10.16 ± 0.48^b	8.10 ± 0.44	9.50 ± 0.51^b	7.37 ± 0.47^{ab}	7.70 ± 0.71	7.07 ± 0.49	8.97 ± 0.64

^{a,b} ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกัน ในแนวตั้งแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

^{ns} ค่าเฉลี่ย ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



ภาพที่ 4-4 กราฟใยแมงมุมแสดงคะแนนเฉลี่ยลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี มัดกล้ามเนื้อ ความแน่นเนื้อ กลิ่นคาว เนื้อคล้ายยาง ผิวสัมผัสเป็นคลื่น ไขมัน เนื้อเป็นปุย เนื้อเป็นปึกของเนื้อปลา ปลากะพงขาว ปลากะพงแดง และปลากะพงดำ ที่ผ่านการต้มอุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที



ภาพที่ 4-5 เนื้อปลาปลากะพงขาว ปลากะพงแดง และปลากะพงดำ ที่ผ่านการต้มอุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที

3.3 ทดสอบคุณลักษณะของเนื้อปลาแล้ที่ผ่านความร้อนโดยการใช้ไมโครเวฟ

เนื้อปลาปักเป้า เนื้อปลากะพงขาว และเนื้อปลากะพงแดงแล้ นำไปเข้าไมโครเวฟที่ระดับไฟปานกลาง(ประมาณ 600 วัตต์) นาน 3 นาที คุณลักษณะที่ทดสอบได้แก่ สีขาว มัดกล้ามเนื้อ ความแน่นเนื้อ กลิ่นคาวปลา เนื้อคล้ายยาง ผิวสัมผัสเป็นคลื่น ความชุ่มชื้น เนื้อเป็นปุย และเนื้อเป็นปึก พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะเนื้อแล้ที่ผ่านความร้อนด้านสี ความแน่นเนื้อ เนื้อคล้ายยาง กลิ่นคาวปลา ความชุ่มชื้น เนื้อเป็นปุย และเป็นปึก ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่คะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านมัดกล้ามเนื้อและผิวสัมผัสเป็นคลื่น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P\leq 0.05$) (ตารางที่ 4-4 และภาพที่ 4-6, 4-7) โดยคุณลักษณะด้านมัดกล้ามเนื้อของเนื้อปลาปักเป้ามียค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 8.46 ± 0.62 คะแนน รองลงมาเป็นปลากะพงแดง และกะพงขาว คือ 8.44 ± 0.31 และ 5.79 ± 0.39 คะแนนตามลำดับ ส่วนคุณลักษณะด้านผิวสัมผัสเป็นคลื่นของเนื้อปลาปักเป้ามียค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 8.13 ± 0.31 คะแนน รองลงมาเป็นปลากะพงแดง และกะพงขาว คือ 7.30 ± 0.36 และ 6.24 ± 0.40 คะแนนตามลำดับ คุณลักษณะด้านมัดกล้ามเนื้อของปลาปักเป้าจะปรากฏให้เห็นชัดเจนที่สุดเมื่อเทียบกับปลากะพงขาวและกะพงแดง ซึ่งลักษณะโครงสร้างกล้ามเนื้อของปลาแต่ละชนิดแตกต่างกันส่งผลให้อัตราการเคลื่อนไหวแตกต่างกันและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อก็มีความแตกต่างกัน (Johnston, 1981)

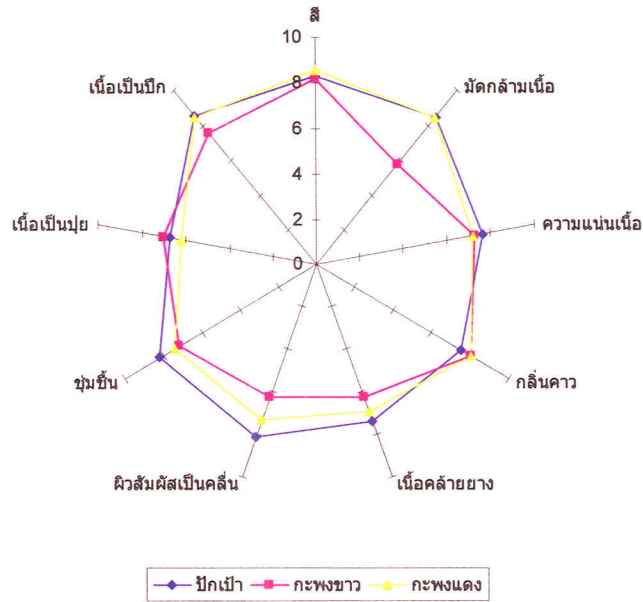
นอกจากนี้ยังทดสอบความแตกต่างคุณลักษณะของเนื้อปลาแล้ (ปักเป้า กะพงขาว และกะพงแดง) ที่ผ่านความร้อน โดยการใช้เครื่องอบไฟฟ้าที่อุณหภูมิการอบ 60 องศาเซลเซียส นาน 20-30 นาที พบว่าในทุกๆ คุณลักษณะผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างได้เลย (ภาพผนวกที่ 4-2)

ตารางที่ 4-4 คะแนนเฉลี่ยลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี มัดกล้ามเนื้อ ความแน่นเนื้อ กลิ่นคาว เนื้อคล้ายยาง ผิวสัมผัสเป็นคลื่น ความชุ่มชื้น เนื้อเป็นปุย เนื้อเป็นปึกของเนื้อปลาปักเป้าแล้ ปลากะพงขาวแล้ และปลากะพงแดงแล้ ที่ผ่านการเข้าไมโครเวฟระดับไฟปานกลางเป็นเวลา 3 นาที

ชนิดปลา	คุณลักษณะ								
	สี ^{ns}	มัดกล้ามเนื้อ	ความแน่นเนื้อ ^{ns}	กลิ่นคาว ^{ns}	เนื้อคล้ายยาง ^{ns}	ผิวสัมผัสเป็นคลื่น	ชุ่มชื้น ^{ns}	เนื้อเป็นปุย ^{ns}	เนื้อเป็นปึก ^{ns}
ปักเป้า	8.28 ± 0.51	8.46 ± 0.62^a	7.70 ± 0.38	7.50 ± 0.67	7.34 ± 0.28	8.13 ± 0.31^a	8.17 ± 0.35	6.76 ± 0.47	8.54 ± 0.39
กะพงขาว	8.17 ± 0.33	5.79 ± 0.39^b	7.28 ± 0.51	8.06 ± 0.40	6.21 ± 0.23	6.24 ± 0.40^b	7.17 ± 0.49	7.07 ± 0.49	7.56 ± 0.43
กะพงแดง	7.57 ± 0.73	8.44 ± 0.31^a	7.21 ± 0.62	8.08 ± 0.30	6.92 ± 0.46	7.30 ± 0.36^a	7.44 ± 0.56	6.21 ± 0.44	8.49 ± 0.35

^{a,b} ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกัน ในแนวตั้งแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

^{ns} ค่าเฉลี่ย ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



ภาพที่ 4-6 กราฟใยแมงมุมแสดงคะแนนเฉลี่ยลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี มัดกลั่นเนื้อ ความแน่นเนื้อ กลิ่นคาว เนื้อคล้ายยาง ผิวสัมผัสเป็นคลื่น ชุ่มชื้น เนื้อเป็นปุย เนื้อเป็นปึก ของเนื้อปลาปักเป้าแล้ ปลากระพงขาวแล้ และปลากระพงแดงแล้ ที่ผ่านการอบไมโครเวฟระดับไฟปานกลางเป็นเวลา 3 นาที

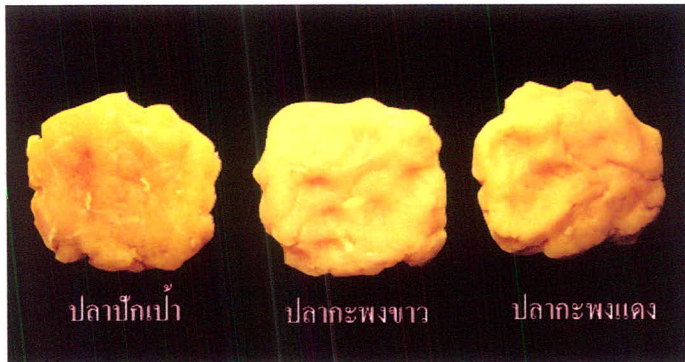


ภาพที่ 4-7 เนื้อปลาปักเป้าแล้ ปลากระพงขาวแล้ และปลากระพงแดงแล้ ที่ผ่านการอบไมโครเวฟระดับไฟปานกลาง เป็นเวลา 3 นาที

3.4 ผลการประเมินตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลา

3.4.1 ผลการประเมินเนื้อปลาบดและลูกชิ้นปลา

การนำเนื้อปลากะพงขาว ปลากระพงแดง ปลาปึกเป่า ปลาบดแต่ละชนิดไปแปรรูปเป็นลูกชิ้นปลา แล้วให้ผู้ทดสอบช่วยกันประเมินคุณลักษณะด้านสีชมพู กลาง (baby pink) ความสว่าง (brightness) ความมันวาว (grossly) ผิวสัมผัสเรียบ (smooth) ความแน่น เนื้อ (firm) กลิ่นคาวปลา (fishy) และเนื้อคล้ายยาง (rubbery) พบว่าในทุกคุณลักษณะที่ทดสอบไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($P>0.01$) (ภาพที่ 4-8 และ 4-9)



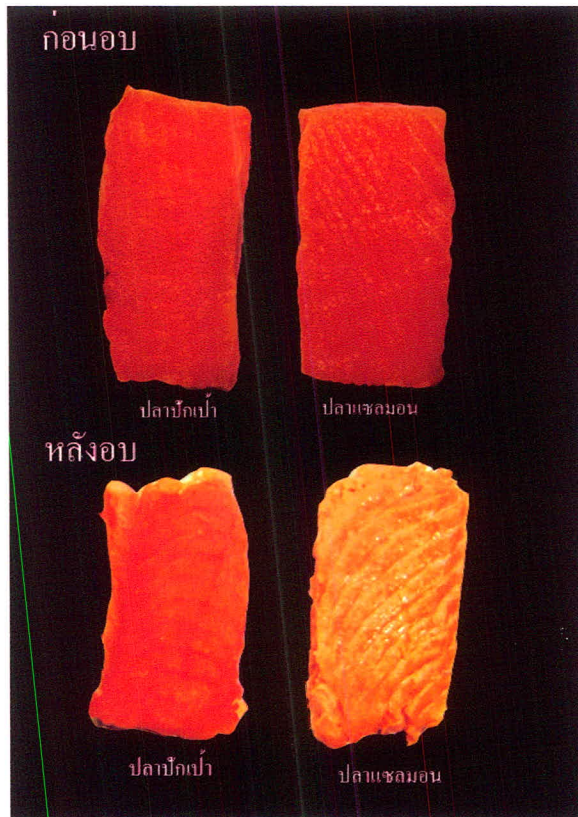
ภาพที่ 4-8 ภาพเนื้อปลาบดจากปลากะพงขาว ปลากระพงแดง และปลาปึกเป่า



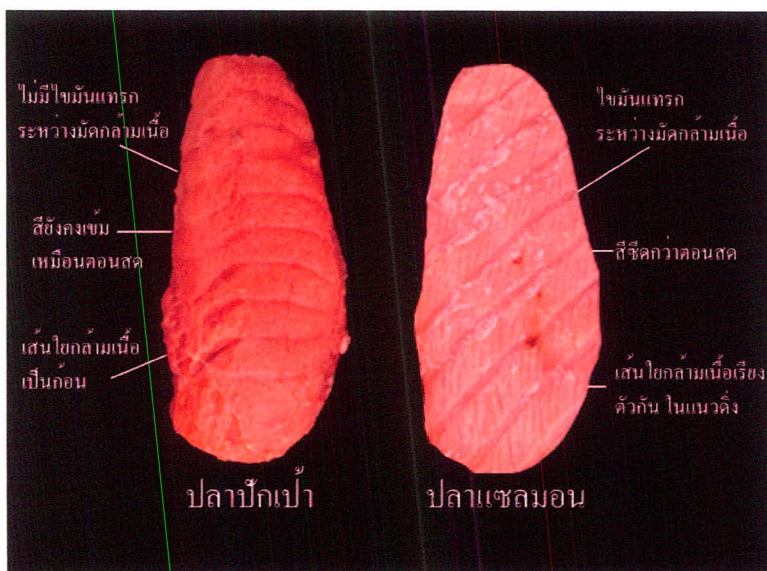
ภาพที่ 4-9 ลูกชิ้นปลาจากปลากะพงขาว ปลากระพงแดง และปลาปึกเป่า บนลูกชิ้น ถ่างฉีกกลาง

3.4.2 ผลการประเมินเนื้อปลาปักเป้าแล้ย้อมสี

การนำเนื้อปลาปักเป้าแล้ย้อมสีผสมอาหารสีแดงให้มีความใกล้เคียงกับสีเนื้อแซลมอน พบว่าก่อนนำไปอบด้วยไมโครเวฟ ลักษณะโดยรวมของเนื้อปลาแล้ใกล้เคียงกันมาก แต่หลังจากอบด้วยไมโครเวฟที่ระดับปานกลาง (600 วัตต์) 2-3 นาที พบว่าเนื้อแซลมอนมีสีจางลงเล็กน้อยส่วนเนื้อปักเป้าตัดแต่งย้อมสียังคงมีสีแดงเดิม แสดงดังภาพที่ 4-10



ภาพที่ 4-10 เนื้อปลาปักเป้าแล้ย้อมสี และเนื้อปลาแซลมอนทั้งก่อน-หลังอบไมโครเวฟ



ภาพที่ 4-11 เปรียบเทียบเนื้อปลาปักเป้าย้อมสีผสมอาหารและเนื้อปลาแซลมอน ด้วยวิธีการต้ม

จากการทดลองย้อมสีเนื้อปลาปักเป้าด้วยสีผสมอาหารให้สีเริ่มต้นเป็นสีส้มคล้ายกับสีของเนื้อปลาแซลมอน ซึ่งได้สีต้นใกล้เคียงกันมากดังภาพที่ 4-10 ก่อนปรุงให้สุก ด้วยการอบ การต้ม และการทอด (ภาพที่ 4-10, 4-11 และ 4-12) หลังจากที่ปรุงสุกแล้ว ผลการเปรียบเทียบลักษณะชิ้นเนื้อปลาปักเป้าและปลาแซลมอนแบบสดและสุก ดังแสดงในตารางที่ 4-5 เนื้อปลาที่แลเป็นแผ่นบางเพื่อทำเป็นเสต็ก หรือเพื่อปรุงอาหารชนิดอื่นๆ ได้หลากหลาย

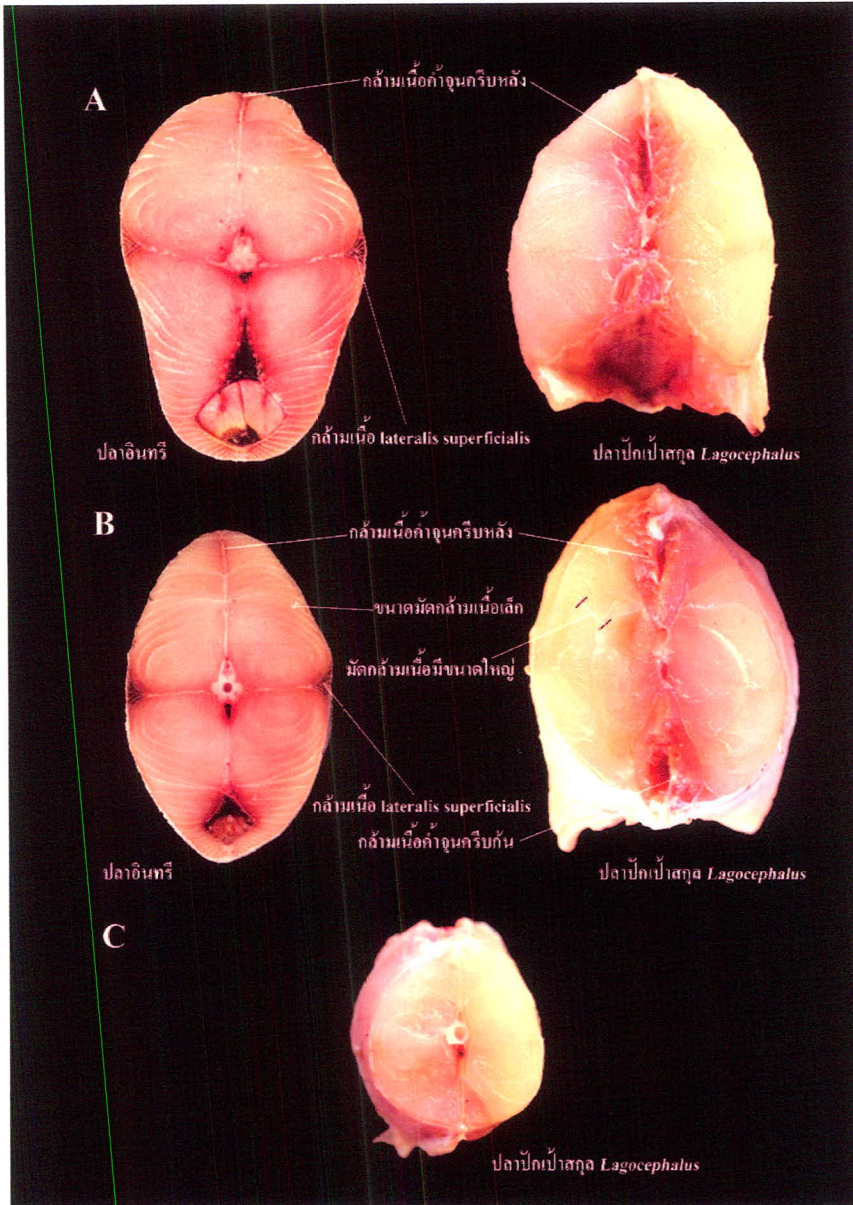
ตารางที่ 4-5 เปรียบเทียบลักษณะของปลาปักเป้าย้อมสีให้เหมือนปลาแซลมอน จากลักษณะที่เป็นเนื้อสดและปรุงสุก

ลักษณะ	ลำดับที่	ปลาปักเป้าย้อมสี	ปลาแซลมอน
ปลาสด	1	เส้นก้นกล้ามเนื้อ (myoseptum) บางมาก	มีเส้นก้นระหว่างมัดกล้ามเนื้อชัดเจน มีลักษณะเป็นสีขาว
	2	เนื้อแห้ง ไม่มีไขมันแทรก	เนื้อชุ่มชื้น ไปด้วยไขมัน
	3	สีต้น อาจเพี้ยนไปจากเนื้อแซลมอนจริงเล็กน้อย	สีธรรมชาติ
	4	กลิ่นออกเหม็นเขียวเล็กน้อย	ไม่มีกลิ่นเหม็นเขียว
ปลาปรุงสุก	1	ไม่มีไขมันแทรกระหว่างมัดกล้ามเนื้อ	มีไขมันแทรกระหว่างมัดกล้ามเนื้อ
	2	เส้นกล้ามเนื้อแต่ละมัดเป็นก้อน	เห็นเส้นกล้ามเนื้อชัดเจน เป็นสีขาว
	3	สีของปลายังคงใกล้เคียงเริ่มต้น	สีซีดเป็นสีชมพูอมส้ม
	4	ด้านในเป็นสีขาว เพราะสีย้อมไม่ถึง อาจมีการตัดขนาดให้ชิ้นมีขนาดเล็กลง จะสังเกตไม่เห็น	สีด้านนอกและด้านในสม่ำเสมอ
	5	ชิ้นเนื้อที่ปรุงสุกแล้วแห้ง	ชิ้นเนื้อที่ปรุงสุกแล้วมีไขมันแทรกโดยทั่วไป
	6	เมื่อเคี้ยวจะรู้สึกว่ามีเนื้อความกระด้าง	เมื่อเคี้ยวจะนุ่มกว่า
	7	บางชิ้นอาจจะมีความรู้สึกลึกซึ้งเล็กน้อยที่บนลิ้น (ไม่กลืนตัวอย่างเนื้อปลา)	ไม่มีอาการชาบนลิ้น
	8	กรณีใส่เครื่องปรุงดับกลิ่นจะสังเกตุดูเห็นความแตกต่างได้ยาก	ไม่ต้องการเครื่องปรุงมากในการดับกลิ่น



ภาพที่ 4-12 เปรียบเทียบปลากะพงขาวและปลาแซลมอนเมื่อทอดสุก

ปลาแต่ละชนิดจะมีลักษณะของกล้ามเนื้อที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังเป็นการบอกถึงลักษณะทางนิเวศวิทยาของปลาเหล่านั้นด้วย เช่นปลาที่ว่ายน้ำเร็วและต้องว่ายน้ำอยู่ตลอดเวลา หรืออาศัยอยู่ในมวลน้ำมากกว่าการที่อยู่เฉยๆ เช่นปลาอินทรี (*Scomberomerus commersonianus*), ปลาใบขนุน (*Lactarius lactarius*), ปลาจาระเม็ดดำ (*Parastromateus niger*), ปลากะพงแดง (*Lutianus sebae*), ปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) และปลาหางเหลือง (*Caesio pisang*) เป็นปลาที่พัฒนากล้ามเนื้อด้านข้างลำตัวให้มีปริมาณกล้ามเนื้อแดง (red muscle หรือ *lateralis superficialis*) เพื่อให้สามารถนำออกซิเจนเข้าไปเลี้ยงกล้ามเนื้อได้มากขึ้น กล้ามเนื้อที่เป็นสีแดงที่อยู่ด้านข้างของลำตัว เป็นกล้ามเนื้อ เกิดมาจากการที่มีเส้นเลือดเป็นจำนวนมากมาหล่อเลี้ยง ปริมาณกล้ามเนื้อแดงมากน้อยนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของปลา (ภาพที่ 4-13) ครีบหางเป็นแบบส้อม (ส่วนใหญ่) หรืออาจเป็นแบบเสี้ยวพระจันทร์ ลำตัวเรียวยาว ครีบหูเป็นแบบโค้งเหมือนเคียว หรือมีปลายแหลม ทำให้ช่วยให้ว่ายน้ำได้เร็วขึ้น หรือเป็นการลดแรงต้านของน้ำ ส่วนปลาที่ไม่ค่อยชอบเคลื่อนไหวหรือรอเวลาในการจู่โจมเหยื่อ เช่นปลาเก๋า (*Epinephelus tauvina*), ปลาลิ้นหมา (*Cynoglossus microlepis*), ปลาจักรผาน (*Psettodes erumei*) และปลากะพงขาวทุกชนิด ปลาในกลุ่มนี้มักเป็นปลาที่อาศัยอยู่ที่บริเวณพื้นท้องน้ำ ไม่ต้องว่ายน้ำตลอดเวลา บางชนิดชุ่มเพื่อรอจู่โจมเหยื่อลำตัวมักทอระหง อ้วน กลม หรือมีลักษณะพิเศษออกไป ลักษณะของปลายครีบหาง ครีบหู ครีบหลัง และครีบก้นมีปลายครีบกกลม เช่นในพวกปลาเก๋า



ภาพที่ 4-13 เปรียบเทียบภาพตัดขวางของปลาอินทรีและปลาปักเป้า

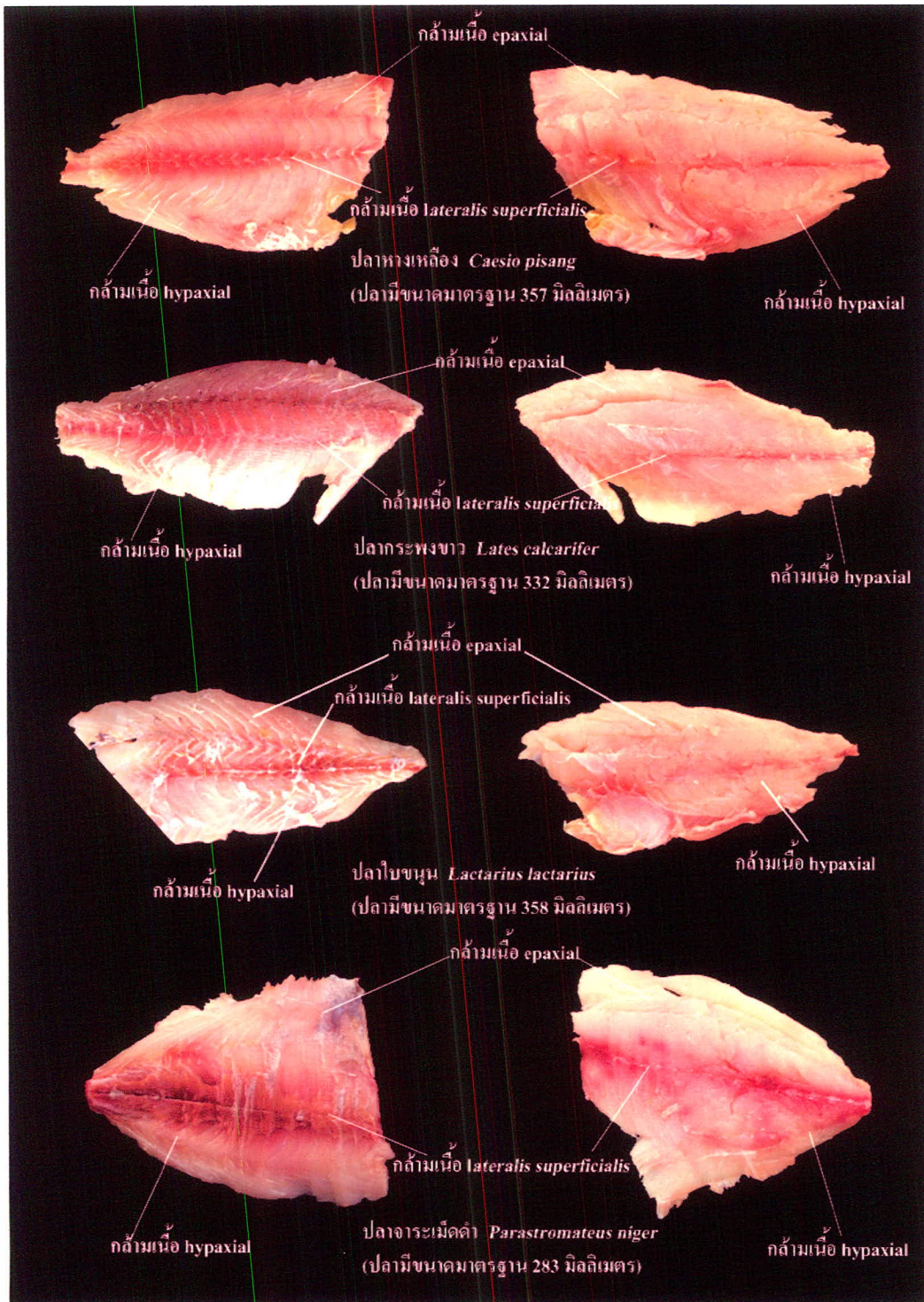
A: ภาพตัดขวางบริเวณหน้าทรวงหลัง

B: ภาพตัดขวางบริเวณกลางทรวงหลังและทรวงหน้า

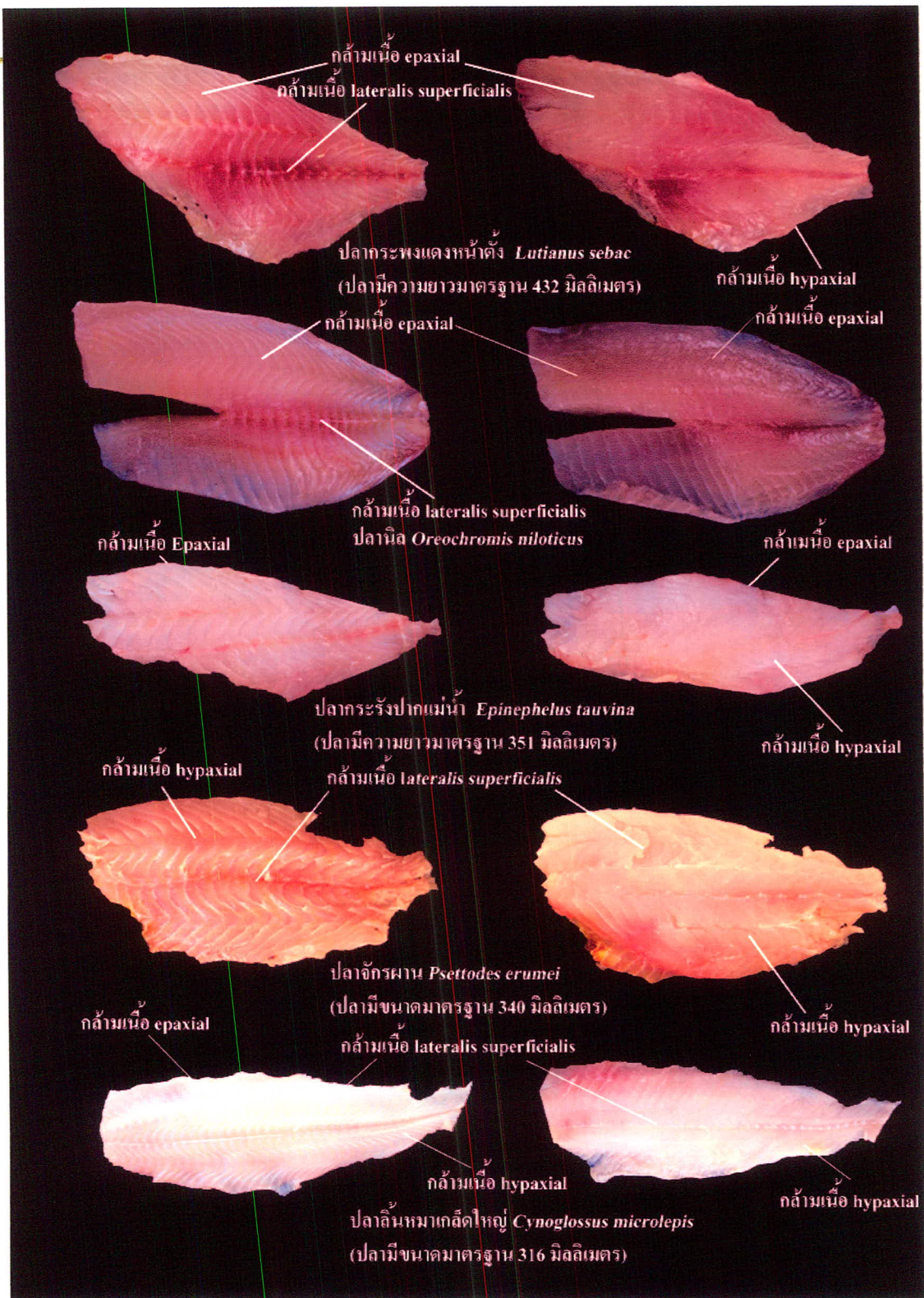
C: ภาพตัดขวางบริเวณคอดหาง

ลักษณะของภาพตัดขวางของปลากระดูกแข็งทั่วไป จะมีลักษณะเด่นคือมีกล้ามเนื้อด้านข้างที่เรียกว่ากล้ามเนื้อด้านข้างของปลาขนาดใหญ่ ส่วนในปลาปักเป้าจะไม่มีเนื่องจากปลาปักเป้าเป็นปลาที่มีการเคลื่อนที่ด้วยการใช้ทรวงหลัง ทรวงหน้า และทรวงหน้าเป็นสำคัญ ดังนั้นจะเห็นว่ากล้ามเนื้อทรวงหลัง และกล้ามเนื้อทรวงหน้าจะมีขนาดใหญ่กว่ากล้ามเนื้อทรวงหลังและกล้ามเนื้อทรวงหน้าของปลากระดูกแข็งโดยทั่วไป (ภาพที่ 4-13) ภาพที่ 4-13A เป็นภาพตัดเพื่อให้เห็นมัดกล้ามเนื้อทรวงหลังที่มีสีเข้ม และมี

ขนาดใหญ่ ส่วนภาพที่ 4-13 B เป็นภาพที่แสดงให้เห็นถึงขนาดของกล้ามเนื้อครีบหลังและกล้ามเนื้อครีบก้นที่มีสีแดงเข้ม กล้ามเนื้อลำตัวของปลาจึงเป็นสีขาวทั้งหมด เนื่องจากเป็นปลาที่ว่ายน้ำช้า และชอบอาศัยอยู่ที่บริเวณพื้นท้องน้ำ (ภาพที่ 4-13C) นอกจากนี้ยังมีปลาที่มีกล้ามเนื้อแดงด้านข้างลำตัว เช่น ปลาหางเหลือง ปลากระพงขาว ปลาใบขนุน ปลาจาระเม็ดดำ (ภาพที่ 4-14) ซึ่งแตกต่างจากปลาปักเป้า



ภาพที่ 4-14 ลักษณะของกล้ามเนื้อด้านข้างของปลากระดุกแข็งหลายชนิด ที่มีกล้ามเนื้อแดงบริเวณเส้นข้างตัว

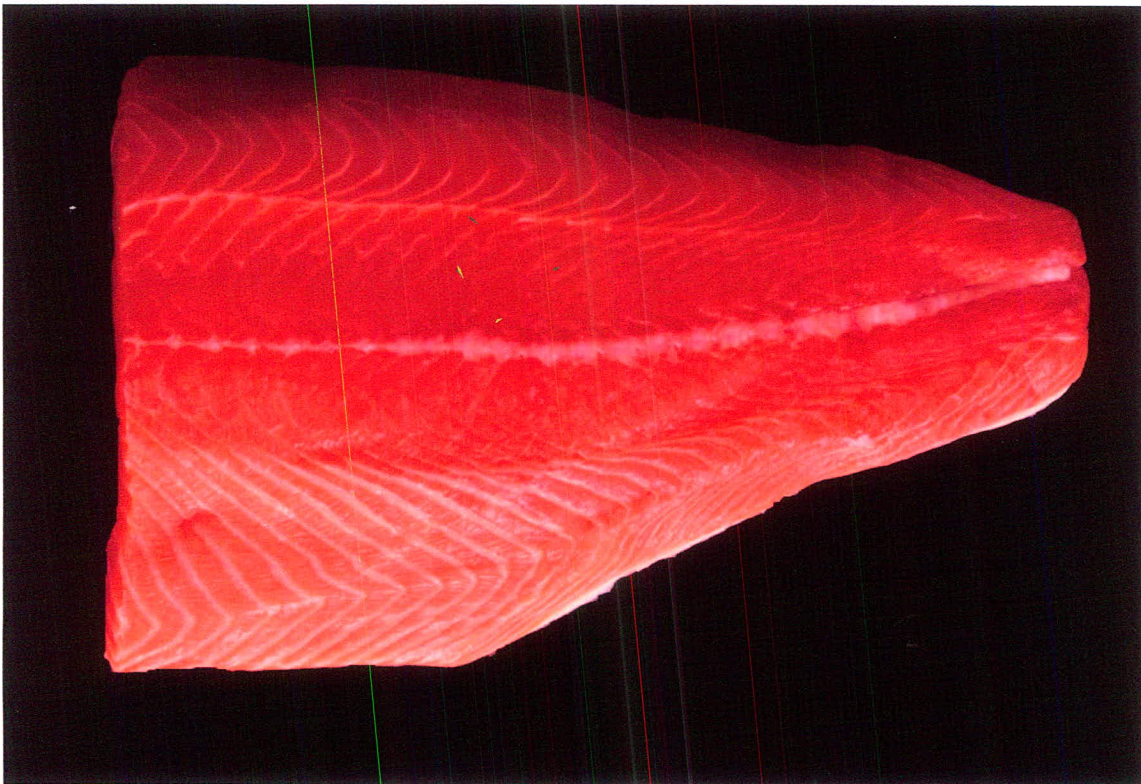


ภาพที่ 4-15 ตัวอย่างกล้ามเนื้อปลาที่มีกล้ามเนื้อด้านข้างลำตัวเป็นกล้ามเนื้อแดง และกล้ามเนื้อขาว

กล้ามเนื้อของปลาบางชนิดมีสีขาวเช่นเดียวกัน เนื่องจากเป็นปลาที่ว่ายน้ำน้อย และอาศัยอยู่บริเวณพื้นท้องน้ำ เช่น ปลากระรังปากแม่น้ำ ปลาลิ้นหมาเกล็ดใหญ่ ปลาจักรผาน อารรวมปลานิลด้วย

ปลาลิ้นหมาก็เป็นอีกกลุ่มหนึ่งที่นิยมนำมาผสมกับเนื้อปลาชนิดอื่นๆ หรือเนื้อปลาปักเป้าเพื่อทำลูกชิ้นปลา

กล้ามเนื้อตัดขวางบริเวณหน้าครีบหลังของปลาปักเป้าและปลาอินทรีพบว่ามัดกล้ามเนื้อของปลาปักเปามีขนาดใหญ่กว่าปลาอินทรีมาก มัดกล้ามเนื้อปลาอินทรีจะเรียงตัวกันเป็นชั้นๆ กล้ามเนื้อค้ำจุนครีบหลังและกล้ามเนื้อค้ำจุนครีบก้นของปลาปักเป้าสังเกตเห็นได้ง่าย เนื่องจากเป็นกล้ามเนื้อแดงที่มีขนาดใหญ่เนื่องจากปลาปักเป้าใช้ครีบช่วยในการว่ายน้ำ ส่วนปลาอินทรีจะพบว่ากล้ามเนื้อมัดนี้มีขนาดเล็ก แต่ในปลาอินทรีจะพบว่ามึกล้ามเนื้อแดงข้างลำตัวคือ *lateralis superficialis* แต่ในปลาปักเป้าจะไม่พบกล้ามเนื้อมัดนี้อยู่



ภาพที่ 4-16 กล้ามเนื้อปลาเซลมอนที่วางขายทั่วไปในท้องตลาด

กล้ามเนื้อปลาเซลมอนมีลักษณะเป็นริ้วเนื่องจากมีขนาดเล็กมีไขมันแทรกตามกล้ามเนื้อเนื้อสีส้มถึงแดง (ภาพที่ 4-16) ปลากระพงขาว *Lates calcarifer* มีลักษณะเนื้อเป็นชั้นบางมัดกล้ามเนื้อมีขนาดเล็กเป็นริ้วถี่ๆ เมื่อลอกหนังออกจะไม่พบพังผืดเหมือนกับปลาปักเป้าจึงสามารถมองเห็นมัดกล้ามเนื้อได้อย่างชัดเจน มีอัตราระหว่างความกว้างต่อความยาวเท่ากับ 2.47 เท่า (ปลาขนาดมาตรฐาน 332 มิลลิเมตร) มีปริมาณกล้ามเนื้อแดงขนาดใหญ่กล้ามเนื้อ *lateralis superficialis* มองเห็นได้ชัด กล้ามเนื้อ *epaxial* มีขนาดใหญ่กว่ากล้ามเนื้อ *hypaxial*

ปลาหางเหลือง *Caesio pisang* มีลักษณะของกล้ามเนื้อใกล้เคียงกับปลากระพงคือมัดกล้ามเนื้อขนาดเล็กถี่มองดูเป็นริ้วๆ ไม่พบพังผืดเมื่อลอกหนังออกอย่างเช่นปลาปักเป้า สามารถสังเกตเห็นกล้ามเนื้อได้อย่างชัดเจน อัตราระหว่างความกว้างต่อความยาวเท่ากับ 1.97 เท่า (ปลาขนาดมาตรฐาน 357 มิลลิเมตร) หนังกดกับเนื้อ

ปลาจักรผาน *Psettodes erumei* ลักษณะมีขนาดเล็ก อัตราระหว่างความกว้างต่อความยาวเท่ากับ 2.96 เท่า (ปลาขนาดความยาวมาตรฐาน 340 มิลลิเมตร) กล้ามเนื้อมีสีขาวอมชมพู มีมัดกล้ามเนื้อแดง กล้ามเนื้อ *lateralis superficialis* กล้ามเนื้อ *epaxial* และกล้ามเนื้อ *hypaxial* มีขนาดใกล้เคียงกัน

ปลาจาระเม็ดดำ *Parastromateus niger* ลักษณะกล้ามเนื้อรูปทรงกรวย อัตราระหว่างความกว้างต่อความยาวเท่ากับ 1.39 เท่า (ปลาขนาดความยาวมาตรฐาน 283 มิลลิเมตร) กล้ามเนื้อ *lateralis superficialis* เป็นมัดกล้ามเนื้อแดงอยู่บริเวณข้างลำตัว กล้ามเนื้อ *epaxial* มีขนาดใหญ่กว่ากล้ามเนื้อ *hypaxial*

กล้ามเนื้อปลาใบขนุน *Lactarius lactarius* มีลักษณะเป็นมัดกล้ามเนื้อขนาดเล็กเรียงต่อกันเป็นริ้ว มีจำนวนมัดกล้ามเนื้อจำนวน 21 มีอัตราความกว้างต่ออัตราความยาวเท่ากับ 1.89 เท่า (ปลาขนาดความยาวมาตรฐาน 358 มิลลิเมตร) มีมัดกล้ามเนื้อแดงขนาดใหญ่มองเห็นได้ชัดบริเวณมัดกล้ามเนื้อ *lateralis superficialis* กล้ามเนื้อ *epaxial* มีขนาดใหญ่กว่ากล้ามเนื้อ *hypaxial* เล็กน้อย

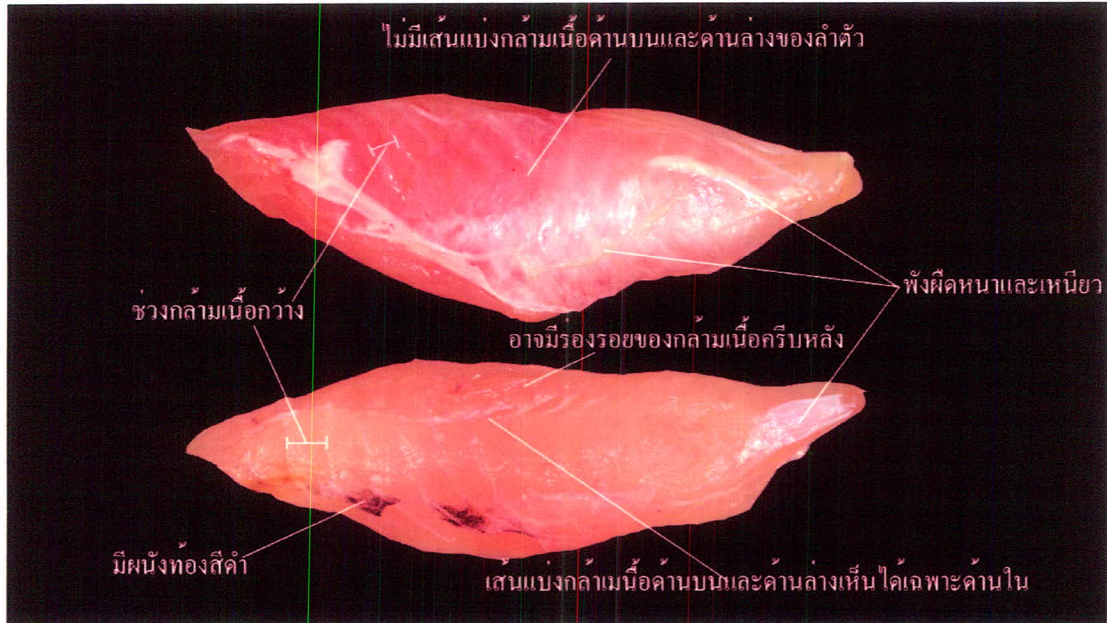
ปลาลิ้นหมาเกล็ดใหญ่ *Cynoglossus microlepis* มัดกล้ามเนื้อจะเรียงตัวกันไล่จากขนาดขนาดใหญ่จนถึงขนาดเล็กบริเวณปลายหางมีจำนวนทั้งหมด 48 มัด อัตราระหว่างความกว้างต่อความยาวเท่ากับ 3.54 เท่า (ปลาขนาดความยาวมาตรฐาน 316 มิลลิเมตร) เนื่องจากปลามีลักษณะเรียวยาวไม่พบกล้ามเนื้อแดง กล้ามเนื้อ *lateralis superficialis* ค่อนข้างมาทางด้านล่างทำให้กล้ามเนื้อ *epaxial* มีขนาดใหญ่กว่ากล้ามเนื้อ *hypaxial* เล็กน้อย

กล้ามเนื้อปลาปักเป้าสกุล *Lagocephalus* เป็นกล้ามเนื้อที่มีลักษณะพิเศษ ไม่เหมือนกับปลากระดูกแข็งชนิดอื่นๆ (ภาพที่ 4-17, 4-18 และ 4-19) ดังนี้

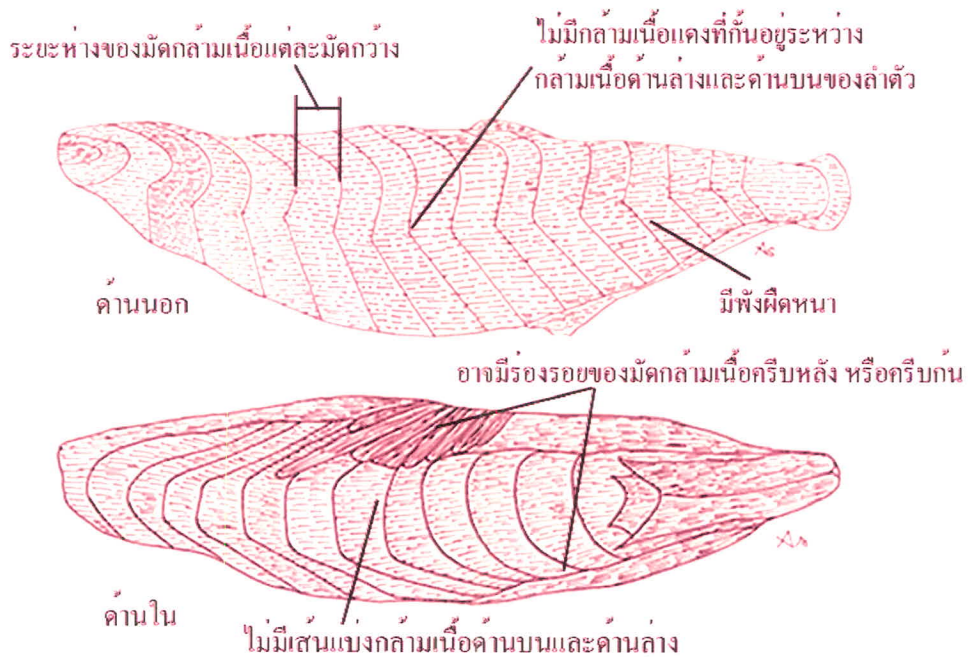
1. มีกล้ามเนื้อแห้งเนื่องจากมีมันในกล้ามเนื้อน้อย
2. เมื่อมองด้านนอกไม่มีเส้นแบ่งกล้ามเนื้อส่วนลำตัวด้านบน (*epaxialis*) และด้านล่าง (*hypaxialis*) และไม่มีกล้ามเนื้อแดงบริเวณด้านข้างตัว (*lateralis superficialis*)
3. มีพังผืดหนาและเหนียว
4. ในตำแหน่งของครีบหลังและครีบก้นมักพบกล้ามเนื้อครีบหลังและครีบก้น
5. มักมีร่องรอยของผนังท้องที่เป็นสีดำ
6. ช่วงของกล้ามเนื้อกว้างกว่าปลาปกติเมื่อมีขนาดใกล้เคียงกัน
7. มีกลิ่นเหม็นเขียวเล็กน้อย

ในปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์จากเนื้อปลาปักเป้ามามาก และส่วนใหญ่จะแล่มาเป็นเนื้อเรียบรื้อแล้ว ส่วนใหญ่นำเนื้อปลามาทำการแปรรูป เช่น ลูกชิ้น โดยผสมกับปลาชนิดอื่นๆ และส่วนผสมของ

ลูกชิ้น ปลาเส้น ปลาแผ่น ปลาริวกิว ปลาเส้นโรยงา และสินค้าอื่นๆ ส่วนที่รับประทานสด เราเจอกันบ่อยมากครับ โดยใช้เนื้อปลาที่แล่แล้วนำมาปรุงอาหารโดยทั่วไป เช่นร้านอาหารตามสั่ง และร้านข้าวต้มปลา เป็นต้น ดังนั้นผู้บริโภคจึงต้องสังเกตให้ดี



ภาพที่ 4-17 ลักษณะของกล้ามเนื้อปลาปักเป้าที่แล่เป็นชิ้นแล้ว

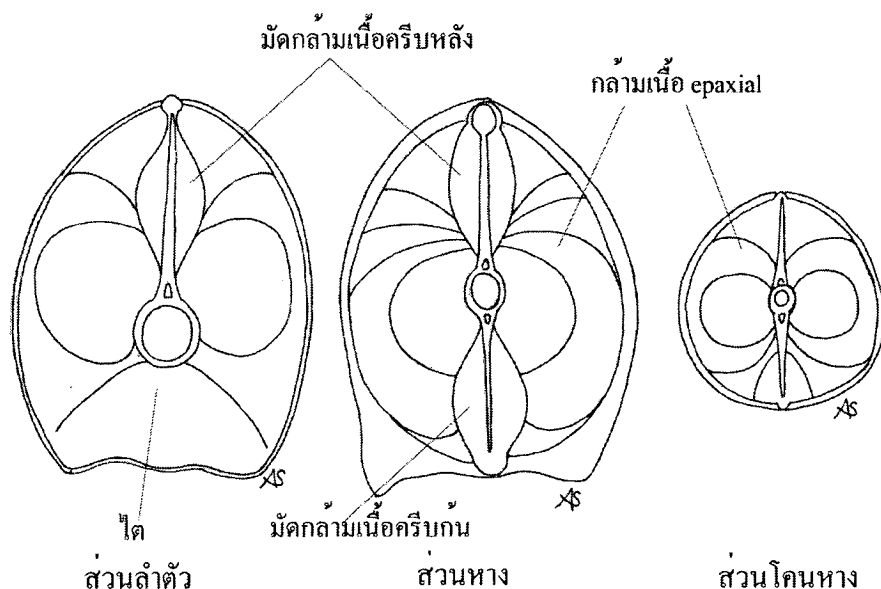


ภาพที่ 4-18 ภาพวาดกล้ามเนื้อบริเวณลำตัวแสดงลักษณะของมัดกล้ามเนื้อ

คู่มือการตรวจบ่งชี้เนื้อปลาปักเป้าและเนื้อปลาชนิดอื่นๆ

ใช้ส่วนของกล้ามเนื้อที่แล่ออกทั้งสองด้านของลำตัวในการพิจารณา

- 1a.** ไม่มีเส้นแบ่งกล้ามเนื้อส่วนลำตัวด้านบน (epaxialis) และด้านล่าง (hypaxialis) และไม่มีกล้ามเนื้อแดงบริเวณด้านข้างตัว (lateralis superficialis) (ภาพที่ 4-19) มีกล้ามเนื้อแข็งเนื่องจากมีมันในกล้ามเนื้อน้อย มีพังผืดหนาและเหนียว ในตำแหน่งของครีบหลังและครีบก้นมักพบกล้ามเนื้อครีบหลังและครีบก้นช่วงของกล้ามเนื้อกว้างกว่าปลาปกติเมื่อมีขนาดใกล้เคียงกัน มีกลิ่นเหม็นเขียวเล็กน้อย.....ปลาปักเป้า
- 1b.** มีเส้นแบ่งกล้ามเนื้อส่วนลำตัวด้านบน (epaxialis) และด้านล่าง (hypaxialis) และมีกล้ามเนื้อแดงบริเวณด้านข้างตัว (lateralis superficialis) มีความวาวของกล้ามเนื้อ มีพังผืดติดกับผิวหนังน้อยมาก ในตำแหน่งของครีบหลังและครีบก้นมักพบกล้ามเนื้อครีบหลังและครีบก้น ช่วงของกล้ามเนื้อกว้างเป็นปกติเมื่อเทียบกับขนาดใกล้เคียงกันกับปลาปักเป้า ไม่มีกลิ่นเหม็นเขียว แต่จะมีกลิ่นคาวปลาปกติ.....ปลากระดุกแข็งอื่นๆ



ภาพที่ 4-19 ภาพตัดขวางบริเวณลำตัวของปลาปักเป้าสกุล *Lagocephalus*

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าเมื่อมองจากลักษณะภายนอกจะพบว่าปลาปักเป้าในวงศ์นี้จะสามารถแบ่งรูปร่างออกเป็นสองกลุ่มได้อย่างชัดเจน คือ กลุ่มของปักเป้าที่มีลำตัวแบน ได้แก่ ปลาปักเป้าในสกุล *Xeopterus* (*Xenopterus naritus*) และปลาปักเป้าในสกุล *Canthigaster* (*Canthigaster solandri*) และกลุ่มที่มีลำตัวกลม ได้แก่ ปลาปักเป้าในสกุล *Tetraodon* (*Tetraodon fluviialis*), สกุล *Lagocephalus* (*Lagocephalus innermis*, *L. spadiceus*, *L. lunaris*, *L. suezensis*, และ *L. gloveri*), สกุล *Arothron* (*Arothron hispidus*, *A. mappa*, *A. immaculatus*, *A. nigropunctatus*, *A. stellatus*, *A. reticularis*, *A. leopardus*), สกุล *Chelonodon* (*Chelonodon patoca*), และสกุล *Torquigener* (*hypselogeneion*) (ทวิศักดิ์, 2527; ประภากร, 2528; อภินันท์, 2545; โอภาส, 2550; Matsuura, 2001; Mohshin, 1996) ซึ่งเป็นปลาที่พบจากการเก็บตัวอย่างในการศึกษา โดยปลาปักเป้า *Lagocephalus sceleratus* ที่ได้ทำการศึกษเก็บตัวอย่าง และรายงานไว้ในรายงานความคืบหน้าในเบื้องต้นนั้น จากการตรวจเอกสารในภายหลังพบว่าปลาปักเป้าชนิดดังกล่าวเป็นปลาปักเป้าสุเอซ *Lagocephalus suezensis* ซึ่งเป็นปลาที่มีความคล้ายคลึงกับปลาปักเป้า *L. sceleratus* เป็นอย่างมากโดยมีความแตกต่างกันที่ลักษณะของลวดลาย และจำนวนก้านครีบหลัง โดย *L. sceleratus* จะมีลักษณะของลวดลายเป็นจุดที่มีขนาด และการกระจายตัวที่สม่ำเสมอ กระจายอยู่ทั่วตัว และมีจำนวนก้านครีบหลัง 12 ก้าน จำนวนกระดูกสันหลัง 17 – 21 ข้อ ซึ่งแตกต่างจาก *L. suezensis* ที่มีลักษณะของจุดที่มีขนาด และการกระจายตัวที่ไม่สม่ำเสมอ และมีจำนวนก้านครีบหลัง 10 ก้าน จำนวนข้อกระดูกสันหลัง 18 ข้อ (Clark และ Gohar, 1953) โดยปลาชนิดดังกล่าวนี้ก็ยังไม่มีการรายงานว่าพบในประเทศไทย ซึ่งจากการเก็บตัวอย่างในการศึกษครั้งนี้ก็ไม่พบว่าพบปลาปักเป้า *L. sceleratus* ปะปนอยู่ในตัวอย่างทำการศึกษา (ทวิศักดิ์, 2527; ประภากร, 2528; อภินันท์, 2539; อภินันท์, 2545; โอภาส, 2550; Matsuura, 2001; Mohshin, 1996) ซึ่งเป็นไปได้ว่ามีความสับสนเกี่ยวกับชนิดของปลาปักเป้าดังกล่าวที่พบในประเทศไทย โดยคิดว่าจะน่าจะเป็นปลา *L. suezensis* เห็นว่าควรจะต้องมีการเก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับชนิดของปลาปักเป้าที่พบในประเทศไทย เพื่อให้เกิดความชัดเจนและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งควรมีการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะทางชีววิทยาต่างๆ เช่น แหล่งสืบพันธุ์ การกระจายตัว และปริมาณสูงสุดที่สามารถจับได้ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในแง่ของการควบคุมปริมาณการจับ และใช้ประโยชน์จากปลาปักเป้าได้อย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคตซึ่งเข้าใจลัทธิวิฤติในแง่อาหารและทรัพยากร ซึ่งการยอมรับให้มีการบริโภคปลาปักเป้า และผลิตภัณฑ์จากปลาปักเป้า ก็จะส่งผลให้เกิดการจับปลาดังกล่าวเพื่อนำมาใช้ประโยชน์มากขึ้นซึ่งอาจจะส่งผลให้เกิดวิฤติการณ์ ปลาปักเป้าสูญพันธุ์ในอนาคต ดังนั้นจึงเป็นปัจจัยพื้นฐานต่อการศึกษาทางด้านนี้อย่างต่อเนื่อง และการนำมาใช้ประโยชน์ของปลาปักเป้า เพื่อให้เกิดประโยชน์

ในการควบคุมและจัดการทรัพยากรปลาปักเป้า ให้สามารถเป็นแหล่งอาหาร หรือ เพาะเลี้ยงต่อไปได้ในอนาคต

ปลาปักเป้าในสกุล *Lagocephalus* ที่นำมาศึกษามีทั้งหมด 5 ชนิด คือปลาปักเป้างัดเรียบ *Lagocephalus inermis*, ปลาปักเป้าหางขาว *L. gloveri*, ปลาปักเป้าเขียว *L. lunaris*, ปลาปักเป้าสุเอซ *L. suezensis* และปลาปักเป้างัดน้ำตาล *L. spadiceus* ซึ่งเป็นสกุลที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ทางการค้า ชนิด *L. inermis* เป็นชนิดเดียวที่บริเวณผิวหนังของลำตัว และท้องไม่มีหนาม ส่วนอีกกลุ่มเป็นกลุ่มที่มีหนามบนลำตัว ซึ่งแบ่งออกเป็นสองกลุ่มย่อย คือกลุ่มที่มีคอดหางแบนลง และมีแฉกสับบนลำตัว พบชนิดเดียวคือ *L. suezensis* ส่วนอีกสองชนิดมีคอดหางแบนข้าง และไม่มีแฉกสับบนลำตัว ได้แก่ชนิด *L. lunaris* ซึ่งบริเวณผิวหนังของลำตัวมีหนามคลุมพื้นที่ถึงจุดเริ่มต้นของครีบหลัง ส่วนอีกชนิดคือ *L. spadiceus* หนามบนหลังกินพื้นที่ไม่เกินครีบทู เช่นเดียวกับที่ประภากร (2528), Matsuura (2001) และ Mohsin (1996) ได้ทำการศึกษาและพบว่าพบชนิด *L. spadiceus* ในอ่าวไทยมากกว่าฝั่งอันดามัน และมีรายงานการพบที่ฮ่องกง (Yu และ Yu, 1997) ส่วนชนิด *L. lunaris* นั้นพบในฝั่งอันดามันมากกว่าฝั่งอ่าวไทย

ปริมาณปลาปักเป้าส่วนใหญ่มาจากแหล่งของอ่าวไทยร้อยละ 82.7 และจากฝั่งอันดามันร้อยละ 17.3 เนื่องจากฝั่งอ่าวไทยมีแหล่งทำการประมงมากกว่าในทะเลอันดามันซึ่งมีสองแหล่งใหญ่โดยเฉพาะที่มหาชัยและแม่กลอง เป็นแหล่งรับซื้อหลักของปลาปักเป้าสกุล ปริมาณปลาปักเป้าที่พบจากการสำรวจตลอดทั้งปี พบปลาปักเป้างัดน้ำตาล (*Lagocephalus spadiceus*) สูงที่สุดที่ร้อยละ 63.41 รองลงมาเป็นปลาปักเป้าเขียว (*L. lunaris*) ร้อยละ 33.7 ส่วนปลาปักเป้างัดเรียบ (*L. inermis*) ร้อยละ 3.07 ส่วนปลาปักเป้าสุเอซและปลาปักเป้าหางขาวพบน้อยมากเพียงร้อยละ 0.18 และ 0.05 ส่วนปลาปักเป้าชนิดอื่นๆ ยังไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ในการแปรรูป และการบริโภคสำหรับมนุษย์โดยตรง ส่วนใหญ่อยู่รวมกับปลาเป็ด

ปริมาณปลาปักเป้าสกุล *Lagocephalus* ที่ทำการแลและแปรรูปที่มหาชัยและที่แม่กลองเพื่อการขายเป็นอาหาร พบว่าปริมาณสูงถึงวันละเฉลี่ย 109 ตัน โดยเป็นเนื้อปลาที่แลแล้วประมาณ 36.7 ตัน ส่วนที่เหลือเป็นส่วนของกระดูก หนัง และอวัยวะภายในเพื่อส่งโรงงานปลาป่นประมาณ 72.3 ตัน ดังนั้นปริมาณเนื้อที่เข้าสู่ตลาดต่อปีประมาณ 13,090 ตัน

ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของระบบกระดูกปลาปักเป้า

จากการศึกษาลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของระบบกระดูก สามารถแบ่งออกได้เป็นส่วนของกะโหลกศีรษะ ซึ่งประกอบด้วยกล่องสมอง (neurocranium) ส่วนด้านบนของกล่องสมองมีลักษณะเป็นแผ่นค่อนข้างกว้าง ประกอบด้วยกระดูกบริเวณจมูก (olfactory region) ซึ่งอยู่ทางด้านหน้าของกล่องสมอง กระดูกบริเวณหู (otic region) เป็นกระดูกที่อยู่ทางด้านท้ายของกล่องสมอง เป็นส่วนของกระดูกที่ห่อหุ้มสมองไว้ และกระดูกฐานกล่องสมอง เป็นกระดูกที่อยู่ทางด้านล่างสุด

ของกล่องสมอง และ branchiocranium เป็นชุดกระดูกที่อยู่ทางด้านล่างของกล่องสมอง แบ่งออกเป็นกระดูกที่ oromandibular region กระดูกบริเวณ hyoid region และกระดูกปิดกระพุ้งแก้ม ซึ่งเป็นชุดกระดูกที่มีจำนวนมากขึ้น หรือกล่าวได้ว่า เป็นบริเวณที่มีจำนวนชิ้นของกระดูกมากที่สุด ส่วนของกระดูกสันหลัง (vertebral column) เป็นกระดูกแกนกลางของปลา ที่ต่อไปจากกระดูก basioccipital ออกไปทางด้านท้ายของลำตัว โดยปลาจะไม่พบกระดูกซี่โครง และมีจำนวนของข้อกระดูกสันหลังที่ไม่เท่ากันและส่วนของกระดูกฐานครีบทู (pectoral girdle) เป็นกลุ่มของชิ้นกระดูกที่มีขนาดใหญ่ และแข็งแรงอยู่ในบริเวณอก จากการศึกษาพบว่าในส่วนของกระดูกบริเวณกล่องสมอง และ branchiocranium กระดูกที่สามารถแยกชนิดของปลาปักเป้าออกจากกัน คือ กระดูก frontal, prefrontal, interoperculum และ premaxilla ในส่วนของกระดูกสันหลัง โดยแบ่งเป็นกระดูกสันหลังส่วนลำตัว และกระดูกสันหลังส่วนหาง

Tyler (1980) ได้บรรยายลักษณะของปลาในสกุล *Lagocephalus* โดยใช้ปลาปักเป้าหลังดำ (*Lagocephalus sceleratus*) เป็นตัวแทนของปลาในสกุลนี้ ในการบรรยายลักษณะของสกุล ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างจากปลาปักเป้าอื่นๆ ในวงศ์ Tetraodontidae, Triodontidae และ Triacanthidae ดังนี้คือ กระดูก frontal จะแผ่ออกไปคลุมกระดูก sphenotic กระดูก epural แบน และโดยเฉพาะอย่างยิ่งก้านครีบทันแรกของครีบทันหลังและครีบทันจะมีความสั้น และมีฐานของกระดูกค้ำจนก้านครีบทันยื่นยาวออกไป

การจำแนกปลาปักเป้าด้วยลักษณะกระดูกสามารถจำแนกได้ดังนี้ ปลาในสกุล *Lagocephalus* จะมีกระดูก ventral post-cleithrum ลักษณะแบน ส่วนปลาปักเป้าในสกุลอื่นมีกระดูก ventral post-cleithrum มีลักษณะเป็นแท่งกลม แต่ละสกุลมีความแตกต่างของกระดูกอย่างเห็นได้ชัดเจน นอกจากนี้ลักษณะของกระดูกบนกล่องสมองในปลาสกุล *Lagocephalus* นั้นสามารถจำแนกชนิดได้อย่างชัดเจน การจัดจำแนกปลาในสกุลอื่นที่พบในน่านน้ำไทยก็สามารถใช้ลักษณะของกระดูกกล่องสมองได้เช่นกัน หรือจำนวนของกระดูก proximal radial จำนวนข้อกระดูกสันหลังส่วนลำตัว จำนวนข้อกระดูกสันหลังส่วนหาง ส่วนลักษณะของกระดูกในปลาสกุล *Arothron* นั้นใกล้เคียงกันมาก

จากการศึกษาพบว่าลักษณะกระดูกของปลาปักเป้าที่ทำการศึกษาจะมีลักษณะที่แตกต่างกันไปตามชนิดของปลาโดยลักษณะที่แตกต่างกันอย่างมากที่สุดจะได้แก่ ลักษณะของกะโหลกศีรษะ กระดูก epiotic, กระดูก ethmoid-vomer, กระดูก opercle เป็นต้น โดยกระดูกต่างๆ เหล่านี้จะเป็ตำแหน่งที่มีส่วนเอ็นจากปลายกล้ามเนื้อมาเกาะอยู่ ซึ่งจะถูกใช้เป็จุดหมุนจากการหดตัวของมัดกล้ามเนื้อ ร่วมกับเอ็นเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหว (Johnston, 1991) โดยจากการศึกษาพบว่าปลาปักเป้าในสกุล *Xenopterus* จะมีลักษณะของกะโหลกศีรษะที่หนากว่าปลาปักเป้าชนิดอื่นๆ โดยปักเป้าชนิดนี้จะมีรอยต่อของกระดูกที่สนิทไม่แยกออกเป็นชิ้นเหมือนปลาปักเป้าชนิดอื่นๆ ที่ทำการศึกษา

ลักษณะกล้ามเนื้อของปลาปักเป้า

ระบบกล้ามเนื้อที่ได้ทำการศึกษา สามารถแบ่งออกได้เป็นกล้ามเนื้อบริเวณหัว กล้ามเนื้อด้านข้างลำตัว และกล้ามเนื้ออวัยวะ กล้ามเนื้อบริเวณหัวประกอบด้วยกล้ามเนื้อข้างหัว ซึ่งมีกล้ามเนื้อในกลุ่ม adductor mandibularis เป็นหลัก ครอบคลุมพื้นที่ด้านข้างหัวด้านนอก หรือกล้ามเนื้อบริเวณแก้มเกือบทั้งหมด กล้ามเนื้อค้ำจุนครีบท้อง มีสองส่วน คือ กล้ามเนื้อค้ำจุนเหงือกส่วนบน เป็นกล้ามเนื้อขนาดเล็กที่ยึดติดกับกลุ่มของกระดูก branchial ด้านบนกับกระดูกกล่องสมอง และกล้ามเนื้อค้ำจุนเหงือกส่วนล่าง เป็นกล้ามเนื้อขนาดเล็กหลายๆ มัด ยึดติดกับกระดูก branchial ด้านล่าง ช่วยในการเคลื่อนไหวช่องเหงือก กล้ามเนื้อกลุ่มหลักบริเวณนี้ถึงกล้ามเนื้อ pharyngoclavicularis โดยกล้ามเนื้อ pharyngoclavicularis externus ต่างจากอกนิษฐ์ (2540) ที่ได้ทำการศึกษากล้ามเนื้อปลาแดง กล้ามเนื้อค้ำจุนจะเชื่อมต่อกับกล้ามเนื้อในกลุ่ม hyoid ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อบริเวณทางของปลามีกล้ามเนื้อ hyohyoidei abductors เป็นมัดที่มีขนาดใหญ่ และหนาที่สุด กล้ามเนื้อช่วยกรอกลูกตาในปลาปักเป้า มีอยู่ด้วยกัน 6 มัด เป็นกล้ามเนื้อ ค้างตรง 4 มัด และกล้ามเนื้อค้ำยัน 2 มัด และปลาชนิดอื่นๆ ในตำราวิชามันวิทยาและชีววิทยาปลาที่ได้รายงานไว้ (สปีลัน, 2527 สุภาพร, 2542 และอรุณี, 2526) แต่กล้ามเนื้อที่ช่วยในการกรอกลูกตาแต่ละมัดจะค่อนข้างสั้น เนื่องจากตาปลาปักเป้าอยู่สูงและใกล้กับจุดกำเนิดของมัดกล้ามเนื้อ

จากการศึกษาพบว่าลักษณะของกล้ามเนื้อของปลาปักเป้าชนิดต่างๆ ที่นำมาทำการศึกษาพบว่าไม่มีกล้ามเนื้อแดงอยู่ โดยลักษณะของกล้ามเนื้อจะเป็นสีชมพูเมื่อลอกหนังจะไม่ติดกับชั้นหนัง เมื่อลอกหนังออกจะพบว่ามียึดบางๆ หุ้มกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ อยู่ กล้ามเนื้อ epaxial ไม่ยื่นเข้าไปในหัว กล้ามเนื้อกลุ่ม adductor mandibularis มีขนาดใหญ่ มัดที่ใหญ่ที่สุดมีชื่อว่า adductor mandibularis A1 α โดยจะพาดอยู่บริเวณแก้มด้านนอกสุด เหนือกล้ามเนื้อ adductor mandibularis A2 α ส่วนหน้าเชื่อมติดอยู่กับกระดูก maxilla พาดยาวไปถึงส่วนบนของกระดูก preopercle (Friel และคณะ, 1999) เมื่อมองจากทางด้านข้างจะพบว่ากล้ามเนื้อกลุ่มดังกล่าวจะปกคลุมเนื้อที่บริเวณส่วนข้างของศรีษะปลาถึง 75% ซึ่งในชุดกล้ามเนื้อ adductor mandibularis นี้ปลาปักเป้าที่ทำการศึกษาจะพบว่ามีกล้ามเนื้อ adductor mandibularis A1 α , A1 β , A2 α , A2 β , และ A3 เช่นเดียวกับการศึกษาอื่นๆ ของ ปลาในกลุ่มปักเป้าก็จะมีลักษณะและตำแหน่งของกล้ามเนื้อบริเวณแก้มอยู่ในตำแหน่ง และมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน (Wainwright และ Turingan, 1996; Friel และคณะ, 1997; Friel และคณะ, 1998; Friel และคณะ, 1999 และ Korff และ Wainwright, 2004) กล้ามเนื้อลำตัวของปลาปักเป้าที่ทำการศึกษาจะมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก ยกเว้นปลาในสกุล *Canthigaster* และ *Xenopterus* ที่มีลักษณะแบนข้าง ไม่มีกล้ามเนื้อแดง กล้ามเนื้อค้ำจุนครีบท้องและครีบก้น มีขนาดใหญ่กว่าปลาในกลุ่มอื่นๆ ลักษณะของครีบท้องและครีบก้นกลม ยกเว้นปลาในสกุล *Lagocephalus* ที่ครีบท้องและครีบก้นมีลักษณะเป็นรูปเคียวโค้งไปทางด้านหลัง จากการศึกษาไม่พบว่ามีเส้นข้างลำตัวในปลาปักเป้าที่ทำการศึกษา ซึ่ง Nakae และ Sasaki (2005) ได้ทำการศึกษา

เกี่ยวกับลักษณะของเส้นข้างลำตัวในปลาในกลุ่มปลาปักเป้ากลอง (Ostraciidae) ซึ่งเป็นปลาที่มีความใกล้เคียงกับปลาในกลุ่มปลาปักเป้าที่ทำการศึกษ พบว่าปลาในกลุ่มดังกล่าวนี้จะมีเส้นข้างลำตัวอยู่บริเวณส่วนหัว 6 เส้น และอยู่บริเวณลำตัว 2 เส้น อีกทั้งยังพบว่าในกลุ่มเนื้อส่วนหัวของปลาในวงศ์ Tetraodontiformes นี้จะมีลักษณะของแขนงประสาทที่เหมือนกันโดยจะเป็นแขนงของเส้นประสาทที่มาจากเส้นประสาทชื่อ trigeminal โดยกล้ามเนื้อ A2 β จะมีการทำงานร่วมกันกับกล้ามเนื้อในกลุ่ม Adductor mandibularis A1 ซึ่งจากการศึกษาเดียวกันนี้ก็ยังมีพบอีกว่าเมื่อจำแนกกล้ามเนื้อตามลักษณะลำดับของแขนงเส้นประสาทก็จะมีชื่อของกล้ามเนื้อที่แตกต่างจากการศึกษาของ Winterbottom (1974) เช่น A2 β เมื่อพิจารณาจากลักษณะของแขนงประสาทก็พบว่าเป็นแขนงของมัดกล้ามเนื้อชื่อว่า A1 β (Nakae และ Sasaki, 2004) โดยในการศึกษครั้งนี้ได้ใช้ชื่อของมัดกล้ามเนื้อตามรายงานของ Winterbottom (1974) ซึ่งจะเป็นการพิจารณาตามตำแหน่งที่ตั้งของกล้ามเนื้อและกระดูกที่กล้ามเนื้อตั้งอยู่ ซึ่งก็ยังคงมีความสงสัยเกี่ยวกับชื่อของมัดกล้ามเนื้อ โดย Friel และคณะ (1997) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับชื่อของมัดกล้ามเนื้อในกลุ่มกล้ามเนื้อ Adductor mandibularis ต่างๆ ซึ่งพบว่าลักษณะของกล้ามเนื้อในกลุ่มนี้ของปลาปักเป้าจะมีลักษณะที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะและพฤติกรรมการกินอาหารของปลา โดยจากการศึกษานี้ก็ไม่ได้พบว่ามีต่อมหรืออวัยวะที่สามารถสร้างพิษได้อยู่ในตัวของปลาปักเป้าแต่อย่างใด จากการศึกษาลักษณะของกล้ามเนื้อทางภาคตัดขวาง ที่บริเวณจุดเริ่มต้นของครีบหลังและครีบก้นก็พบว่ากล้ามเนื้อที่บริเวณครีบหลังและครีบก้น (กล้ามเนื้อกลุ่ม inclinators, protractor และ retractor) จะมีลักษณะที่แยกออกจากกล้ามเนื้อลำตัวอื่นๆ อย่างชัดเจน ซึ่งจะมีขนาดใหญ่ กล้ามเนื้อด้านข้างลำตัว ประกอบด้วยกล้ามเนื้อ epaxialis และกล้ามเนื้อ obliquus superioris เป็นหลัก เป็นมัดที่มีขนาดใหญ่และเห็นได้ชัดเจนกันอยู่ โดย epaxialis จะอยู่ด้านบน และกล้ามเนื้อ obliquus superioris จะอยู่ด้านล่าง สอดคล้องกับที่ Winterbottom (1974) ได้รายงานไว้เกี่ยวกับกล้ามเนื้อของปลาในกลุ่ม Tetraodontidae และแตกต่างกับกล้ามเนื้อของปลาแดง ที่จะมีกล้ามเนื้อ hypaxialis ทอดยาวด้านล่าง และกล้ามเนื้อ obliquus superioris ของปลาแดงจะมีขนาดเล็กคลุมอยู่ส่วนบนของกระดูกซี่โครงเท่านั้น (อภิรักษ์, 2540) เมื่อมองจากทางด้านข้างเมื่อลอกเอากล้ามเนื้อ hypaxial และ epaxial ออกก็จะพบว่ากล้ามเนื้อที่พบจะมีลักษณะที่แน่นกว่า โดยมีลักษณะเป็นก้อนมัดกล้ามเนื้อคล้ายกับกล้ามเนื้อกลุ่ม adductor mandibularis ซึ่งจะมีลักษณะโครงสร้างที่แข็งแรงกว่ากล้ามเนื้อข้างลำตัวอื่นๆ โดยเมื่อมองจากภาคตัดขวางกล้ามเนื้อกลุ่ม inclinators, retractor และ protractor ทั้งของครีบหลัง และของครีบก้นก็จะมีขนาดใหญ่ มีสีแดงสดกว่ากล้ามเนื้อข้างลำตัวอื่นๆ ซึ่งสามารถแยกออกจากกล้ามเนื้อข้างลำตัวอื่นๆ ได้อย่างชัดเจน เช่นเดียวกับการศึกษาของ Fernandes และคณะ, 2005 ที่ได้ทำการศึกษากล้ามเนื้อของปลาปักเป้า *Takifugu rubripes* ซึ่งเป็นปลาในวงศ์ Tetraodontidae ก็พบว่ามีลักษณะเช่นเดียวกัน โดยปลาชนิดดังกล่าวนี้ก็มีกล้ามเนื้อในกลุ่มของ กล้ามเนื้อค้ำจุนครีบหลัง ที่มีสีแดงสดกว่ากล้ามเนื้อ hypaxial และ epaxial ในส่วนของภาคตัดขวางพบว่ากล้ามเนื้อกลุ่ม inclinators ของ

Takifugu rubripes ที่บริเวณครีบท้อง (inclinatores dorsalis) จะมีลักษณะที่กลมและกว้างขนานไปตามแนวของกระดูก dorsal proximal radian ส่วนกล้ามเนื้อ inclinatores analis ก็จะมีลักษณะที่แคบและเรียกว่าโดยจะขนานไปกับกระดูก anal proximal radian เช่นเดียวกับครีบท้อง

กล้ามเนื้ออย่างนี้ สามารถแบ่งเป็นกล้ามเนื้อครีบท้องและกล้ามเนื้อครีบท้อง กล้ามเนื้อครีบท้องประกอบด้วยกล้ามเนื้อครีบท้อง กล้ามเนื้อครีบท้อง ที่มีกล้ามเนื้อ erectores และกล้ามเนื้อ depressores ที่ยึดจากฐานก้านครีบท้องทั้งสองในปลาปักเป้าที่ศึกษากล้ามเนื้อทั้งสี่ชนิดนี้จะยาวถึงกระดูกสันหลังต่างกับในปลาแดงที่ยาวจนถึงส่วนปลายของ neural และ haemal spine เท่านั้น (อกินันท์, 2540) และมีขนาดใหญ่เนื่องจากปลาปักเป้าใช้ครีบท้องและครีบท้องเป็นหลักในการเคลื่อนที่ และกล้ามเนื้อครีบท้องประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อหลายกลุ่ม โดยเฉพาะกลุ่มของกล้ามเนื้อ flexor ส่วนใหญ่บริเวณปลายของกล้ามเนื้อจะมีลักษณะเป็นเอ็นสอดคล้องกับการศึกษาของ Winterbottom (1974) ส่วนกล้ามเนื้อครีบท้องของปลาปักเป้าทั้งสี่ชนิดมีอยู่ 1 คู่ คือกล้ามเนื้อครีบท้อง และปลาในกลุ่มอื่นๆ ในตำราสัตววิทยาและชีววิทยาปลา (สุภาพร, 2542 และอรุณี, 2526) ที่มีกล้ามเนื้อครีบท้องด้วย แต่ปลาปักเป้าเป็นกลุ่มปลาที่ไม่มีครีบท้อง

การใช้ลักษณะของกล้ามเนื้อเพื่อบ่งชี้ชนิดนั้นยังมีความใกล้เคียงกันมาก แต่สามารถบ่งชี้ในส่วนของปลาปักเป้าสกุล *Lagocephalus* เนื่องจากปลาที่เป็นที่นิยมนำขึ้นมาเป็นอาหารนั้นมีอยู่สองชนิด คือปลาปักเป้าเขียว *L. lunaris* และปลาปักเป้าหลังน้ำตาล *L. spadiceus* ซึ่งเป็นปลาที่มีลำตัวกว้าง ชื่นเนื้อที่ได้มาก็เป็นชิ้นเนื้อที่กว้างด้วยเช่นกัน ส่วนปลาปักเป้าหลังเรียบ *L. inermis* นั้นพบในปริมาณน้อย และส่วนใหญ่เป็นปลาจากเรืออวนลากนอกน่านน้ำ อีกสองชนิดเป็นปลาที่มีขนาดเล็ก มีโอกาสน้อยมากที่จะเข้าสู่ระบบการแล่ และแปรรูป และมักพบปนอยู่กับปลาเป็ด

การทดสอบกล้ามเนื้อที่ผ่านการแล่

การอธิบายคุณลักษณะเฉพาะของเนื้อปลาแล่ที่ผ่านและไม่ผ่านการทำให้สุก การฝึกฝนผู้ทดสอบช่วยให้สามารถอธิบายลักษณะของเนื้อปลาแล่ได้แก่

- สีชมพูกลาง หมายถึงสีของชิ้นเนื้อโดยรวมเป็นสีชมพูกลางๆ ไม่เข้มมาก
- ความสว่าง หมายถึงลักษณะของชิ้นเนื้อที่ใสและมีความสว่าง
- ความสม่ำเสมอ หมายถึงลักษณะปรากฏของผิวชิ้นเนื้อโดยรวมมีความสม่ำเสมอ
- ความมันวาว หมายถึงผิวนอกชิ้นเนื้อที่มีลักษณะเป็นมันวาวเลื่อมและสะท้อนแสง
- ผิวสัมผัสเรียบ หมายถึงใช้มือลูบสัมผัสชิ้นเนื้อแล้วมีลักษณะเรียบ
- ความแน่นเนื้อ หมายถึงใช้มือกดและบีบชิ้นเนื้อแล้วชิ้นเนื้อไม่ค่อยละ
- กลิ่นคาวปลา หมายถึงกลิ่นเหม็นคาวของปลาเหมือนจะไม่สด
- เนื้อคล้ายยาง หมายถึงชิ้นเนื้อเมื่อสัมผัสโดยการกด หรือบีบแล้วมีความยืดหยุ่นเหมือนเยลลี่

และเมื่อปล่อยก็จะกลับสู่สภาพเดิม

สีขาวยหมายถึงชั้นเนื้อที่มีสีออกสีขาว ชุ่มๆ
 มัดกล้ามเนื้อหมายถึง ความชัดเจนของมัดกล้ามเนื้อเมื่อมอง
 ผิวสัมผัสเป็นคลื่นหมายถึง สัมผัสผิวชั้นเนื้อแล้วเป็นลอนคลื่นชัดเจน
 ความชุ่มชื้นหมายถึง สัมผัสแล้วมีความชุ่มชื้นไม่แห้ง
 เนื้อเป็นปูยหมายถึง เนื้อมีลักษณะเนื้อเป็นปูยขาวคล้ายสำลี
 เนื้อเป็นปึกหมายถึง สัมผัสชั้นเนื้อแล้วมีลักษณะเหนียวติดมือ

การทดสอบคุณลักษณะเนื้อปลาแล้

คุณลักษณะที่ทดสอบได้แก่ สีชมพูกลาง ความสว่าง ความสม่ำเสมอ ความมันวาว ผิวสัมผัสเรียบ ความแน่นเนื้อ กลิ่นคาวปลา และเนื้อคล้ายยาง ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างของชั้นเนื้อปลา 3 ชนิดได้แก่ ปีกเป่า กะพงขาวและกะพงแดง ได้เฉพาะคุณลักษณะด้านความสม่ำเสมอเท่านั้น โดยปลาปึกเป่าได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งชั้นเนื้อปลาที่นำมาใช้ในการทดสอบทั้ง 3 ชนิดได้มีการตัดแต่งให้มีขนาดเท่าๆกัน และน้ำหนักใกล้เคียงกันโดยยึดเอาเนื้อปึกเป่าเป็นหลัก ทำให้เนื้อปึกเป่าที่ใช้ทดสอบผ่านการตัดแต่งน้อยที่สุด ให้ลักษณะความสม่ำเสมอเป็นธรรมชาติมากที่สุด อีกทั้งปลาปึกเป่าเมื่อแล้เอาเนื้อข้างลำตัวแล้ว จะมีลักษณะที่เด่นคือเนื้อสามารถแล้ได้ง่ายและลอกหนังออกง่าย จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความแตกต่างด้านคุณลักษณะความสม่ำเสมอ เพราะเนื้อปลากะพงขาวและกะพงแดงผ่านการตัดแต่งมากกว่า

การทดสอบคุณลักษณะเนื้อปลาแล้ที่ผ่านความร้อนโดยการต้มและไมโครเวฟ

หลังจากนำชิ้นเนื้อปลาปึกเป่า กะพงขาว และกะพงแดง ไปผ่านความร้อนโดยวิธีการต้มและเข้าไมโครเวฟแล้วนำไปทดสอบคุณลักษณะด้านความเป็นสีขาว มัดกล้ามเนื้อ ความแน่นเนื้อ กลิ่นคาวปลา เนื้อคล้ายยาง ผิวสัมผัสเป็นคลื่น ความชุ่มชื้น เนื้อเป็นปูย และเนื้อเป็นปึก พบว่าวิธีการต้มที่อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที ผู้ทดสอบสามารถแยกคุณลักษณะด้านมัดกล้ามเนื้อ ความแน่นเนื้อ เนื้อคล้ายยาง และผิวสัมผัสเป็นคลื่นได้ โดยเนื้อปึกเป่าจะได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด

การที่ความแน่นเนื้อ และเนื้อคล้ายยางของปลาปึกเป่ามีคะแนนสูง อาจเป็นผลเนื่องมาจากปลาปึกเป่ามีสารยับยั้งการย่อยสลายโปรตีนบางชนิดเช่น tissue inhibitors of metalloproteinase (TIMPs) ซึ่งเป็นตัวกักการทำงานของเอนไซม์ย่อยสลายโปรตีน ทำให้เนื้อสัมผัสยังคงแน่นถึงแม้จะเก็บไว้เป็นเวลานาน (Gomez *et al.*, 1997, Brew *et al.*, 2000 และ Baker *et al.*, 2002) หรือปลาปึกเป่ามีปริมาณคอลลาเจนที่สูงกว่าปลาชนิดอื่น จากผลการศึกษาของ Sato *et al.* (1997) พบว่าปริมาณโปรตีนในเนื้อปลาปึกเป่า (tiger puffer: *Fugu rubripes*) มีปริมาณคอลลาเจนสูงถึง 955 มิลลิกรัม/100ตัวอย่าง ซึ่งสูงกว่าในเนื้อปลาซาร์ดีน (*Sardinops melanosticta*) โดยมีปริมาณคอลลา

เจนในเนื้อเพียง 292 มิลลิกรัม/ 100 ตัวอย่าง และยังมีการศึกษาในปลาชนิดอื่นพบว่า ปริมาณคอเลสเตอรอลมีส่วนสำคัญต่อความแน่นเนื้อ (Sato *et al.*, 1986) โดยขึ้นกับระยะเวลาในการเก็บรักษา ดังเช่นการศึกษาของ Ando (1991) โดยพบว่าเนื้อปลาชนิดอื่นๆ จะอ่อนนุ่มลง ภายในระยะเวลาไม่เกิน 3 วัน เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส แต่สำหรับปลาปักเป้าสายพันธุ์ *Takifugu rubripes* พบว่าเนื้อปลายังคงสภาพเดิม นอกจากนั้นชนิดสายพันธุ์ (Ando *et al.*, 1993) และแม้กระทั่งวิธีการเพาะเลี้ยงก็ส่งผลให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อปลาแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน (Bremner, 1992; Johnston, 1999 และ Gines, 2004)

ส่วนเนื้อปลาแล้ที่ผ่านความร้อนโดยไม่โครเวฟผู้ทดสอบแยกคุณลักษณะได้เฉพาะคุณลักษณะด้านมัดกล้ามเนื้อและผิวหนังสัมผัสเป็นคลื่น โดยเนื้อปักเป้าจะได้คะแนนเฉลี่ยทั้ง 2 คุณลักษณะสูงสุด เนื้อปลาเมื่อนำมาผ่านความร้อน โปรตีนจะแปรสภาพโดยจะมีน้ำออกจากตัวปลา การใช้ความร้อนสูงเกินไปจะทำให้ปลาหืดวามาก ปริมาณน้ำที่ถูกบีบออกมาก็มากขึ้น จึงทำให้เนื้อปลาแห้ง แข็งและไม่มีรสชาติ (Alasalvar, 2001) จากเหตุผลดังกล่าวจึงช่วยให้ผู้ทดสอบแยกแยะความแตกต่างตามคุณลักษณะที่ทดสอบได้ 2-4 คุณลักษณะ ที่มีความชัดเจนขึ้นเมื่อเทียบกับชิ้นเนื้อปลาที่ยังไม่ผ่านความร้อนซึ่งแตกต่างกันเพียงลักษณะเดียวเท่านั้น

การประเมินตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลา

การทำลูกชิ้นปลาจากปลาปักเป้า ปลากระพงขาวและปลากระพงแดง ผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างในแต่ละคุณลักษณะได้ เนื่องจากการทดสอบจะอาศัยลักษณะทางประสาทสัมผัสจากภายนอก (ด้านการมอง การสัมผัส และการดมกลิ่น) ให้ค่าความละเอียดในการประเมินน้อยกว่าการประเมินโดยอาศัยการเคี้ยว ทำให้แยกความแตกต่างไม่ชัดเจน (ดังภาพที่ 4-8 และ 4-9) อย่างไรก็ตามความแตกต่างในเรื่องของความแน่นเนื้อที่เป็นลักษณะเด่นของเนื้อปลาปักเป้า จะให้ผลชัดเจนยิ่งขึ้น หากใช้เครื่องมือในการวัดลักษณะของเนื้อสัมผัส โดยเฉพาะตัวอย่างเนื้อปลาที่ผ่านการแปรรูปแล้ว แต่ในการทดลองครั้งนี้จะเน้นการอาศัยลักษณะทางประสาทสัมผัสจากภายนอก เพื่อประเมินตัวอย่างของเนื้อปลาปักเป้า เพื่อนำข้อมูลไปใช้ได้จริงกับกลุ่มผู้บริโภคและประชาชนทั่วไป เนื่องจากเป็นวิธีการเบื้องต้นที่ง่าย ปลอดภัย ประหยัดค่าใช้จ่ายในเรื่องของเครื่องมือ และประหยัดเวลาในการทดสอบตัวอย่างเนื้อปลาปักเป้า

สำหรับการแปรรูปเนื้อปลาปักเป้าแล้ข้อมสี้ หลังจากนำไปให้ความร้อนจะสังเกตได้ว่าเนื้อปลาปักเป้าจะไม่มีไขมันแทรกระหว่างมัดกล้ามเนื้อ เส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละมัดยังคงเป็นก้อน และสีของชิ้นเนื้อยังคงสดอยู่เนื่องจากการใช้ส่วนผสมอาหารในการข้อม นอกจากนี้การแปรรูปปลาปักเป้าได้แก่ ปลาเส้น ปลาแผ่น และปลาริวกิว (แสดงดังภาพผนวกที่ 4-4) ไม่สามารถแยกได้ว่าเป็นเนื้อปลาที่มาจากปลาปักเป้าได้ โดยอาศัยการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส

การแปรรูปสามารถทำได้หลากหลายผลิตภัณฑ์ เช่นปลาหวาน ปลาาริวกิว ปลาเส้น ปลาเส้นโรยงา เนื้อสด เนื้อสดย้อมสีคล้ายปลาเนื้อแซลมอน ลูกชิ้น และอื่นๆ เช่นเดียวกันกับประเทศไต้หวันที่มีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปลาปักเป้าแล้วที่มีพิษเช่นกัน (Lin และคณะ, 2002) การย้อมสีเนื้อปลาเพื่อใช้เป็นอาหารนั้น พ่อค้าจะใช้สีผสมอาหารที่มีสีคล้ายเนื้อปลาแซลมอน โดยจะปล่อยให้เนื้อปลาเป็นสีขนาดเล็กก่อนแล้วจึงทำการย้อมสีภายนอก สีจะไม่ซึมเข้าไปด้านในของเนื้อปลาทั้งชิ้น และให้สังเกตลักษณะของมันในเนื้อปลาปักเป้าจะมีน้อยมาก เนื้อปลาค่อนข้างแห้ง กล้ามเนื้อปลาปักเป้าจะแตกต่างกับกล้ามเนื้อปลาชนิดอื่นตรงที่มีขนาดของมัดกล้ามเนื้อใหญ่กว่า ไม่มีกล้ามเนื้อแดงด้านข้างของลำตัว บริเวณกล้ามเนื้อ *lateralis superficialis* แต่มีกล้ามเนื้อครีบลึงและกล้ามเนื้อครีบก้นขนาดใหญ่ มีพังผืดหุ้มกล้ามเนื้อชั้นนอก วิจารณ์การพิเศษเพื่อการป้องกันตัว ที่กล้ามเนื้อและหนังต้องไม่ติดกันอย่างเช่นปลาชนิดอื่น

สรุปผลการศึกษา

ปลาปักเป้าที่นำมาศึกษามีทั้งหมด 17 ชนิด คือ *Xenopterus naritus*, *Canthigaster solandri*, *Tetraodon fluvialis*, *Lagocephalus innermis*, *L. spadiceus*, *L. lunaris*, *L. suezensis*, *L. gloveri*, *Arothron hispidus*, *A. mappa*, *A. immaculatus*, *A. nigropunctatus*, *A. stellatus*, *A. reticularis*, *A. leopardus*, *Chaelonodon patoca*, และ *Torquigener hypselogenion*

ปลาปักเป้าทะเลในสกุล *Lagocephalus* ซึ่งเป็นปลาปักเป้าที่นิยมนำขึ้นมาแปรรูปเพื่อเป็นอาหาร ได้แก่ *Lagocephalus innermis*, *L. gloveri*, *L. lunaris*, *L. suezensis* และ *L. spadiceus* ชนิด *L. innermis* เป็นชนิดเดียวที่บริเวณผิวหนังของลำตัว และท้องไม่มีหนาม ส่วนอีกกลุ่มเป็นกลุ่มที่มีหนามบนลำตัว ซึ่งแบ่งออกเป็นสองกลุ่มย่อย คือกลุ่มที่มีคอดหางแบนลง และมีแต้มสีบนลำตัว พบชนิดเดียวคือ *L. suezensis* ส่วนอีกสองชนิดมีคอดหางแบนข้าง และไม่มีแต้มสีบนลำตัว ได้แก่ชนิด *L. lunaris* ซึ่งบริเวณผิวหนังของลำตัวมีหนามคลุมพื้นที่ถึงจุดเริ่มต้นของครีบหลัง ส่วนอีกชนิดคือ *L. spadiceus* หนามบนหลังกินพื้นที่ไม่เกินครีบหู เช่นเดียวกับที่ประภากร (2528), Matsuura (2001) และ Mohsin (1996) และพบว่าพบชนิด *L. spadiceus* ในอ่าวไทยมากกว่าฝั่งอันดามัน ส่วนชนิด *L. lunaris* นั้นพบในฝั่งอันดามันมากกว่าฝั่งอ่าวไทย

ปริมาณปลาปักเป้าส่วนใหญ่มาจากแหล่งของอ่าวไทยร้อยละ 82.7 และจากฝั่งอันดามันร้อยละ 17.3 เนื่องจากฝั่งอ่าวไทยมีแหล่งทำการประมงมากกว่าในทะเลอันดามันซึ่งมีสองแหล่งใหญ่โดยเฉพาะที่มหาชัยและแม่กลอง เป็นแหล่งรับซื้อหลักของปลาปักเป้าสกุล ปริมาณปลาปักเป้าที่พบจากการสำรวจตลอดทั้งปี พบปลาปักเป้าหลังน้ำตาล (*Lagocephalus spadiceus*) สูงที่สุดที่ร้อยละ 63.41 รองลงมาเป็นปลาปักเป้าเขียว (*L. lunaris*) ร้อยละ 33.7 ส่วนปลาปักเป้าหลังเรียบ (*L. innermis*) ร้อยละ 3.07 ส่วนปลาปักเป้าสุเอซและปลาปักเป้าหางขาว พบน้อยมากเพียงร้อยละ 0.18 และ 0.05 ส่วนปลาปักเป้าชนิดอื่นๆ ยังไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ในการแปรรูปและการบริโภค สำหรับมนุษย์โดยตรง ส่วนใหญ่อยู่ร่วมกับปลาเบ็ด

ปริมาณปลาปักเป้าสกุล *Lagocephalus* ที่ทำการแล่และแปรรูปที่มหาชัยและที่แม่กลองเพื่อการขายเป็นอาหาร พบว่าไปปริมาณสูงถึงวันละเฉลี่ย 109 ตัน โดยเป็นเนื้อปลาที่แล่แล้วประมาณ 36.7 ตัน ส่วนที่เหลือเป็นส่วนของกระดูก หนั และอวัยวะภายในเพื่อส่งโรงงานปลาป่นประมาณ 72.3 ตัน ดังนั้นปริมาณเนื้อที่เข้าสู่ตลาดต่อปีประมาณ 13,090 ตัน

การจำแนกปลาปักเป้าด้วยลักษณะกระดูกสามารถจำแนกได้ดังนี้ ปลาในสกุล *Lagocephalus* จะมีกระดูก ventral post-cleithrum ลักษณะแบน ส่วนปลาปักเป้าในสกุลอื่นมีกระดูก ventral post-cleithrum มีลักษณะเป็นแท่งกลม แต่ละสกุลมีความแตกต่างของกระดูกอย่างเห็นได้ชัดเจน นอกจากนี้ลักษณะของกระดูกบนกล่องสมองในปลาสกุล *Lagocephalus* นั้นสามารถจำแนกชนิดได้อย่างชัดเจน การจัดจำแนกปลาในสกุลอื่นที่พบในน่านน้ำไทยก็สามารถใช้ลักษณะของกระดูกกล่องสมองได้เช่นกัน หรือจำนวนของกระดูก proximal radial จำนวนข้อกระดูกสันหลังส่วนลำตัว จำนวนข้อกระดูกสันหลังส่วนหาง ส่วนลักษณะของกระดูกในปลาสกุล *Arothron* นั้นใกล้เคียงกันมาก

การใช้ลักษณะของกล้ามเนื้อเพื่อบ่งชี้ชนิดนั้นยังมีความใกล้เคียงกันมาก แต่สามารถบ่งชี้ในส่วนของปลาปักเป้าสกุล *Lagocephalus* เนื่องจากปลาที่เป็นที่นิยมมาขึ้นมาแล้วเป็นอาหารนั้นมีอยู่สองชนิด คือปลาปักเป้าเขียว *L. lunaris* และปลาปักเป้างูหลังน้ำตาล *L. spadiceus* ซึ่งเป็นปลาที่มีลำตัวกว้าง ชันเนื้อที่ได้มากเป็นชันเนื้อที่กว้างด้วยเช่นกัน ส่วนปลาปักเป้างูหลังเรียบ *L. inermis* นั้น พบในปริมาณน้อย และส่วนใหญ่เป็นปลาจากเรืออวนลากนอกน่านน้ำ อีกสองชนิดเป็นปลาที่มีขนาดเล็ก มีโอกาสน้อยมากที่จะเข้าสู่ระบบการแล้ และแปรรูป และมักพบปนอยู่กับปลาเบ็ด

การแปรรูปสามารถทำได้หลากหลายผลิตภัณฑ์ เช่นปลาหวาน ปลาโรกิว ปลาเส้น ปลาเส้นโรยงา เนื้อสด เนื้อสดย้อมสีคล้ายปลาเนื้อเซลมอน ลูกชิ้น และอื่นๆ การย้อมสีเนื้อปลาเพื่อใช้เห็นอาหารนั้น พ่อค้าจะใช้สีผสมอาหารที่มีสีคล้ายเนื้อปลาเซลมอน โดยจะปล่อยให้เป็นชันขนาดเล็กก่อนแล้วจึงทำการย้อมสีภายนอก สีจะไม่ซึมเข้าไปด้านในของเนื้อปลาทั้งชิ้น และให้สังเกตลักษณะของมันในเนื้อปลาปักเป้าจะมีน้อยมาก เนื้อปลาค่อนข้างแห้ง กล้ามเนื้อปลาปักเป้าจะแตกต่างกับกล้ามเนื้อปลาชนิดอื่นตรงที่มีขนาดของมัดกล้ามเนื้อใหญ่กว่าไม่มีกล้ามเนื้อแดงด้านข้างของลำตัว บริเวณกล้ามเนื้อ lateralis superficialis แต่มีกล้ามเนื้อครีบหลังและกล้ามเนื้อครีบก้นขนาดใหญ่ มีพังผืดหุ้มกล้ามเนื้อชั้นนอก วิศวกรรมการพิเศษเพื่อการพองตัว ที่กล้ามเนื้อและหนังต้องไม่ติดกันอย่างเช่นปลาชนิดอื่น

คุณลักษณะที่ทดสอบได้แก่ สีชมพูกลาง (baby pink) ความสว่าง (brightness) ความสม่ำเสมอ (evenness) ความมันวาว (grossly) ผิวสัมผัสเรียบ (smooth) ความแน่นเนื้อ (firm) กลิ่นคาวปลา (fishy) และเนื้อคล้ายยาง (rubbery) ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างของชันเนื้อปลา 3 ชนิดได้แก่ ปลาปักเป้า ปลากระพงขาว และปลากระพงแดง ได้เฉพาะคุณลักษณะด้านความสม่ำเสมอเท่านั้น โดยปลาปักเป้าให้คะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งชันเนื้อปลาที่นำมาใช้ในการทดสอบทั้ง 3 ชนิดได้มีการตัดแต่งให้มีขนาดเท่าๆ กัน และน้ำหนักใกล้เคียงกัน โดยยึดเอาเนื้อปักเป้าเป็นหลักทำให้เนื้อปักเป้าที่ใช้ทดสอบผ่านการตัดแต่งน้อยที่สุด ให้ลักษณะความสม่ำเสมอเป็นธรรมชาติมากที่สุด อีกทั้งปลาปักเป้าเมื่อแล่เอาเนื้อข้างลำตัวแล้ว จะมีลักษณะที่เด่นคือเนื้อสามารถแล่ได้ง่าย

และลอกหนังออกง่าย จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความแตกต่างด้านคุณลักษณะความสม่ำเสมอ เพราะเนื้อปลากะพงขาวและกะพงแดงผ่านการตัดแต่งมากกว่า

หลังจากนำชิ้นเนื้อปลาปักเป้า ปลากะพงขาว และปลากะพงแดง ไปผ่านความร้อนโดยวิธีการต้มและเข้าไมโครเวฟแล้วนำไปทดสอบคุณลักษณะด้านความเป็นสีขาว (white) มัดกล้ามเนื้อ (myomer) ความแน่นเนื้อ (firm) กลิ่นคาวปลา (fishy) เนื้อคล้ายยาง (rubbery) ผิวสัมผัสเป็นคลื่น (wave) ความชุ่มชื้น (moist) เนื้อเป็นปุย (mushy) และเนื้อเป็นปึก (pasty) พบว่าวิธีการต้มที่อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที โดยเนื้อปักเป้าจะให้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด

จากผลความแน่นเนื้อ และเนื้อคล้ายยางของปลาปักเป้ามียค่าสูงกว่าปลากะพง อาจเป็นผลเนื่องมาจากปริมาณคอลลาเจนที่แตกต่างกัน รวมทั้งชนิดสายพันธุ์ และแม้กระทั่งวิธีการเพาะเลี้ยง ทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อปลาแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน (Bremner, 1992; Johnston, 1999 and Gines, 2004)

ส่วนเนื้อปลาแล้ที่ผ่านความร้อนโดยไมโครเวฟผู้ทดสอบแยกคุณลักษณะได้เฉพาะคุณลักษณะด้านมัดกล้ามเนื้อและผิวสัมผัสเป็นคลื่น โดยเนื้อปักเป้าจะให้คะแนนเฉลี่ยทั้ง 2 คุณลักษณะสูงสุด เนื้อปลาเมื่อนำมาผ่านความร้อน โปรตีนในปลาจะแข็งตัวและจะมีน้ำออกจากตัวปลา การใช้ความร้อนสูงเกินไปจะทำให้ปลาหืดตัวมาก ปริมาณน้ำที่ถูกบีบออกมาก็มากขึ้น เนื้อปลาจึงแห้ง แข็ง และไม่มีรสชาติ (Alasalvar, 2001) ซึ่งจะช่วยให้ผู้ทดสอบแยกแยะความแตกต่างตามคุณลักษณะที่ทดสอบได้ 2-4 คุณลักษณะ ซึ่งมีความชัดเจนขึ้นเมื่อเทียบกับชิ้นเนื้อปลาที่ยังไม่ผ่านความร้อนซึ่งแตกต่างกันเพียงลักษณะเดียวเท่านั้น

ข้อเสนอแนะ

1. การวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของตัวอย่างเนื้อปลาและผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลापักเป้าอาจอาศัยเครื่องมือวัดอย่างง่าย และมีราคาไม่แพง เพื่อให้ได้ค่าที่ละเอียดยิ่งขึ้นเช่น เครื่องวัดแรงเนียนแบบเวอร์เนอร์-เบลท์เชลเลอร์ เป็นต้น
2. ควรมีการศึกษาในเรื่องของอุณหภูมิ และอายุการเก็บตัวอย่างเนื้อปลापักเป้าเนื่องจากความสดของเนื้อปลา ส่งผลต่อการทดสอบคุณลักษณะในด้านต่างๆ
3. ควรมีการประเมินคุณภาพทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสได้แก่ ความแข็ง (hardness), ความสามารถกลับคืนสู่ขนาดและรูปร่างเดิม (springiness), การเกาะติดผิว (adhesiveness), ระดับความเป็นกาวยางหรือแป็งเปี้ยก (gumminess) ระหว่างเนื้อปลापักเป้าที่ผ่านความร้อน ในสกุลอื่นๆ